

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Studijní program: NMSP N 4103 Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz**

(The proportion of fatty acids in goat milk fat)

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Eva SAMKOVÁ, Ph.D.

Autor diplomové práce:

Bc. Kamila SAMOHEJLOVÁ

Konzultant: Ing. Eva Dadáková, Ph.D

České Budějovice

2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kamila SAMOHEJLOVÁ**  
Osobní číslo: **Z10670**  
Studijní program: **N4103 Zootechnika**  
Studijní obor: **Zootechnika**  
Název tématu: **Zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz.**  
Zadávací katedra: **Katedra veterinárních disciplin a kvality 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 a mléčných produktů. Znalost působení faktorů ovlivňujících spektrum mastných kyselin pak přispívá k možnosti pozměnit složení mléčného tuku.

Cílem diplomové práce bude posouzení spektra mastných kyselin mléčného tuku koz na vybrané farmě a sledování rozdílů v zastoupení významných mastných kyselin v rámci vybraných faktorů. Diplomová práce je součástí řešení projektu QH 81210.

Předložená práce bude zpracována na základě zásad zpracování diplomových prací uvedených na [http://www.zf.jcu.cz/studenti/dokumenty%20pro%20studenty/formulare-a-dokumenty-ke-stazeni/technika\\_zpracovani\\_dp\\_2007\\_1.pdf](http://www.zf.jcu.cz/studenti/dokumenty%20pro%20studenty/formulare-a-dokumenty-ke-stazeni/technika_zpracovani_dp_2007_1.pdf) podle následující rámcové osnovy:

1. Úvod - charakteristika a význam řešené problematiky včetně uvedení cílů práce
2. Literární přehled - současný stav poznání problematiky získaný studiem vědecké a odborné literatury
3. Materiál a metodika - charakteristika zemědělského podniku, odběr vzorků a jejich analýza a popis použitých metod včetně statistických
4. Výsledky a diskuse - tabulkové a grafické zpracování získaných dat navazující na cíle práce, jejich statistické vyhodnocení a porovnání se zjištěnými literárními údaji
5. Závěr - stručné shrnutí výsledků vlastní práce, návrhy a doporučení vyplývající z řešené problematiky
6. Summary - přehled a nejdůležitější výsledky včetně klíčových slov (v anglickém jazyce)
7. Seznam literatury - podle zásad ČSN 01 0197, ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2.

Rozsah grafických prací: 10-20 stran (tabulky, grafy)

Rozsah pracovní zprávy: 30-40 stran textu

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- CHILLIARD, Y.: A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. J. Dairy Sci., 2003, 86 (5): 1751-1769.
- JENNESS, R.: Composition and characteristics of goat milk: Review 1968-1979. J. Dairy Sci., 1980, 63: 1605-1630.
- SAMKOVÁ, E. et al.: Mastné kyseliny mléčného tuku skotu a faktory ovlivňující jejich zastoupení. Vědecká monografie. 1. vyd. České Budějovice: JU ZF, 2008. 90 s.
- SAWAYA, W.N. et al.: Chemical composition and nutritive value of goat milk. J. Dairy Sci., 1984, 67 (8): 1655-1659.
- AGNIHOTRI, M.K., PRASAD, V.S.S.: Biochemistry and processing of goat milk and milk-products. Small ruminant research, 1993, 12 (2): 151-170
- Databáze 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.
- Zákony, vyhlášky a nařízení legislativy ČR a EU týkající se zásad a požadavků na jakost a zdravotní nezávadnost živočišných produktů

Vedoucí diplomové práce: Ing. Eva Samková, Ph.D.  
Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Konzultant diplomové práce: Ing. Eva Dadáková, Ph.D.  
Katedra aplikované chemie

Datum zadání diplomové práce: 3. února 2012

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2012



Ing. Karel Suchý, Ph.D.

proděkan pověřený vedením ZF

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13  
370 05 České Budějovice



prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 3. února 2012

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně na základě vlastních poznatků a s použitím pramenů, uvedených v přehledu literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, 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.

V Českých Budějovicích, 27. dubna 2012

.....  
Bc. Kamila Samohejlová

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala za cenné rady a odborné vedení při zpracování své vedoucí diplomové práce Ing. Evě Samkové, Ph.D. Dále bych také chtěla poděkovat své rodině a přátelům, kteří mě podporovali během celého studia.

## **Abstrakt:**

Práce se zabývá posouzením zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz na vybrané farmě a sledováním zastoupení významných mastných kyselin v rámci vybraných faktorů. Odběry vzorků proběhly v letech 2010 a 2011 a byly provedeny celkem tři odběry v různém stádiu laktace. Hodnocení mastných kyselin bylo provedeno jak v rámci skupin, tak pro významné kyseliny samostatně. Do práce bylo zahrnuto také hodnocení jakostních ukazatelů kozího mléka a dojivosti.

**Klíčová slova:** koza, složení mléka, mléčný tuk, mastné kyseliny, stádium laktace

## **Abstract:**

The thesis deals with the assessment of proportion of fatty acids in milk fat on goat farm and watching the selected proportion of major fatty acids in the selected factors. Sampling took place between 2010 and 2011, were made three taking of milk in a different stage of lactation. Evaluation of fatty acids was carried out both within groups and for major acid alone. The thesis was also included evaluation of quality indicators and yield of goat milk.

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

# OBSAH

|   |    |
|---|----|
| PŘEHLED ZKRATEK .....   | 9  |
| 1 ÚVOD .....  | 10 |
| 2 LITERÁRNÍ PŘEHLED.....  | 11 |
| 2.1 Složení kozího mléka .....  | 11 |
| 2.1.1 Bílkoviny.....  | 11 |
| 2.1.2 Tuky .....  | 12 |
| 2.1.3 Sacharidy.....  | 13 |
| 2.1.4 Vitamíny a minerální látky.....   | 14 |
| 2.2 Mastné kyseliny .....   | 16 |
| 2.2.1 Rozdělení mastných kyselin.....   | 16 |
| 2.2.2 Význam mastných kyselin .....   | 19 |
| 2.3 Vybrané faktory ovlivňující zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku<br>koz ..... | 21 |
| 2.3.1 Druh přežvýkavce .....  | 21 |
| 2.3.2 Stádium laktace .....   | 22 |
| 2.3.3 Krmná dávka .....   | 23 |
| 2.3.4 Systém chovu .....  | 26 |
| 3 MATERIÁL A METODIKA .....   | 27 |
| 3.1 Cíl práce .....   | 27 |
| 3.2 Charakteristika farmy.....  | 27 |
| 3.3 Charakteristika krmné dávky .....   | 27 |
| 3.4 Charakteristika plemene.....  | 28 |
| 3.5 Odběr a analýza vzorků.....   | 30 |
| 3.5.1 Stanovení jakostních ukazatelů mléka .....  | 30 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.5.2 | Stanovení mastných kyselin mléčného tuku .....                          | 31 |
| 3.6   | Statistické a vyhodnocovací metody .....                                | 32 |
| 4     | VÝSLEDKY A DISKUZE .....  | 34 |
| 4.1   | Hodnocení jakostních ukazatelů kozího mléka v průběhu celé laktace..... | 34 |
| 4.2   | Hodnocení jakostních ukazatelů kozího mléka u sledované skupiny .....   | 35 |
| 4.2.1 | Dojivost a ukazatele chemického složení kozího mléka.....               | 37 |
| 4.2.2 | Ostatní vybrané ukazatele .....   | 40 |
| 4.3   | Hodnocení zastoupení mastných kyselin a jejich skupin.....              | 42 |
| 4.3.1 | Hodnocení zastoupení mastných kyselin v rámci skupin .....              | 42 |
| 4.3.2 | Hodnocení zastoupení nejdůležitějších mastných kyselin .....            | 47 |
| 4.3.3 | Hodnocení vlivu pořadí laktace na zastoupení mastných kyselin.....      | 51 |
| 5     | ZÁVĚR .....   | 53 |
| 6     | POUŽITÁ LITERATURA.....   | 55 |
| 7     | SEZNAM TABULEK A GRAFŮ .....  | 64 |



## PŘEHLED ZKRATEK

|                 |  |
|-----------------|--|
| ALA             | alfa-linolenová kyselina                             |
| BMM             | bod mrznutí mléka                                    |
| CLA             | konjugovaná linolová kyselina                        |
| DHA             | dokosahexaenová kyselina                             |
| EPA             | eikosapentaenová kyselina                            |
| FA              | mastná kyselina                                      |
| HFA             | hypercholesterolemické mastné kyseliny               |
| KD              | krmná dávka  |
| LCFA            | mastné kyseliny s dlouhým řetězcem                   |
| MUFA            | monoenové nenasycené mastné kyseliny                 |
| NEFA            | neesterifikované mastné kyseliny                     |
| PSB             | počet somatických buněk                              |
| PUFA            | polyenové nenasycené mastné kyseliny                 |
| PUFA <i>n-3</i> | polyenové nenasycené mastné kyseliny řady <i>n-3</i> |
| PUFA <i>n-6</i> | polyenové nenasycené mastné kyseliny řady <i>n-6</i> |
| SFA             | nasycené mastné kyseliny                             |
| TPS             | tukuprostá sušina                                    |
| UFA             | nenasycené mastné kyseliny                           |
| VFA             | těkavé mastné kyseliny                               |

# 1 ÚVOD

Kozy jsou jedny z nejstarších domestikovaných zvířat. Kozí mléko a sýry byly například uctívány již ve starém Egyptě. Někteří faraóni si prý tyto potraviny ukládali mezi jiné poklady do své pohřební komory. Kozí mléko bylo také široce konzumováno starými Řeky a Římany a zůstalo populární v celé historii. Jeho spotřeba na celém světě stále roste.

Kozí mléko zaujímá přibližně jen 2 % z celkové světové produkce mléka. Jeho ekonomický význam je však značný a to především v rozvojových, ale i v některých vyspělých zemích, kde nejsou vhodné klimatické podmínky pro chov skotu a produkci kravského mléka. Kozí mléko obsahuje mnoho živin s relativně nízkým obsahem energie. Výrobky z kvalitního kozího mléka jsou velmi žádané jak na našem, tak i zahraničním trhu, a to nejen pro svoji výživovou hodnotu, ale i pro zlepšení jídelníčku všech skupin obyvatelstva.

Specifická chuť kozího mléka souvisí s vyšším obsahem mastných kyselin s krátkým řetězcem. Mezi tyto mastné kyseliny patří kyselina máselná, kapronová, kaprylová a kaprinová. V porovnání s kravským, obsahuje kozí mléko větší množství nenasycených mastných kyselin linolové a  $\alpha$ -linolenové, jež mají vliv na zvýšení odolnosti organismu proti infekčním chorobám a působí proti ateroskleróze či zabraňují předčasnému stárnutí.

Cílem diplomové práce bude posouzení spektra mastných kyselin mléčného tuku koz na vybrané farmě a sledování rozdílů v zastoupení významných mastných kyselin v rámci vybraných faktorů.

## 2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Složení kozího mléka

Z chemického hlediska je mléko velmi komplikovaný disperzní systém, ve kterém kaseinové molekuly tvoří micelární disperze, globulární bílkoviny syrovátky koloidní disperze, tuk přítomný ve formě tukových kapek tvoří emulzi, částice lipoproteinů koloidní suspenzi, nízkomolekulární látky (laktóza aj. sacharidy, volné aminokyseliny, minerální látky, ve vodě rozpustné vitamíny) tvoří pravý roztok (**tabulka 1**). Typické zbarvení souvisí s rozptylem a absorpcí světla na tukových částicích a micelách kaseinů, nažloutlé zbarvení mléka způsobují karotenoidní látky přítomné v tukové fázi, nazelenalé zbarvení syrovátky přítomný riboflavin (Velíšek, 1999).

**Tabulka 1** Zastoupení jednotlivých složek v kozím mléce

| Složka mléka | Obsah v %   |
|--------------|-------------|
| Voda         | 84,8 – 88,8 |
| Sušina       | 11 – 15     |
| Tuk          | 3,2 – 4,2   |
| Bílkoviny    | 3,3 – 3,8   |
| Laktóza      | 4,2 – 4,6   |
| Popeloviny   | 0,75 – 0,95 |

Zdroj: <http://www.zootechnika.cz/clanky/chov-koz/chov-koz-obecne/kozimleko.html>, 2011

#### 2.1.1 Bílkoviny

Mléčné bílkoviny obsahují všech 9 esenciálních aminokyselin důležitých pro lidskou výživu. Mléčné bílkoviny jsou syntetizovány v mléčné žláze, ale až 60 % aminokyselin nutných k tvorbě bílkovin získávají přežvýkavci krmiva (<http://www.milkfacts.info/Milk%20Composition/Protein.htm>, 2011).

Z chemického hlediska jsou bílkoviny dlouhé řetězce různých aminokyselin spojených navzájem peptidickou vazbou. Jejich struktura je velmi složitá, rozlišujeme primární strukturu, která je dána jednotlivými aminokyselinami

a pořadím, v jakém jsou za sebe řazeny. Sekundární struktura pak charakterizuje jejich uspořádání v molekule, terciální struktura definuje další prostorové uspořádání molekul a vzájemné propojování jednotlivých makromolekul definuje kvartérní strukturu dané bílkoviny (Pavelka, 1996).

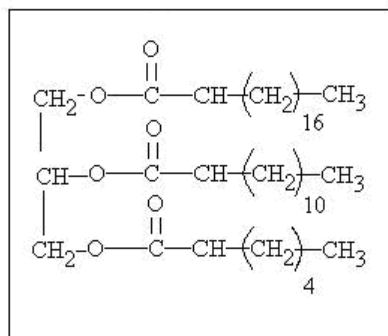
Mléčné proteiny jsou směsí dvou hlavních typů proteinů: kaseinů (v mléce přežvýkavců zhruba 80 % mléčných proteinů) a syrovátkových proteinů (tvoří asi 20 % proteinů mléka) (Velíšek, 1999). Do skupiny kaseinových bílkovin patří několik typů kaseinů (alfa<sub>s</sub>-kasein, beta-kasein, kapa-kasein), každý má specifické chemické složení, genetické varianty a funkční vlastnosti. Kaseiny jsou v mléce v komplexu tzv. micel, mají relativně náhodnou, otevřenou strukturu.

Ze syrovátkových bílkovin tvoří přibližně 50 % β-laktoglobulin, 20 % α-laktalbumin, dále pak sérový albumin, imunoglobuliny, laktoferin, transferin a mnoho dalších proteinů. Stejně jako ostatní složky mléka mají syrovátkové bílkoviny své charakteristické složení a varianty. Obsahují velké množství sirných aminokyselin. Tyto aminokyseliny vytváří kompaktní řetězce. Při porušení těchto struktur dochází k nežádoucímu procesu - denaturaci. Ovšem při výrobě jogurtů je denaturace žádoucí a využívá se ke zlepšení struktury jogurtu (<http://www.milkfacts.info/Milk%20Composition/Protein.htm>, 2011).

## 2.1.2 Tuky

Z chemického hlediska jsou tuky v podstatě triacylglyceroly (**obrázek 1**), tedy látky složené ze tří mastných kyselin a glycerolu. V mléčném tuku je obsažena velká škála mastných kyselin, blíže o nich pojednává kapitola 2.2.

**Obrázek 1** Struktura triacylglycerolu



Zdroj: <http://www.agroscope.admin.ch/milchfett/index.html?lang=en>, 2011

Mléčný tuk je přítomen v mléce ve formě kapének velikých cca 1-10 mikronů. Tyto kapénky jsou uzavřeny a chráněny membránou, která se nazývá primární tuková membrána. Tato membrána je složena převážně z látek emulgačního charakteru, především fosfolipidů, lipoproteinů a cholesterolů, jenž přispívají k rovnoměrnému rozložení tukových kapének. Membrána se tvoří až v závěrečné fázi tvorby mléka (<http://www.agroscope.admin.ch/milchfett/index.html?lang=en>, 2011).

Mastné kyseliny se dělí podle délky řetězce na nižší mastné kyseliny se 4 - 10 atomy uhlíku a na vyšší mastné kyseliny s více než 10 atomy uhlíku (Kalač, 2001). Kromě toho se mastné kyseliny nejčastěji dělí podle počtu dvojných vazeb na nasycené (0), mononenasyčené (1) a polynenasycené (2 a více dvojných vazeb). Mléčný tuk koz obsahuje více mastných kyselin s krátkým řetězcem než mléčný tuk dojnic (Křížek a kol., 1992).

Mléčný tuk obsahuje všechny vitamíny rozpustné v tucích. Jedná se 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). Kozí mléko má neobyčejně bílou barvu, která je výsledkem nepřítomnosti karotenů v tuku (Křivda, 2006).

### 2.1.3 Sacharidy

Sacharidy mají v buňkách různorodé funkce. Využívají se především jako zdroj energie a spolu s bílkovinami a lipidy patří k hlavním živinám. Jsou základními stavebními jednotkami mnoha buněk, chrání buňky před působením různých vnějších vlivů. Jsou biologicky aktivními látkami nebo složkami mnoha biologicky aktivních látek jako jsou glykoproteiny, některé koenzymy, hormony a vitamíny (Velíšek, 1999).

Podle počtu cukerných jednotek vázaných v molekule se sacharidy dělí na:

- monosacharidy
- oligosacharidy
- polysacharidy neboli glykany
- složené nebo komplexní sacharidy

Monosacharidy, a to především glukóza, se v mléce vyskytují v nevýznamném množství (Velíšek, 1999). Nejdůležitějším sacharidem obsaženým v mléce, patřícím mezi oligosacharidy, je bezesporu laktóza.

Laktóza je velmi často označována jako mléčný cukr. Její molekulu tvoří dvě hexózy -  $\beta$ -D-galaktopyranosa (galaktóza) a D-glukopyranosa (glukóza), které jsou spojeny glykosidickou vazbou (Kalač, 2001). Laktóza je z chemického hlediska velmi stabilní. Je volně rozpustná ve vodě, nicméně rozpustnost laktózy je mnohem nižší než u jiných běžných cukrů. Rozpustnost se zvyšuje s rostoucí teplotou. Velikost částic laktózy také ovlivňuje její rychlost rozpouštění. Hrubé krystaly laktózy se rozpustí mnohem pomaleji, než drobné částice. Obdobně jako jiné cukry se při vyšší teplotě rozkládá, karamelizuje a způsobuje tím „vařivou“ chuť výrobků (Pavelka, 1996).

Laktóza je ideální zdroj uhlíku pro bakterie mléčného kvašení (Grieger, 1990). Snadno podléhá mléčnému kvašení mnoha druhy bakterií za vzniku kyseliny mléčné. Je štěpena v tenkém střevě enzymem beta-galaktosidázou, který se vytváří u většiny lidí jen v dětském věku (Křížek a kol., 1992).

#### **2.1.4 Vitamíny a minerální látky**

Vitamíny mají v těle mnoho rolí, podílejí se na metabolismu kofaktorů, transportu kyslíku a působí jako antioxidanty. Pomáhají tělu ve využití sacharidů, bílkovin a tuků. Mléko obsahuje ve vodě rozpustné vitamíny thiamin (vitamín B<sub>1</sub>), riboflavin (vitamín B<sub>2</sub>), niacin (vitamín B<sub>3</sub>), kyselinu pantotenovou (vitamín B<sub>5</sub>), vitamín B<sub>6</sub> (pyridoxin), vitamín B<sub>12</sub> (kobalamin), vitamín C a kyselinu listovou. Mléko rovněž obsahuje vitamíny rozpustné v tucích A, D, E a K. Obsah vitamínů rozpustných v tucích závisí na obsahu tuku v mléce.

Minerální látky mají také v těle mnoho rolí. Ovlivňují funkci enzymů, správný vývoj kostí, vodní bilanci a transport kyslíku. Mléko je dobrým zdrojem vápníku, hořčíku, fosforu, draslíku, selenu a zinku. Mnoho minerálních látek v mléce se vyskytuje v podobě solí, jako např. fosforečnan vápenatý. V mléce je přibližně 67 % vápníku, 35 % hořčíku a 44 % fosfátů ve formě solí vázaných v rámci kaseinových micel a zbytek je rozpuštěn v sérové frakci. To ovšem nemá vliv na nutriční dostupnost těchto minerálních látek.

Mléko obsahuje také malé množství mědi, železa, manganu a sodíku, ale jejich obsah v mléce není považován za hlavní zdroj těchto minerálních látek ve stravě (<http://www.milkfacts.info/Milk%20Composition/VitaminsMinerals.htm>, 2011).

Obsah minerálních látek v kozím mléce se pohybuje od 0,7 – 0,85 %. Ve srovnání s lidským a kravským mlékem obsahuje kozí mléko více vápníku, fosforu a draslíku (Silanikove a kol., 2010).

## 2.2 Mastné kyseliny

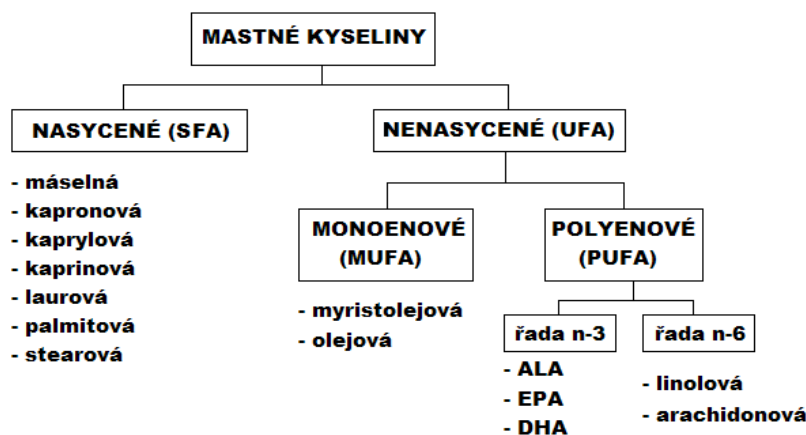
Mastné kyseliny (FA) jsou nejdůležitější a z hlediska výživy nejvýznamnější složkou lipidů (Velíšek, 1999). Mléko obsahuje přibližně 3,4 % tuku z celkového množství sušiny. V mléčném tuku lze nalézt více než 400 jednotlivých mastných kyselin. Mléčný tuk obsahuje přibližně 65 % nasycených, 30 % mononenasycených a 5 % polynenasycených mastných kyselin. Nicméně zhruba 15 až 20 mastných kyselin tvoří celých 90 % mléčného tuku (<http://www.milkfacts.info/Milk%20Composition/Fat.htm>, 2011).

Podle názvosloví používaného v organické chemii se jako mastné kyseliny označují karboxylové kyseliny s alifatickým uhlovodíkovým řetězcem. Tuto definici však nelze aplikovat úplně jednoznačně na mastné kyseliny přítomné v lipidech. Některé mastné kyseliny podle definice užívané v organické chemii (např. octová kyselina) nejsou v přírodních lipidech přítomny, i když se mohou vyskytovat v průmyslových tukových výrobcích. Naopak některé mastné kyseliny vázané v lipidech jsou alicyklické nebo dokonce aromatické sloučeniny (Velíšek, 1999).

### 2.2.1 Rozdělení mastných kyselin

Mastné kyseliny vyskytující se v přírodě lze rozdělit podle chemické struktury do několika skupin (**obrázek 2**).

**Obrázek 2** Skupiny mastných kyselin a jejich hlavní zástupci



ALA=  $\alpha$ -linolenová kyselina, EPA = eikosapentaenová kyselina, DHA = dokosahexaenová kyselina

Zdroj: upraveno Samková a kol., 2008



### Nasyčené mastné kyseliny (SFA, saturated fatty acids)

Tyto kyseliny obsahují 4 až 60 atomů uhlíku a mají zpravidla rovný nerozvětvený řetězec, nejčastěji se sudým počtem atomů uhlíku (**tabulka 2**). V malém množství jsou doprovázeny kyselinami s lichým počtem atomů. Nasyčené mastné kyseliny mají vzorec  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{COOH}$ . Hlavními představiteli v mléčném tuku jsou kyselina butanová ( $\text{C}_{4:0}$ ), kapronová ( $\text{C}_{6:0}$ ), kaprylová ( $\text{C}_{8:0}$ ), kaprinová ( $\text{C}_{10:0}$ ), laurová ( $\text{C}_{12:0}$ ), myristová ( $\text{C}_{14:0}$ ), palmitová ( $\text{C}_{16:0}$ ) a stearová ( $\text{C}_{18:0}$ ) (Komprda, 2003; Samková a kol., 2008).

### Tabulka 2 Zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz

(% z celkových mastných kyselin)

| Mastná kyselina   | %    | Mastná kyselina   | %     | Mastná kyselina                    | %     |
|-------------------|------|-------------------|-------|------------------------------------|-------|
| $\text{C}_{4:0}$  | 2,18 | $\text{C}_{13:0}$ | 0,15  | $\text{C}_{17:1}$                  | 0,39  |
| $\text{C}_{6:0}$  | 2,39 | $\text{C}_{14:0}$ | 9,81  | $\text{C}_{18:0}$                  | 8,88  |
| $\text{C}_{8:0}$  | 2,73 | $\text{C}_{14:1}$ | 0,18  | $\text{C}_{18:1}$ total            | 19,30 |
| $\text{C}_{10:0}$ | 9,97 | $\text{C}_{15:0}$ | 0,71  | $\text{C}_{18:2}$ total            | 3,19  |
| $\text{C}_{10:1}$ | 0,24 | $\text{C}_{16:0}$ | 28,20 | $\text{C}_{20:0}$                  | 0,15  |
| $\text{C}_{12:0}$ | 4,99 | $\text{C}_{16:1}$ | 1,59  | $\text{C}_{18:3}$                  | 0,42  |
| $\text{C}_{12:1}$ | 0,19 | $\text{C}_{17:0}$ | 0,72  | $\text{C}_{18:2}$ conjugated total | 0,70  |

Zdroj: Alonso a kol. (1999)

### Nenasycené monoenové mastné kyseliny (MUFA, monounsaturated fatty acids)

MUFA obsahují jednu dvojnou vazbu. Vzájemně se od sebe odlišují počtem atomů uhlíku, polohou dvojně vazby a prostorovou konfigurací. Polohou dvojně vazby rozumíme umístění dvojně vazby v řetězci (počítáno od karboxylové skupiny), v literatuře se často užívá symbol  $\Delta^a$ , kde a je číslo uhlíku, ze kterého dvojná vazba vychází.

Prostorová konfigurace závisí na orientaci substituentů (-H či  $-\text{CH}_2-$ ) vůči rovině dvojně vazby. Jestliže stejné substituenty jsou na téže straně vazby, isomer je označován jako *cis*- či *Z*-, jsou-li na opačných stranách, označuje se jako *trans*- či *E*-. Označení *Z* (zusammen = spolu) a *E* (entgegen = protilehlý) je novější, ale v praxi je běžnější označení *cis*- a *trans*- (Samková a kol., 2008).

V posledních letech je příjem *trans* mastných kyselin spojen s rizikem ischemické choroby srdeční. Hlavním zdrojem *trans* nenasycených mastných kyselin jsou především částečně hydrogenované rostlinné tuky a oleje (Alonso a kol., 1999). MUFA mají vzorec:  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_m - \text{COOH}$ . Do této skupiny patří kyseliny (**tabulka 2**): myristolejová ( $\text{C}_{14:1n5}$ ), palmitolejová ( $\text{C}_{16:1n7}$ ), olejová ( $\text{C}_{18:1n9}$ ), elaidová ( $\text{C}_{18:1n9}$ ), vakcenová ( $\text{C}_{18:1n7}$ ), eruková ( $\text{C}_{22:1n9}$ ) (Komprda, 2003; Samková a kol., 2008).

### **Nenasycené polyenové mastné kyseliny (PUFA, polyunsaturated fatty acids)**

PUFA jsou mastné kyseliny obsahující dvě a více dvojných vazeb. Základní rozlišení je stejné jako u mastných kyselin monoenových, navíc se ještě podle vzdálenosti mezi dvěma vazbami rozdělují PUFA na izolované (vzájemně vzdálené dvojně vazby oddělené alespoň dvěma vazbami jednoduchými), konjugované (dvojně vazby jsou ob jeden atom uhlíku, tzn. oddělené jednou vazbou jednoduchou) a kumulované (dvojně vazby jsou vedle sebe). Zejména z výživového hlediska se PUFA označují podle polohy první dvojně vazby od methylového konce uhlíkového řetězce ( $\text{CH}_3-$ ), pak je dělíme na PUFA řady n-3 nebo řady n-6 (Samková a kol., 2008).

Mezi nejdůležitější PUFA patří konjugovaná linolová kyselina ( $\text{C}_{18:2n7}$ ), linolová ( $\text{C}_{18:2n6}$ ),  $\gamma$ -linolenová ( $\text{C}_{18:3n6}$ ), arachidonová ( $\text{C}_{20:4n6}$ ),  $\alpha$ -linolenová ( $\text{C}_{18:3n3}$ ), eikosapentaenová ( $\text{C}_{20:5n3}$ ) a dokosahexaenová ( $\text{C}_{22:6n3}$ ) (Komprda, 2003; Samková a kol., 2008).

Pro člověka jsou esenciální především dvě mastné kyseliny: kyselina linolová a  $\alpha$ -linolenová (ALA). První je výchozím metabolitem PUFA řady n-6, druhá řady n-3. Z těchto mastných kyselin je už lidský organizmus pomocí enzymů desaturáz (zvyšují počet dvojných vazeb v molekule FA) a elongáz (prodlužují molekulu FA) schopen tvořit další potřebné metabolity v rámci obou řad. Důležitý je především vyvážený poměr příjmu PUFA n-6 a n-3 v potravě.

Fyziologicky nejvýznamnějším metabolitem kyseliny linolové je kyselina arachidonová. Nejvýznamnějšími metabolity ALA jsou kyseliny eikosapentaenová (EPA) a dokosahexaenová (DHA). Významnými konečnými metabolity obou řad PUFA jsou tzv. eikosanoidy (prostaglandiny, leukotrieny a tromboxany) s velice důležitými fyziologickými funkcemi. Uvedené eikosanoidy jsou látky jednak

vasoaktivní, resp. vasodilatační a dále látky ovlivňující shlukování krevních destiček (agregaci trombocytů).

### Konjugovaná linolová kyselina (CLA)

Konjugovaná kyselina linolová je skupina geometrických izomerů kyseliny linolové a jejím největším přírodním zdrojem je mléčný tuk přežvýkavců (Parodi, 1999). Byl zjištěn značný zdravotní přínos této kyseliny, a tak zájem o ni neustále roste (Belury, 2002). Více než 90 % z celkového množství CLA v mléčném tuku přežvýkavců představuje *cis*-9, *trans*-11 izomer (Griinari a kol., 2000).

Obsah CLA v mléčném tuku se u jednotlivých druhů přežvýkavců liší. Nejvyšší zastoupení (1,1 %) bylo prokázáno v mléčném tuku ovcí, v kravském a kozím mléce obsah kolísá mezi 0,4 – 0,9 % z celkových mastných kyselin (Chilliard a kol., 2003).

## **2.2.2 Význam mastných kyselin**

Mastné kyseliny mají v organismu řadu důležitých úloh. V triacylglycerolech jsou zdrojem metabolické energie, v tukové tkáni slouží jako mechanické a tepelné izolátory, ve formě fosfolipidů jsou strukturními složkami membrán. Nenasycené mastné kyseliny s 20 atomy uhlíku jsou prekurzory eikosanoidů, které mají široké pole autokrinních i parakrinních účinků (Tvrzická a kol., 2009).

Mastné kyseliny jsou ligandy některých nukleárních receptorů, které se účastní mnoha metabolických procesů. Kovalentní modifikace proteinů (acylace) umožňuje jejich inkorporaci do membrán. Řada patologických stavů je doprovázena změnami ve složení mastných kyselin, velmi častý je pokles obsahu UFA a nárůst obsahu SFA (např. u dyslipidémie, malnutrice, zánětu, vrozených chorob). PUFA jsou ve formě dietních doplňků využívány jak k prevenci, tak i k léčbě kardiovaskulárních onemocnění a dalších metabolických poruch (Tvrzická a kol., 2009).

Fyziologické účinky mastných kyselin se posuzují především s ohledem na ovlivnění hladiny sérového cholesterolu. Hladinu sérového cholesterolu zvyšují a působí tedy nepříznivě SFA, především kyselina laurová, myristová a palmitová. Kyselina stearová působí v tomto smyslu neutrálně. Dále hladinu sérového

cholesterolu zvyšují *trans*-nenasycené mastné kyseliny. V opačném smyslu působí (snižování hladiny sérového cholesterolu, tedy pozitivní působení) MUFA a PUFA (Komprda, 2003).

Kozí mléko obsahuje více MUFA a PUFA než kravské mléko. Čerstvé kozí mléko má lehký nádech „koziny“, který je způsoben právě přítomností mastných kyselin s krátkým uhlíkovým řetězcem (Alonso a kol., 1999). Mastné kyseliny kapronová, kaprylová a kaprinová tvoří 15 – 18 % v kozím mléce, v kravském jsou zastoupeny pouze z 5 – 9 % (Haenlein, 1992). Čerstvé a řádně ošetřené kozí mléko je obvykle bez výrazné chuti. Případná silná, pronikavá pachů po kozině je zapříčiněná nehygienickým dojením koz, některým krmivem, špatným zpracováním nebo skladováním mléka (Křivda, 2006).

O mastné kyseliny s krátkým a středně dlouhým řetězcem vzrůstá v poslední době zájem především v terapeutické oblasti. Vzhledem k jejich zvláštnímu metabolismu (jejich trávení začíná už v žaludku) se využívají při léčbě některých metabolických onemocnění. Používají se pro pacienty s deficitem či úplnou nepřítomností žlučových solí, pankreatickou insuficiencí či po resekci střeva (Boza a Sanz Sampelayo, 1997). Dále našly uplatnění ve výživě podvyživených pacientů, předčasně narozených dětí nebo osob trpících epilepsií a jiných poruch (Haenlein, 1992).

Příznivé účinky PUFA n-3 jsou potvrzeny v prevenci ischemické choroby srdeční, vysokého krevního tlaku, diabetes mellitus typu 2, revmatoidní artritidy a některých dalších nemocí (Simopoulos, 1999). Dále se uplatňují při léčbě různých gastrointestinálních poruch a nemocí. Nutriční hodnota kozího mléka může být zvýšena tím, že se zvýší obsah PUFA řady n-3 (Savoini a kol., 2010).

Velmi prospěšnou mastnou kyselinou kozího mléka je konjugovaná kyselina linolová (CLA). CLA má pozitivní účinky na lidské zdraví. Má antikarcinogenní účinky, působí proti obezitě a diabetu (Pariza a kol., 2001). Tato kyselina je primárně zařazována do lidské stravy (Haenlein, 2004).

## 2.3 Vybrané faktory ovlivňující zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz

Zastoupení mastných kyselin je ovlivněno vnitřními faktory jako je např. plemeno, genetické založení a dále faktory vnějšími (**tabulka 3**) – systém krmení, sezónní změny, stádium laktace, podmínky životního prostředí, zdraví zvířat a management stáda (Guo a kol., 2004). Vlivem stáda jsou nejvíce ovlivněny u koz mastné kyseliny kapronová, kaprylová a kaprinová (Alonso a kol., 1999).

**Tabulka 3** Rozdělení faktorů ovlivňující složení mléčného tuku

| Jedinec         | Výživa                  | Prostředí              |
|-----------------|-------------------------|------------------------|
| genetický původ | složení krmné dávky     | sezóna                 |
| plemeno         | úroveň výživy           | technologie chovu      |
| stádium laktace | objemná a koncentrovaná | technika dojení        |
| zdravotní stav  | krmiva a jejich úprava  | zoohygienické podmínky |
|                 | množství a druhy přísad | podnebí                |

Zdroj: Samková a kol. (2008)

### 2.3.1 Druh přežvýkavce

Jak bylo již uvedeno, v kozím mléce se v hojně míře vyskytují mastné kyseliny  $C_{4:0}$  a  $C_{6:0}$ , zatímco v kravském mléce se tyto kyseliny vyskytují v menší míře. Naproti tomu obsah *trans* mastných kyselin v mléčném tuku koz vykazuje nižší hodnoty než v mléčném tuku krav. Avšak podíl jednotlivých *trans*  $C_{18:1}$  a izomerů  $C_{16:1}$  byl u obou druhů srovnatelný (Alonso a kol., 1999).

Tudisco a kol. (2010) prokázali vyšší výskyt následujících UFA:  $C_{18:1n9}$ ,  $C_{18:1n7}$ ,  $C_{18:2n6}$ ,  $C_{18:3n3}$  v mléčném tuku koz. Nejvyšší obsah CLA byl zjištěn u ovčí (1,17 % z mléčného tuku), dále u krav 0,7 % a u koz 0,64 % (Banni a kol., 1996). Haenlein (2004) uvádí, že v mléčném tuku koz je vyšší zastoupení kyselin:  $C_{4:0}$ ,  $C_{6:0}$ ,  $C_{8:0}$ ,  $C_{10:0}$ ,  $C_{12:0}$ ,  $C_{14:0}$ ,  $C_{16:0}$  a naopak nižší u  $C_{18:0}$  a  $C_{18:1n9}$  (**tabulka 4**).

**Tabulka 4** Zastoupení mastných kyselin v kozím, ovčím a kravském mléčném tuku (g/100 g mléka)

|                   | Kozí mléko | Ovčí mléko | Kravské mléko |
|-------------------|------------|------------|---------------|
| C <sub>4:0</sub>  | 0,13       | 0,2        | 0,11          |
| C <sub>6:0</sub>  | 0,09       | 0,14       | 0,06          |
| C <sub>8:0</sub>  | 0,10       | 0,14       | 0,04          |
| C <sub>10:0</sub> | 0,26       | 0,4        | 0,08          |
| C <sub>12:0</sub> | 0,12       | 0,23       | 0,09          |
| C <sub>14:0</sub> | 0,32       | 0,65       | 0,34          |
| C <sub>16:0</sub> | 0,91       | 1,59       | 0,88          |
| C <sub>18:0</sub> | 0,44       | 0,88       | 0,40          |
| SFA               | 2,67       | 4,51       | 2,08          |
| C <sub>16:1</sub> | 0,08       | 0,13       | 0,08          |
| C <sub>18:1</sub> | 0,98       | 1,53       | 0,84          |
| MUFA              | 1,11       | 1,69       | 0,96          |
| C <sub>18:2</sub> | 0,11       | 0,18       | 0,08          |
| C <sub>18:3</sub> | 0,04       | 0,13       | 0,05          |
| PUFA              | 0,15       | 0,302      | 0,12          |

Zdroj: Haenlein (2004) a

<http://0061459.netsolhost.com/Nutrition%20Facts/Nutrient%20Content.htm>

### 2.3.2 Stádium laktace

Plodné období se u koz v našich podmínkách projevuje vzhledem k délce světelného dne od konce léta až do konce podzimu. Hlavní zapouštěcí období je tedy mezi srpnem a prosincem. Začátek laktace u koz je od ledna do května, dle data zapuštění. Fáze laktace se u koz shoduje s ročním obdobím (<http://www.zootechnika.cz/clanky/chov-koz/reprodukce-koz/pohlavni-cyklus-a-plemenitba-koz.html>, 2009).

Studie ukázaly, že negativní energetická bilance na začátku a v polovině laktace má za následek mobilizaci energie (Eknaes a kol., 2006). Vyšší energický příjem vede obvykle k vyšší produkci mléka, mléko má ovšem nízkou tučnost (Schmidely a kol, 1999).

Zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku odráží částečně i fyziologický stav koz. Během období negativní energetické bilance jsou zvířata nucena mobilizovat lipidy uložené v tukové tkáni. Složení mastných kyselin se pak může lišit od produkce, kdy jsou zvířata v optimální kondici (Chilliard a kol., 2003). Donnem a kol. (2010) zjistili, že obsah C<sub>16:0</sub> byl nejvyšší u koz s počáteční špatnou tělesnou

kondicí. Nejvyšší obsah  $C_{18:2n6}$  byl zaznamenán u koz s nízkou nebo střední tělesnou kondicí.

SFA vykazují na začátku laktace vyšší hodnoty než na jejím konci (Sanz Sampelayo a kol., 2007). Stádium laktace ovlivňuje především zastoupení mastných kyselin s dlouhým řetězcem (Alonso a kol., 1999). Sanz Sampelayo a kol. (2004) zjistili vyšší zastoupení PUFA (zejména  $C_{20:5}$ ,  $C_{22:6}$ ) na konci laktace než na jejím začátku. Tudisco a kol. (2010) naměřili nejvyšší hodnoty PUFA v červnu a září. U vzorků odebraných v září, zjistili nejnižší obsah SFA a nejvyšší hodnoty kyseliny linolové a ALA.

### 2.3.3 Krmná dávka

Složení krmné dávky ovlivňuje především zastoupení mastných kyselin s dlouhým řetězcem (Alonso a kol., 1999). Vhodnou skladbou krmné dávky lze docílit i zvýšení MUFA (Martín a kol., 1999) a celkově vyšší zastoupení všech UFA (Czauderna a kol., 2010). Zastoupení mastných kyselin s krátkým a středně dlouhým řetězcem klesá se snižujícím se obsahem energie v krmné dávce (Sanz Sampelayo a kol., 1998).

Morand-Fehr a kol. (2000) uvádějí, že obsah a skladba tuků v krmné dávce patří k nejdůležitějším faktorům, které ovlivňují množství a složení tuku v kozím mléce. Dále autoři uvádějí, že množství krmiva podávané zvířatům není tak zásadní faktor jako obsah tuků v krmné dávce.

Dalším důležitým faktorem je obsah vlákniny v krmné dávce. Vlákna má několik důležitých funkcí: zabezpečuje mechanické nasycení zvířat, podporuje peristaltiku střev a motoriku bачoru či limituje stravitelnost krmiva (Zeman a kol., 2006). Morand-Fehr a kol. (1991) uvádějí, že kozy se zdají být méně citlivé na nedostatek vlákniny než dojnice v krmné dávce. Torii a kol. (2004) uvádějí, že nejcitlivější kyseliny na obsah vlákniny v krmné dávce jsou:  $C_{10:0}$ ,  $C_{12:0}$ ,  $C_{14:0}$ ,  $C_{16:0}$ ,  $C_{16:1n7}$ ,  $C_{18:0}$ ,  $C_{18:3n6}$ .

Dalším důležitým faktorem ovlivňujícím zastoupení FA může být rychlost průchodu krmiva zažívacím traktem koz. U koz je tato rychlost vyšší než krav, což snižuje čas potřebný pro syntézu mastných kyselin v bачoru (Sanz Sampelayo a kol., 2007).

## **Čerstvá píce**

Vhodným způsobem, jak zvýšit obsah PUFA v mléčném tuku koz je pastva nebo zařazení čerstvé píce do krmné dávky (Banni a kol., 1996; Bauman a kol., 2003). Navíc, pokud je pastvina bohatá na luštěniny, může to podle Cabiddu a kol. (2004) přinést zvýšení PUFA až o 6 %.

Kvalitu mléka a zastoupení mastných kyselin ovlivňují především druh píce, vegetační fáze porostu a kvalita pastviny. Kozy pasoucí, se na přírodních pastvinách, dávají mléko se zvýšeným obsahem tuku a minerálních látek. Kozy, pasoucí se na rané fázi porostu přírodních pastvin, poskytují mléko bohaté na CLA (Morand-Fehr a kol., 2007). Mnoho studií dokázalo, že krmení čerstvou pící zvyšuje v mléčném tuku obsah CLA ve srovnání s podáváním ostatních objemných krmiv (seno, siláž). Obsah CLA a dalších UFA v jednotlivých druzích rostlin na pastvině ovlivňuje zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz (Griinari a kol., 2000). Tsiplakou a kol. (2006) taktéž potvrdili, že záleží na růstové fázi porostu, neboť vyšší hodnoty CLA naměřili v rané fázi růstu porostu.

Podle Dewhursta a kol. (2003) obsahují byliny z horských pastvin větší množství UFA, zejména pak ALA a CLA. V důsledku toho je kvalita píce mnohem lepší na horských pastvinách oproti pastvinám z nižších poloh. I tato skutečnost vysvětluje, proč mléko vyprodukované od koz z pastvin obsahuje více těchto kyselin na rozdíl od zvířat, kterým je v krmné dávce podávána kukuřice (Sanz Sampelayo a kol., 2007).

## **Seno a siláž**

Torii a kol. (2004) zkoumali vliv podávání vojtěškového, ovesného sena a kukuřičné siláže na zastoupení mastných kyselin v kozím mléce. Autoři zjistili vyšší množství kyselin kaprylové a kaprinové po podávání vojtěškového a ovesného sena oproti kukuřičné siláži. Gaborit a kol. (2002) také zjistili, že podávání vojtěškového sena zvyšuje obsah SFA, což způsobuje výraznější chuť kozích sýrů. Po zkrmování ovesného sena bylo naměřeno vyšší zastoupení u kyseliny myristové, palmitové a palmitolejové (Torii a kol., 2004). U ostatních kyselin autoři neshledali výrazné rozdíly mezi uvedenými krmivy.

Donnem a kol. (2010) zjistili, že pokud se zpozdila sklizeň siláže, došlo k poklesu obsahu mléčných složek v mléku koz. Současně se snížilo zastoupení



mastných kyselin s krátkým a středně dlouhým řetězcem. Naopak se zvýšil výskyt kyselin s dlouhým řetězcem.

### **Doplňky krmné dávky ovlivňující zastoupení mastných kyselin**

Ke zvýšení zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz dále přispívá také správný poměr objemných a jaderných krmiv (Jiang a kol., 1996) či krmná dávka obohacená o olejové doplňky (Baer a kol., 2001), jako jsou olejnatá semena či rybí tuk (Collomb a kol., 2006).

#### Přidávky semen a luštěnin

Shingfield a kol. (2008) tvrdí, že začlenění luštěnin do krmné dávky může výrazně ovlivnit zastoupení mastných kyselin a biologicky aktivních lipidů v mléce přežvýkavců. Pozitivní účinky na zvýšení obsahu mastných kyselin, zejména CLA, má přidávání semen slunečnice, světlice barvířské nebo sóji do krmné dávky (Chilliard a kol., 2003). Extrudované lněné semínko je vhodným doplňkem na zvýšení zastoupení mastných kyselin, především UFA (Nudda a kol., 2006). Takto upravená semena jsou i lepší variantou než lněný olej (Chilliard a Ferlay, 2004). Baumgard a kol. (2000) uvádějí, že jemně mletá krmiva zvyšují obsah izomerů CLA.

Chichlowski a kol. (2005) sledovali vliv krmení mletých řepkových semen na zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku dojníc. Naměřili vyšší zastoupení mastných kyselin s dlouhým řetězcem. Dále uvádějí, že se snížilo zastoupení kyselin s krátkým a středním řetězcem. Mléčný tuk krav krmených mletou řepkou měl vyšší podíl kyseliny vakcenové a měl tendenci k vyššímu zastoupení *cis*-9, *trans*-11 CLA.

#### Rostlinné a mořské oleje

Matsushita a kol. (2006) zkoumali zvýšení zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz po přidání sojového, řepkového či slunečnicového oleje do krmné dávky. Zjistili, že nejvyšší zastoupení CLA bylo po přidavku slunečnicového oleje, nejnižší naopak po řepkovém. Zvířata krmena přídatkem sojového oleje měla nejvyšší zastoupení MUFA a naopak nejnižší SFA. K těmto závěrům došli také Nudda a kol. (2006).

Mořské oleje bohaté na mastné kyseliny s dlouhým uhlíkovým řetězcem, jako je C<sub>20:5n3</sub> (EPA) a C<sub>22:6n3</sub> (DHA) se ukázaly ještě efektivnější při zvyšování

zastoupení CLA v mléčném tuku koz než rostlinné oleje (Givens a Shingfield, 2006). Doplněním krmné dávky rybím tukem lze zvýšit obsah CLA v mléčném tuku koz z 0,6 % až na 1,93 % z celkového množství mastných kyselin, jak uvádějí Cattaneo a kol. (2006).

#### Další možné přídavky používané v zahraničí

Molina-Alcaide a Yáñez Ruiz (2008) zkoumali použití vedlejších produktů z výroby olivového oleje v krmné dávce koz. Zaznamenali zlepšení kvality mléčného tuku po přidání olivových listů do krmné dávky. Přidání produktů z oliv mělo blahodárny účinek na bachorovou fermentaci koz.

Zařazení citrusové dužiny do krmné dávky koz, coby náhrady obilných zrn, neovlivnilo obsah mléčného tuku, ale mělo vliv na výrazné snížení množství máselné, kapronové, kaprylové a dekanové kyseliny (Fegeros a kol., 1995).

### **2.3.4 Systém chovu**

Ekologické a konvenční chovy používají jiné typy krmiv a proto je zřejmý rozdíl v zastoupení mastných kyselin (Morand-Fehr a kol., 2007). Tudisco a kol. (2010) zjistili vyšší zastoupení mastných kyselin v ekologickém chovu oproti konvenčnímu. Autoři uvádějí vyšší zastoupení především MUFA a PUFA v ekologickém chovu. Byly zaznamenány zejména vyšší obsahy ALA a CLA. V mléce z konvenčních chovů bylo naopak nalezeno vyšší množství kyseliny olejové (Ellis, 2005).

Žan a kol. (2006) zkoumali zastoupení mastných kyselin ve dvou stádech koz chovaných v různé nadmořské výšce. První stádo pocházelo z vysočiny (615 – 630 m.n.m.) a druhé z horských pastvin (1060 – 1075 m.n.m.). Autoři naměřili vyšší zastoupení mastných kyselin kaprylové, kaprinové, laurové, myristové a palmitové v mléčném tuku koz z prvního stáda, zatímco druhé stádo vykazovalo vyšší zastoupení MUFA. Vyšší zastoupení PUFA vykazovaly vzorky mléka ze stáda z vysočiny (3,73 %) než u horského stáda (3,24 %). Vyšší obsah CLA byl naměřen u koz, pasoucích se na horských pastvinách.

## 3 MATERIÁL A METODIKA

### 3.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo posouzení spektra mastných kyselin mléčného tuku koz na vybrané farmě a sledování rozdílů v zastoupení významných mastných kyselin v rámci vybraných faktorů.

Diplomová práce byla součástí řešení projektu QH 81210 – Analýza možností zvýšení hladiny zdraví prospěšných mastných kyselin v syrovém mléce prostřednictvím cílených chovatelských postupů.

### 3.2 Charakteristika farmy

Farma, na níž byly vzorky odebírány, se nachází v kraji Vysočina severně od Pelhřimova v nadmořské výšce 520 m n. m.. Jedná se o farmu rodinného typu, která byla založena v roce 2004. Základ stáda tvoří plemenný materiál dovezený od renomovaných chovatelů z Německa a Nizozemí. V době odběrů čítalo stádo okolo 30-ti kusů koz a dvou kozlů anglonubijského plemene. Všechny laktující kozy byly zapojeny do kontroly užitkovosti.

Farma obhospodařuje celkem plochu 6 hektarů. Tato plocha slouží především jako pastvina pro kozy v letním období a pro sušení sena. Ostatní složky krmné dávky se na farmě nepěstují.

Kozy jsou celoročně ustájeny ve zděné stáji s možností výběhu. Avšak v zimě tento výběh nevyužívají kvůli nepříznivým klimatickým podmínkám. Pastvina pro kozy se nachází na přilehlé louce, jako ohrazení slouží mobilní elektrické oplocení.

Dojení je prováděno strojně dvakrát denně v malé dojárně navazující na stáj. Po sezóně (říjen, listopad) se kozy dojí pouze jednou denně.

### 3.3 Charakteristika krmné dávky

Hlavní složkou v letní krmné dávce je zelená píce, tu mají kozy k dispozici *ad libitum* na přilehlé pastvině. V zimním období je zelená píce nahrazena senem taktéž *ad libitum* (**tabulka 5**). Dalšími složkami krmné dávky jsou: ječmen, oves,

kukuřičné klíčky a namočené řepné řízky. Dále mají kozy k dispozici několik komerčních lizů pro optimální zásobení vitamíny a minerálními látkami.

**Tabulka 5** Skladba krmné dávky

|                  | kg/kus/den        |
|------------------|-------------------|
| Pastva           | <i>ad libitum</i> |
| Ječmen           | 0,53              |
| Oves             | 0,53              |
| Kukuřičné klíčky | 0,27              |
| Řepné řízky      | 0,27              |

### 3.4 Charakteristika plemene

Anglonúbijská koza (AN) je univerzální plemeno koz vhodné pro produkci jak mléka, tak masa (<http://www.rarebreeds.co.nz/nubian.html>, 2011). V České republice je známé především jako mléčné vysokonohé krátko-lesklosrsté plemeno většího tělesného rámce, často s přestavěnou sraženou zádí, konstitučně pevné, s vysokou tučností mléka, s mimořádně vysokou plodností. Do ČR bylo dovezeno v roce 1990. Klub chovatelů Anglonúbijských koz byl založen 4.11.2007 v Ostružné (Horák a Treznerová, 2010).

Plemeno bylo vyšlechtěno v 19. století, křížením původní Staré anglické s orientálním svislouchými plemeny např.: Zaráibi, Chitral, Jamnapari. Plemenná kniha byla založena v roce 1910. Podílelo se na vzniku plemen: Britská, Fidži. Kiko, Maltézká, Peratiki, SRO, Zlatá guernsey. Je chováno v Anglii, v Austrálii, Kanadě a v USA, kde je známé pod názvem Nubijská (Nubian) (Horák a Treznerová, 2010).

Plemeno je velkého tělesného rámce s pevnou konstitucí, na vysokých nohách, s typickou klabonosou hlavou a širokýma svislýma ušima. Živá hmotnost kozlů (**obrázek 2**) v dospělosti je 90 – 110 kg, koz (**obrázek 3**) 60 – 80 kg. U rohatých koz jsou rohy nasazeny široce od sebe, směřují dozadu a neměly by vybočovat ven (<http://www.schok.cz/plemena-koz/plemena-mlecna/anglonubijaska-koza>, 2011). Rohatost není typickým znakem plemene (Horák a Treznerová, 2010).

Krk je bez přívěsků. Hřbet je rovný a dlouhý, kříž může být mírně vyšší než kohoutek, ovšem bez zakřivení páteře. Srst je krátká a jemná bez dlouhých chlupů. Barva bílá, smetanová, světle hnědá, kaštanová, černá, případně i strakatá. Vemeno

je kulaté se širokou základnou, jemné. Poloviny nejsou výrazně odděleny (<http://www.schok.cz/plemena-koz/plemena-mlecna/anglonubijska-koza>, 2011).

Plemeno je charakteristické svou výbornou mléčnou užitkovostí, kvalitou mléka a vysokou plodností. Průměrná užitkovost je okolo 1.000 kg mléka, rekord na úrovni 2.000 kg a tučnost 5 % (od 3,7 - 6,7 %), bílkoviny v průměru 3,8 % (rozpětí 2,7 - 4,4 %). Mléko je velmi bohaté na mléčné složky a proto je právem označováno jako "jerseyeské kozí mléko" (Horák a Treznerová, 2010). Plodnost se pohybuje v rozmezí 200 – 220 %, odchov by měl dosahovat 180 % (<http://www.schok.cz/plemena-koz/plemena-mlecna/anglonubijska-koza>, 2011).

**Obrázek 2** Plemeno koza anglonubijská - kozel



Zdroj:<http://www.zootechnika.cz/fotoalbum/ovce-a-kozy/plemena>, 2011  
koz/anglonubijska-koza---koz-el-.html

**Obrázek 3** Plemeno koza anglonubijská - koza



Zdroj: Sambraus, 2006

### 3.5 Odběr a analýza vzorků

#### 3.5.1 Stanovení jakostních ukazatelů mléka

- 1) Odběry vzorků mléka v průběhu celé laktace byly prováděny podle příslušných předpisů (Vyhláška MZe 211/2004) v 6 ti kontrolních obdobích (**tabulka 6**). Získané vzorky mléka byly analyzovány v laboratoři pro rozbor mléka v Buštěhradě (Českomoravská společnost chovatelů, a. s.). Obsahy tuku, bílkovin a laktózy byly stanoveny infračerveným absorpčním analyzátozem Milcoscan (Foss, Hillerød, Dánsko) dle ČSN 570536/1999. Denní dojivost v kg se zjišťovala přímo v chovu vážením nádojů od jednotlivých koz. Získaná data byla převzata z výsledků kontroly užitkovosti.

**Tabulka 6** Počet zařazených koz a odebraných vzorků sledovaného stáda v kontrole užitkovosti v letech 2010 a 2011

| Rok  | Období               | Počet koz | Počet vzorků |
|------|----------------------|-----------|--------------|
| 2010 | duben až říjen 2010  | 11        | 56           |
| 2011 | březen až srpen 2011 | 18        | 104          |

- 2) Odběry vzorků mléka při sledovaném pokusu byly provedeny podle příslušných předpisů (Vyhláška MZe 211/2004), a to celkem ve třech odběrech: září 2010, květen a říjen 2011. V rámci každého ze tří odběrů byly odebrány vzorky mléka od 12 ti koz. Nádoj v ml od jednotlivých koz se zjišťoval přímo v chovu pomocí odměrného válce. Od každé ze sledovaných koz byly odebrány dva vzorky mléka, jeden na stanovení základního chemického složení mléka, druhý pro stanovení mastných kyselin v mléčném tuku (kapitola 3.5.2).

Analýza jakostních ukazatelů mléka byla provedena ve Výzkumném ústavu pro chov skotu, s.r.o. v Rapotíně. Obsahy tuku, bílkovin, laktózy a tukuprosté sušiny byly stanoveny pomocí přístroje MilkoScan 133B (Foss Electric, Německo) dle ČSN 570536/1999. Obsahy kaseinu a močoviny byly stanoveny přístrojem Lactoscope FTIR (Delta Instruments, Nizozemsko).

Počet somatických buněk byl stanoven pomocí přístroje Fossomatic 90 Instrument (Foss Electric, Německo) dle EN ISO 13366-2. Bod mrznutí mléka byl určen pomocí Cryo-Star (Funke-Gerber, Německo). Aktivní kyselost (pH) byla stanovena pomocí pH-metru CyberScan 510.

### **3.5.2 Stanovení mastných kyselin mléčného tuku**

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

#### **Lyofilizace materiálů**

Vzorek mléka (30 ml) byl umístěn do 150 ml kádinky a zmražen při teplotě  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Následovala lyofilizace po dobu 48 hodin při teplotě  $-46\text{ }^{\circ}\text{C}$  a tlaku 0,07 mbar. Pro lyofilizaci byl použit přístroj Alpha 1-4 LD (Christ, Německo). Lyofilizovaný materiál byl převeden do plastových vzorkovnic a uchováván při  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  do vlastní analýzy.

#### **Extrakce tuku**

Ke vzorku 0,5 g lyofilizovaného mléka ve vialce objemu 8 ml bylo přidáno 5 ml petroletheru. Vialky byly umístěny při laboratorní teplotě do třepačky na tři hodiny. Po sedimentaci byl petroletherový extrakt přímo použit k derivatizaci.

#### **Derivatizace mastných kyselin**

Mastné kyseliny byly převedeny na methylestery reesterifikací petroletherového extraktu tuku methanolovým 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 roztoku.

### Stanovení mastných kyselin

Stanovení mastných kyselin bylo provedeno na přístroji Varian 3800 (Varian Techtron, USA), parametry chromatografické analýzy jsou uvedeny v **tabulce 7**. Identifikace mastných kyselin v mléčném tuku byla provedena pomocí standardů firmy Supelco. Celkem bylo v mléčném tuku zjištěno 57 a identifikováno 49 mastných kyselin. Zastoupení jednotlivých mastných kyselin bylo určeno z poměru ploch jejich píků k celkové ploše píků všech zjištěných mastných kyselin.

**Tabulka 7** Parametry chromatografické analýzy

| Parametr          | Hodnota   |
|-------------------|---|
| Kolona            | SelectFAME 60m/0,25mm   |
| Detektor          | FID   |
| Teplota: - kolona | 55 °C – prodleva 5 min; nárůst 40 °C /min do 170°C;<br>nárůst 2,0 °C /min do 196 °C /min; nárůst 10°C /min do 210°C |
| - injektor        | 250 °C  |
| - detektor        | 250 °C  |
| Průtok helia      | 1,8 ml/min  |
| Nástřík           | 1μl, split 10   |

### 3.6 Statistické a vyhodnocovací metody

Pro statistické vyhodnocení byly využity programy Microsoft Excel a Statistica Cz 9.1. (StatSoft CR s.r.o.). Z obsahů jednotlivých identifikovaných mastných kyselin mléčného tuku byly vypočteny celkové obsahy vybraných skupin mastných kyselin (Microsoft Excel) významných z hlediska zdravotního, senzorického a technologického (**tabulka 8**).



**Tabulka 8** Přehled významných skupin mastných kyselin mléčného tuku koz

| Skupina mastných kyselin | Počet | Identifikované mastné kyseliny   |
|--------------------------|-------|--|
| SFA z toho:              | 10    | C <sub>4:0</sub> ; C <sub>6:0</sub> ; C <sub>8:0</sub> ; C <sub>10:0</sub> ; C <sub>12:0</sub> ; C <sub>14:0</sub> ; C <sub>15:0</sub> ; C <sub>16:0</sub> ; C <sub>17:0</sub> ; C <sub>18:0</sub> |
| VFA                      | 4     | C <sub>4:0</sub> ; C <sub>6:0</sub> ; C <sub>8:0</sub> ; C <sub>10:0</sub>   |
| UFA z toho:              | 13    |  |
| MUFAC <sub>is</sub>      | 6     | C <sub>14:1</sub> ; C <sub>16:1</sub> ; C <sub>17:1</sub> ; C <sub>18:1n7</sub> ; C <sub>18:1n9</sub> ; C <sub>20:1</sub>  |
| PUFA                     | 7     | C <sub>18:2n6</sub> ; C <sub>18:2 CLA 9,11</sub> ; C <sub>18:2 CLA 10,12</sub> ; C <sub>18:3n3</sub> ; C <sub>20:5n3</sub> ; C <sub>22:4n6</sub> ; C <sub>22:5n3</sub>                             |

SFA = nasycené mastné kyseliny, VFA = těkavé mastné kyseliny, UFA = nenasyčené mastné kyseliny, MUFAC<sub>is</sub> = monoenové nenasyčené mastné kyseliny v konfiguraci *cis*, PUFA = polyenové nenasyčené mastné kyseliny

Pro účely statistického vyhodnocení (Statistica Cz 9.1.) byly jako **nezávislé proměnné (faktory)** použity:

- měsíc odběru (stádium laktace): 1: září 2010, 2: květen 2011, 3: říjen 2011
- věk kozy (pořadí laktace): 1: kozy na první laktaci, 2: kozy na 2. a vyšší laktaci

**Sledované ukazatele (závislé proměnné)** byly:

- množství nadojeného mléka (kg, resp. ml)
- obsah tuku, bílkovin, laktózy, kaseinu a tukuprosté sušiny (%)
- obsah močoviny (mg/100 ml), kyseliny citrónové (mmol/l)
- pH, vodivost (mS/cm), bod mrznutí mléka (°C)
- počet somatických buněk (tis./ml)
- zastoupení jednotlivých mastných kyselin mléčného tuku a jejich skupin (% všech mastných kyselin)

U souboru byly vyhodnoceny předpoklady pro užití parametrických metod a k analýze vlivů byla použita jednofaktorová analýza rozptylu. Pro porovnání (post-hoc testy) ve skupinách byl použit Fisherův LSD test, příp. Studentův t-test na obvyklých hladinách významnosti (0,05; 0,01; 0,001).

## 4 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 4.1 Hodnocení jakostních ukazatelů koziho mléka v průběhu celé laktace

Jakost mléka je souhrn vlastností, které slouží k hodnocení mléka za účelem zjišťování zdravotní nezávadnosti a zpeněžování. Nejdůležitější vlastností je chemické složení mléka (obsah tuku, bílkovin, laktózy a dalších složek), ovšem neméně důležité z pohledu hodnocení jsou i fyzikální, technologické či smyslové vlastnosti. V oblasti hodnocení zdravotní nezávadnosti jsou prvořadými ukazateli celkový počet mikroorganismů, počet somatických buněk a rezidua inhibičních látek.

V **tabulce 9** jsou shrnuty základní statistické charakteristiky daného stáda pro obsah tuku, bílkovin, laktózy a denní dojivost v letech 2010 a 2011. Průměrné hodnoty byly vypočítány v obou letech vždy ze 6 odběrů provedených v rámci kontroly užitkovosti.

**Tabulka 9** Základní statistické charakteristiky stáda anglonubijských koz

| Ukazatel            | 2010 (n = 56) |                |                  |                  | 2011 (n = 104) |                |                  |                  | p      |
|---------------------|---------------|----------------|------------------|------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|--------|
|                     | x             | s <sub>x</sub> | x <sub>min</sub> | x <sub>max</sub> | x              | s <sub>x</sub> | x <sub>min</sub> | x <sub>max</sub> |        |
| Denní dojivost (kg) | 2,58          | 1,21           | 0,50             | 5,20             | 3,19           | 0,86           | 1,60             | 6,20             | 0,0003 |
| Tuk (%)             | 3,82          | 1,20           | 1,75             | 6,50             | 3,91           | 1,49           | 1,54             | 6,50             | 0,7223 |
| Bílkoviny (%)       | 4,04          | 0,87           | 2,58             | 6,50             | 7,52           | 39,46          | 2,68             | 4,97             | 0,5111 |
| Laktóza (%)         | 4,29          | 0,61           | 3,01             | 7,74             | 4,35           | 0,29           | 3,69             | 4,99             | 0,4230 |

n = počet vzorků, x = průměr, s<sub>x</sub> = směrodatná odchylka, x<sub>min</sub> = minimum, x<sub>max</sub> = maximum, p = hladina významnosti

Anglonubijská koza je díky svému velkému tělesnému rámci schopna mnohem vyšší produkce mléka než naše národní plemena (hnědá krátkosrstá a bílá krátkosrstá). Podle výsledků z kontroly užitkovosti činil v roce 2010 průměrný denní nádoj sledovaného stáda 2,58 kg a v roce 2011 3,19 kg mléka. Maximální denní nádoj byl zjištěn v roce 2011 6,2 kg a v roce 2010 5,2 kg. Samohejlová (2010) uvádí u plemene hnědá krátkosrstá maximální denní nádoj 6,5 kg a průměrný nádoj z celé

laktace (2009) 4,48 kg. Sledované stádo anglonubijských koz dosahovalo spíše podprůměrných hodnot vůči plemenu hnědá krátkosrstá.

Průměrná procentická hodnota tuku v daném stádě byla v roce 2010 3,82 % a 2011 3,91 %. Horák a Treznerová (2010) uvádějí, že se obsah tuku v mléce anglonubijské kozy pohybuje mezi 3,7 - 6,7 %, s průměrem 5 %. Také v porovnání s těmito autory je zřejmé, že sledované stádo vykazovalo podprůměrné hodnoty.

Obsah bílkovin byl naměřen v roce 2010 4,04 % a v roce 2011 7,52 %. Obsah bílkovin je u daného plemene v průměru 3,8 % (Horák a Treznerová, 2010), z toho vyplývá, že zjištěné hodnoty jsou nadprůměrné. Zejména v roce 2011 dosahoval obsah bílkovin vynikajících hodnot. Je patrné zvýšení obsahu oproti předcházejícímu roku. Domnívám se, že toto zvýšení bylo nejspíše zapříčiněno zařazením koz na 1. laktaci daného stáda do kontroly užitkovosti.

Obsah laktózy ve sledovaném stádě byl zjištěn v roce 2010 4,29 % v roce 2011 4,35 %. Obsah laktózy v mléce je poměrně stálý ukazatel, pohybuje se v rozmezí 4,1 - 4,8 % ( Fantová a kol., 2010). Ve sledovaném stádě anglonubijských koz byly zjištěny spíše nižší hodnoty.

## ***4.2 Hodnocení jakostních ukazatelů kozího mléka u sledované skupiny***

V **tabulce 10** jsou uvedeny základní statistické charakteristiky dojivosti, chemického složení a dalších ukazatelů u skupiny vybraných koz anglonubijského plemene zjištěné v průběhu tří odběrů provedených v rámci pokusu.

**Tabulka 10** Základní statistické charakteristiky dojivosti, chemického složení a dalších ukazatelů u skupiny vybraných koz anglonubijského plemene

|                             | září 2010 (n=12)    |                |                  |                  | květen 2011 (n=12)   |                |                  |                  | říjen 2011 (n=12)   |                |                  |                  | p      |
|-----------------------------|---------------------|----------------|------------------|------------------|----------------------|----------------|------------------|------------------|---------------------|----------------|------------------|------------------|--------|
|                             | x                   | s <sub>x</sub> | x <sub>min</sub> | x <sub>max</sub> | x                    | s <sub>x</sub> | x <sub>min</sub> | x <sub>max</sub> | x                   | s <sub>x</sub> | x <sub>min</sub> | x <sub>max</sub> |        |
| Dny laktace                 | 184 <sup>b</sup>    | 26             | 143              | 229              | 101 <sup>a</sup>     | 16             | 57               | 120              | 250 <sup>c</sup>    | 17             | 205              | 268              | 0,0000 |
| Mléko (ml)                  | 879 <sup>a</sup>    | 419            | 250              | 1750             | 1377 <sup>b</sup>    | 227            | 1000             | 1820             | 827 <sup>a</sup>    | 320            | 440              | 1500             | 0,0005 |
| Tuk (%)                     | 5,74 <sup>a</sup>   | 1,59           | 2,77             | 9,03             | 3,37 <sup>b</sup>    | 0,94           | 1,89             | 5,27             | 6,61 <sup>a</sup>   | 1,11           | 4,61             | 8,29             | 0,0000 |
| Bílkoviny (%)               | 4,45 <sup>a</sup>   | 0,68           | 3,61             | 5,95             | 3,63 <sup>b</sup>    | 0,30           | 3,17             | 4,02             | 4,79 <sup>a</sup>   | 0,81           | 3,31             | 6,15             | 0,0003 |
| Laktóza (%)                 | 4,03 <sup>b</sup>   | 0,18           | 3,69             | 4,32             | 4,37 <sup>c</sup>    | 0,08           | 4,22             | 4,51             | 3,75 <sup>a</sup>   | 0,24           | 3,44             | 4,30             | 0,0000 |
| Kasein (%)                  | 3,51 <sup>a</sup>   | 0,63           | 2,75             | 4,89             | 2,76 <sup>b</sup>    | 0,25           | 2,34             | 3,09             | 3,90 <sup>a</sup>   | 0,70           | 2,62             | 5,04             | 0,0001 |
| TPS (%)                     | 9,13 <sup>a</sup>   | 0,65           | 8,38             | 10,39            | 8,69 <sup>a</sup>    | 0,39           | 8,13             | 9,18             | 9,17 <sup>a</sup>   | 0,69           | 7,69             | 10,34            | 0,1037 |
| Močovina (mg/100 ml)        | 53,42 <sup>a</sup>  | 10,05          | 34,77            | 69,09            | 56,19 <sup>a</sup>   | 7,79           | 41,40            | 67,38            | 64,41 <sup>a</sup>  | 7,65           | 49,73            | 77,43            | 0,0118 |
| Kyselina citrónová (mmol/l) | 7,44 <sup>b</sup>   | 0,15           | 7,21             | 7,69             | 7,83 <sup>c</sup>    | 0,09           | 7,61             | 7,94             | 5,49 <sup>a</sup>   | 0,09           | 5,37             | 5,64             | 0,0000 |
| pH                          | 6,53 <sup>a</sup>   | 0,14           | 6,28             | 6,90             | 6,51 <sup>a</sup>    | 0,05           | 6,45             | 6,62             | 6,52 <sup>a</sup>   | 0,07           | 6,40             | 6,65             | 0,8531 |
| Vodivost (mS/cm)            | 7,10 <sup>a</sup>   | 0,68           | 6,20             | 8,20             | 7,33 <sup>b</sup>    | 0,38           | 6,70             | 7,90             | 7,70 <sup>c</sup>   | 0,48           | 7,00             | 8,40             | 0,0338 |
| PSB (tis./ml)               | 3065 <sup>a</sup>   | 2563           | 552              | 9710             | 420 <sup>b</sup>     | 553            | 26               | 1940             | 3031 <sup>a</sup>   | 2362           | 255              | 7558             | 0,0038 |
| BMM (°C)                    | -0,558 <sup>a</sup> | 0,004          | -0,565           | -0,553           | -0,552 <sup>ab</sup> | 0,009          | -0,565           | -0,536           | -0,549 <sup>b</sup> | 0,010          | -0,561           | -0,525           | 0,0343 |

n = počet vzorků, x = průměr, s<sub>x</sub> = směrodatná odchylka, x<sub>min</sub> = minimum, x<sub>max</sub> = maximum, p = hladina významnosti, mléko = nádoj, TPS = tukuprostá sušina, PSB = počet somatických buněk, BMM = bod mrznutí mléka, <sup>a,b,c</sup> = průměry s odlišnými horními indexy v řádce se statisticky významně liší na příslušné hladině významnosti

## 4.2.1 Dojivost a ukazatele chemického složení kozího mléka

### Dojivost

Dojivost je ovlivněna především fází laktace. Nejvyšší užitkovosti je dosahováno na začátku laktace, s postupujícím stádiem laktace dojivost klesá (Schmidely a kol, 1999). Maximální nádoj (**tabulka 10**) byl zjištěn v květnu 2011 a činil 1820 ml mléka ( $p < 0,001$ ). V dalších dvou kontrolních obdobích (září 2010, říjen 2011), které již představovaly konec laktace, byly nejvyšší naměřené nádoje 1750 a 1500 ml. Průměrný nádoj byl nejvyšší taktéž na začátku laktace (1377 ml). Na konci laktace poklesl průměrný nádoj v obou sledovaných letech téměř na totožné hodnoty 879 ml a 827 ml mléka. Zjištěné hodnoty tedy souhlasí s údaji z literatury.

### Tuk

Horák a Treznerová (2010) uvádějí průměrnou tučnost u anglonubijského plemene 5 %. Maximální obsah tuku byl zjištěn v odběru ze září 2010 (**tabulka 10**), kdy byla naměřena tučnost 9,03 %. Vysoká tučnost není však u anglonubijského plemene ničím neobvyklým. Dále lze vysoký obsah tuku v mléce koz vysvětlit stádiem laktace. Na konci laktace bývá vyšší tučnost (Schmidely a kol, 1999). Průměrná tučnost v září 2010 dosahovala také vyšších hodnot – 5,74 %. Je zajímavé, že minimální obsah tuku (2,77 %) byl naměřen taktéž v září. Tato hodnota však odpovídá průměrným obsahům tuku u ostatních mléčných plemen chovaných v ČR (<http://www.schok.cz/plemena-koz/plemena-mlecna>, 2012).

### Bílkoviny

Obsah bílkovin se u anglonubijského plemene pohybuje od 2,7 do 4,4 %, s průměrem 3,8 % (Horák a Treznerová, 2010). Zjištěný nejvyšší průměrný obsah bílkovin (4,79 %) výrazně převyšoval uváděné standardní hodnoty a byl opět naměřen na konci laktace, v říjnu 2011. V tomto měsíci byl zjištěn i maximální obsah bílkovin, a to 6,15 %. Naopak nejnižší hodnota (3,17 %) je z měsíce května, přesto převyšuje minimální obsah standardu plemene. Obsah bílkovin je taktéž ovlivněn fází laktace. Nejvyšší hodnoty bývají naměřeny na konci laktace, jak zjistila

u hnědé krátkosrstvé kozy Samohejlová (2010). Ve sledované skupině byl potvrzen vliv stádia laktace na obsah bílkovin ( $p < 0,001$ ).

### Laktóza

Nejvyšší obsah laktózy (4,37 %) byl naměřen květnu 2011 (**tabulka 10**). Naopak nejnižší obsah (3,44 %) byl zjištěn v říjnu 2011 ( $p < 0,001$ ). Maximální obsah byl naměřen 4,51 %, minimální pak 3,44 %. Obsah laktózy je všeobecně velmi stálým parametrem a v průběhu laktace se mění minimálně. Jak bylo již uvedeno, průměrný obsah v kozím mléce se pohybuje od 4,1 do 4,8 % (Fantová a kol., 2010). Zjištěné výsledky sledované skupiny jsou podprůměrné

### Kasein

Kasein je v poslední době velice sledovaná složka mléka v souvislosti s výtěžností při výrobě sýrů. Čím vyšší je obsah bílkovin v mléce, speciálně obsah kaseinu, tím nižší je spotřeba litrů mléka na 1 kg sýra za jinak stejných výrobních podmínek. Obsah kaseinu v mléce je ovlivněn především stádiem laktace, plemennou příslušností (**tabulka 11**) či zdravotním stavem (Mášová a Šustová, 2006).

**Tabulka 11** Obsah kaseinu v kravském a kozím mléce

|                     | obsah (%) | zdroj                  |
|---------------------|-----------|------------------------|
| Český strakatý skot | 2,88      | Mášová a Šustová, 2006 |
| Holštýnský skot     | 2,80      |                        |
| Koza                | 2,09      | Gajdůšek, 1998         |

Zjištěné průměrné obsahy kaseinu ve sledované skupině koz se pohybovaly od 2,76 do 3,9 % (**tabulka 10**). Při porovnání s literaturou (**tabulka 11**) je zřejmé, že obsah kaseinu v mléce z dané skupiny převyšuje průměrné hodnoty uváděné jak pro kozí, tak i pro kravské mléko.

### Tukuprostá sušina (TPS)

TPS je tvořena laktózou, mléčnými bílkovinami a solemi mléka. Obsah TPS v mléce se stanovuje za účelem zpeněžení mléka. V praxi se TPS standardizuje pouze u některých mléčných výrobců, především u sýrů a u sušených mlék. ČSN 570529 pokládá za minimální obsah TPS v kravském mléce pro účel

zpeněžování obsah 8,5 %. Její množství v mléce s dostatečným obsahem bílkovin se pohybuje kolem 9,0 až 9,5 % (Forman a Čurda, 2001).

Nejnižší průměrná hodnota TPS byla zjištěna v květnu 2011, a to 8,69 %, nejvyšší průměrná hodnota (9,17 %) na konci laktace – říjen 2011. Maximální hodnota TPS (10,39 %) byla taktéž zjištěna na konci laktace, a to v září 2010. Minimální obsah TPS byl naměřen 7,69 % (říjen 2011).

## **Močovina**

Obsah močoviny v mléce je považován za kritérium zásobování organismu dusíkatými látkami. Fyziologický obsah močoviny je uváděn od 20 do 30 mg/100 ml mléka. S vyšší užitkovostí dojnic je tolerován i vyšší obsah močoviny (do 35 mg/100 ml). Přebytek dusíkatých látek v krmné dávce vyvolává vysokou tvorbu amoniaku v bachorovém prostředí, který nestačí bachorová mikroflóra zpracovat. Přebytečný amoniak prostupuje stěnou bachoru do krve a v játrech je detoxikován na močovinu (Bucek, 2010). Všeobecně jsou výkyvy hladiny močoviny v mléce nad optimální mez spojeny se zhoršením jednotlivých ukazatelů reprodukce. Dále redukuje celkovou metabolickou účinnost v tělních tekutinách a mají tak negativní vliv na zdraví zvířat (Godden et kol., 2001; Larson et kol., 1997). Hanuš a kol. (2004) naměřili obsah močoviny v kozím mléce bílé krátkosrsté kozy 45,28 mg/100ml. Lužová a kol. (2006) zjistili obsah močoviny v kozím mléce v rozmezí od 23,02 do 43,39 mg/100 ml.

Ve sledované skupině vykazoval obsah močoviny vysokých hodnot (**tabulka 10**), průměrně od 53,42 do 64,41 mg/100 ml. Jak již bylo uvedeno fyziologický obsah močoviny v mléce je od 20 do 30 mg/100 ml. Zjištěné hodnoty ve sledované skupině koz překračovaly fyziologické rozmezí až dvojnásobně. Zjištěný vysoký obsah močoviny v mléce koz může značit nadbytek dusíkatých látek v krmné dávce při současném nedostatku energie. Bucek (2010) dále uvádí, že obsah močoviny v mléce v průběhu dne kolísá. Nejvyšší je cca 4 až 6 hodin po nakrmení, nejnižší před krmním. Domnívám se, že i toto mohlo mít vliv na zjištěné hodnoty.

## **Kyselina citrónová**

Tato kyselina je důležitým pufracním systémem mléka a je úzce spjata s energetickým metabolismem. Její fyziologická hodnota činí 8,0 – 10,0 mmol/l při fotometrickém stanovení (Haas a Hofírek, 2004; Bucek 2010). Nízký obsah

pod 6 mmol/l signalizuje nedostatek energie pro vyrovnaný metabolismus a naopak zvýšená koncentrace nad 12 mmol/l energetický přebytek. Průměrné hodnoty ve sledované skupině koz byly naměřeny od 5,49 do 7,83 mmol/l. Jak je zřejmé, obsah kyseliny citrónové se u sledované skupiny koz pohyboval pod fyziologickým rozmezím, to značí především nedostatek energie v krmné dávce. Bylo by proto vhodné navýšit množství jaderných krmiv v krmné dávce.

## 4.2.2 Ostatní vybrané ukazatele

### Aktivní kyselost

Kyselost mléka je důležitý ukazatel zejména pro mlékárenský průmysl. Změnou kyselosti mléka se výrazně mění nejen chuť, vůně a konzistence mléka, ale i jeho technologické vlastnosti umožňující jeho další zpracování na mléčné výrobky (Kouřimská a kol., 2006). Lužová a kol. (2006) naměřili u koz během laktace pH v rozmezí od 6,57 – 6,76. U sledované skupiny anglonubijských koz bylo zjištěno průměrné pH (6,51 – 6,53).

### Počet somatických buněk (PSB)

Mléko koz obsahuje obdobně jako mléko dojníc somatické buňky. Bez ohledu na stádium laktace mají malé zastoupení (2 – 7 %) epiteliální buňky mléčné žlázy a zbytek tvoří leukocyty. Mléko koz však navíc obsahuje bezjaderné cytoplazmatické elementy, které se z alveolárních epiteliálních buněk oddělují v procesu apokrinní sekrece (Křížek a kol., 1992). Vyšší počet somatických buněk v kozím mléce negativně ovlivňuje koagulaci mléka syřidlem. Prodlužuje se doba sýření a zhoršují se možnosti technologické zpracovatelnosti mléka na sýry. Při zvýšení PSB klesá také obsah laktózy (Hanuš a kol., 2004). Přidalová a kol. (2005) uvádějí průměrný počet somatických buněk v kozím mléce 1875 tis./ml.

Ve sledované skupině koz byly zjištěny značné rozdíly PSB v jednotlivých obdobích. Nejnižší průměrný PSB byl zjištěn na začátku laktace (květen 2011) a činil 420 tis./ml. U odběrů provedených na konci laktace (září a říjen) byly zjištěny PSB až dvakrát vyšší, než uvádějí Přidalová a kol. (2005). Nejvyšší průměrný PSB byl zaznamenán v září 2010 a to 3065 tis./ml. V tomto měsíci byl zjištěn i maximální PSB, který činil 9711 tis./ml. Je však nutné vzít v úvahu, že to je hodnota individuálního vzorku mléka, která je vždy vyšší než hodnota zjišťovaná



v bazénových vzorcích. Tento vysoký počet může značit výskyt zdravotních problémů, zejména subklinických mastitid ve stádě.

### **Bod mrznutí mléka (BMM)**

BMM je fyzikální vlastností a také možným ukazatelem porušení mléka přídavkem cizí vody, tzn. úmyslné (falšování) nebo neúmyslné (chyby při dojení) technologické nekázně producentů. Je používán ke kontrole kvality mléčného potravinového řetězce. Vedle přídavku cizí vody je ovlivňován složkami mléka, zejména těmi, které vykazují podstatný osmotický tlak (Macek a kol., 2006).

Kozí mléko vykazuje nižší hodnotu BMM (-0,55 °C) než mléko kravské (-0,521°C). Je to způsobeno především specifickými fyziologickými rozdíly mezi druhy (Hanuš a kol., 2004). Ve sledované skupině byl zjištěn průměrný BMM -0,553 °C, což plně odpovídá hodnotám uváděným v literatuře.

### *4.3 Hodnocení zastoupení mastných kyselin a jejich skupin*

#### **4.3.1 Hodnocení zastoupení mastných kyselin v rámci skupin**

Složení mléčného tuku a zastoupení mastných kyselin je předmětem dlouhodobého zkoumání. V poslední době narůstá výskyt civilizačních chorob, zejména kardiovaskulárních, které jsou ve vyspělých zemích hlavní příčinou úmrtí. Mastné kyseliny mléčného tuku jsou proto předmětem intenzivního výzkumu především ve zdravotnictví.

V **tabulce 12** jsou uvedeny základní statistické charakteristiky pro zastoupení skupin mastných kyselin v mléčném tuku u sledovaných koz anglonubijského plemene. Tyto skupiny mastných kyselin slouží především pro porovnání jakosti mléčného tuku z hlediska technologického či nutričního.

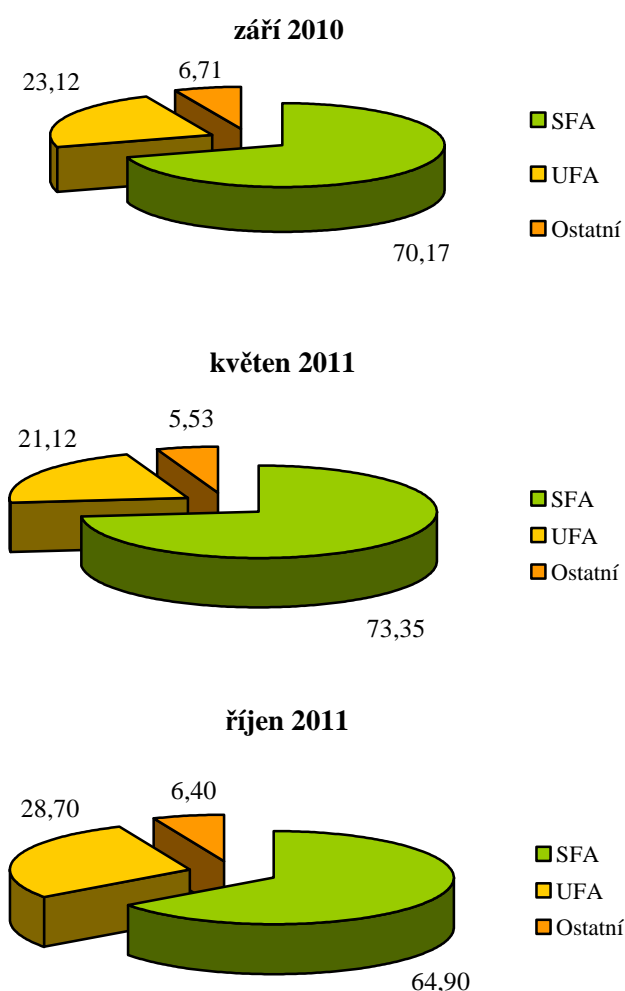
**Tabulka 12** Základní statistické charakteristiky pro zastoupení mastných kyselin (% všech mastných kyselin) v rámci skupin u sledovaných koz

| Skupina      | září 2010 (n=12)   |                |                  |                  | květen 2011 (n=12) |                |                  |                  | říjen 2011 (n=12)  |                |                  |                  | p      |
|--------------|--------------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|----------------|------------------|------------------|--------|
|              | x                  | s <sub>x</sub> | x <sub>min</sub> | x <sub>max</sub> | x                  | s <sub>x</sub> | x <sub>min</sub> | x <sub>max</sub> | x                  | s <sub>x</sub> | x <sub>min</sub> | x <sub>max</sub> |        |
| Dny laktace  | 184 <sup>b</sup>   | 26             | 143              | 229              | 101 <sup>a</sup>   | 16             | 57               | 120              | 250 <sup>c</sup>   | 17             | 205              | 268              | 0,0000 |
| VFA          | 15,41 <sup>b</sup> | 1,72           | 13,12            | 18,78            | 17,56 <sup>c</sup> | 1,29           | 14,94            | 19,15            | 13,81 <sup>a</sup> | 1,56           | 11,65            | 17,38            | 0,0000 |
| HFA          | 44,68 <sup>a</sup> | 2,84           | 40,62            | 48,76            | 44,31 <sup>a</sup> | 1,20           | 42,81            | 46,68            | 41,41 <sup>b</sup> | 2,47           | 37,17            | 45,63            | 0,0029 |
| SFA          | 70,17 <sup>b</sup> | 2,88           | 66,93            | 77,61            | 73,35 <sup>c</sup> | 1,74           | 70,49            | 75,72            | 64,90 <sup>a</sup> | 2,67           | 61,52            | 70,89            | 0,0000 |
| MUFACis      | 19,45 <sup>b</sup> | 1,91           | 14,58            | 21,60            | 17,69 <sup>a</sup> | 1,43           | 15,44            | 20,20            | 25,06 <sup>c</sup> | 2,39           | 19,57            | 28,33            | 0,0000 |
| PUFA vč. CLA | 3,67 <sup>a</sup>  | 0,45           | 2,93             | 4,38             | 3,43 <sup>a</sup>  | 0,28           | 3,06             | 4,21             | 3,64 <sup>a</sup>  | 0,41           | 3,02             | 4,33             | 0,2837 |
| UFA          | 23,12 <sup>b</sup> | 2,25           | 17,51            | 25,80            | 21,12 <sup>a</sup> | 1,54           | 18,93            | 23,70            | 28,70 <sup>c</sup> | 2,52           | 23,09            | 31,82            | 0,0000 |

n = počet vzorků, x = průměr, s<sub>x</sub> = směrodatná odchylka, x<sub>min</sub> = minimum, x<sub>max</sub> = maximum, p = hladina významnosti, <sup>a,b,c</sup> = průměry s odlišnými horními indexy v řádce se statisticky významně liší na příslušné hladině významnosti, VFA = těkavé mastné kyseliny, HFA = hypercholesterolemické mastné kyseliny, SFA = nasycené mastné kyseliny, MUFACis = monoenoové nenasycené mastné kyseliny v konfiguraci *cis*, PUFA vč. CLA = polyenoové nenasycené mastné kyseliny včetně konjugované linolové kyseliny, UFA = nenasycené mastné kyseliny

Mastné kyseliny se podle chemické struktury rozdělují do několika skupin. Z chemického hlediska podle nasycení je lze zařadit do dvou skupin: nasycené (SFA) a nenasycené (UFA), které se dále rozdělují na monoenoové (MUFA) a polyenoové (PUFA). Z nutričního hlediska jsou SFA hodnoceny spíše negativně, protože zvyšují hladinu cholesterolu v krvi. Mezi PUFA patří i esenciální mastné kyseliny, které jsou důležitým substrátem pro syntézu prostaglandinů a dalších biologicky aktivních látek Savoini a kol. (2010).

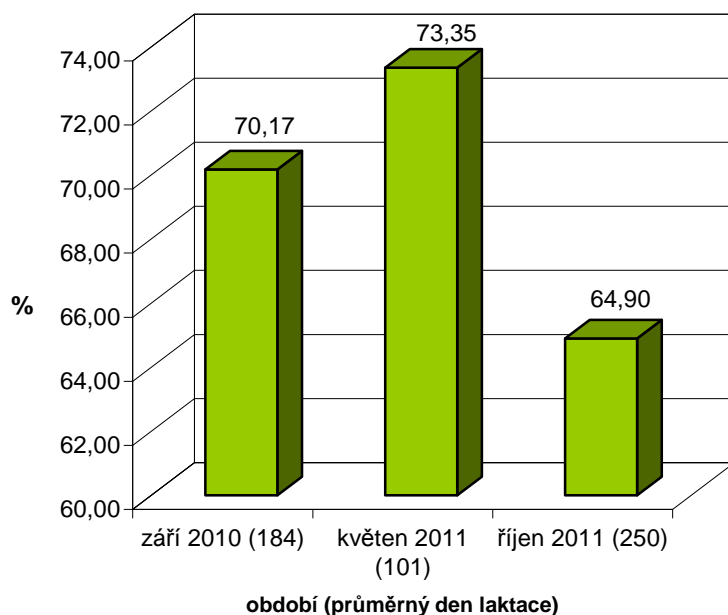
**Graf 1** Zastoupení (%) SFA a UFA v různých fázích laktace koz



**Graf 1 a tabulka 12** ukazují zastoupení SFA a UFA v různých fázích laktace koz. Neidentifikované mastné kyseliny a mastné kyseliny se zastoupením nižším než 0,5 % jsou označeny jako ostatní. Nejvyšší zastoupení SFA (73,35 %) bylo zjištěno v květnu 2011. Naopak nejnižší zastoupení SFA (64,9 %) bylo naměřeno na konci

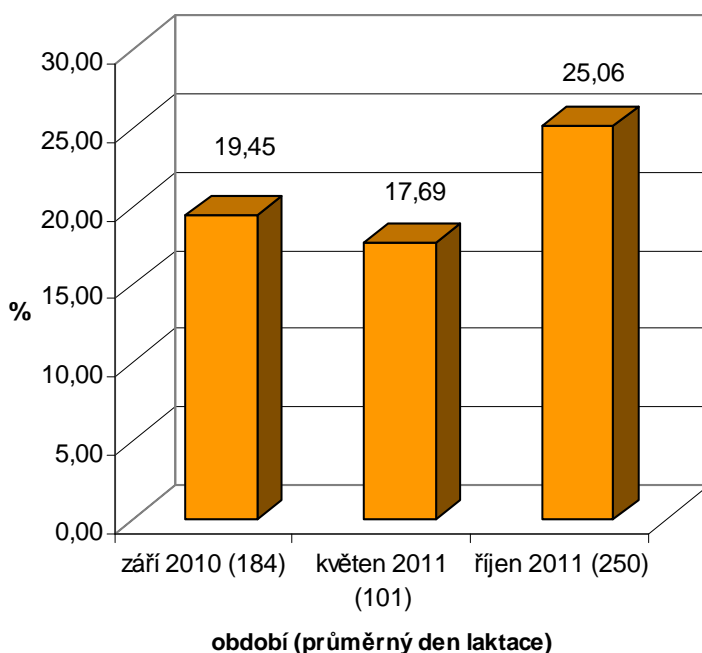
laktace v říjnu 2011. Tyto zjištění se plně shodují s informacemi Sanz Sampelayo a kol. (2007), kteří zjistili vyšší zastoupení SFA na začátku laktace než na jejím konci. Naopak UFA vykazovaly opačný trend zastoupení během laktace. Nejvyšší zastoupení UFA (28,7 %) bylo zjištěno v říjnu 2011, nejnižší (21,12 %) pak v květnu téhož roku. Tyto výsledky se opět shodují se zjištěními Sanz Sampelayo a kol. (2007). Vliv stádia laktace byl statisticky potvrzen ( $p < 0,001$ ) pro zastoupení SFA i UFA.

**Graf 2** Zastoupení SFA (% všech mastných kyselin) ve sledovaném období



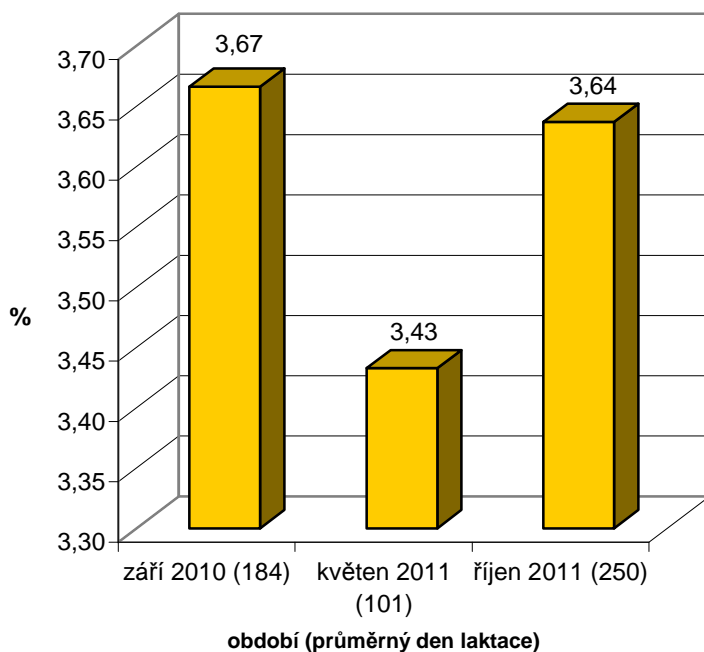
Jak již bylo uvedeno, nejvyšší zastoupení SFA bylo zjištěno na začátku laktace a naopak nejnižší zastoupení SFA (**graf 2**) na konci laktace (250. průměrný den laktace sledované skupiny koz).

**Graf 3** Zastoupení MUFAcis (% všech mastných kyselin) ve sledovaném období



**Graf 3** znázorňuje porovnání zastoupení MUFAcis ve sledovaných obdobích v dané skupině. Jak je z **grafu 3** vidět, nejnižší průměrné zastoupení MUFAcis bylo naměřeno 17,69 % v květnu 2011 (101. průměrný den laktace sledované skupiny koz). Na konci laktace byly statisticky potvrzeny ( $p < 0,001$ ) vyšší průměrné hodnoty (19,45 % a 25,06 %). Stejně jako u SFA lze konstatovat, že fáze laktace ovlivňuje zastoupení MUFAcis, což potvrdil u plemene koza sánská i Martín a kol. (1999).

**Graf 4** Zastoupení (% všech mastných kyselin) PUFA ve sledovaném období



Nejnižší průměrné zastoupení (3,43 %) PUFA bylo zjištěno v květnu 2011 (**graf 4**). V září bylo naměřeno průměrné zastoupení 3,67 % a v říjnu pak 3,64 %. Opět je možné sledovat zvyšující se tendenci zastoupení PUFA s přibývajícím stádiem laktace. Podle Alonsa a kol. (1999) ovlivňuje stádium laktace nejvíce právě zastoupení mastných kyselin s dlouhým řetězcem. I další autoři (Sanz Sampelayo a kol., 2004; Tudisco a kol., 2010) potvrdili vyšší zastoupení PUFA na konci laktace než na jejím začátku. U sledované skupiny nebyl statisticky potvrzen vliv stádia laktace pro zastoupení PUFA.

### 4.3.2 Hodnocení zastoupení nejdůležitějších mastných kyselin

V této kapitole byla věnována pozornost jednotlivým mastným kyselinám zejména těm, které jsou významné z nutričního hlediska. Dále se hodnotily kyseliny s nejvyšším naměřeným zastoupením a kyseliny, které způsobují charakteristickou chuť kozího mléka.

Z hlediska zastoupení byly nejvýznamnější (nad 5 %) zastoupeny mastné kyseliny (řazeny sestupně podle zastoupení):  $C_{16:0}$ ,  $C_{18:1n9}$ ,  $C_{14:0}$ ,  $C_{10:0}$ ,  $C_{18:0}$  a  $C_{12:0}$  (**tabulka 13**). Nejvyšší průměrné zastoupení bylo naměřeno u  $C_{16:0}$  v květnu 2011 a činilo 28,02 % ( $p < 0,001$ ) ze všech mastných kyselin. Alonso a kol. (1999) uvádějí zastoupení  $C_{16:0}$  v mléčném tuku koz 28,2 %. Maximum (31,33 %) u této kyseliny bylo naměřeno v září 2010.

Další významně zastoupenou kyselinou byla  $C_{18:1n9}$ . Průměrné zastoupení této kyseliny se pohybovalo ve sledovaném období od 15,89 do 22,54 %.  $C_{18:1n9}$  patří mezi MUFA a stejně jako u ostatních kyselin z této skupiny bylo statisticky potvrzeno ( $p < 0,001$ ) její nejvyšší zastoupení na konci laktace.

Pro  $C_{14:0}$  bylo zjištěno nejvyšší průměrné zastoupení 11,56 % v září 2010. Pro zastoupení této kyseliny nebyl statisticky potvrzen vliv stádia laktace. U  $C_{14:0}$  bylo zjištěno maximální zastoupení ve sledované skupině na konci laktace (14,09 %). Alonso a kol. (1999) uvádějí zastoupení  $C_{14:0}$  v kozím mléce 9,81 %.

Čtvrtou kyselinou z hlediska zastoupení byla  $C_{10:0}$ . Její průměrné zastoupení se pohybovalo od 8,91 do 11,8 %. Alonso a kol. (1999) udává zastoupení  $C_{10:0}$  v kozím mléce 9,97 %. Průměrné zastoupení  $C_{18:0}$  bylo v rozmezí 7,9 – 8,37 %. Alonso a kol. (1999) publikovali u této kyseliny vyšší zastoupení (8,88 %).

**Tabulka 13** Základní statistické charakteristiky pro zastoupení mastných kyselin (% všech mastných kyselin) u sledovaných koz

| Mastná kyselina             | září 2010 (n=12)   |                |                  |                  | květen 2011 (n=12) |                |                  |                  | říjen 2011 (n=12)  |                |                  |                  | p      |
|-----------------------------|--------------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|----------------|------------------|------------------|--------|
|                             | x                  | s <sub>x</sub> | x <sub>min</sub> | x <sub>max</sub> | x                  | s <sub>x</sub> | x <sub>min</sub> | x <sub>max</sub> | x                  | s <sub>x</sub> | x <sub>min</sub> | x <sub>max</sub> |        |
| Dny laktace                 | 184 <sup>b</sup>   | 26             | 143              | 229              | 101 <sup>a</sup>   | 16             | 57               | 120              | 250 <sup>c</sup>   | 17             | 205              | 268              | 0,0000 |
| C <sub>4:0</sub>            | 1,01 <sup>a</sup>  | 0,19           | 0,74             | 1,37             | 1,00 <sup>a</sup>  | 0,12           | 0,80             | 1,15             | 1,02 <sup>a</sup>  | 0,17           | 0,74             | 1,41             | 0,9080 |
| C <sub>6:0</sub>            | 1,62 <sup>a</sup>  | 0,25           | 1,24             | 1,96             | 1,85 <sup>b</sup>  | 0,19           | 1,53             | 2,13             | 1,57 <sup>a</sup>  | 0,24           | 1,25             | 2,06             | 0,0117 |
| C <sub>8:0</sub>            | 2,49 <sup>a</sup>  | 0,33           | 1,98             | 2,97             | 2,92 <sup>a</sup>  | 0,28           | 2,40             | 3,35             | 2,30 <sup>b</sup>  | 0,29           | 1,88             | 2,92             | 0,0001 |
| C <sub>10:0</sub>           | 10,28 <sup>b</sup> | 1,07           | 8,89             | 12,69            | 11,80 <sup>c</sup> | 0,85           | 10,04            | 13,10            | 8,91 <sup>a</sup>  | 0,93           | 7,76             | 10,98            | 0,0000 |
| C <sub>12:0</sub>           | 5,56 <sup>a</sup>  | 0,53           | 4,83             | 6,45             | 5,47 <sup>a</sup>  | 0,75           | 4,49             | 7,15             | 5,50 <sup>a</sup>  | 0,97           | 4,28             | 7,44             | 0,9541 |
| C <sub>14:0</sub>           | 11,56 <sup>a</sup> | 0,99           | 9,79             | 12,94            | 10,81 <sup>a</sup> | 0,75           | 9,34             | 12,23            | 11,37 <sup>a</sup> | 1,28           | 9,28             | 14,09            | 0,1851 |
| C <sub>16:0</sub>           | 27,56 <sup>a</sup> | 1,88           | 24,83            | 31,33            | 28,02 <sup>a</sup> | 1,89           | 25,44            | 31,67            | 24,54 <sup>b</sup> | 1,36           | 22,88            | 27,11            | 0,0001 |
| C <sub>16:1n7cis</sub>      | 0,69 <sup>b</sup>  | 0,14           | 0,41             | 0,94             | 0,52 <sup>a</sup>  | 0,07           | 0,39             | 0,60             | 0,80 <sup>c</sup>  | 0,16           | 0,49             | 1,03             | 0,0000 |
| C <sub>18:0</sub>           | 8,37 <sup>a</sup>  | 1,01           | 6,86             | 10,42            | 9,89 <sup>b</sup>  | 1,27           | 7,84             | 11,86            | 7,90 <sup>a</sup>  | 1,42           | 6,01             | 9,67             | 0,0012 |
| C <sub>18:1n7tva</sub>      | 1,35 <sup>c</sup>  | 0,19           | 1,12             | 1,78             | 0,91 <sup>b</sup>  | 0,13           | 0,77             | 1,24             | 0,67 <sup>a</sup>  | 0,10           | 0,52             | 0,87             | 0,0000 |
| C <sub>18:1n9cis</sub>      | 17,40 <sup>b</sup> | 1,70           | 13,26            | 19,42            | 15,89 <sup>a</sup> | 1,27           | 13,93            | 18,17            | 22,54 <sup>c</sup> | 2,23           | 17,83            | 25,79            | 0,0000 |
| C <sub>18:1n7cis</sub>      | 0,58 <sup>b</sup>  | 0,07           | 0,46             | 0,71             | 0,67 <sup>a</sup>  | 0,11           | 0,52             | 0,87             | 0,71 <sup>a</sup>  | 0,09           | 0,55             | 0,87             | 0,0045 |
| C <sub>18:2n6cis,cis</sub>  | 1,72 <sup>b</sup>  | 0,15           | 1,45             | 1,89             | 2,17 <sup>a</sup>  | 0,21           | 1,87             | 2,68             | 2,02 <sup>a</sup>  | 0,22           | 1,63             | 2,36             | 0,0000 |
| C <sub>18:3n3cis</sub>      | 0,74 <sup>c</sup>  | 0,16           | 0,55             | 1,02             | 0,49 <sup>a</sup>  | 0,08           | 0,36             | 0,64             | 0,63 <sup>b</sup>  | 0,11           | 0,47             | 0,89             | 0,0001 |
| C <sub>18:2 CLA 9,11</sub>  | 0,73 <sup>c</sup>  | 0,15           | 0,45             | 0,94             | 0,37 <sup>a</sup>  | 0,06           | 0,26             | 0,45             | 0,46 <sup>b</sup>  | 0,09           | 0,31             | 0,57             | 0,0000 |
| C <sub>18:2 CLA 10,12</sub> | 0,05 <sup>b</sup>  | 0,02           | 0,03             | 0,09             | 0,01 <sup>a</sup>  | 0,02           | 0,00             | 0,07             | 0,01 <sup>a</sup>  | 0,02           | 0,00             | 0,03             | 0,0000 |

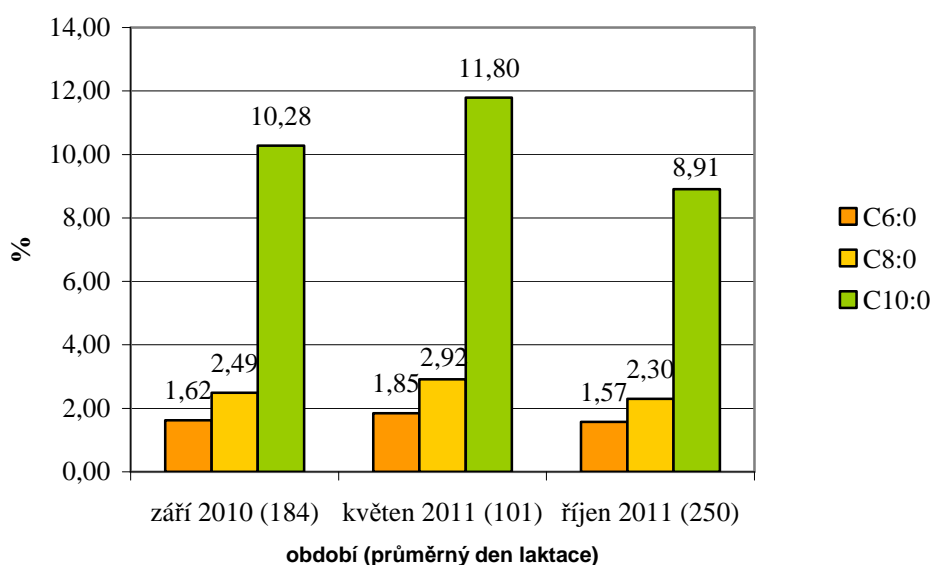
n = počet vzorků, x = průměr, s<sub>x</sub> = směrodatná odchylka, x<sub>min</sub> = minimum, x<sub>max</sub> = maximum, p = hladina významnosti, <sup>a,b,c</sup> = průměry s odlišnými horními indexy v řádce se statisticky významně liší na příslušné hladině významnosti



Poslední kyselinou, se zastoupením nad 5 %, byla  $C_{12:0}$ . Její nejvyšší průměrné zastoupení bylo naměřeno 5,56 %. Alonso a kol. (1999) uvádějí pro tuto kyselinu hodnoty nižší (4,99 %).

Kozí mléko je charakteristické svou specifickou chutí. Tuto chuť způsobují především tři nasycené mastné kyseliny. Mezi ně patří  $C_{6:0}$ ,  $C_{8:0}$  a  $C_{10:0}$ . V **grafu 5** je znázorněno zastoupení těchto kyselin ve sledovaném období.

**Graf 5** Zastoupení (% všech mastných kyselin) kapronové, kaprylové a kaprinové kyseliny během sledovaného období



Alonso a kol. (1999) uvádějí zastoupení  $C_{6:0}$  2,39 %,  $C_{8:0}$  2,73 % a  $C_{10:0}$  9,97 %. Nejvyšší průměrné zastoupení  $C_{6:0}$  bylo naměřeno v květnu 2011 (**graf 5**), kdy činilo 1,85 %, což byla výrazně nižší hodnota, než udává Alonso a kol. (1999). Nejnižší průměrná hodnota (1,57 %)  $C_{6:0}$  byla zjištěna v říjnu 2011.

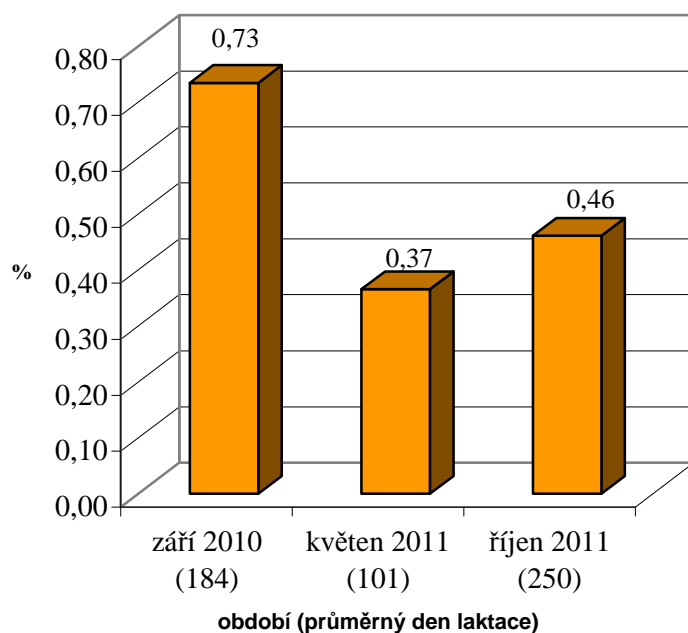
Nejvyšší průměrná hodnota (2,92 %) u  $C_{8:0}$  byla naměřena opět v květnu 2011 (101. průměrný den laktace sledované skupiny koz). Nejnižší zastoupení této kyseliny bylo zjištěno na konci laktace v říjnu 2011 (2,3 %). Poslední kyselinou z této trojice je  $C_{10:0}$ , která z této skupiny zaujímá nejvyšší podíl. Nejvyšší průměrné zastoupení  $C_{10:0}$  bylo zjištěno 11,8 % na začátku laktace v květnu 2011, nejnižší naopak v říjnu téhož roku (8,91 %).

Tyto tři mastné kyseliny patří do skupiny SFA, která vykazuje nejvyšší zastoupení na začátku laktace a naopak nejnižší na konci laktace (Sanz Sampelayo a kol., 2007). Vliv stádia laktace na zastoupení daných kyselin byl statisticky

potvrzen ( $p < 0,001$ ). Podle Haenleina (1992) by se mělo zastoupení těchto tří mastných kyselin v kozím mléce pohybovat mezi 15 – 18 %. Ve sledované skupině bylo zjištěno zastoupení podstatně nižší. Domnívám se, že hlavním faktorem, který se na tomto snížení podílel, byla skladba krmné dávky. Obiloviny (u sledované skupiny koz oves a ječmen) snižují v mléčném tuku zastoupení mastných kyselin s krátkým řetězcem, což u dojnic potvrdili i Homolka a Kudrna (2007).

CLA spolu s dalšími esenciálními mastnými kyselinami představuje jednu z mnoha důležitých nutričních součástí mléka. CLA má pozitivní účinky na lidské zdraví (Pariza a kol., 2001).

**Graf 6** Zastoupení (%) CLA ve sledovaném období



Jak je zřejmé z **grafu 6**, nejvyšší zastoupení CLA bylo naměřeno na konci laktace v září 2010 (184. průměrný den laktace). Tehdy průměrné zastoupení CLA činilo 0,73 %. Alonso a kol. (1999) uvádějí průměrné zastoupení CLA v kozím mléce 0,7 %. Banni a kol. (1996) uvádějí zastoupení u koz 0,64 % a u krav 0,7 %. Nejnižší průměrná hodnota CLA byla naměřena v květnu 2011, a to 0,37 %. Tato nižší hodnota souvisí především s nižším zastoupením všech PUFA na začátku laktace. U CLA byl statisticky významný vliv stádia laktace na její zastoupení ( $p < 0,001$ ).

### 4.3.3 Hodnocení vlivu pořadí laktace na zastoupení mastných kyselin

Posledním faktorem, kterému byla věnována pozornost, byl vliv pořadí laktace na zastoupení mastných kyselin. V **tabulce 14** jsou shrnuty základní statistické charakteristiky pro hodnocení pořadí laktace koz na zastoupení mastných kyselin (% všech mastných kyselin) u sledované skupiny koz v roce 2011.

**Tabulka 14** Základní statistické charakteristiky pro hodnocení vlivu pořadí laktace koz na zastoupení mastných kyselin (% všech mastných kyselin) u sledované skupiny

| Mastná kyselina             | kozy na 1. laktaci<br>(n=7) |                |                  |                  | kozy na 2. a vyšší laktaci<br>(n=16) |                |                  |                  | p      |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|------------------|--------------------------------------|----------------|------------------|------------------|--------|
|                             | x                           | s <sub>x</sub> | x <sub>min</sub> | x <sub>max</sub> | x                                    | s <sub>x</sub> | x <sub>min</sub> | x <sub>max</sub> |        |
| C <sub>4:0</sub>            | 0,98                        | 0,12           | 0,81             | 1,21             | 1,03                                 | 0,17           | 0,76             | 1,41             | 0,5108 |
| C <sub>6:0</sub>            | 1,68                        | 0,14           | 1,51             | 1,90             | 1,73                                 | 0,29           | 1,25             | 2,13             | 0,6848 |
| C <sub>8:0</sub>            | 2,60                        | 0,28           | 2,28             | 2,96             | 2,63                                 | 0,48           | 1,88             | 3,35             | 0,8526 |
| C <sub>10:0</sub>           | 10,52                       | 1,32           | 8,97             | 12,03            | 10,37                                | 1,89           | 7,76             | 13,10            | 0,8534 |
| C <sub>12:0</sub>           | 5,74                        | 0,96           | 4,66             | 7,44             | 5,37                                 | 0,79           | 4,28             | 7,15             | 0,3511 |
| C <sub>14:0</sub>           | 11,22                       | 0,78           | 10,08            | 12,31            | 11,02                                | 1,16           | 9,28             | 14,09            | 0,6808 |
| C <sub>16:0</sub>           | 26,20                       | 2,44           | 22,88            | 29,66            | 26,42                                | 2,47           | 23,14            | 31,67            | 0,8458 |
| C <sub>16:1n7cis</sub>      | 0,66                        | 0,20           | 0,48             | 0,95             | 0,66                                 | 0,19           | 0,39             | 1,03             | 0,9990 |
| C <sub>18:0</sub>           | 9,23                        | 1,94           | 6,11             | 10,78            | 8,81                                 | 1,58           | 6,01             | 11,86            | 0,5911 |
| C <sub>18:1n7tva</sub>      | 0,77                        | 0,25           | 0,52             | 1,24             | 0,81                                 | 0,13           | 0,56             | 1,05             | 0,6679 |
| C <sub>18:1n9cis</sub>      | 18,74                       | 3,36           | 14,21            | 23,50            | 19,22                                | 4,10           | 13,93            | 25,79            | 0,7897 |
| C <sub>18:1n7cis</sub>      | 0,70                        | 0,10           | 0,57             | 0,87             | 0,69                                 | 0,11           | 0,52             | 0,87             | 0,9130 |
| C <sub>18:2n6cis,cis</sub>  | 2,06                        | 0,20           | 1,74             | 2,33             | 2,12                                 | 0,24           | 1,63             | 2,68             | 0,6103 |
| C <sub>18:3n3cis</sub>      | 0,54                        | 0,07           | 0,44             | 0,62             | 0,57                                 | 0,14           | 0,36             | 0,89             | 0,5552 |
| C <sub>18:2 CLA 9,11</sub>  | 0,38                        | 0,09           | 0,26             | 0,50             | 0,43                                 | 0,09           | 0,29             | 0,57             | 0,2162 |
| C <sub>18:2 CLA 10,12</sub> | 0,02                        | 0,03           | 0,00             | 0,07             | 0,01                                 | 0,01           | 0,00             | 0,03             | 0,3325 |
| VFA                         | 15,78                       | 1,62           | 14,21            | 17,61            | 15,76                                | 2,68           | 11,65            | 19,15            | 0,9896 |
| HFA                         | 43,16                       | 2,26           | 39,09            | 45,82            | 42,81                                | 2,51           | 37,17            | 46,68            | 0,7567 |
| SFA                         | 69,83                       | 4,12           | 64,50            | 75,72            | 69,08                                | 5,22           | 61,52            | 75,61            | 0,7395 |
| MUFACis                     | 20,87                       | 3,71           | 15,90            | 25,75            | 21,36                                | 4,53           | 15,44            | 28,33            | 0,8041 |
| PUFAvč.CLA                  | 3,40                        | 0,21           | 3,16             | 3,74             | 3,59                                 | 0,40           | 3,02             | 4,33             | 0,2633 |
| UFA                         | 24,27                       | 3,74           | 19,17            | 28,99            | 24,95                                | 4,71           | 18,93            | 31,82            | 0,7413 |

n = počet vzorků, x = průměr, s<sub>x</sub> = směrodatná odchylka, x<sub>min</sub> = minimum, x<sub>max</sub> = maximum, p = hladina významnosti, VFA = těkavé mastné kyseliny, HFA = hypercholesterolemické mastné kyseliny, SFA = nasycené mastné kyseliny, MUFACis = monoenoové nenasyčené mastné kyseliny v konfiguraci cis, PUFAvč.CLA = polyenoové nenasyčené mastné kyseliny včetně konjugované linolové kyseliny, UFA = nenasyčené mastné kyseliny

Do tohoto hodnocení bylo zařazeno 7 koz na první laktaci a 16 koz na druhé a vyšší laktaci. Jak je zřejmé z **tabulky 14**, jednotlivá průměrná zastoupení mastných kyselin se mezi sledovanými skupinami výrazně nelišila. Vliv pořadí laktace na zastoupení mastných kyselin nebyl tedy statisticky potvrzen.

## 5 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo posouzení zastoupení mastných kyselin mléčného tuku koz na vybrané farmě a sledování rozdílů v zastoupení významných mastných kyselin v rámci vybraných faktorů.

Nejvyšší zastoupení SFA (73,35 %) v mléčném tuku anglonubijských koz bylo zjištěno v květnu 2011 (101. průměrný den laktace), naopak nejnižší (64,9 %) na konci laktace v říjnu téhož roku. Nejvyšší zastoupení UFA (28,7 %) bylo zjištěno v říjnu 2011 (250. průměrný den laktace), nejnižší (21,12 %) pak v květnu 2011. Vliv stádia laktace byl statisticky potvrzen ( $p < 0,001$ ) pro zastoupení SFA i UFA.

Nejnižší zastoupení MUFAcis bylo naměřeno 17,69 % v květnu 2011. Na konci laktace byly statisticky potvrzeny ( $p < 0,001$ ) vyšší průměrné hodnoty MUFAcis (19,45 % a 25,06 %). Nejnižší průměrné zastoupení (3,43 %) PUFA bylo zjištěno v květnu 2011. V září 2010 bylo naměřeno zastoupení PUFA 3,67 % a v říjnu pak 3,64 %. U sledované skupiny nebyl statisticky potvrzen vliv stádia laktace pro zastoupení PUFA.

Z hlediska zastoupení byly v mléčném tuku koz sledované skupiny nejvýznamněji (nad 5 %) zastoupeny mastné kyseliny: C<sub>10:0</sub> (11,08 %), C<sub>12:0</sub> (5,56 %), C<sub>14:0</sub> (11,56 %), C<sub>16:0</sub> (28,02 %), C<sub>18:0</sub> (8,37 %), C<sub>18:1n9</sub> (22,54 %). Dále bylo hodnoceno zastoupení tří mastných kyselin s krátkým řetězcem (C<sub>6:0</sub>, C<sub>8:0</sub> a C<sub>10:0</sub>), které způsobují specifickou chuť kozího mléka. Nejvyšší zastoupení těchto kyselin bylo zjištěno v květnu 2011 (101. průměrný den laktace): 1,85 % (C<sub>6:0</sub>), 2,92 % (C<sub>8:0</sub>) a 11,8 % (C<sub>10:0</sub>). Vliv stádia laktace na zastoupení daných kyselin byl statisticky potvrzen ( $p < 0,001$ ).

Sledovanou mastnou kyselinou, z důvodu pozitivních účinků na lidské zdraví, byla CLA. Nejvyšší zastoupení (0,73 %) CLA bylo naměřeno na konci laktace v září 2010 (184. průměrný den laktace). U CLA byl statisticky významný vliv stádia laktace na její zastoupení ( $p < 0,001$ ).

Dalším vlivem, který byl v diplomové práci zkoumán, bylo působení pořadí laktace na zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz. Vliv pořadí laktace na zastoupení mastných kyselin nebyl statisticky potvrzen.

Hlavním tématem diplomové práce bylo posouzení zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz, ale z důvodu významnosti jakosti mléka byly zařazeny i vybrané jakostní ukazatele a dojivost. Nejvyšší nádoj byl naměřen v květnu 2011

a činil 1820 ml mléka. Nádoje měřené na podzim obou roků vykazovaly nižší hodnoty. Nejvyšší obsah tuku byl zjištěn v odběru ze září 2010, kdy byla naměřena tučnost 9,03 %. Zjištěný nejvyšší průměrný obsah bílkovin 4,79 % byl naměřen v říjnu 2011. Nejvyšší obsah laktózy 4,37 % byl naměřen květnu 2011. Vliv stádia laktace byl statisticky potvrzen ( $p < 0,001$ ) u doživosti, obsahu tuku, bílkovin i laktózy.

Dalším zkoumaným ukazatelem byl obsah kaseinu. Při porovnání s hodnotami uváděnými v literatuře byl zjištěn vyšší obsah kaseinu u sledované skupiny koz. U TPS byly zjištěny standardní hodnoty. Obsah močoviny v kozím mléce sledované skupiny výrazně převyšoval fyziologické rozmezí, což naznačovalo nadbytek dusíkatých látek a zároveň nedostatek energie v krmné dávce. Obsah kyseliny citrónové se u sledované skupiny koz pohyboval pod fyziologickým rozmezím, což opět může poukazovat na nedostatek energie v krmné dávce.

Ve sledované skupině koz byly zjištěny značné rozdíly PSB v jednotlivých obdobích. Maximální PSB, který činil 9711 tis./ml byl naměřen v září 2010. Je však nutné vzít v úvahu, že to je hodnota individuálního vzorku mléka, která je vždy vyšší než hodnota zjišťovaná v bazénových vzorcích. Tento počet může značit výskyt zdravotních problémů, zejména subklinických mastitid ve stádě.

## 6 POUŽITÁ LITERATURA

1. ALONSO, L., J. FONTECHA, L. LOZADA, M.J. FRAGA a M. JUAREZ. Fatty acid composition of caprine milk: major, branched-chain, and trans fatty acids. *J. Dairy Sci.* 1999 (82), 878-884.
2. ANGLO-NUBIAN GOATS. NEW ZEALAND RARE BREEDS [online]. 2002 [cit. 2011-12-27]. Dostupné z: <http://www.rarebreeds.co.nz/nubian.html>
3. Anglonubijská koza (AN) | SCHOK. SCHOK [online]. 2009 [cit. 2011-12-27]. Dostupné z: <http://www.schok.cz/plemena-koz/plemena-mlecna/anglonubijska-koza>
4. BAER, R.J., J. RYALI, D.J. SCHINGOETHE, K.M. KASPERSON, D.C. DONOVAN, A.R. HIPPEN a S.T. FRANKLIN. Composition and properties of milk and butter from cows fed fish oil. *J. Dairy Sci.* 2001 (84), 345-353.
5. BANNI, S., G. CARTA, S.M. CONTINI, E. ANGIONI, M. DEIANA, M.A. DESSY, P. MELIS a F.P. CORONGIU. Characterization of conjugated diene fatty acids in milk, dairy products, and lamb tissues. *J. Nutr. Biochem.* 1996 (7), 150-155.
6. BAUMAN, D.E., B.A. CORL a G.P. PETERSON. The biology of conjugated linoleic acids in ruminants. In: *Advances in CLA research*. Champaign, USA: AOCS Press, 2003, s. 146-173.
7. BAUMGARD, L.H., B.A. CORL, D.A. DWYER, A. SAEBO a D.E. BAUMAN. Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. *Am. J. Physiol Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2000, 278 (1), 179.
8. BELURY, M. Dietary conjugated linoleic acid in health: physiological effects and mechanisms of action. *Annu. Rev. Nutr.* 2002 (82), 505-531.
9. BOZA, J. a M.R. SANZ SAMPELAYO. Aspectos nutricionales de la leche de cabra. *Ann. Acad. Cienc. Vet. Andalucia.* 1997 (10), 109-139.
10. BUCEK, Pavel. Význam hodnocení minoritních složek mléka [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupný z <http://www.cmsch.cz/store/2010-minoritni-slozky-mleka.pdf>

11. CABIDDU, A., M. ADDIS, S. SPADA, M. SITZIA, G. MOLLE a G. PIREDDA. The effect of different legumes-based pastures on the fatty acid composition of sheep milk with focus on CLA. In: *20th Meeting of European Grassland Federation*. Luzern, Switzerland: Blackwell Publishing Ltd., 2004, s. 1133-1135.
12. CATTANEO, D., R. ROSSI, S. PANSERI, G. SAVOINI, A. AGAZZI a V.M. MORETTI. Temporal changes in milk CLA content and aroma compound profile in two breeds of dairy goats (Brown Alpine and Saanen): 4th Euro Fed Lipid Congress. In: *Workshop "Rumen biohydrogenation"*. Madrid: Lecture and Poster Abstracts, 2006.
13. COLLOMB, M., A. SCHMID, A. SIEBER, D. WECHSLER a E.L. RYHANEN. Conjugated linoleic acids in milk fat: variation and physiological effects. *Int. Dairy J.* 2006 (16), 1347-1361.
14. Composition of milk fat. *Agroscope* [online]. 2011 [cit. 2011-12-30]. Dostupné z: <http://www.agroscope.admin.ch/milchfett/index.html?lang=en>
15. CZAUDERNA, M., J. KOWALCZYK a J.P. MICHALSKI. Effect of a protein level in the diet on fatty acid profile in goat milk. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2010 (19), 211-217.
16. ČSN 57 0529. Syrové kravské mléko pro mlékárenské ošetření a zpracování. Český normalizační institut. 1993. 8 s.
17. DEWHURST, R.J., N.D. SCOLLAN, M.R. LEE, H.J. OUGHAM a M.O. HUMPHREYS. Forage breeding and management to increase the beneficial fatty acid content of ruminant products. *P. Nutr. Soc.* 2003 (2), 329-336.
18. DONNEM, I., .T. RANDBY a M. EKNS. Effect of grass silage harvesting time and level of concentrate supplementation on goat milk quality. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 2010, 163 (2-4), 118-129. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2010.10.013. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377840110003639>
19. EKNAS, M, K KOLSTAD, H VOLDEN a HOVE. Changes in body reserves and milk quality throughout lactation in dairy goats. *Small Ruminant Res.* 2006, 63 (1-2), 1-11. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921448805000520>



20. ELLIS, K.A., W.G. MCLEAN, D.H. GROVE-WHITE, P.J. CRIPPS, C.V. HOWARD a M. MIHM. Studies comparing the composition of milk produced on organic and conventional dairy farms in the UK. In: *4th SAFO Workshop*. Frick, Switzerland, 2005, s. 41-45.
21. FANTOVÁ, Milena. Chov koz. Vyd. 2., upr. Praha: Ve spolupráci se Svazem chovatelů ovcí a koz v ČR vydalo nakl. Brázda, 2010, 214 s. ISBN 978-80-209-0377-8.
22. FEGEROS, K., G. ZERVAS, S. STAMOULI a E. APOSTOLAKI. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. *J. Dairy Sci.* 1995 (78), 1116-1121.
23. FORMAN, L. ČURDA, L. Význam základních a doplňkových znaků kvality mléka pro jakost mlékařenských výrobků a pro ekonomiku mlékaření [online]. [cit. 2012-04-12]. Dostupný z [www:http://www.agris.cz/vyzkum/detail.php?id=108668&iSub=566&PHPS ESSID=3e](http://www.agris.cz/vyzkum/detail.php?id=108668&iSub=566&PHPS ESSID=3e)
24. GABORIT, P., K. RAYNAL-LJUTOVAC a A. LAURET. Flavour of goat milk and cheeses according to feeding, alfalfa hay or maize silage with oleic sunflower or linseed oil supplementation. In: *Proceedings of 19th General Meeting European Grassland Federation*. France, La Rochelle, 2002, s. 562-563.
25. GAJDŮŠEK, Stanislav. Mlékařství II. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1998. 142 s.
26. GENČUROVÁ, V., O. HANUŠ, J. BANYKÓ, M. VYLETĚLOVÁ, H. JANDOVÁ a R. JEDELSKÁ. Složení a vlastnosti kozího mléka, jejich vzájemné vztahy a vlivy některých chovatelských faktorů. *Výzkum v chovu skotu*. 2004, 1, s. 6-19.
27. GIVENS, D.I. a K.J. SHINGFIELD. Optimising dairy milk fatty acid composition. In: *Improving the Fat Content of Foods*. 2006: Woodhead Publishing Ltd., s. 252-280.
28. GODDEN, S.M., K. O. LISSEMORE, D. F. KELTON, K. E. LESLIE, J. S. WALTON, a J. H. LUMSDEN. Factors associated with milk urea concentrations in Ontario dairy cows. *J.Dairy Sci.* 2001 (84), 107-114.
29. GRIEGER, Celestín a Josef HOLEC. *Hygiena mlieka a mliečnych výrobkov*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1990, 397 s. Veterinárstvo. ISBN 80-070-0253-7.

30. GRIINARI, J.M., B.A. CORL, S.H. LACY, P.Y. CHOUINARD, K.V.V. NURMELA a D.E. BAUMAN. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by 9-desaturase. *J. Nutr.* 2000 (130), 2285-2291.
31. GUO, M., Y.W. PARK, P.H. DIXON, J.A. GILMORE a P.S. KINDSTEDT. Relationship between the yield of cheese (Chevre) and chemical composition of goat milk. *Small Ruminant Res.* 2004 (1/2), 103-107.
32. HAAS, Dušan a Bohumír HOFÍREK. Diagnostický význam mléčných složek pro zdraví člověka a dojnice. In: Den mléka 2004. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Katedra chovu skotu a mlékařství, 2004, s. 26-29. ISBN 80-213-1166-5.
33. HAENLEIN, G.F.W. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Res.* 2004, 51 (2), 155-163. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2003.08.010. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921448803002724>
34. HAENLEIN, G.F.W. Role of goat meat and milk in human nutrition. In: *Proceedings of the V International Conference on Goats*. New Delhi, India: International Goat Association, 1992, s. 575-580.
35. 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, č. 1, s. 6-19.
36. HOMOLKA, Petr a Václav KUDRNA. Zvýšení obsahu prospěšných polynenasycených mastných kyselin mléka výživou zvířat. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., 2007. ISBN 978-80-86454-87-0.
37. HORÁK, F. a K. TREZNEROVÁ. *Světový genofond ovcí a koz*. Brno: Svaz chovatelů ovcí a koz v ČR, 2010. ISBN 978-80-904140-6-8.
38. CHICHLOWSKI, M. W., SCHROEDER, C. S. PARK, W. L. KELLER a D. E. SCHIMEK. Altering the fatty acids in milk fat by including canola seed in dairy cattle diets. *J. Dairy Sci.* 2005, roč. 88, č. 9, 3084–3094.
39. CHILLIARD, Y. a A. FERLAY. Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. *Reprod. Nutr. Dev.* 2004 (45), 467-492.
40. CHILLIARD, Y., A. FERLAY, J. ROUEL a G. LAMBERET. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *J. Dairy Sci.* 2003 (86), 1751-1770.

41. Chov koz obecně: Kozí mléko. *Zootechnika a chov hospodářských zvířat: Chov koz* [online]. 2011 [cit. 2011-10-8]. Dostupné z: <http://www.zootechnika.cz/clanky/chov-koz/chov-koz-obecne>
42. JIANG, J., L. BJOERK, R. FONDÉN a M. EMANUELSON. Occurrence of conjugated cis-9, trans-11-octadecadienoic acid in bovine milk: effect of feed and dietary regimen. *J. Dairy Sci.* 1996 (79), 438-445.
43. KALACH, Pavel. *Organická chemie přírodních látek a kontaminantů*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2001, 120 s. ISBN 80-704-0520-1.
44. KOMPRDA, Tomáš. *Základy výživy člověka*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, 162 s. ISBN 978-807-1576-556.
45. KOUŘIMSKÁ, Lenka, Eva KOVÁŘOVÁ, Hedvika DRAGONOVÁ a Luboš BABIČKA. Sledování změn kyselosti při výrobě kozího sýra. In: *Den mléka 2006*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2006, s. 121-126. ISBN 80-213-1498-2.
46. KŘIVDA, B. Kozí mléko – srovnání s mlékem kravským. In: *Den mléka 2006*. Praha: ČZN, 2006, s. 166-167.
47. KRÍŽEK, Jaromír. *Chov koz*. 1. vyd. Praha: Farm, 1992, 175 s. Alternativní zemědělství. ISBN 80-901-2590-5.
48. LANNA, D.P.D., E.F. DELGADO a M.S. GAMA. Nutrientes, hormônios e genes na regulação da síntese de gordura em bovinos em crescimento e lactação. *Sociedade Brasileira de Zootecnia*. 2001, 658-685.
49. LARSON, S.F., W.R. BUTLER a W.B. CURRIE. Reduced fertility associated with low progesterone postbreeding and increased milk urea nitrogen in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 1997 (80), 1288-1295.
50. LUŽOVÁ, Táňa, Květoslava ŠUSTOVÁ, Jan KUČTÍK a Ivo VYSKOČIL. Změny kvality kozího mléka a sýrů v průběhu laktace. In: *Den mléka 2006*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2006, s. 119-120. ISBN 80-213-1498-2. In: *Den mléka 2006*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2006, s. 121-126. ISBN 80-213-1498-2.
51. MACEK, Antonín, Oto HANUŠ, Marek BJELKA, Libor JANŮ a Václava GENČUROVÁ. Vlivy plemen na vztahy bodu mrznutí a složek a vlastností mléka krav. In: *Den mléka 2006*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2006, s. 100-104. ISBN 80-213-1498-2.

52. MARTÍN, L., P. RODRÍGUEZ, A. ROTA, A. ROJAS, M.R. PASCUAL, D. PATÓN a J. TOVAR. Effect of protected fat supplementation to lactating goats on growth and fatty acid composition of perirenal fat in goat kids. *Anim. Sci.* 1999 (68), 195-200.
53. MÁŠOVÁ, Hana a Květoslava ŠUSTOVÁ. Obsah kaseinu u plemen české strakaté a holštýnské . In: Den mléka 2006. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2006, s. 95-97. ISBN 80-213-1498-2.
54. MATSUSHITA, M., N. M. TAZINAFO, R. G. PADRE, C. C. OLIVEIRA, N. E. SOUZA, J. V. VISENTAINER, F. A. F. MACEDO a N. P. RIBAS. Fatty acid profile of milk from Saanen goats fed a diet enriched with three vegetable oils. *Small Ruminant Res.* 2006, 72 (2-3), 127-132. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.003. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921448806002446>
55. Milk Fat. *Milk Composition* [online]. 2011 [cit. 2011-10-8]. Dostupné z: <http://www.milkfacts.info/Milk%20Composition/Fat.htm>
56. Milk Protein. *Milk Composition* [online]. 2011 [cit. 2011-10-8]. Dostupné z: [http://www.milkfacts.info/Milk Composition/Protein.htm](http://www.milkfacts.info/Milk%20Composition/Protein.htm)
57. MOLINA-ALCAIDE, E. a D.R. YÁEZ-RUIZ. Potential use of olive by-products in ruminant feeding: A review. *Animal Feed Science and Technology.* 2008, 147 (1-3), 247-264. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2007.09.021. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377840107003690>
58. MORAND-FEHR, P., P. BAS, G. BLANCHART, R. DACCORD, S. GIGER-REVERDIN, E.A. GIHAD, M. HADJIPANAYIOTOU, A. MOWLEM, F. REMEUF a D. SAUVANT. Influence of feeding on goat milk composition and technological characteristics. In: *Goat Nutrition*. EAAP Publ., 1991, s. 209-224.
59. MORAND-FEHR, P., V. FEDELE, M. DECANDIA a Y. LE FRILEUX. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Res.* 2007, 68 (1-2), 20-34. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.019. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921448806002604>

60. MORAND-FEHR, P., M.R. SANZ SAMPELAYO, Y.V. FEDELE, Y. LE FRILEUX, M. EKNAES, Ph. SCHMIDELY, S. GIGER REVERDING, P. BAS, R. RUBINO, O. HAVREVOLL a D. SAUVANT. Effect of feeding on the quality of goat milk and cheeses. In: *Proceedings of the Seventh International Conference on Goats*. Tours, France: Tome I, 2000, s. 53-58.
61. NUDDA, A., G. BATTACONE, M.G. USAI, S. FANCELLU a G. PULINA. Supplementation with extruded linseed cake affects concentrations of conjugated linoleic acid and vaccenic acid in goat milk. *J. Dairy Sci.* 2006(89), 277-282.
62. Nutrient Content of Milk Varieties. *Milk Composition* [online]. 2011 [cit. 2011-10-8]. Dostupné z: <http://0061459.netsolhost.com/Nutrition%20Facts/Nutrient%20Content.htm>
63. PARIZA, M.W., Y. PARK a M.E. COOK. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Prog. Lipid Res.* 2001 (40), 283-298.
64. PARODI, A.P. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *J. Dairy Sci.* 1999 (82), 1339-1349.
65. PAVELKA, Antonín. *Mléčné výrobky pro vaše zdraví*. 1. vyd. Praha: Litera, 1996, 105 s. ISBN 80-857-6309-5.
66. Plemena koz: Anglonubijská koza. Zootechnika a chov hospodářských zvířat [online]. 2011 [cit. 2011-12-27]. Dostupné z: <http://www.zootechnika.cz/fotoalbum/ovce-a-kozy/plemena-koz/anglonubijska-koza---koz-el-.html>
67. PŘIDALOVÁ, H., B. JANŠTOVÁ a M. DRAČKOVÁ. Sledování vybraných parametrů kozího mléka. In: *Farmářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků III*. V Brně: MZU, 2005, s. 40-41.
68. Reprodukce koz: Pohlavní cyklus a plemenitba koz. Zootechnika a chov hospodářských zvířat: Chov koz [online]. 2009 [cit. 2012-04-23]. Dostupné z: <http://www.zootechnika.cz/clanky/chov-koz/reprodukce-koz/pohlavni-cyklus-a-plemenitba-koz.html>
69. SAMBRAUS, Hans Hinrich. Atlas plemen hospodářských zvířat: skot, ovce, kozy, koně, osli, prasata : 250 plemen. Vyd. v češtině 1. Praha: Brázda, 2006, 295 s. ISBN 80-209-0344-5.

70. SAMKOVÁ, Eva, Milan PEŠEK a Jiří ŠPIČKA. *Mastné kyseliny mléčného tuku skotu a faktory ovlivňující jejich zastoupení: vědecká monografie = Fatty acids of cow milk fat and factors affecting their composition : a review*. 1. vyd. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2008, 90 s. ISBN 978-807-3941-048.
71. SAMOHEJLOVÁ, Kamila. *Jakostní ukazatele kozího mléka*. České Budějovice, 2010. Bakalářské práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. Vedoucí práce Eva Samková.
72. SANZ SAMPELAYO, M.R., Y. CHILLIARD, Ph. SCHMIDELY a J. BOZA. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. *Small Ruminant Res.* 2007, 68 (1-2), 42-63. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.017. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921448806002586>
73. SANZ SAMPELAYO, M.R., J.J. MARTIN ALONSO, L. PEREZ, F. GIL EXTREMERA a J. BOZA. Dietary supplements for lactating goats by polyunsaturated fatty acid-rich protected fat. *J. Dairy Sci.* 2004 (87), 1796-1802.
74. SANZ SAMPELAYO, M.R., L. PEREZ, J. BOZA a L. AMIGO. Forage of different physical forms in the diets of lactating Granadina goats: Nutrient digestibility and milk production and composition. *J. Dairy Sci.* 1998 (81), 492-498.
75. SAVOINI, G., A. AGAZZI, G. INVERNIZZI, D. CATTANEO, L. PINOTTI a A. BALDI. Polyunsaturated fatty acids and choline in dairy goats nutrition: Production and health benefits. *Small Ruminant Res.* 2010, 88 (2-3), 135-144. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2009.12.021. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921448809002934>
76. SHINGFIELD, K.J., Y. CHILLIARD, V. TOIVONEN, P. KAIRENIUS a D.I. GIVENS. Trans fatty acids and bioactive lipids in milk. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2008 (606), 3-65.
77. SCHMIDELY, Ph., M. LLORET PUJOL, P. BAS, A. ROUZEAU a D. SAUVANT. Influence of feed intake and source of dietary carbohydrate on milk yield and composition, nitrogen balance, and plasma constituents of lactating goats. *J. Dairy Sci.* 1999 (82), 747-755.

78. SILANIKOVE, N., G. LEITNER, U. MERIN a C.G. PROSSER. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. *Small Ruminant Res.* 2010, 89 (2-3), 110-124. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2009.12.033.
79. SIMOPOULOS, A.P. Essential fatty acids in health and chronic disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999 (70), 560-569.
80. TORII, M.S., J.C. DAMASCENO, L. DA ROCHA RIBEIRO, E.S. SAKAGUTI, G.T. DOS SANTOS, M. MATSUSHITA a N.M. FUKUMOTO. Physical-Chemical Characteristics and Fatty Acids Composition in Dairy Goat Milk in Response to Roughage Diet. *Braz. Arch. of Biol. and Technol.* 2004, 47 (6), 903-909.
81. TSIPLAKOU, E., K.C. MOUNTZOURIS a G. ZERVAS. Concentration of conjugated linoleic acid in grazing sheep and goat milk fat. *Livestock Sci.* 2006 (103), 74-84.
82. TUDISCO, R., A. BOVERA, G. GUGLIELMELLI, F. MONIELLO a Federico INFASCELLI. Influence of organic systems on milk fatty acid profile and CLA in goats. *Small Ruminant Res.* 2010, 88 (2-3), 151-155. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2009.12.023. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921448809002958>
83. TVRZICKÁ, E., B. STAŇKOVÁ, M. VECKA a A. ŽÁK. Mastné kyseliny 2. Fyziologický a klinický význam. *Časopis lékařů českých.* 2009, č. 148, s. 116-123.
84. VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 1.* 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 328 s. ISBN 80-902-3912-9.
85. Vitamins & Minerals in Milk. *Milk Composition* [online]. 2011 [cit. 2011-10-8]. Dostupné z: <http://www.milkfacts.info/Milk%20Composition/VitaminsMinerals.htm>
86. Vyhláška MZe 211/2004 o metodách zkoušení a způsobu odběru a přípravy kontrolních vzorků. 2004.
87. ZEMAN, Ladislav. *Výživa a krmení hospodářských zvířat.* 1. vyd. Praha: Profi Press, 2006, 360 s. ISBN 80-867-2617-7.
88. ŽAN, M., V. STIBILJ a I. ROGELJ. Milk fatty acid composition of goats grazing on alpine pasture. *Small Ruminant Res.* 2006, 64 (1-2), 45-52

## 7 SEZNAM TABULEK A GRAFŮ

### SEZNAM TABULEK

|  |    |
|--|----|
| Tabulka 1 Zastoupení jednotlivých složek v kozím mléce .....   | 11 |
| Tabulka 2 Zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz .....   | 17 |
| Tabulka 3 Rozdělení faktorů ovlivňující složení mléčného tuku .....  | 21 |
| Tabulka 4 Zastoupení mastných kyselin v kozím, ovčím a kravském mléčném tuku...  | 22 |
| Tabulka 5 Skladba krmné dávky.....   | 28 |
| Tabulka 6 Počet zařazených koz a odebraných vzorků sledovaného stáda v kontrole<br>užitkovosti v letech 2010 a 2011.....   | 30 |
| Tabulka 7 Parametry chromatografické analýzy.....  | 32 |
| Tabulka 8 Přehled významných skupin mastných kyselin mléčného tuku koz.....  | 33 |
| Tabulka 9 Základní statistické charakteristiky stáda anglonubijských koz .....   | 34 |
| Tabulka 10 Základní statistické charakteristiky dojivosti, chemického složení a<br>dalších ukazatelů u skupiny vybraných koz anglonubijského plemene.....                        | 36 |
| Tabulka 11 Obsah kaseinu v kravském a kozím mléce .....  | 38 |
| Tabulka 12 Základní statistické charakteristiky pro zastoupení mastných kyselin<br>(% všech mastných kyselin) v rámci skupin u sledovaných koz .....                             | 43 |
| Tabulka 13 Základní statistické charakteristiky pro zastoupení mastných kyselin<br>(% všech mastných kyselin) u sledovaných koz .....  | 48 |
| Tabulka 14 Základní statistické charakteristiky pro hodnocení vlivu pořadí laktace<br>koz na zastoupení mastných kyselin (% všech mastných kyselin)<br>u sledované skupiny ..... | 51 |

### SEZNAM GRAFŮ

|  |    |
|--|----|
| Graf 1 Zastoupení (%) SFA a UFA v různých fázích laktace koz.....  | 44 |
| Graf 2 Zastoupení SFA (% všech mastných kyselin) ve sledovaném období .....  | 45 |
| Graf 3 Zastoupení MUFAcis (% všech mastných kyselin) ve sledovaném období.....   | 46 |
| Graf 4 Zastoupení (% všech mastných kyselin) PUFA ve sledovaném období .....   | 46 |
| Graf 5 Zastoupení (% všech mastných kyselin) kapronové, kaprylové a kaprinové<br>kyseliny během sledovaného období ..... | 49 |
| Graf 6 Zastoupení (%) CLA ve sledovaném období.....  | 50 |