

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

**Katedra kvality zemědělských produktů**

---

Studijní program: Zemědělská specializace (N4106)

Studijní obor: Biologie a ochrana zájmových organismů (4106T026)

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Zastoupení mastných kyselin v mléčném  
tuku koz a ve vybraném mléčném produktu**

Fatty acid composition of caprine milk and milk  
products

**Autor: Bc. Lenka Pecová**

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: doc. Ing. Jiří Špička, CSc.

---

**České Budějovice 2017**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lenka PECOVÁ**  
Osobní číslo: **Z15364**  
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**  
Studijní obor: **Biologie a ochrana zájmových organismů**  
Název tématu: **Zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz a ve  
vybraném mléčném produktu**  
Zadávací katedra: **Katedra kvality zemědělských produktů**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Složení mléčného tuku ovlivňuje nutriční, technologické a senzorické vlastnosti mléka i mléčných výrobků.

Cílem diplomové práce bude posouzení zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz. Součástí práce bude i vyhodnocení rozdílů ve spektru mastných kyselin v původní surovině, tedy v mléce a z něj vyrobeného mléčného produktu.

Diplomová práce bude zpracována na základě zásad pro zpracování závěrečných prací ([http://www.zf.jcu.cz/copy\\_of\\_students/informace-pro-studujici/dokumenty-studijniho-oddeleni/informace-pro-studujici/Jak\\_vypracovat\\_DP.pdf](http://www.zf.jcu.cz/copy_of_students/informace-pro-studujici/dokumenty-studijniho-oddeleni/informace-pro-studujici/Jak_vypracovat_DP.pdf)) podle následující rámcové osnovy

1. Úvod - charakteristika a význam řešené problematiky včetně uvedení cílů práce
2. Literární přehled - přehled o zdravotním významu mastných kyselin, zastoupení v mléčném tuku koz a ve výrobcích z kozího mléka získaný studiem vědecké a odborné literatury
3. Materiál a metodika - popis biologického materiálu, použitých analytických metod včetně metod statistických
4. Výsledky a diskuse - tabulkové a grafické zpracování získaných dat, jejich statistické vyhodnocení a porovnání s dostupnými literárními údaji
5. Závěr - stručné shrnutí výsledků, návrhy a doporučení vyplývající z řešené problematiky
6. Summary - přehled a nejdůležitější výsledky včetně klíčových slov (v anglickém jazyce)
7. Seznam literatury - jednotný, podle platných citačních zásad.

Rozsah grafických prací: 10-15 stran (tabulky, grafy)  
Rozsah pracovní zprávy: 35-45 stran textu  
Forma zpracování diplomové práce: tišičná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- Chilliard Y.: A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. J. Dairy Sci., 2003, 86, 1751-1769.
- Jenness R.: Composition and characteristics of goat milk: Review 1968-1979. J. Dairy Sci., 1980, 63: 1605-1630.
- Maroteau C. et al.: Genetic parameter estimation for major milk fatty acids in Alpine and Saanen primiparous goats. J. Dairy Sci., 2014, 97, 3142-3155.
- Databáze WOS, CASLIN, Česká zemědělská bibliografie, CAB Abstracts, PROQUEST, dostupné na www: <http://www.lib.jcu.cz/cs/databaze>  
Vědecké a odborné články v časopisech Výživa a potraviny, Mlékařské listy, Náš chov, apod.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.  
Katedra kvality zemědělských produktů  
Konzultant diplomové práce: doc. Ing. Jiří Špička, CSc.  
Katedra aplikované chemie  
Datum zadání diplomové práce: 16. února 2016  
Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2017

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 1088, 370 06 Česká Budějovice

  
Ing. Pavel Smetana, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 16. února 2016

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne .....

.....

Bc. Lenka Pecová

## **PODĚKOVÁNÍ**

Velké poděkování patří paní doc. Ing. Evě Samkové, Ph.D. a doc. Ing. Jiřímu Špičkovi, CSc. za odborné vedení, pomoc a cenné rady při zpracování této diplomové práce a také za nebývalou trpělivost, vstřícnost a ochotu. Děkuji také paní MVDr. Lucii Hasoňové, Ph.D. za podnětné návrhy a připomínky, a dále panu Ing. Robertu Kalovi, který byl za všech okolností ochotný a pohotový.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce pojednává o změnách v zastoupení mastných kyselin v kozím mléce. Cílem práce bylo posouzení zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz a vyhodnocení rozdílů ve spektru mastných kyselin v kozím mléce a z něj vyrobeného jogurtu. V práci byl rovněž posouzen vliv stadia laktace na změnu zastoupení jednotlivých mastných kyselin v mléčném tuku koz.

V jogurtech byl zjištěn nižší podíl mastných kyselin způsobujících kozí aroma a bylo zjištěno zvýšení tzv. „prospěšných“ nenasycených mastných kyselin a mastných kyselin se středně dlouhým a dlouhým řetězcem. Změny v zastoupení mastných kyselin v mléce a v jogurtu ale byly ve všech případech statisticky nevýznamné. Vliv stadia laktace na změny v zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz byl naopak shledán velmi významným.

Výsledky práce potvrdily, že zpracování mléka na jogurt nemá významný vliv na změnu poměrů mastných kyselin. Zpracování mléka na jogurt tedy nemění nutriční hodnotu výrobku a je tak umožněno aplikovat výběr zvířat s kvalitnějším mlékem pro produkci nutričně hodnotnějších potravin.

**Klíčová slova:** kozí mléko, složení mléka, stadium laktace, mléčný tuk, mastné kyseliny, jogurt

## **ABSTRACT**

The thesis deals with changes in the representation of fatty acids in goat milk. The aim of this thesis was to assess the profile of fatty acids in goat milk fat and to evaluate differences in the spectrum of fatty acids in goat milk and in yoghurt produced from it. The thesis also assessed the influence of the stage of lactation on the changes of fatty acid profile in goat milk fat.

A lower content of fatty acids causing “goat flavour” in yoghurt was found. Also an increase in content of so-called "beneficial" unsaturated fatty acids and medium- and long-chain fatty acids in yoghurt was found. However, the changes in fatty acid profile in milk and yoghurt were statistically insignificant in all cases. The effect of the stage of lactation on changes in fatty acid profile in goat milk fat, on the other hand, was found to be very significant.

The results of the thesis confirmed that milk processing for yogurt has no significant effect on the change in fatty acid profile. Thus, milk processing for yoghurt does not change the nutritional value of the product and thus allows the selection of animals with better quality milk for the production of nutritionally more valuable products.

**Key words:** goat milk, milk composition, stage of lactation, milk fat, fatty acids, yoghurt

# OBSAH

SEZNAM ZKRATEK .....	9
1. ÚVOD .....	10
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	11
2.1 Mléčný tuk koz .....	11
2.2 Mastné kyseliny.....	13
2.2.1 Rozdělení mastných kyselin.....	14
2.2.2 Význam mastných kyselin .....	15
2.3 Faktory ovlivňující zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz..	17
2.3.1 Druh, plemeno a individualita.....	18
2.3.2 Pořadí a stadium laktace.....	19
2.3.3 Výživa a krmení .....	20
2.3.4 Technologické operace.....	21
3. MATERIÁL A METODIKA .....	23
3.1 Cíl práce.....	23
3.2 Charakteristika chovu .....	23
3.3 Charakteristika plemene .....	23
3.4 Odběr vzorků mléka .....	24
3.5 Příprava jogurtu ze vzorků mléka.....	25
3.6 Analýza vzorků.....	25
3.6.1 Stanovení složení a vybraných parametrů jakosti mléka .....	25
3.6.2 Stanovení mastných kyselin mléčného tuku .....	26
3.7 Statistické zpracování dat .....	27
4. VÝSLEDKY A DISKUZE .....	28
4.1 Vyhodnocení jakostních ukazatelů kozího mléka .....	28
4.2 Porovnání zastoupení mastných kyselin v kozím mléce a jogurtu.....	30
4.3 Vyhodnocení zastoupení skupin mastných kyselin .....	31
4.4 Vyhodnocení zastoupení vybraných mastných kyselin.....	35
4.5 Vliv stadia laktace na zastoupení mastných kyselin v kozím mléce .....	39
5. ZÁVĚR .....	44
6. SUMMARY .....	45
7. SEZNAM LITERATURY .....	46
8. SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ .....	55



## SEZNAM ZKRATEK

**CLA** – *conjugated linoleic acid*; konjugovaná linolová kyselina

**EPA** – kyselina eikosapentaenová

**FA** – *fatty acids*, mastné kyseliny

**FFA** – *free fatty acids*, volné mastné kyseliny

**LCFA** – *long-chain fatty acids*; mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, uhlíkový řetězec s 18 a více atomy uhlíku

**MCFA** – *middle-chain fatty acids*; mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem, uhlíkový řetězec se 14 až 17 atomy uhlíku

**MUFA** – *monounsaturated fatty acids*; mononenasyčené mastné kyseliny, s jednou dvojnou vazbou

**PUFA** – *polyunsaturated fatty acids*; nenasycené mastné kyseliny, se dvěma a více dvojnými vazbami

**SCFA** – *short-chain fatty acids*; mastné kyseliny s krátkým řetězcem, uhlíkový řetězec s méně než 14 atomy uhlíku

**SFA** – *saturated fatty acids*; nasycené mastné kyseliny, bez dvojných vazeb

**TAG** – triacylglyceroly

**TFA** – *trans-fatty acids*; *trans*-mastné kyseliny

**UFA** – *unsaturated fatty acids*; polynenasycené mastné kyseliny, s alespoň jednou dvojnou vazbou

**VFA** – *volatile fatty acids*, těkavé mastné kyseliny, mastné kyseliny se 4-10 atomy uhlíku

# 1. ÚVOD

Mléko v současné době představuje jednu z nejdůležitějších složek lidské výživy. Konzumováno a zpracováváno je především mléko kravské, ale v posledních letech narůstá poptávka také po mléčných výrobcích z mléka kozího. Kozí mléko je z nutričního hlediska velmi ceněno, neboť jeho složení je dieteticky příznivější než složení mléka kravského. To se týká hlavně odlišného zastoupení kaseinových frakcí a částečně i odlišného zastoupení mastných kyselin mléčného tuku.

Mléčný tuk je významnou složkou mléka, neboť je nositelem mnoha funkcí a má vliv na chemické, sensorické a technologické vlastnosti mléka. Mléčný tuk koz je v porovnání s tukem kravským charakteristický především vyšším zastoupením mastných kyselin s krátkým řetězcem, nižším podílem kyseliny palmitové a vyšším podílem esenciálních mastných kyselin linolové a  $\alpha$ -linolenové. Zastoupení jednotlivých mastných kyselin je ovlivněno například plemenem, individualitou, podnebím, výživou, zdravotním stavem, technologií chovu, pořadím a stadiem laktace.

Výrobky z kozího mléka zaujímají mezi potravinami zvláštní místo. Jejich široké spektrum vychází z unikátních vlastností mléka, které umožňují využití a přeměnu v mléce obsažených živin pomocí mikroorganismů. Fermentací mléka pak lze docílit požadovaných kvalitativních a sensorických vlastností a vzhledem k charakteru a specifickým vlastnostem kozího mléka je možno vyrábět potraviny s přidanou hodnotou.

Cílem diplomové práce bylo posouzení zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz a vyhodnocení rozdílů ve spektru mastných kyselin v kozím mléce a z něj vyrobeného jogurtu.

## 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

Mléko je charakterizováno jako komplikovaný koloidní heterogenní systém. Jeho složení je nejdůležitější vlastností, která je základem pro určení jeho nutriční a technologické kvality (Law a Tamime, 2010).

Hlavní součástí mléka je voda, kde jsou přítomny rozpuštěné minerální soli, syrovátkové bílkoviny a laktóza tvořící homogenní fázi mléka. Kaseinové micely jsou součástí koloidní disperze mléka, tuk ve formě kapének tvoří hrubou disperzi (Samková a kol., 2012). V mléce lze nalézt také mnoho dalších látek zastoupených sice v nepatrném množství (např. hormony a vitamíny), ale velmi důležitých z hlediska technologického i nutričního (Landes, 2013).

Základní chemické složení mléka je specifické pro každý druh zvířete a může se tedy značně lišit (Křížek a kol., 1992). V *Tab. 1* jsou uvedeny hodnoty pro nejčastěji využívané druhy mléka v České republice – mléko kravské, kozí a ovčí.

**Tab. 1:** Základní chemické složení kravského, kozího a ovčího mléka.

Složka	Obsah v % hm. v mléce		
	kravské	kozí	ovčí
<b>Voda</b>	87,25	86,95	81,70
<b>Sušina</b>	12,75	13,05	18,30
<b>Bílkoviny</b>	3,60	3,70	6,20
Kaseiny	2,93	2,81	5,27
Syrvátkové bílkoviny	0,67	0,89	0,93
<b>Tuk</b>	3,70	4,10	6,30
<b>Laktóza</b>	4,70	4,45	4,90
<b>Minerální látky</b>	0,75	0,80	0,90

*Zdroj: Einhorn (1988), Křížek a kol. (1992), Jelínek a kol. (2003), Selvaggi a kol. (2014), USDA National Nutrient Database (2017), upraveno.*

### 2.1 Mléčný tuk koz

Tuk je v kozím mléce přítomen ve formě tukových kuliček o velikosti 1-10  $\mu\text{m}$ . V kozím mléce je vyšší zastoupení menších tukových kuliček (1-3  $\mu\text{m}$ ) než v mléce kravském. To spolu s absencí aglutininu (který shlukuje tukové kuličky např.

v kravském mléce) způsobuje nejen pomalejší vyvstávání smetany, ale kozí mléčný tuk je také díky tomu považován za lépe stravitelný než mléčný tuk dojníc (Landes, 2013; Belanger a Bredesenová, 2014).

Mléčný tuk je významným zdrojem esenciálních mastných kyselin (**FA**), lipofilních vitamínů, hormonů a aromatických látek. Podobně jako ostatní živočišné tuky je svým charakterem nasyceným tukem, pro který je specifický vyšší obsah těkavých mastných kyselin (**VFA**), které obvykle chybějí v ostatních tucích (Samková, 2012).

Z chemického hlediska se mléčný tuk skládá z homolipidů a heterolipidů. Homolipidy jsou estery glycerolu a FA, jsou soustředěny hlavně uvnitř tukové kuličky a tvoří asi 98 % mléčného tuku (Jensen, 2002; Cannas a kol., 2008). Člení se podle počtu esterově navázaných FA v molekule glycerolu na monoacylglyceroly (0,1 %), diacylglyceroly (2,2 %) a triacylglyceroly (**TAG**, 97,7 %). TAG jsou hlavní složkou kozího mléčného tuku a ze 49 % jsou zastoupeny řetězci C<sub>38</sub> – C<sub>44</sub> (Park a kol., 2007). Heterolipidy jsou látky tvořící převážně obal (membránu) tukových kuliček, které mají ve svých molekulách kromě glycerolu a FA vázány ještě další sloučeniny. Mohou to být např. kyselina fosforečná ve fosfolipidech nebo galaktóza v glykolipidech. Doprovodnými látkami mléčného tuku jsou také steroidy (cholesterol) a vitamíny rozpustné v tucích (Samková a kol., 2012). Obsah cholesterolu je ve srovnání s ostatními potravinami živočišného původu nízký, protože tvoří jen asi 0,3 % z celkového obsahu lipidů (Fox a McSweeney, 1998). Větší část cholesterolu v kozím mléce je ve volném stavu, menší část je ve formě esterů (Jenness, 1980).

Z vitamínů se jedná zejména o vitamíny A, D a E. Obsah uvedených vitamínů je do značné míry závislý na složení krmné dávky a u vitamínu D na pobytu na slunci (Pavelka, 1996).

V kravském mléce je možno nalézt rovněž na tuk vázané karotenoidy. Pro kozí mléko a výrobky z něj je ovšem typická nepřítomnost karotenů v tuku a proto jsou charakteristické svou bílou barvou (Křivda, 2006).

## 2.2 Mastné kyseliny

Jako FA jsou v organické chemii souhrnně označovány karboxylové kyseliny s alifatickým řetězcem. Některé FA přítomné v mléčném tuku jsou ovšem také sloučeniny alicyklické nebo aromatické.

V názvosloví FA se rozlišují tři varianty. Systematické názvy (odvozené od uhlovodíků se stejným počtem atomů uhlíku), schematické zkratky (vyjadřující počet uhlíků a počet, příp. charakter dvojných vazeb) a triviální názvy (Samková a kol., 2012). Přehled vybraných FA mléčného tuku koz spolu s jejich procentuálním zastoupením je uveden v *Tab. 2*.

FA jsou z hlediska výživy nejdůležitější složkou lipidů a v mléčném tuku jich lze nalézt více než 400 (Pavelka, 1996; Strzałkowska a kol., 2009). Nicméně pouze 15 FA se vyskytuje ve větším množství (Homolka a Kudrna, 2007) a přes 75 % kozího mléčného tuku tvoří pět hlavních FA – kyselina kaprinová (C10:0), myristová (C14:0), palmitová (C16:0), stearová (C18:0) a olejová (C18:1). Podíl jednotlivých FA v mléčném tuku se může v závislosti na mnohých faktorech značně lišit.

**Tab. 2:** Zastoupení hlavních mastných kyselin v tuku koziho mléka.

Schematická zkratka	Triviální název kyseliny	Poloha a konfigurace dvojných vazeb	Obsah [%]
<b>Nasycené</b>			
C4:0	másečná	-	1,27
C6:0	kapronová	-	5,18
C8:0	kaprylová	-	5,53
C10:0	kaprinová	-	14,57
C12:0	laurová	-	6,13
C14:0	myristová	-	11,69
C15:0	pentadekanová	-	0,71
C16:0	palmitová	-	21,65
C17:0	heptadecylová	-	0,44
C18:0	stearová	-	7,84
<b>Nenasycené <i>cis</i>-monoenoové</b>			
C10:1n9	kaprolejová	9 <i>cis</i>	0,24
C14:1n5	myristolejová	5 <i>cis</i>	0,27
C16:1n7	palmitolejová	7 <i>cis</i>	0,32
C17:1n7	heptadecenová	7 <i>cis</i>	0,39
C18:1n9	olejová	9 <i>cis</i>	18,28
<b>Nenasycené <i>trans</i>-monoenoové</b>			
C16:1n9	palmitelaidová	9 <i>trans</i>	0,32
C18:1n7	vakcenová	7 <i>trans</i>	0,70
C18:1n9	elaidová	9 <i>trans</i>	2,35
<b>Nenasycené polyenoové</b>			
C18:2n6	linolová	9 <i>cis</i> , 12 <i>cis</i>	1,57
C18:3n3	$\alpha$ -linolenová	9, 12, 15all- <i>cis</i>	0,96
C18:2	konjugovaná linolová (CLA)	podle izomeru	0,24
C20:5n3	eikosapentaenová (EPA)	5, 8, 11, 14, 17all- <i>cis</i>	0,25
C20:4n6	arachidonová	5, 8, 11, 14all- <i>cis</i>	0,82

Zdroj: Alonso a kol. (1999), Strzalkowska a kol. (2009), Velíšek a Hajšlová (2009), upraveno.

### 2.2.1 Rozdělení mastných kyselin

Klasifikace FA je možná podle několika kritérií. Nejpoužívanějšími jsou rozdělení podle počtu dvojných vazeb a podle délky uhlíkového řetězce.

Podle délky uhlíkového řetězce lze FA rozdělit na FA s krátkým řetězcem (**SCFA**), se středně dlouhým řetězcem (**MCFA**) a s dlouhým řetězcem (**LCFA**). Mléčný tuk koz obsahuje výrazně vyšší obsah SCFA než mléčný tuk dojníc (Strzałkowska a kol., 2009). Jedná se hlavně o zastoupení kapronové, kaprylové, kaprinové a laurové kyseliny (Park a kol., 2007). Tuto skutečnost vysvětlují autoři odlišnou skladbou krmné dávky obou druhů zvířat a složení kozího mléčného tuku obecně považují za nejodlišnější od mléčného tuku ostatních přežvýkavců. Charakteristickou vlastností kozího mléčného tuku je také poměr kyselin laurové a kaprinové, který se od ostatních mlék značně liší (Strzałkowska a kol., 2009).

Dominující skupinou v mléčném tuku přežvýkavců jsou nasycené mastné kyseliny (**SFA**), jejichž podíl se uvádí v rozmezí 68 až 75 % (Žan a kol., 2006; Rodríguez–Alcalá a kol., 2009). Zbýlých 25-32 % tvoří nenasycené mastné kyseliny (**UFA**). Větší zastoupení z UFA mají monoenové mastné kyseliny (**MUFA**) tvořící asi 20 až 32 % mléčného tuku (Žan a kol., 2006; Talpur a kol., 2009), méně zastoupené jsou polyenové mastné kyseliny (**PUFA**), jejichž podíl činí asi 3–5 % mléčného tuku (Rodríguez–Alcalá a kol., 2009).

Ve srovnání s kravským a ovčím mléčným tukem má kozí tuk nejvyšší obsah SFA (Tab. 3).

**Tab. 3:** Zastoupení nasycených a nenasycených mastných kyselin v kravském, ovčím a kozím mléčném tuku.

Složka	Mléčný tuk [%]		
	kravský	ovčí	kozí
SFA	61,1	68,4	72,4
UFA	34,8	31,6	23,7

SFA = nasycené mastné kyseliny, UFA = nenasycené mastné kyseliny

Zdroj: Dostálová a Snížek (1992), Haenlein (2004), upraveno.

### 2.2.2 Význam mastných kyselin

FA jsou nositeli mnoha funkcí, jsou potřebné např. pro modifikaci bílkovin a sacharidů, syntézu membrán, výstavbu strukturních prvků v buňkách a tkáních, tvorbu hormonů a jako zdroj oxidační energie (German a Dillard, 2010). V případě potenciálního vlivu jednotlivých FA na zdraví se názory mnohých studií často velmi liší (German, 1999; Parodi, 2003; Nicolosi a kol., 2004; Haug a kol., 2007).

Mléko je také zdrojem esenciálních FA, které lidský organismus nedokáže syntetizovat. Kozí mléko obsahuje ve srovnání s jinými druhy mlék více esenciálních kyselin linolové a  $\alpha$ -linolenové, které jsou důležitými složkami fosfolipidů buněčných membrán (Pavelka, 1996; Parodi, 2003). Tyto dvě esenciální FA jsou prekurzory pro syntézu kyseliny arachidonové a kyseliny eikosapentaenové (**EPA**), které mohou být následně přeměněny na eikosanoidy. K eikosanoidům se řadí sloučeniny uplatňující se při vasokonstrikci a vasodilataci, jsou důležité pro srážení krve, regulují funkci leukocytů atd. Velmi cenná je rovněž konjugovaná kyselina linolová (**CLA**), jejímž významným zdrojem pro člověka je právě mléko. CLA je *trans*-mastná kyselina (**TFA**), která se odlišuje od jiných TFA svými biologickými účinky. Na rozdíl od jiných TFA, které jsou spojovány se vznikem kardiovaskulárních chorob, byla prokázána u CLA např. její antikarcinogenní, antilipogenní, imunomodulační a antiteratogenní aktivita (Pariza, 1999). Hladinu CLA významně ovlivňuje výživa, ale může kolísat také v závislosti na jiných faktorech jako je stadium laktace, věk zvířete a plemeno (Strzałkowska a kol., 2009). Obecně je ale zastoupení CLA v kozím mléce nižší než u mléka kravského (Dostálová a Snížek, 1992). Studie o specifických účincích jednotlivých izomerů na lidský organismus ale dosud neexistují (Kasper, 2015).

Z UFA má pozitivní vliv na zdraví kyselina olejová, která snižuje riziko kardiovaskulárních onemocnění. Klinické studie prokázaly, že potraviny bohaté na MUFA a PUFA poskytují lepší ochranu proti kardiovaskulárním onemocněním než potraviny bohaté pouze na PUFA (Nicolosi a kol., 2004).

Také některé SFA mají pozitivní vliv na zdraví. Kyselina máselná (C4:0) působí např. jako modulátor funkce genů a může mít význam v prevenci rakoviny tlustého střeva, neboť její část je využívána kolonocyty jako zdroj energie (German, 1999). Kyseliny kaprylová (C8:0) a kaprinová (C10:0), které jsou pro kozí mléko typické, mají význam v léčbě poruch látkové výměny, anemie, kostní demineralizace a kojenecké podvýživy a jejich pozitivní vliv se prokázal také v souvislosti s řešením problémů s cholesterolem. Byly také prokázány antivirotické účinky C8:0 a C10:0 a antimikrobiální působení kyseliny laurové (C12:0) – Pop a kol. (2008).

Poloha FA v molekule TAG ovlivňuje oxidační stabilitu FA v organismu (Cossignani a kol., 1999). FA vázané v TAG v polohách sn-1 a sn-3 jsou lépe hydrolyzovány pankreatickou lipázou a FA v poloze sn-2 se lépe vstřebávají ve



formě monoacylglycerolů. V mléce je v pozici sn-2 přítomna např. kyselina palmitová (C16:0), jejíž přítomnost v této formě podmiňuje vysokou vstřebatelnost vápníku z mléka a zabraňuje tvorbě nerozpustných vápenatých solí ve střevech (Řezanka, 2012).

Obsah mléčného tuku má také vliv na optické, reologické a technologické parametry mléka (barva, vodivost, viskozita, stabilita emulze, rychlost separace apod.) a tyto vlastnosti pak určují vhodnost suroviny pro zpracování (např. výrobu másla nebo sýra) – Barlowska a kol. (2011), Truong a kol. (2016). Důležité je hlavně zastoupení jednotlivých FA, které jsou podmiňující složkou utvářející charakter kvalitativních vlastností mléčného tuku.

Michalski a kol. (2003, 2004) například zjistili, že pro polotvrdý sýr typu Ementál je vhodnější použít mléko s většími tukovými kuličkami, protože díky vazbě menšího množství vody je vyrobený sýr pevnější a dochází tak během zrání k rychlejší proteolýze. Naproti tomu pro měkký sýr typu Camembert je vhodnější použít mléko s malými tukovými kuličkami, protože výsledný produkt má žádoucí měkčí strukturu.

V případě výroby másla je vhodnější použít mléko s větším podílem velkých tukových kuliček, protože jejich membrány jsou snadněji narušitelné a proces stloukání másla je rychlejší. Mléčný tuk s vyšším podílem velkých tukových kuliček obsahuje také více nenasycených mastných kyselin. Vyrobené máslo pak má měkčí konzistenci a lepší roztíratelnost. Naopak máslo vyrobené z mléka s vyšším podílem menších tukových kuliček se vyznačuje zvýšenou koncentrací bílkovin a vody a je zde vyšší pravděpodobnost žluknutí (Barlowska a kol., 2011).

## **2.3 Faktory ovlivňující zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz**

Složení mléčného tuku je proměnlivé v závislosti na mnoha faktorech. Zejména jde o změnu v poměrech SFA, PUFA a MUFA. V důsledku těchto změn se následně mění také vlastnosti, konzistence i nutriční hodnota mléčného tuku (Samková a kol., 2012).

Faktory ovlivňující zastoupení FA v mléčném tuku koz lze rozdělit do několika kategorií. Mezi biologické faktory lze zařadit plemeno a individualitu zvířete (včetně

genetického založení), pořadí a stadium laktace a mléčnou užitkovost. Do této kategorie lze zařadit také zdravotní stav. Druhou významnou skupinou jsou faktory výživy zvířat. Zastoupení FA může být ovlivněno také po nadojení v důsledku skladování či dalších technologických operací.

### 2.3.1 Druh, plemeno a individualita

Za rozhodující faktor ovlivňující složení FA je některými autory považována produkce tuku za den (Milanesi a kol., 2008). Významný rozdíl v obsahu tuku v závislosti na plemeni koz i krav byl prokázán v mnoha studiích (Grieger a Holec, 1990; Ciappesoni a kol., 2004; Hanuš a kol., 2004; Přidalová a kol., 2005; Marková a kol., 2007; Elich a kol., 2008). Ze studií vyplývá, že ze tří hlavních plemen koz chovaných v současnosti v České republice má procentuelně nejvyšší tučnost koza anglo-nubijská, poté koza hnědá krátkosrstá a nejnižší obsah tuku v mléce byl prokázán u kozy bílé krátkosrsté. V absolutní hodnotě ale vyprodukuje nejvíce kilogramů tuku koza bílá krátkosrstá. Údaje z různých literárních zdrojů se ovšem mohou výrazně lišit nejen mezi plemeny (*Tab. 4*), ale v rámci jednoho plemene také v závislosti na odlišných podmínkách chovu (Norris a kol., 2011; da Costa a kol., 2014). Tyto odchylky jsou dány faktory prostředí a výživy, které také ovlivňují užitkovost (Fantová a kol., 2010).

**Tab. 4:** Průměrná mléčná užitkovost vybraných plemen koz.

Plemeno	Dojivost [kg]	Tuk [kg]	Tuk [%]	Bílkoviny [%]
<b>koza bílá krátkosrstá</b>	<b>947</b>	<b>37</b>	<b>3,87</b>	<b>2,43</b>
<b>koza hnědá krátkosrstá</b>	<b>946</b>	<b>36</b>	<b>3,75</b>	<b>2,52</b>
koza sánská	937	33	3,49	3,05
koza toggenburská	901	30	3,38	2,92
koza alpská	889	32	3,63	3,06
<b>koza anglo-nubijská</b>	<b>733</b>	<b>34</b>	<b>4,58</b>	<b>3,72</b>

*Zdroj: Dostálová a Snížek (1992), Kuchtík a Sedláčková (2003), Santos a kol. (2011), Pambu a kol. (2011), Rangel a kol. (2012), Králíčková a kol. (2013), da Costa a kol. (2014), Svaz chovatelů ovcí a koz (2017), upraveno.*

Biosyntéza mléčného tuku je složitý proces sestávající z několika metabolických drah regulovaných mnoha geny (Bionaz a Loor, 2008). Rozdíly v obsahu a

zastoupení FA u jednotlivých druhů zvířat jsou vysvětlovány v důsledku polymorfismu genů podmiňujících jejich tvorbu (Samková, 2011). FA ze skupiny SCFA, které jsou syntetizovány *de novo* v mléčné žláze, mají střední až vysokou dědivost. LCFA jsou naproti tomu nízce až středně dědivé, protože jsou derivovány z krevních tuků, které pocházejí primárně z krmiva a endogenních lipidů (Soyeurt a kol., 2007; Stoop a kol., 2008; Mele a kol., 2009). Jensen (2002) a Homolka a Kudrna (2007) uvádějí, že kyselina palmitová ze skupiny MCFA je tvořena oběma způsoby.

Mezi plemeny koz mohou existovat značné rozdíly v zastoupení FA. Například Soryal a kol. (2005) ve své práci zjistili, že mléčný tuk anglo-nubijské kozy má ve srovnání s mléčným tukem kozy alpské nižší zastoupení olejové kyseliny. Kala a kol. (2016) srovnávali zastoupení FA v mléčném tuku kozy anglo-nubijské a hnědé krátkosrsté a dospěli k závěru, že mléčný tuk anglonubijských koz obsahuje vyšší podíl SFA. Talpur a kol. (2009) objevili vyšší zastoupení SFA v mléčném tuku koz plemene Pateri v porovnání s plemenem Kamori (64,37 vs. 59,07 %). Autoři rovněž objevili vyšší zastoupení CLA v mléce koz plemene Kamori.

Významná je rovněž geneticky podmíněná tvorba lipoprotein lipázy, která je syntetizovaná v epitelu mléčné žlázy savců. Lipoprotein lipáza je enzym odpovědný za hydrolyzu TAG na glycerol a volné FA a má významný vliv na uvolňování FA v tkáni mléčné žlázy. Je spojována také s ovlivněním obsahu tuku v mléce (Badaoui a kol., 2007). Distribuce tohoto enzymu v kozím mléce je značně odlišná od mléka kravského. U kozího mléka je lipáza přítomna hlavně na povrchu tukových kuliček a v mléčném séru, v kravském mléce je její převážná část vázána v kaseinu (Chilliard a kol., 1984).

Mezi jednotlivými plemeny existuje kromě odlišností ve složení mléčného tuku i rozdíl ve velikosti tukových kuliček. Např. tukové kuličky v mléce koz sardských jsou výrazně menší než u kozy sánské (Pisanu a kol., 2013).

### **2.3.2 Pořadí a stádium laktace**

Lake a kol. (2007) zjistili, že mléko získané od prvotetek má ve srovnání s mlékem získaným od dojníc na druhé a dalších laktacích vyšší obsah UFA oproti SFA. Důvodem mohou být odlišné metabolické nároky organismu dojníc na druhé a dalších laktacích v porovnání s prvotelkami.

Stadium laktace je ve změnách poměru FA zastoupených v mléčném tuku významnější než pořadí laktace (Elich a kol., 2008; Borková a kol., 2015). V první polovině laktace stoupá obsah SFA (zvláště C10:0 a C16:0) a klesá obsah MUFA (hlavně kyseliny olejové). Toto období je považováno více autory za nejméně významnější (Lake a kol., 2007; Elich a kol., 2008; Strzałkowska a kol., 2009), protože zde dochází k nejméně výrazným změnám. Ve druhé polovině laktace se tento trend obrací, obsah SFA klesá a narůstá obsah MUFA. Na konci laktace klesá obsah PUFA, zejména  $\alpha$ -linolenové kyseliny (Sampelayo a kol., 2007, Tudisco a kol., 2010).

### 2.3.3 Výživa a krmení

Zastoupení FA v mléčném tuku je předmětem velkého množství studií, protože profil FA se rychle a velmi citlivě mění v závislosti na krmné dávce (Schwendel a kol., 2015). Významným faktorem ovlivňujícím zastoupení jednotlivých FA mléčného tuku je složení krmiva. Ovlivněny jsou převážně LCFA, protože SCFA a MCFA jsou syntetizovány *de novo* v mléčné žláze z FA pocházejících z mikrobiální přeměny sacharidů v bacheru (Šípalová, 2011).

Při zeleném krmení a pastvě je v mléčném tuku vyšší podíl UFA (Pavelka, 1996). Pastva obecně zvyšuje množství kyseliny olejové, CLA a snižuje zastoupení SFA (Chilliard a kol., 2007). Podle Hanuše a kol. (2010b) je však také možné zvýšit např. zastoupení kyseliny olejové, popř. PUFA pomocí krmných tuků a olejů bohatých na UFA s dlouhým řetězcem. Rovněž krmná dávka s nižším podílem objemných krmiv a s vyšším podílem koncentrovaných krmiv zvyšují zastoupení některých FA v mléčném tuku. Jenkins a McGuire (2006) tvrdí, že například zkrmováním obilnin dochází ke zvýšení podílu kyselin olejové, vakcenové a elaidové. Šípalová (2011) prokázala také významný rozdíl v zastoupení FA v mléčném tuku při zkrmování různých druhů obilnin, např. mléko zvířat krmených kukuřicí obsahovalo více SFA než mléko dojníc krmených pšenicí, případně tritikalem. Zvířata krmená tritikalem produkovala mléko s vyšším zastoupením MUFA. Naproti tomu ve studii Volkmana a kol. (2014) je doporučeno co nejvíce snížit podávání koncentrovaných krmiv, protože autory zkoumané mléko pasoucích se koz vykazovalo například příznivější poměr n-6 a n-3 FA oproti mléku koz, kterým byl podáván vyšší podíl jaderných krmiv.

Borková a kol. (2015b) prokázali změny v zastoupení FA v mléčném tuku koz při podávání krmiva s přísávkem zelené řasy *Chlorella vulgaris*. U testované skupiny bylo zaznamenáno zvýšení obsahu PUFA a n-3 FA, zvýšení obsahu kyseliny arachidonové a snížení obsahu kyseliny olejové. Autoři také objevili sezónní pokles n-3 FA na konci laktace. Bylo také prokázáno, že podobné účinky má také přísávek mořské řasy *Japanochytrium* do krmné dávky koz, u níž byl prokázán větší potenciál působení na změnu v zastoupení jednotlivých FA v kozím mléce než u řasy *Chlorella* (Borková a kol., 2015a).

Elich a kol. (2012) zjistili, že při zkrmování preparátu na bázi kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* se sice mírně snižuje procentuální obsah tuku, ale ve složení mléčného tuku nastávají výrazné změny. Uvedli, že u dojnic, kterým byl preparát podáván, došlo ke zvýšení PUFA o 10 %, obsah TFA se zvýšil o 7 % a v obsahu CLA byl prokázán nárůst o 20 %.

#### **2.3.4 Technologické operace**

Zastoupení jednotlivých FA v mléčném tuku se může během zpracování měnit. Často se nejedná přímo o změny poměru rozdílných FA, většinou jde o změny v konfiguraci molekul FA a dochází pouze ke změně poměru izomerů. Např. obsah CLA se v mléce a mléčných výrobcích z něj vyrobených nemění, ale způsoby ošetření mléka (např. pasterace a hydrogenace) mají vliv na změnu zastoupení jednotlivých CLA izomerů a jejich meziproduktů (Steinhart, 1996; Jung a Jung, 2002).

K ovlivnění velikosti tukových kuliček v mléce je možno použít vysokotlakou homogenizaci. V současné době se tato metoda používá také jako alternativa k pasteraci, neboť vliv této metody na organoleptické vlastnosti mléka je minimální a použitím dostatečně vysokého tlaku se ničí bakterie a dochází k inaktivaci lipáz (Datta a kol., 2005; Pereda a kol., 2007). Vysokotlaká pasterace ale zvyšuje podíl volných mastných kyselin (FFA) v mléce, zvláště pokud je aplikována na mléko kozí (Pereda a kol., 2008). Zvýšení podílu FFA pak způsobuje zhoršení nejen technologických vlastností (Vyletřelová a kol., 2000), ale také zhoršení sensorických vlastností mléka (Hanuš a kol., 2011).

Stejně jako ostatní živočišné tuky je mléčný tuk velmi náchylný k lipolýze. Velkou mírou se na rozkladu mléčného tuku podílí mikrobiální kontaminace.

Dochází k němu ale i např. při dlouhodobém skladování mléka, vyšších teplotách a nevhodné manipulaci s mlékem (čerpání, míchání, protřepávání). Na kvalitu mléčného tuku působí negativně také přímé světlo nebo přímý kontakt s neušlechtilými kovy (železo, měď, zinek), které katalyzují jeho rozklad. Pokud působí současně několik těchto faktorů, jejich účinek se násobí (Pavelka, 1996). Tukové kuličky v kozím mléce mají křehčí membránu než ty, které obsahuje kravské mléko. Proto mléčný tuk koz snadněji podléhá lipolýze a následně uvolňované FFA se podílejí na typickém „kozím aroma“ mléka a mléčných výrobků (Dostálová a Snížek, 1992).

Indikátorem procesu lipolýzy je tedy zastoupení FFA v mléce. Čerstvé a řádně ošetřené kozí mléko je obvykle bez výrazné chuti a zápachu (Křivda, 2006). Působením faktorů podporujících lipolýzu však zastoupení těchto FA (hlavně kyseliny kaprinové) stoupá, což následně ovlivňuje chuťové a sensorické vlastnosti mléka a mléčných výrobků. Kromě kaprinové kyseliny se na kozím aromatu podílejí i kyselina máselná, kapronová, a kaprylová (Dostálová a Snížek, 1992). Další příčinou kozího aromatu jsou rozvětvené MCFA, kterých obsahuje kozí mléko významné množství. Jsou to kyselina 4-methyloktanová, kterou kravské mléko obsahuje jen v malém množství, a kyselina 4-ethyloktanová, kterou kravské mléko na rozdíl od kozího neobsahuje vůbec (Dostálová a Snížek, 1992).

Lipolytická aktivita kozího mléka je nižší než u mléka kravského. Pokud mléko vykazuje silné kozí aroma, bývá to obvykle způsobeno spíše spontánní lipolýzou probíhající po vydojení mléka z mléčné žlázy (Chilliard a kol., 2003). Tento proces může být urychlen např. nehygienickým dojením koz a špatným zpracováním nebo skladováním mléka. Autoři ale také prezentují, že silnější kozí aroma se vyskytuje také na začátku a na konci laktace nebo v případě podávání některých krmiv s nízkým obsahem tuku. Významný podíl má také genetická výbava jedince a kozy vyznačující se silně aromatickým mlékem je potřeba z produkce vyřadit (Mátlová a kol., 1994; Křivda, 2006).

## **3. MATERIÁL A METODIKA**

### **3.1 Cíl práce**

Cílem diplomové práce bylo posouzení zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz. Součástí práce bylo také vyhodnocení rozdílů ve spektru mastných kyselin v původní surovině, tedy v mléce, a z něj vyrobeného jogurtu.

Diplomová práce byla vypracována v rámci projektů:

- QJ1510336 – Výzkum a podpora produkce zdravotně a spotřebitelsky benefičních mléčných výrobků cílenou selekcí a modifikací profilu mastných kyselin mléčného tuku,
- GAJU-002/2016/Z – Genetika, zdraví zvířat a kvalita produktů jako základ konkurenceschopnosti.

### **3.2 Charakteristika chovu**

Chov, z něž byly odebrány vzorky, je farma rodinného typu založená v roce 2004 se zaměřením na chov koz anglo-nubijského plemene. Chov se nachází v Kraji Vysočina v nadmořské výšce 520 m n. m. a obhospodařuje celkem 6 hektarů pozemků sloužící jako pastevní areál pro kozy a pro sušení sena. Kozy jsou celoročně ustájeny ve zděné stáji s možností výběhu.

Dojení bylo prováděno ručně. V době odběru čítalo základní stádo 30 koz a 2 kozly a všechny laktující kozy byly zapojeny do kontroly užitkovosti.

Krmná dávka sestávala převážně z pastvy, která byla v zimním období nahrazena senem. Kozám byla v období laktace podávána jadrná krmiva sestávající ze směsi ječmene, ovsa, kukuřičných klíčků a namočených řepných řízků.

### **3.3 Charakteristika plemene**

Vzorky mléka byly odebrány od koz anglo-nubijského plemene.

### Koza anglo-nubijská

Koza anglo-nubijská (*Obr. 1*) je středního až velkého tělesného rámce a je selektována na mléčnou užitkovost a bezrohost (Sambraus, 2006). Pro toto plemeno jsou charakteristické dlouhé svislé uši a klabonos. Může mít širokou škálu zbarvení s možností různých vícebarevných variací (Stupka a kol., 2013).



**Obr. 1:** Koza anglo-nubijská (Sambraus, 2006).

V porovnání s jinými plemeny mají anglo-nubijské kozy nejen vyšší dojivost, ale jejich mléko má také vyšší obsah tuku a bílkovin (Horák a Treznerová, 2010). Vysoká tučnost mléka spolu s vysokým obsahem bílkovin toto plemeno předurčuje k chovu pro mléko určené k výrobě sýrů (Skoupá, 2014). Užitkovost se udává 1200 až 1500 l mléka za laktaci a dojivost 5–6 kg mléka za den s obsahem bílkovin 3,8 % a tučností 4,8 % (Stupka a kol., 2013). Sambraus (2006) uvádí produkci mléka přesahující 1000 kg s tučností až 5 %. Podle výsledků kontroly užitkovosti (ČMSCH, 2016) byla průměrná produkce mléka anglo-nubijských koz v České republice roce 2016 924 litrů za laktaci s tučností 4,5 %, obsahem bílkovin 3,9 % a obsahem laktózy 4,25 %.

### **3.4 Odběr vzorků mléka**

V průběhu let 2010 a 2011 byly odebrány individuální vzorky kozího mléka podle Vyhlášky č. 211/2004 Sb. (*Tab. 5*). Vzorky byly odebrány v rámci pravidelné kontroly užitkovosti. Odběr byl realizován po odstavu kůzlat, dojení pro účely odběru probíhalo ručně. Vzorky byly odebírány ráno při dvojím dojení.



**Tab. 5:** Charakteristika realizovaných odběrů kozího mléka.

Číslo odběru	Počet vzorků	Typ nádoje	Četnost dojení /den	Období
1	12	ranní	1	říjen
2	15	ranní	2	květen
3	13	ranní	2	září

Od každé kozy byly odebrány tři vzorky mléka – první (cca 30 ml) pro stanovení základního chemického složení mléka, druhý (cca 30 ml) pro stanovení FA v mléčném tuku a třetí (cca 100 ml) pro přípravu jogurtu.

### 3.5 Příprava jogurtu ze vzorků mléka

Jogurty byly vyrobeny podle podmínek kysací zkoušky (ON 57 0534). Po pasteraci vzorku (85 °C) byly k zaočkování použity 2 ml jogurtové kultury na 50 ml vzorku. Mléko s kulturou bylo inkubováno 3,5 hodiny při 43 °C.

### 3.6 Analýza vzorků

#### 3.6.1 Stanovení složení a vybraných parametrů jakosti mléka

Chemické složení mléka a počet somatických buněk byly stanoveny v laboratoři Výzkumného ústavu mlékárenského v Praze dle ČSN 57 0536/1999. K analýze byl použit infračervený spektroskop ve středové oblasti MilkoScan 133B (Foss Electric, Německo), kde byly stanoveny následující ukazatele jakosti:

- obsah tuku ( $\text{g}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ),
- obsah hrubé bílkoviny ( $\text{g}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ),
- obsah monohydrátu laktózy ( $\text{g}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ),
- obsah tukuprosté sušiny ( $\text{g}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ).

Dále byl použit přístroj Lactoscope FTIR (Delta Instruments, Nizozemsko), pomocí kterého byly stanoveny:

- obsah močoviny ( $\text{mg}\cdot 100 \text{ ml}^{-1}$ ),
- obsah kaseinu ( $\text{g}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ).

Nakonec byl stanoven počet somatických buněk ( $\text{tis}\cdot \text{ml}^{-1}$ ) pomocí přístroje Fossomatic 90 Instrument (Foss Electric, Německo) dle EN ISO 13366-2. Aktivní

kyselost (pH) byla stanovena pomocí pH-metru CyberScan 510. a bod mrznutí mléka byl určen pomocí Cryo-Star (Funke-Gerber, Německo).

Denní dojivost v ml se zjišťovala přímo v chovu měřením nádojů od jednotlivých koz pomocí odměrného válce.

### **3.6.2 Stanovení mastných kyselin mléčného tuku**

Zastoupení FA ve vzorcích mléka a vyrobeného jogurtu bylo stanoveno metodou plynové chromatografie po předchozí lyofilizaci vzorků, extrakci tuku a derivatizaci mastných kyselin na Katedře aplikované chemie (Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta).

#### Lyofilizace vzorku

Každý vzorek byl přenesen do 150 ml kádinky a zmrazen při teplotě  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Následně probíhala lyofilizace po dobu 48 hodin při teplotě  $-46\text{ }^{\circ}\text{C}$  a tlaku 0,07 mbar, pro kterou byl použit přístroj Alpha 1-4 LD (Christ, Německo). Lyofilizovaný materiál byl převeden do plastových vzorkovnic a uchováván při  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### Extrakce tuku

Ke vzorku 0,5 g lyofilizovaného mléka/jogurtu ve vialce o objemu 8 ml bylo přidáno 5 ml petroletheru. Vialky byly umístěny při laboratorní teplotě do třepačky na 3 hodiny a po sedimentaci byl petroletherový extrakt přímo použit k derivatizaci FA.

#### Derivatizace mastných kyselin

FA byly převedeny na methylestery reesterifikací petroletherového extraktu tuku methanolvým roztokem hydroxidu draselného. K 1,5 ml petroletherového extraktu mléka bylo přidáno 200  $\mu\text{l}$  2M roztoku KOH v methanolu a směs byla zahřívána 2 minuty ve vodní lázni o teplotě  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Do vychlazené směsi se přidalo 400  $\mu\text{l}$  1M HCL v methanolu k neutralizaci KOH a 1 ml petroletheru. K analýze plynovou chromatografií byl odebírán 1  $\mu\text{l}$  petroletherového vzorku.

#### Stanovení mastných kyselin

Stanovení FA bylo provedeno na přístroji Varian 2800 (Varian Techtron, USA) a identifikace FA v mléčném tuku byla provedena pomocí standardů firmy Supelco. Zastoupení jednotlivých FA bylo určeno z poměru ploch jejich píků k celkové ploše píků všech zjištěných FA.

### **3.7 Statistické zpracování dat**

Získaná data byla vyhodnocena s využitím programu Microsoft Office Excel 2010 a Statistica 9.1 (StatSoft ČR, s. r. o.).

U souboru byly vyhodnoceny předpoklady pro užití parametrických metod (normalita dat, homogenita rozptylů). Pro analýzu nezávislých proměnných (vliv stadia laktace) byla použita jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA), k následnému porovnání (post-hoc testy) ve skupinách byl použit Fisherův LSD test. Pro vyhodnocení změny zastoupení FA vlivem zpracování mléka na jogurt byl použit Studentův *t*-test. Statistická významnost byla vyhodnocena při obvyklých hladinách ( $p < 0,05$ ; 0,01; 0,001).

Pro vyhodnocení závislostí kvantitativních proměnných byla použita korelační a regresní analýza. Významnost těsnosti závislosti vyjádřené korelačními koeficienty (*r*) je značena následujícím způsobem: <sup>+</sup> ( $p < 0,05$ ); <sup>++</sup> ( $p < 0,01$ ); <sup>+++</sup> ( $p < 0,001$ ).

## 4. VÝSLEDKY A DISKUZE

### 4.1 Vyhodnocení jakostních ukazatelů kozího mléka

Průměrné hodnoty sledovaných ukazatelů složení mléka, PSB a vybraných technologických vlastností u vzorků kozího mléka ukazuje *Tab. 6*. Je zde patrné, že nejstabilnější složkou mléka byla laktóza, jejíž hodnoty kolísaly jen velmi málo, což dokazuje variační koeficient (RSD), který činil pouze 7,6 %. Průměrný obsah laktózy byl ale mírně nižší (4,09 %), než udávají Fantová a kol. (2010) pro mléko anglo-nubijských koz (4,1 až 4,8 %). Nejvyšší míru variability (RSD = 36 %) vykazoval obsah tuku v kozím mléce a jeho hodnoty se pohybovaly v rozmezí 1,89 až 9,03 %. Průměrný obsah mléčného tuku (5,06 %) je mírně vyšší než průměrná hodnota (4,8 %) udávaná u anglo-nubijských koz Horákem a Treznerovou (2010). Zjištěný obsah bílkovin (4,20 %) je rovněž vyšší než průměrný obsah bílkovin v mléce anglo-nubijských koz (3,8 %) publikovaný stejnými autory. To může mít souvislost s relativně nižší dojivostí (1 065 ml), protože průměrná dojivost anglo-nubijských koz se udává v rozmezí 1 500 až 3 000 ml mléka na nádoj při dvojitým dojení za den (Horák a kol., 2008). Zjištěná nižší dojivost je ovlivněna především fází laktace, kdy s postupující laktací hodnota dojivosti klesá. Vzhledem k tomu, že většina vzorků ( $n = 25$ ) byla odebrána v závěrečné fázi laktace, je nezbytné tento faktor zohlednit. Zjištěné hodnoty nižší dojivosti a vyššího obsahu bílkovin a tuku v kozím mléce v závislosti na stadiu laktace se pak shodují s údaji z literatury (Strzałkowska a kol., 2009; Lužová a kol., 2012; Khalil a kol., 2013).

Průměrný obsah močoviny byl vysoký (56,61 mg.100ml<sup>-1</sup>). Hanuš a kol. (2004) naměřili rovněž vysoké hodnoty obsahu močoviny (45,28 mg.100ml<sup>-1</sup>), podobně jako další autoři (Lužová a kol., 2006; Rapetti a kol., 2013). Fyziologický obsah močoviny v kravském mléce se udává v rozmezí 20-30 mg.100ml<sup>-1</sup> (Bucek, 2010). Vzhledem k velkému množství studií udávajících vyšší obsah močoviny v kozím mléce než v mléce krav může tento jev být pro kozy charakteristický. Zjištěné množství močoviny bylo ovšem příliš vysoké a spolu s nízkým obsahem kyseliny citronové v mléce (6,98 mmol.l<sup>-1</sup>), jejíž fyziologickou hodnotu udává Bucek (2010) v rozmezí 8-10 mmol.l<sup>-1</sup>, naznačují zvýšené hodnoty močoviny pravděpodobně nevyváženost krmné dávky (Jarczak a kol., 2013). Bylo by proto vhodné navýšit

množství podávaných jaderných krmiv ke zvýšení energetické hodnoty přijatého krmiva.

**Tab. 6:** Základní statistické charakteristiky sledovaných ukazatelů u vzorků kozího mléka (n = 40).

Ukazatel	$\bar{x}$	$s_x$	min.	max.	RSD
Dojivost [ml]	1065	416	250	1820	39,0
<b>Složení mléka</b>					
Bílkoviny [%]	4,20	0,78	3,17	6,15	18,6
Kasein [%]	3,30	0,72	2,34	5,04	21,9
Tuk [%]	5,06	1,82	1,89	9,03	36,0
Laktóza [%]	4,09	0,31	3,44	4,64	7,6
TPS [%]	8,95	0,60	7,69	10,39	6,7
Močovina [mg.100ml <sup>-1</sup> ]	56,61	10,26	33,49	77,43	18,1
Kyselina citronová [mmol.l <sup>-1</sup> ]	6,98	1,01	5,35	7,94	14,5
PSB [tis.ml <sup>-1</sup> ]	2772	3587	26	17727	129
PSB [log]	3,06	0,68	1,41	4,25	22,3
<b>Technologické vlastnosti</b>					
pH	6,71	0,14	6,48	7,07	2,0
Vodivost [mS.cm <sup>-1</sup> ]	7,39	0,58	6,20	8,40	7,9
BMM [°C]	-0,553	0,009	-0,565	-0,530	1,6

$\bar{x}$  = aritmetický průměr,  $s_x$  = směrodatná odchylka, **RSD** = variační koeficient, **min.** = minimum, **max.** = maximum, **TPS** = tukuprostá sušina, **PSB** = počet somatických buněk, **BMM** = bod mrznutí mléka

Hodnoty počtu somatických buněk (**PSB**) byly u jednotlivých koz často velmi vysoké a také velmi variabilní (26 – 17 727 tis.ml<sup>-1</sup>; RSD = 22 %). Pro kozy ale nelze použít metody a kritéria pro hodnocení PSB používané u krav kvůli odlišnému způsobu sekrece kozího mléka, kdy při sekreci mléka kozy jsou uvolňovány vlastní cytoplazmatické částice přecházející do mléka, které jsou tvarově podobné somatickým buňkám a při běžném mikroskopickém stanovení nejsou navzájem rozlišitelné. V současné době již existují metody stanovení PSB v kozím mléce. Pro kozí mléko ale není dosud žádným předpisem platným v ČR stanoven limit PSB v kozím mléce, které indikují výskyt mastitid (Mátlová a kol., 1994). Zjištěná relativně vysoká hodnota PSB však může vysvětlit výše zmíněný nižší obsah laktózy v mléce (Hanuš a kol., 2004; Hanuš a kol., 2010a).

Z technologických ukazatelů kozího mléka byla nejméně proměnlivá hodnota pH (6,48 – 7,07; 2 %) a bod mrznutí mléka (-0,565 – -0,530 °C; 1,6 %). Tyto naměřené hodnoty jsou ukazatelem dobré kvality mléka a lze říci, že analyzované kozí mléko

bylo vhodné pro další zpracování na mléčné výrobky. Neutrální hodnoty pH některých vzorků mléka by měly být v pořádku, protože kozí mléko se v tomto ohledu podobá spíše mléku mateřskému a může tedy narozdíl od kravského mléka vykazovat mírně alkalickou reakci (Jensen, 1994). Z poměrně úzkého rozmezí hodnot pH lze také usuzovat, že mléko bylo získáno od zdravých koz netrpících metabolickými poruchami.

## **4.2 Porovnání zastoupení mastných kyselin v kozím mléce a jogurtu**

Zastoupení FA v mléce různých druhů zvířat se zabývá mnoho vědeckých studií, zvláště pak v otázce vlivu konzumace mléka a mléčných výrobků na zdraví člověka. V této práci byl zkoumán vliv zpracování na změnu poměru zastoupení FA ve výrobku (jogurt) a v původní surovině (mléko). Kromě porovnání zastoupení celých skupin byly hodnoceny také vybrané jednotlivé FA.

V mléčném tuku koz bylo stanoveno celkem 57 a identifikováno 49 FA. Některé z těchto FA byly zjištěny ve velmi nízkých koncentracích. Analýza FA pomocí plynové chromatografie je zatížena určitou chybou stanovení, kdy při obsahu FA nad 1 % (% z obsahu všech FA) se tato chyba pohybuje mezi 5-10 % a při obsahu nižším než 1 % činí chyba 10-20 % (Špička, 2016). Proto pro objektivnější posouzení statistické významnosti zastoupení byly FA vyhodnocovány převážně po skupinách, kam byly zařazeny podle svých charakteristických vlastností, z hlediska nutričního i technologického.

Nepřesnost stanovení je do určité míry patrná také z hodnot variačních koeficientů ( $v_x$ ) uváděných v *Tab. 7*, *Tab. 8* a *Tab. 9*, kdy u nižších koncentrací zpravidla roste nesourodost dat a tím také variační koeficient. V této práci jsou proto jednotlivě uvedeny pouze FA, jejichž hodnoty byly vyšší než 0,1 % a důkladněji byly zkoumány pouze hlavní FA, jejichž zastoupení v mléčném tuku bylo vyšší než 5 %, případně vykazovalo výrazné změny.

### **4.3 Vyhodnocení zastoupení skupin mastných kyselin**

V *Tab. 6* jsou uvedeny základní statistické charakteristiky pro zastoupení skupin FA v mléce koz a z něj vyrobeného jogurtu. Tyto skupiny FA slouží především pro porovnání jakosti mléčného tuku z hlediska technologického a nutričního.

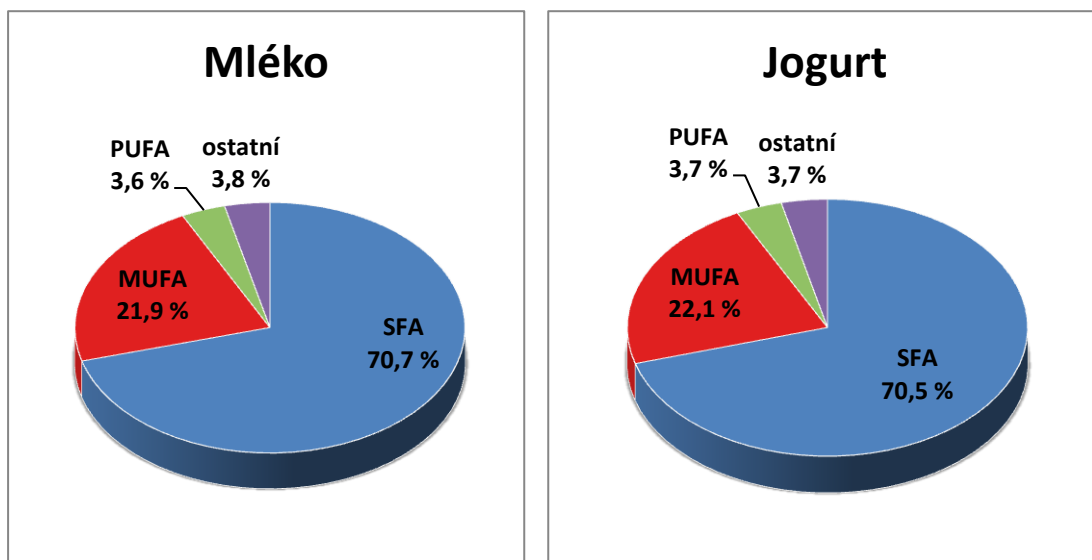
**Tab. 7:** Zastoupení vybraných skupin mastných kyselin (% všech mastných kyselin) u vzorků koziho mléka a z něj vyrobeného jogurtu.

Skupina	Mléko (n = 40)					Jogurt (n = 40)					p	Vztah mezi zastoupením vybraných skupin u mléka a jogurtu		
	$\bar{x}$	$s_x$	min.	max.	RSD	$\bar{x}$	$s_x$	min.	max.	RSD		změny [%]	$r_{xy}$	$p_r$
SFA	70,69	4,11	62,56	78,37	5,8	70,47	4,07	62,38	77,41	5,8	0,8133	-0,31	0,9398	<0,0001
UFA	25,98	3,96	18,96	33,76	15,2	26,22	3,95	19,87	34,04	15,1	0,7821	+0,94	0,9388	<0,0001
MUFA <sub>cis</sub>	21,92	3,82	15,78	29,84	17,4	22,10	3,95	14,72	29,95	17,9	0,8302	+0,85	0,9303	<0,0001
PUFA	3,64	0,40	2,93	4,45	11,0	3,71	0,42	3,03	4,89	11,38	0,4545	+1,90	0,9386	<0,0001
SCFA	21,61	2,30	17,27	26,94	10,6	21,03	2,20	16,60	25,34	10,5	0,2489	-2,71	0,9054	<0,0001
MCFA	44,23	2,70	39,32	51,63	6,1	44,65	2,71	39,51	51,49	6,1	0,4919	+0,94	0,9306	<0,0001
LCFA	34,15	3,47	27,72	42,88	10,2	34,32	3,68	27,81	43,37	10,7	0,8347	+0,49	0,9262	<0,0001
TFA	1,31	0,32	0,87	2,11	24,5	1,28	0,26	0,89	1,84	20,1	0,7045	-1,89	0,9479	<0,0001
VFA	15,39	2,20	11,56	19,15	14,3	14,81	2,06	11,08	18,50	13,9	0,2300	-3,75	0,9430	<0,0001
HFA	43,90	2,93	37,17	49,76	6,7	44,18	2,93	37,52	49,59	6,7	0,6627	+0,65	0,9492	<0,0001

$\bar{x}$  = aritmetický průměr,  $s_x$  = směrodatná odchylka, **RSD** = variační koeficient, **min.** = minimum, **max.** = maximum,  $r_{xy}$  = korelační koeficient, **p** = hladina významnosti,  $p_r$  = hladina významnosti korelačního koeficientu, **SFA** = nasycené mastné kyseliny, **UFA** = nenasyčené mastné kyseliny, **MUFA<sub>cis</sub>** = monoenoové nenasyčené mastné kyseliny v konfiguraci *cis*, **PUFA** = polyenoové nenasyčené mastné kyseliny (vč. konjugované linolové kyseliny), **SCFA** = mastné kyseliny s krátkým řetězcem, **MCFA** = mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem, **LCFA** = mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, **TFA** = *trans*-mastné kyseliny, **VFA** = těkavé mastné kyseliny, **HFA** = hypercholesterolemické mastné kyseliny



Ve vzorcích kozího mléka bylo zjištěno vysoké zastoupení SFA (71 %) – *Graf 1*. Vysoký podíl SFA je charakteristický pro mléko přežvýkavců, z nichž právě kozí mléko má tento podíl nejvyšší (Dostálová a Snížek, 1992; Haenlein, 2004; Kala, 2012). Zastoupení UFA bylo u mléka 25,98 % s majoritním podílem MUFA (21,92 %).



**Graf 1:** Poměr zastoupení nasycených (SFA), mononenasycených (MUFA) a polynenasycených (PUFA) mastných kyselin v mléce koz a z něj vyrobeného jogurtu.

Tyto hodnoty byly z větší části zachovány také ve vzorcích jogurtu, jak je patrné z *Tab. 7*.

Rozdíly v zastoupení jednotlivých skupin FA v kozím mléce a z jogurtu vyrobeném z tohoto mléka byly ve všech případech statisticky nevýznamné a korelace mezi jednotlivými skupinami v mléce a jogurtu dosahovaly u všech skupin velmi vysokých hodnot ( $r > 0,91^{+++}$ ). Pikul a kol. (2013), kteří zkoumali změnu profilu FA v kozím mléce a z něj vyrobeného kefíru, dospěli rovněž k závěru, že zastoupení FA po zpracování mléka na kefír a také po skladování vyrobeného kefíru po dobu 21 dnů zůstalo podobné profilu FA v původní surovině. Lze tedy říci, že zastoupení FA se v mléčných výrobcích po zpracování mléka významně nemění. Tento výsledek je pozitivní, protože díky tomu je možné v chovech vybírat konkrétní skupiny zvířat s příznivějším (nutričně výhodnějším) poměrem mastných kyselin v mléce. Faktory způsobující rozdíly v zastoupení FA jsou z literatury poměrně dobře známy (Hanuš a kol., 2004; Pajor a kol., 2009; Samková a kol., 2012).

I přes statistickou neprůkaznost však bylo možno pozorovat řadu změn, které zvýšily nutriční hodnotu výrobku. V jogurtu byl například v porovnání s mlékem podíl SFA o 0,3 % nižší a zvýšil se podíl UFA o 0,9 %. Pozitivní bylo zvláště zvýšení hodnot MUFA (22,10 %) oproti jejich obsahu v původní surovině (21,92 %). PUFA vykazovaly v jogurtu rovněž zvýšené hodnoty (3,71 %) oproti hodnotám v původní surovině (3,64 %).

Snížení hodnot SCFA (21,61 vs. 21,03 %) a VFA (15,39 vs. 14,81 %) mohlo být způsobeno těkavou povahou těchto kyselin, která způsobila pokles těchto hodnot během fermentace (Pikul a kol., 2013; Borková a kol., 2015). Zastoupení VFA v jogurtu se snížilo o 3,75 % oproti jejich původnímu obsahu v mléku. Přítomnost VFA v produktu je z nutričního hlediska žádoucí a jejich pokles je tedy v tomto ohledu negativní, nicméně spolu se snížením hodnot SCFA může mít pokles hodnot VFA významný pozitivní dopad na sensorické vlastnosti výrobku, protože do těchto skupin patří hlavně FA způsobující kozí aroma. Snížením hodnot VFA a SCFA by tedy bylo možné částečně eliminovat nežádoucí „kozí příchut“ výsledného produktu (Strzałkowska a kol., 2009).

## 4.4 Vyhodnocení zastoupení vybraných mastných kyselin

V kozím mléce byly nejvýznamněji zastoupeny C12:0 (5,52 %), C18:0 (8,69 %), C10:0 (10,19 %), C14:0 (11,42 %), C18:1n9c (18,33 %) a C16:0 (26,96 %). Strzałkowska a kol. (2009) uvádějí podobné zjištění s rozdílem, že v jejich analýzách bylo vyšší zastoupení C10:0 (14,57 %) a nižší zastoupení C16:0 (21,65 %). Tyto rozdíly mohly být způsobeny zkoumáním mléka odlišných plemen, protože autoři zkoumali složení mléka polských bílých koz, případně rozdílným složením krmné dávky, neboť ta je rovněž výrazným faktorem ovlivňujícím zastoupení FA v mléčném tuku.

Zastoupení jednotlivých FA v mléce korespondovalo také s jejich poměry zastoupení ve vyrobeném jogurtu. Míra korelace byla ovšem ve srovnání s korelacemi v rámci skupin FA nebo v zastoupení dalších významných FA (např. C16:0, C18:0 a C18:1n9c) v mléce a v jogurtu podstatně nižší a např. u C4:0 dosáhl korelační koeficient hodnoty pouze 0,6152<sup>+++</sup>.

Jak již bylo zmíněno, v zastoupení FA v jogurtu byly zaznamenány (stejně jako ve studii Pikula a kol., 2013) nepatrné změny oproti složení původní suroviny, jak dokládá % rozdíl ve změnách zastoupení jednotlivých FA v mléce a v jogurtu (Tab. 8 a Tab. 9). Tyto změny lze vysvětlit působením enzymů produkovaných bakteriemi mléčného kvašení v průběhu fermentace jogurtu (Borková a kol., 2015). Výrazná byla například změna zastoupení C14:1n5c (0,47 vs. 0,50 %) a C16:1n7c (0,66 vs. 0,72 %). Naproti tomu zastoupení C18:1n9c zůstalo zcela nezměněno.

K dalším změnám patří např. pokles hodnot FA s nižším počtem uhlíků. Podobně jako bylo popsáno v předchozí kapitole, i zde byl nejvýraznější pokles prokázán u FA způsobujících typické kozí aroma, a to u kyseliny C6:0 (1,66 vs. 1,61 %), C8:0 (2,52 vs. 2,42 %) a C10:0 (10,19 vs. 9,81 %). Z FA s počtem uhlíků C12 až C22 se zvýšilo zastoupení téměř všech FA, kdy velmi výraznou změnou bylo například zvýšení zastoupení C16:0 (26,96 vs. 27,22 %). Překvapivý byl také pokles obsahu C22:5n3c, protože ostatní FA ze skupiny PUFA vykazovaly zvýšení hodnot.

V porovnání změn zastoupení jednotlivých FA byl statisticky významný pouze rozdíl v zastoupení *trans* isomeru C18:1 ( $p = 0,0285$ ), kdy v jogurtu došlo k poklesu obsahu této FA téměř o 8 %. Vzhledem k tomu, že hodnoty *trans* C18:1 jsou v mléce i jogurtu velmi nízké (0,1 %), je nutno zohlednit možnou chybu stanovení (Špička,

2016). S přihlédnutím k této skutečnosti je pravděpodobné, že výsledek statistické významnosti může být chybně pokládán za průkazný. Prokázaný rozdíl v zastoupení *trans* C18:1 v mléce a v jogurtu je tedy nutno hodnotit jako nerelevantní. Změny v zastoupení jednotlivých FA v mléce a v jogurtu byly ve všech případech statisticky nevýznamné.

**Tab. 8:** Zastoupení vybraných nasycených mastných kyselin (% všech mastných kyselin) u vzorků koziho mléka a jogurtu.

Mastná kyselina	Mléko (n = 40)					Jogurt (n = 40)					p	Vztah mezi zastoupením vybraných mastných kyselin u mléka a jogurtu		
	$\bar{x}$	$s_x$	min.	max.	RSD	$\bar{x}$	$s_x$	min.	max.	RSD		změny [%]	$r_{xy}$	$p_r$
C4:0	1,01	0,16	0,74	1,41	16,2	0,98	0,18	0,68	1,43	18,2	0,3435	-3,59	0,6152	<0,0001
C6:0	1,66	0,25	1,21	2,13	15,3	1,61	0,25	1,21	2,12	15,3	0,3810	-2,97	0,8672	<0,0001
C8:0	2,52	0,41	1,87	3,35	16,2	2,42	0,39	1,79	3,23	16,0	0,2339	-4,23	0,9526	<0,0001
<b>C10:0</b>	<b>10,19</b>	<b>1,54</b>	<b>7,19</b>	<b>13,10</b>	<b>15,1</b>	<b>9,81</b>	<b>1,43</b>	<b>6,82</b>	<b>12,68</b>	<b>14,6</b>	<b>0,2519</b>	<b>-3,77</b>	<b>0,9632</b>	<b>&lt;0,0001</b>
<b>C12:0</b>	<b>5,52</b>	<b>0,75</b>	<b>4,28</b>	<b>7,44</b>	<b>13,6</b>	<b>5,51</b>	<b>0,72</b>	<b>4,21</b>	<b>7,22</b>	<b>13,1</b>	<b>0,9901</b>	<b>-0,04</b>	<b>0,8609</b>	<b>&lt;0,0001</b>
C13:0	0,10	0,03	0,05	0,25	34,5	0,10	0,03	0,06	0,26	33,7	0,9728	-0,26	0,9183	<0,0001
<b>C14:0</b>	<b>11,42</b>	<b>1,13</b>	<b>9,28</b>	<b>14,09</b>	<b>9,9</b>	<b>11,45</b>	<b>1,10</b>	<b>9,39</b>	<b>13,96</b>	<b>9,6</b>	<b>0,9288</b>	<b>+0,20</b>	<b>0,9580</b>	<b>&lt;0,0001</b>
C15:0	1,05	0,20	0,71	1,91	19,0	1,06	0,19	0,75	1,88	17,8	0,8117	+0,99	0,9671	<0,0001
<b>C16:0</b>	<b>26,96</b>	<b>2,40</b>	<b>22,88</b>	<b>31,67</b>	<b>8,9</b>	<b>27,22</b>	<b>2,27</b>	<b>23,34</b>	<b>31,46</b>	<b>8,3</b>	<b>0,6108</b>	<b>+0,99</b>	<b>0,9443</b>	<b>&lt;0,0001</b>
C17:0	0,69	0,09	0,55	0,97	12,3	0,71	0,09	0,59	1,04	12,2	0,3117	+2,83	0,7968	<0,0001
<b>C18:0</b>	<b>8,69</b>	<b>1,49</b>	<b>5,57</b>	<b>11,86</b>	<b>17,2</b>	<b>8,72</b>	<b>1,37</b>	<b>5,62</b>	<b>11,49</b>	<b>15,7</b>	<b>0,9212</b>	<b>+0,37</b>	<b>0,9629</b>	<b>&lt;0,0001</b>

$\bar{x}$  = aritmetický průměr,  $s_x$  = směrodatná odchylka, **RSD** = variační koeficient, **min.** = minimum, **max.** = maximum,  $r_{xy}$  = korelační koeficient,  $p$  = hladina významnosti,  $p_r$  = hladina významnosti korelačního koeficientu

**Tab. 9:** Zastoupení vybraných nenasycených mastných kyselin (% všech mastných kyselin) u vzorků kozího mléka a jogurtu.

Mastná kyselina	Mléko (n = 40)					Jogurt (n = 40)					p	Vztah mezi zastoupením vybraných mastných kyselin u mléka a jogurtu		
	$\bar{x}$	$s_x$	min.	max.	RSD	$\bar{x}$	$s_x$	min.	max.	RSD		změny [%]	$r_{xy}$	$p_r$
<b>MUFA</b>														
C10:1c	0,27	0,06	0,07	0,36	22,9	0,27	0,05	0,18	0,35	17,4	0,5308	+2,89	0,8055	<0,0001
C14:1n5c	0,47	0,13	0,28	0,74	27,0	0,50	0,11	0,30	0,74	22,4	0,2389	+6,77	0,9833	<0,0001
C16:1	0,37	0,09	0,17	0,53	23,4	0,37	0,08	0,24	0,50	21,0	0,7902	-1,32	0,9018	<0,0001
C16:1n7c	0,66	0,18	0,39	1,07	27,1	0,72	0,16	0,46	1,11	22,0	0,1309	+8,71	0,9572	<0,0001
C17:1n7c	0,31	0,08	0,16	0,59	27,4	0,31	0,08	0,17	0,56	25,5	0,8169	+1,38	0,9820	<0,0001
C18:1t	0,31	0,05	0,19	0,42	15,2	0,28	0,05	0,18	0,37	18,0	0,0285	-7,93	0,5425	0,0003
C18:1n7t	1,00	0,32	0,52	1,78	31,9	1,00	0,27	0,59	1,59	26,7	0,9945	-0,05	0,9696	<0,0001
<b>C18:1n9c</b>	<b>18,33</b>	<b>3,39</b>	<b>13,26</b>	<b>25,79</b>	<b>18,5</b>	<b>18,33</b>	<b>3,63</b>	<b>10,55</b>	<b>25,88</b>	<b>19,8</b>	<b>0,9998</b>	<b>0,00</b>	<b>0,9136</b>	<b>&lt;0,0001</b>
C18:1n7c	0,66	0,12	0,46	1,01	18,3	0,68	0,13	0,46	1,02	19,2	0,4252	+3,42	0,8534	<0,0001
C19:1c	0,12	0,04	0,06	0,23	37,1	0,13	0,04	0,04	0,23	33,6	0,3373	+7,92	0,9257	<0,0001
<b>PUFA</b>														
C18:2n6c	1,98	0,32	1,45	2,78	16,0	2,03	0,32	1,54	2,87	15,9	0,5254	+2,31	0,9744	<0,0001
C18:3n3c	0,63	0,16	0,36	1,02	24,8	0,63	0,15	0,38	1,03	24,4	0,9369	+0,44	0,9887	<0,0001
C18:2 (CLA)	0,53	0,19	0,26	0,94	35,6	0,54	0,19	0,29	1,00	34,4	0,7512	+2,52	0,9811	<0,0001
C20:4n6c	0,13	0,02	0,10	0,19	17,6	0,13	0,02	0,10	0,19	18,3	0,7255	+1,43	0,9452	<0,0001
C22:5n3c	0,11	0,02	0,07	0,17	22,4	0,10	0,02	0,07	0,16	21,0	0,4901	-3,31	0,8719	<0,0001

$\bar{x}$  = aritmetický průměr,  $s_x$  = směrodatná odchylka, **RSD** = variační koeficient, **min.** = minimum, **max.** = maximum,  $r_{xy}$  = korelační koeficient, **p** = hladina významnosti,  $p_r$  = hladina významnosti korelačního koeficientu, **MUFA** = monoenoové nenasycené mastné kyseliny, **PUFA** = polyenoové nenasycené mastné kyseliny, **CLA** = konjugovaná linolová kyselina

## **4.5 Vliv stadia laktace na zastoupení mastných kyselin v kozím mléce**

Je známo, že stadium laktace výrazně ovlivňuje zastoupení FA v mléčném tuku (Hanuš a kol., 2004; Tudisco a col., 2010). Rozdíly mohou být velmi výrazné, neboť zvláště u koz na pastvě se do změny složení mléčného tuku výrazně zapojují také další vlivy, např. měnící se botanické složení pastvy v průběhu roku (Žan a kol., 2006; Pajor a kol., 2012).

*Tab. 10* ukazuje zastoupení jednotlivých skupin FA v jednotlivých odběrech v různých fázích laktace.

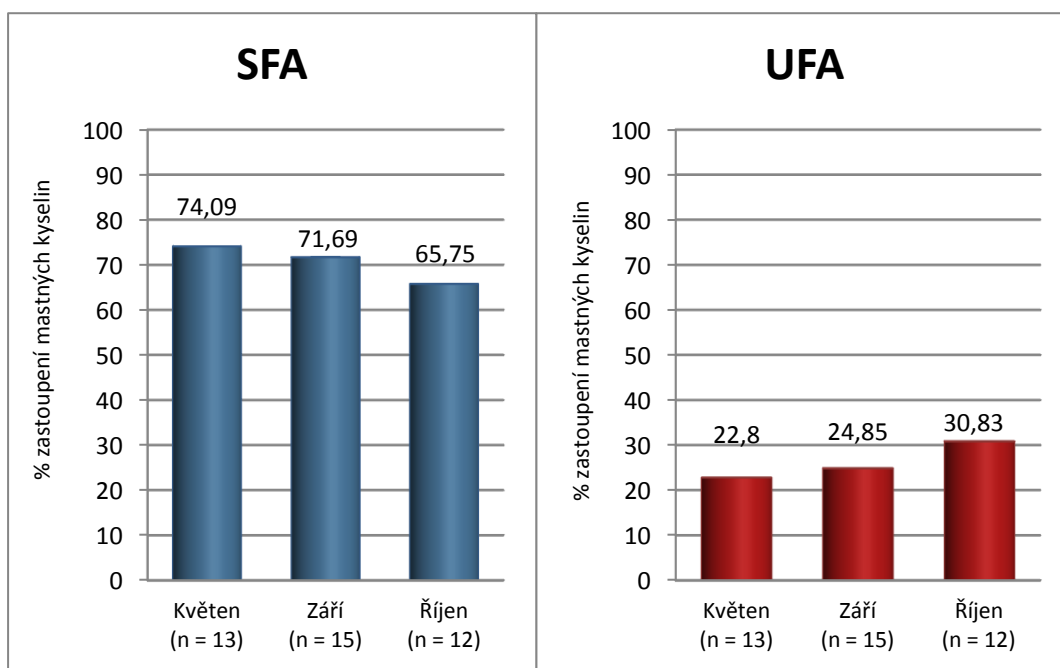
**Tab. 10:** Zastoupení vybraných skupin mastných kyselin (% všech mastných kyselin) u vzorků koziho mléka v jednotlivých odběrech.

Skupina	Září (n = 15)				Květen (n = 13)				Říjen (n = 12)				p
	$\bar{x}$	$s_x$	min.	max.	$\bar{x}$	$s_x$	min.	max.	$\bar{x}$	$s_x$	min.	max.	
SFA	71,69	2,61	68,47	78,37	74,09	1,68	71,06	76,27	65,75	2,56	62,56	71,80	<0,0001
UFA	24,85	2,42	18,96	27,98	22,80	1,54	20,63	25,34	30,83	2,49	24,84	33,76	<0,0001
MUFA <sub>cis</sub>	20,67	2,04	15,78	23,15	18,88	1,47	16,73	21,42	26,77	2,30	21,08	29,84	<0,0001
PUFA	3,69	0,43	2,93	4,38	3,50	0,29	3,06	4,21	3,74	0,46	3,07	4,45	0,2755
SCFA	21,53	1,81	18,61	25,20	23,33	1,82	20,14	26,94	19,86	2,02	17,27	23,67	0,0002
MCFA	45,68	2,95	40,93	51,63	44,38	1,93	41,91	48,26	42,27	1,90	39,32	45,79	0,0027
LCFA	32,79	2,80	27,72	36,91	32,30	1,49	29,75	35,72	37,87	2,93	32,97	42,88	<0,0001
TFA	1,64	0,23	1,28	2,11	1,20	0,16	1,02	1,60	1,02	0,12	0,87	1,29	<0,0001
VFA	15,11	1,78	12,83	18,78	17,33	1,49	14,52	19,15	13,62	1,62	11,56	17,38	<0,0001
HFA	45,27	3,07	40,62	49,76	44,62	1,62	42,81	48,41	41,39	2,36	37,17	45,63	0,0006

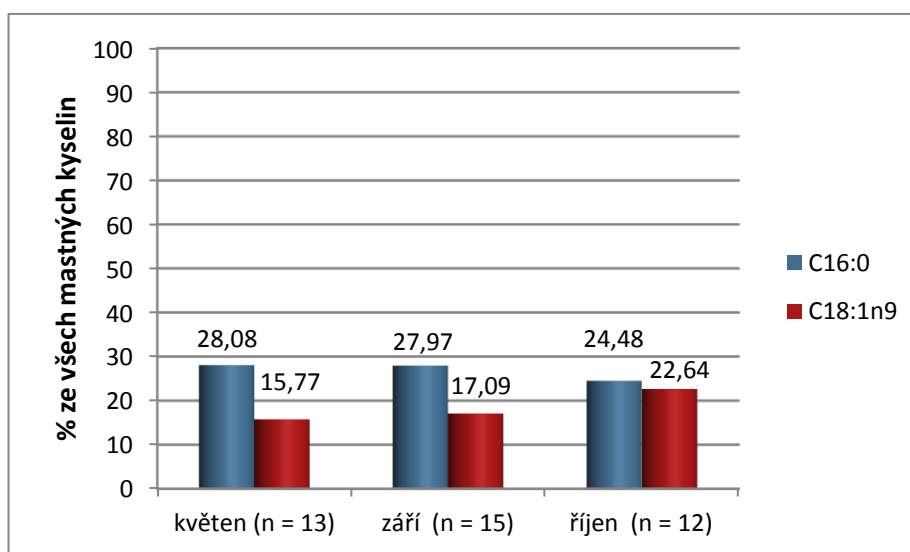
$\bar{x}$  = aritmetický průměr,  $s_x$  = směrodatná odchylka, **min.** = minimum, **max.** = maximum, **p** = hladina významnosti, **SFA** = nasycené mastné kyseliny, **UFA** = nenasycené mastné kyseliny, **MUFA<sub>cis</sub>** = monoenoové nenasycené mastné kyseliny v konfiguraci *cis*, **PUFA** = polyenoové nenasycené mastné kyseliny (vč. konjugované linolové kyseliny), **SCFA** = mastné kyseliny s krátkým řetězcem, **MCFA** = mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem, **LCFA** = mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, **TFA** = *trans*-mastné kyseliny, **VFA** = těkavé mastné kyseliny, **HFA** = hypercholesterolemické mastné kyseliny



Hodnoty SFA v průběhu laktace statisticky významně klesaly (74,09 vs. 71,69 vs. 65,75 %), hodnoty UFA se naproti tomu zvyšovaly (22,80 vs. 24,85 vs. 30,83 %) – Graf 2. Velmi nápadně klesal např. obsah C16:0 a zvýšení hodnot bylo v průběhu laktace zaznamenáno hlavně u C18:1n9c (15,77 vs. 17,09 vs. 22,64) tvořící velkou část podílu MUFA (Graf 3). Sampelayo a kol. (2007) a Strzałkowska a kol. (2009) publikovali podobné zjištění.



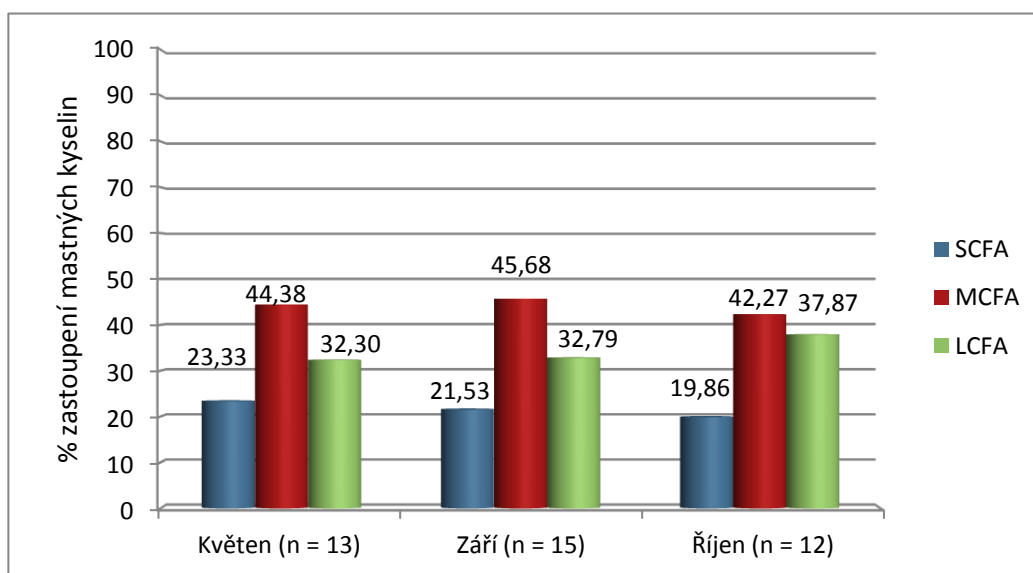
**Graf 2:** Rozdíly v % zastoupení nasycených mastných kyselin (SFA) a nenasycených mastných kyselin (UFA) v kozím mléce v průběhu roku.



**Graf 3:** Rozdíly v % zastoupení mastných kyselin (FA) palmitové (C16:0) a olejové (C18:1n9) v mléčném tuku koz v průběhu roku.

Mírný nárůst vykazovaly také hodnoty PUFA. Navzdory tomu, že Sampelayo a kol. (2004) a Tudisco a kol. (2010) ve svých studiích potvrdili vyšší zastoupení PUFA na konci laktace, v této práci nebyly změny hodnot PUFA shledány statisticky významnými ( $p = 0,2755$ ). Statisticky významný rozdíl v zastoupení PUFA mezi vrcholem a koncem laktace nezaznamenali ani Strzałkowska a kol. (2009), což mohlo být způsobeno stabilní krmnou dávkou po celou dobu laktace.

V průběhu laktace rovněž klesal podíl SCFA (23,33 vs. 21,53 vs. 19,86 %) a stoupal podíl LCFA (32,30 vs. 32,79 vs. 37,87 %). Hodnoty MCFA v průběhu laktace kolísaly – *Graf 4*. Strzałkowska a kol. (2009) rovněž zaznamenali podobný trend u všech tří skupin FA, neshledali jej ale narozdíl od výsledků zjištěných v této práci statisticky významným.

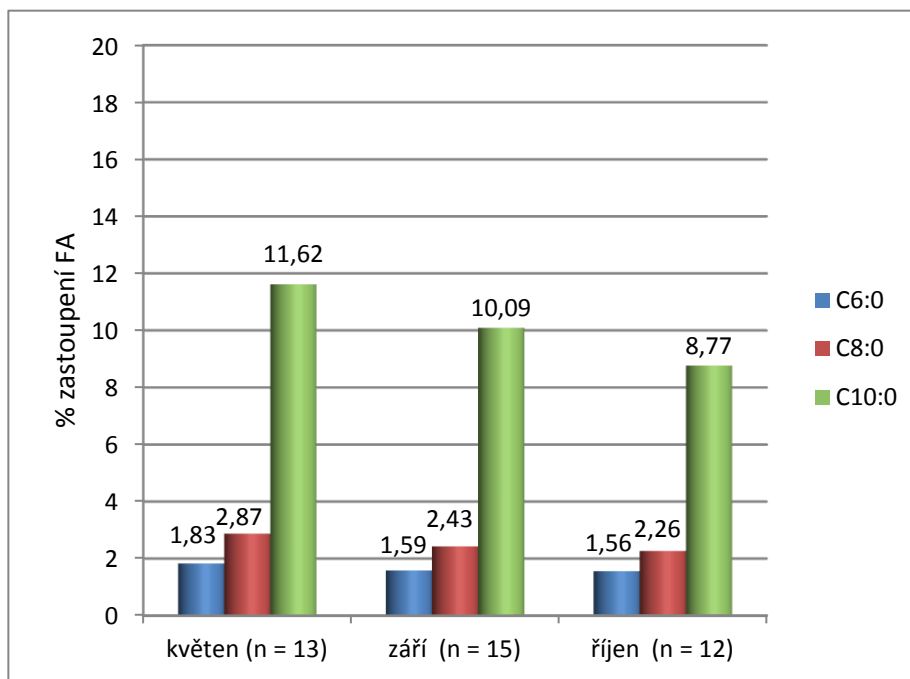


**Graf 4:** Rozdíly v % zastoupení mastných kyselin s krátkým (SCFA), středně dlouhým (MCFA) a dlouhým řetězcem (LCFA) v kozím mléce v průběhu roku.

S postupující laktací se také výrazně snižoval podíl VFA v mléce (17,33 vs. 15,11 vs. 13,62), což částečně koresponduje se snižujícím se podílem SCFA (Chilliard a kol., 1999). Zjištěný vysoký podíl VFA v mléčném tuku je pro mléčný tuk koz typický (Kala a kol., 2016), nicméně způsobuje již zmiňované kozí aroma mléka. Lake a kol. (2007) ale považuje mléko z počáteční fáze laktace z nutričního hlediska za nevhodnější, právě díky nejvyššímu zastoupení VFA.

V různých stadiích laktace se rovněž projevíly změny v zastoupení jednotlivých FA. S postupující laktací se postupně snižoval obsah C10:0 (11,62 vs. 10,09 vs. 8,76 %), C16:0 (28,08 vs. 27,97 vs. 24,48 %) a C18:0 (9,89 vs. 8,24 vs. 7,96 %). Pokles

nastal také u C6:0 a C8:0, které se spolu s C10:0 nejvíce podílejí na výskytu koziho aroma mléka – *Graf 5*. Toto zjištění odpovídá tvrzení Sampelaya a kol. (2007), že s postupující laktací obsah těchto tří FA postupně klesá. Obecně jsou ale zjištěné hodnoty zmíněných tří FA v této práci zhruba třikrát nižší, než uvádějí jiné literární zdroje (Haenlein, 1992; Alonso a kol., 1999; Strzałkowska a kol., 2009), což by mohlo být dáno rozdílným genetickým založením koz v jednotlivých chovech (Mele a kol., 2009). Je ovšem nutno zohlednit také chybu stanovení (Špička, 2016).



**Graf 5:** Změny v zastoupení mastných kyselin (FA) kapronové (C6:0), kaprinové (C8:0) a kaprylové (C10:0) v mléčném tuku koz v průběhu roku.

## 5. ZÁVĚR

Přestože v jogurtech byl zjištěn nižší podíl mastných kyselin způsobujících kozi aroma a bylo zjištěno zvýšení tzv. „prospěšných“ nenasycených mastných kyselin a mastných kyselin se středně dlouhým a dlouhým řetězcem, změny v zastoupení mastných kyselin v mléce a v jogurtu byly ve všech případech statisticky nevýznamné. Výsledky práce tak potvrdily, že zpracování mléka na jogurt nemá významný vliv na změnu poměrů mastných kyselin. K ověření teorie možnosti výběru zvířat s příznivějším (nutričně výhodnějším) poměrem mastných kyselin v mléce byl v práci sledován vliv stadia laktace na změny v zastoupení FA v mléčném tuku koz, který byl shledán velmi významným.

Závěrem lze říci, že zpracování mléka na jogurt nemění nutriční hodnotu výrobku a je tak umožněno aplikovat výběr zvířat s kvalitnějším mlékem pro produkci nutričně hodnotnějších potravin.

## **6. SUMMARY**

Changes of fatty acid profile in milk and yoghurt were statistically insignificant in all cases, although a lower proportion of fatty acids causing “goat flavour” was found and increased so-called "beneficial" unsaturated fatty acids and medium- and long-chain fatty acids in yoghurt were found. The results of the thesis confirmed that the milk processing had no significant effect on the change in fatty acid profile. In order to verify the theory of the choice of animals with a more favourable composition of milk fat, the effect of the stage of lactation on the changes in the spectrum of fatty acids in goat milk fat was considered very important.

In conclusion, the milk processing for yoghurt does not change the nutritional value of the product and allows the selection of animals with better quality milk for the production of nutritionally more valuable products.

## 7. SEZNAM LITERATURY

1. ALONSO, L., J. FONTECHA, L. LOZADA, M. J. FRAGA a M. JUAREZ: Fatty acid composition of caprine milk: major, branched-chain, and transfatty acids. *Journal of Dairy Science*. 1999. 82, s. 878-884.
2. BADAOU, B., J. M. SERRADILLA, A. TOMAS, B. URRUTIA, J. L. ARES, J. CARRIZOSA, A. SANCHEZ, J. JORDANA a M. AMILLS: Short Communication: Identification of two polymorphisms in the goat lipoprotein lipase gene and their association with milk production traits. *Journal of Dairy Science*. 2007. 90, s. 3012-3017.
3. BARLOWSKA, J., M. SZWAJKOWSKA, Z. LITWIŃCZUK a J. KRÓL: Nutritional Value and Technological Suitability of Milk from Various Animal Species Used for Dairy Production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2011. 10, s. 291-302.
4. BELANGER, J. a S. T. BREDESENOVÁ: *Chov dojných koz*. 2014. Praha: Knižní klub, 296 s. ISBN 978-80-242-4211-8.
5. BIONAZ, M. a J. J. LOOR: Gene network driving bovine milk fat synthesis during the lactation cycle. *Biological Medical Central Genomics*. 2008. 9, s. 366-387.
6. BORKOVÁ, M., I. HYRŠLOVÁ, K. MICHNOVÁ, M. FANTOVÁ, M. ŠULC a O. ELICH: Zastoupení mastných kyselin v kozím mléce, jogurtu a čerstvém sýru koz přikrmovaných řasami. *Mlékařské listy*. 2015a. 152, s. 26-30.
7. BORKOVÁ, M., K. MICHNOVÁ, M. FANTOVÁ, L. NOHEJLOVÁ, K. SYROVÁTKOVÁ a O. ELICH: Změny profilu mastných kyselin v kozím mléce po přidavku řas do krmné dávky. *Mlékařské listy*. 2015b. 150, s. 4-8.
8. CANNAS, A., G. PULINA a A. H. D. FRANCESCO: *Dairy goats feeding and nutrition*. 2008. Cambridge, MA: CABI, 14, 293 s. ISBN 18-459-3348-6.
9. COSSIGNANI, L., M. S. SIMONELTI, A. NERI a P. DAMIANI : Structural analysis of triacylglycerol fraction and some its sub-fractions from an eicosapentaenoic acid/docosahexaenoic acid dietary supplement. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*. 1999. 208, s. 203-207.
10. CHILLIARD, Y., D. BAUCHARTE, J. BARNOUIN, F. DUBOISSET, J. FLÉCHET a J. P. CHACORNAC: Determination of plasma non-esterified fatty acids in herbivores and man: a comparison of values obtained by manual or automatic chromatographic, titrimetric, colorimetric and enzymatic methods. *Reproduction, Nutrition, Development*. 1984. 24, s. 469-482.

11. CHILLIARD, Y., J. M. CHARDIGNY, J. CHABROT, A. OLLIER, J. L. SÉBÉDIO a M. DOREAU: Effects of ruminal or postruminal fish oil supply on conjugated linoleic acid (CLA) content of cow milk fat. *Proceedings of The Nutrition Society*. 1999. 58, s. 70.
12. CHILLIARD, Y., A. FERLAY, J. ROUEL a G. LAMBERET: A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of Dairy Science*. 2003. 86(5), s. 1751-1770.
13. CHILLIARD, Y., F. GLASSER, A. FERLAY, L. BERNARD, J. ROUEL a M. DOREA: Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2007. 109, s. 828-855.
14. CIAPPESONI, G., J. PŘIBYL, M. MILERSKI a V. MAREŠ: Factors affecting goat milk yield and its composition. *Czech Journal of Animal Science*. 2004. 49(11), s. 465-473.
15. DA COSTA, W. K. A., E. L. DE SOUZA, E. M. BELTRÃO-FILHO, G. K. V. VASCONCELOS, T. SANTI-GADELHA, C. A. ALMEIDA GADELHA, O. L. FRANCO, M. MAGNANI a R. H. KHAN: Comparative protein composition analysis of goat milk produced by the Alpine and Saanen breeds in northeastern Brazil and related antibacterial activities. *PLoS ONE*. 2014. 9(3), s. e93361.
16. DATTA, N., M.G. HAYES, H.C. DEETH a A.L. KELLY: Significance of frictional rating for effects of high pressure homogenisation on milk. *Journal of Dairy Research*. 2005. 72, s. 393-399.
17. DOSTÁLOVÁ, J. a J. SNÍŽEK: Chov koz a uplatnění kozího mléka a masa v lidské výživě: Studijní zpráva. 1992. Praha: ÚVTIZ, 53 s. ISSN 0862-3562.
18. EINHORN, H. P.: *Ziegen: Eine Anleitung zur Haltung, Fütterung und Zucht*. 1988. Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag, 159 s. ISBN 33-310-0057-4.
19. ELICH, O., J. SNÁŠELOVÁ a J. CICVÁREK: Změny složení ovčího a kozího mléka v průběhu laktace. *Mlékařské listy*. 2008. 111(12), s. 25-28.
20. ELICH, O., R. SEYDLOVÁ a J. SNÁŠELOVÁ: Změny vybraných složek mléka po aplikaci kvasinkových preparátů do výživy dojnic. *Mlékařské listy*. 2012. 133, s. 7-11.
21. FANTOVÁ, M.: *Chov koz*. 2010. Praha: Brázda, 214 s. ISBN 978-80-209-0377-8.
22. FOX, P. F. a P. L. H. McSWEENEY: *Dairy Chemistry and Biochemistry*. 1998. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 496 s. ISBN 0-412-72000-0.
23. GERMAN, J. B.: Butyric acid - a role in cancer prevention. *Nutrition Bulletin*. 1999. 24, s. 293-299.
24. GERMAN, J. B. a C. J. DILLARD: Saturated Fats: A Perspective from Lactation and Milk Composition. *Lipids*. 2010. 45, s. 915-923.
25. GRIEGER, C. a J. HOLEC. *Hygiena mlieka a mliečnych výrobkov*. 1990. Bratislava: Príroda, 397 s. ISBN 80-070-0253-7.

26. HAENLEIN, G. F. W.: Role of goat meat and milk in human nutrition. *Proceedings of the V International Conference on Goats*. 1992. New Delhi: International Goat Association, s. 575-580.
27. HAENLEIN, G. F. W.: Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*. 2004. 51(2), s. 155-163.
28. HANUŠ, O., J. ŘÍHA, V. GENČUROVÁ, R. JEDELSKÁ a J. KOPECKÝ: Složení a vlastnosti kozího mléka, jejich vzájemné vztahy a vlivy některých chovatelských faktorů. *Výzkum v chovu skotu*. 2004. 1, s. 6-19.
29. HANUŠ, O., M. HRONEK, R. HYŠPLER, T. YONG, A. TICHÁ, P. FIKROVÁ, K. HANUŠOVÁ, K. SOJKOVÁ, J. KOPECKÝ a R. JEDELSKÁ: Vztah mezi počtem somatických buněk a obsahem laktózy v mléce různých druhů savců. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2010a. 58(2), s. 87-100.
30. HANUŠ, O., E. SAMKOVÁ, J. ŠPIČKA, K. SOJKOVÁ, K. HANUŠOVÁ, T. KOPEC a R. JEDELSKÁ: Vztah koncentrace zdravotně významných skupin mastných kyselin ke složkám a technologickým vlastnostem kravského mléka. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2010b. 58, s. 137-153.
31. HANUŠ, O., I. MANGA, M. VYLETĚLOVÁ, V. GENČUROVÁ, J. KOPECKÝ a R. JEDELSKÁ: Význam sledování minoritních složek mléka pro zdraví zvířat a analytické možnosti jejich monitoringu. *Mlékařské listy*. 2011. 127, s. 14-19.
32. HAUG, A., A. T. HØSTMARK a O. M. HARSTAD: Bovine milk in human nutrition - a review. *Lipids in Health and Disease*. 2007. 6, s. 25.
33. HOMOLKA, P. a V. KUDRNA: *Zvýšení obsahu prospěšných polynenasycených mastných kyselin mléka výživou zvířat*. 2007. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 42 s. ISBN 978-80-86454-87-0.
34. HORÁK, F. a kolektiv: *80 let kontroly užitkovosti koz v České republice 1928–2008*. 2008. Brno: Svaz chovatelů ovcí a koz v ČR, 150 s. ISBN 978–80–904140–3–7.
35. HORÁK, F. a K. TREZNEROVÁ: *Světový genofond ovcí a koz*. 2010. Brno: Svaz chovatelů ovcí a koz v ČR, 209 s. ISBN 978–80–904140–6–8.
36. JARCZAK, J., E. M. KOŚCIUCZUK, A. JÓŻWIK, D. SŁONIEWSKA, K. HORBAŃCZUK, J. KRZYŻEWSKI a E. BAGNICKA: Influence of environmental factors on acidity, citric acid and casein level in goat milk. *Goat Milk Quality: Regional IGA Conference 2013 in Tromsø, Norway*. 2013. 55 s.
37. JELÍNEK, P. a kolektiv: *Fyziologie hospodářských zvířat*. 2003. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 409 s. ISBN 80–715–7644–1.
38. JENKINS, T. C. a M. A. McGUIRE: Major advances in nutrition: impact on milk composition. *Journal of Dairy Science*. 2006. 89(4), s. 1302-1310.



39. JENNESS, R.: Composition and Characteristics of Goat Milk: Review 1968-1979. *Journal of Dairy Science*. 1980. 63(10), s. 1605-1630.
40. JENSEN, B.: *Goat Milk Magic: One of Life's Greatest Healing Foods*. 1994. Jensen Publishing, 105 s. ISBN 0932615325.
41. JENSEN, R. G.: The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *Journal of Dairy Science*. 2002. 85, s. 295-350.
42. JUNG, M. Y. a M. O. JUNG: Identification of conjugated linoleic acids in hydrogenated soybean oil by silver ion-impregnated HPLC and gas chromatography-ion impacted mass spectrometry of their 4,4-dimethylxazoline derivatives. *Journal of Agricultural of Food Chemistry*. 2002. 50, s. 6188-6193.
43. KALA, R.: *Výskyt a význam bioaktivních látek kravského mléka*. 2012. Bakalářská práce. JČU České Budějovice, 66 s.
44. KALA, R., E. SAMKOVÁ, L. HASOŇOVÁ, J. ŠPIČKA, T. PELIKÁNOVÁ, Z. KŘÍŽOVÁ a J. HLADKÝ: Proportion of important fatty acids in cow and goat milk fat. *MendelNet*. 2016. s. 582-587.
45. KASPER, H.: *Výživa v medicíně a dietetika*. 2015. Praha: Grada Publishing, a.s., 592 s. ISBN 978-80-247-4533-6.
46. KHALIL, A. D., K. Y. MERKHAN a E. T. S. BUTI: Impact of lactation stage on the body condition and milk quality of Black goat. *International Journal of Agricultural and Food Research*. 2013. 2(2), s. 48-52.
47. KRÁLÍČKOVÁ, Š., J. KUČTÍK, R. FILIPČÍK, T. LUŽOVÁ a K. ŠUSTOVÁ: Effect of chosen factors on milk yield, basic composition and somatic cell count of organic milk of Brown short-haired goats. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2013. 61(1), s. 99-105.
48. KŘIVDA, B.: Kozí mléko – srovnání s mlékem kravským. *Den mléka*. 2006. Praha: ČZN, s. 166-167.
49. KŘÍŽEK, J. a kolektiv: *Chov koz*. 1992. Praha: Farm, 175 s. ISBN 80-901-2590-5.
50. KUČTÍK, J. a H. SEDLÁČKOVÁ: Composition and properties of milk in White Short-haired goats on the third lactation. *Czech Journal of Animal Science*. 2003. 48(12), s. 540-550.
51. LAKE, S. L., T. R. WESTON, E. J. SCHOLLJEGERDES, C. M. MURRIETA, B. M. ALEXANDER, D. C. RULE, G. E. MOSS a B. W. HESS: Effects of postpartum dietary fat and body condition score at parturition on plasma, adipose tissue, and milk fatty acid composition of lactating beef cows. *Journal of Animal Science*. 2007.85, s. 717-730.
52. LANDES, A. S.-L.: *Začínáme s chovem domácích zvířat*. 2013. Líbeznice: Víkend, 176 s. ISBN 978-80-7433-068-1.

53. LAW, B. A. a A. Y. TAMIME: *Technology of cheesemaking*. 2010. Malden, MA: Blackwell, 2<sup>nd</sup> edition, 515 s. ISBN 978-1-4051-8298-0.
54. LUŽOVÁ, T., K. ŠUSTOVÁ, J. KUCHTÍK a I. VYSKOČIL: Změny kvality koziho mléka a sýrů v průběhu laktace. *Den mléka*. 2006. s. 119-120.
55. LUŽOVÁ, T., K. ŠUSTOVÁ, M. KOZELKOVÁ, I. VYSKOČIL a J. KUCHTÍK: Vliv stádia laktace na složení a vlastnosti koziho mléka a kvalitu sýrů vyráběných na farmě. *Mlékařské listy*. 2012. 131, s. 5-11.
56. MARKOVÁ, M., M. PECHÁČKOVÁ, V. MÁTLOVÁ, Z. SZTANÓOVÁ a J. SNÁŠELOVÁ: Fermentovaný nápoj na bázi kefiru z koziho mléka dvou variant  $\alpha$ 1-kaseinu. *Mlékařské listy*. 2008. 109(8), s. 8-11.
57. MÁTLOVÁ, V., L. VĚTROVCOVÁ a J. MUSIL: *Zpracování produktů chovu koz: I. díl – Mléko*. 1994. Praha: Koordinační centrum chovu koz při VÚŽV Praha-Uhřetěves, 50 s. Edice informačních příruček KCCHK.
58. MELE, M., R. DAL ZOTTO, M. CASSANDRO, G. CONTE, A. SERRA, A. BITTANTE a P. SECCHIARI: Genetic parameters for conjugated linoleic acid, selected milk fatty acids, and milk fatty acid unsaturation of Italian Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science*. 2009. 92, s. 392-400.
59. MICHALSKI, M. C., J. Y. GASSI, M. H. FAMELART, N. LECONTE, B. CAMIER, F. MICHEL a V. BRIARD V.: The size of native milk fat globules affects physico-chemical and sensory properties of Camembert cheese. *Lait*. 2003. 83, s. 131-143.
60. MICHALSKI, M. C., B. CAMIER, V. BRIARD, N. LECONTE, J. Y. GASSI, H. GOUDÉDRANCHE, F. MICHEL a J. FAUQUANT: The size of native milk fat globules affects physico-chemical and functional properties of Emmental cheese. *Lait*. 2004. 84, s. 343-358.
61. MILANESI, E., L. NICOLOSO a P. CREPALDI: Stearoyl CoA desaturase (SCD) gene polymorphisms in Italian cattle breeds. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 2008. 125, s. 63-67.
62. NICOLOSI, R. J., B. WOOLFREY, T. A. WILSON, P. SCOLLIN a kolektiv: Decreased aortic early atherosclerosis and associated risk factors in hypercholesterolemic hamsters fed a high- or mid-oleic acid oil compared to a high-linoleic acid oil. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 2004. 15, s. 540-547.
63. NORRIS, D., J. W. NGAMBI, K. BENYI a C. A. MBAJIORGU: Milk production of three exotic dairy goat genotypes in Limpopo province, South Africa. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2011. 6(3), s. 274–281.
64. PAJOR, F., O. GALLÓ, O. STEIBER, J. TASI a P. PÓTI: The effect of grazing on the composition of conjugated linoleic acid isomers and other fatty acids of milk and cheese in goats. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2009. 18, s. 429-439.

65. PAJOR, R., O. STEIBER a J. TASI: Influence of extensive grazing on cheese composition, yield and fatty acids content of goats. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2012. 18(4), s. 487-492.
66. PAMBU, R. G., E. C. WEBB a L. MOHALE: Differences in Milk Yield and Composition of Different Goat Breeds Raised in the Same Environment in South Africa. *Agricultural Journal*. 2011. 6(5), s. 237-242.
67. PARIZA, M. W.: The biological activities of conjugated linoleic acid. *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*. 1999. 1, s. 12-20.
68. PARK, Y. W., M. JUÁREZ, M. RAMOS a G. F. W. HAENLEIN: Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 2007. 68(1-2), s. 88-113.
69. PARODI, P. W.: Conjugated linoleic acid in food. *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*. 2003. 2, 101-118.
70. PAVELKA, A.: *Mléčné výrobky pro vaše zdraví*. 1996. Brno: Littera, 105 s. ISBN 80-85763-09-5.
71. PEREDA, J., V. FERRAGUT, J. M. QUEVEDO, B. GUAMIS a A. J. TRUJILLO: Effects of ultra-high pressure homogenization on microbial and physicochemical shelf life of milk. *Journal of Dairy Science*. 2007. 90, s. 1081-1093.
72. PEREDA, J., V. FERRAGUT, J. M. QUEVEDO, B. GUAMIS a A. J. TRUJILLO: Effects of ultra-high pressure homogenization treatment on the lipolysis and lipid oxidation of milk during refrigerated storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. 56, s. 7125-7130.
73. PIKUL, J., J. WÓJTOWSKI, R. DANKÓW, J. TEICHERT, G. CZYŻAK-RUNOWSKA, A. CIEŚLAK a M. SZUMACHER-STRABEL: The effect of false cake (*Camelina sativa*) diet supplementation in dairy goats on fatty acid profile of kefir. *Goat Milk Quality: Regional IGA Conference 2013 in Tromsø, Norway*. 2013. 55 s.
74. PISANU, S., G. MAROGNA, D. PAGNOZZI, M. PICCININI, G. LEO, A. TANCA, A. M. ROGGIO, T. ROGGIO, S. UZZAU a M. F. ADDIS: Characterization of size and composition of milk fat globules from Sarda and Saanen dairy goats. *Small Ruminant Research*. 2013. 109(2-3), s. 141-151.
75. POP, F. D., V. A. BALTESNU a A. VLAIC: A comparative analysis of goat  $\alpha$ S1-casein locus at protein and DNA levels in Carpathian goat breed. *UASVM Animal Sciences and Biotechnologies*. 2008. 65, s. 1843-5262.
76. PŘIDALOVÁ, H., B. JANŠTOVÁ a M. DRAČKOVÁ: Sledování vybraných parametrů kozího mléka. *Farmářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků III*. 2005. Brno: MZLU, s. 40-41.

77. RANGEL, A. H. N., T. I. C. PEREIRA, M. C. N. ALBUQUERQUE, H. R. MEDEIROS, V. M. ARAÚJO, L. P. NOVAIS, M. R. ABRANTES a D. M. LIMA JÚNIOR: Produção e qualidade do leite de cabras de torneios leiteiros. *Arquivos do Instituto Biológico*. 2012. 79(2), s. 145–151.
78. RAPETTI, L., S. COLOMBINI, G. BRUNI, M. PIRONDINI a G. M. CROVETTO: Effects of the main variation factors on milk urea level in dairy goats in Northern Italy. *Goat Milk Quality: Regional IGA Conference 2013 in Tromsø, Norway*. 2013. 55 s.
79. RODRÍGUEZ-ALCALÁ, L. M., F. HARTE a J. FONTECHA: Fatty acid profile and CLA isomers content of cow, ewe and goat milks processed by high pressure homogenization. *Innovative Food Science*. 2009. 10(1), s. 32-36.
80. ŘEZANKA, T.: *Mechanismy biosyntézy a produkce triacylglycerolů a komplexních lipidů olejotvornými mikroorganismy*. 2012. Disertační práce. Praha: Akademie věd České republiky, Mikrobiologický ústav AV ČR, 60 s.
81. SAMBRAUS, H. H.: *Atlas plemen hospodářských zvířat*. 2006. Praha: Brázda s.r.o., 296 s. ISBN 80–209–0344–5.
82. SAMKOVÁ, E.: Faktory ovlivňující zastoupení mastných kyselin mléčného tuku skotu. 2011. Habilitační práce. JČU České Budějovice, 60 s.
83. SAMKOVÁ, E., R. CEMPÍRKOVÁ, O. HANUŠ, L. HASOŇOVÁ, J. HLAVÁČEK, P. JELEN, J. JEŘÁBKOVÁ, J. KOPÁČEK T., LUŽOVÁ, P. NAVRÁTILOVÁ, R. SEYDLOVÁ, J. ŠPIČKA, K. ŠUSTOVÁ, L. VORLOVÁ a M. VYLETĚLOVÁ: *Mléko: produkce a kvalita*. 2012. JČU, České Budějovice, 240 s. ISBN: 978–80–7394–383–7.
84. SAMPELAYO, M. R. S., J. J. M. ALONSO, L. PEREZ, F. G. EXTREMERA a J. BOZA: Dietary supplements for lactating goats by polyunsaturated fatty acid-rich protected fat. *Journal of Dairy Science*. 2004. (87), s. 1796-1802.
85. SAMPELAYO, M. R. S., Y. CHILLIARD, P. SCHMIDELY a J. BOZA: Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 2007. 68(1-2), s. 42-63.
86. SANTOS, S. F., M. A. D. BOMFIM, M. J. D. CÂNDIDO, M. M. C. SILVA, L. P. S. PEREIRA, M. A. SOUZA NETO, D. S. GARRUTI a L. S. SEVERINO: Efeito da casca de mamona sobre a produção, composição e ácidos graxos do leite de cabra. *Archivos de Zootecnia*. 2011. 60(229), s. 113–122.
87. SCHWENDEL, B. H., T. J. WESTER, P. C. H. MOREL, M. H. TAVENDALE, C. DEADMAN, N. M. SHADBOLT a D. E. OTTER: Invited review: Organic and conventionally produced milk-An evaluation of influence factors on milk composition. *Journal of Dairy Science*. 2015. 98(4), s. 2831-2831.

88. SELVAGGI, M., V. LAUDADIO, C. DARIO a V. TUFARELLI: Major proteins in goat milk: an updated overview on genetic variability. *Molecular Biology Reports*. 2014. 41(2), s. 1035–1048.
89. SKOUPÁ, L.: *Začínáme s chovem ovčí a koz*. 2014. Praha: Nakladatelství Brázda, s.r.o., 104 s. ISBN 978–80–209–406–5.
90. SORYAL, K., F. A. BEYENE, S. ZENG, B. BAH a K. TESFAI: Effect of goat breed and milk composition on yield, sensory quality, fatty acid concentration of soft cheese during lactation. *Small Ruminant Research*. 2005. 58(3), s. 275-281.
91. SOYEURT, H., A. GILLON, S. VANDERICK, P. MAYERES, C. BERTOZZI a N. GENGLER: Estimation of heritability and genetic correlations for the major fatty acids in bovine milk. *Journal of Dairy Science*. 2007. 90, s. 4435-4442.
92. STEINHART, C.: Conjugated linoleic acid – The good news about animal fat. *Journal of chemical education*. 1996. 73, s. A302.
93. STOOP, W. M., J. A. M. VAN ARENDONK, J. M. L. HECK, H. J. F. VAN VALENBERG a H. BOVENHUIS: Genetic parameters for major milk fatty acids and milk production traits of Dutch Holstein-Friesians. *Journal of Dairy Science*. 2008. 91, s. 385-394.
94. STRZAŁKOWSKA, N., A. JÓŹWIK, E. BAGNICKA, J. KRZYŻEWSKI, K. HORBAŃCZUK, B. PYZEL a J. O. HORBAŃCZUK: Chemical composition, physical traits and fatty acid profile of goat milk as related to the stage of lactation. *Animal Science Papers and Reports*. 2009. 27(4), s. 311–320.
95. STUPKA, R.: *Chov zvířat*. 2013. Praha: Powerprint, s. 229–234. ISBN 978–80–87415–66–5.
96. ŠÍPALOVÁ, M: *Změny jakostních parametrů mléka a mléčných výrobků*. 2011. Disertační práce. UTB Zlín, 109 s.
97. TALPUR, F. N., M. I. BHANGER a N. N. MEMON: Milk fatty acid composition of indigenous goat and ewe breeds from Sindh, Pakistan. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2009. 22(1), s. 59-64.
98. TRUONG, T., M. PALMER, N. BANSAL a B. BHANDARI: SpringerBriefs in Food, Health and Nutrition: Effect of milf fat globule size on the physical functionality of dairy products. 2016. 70 s. ISBN 978-3-319-23877-7.
99. TUDISCO, R., A. BOVERA, G. GUGLIELMELLI, F. MONIELLO a F. INFASCELLI: Influence of organic systems on milk fatty acid profile and CLA in goats. *Small Ruminant Research*. 2010. 88 (2-3), s. 151-155.
100. VELÍŠEK, J. a J. HAJŠLOVÁ: *Chemie potravin I*. 2009. 3. vydání, Tábor: OSSIS, 580 s. ISBN 978-80-86659-17-6.

101. VOLKMANN, A., G. RAHMANN a W. KNAUS: Fatty acid composition of goat milk produced under different feeding regimens and the impact on Goat Cheese. *Proceedings of the 4<sup>th</sup> ISOFAR Scientific Conference*. 2014. s. 551-554.
102. VYLETĚLOVÁ, M., J. FICNAR a O. HANUŠ: Effects of lipolytic enzymes *Pseudomonas fluorescens* on liberation of fatty acids from milk fat. *Czech Journal of Food Science*. 2000. 18(5), s. 175-182.
103. ŽAN, M., V. STIBILJ a I. ROGELJ: Milk fatty acid composition of goats grazing on alpine pasture. *Small Ruminant Research*. 2006. 64(1-2), s. 45-52.

### **Internetové zdroje**

1. BUCEK, P.: *Význam hodnocení minoritních složek mléka*. ČMSCH [online]. 2010 [cit. 2017-04-03].
2. ČMSCH: *Výsledky kontroly užítkovosti v České republice. Kontrolní rok 2015-2016*. [online]. 2016b [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://www.cmsch.cz>
3. *Svaz chovatelů ovcí a koz* [online]. 2017 [cit. 2017-03-03]. Dostupné z: <http://www.schok.cz/>
4. *USDA: United States Department of Agriculture: National Nutrient Database for Standard Reference* [online]. 2017 [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: <http://ndb.nal.usda.gov/>

### **Normy a ostatní materiály:**

1. ČSN 57 0536: Stanovení složení mléka infračerveným absorpčním analyzátozem, 1999.
2. ČSN EN ISO 13366-2: Mléko – Stanovení počtu somatických buněk – Část 2: Návod pro ovládání fluoro-opto-elektronického přístroje, 2007.
3. ON 57 0534: Stanovení kysací schopnosti mléka. Úřad pro normalizaci a měření, Praha, 1987.
4. ŠPIČKA, J. – osobní informace. 2016. Katedra aplikované chemie JU ZF České Budějovice.
5. Vyhláška č. 211/2004 Sb., o metodách zkoušení a způsobu odběru a přípravy kontrolních vzorků.

## 8. SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ

### Tabulky:

**Tab. 1:** Základní chemické složení kravského, kozího a ovčího mléka.

**Tab. 2:** Zastoupení hlavních mastných kyselin v tuku kozího mléka.

**Tab. 3:** Zastoupení nasycených a nenasyčených mastných kyselin v kravském, ovčím a kozím mléčném tuku.

**Tab. 4:** Průměrná mléčná užitkovost vybraných plemen koz.

**Tab. 5:** Charakteristika realizovaných odběrů kozího mléka.

**Tab. 6:** Základní statistické charakteristiky sledovaných ukazatelů u vzorků kozího mléka (n = 40).

**Tab. 7:** Zastoupení vybraných skupin mastných kyselin (% všech mastných kyselin) u vzorků kozího mléka a z něj vyrobeného jogurtu.

**Tab. 8:** Zastoupení vybraných nasycených mastných kyselin (% všech mastných kyselin) u vzorků kozího mléka a jogurtu.

**Tab. 9:** Zastoupení vybraných nenasyčených mastných kyselin (% všech mastných kyselin) u vzorků kozího mléka a jogurtu.

**Tab. 10:** Zastoupení vybraných skupin mastných kyselin (% všech mastných kyselin) u vzorků kozího mléka v jednotlivých odběrech.

### Obrázky:

**Obr. 1:** Koza anglo-nubijská

### Grafy:

**Graf 1:** Poměr zastoupení nasycených (SFA), mononenasyčených (MUFA) a polynenasycených (PUFA) mastných kyselin v mléce koz a z něj vyrobeném jogurtu.

**Graf 2:** Rozdíly v % zastoupení nasycených mastných kyselin (SFA) a nenasyčených mastných kyselin (UFA) v kozím mléce v průběhu roku.

**Graf 3:** Rozdíly v % zastoupení mastných kyselin (FA) palmitové (C16:0) a olejové (C18:1n9) v mléčném tuku koz v průběhu roku.

**Graf 4:** Rozdíly v % zastoupení mastných kyselin s krátkým (SCFA), středně dlouhým (MCFA) a dlouhým řetězcem (LCFA) v kozím mléce v průběhu roku.

**Graf 5:** Změny v zastoupení mastných kyselin (FA) kapronové (C6:0), kaprinové (C8:0) a kaprylové (C10:0) v mléčném tuku koz v průběhu roku.