

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra kvality zemědělských produktů**



**Porovnání profilu mastných kyselin kaseinových  
a albuminových mlék**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Hana Vokálová**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Lenka Kouřimská, Ph.D.**

© 2015 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci "Porovnání profilu mastných kyselin kaseinových a albuminových mlék" vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na jejím konci. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10. 4. 2015

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala paní doc. Ing. Lence Kouřimské, Ph.D. za odborné vedení, cenné informace a trpělivost při psaní této diplomové práce.

# Porovnání profilu mastných kyselin kaseinových a albuminových mlék

## Souhrn

Tato diplomová práce ověřuje hypotézu, která tvrdí, že existuje rozdíl mezi profilem mastných kyselin kaseinových a albuminových mlék. Cílem práce bylo zanalyzovat profily mastných kyselin těchto mlék a porovnat zastoupení polyenových a monoenových mastných kyselin s ohledem na jejich výživovou hodnotu.

Mléka kaseinová byla při výzkumu zastoupena mlékem kravským a mléka albuminová mateřským a nosorožčím. Vzorky mateřského mléka v různých fázích laktace pocházely od dobrovolných dárců z Ústavu pro péči o matku a dítě v Praze Podolí. Vzorky mléka nosorožce pocházely od tří samic nosorožce dvourohého (*Diceros bicornis*). Mléko nosorožců bylo poskytnuto ze ZOO Dvůr Králové. U těchto vzorků byly také měřeny jednotlivé složky mléka.

Vzorky mléčného tuku byly skladovány při mrazírenských teplotách. Tuk byl podroben esterifikaci a dále analýze metodou plynové chromatografie. Výsledné chromatogramy byly vyhodnoceny a zastoupení jednotlivých kyselin bylo statisticky porovnáno.

V profilu mastných kyselin mateřského a kravského mléka měřeném v této práci existuje statisticky významný rozdíl ve všech majoritně zastoupených kyselinách. Mateřské mléko má vyšší obsah kyseliny olejové (32,9 %) a linolové (10,8 %). Mléko kravské obsahuje více kyseliny myristové, palmitové, stearové. Mateřské mléko má větší zastoupení nenasycených mastných kyselin.

Mléko kravské a nosorožčí se statisticky shoduje v obsahu kyseliny olejové (21,2 % a 18,9 %). Mléko nosorožce vykazuje vyšší obsah kyseliny kaprinové (26,4 %), laurové (13,9 %) a linolové (5,8 %). V mléce kravském se nachází vyšší zastoupení kyseliny myristové (11,7 %), palmitové (35,9 %) a stearové (8,5%).

Mléko nosorožčí a mateřské vykazuje stejný obsah kyseliny myristové (6,9 % a 6,1 %) a palmitoolejové (obě mléka 2,2 %). Mateřské mléko obsahovalo více kyseliny palmitové (29,6 %), stearové (6,7 %), olejové (32,9 %) a linolové (10,8 %). Mléko nosorožce mělo vyšší obsah kyseliny kaprinové (26,4 %) a laurové (13,9 %).

**Klíčová slova:** mastné kyseliny, tuk, kaseinová a albuminová mléka, mateřské mléko, mléko nosorožce

## **Comparison of fatty acids profile of casein and albumin milk**

### **Summary**

This diploma thesis verifies hypothesis which argue that there is a difference between profile of fatty acids of casein and albumin milks. The aim of this work is to analyze profiles of fatty acids of those milks and to compare representation of poly and monounsaturated fatty acids with regard to their nutrition values.

Casien milks were represented by cow milk and albumin milks by breast milk and rhinoceros milk. Samples of breast milk in various phases of lactation came from voluntary donors from Ústav pro péči o matku a dítě in Prague-Podolí. Samples of rhinoceros milk came from three females of Black rhinoceros (*Diceros bicornis*). Milk of the rhinoceros was provided by ZOO Dvůr Králové. In case of these samples particular components of milk were measured as well.

Samples of milk fat were stored at freezing temperatures. Fat was submitted to esterification and analyzed using the method of gas chromatography. Resulting chromatograms were evaluated and representation of particular acid was compared statistically.

In the profile of fatty acids of breast and cow milks evaluated in this thesis there is a statistically significant difference in all major represented acids. milk contains higher amount of oleic acid (32.9 %) and linoleic acid (10.8 %). Cow milk contains higher amount of myristic, palmitic and stearic acids. Breast milk contains higher amount of unsaturated fatty acids.

Cow and rhinoceros milks correspond statistically in amounts of oleic acid (21.2 % and 18.9 %). Rhinoceros milk showed higher contents of capric (26.4 %), lauric (13.9 %), linoleic (5.8 %) acids. In cow milk higher amounts of myristic (11.7 %), palmitic (35.9 %) and stearic (8.5 %) acids were represented.

Rhinoceros and breast milk had similar contents of myristic (6.9 % and 6.1 %) and palmitoleic (2.2 % for both milks) acids. Breast milk contained more palmitic (29.6 %), stearic (6.7 %), oleic (32.9 %) and linoleic (10.8 %) acids. Rhinoceros milk contained more capric (26.4 %) and lauric (13.9 %) acids.

**Keywords:** fatty acids, fat, casein and albumin milks, breast milk, rhinoceros milk

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Vědecká hypotéza a cíl práce .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Mléko.....</b>	<b>10</b>
3.1.1	Složky mléka.....	10
3.1.2	Mlezivo .....	10
<b>3.2</b>	<b>Mléka kaseinová a albuminová.....</b>	<b>11</b>
3.2.1	Mléka kaseinová .....	11
3.2.1.1	Příklady kaseinových mlék .....	11
3.2.2	Mléka albuminová .....	11
3.2.2.1	Příklady albuminových mlék .....	11
<b>3.3</b>	<b>Mastné kyseliny .....</b>	<b>12</b>
3.3.1	Rozdělení mastných kyselin .....	12
3.3.1.1	Nasyčené mastné kyseliny .....	12
3.3.1.2	Monoenové mastné kyseliny .....	13
3.3.1.3	Polyenové mastné kyseliny .....	13
3.3.1.4	Trans mastné kyseliny.....	13
<b>3.4</b>	<b>Mléčný tuk .....</b>	<b>14</b>
3.4.1	Složení mléčného tuku.....	14
<b>3.5</b>	<b>Mateřské mléko .....</b>	<b>16</b>
3.5.1	Tuky mateřského mléka.....	16
3.5.2	Profil mastných kyselin .....	16
<b>3.6</b>	<b>Mléko nosorožce .....</b>	<b>19</b>
3.6.1	Složení mléka nosorožců .....	19
3.6.2	Tuk mléka nosorožců.....	20
3.6.3	Profil mastných kyselin .....	21
<b>4</b>	<b>Materiál a metody .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1</b>	<b>Popis vzorků .....</b>	<b>23</b>
4.1.1	Vzorky tuku mateřského mléka .....	23
4.1.2	Vzorky tuku kravského mléka .....	23
4.1.3	Vzorky tuku nosorožčího mléka .....	23
<b>4.2</b>	<b>Použité chemikálie.....</b>	<b>24</b>
<b>4.3</b>	<b>Použité přístroje a zařízení.....</b>	<b>24</b>
<b>4.4</b>	<b>Příprava vzorků k analýze .....</b>	<b>24</b>
<b>4.5</b>	<b>Plynová chromatografie.....</b>	<b>25</b>
<b>4.6</b>	<b>MilkoScan .....</b>	<b>26</b>
<b>4.7</b>	<b>Statistické zhodnocení.....</b>	<b>26</b>

<b>5</b>	<b>Výsledky.....</b>	<b>28</b>
<b>5.1</b>	<b>Profil MK kravského mléka.....</b>	<b>28</b>
<b>5.2</b>	<b>Profil MK mateřského mléka.....</b>	<b>30</b>
<b>5.3</b>	<b>Profil MK nosorožčího mléka.....</b>	<b>32</b>
<b>5.5</b>	<b>Jednotlivé složky mléka nosorožce.....</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>46</b>
<b>8</b>	<b>Seznam literatury.....</b>	<b>47</b>
	<b>Seznam použitých zkratk.....</b>	<b>49</b>
	<b>Seznam příloh.....</b>	<b>50</b>

## 1 Úvod

Mléko je tekutina, kterou produkují samice savců pro výživu svých mláďat. Má specifické mezidruhové složení a v nejbližším období po narození představuje mateřské mléko jediný zdroj potravy pro mládě.

Lidé jsou prakticky jediný druh, který mléko konzumuje i v dospělosti. Zatímco jsme jako novorozenci závislí na mléce mateřském, které patří mezi mléka albuminová, v dospělosti konzumujeme výhradně mléko kravské nebo kozí, která patří mezi kaseinová. Spotřeba kravského mléka (pouze mléka, bez mléčných výrobků a másla) byla v roce 2012 57,2 l na osobu za rok.

Mléko tedy patří k potravinám, které nás provází celý život. Je to cenný zdroj vitaminů, minerálních látek a všech základních živin, tedy i tuku. Měli bychom se zaměřit na to, z jakých konkrétních stavebních kamenů se živiny skládají. U tuku bychom se měli zaměřit na profil mastných kyselin, zejména zastoupení jednotlivých prospěšných monoenových a polyenových mastných kyselin. To je důležité hlavně z výživového hlediska. Toto hledisko je důležité především pro příznivé prospívání a fyzické zdraví. Ale znalost profilu mastných kyselin umožňuje také výrobu optimální umělé náhradní výživy, ať už pro člověka, nebo pro zvířata. Náhradní výživa se používá pouze v případě, že mládě nemůže pít od své matky. Příčiny tohoto jevu mohou být různé, a proto kvalita a co největší podobnost složení přirozené stravy je pro přežití důležitá. U zvířat je tato znalost stěžejní pro odchov ohrožených druhů zvířat v zajetí. Mezi tyto druhy patří i nosorožec. O složení tuku tohoto zvířete zatím není moc známo, a právě proto je důležité toto složení získat.



## **2 Vědecká hypotéza a cíl práce**

Vědecká hypotéza této práce byla následující: Kaseinová a albuminová mléka mají odlišné profily mastných kyselin.

Cílem této diplomové práce bylo vypracovat literární rešerši zaměřenou na poznatky o profilu mastných kyselin mléka mateřského, kravského a vzácného mléka nosorožčího. V praktické části bylo cílem připravit získané vzorky k analýze esterifikací a poté zanalyzovat pomocí metody plynové chromatografie a výsledné profily mastných kyselin porovnat se stávajícími poznatky. Předmětem porovnání byly zejména polyenové a monoenové mastné kyseliny s ohledem na jejich výživovou hodnotu.

### 3 Literární rešerše

#### 3.1 Mléko

Mléko je primární zdroj zabezpečující kompletní nutriční požadavky novorozence daného druhu. Pro novorozené jedince je to jediný zdroj potravy, na kterém je závislé jejich přežití, a proto musí obsahovat patřičné výživové hodnoty, které odpovídají požadavkům daného druhu.

##### 3.1.1 Složky mléka

Složky mléka rozdělujeme na látky původní a cizorodé. Původní látky ještě rozdělujeme na hlavní (voda, tuk, laktosa, bílkoviny) a vedlejší (minerální látky, kyselina citronová, fosfolipidy, steroly, enzymy, vitaminy, plyny, somatické buňky).

Nutriční a fyziologické potřeby jednotlivých druhů jsou unikátní, proto složení mléka vykazuje velmi výrazné mezidruhové rozdíly.

Tab. č. 1: Složení mateřského mléka krávy domácí a člověka

Samice	Sušina (%)	Tuk (%)	Bílkoviny (%)	Laktóza (%)	Popel (%)
Člověk ( <i>Homo sapiens</i> )	12,2	3,8	1,0	7,0	0,2
Tur domácí ( <i>Bos primigenius f. taurus</i> )	12,7	3,7	3,4	4,8	0,7

Zdroj: Fox et al. (1998)

##### 3.1.2 Mlezivo

Mléko, které je produkováno samicí daného druhu již těsně před porodem a ještě asi 3 – 5 dní po porodu, se nazývá mlezivo nebo také kolostrum. Je to hustá, nažloutlá kapalina, mírně slané chuti, která se liší svým složením od zralého mléka, které je produkováno později během laktace. Kolostrum patří mezi mléka nezralá.

## **3.2 Mléka kaseinová a albuminová**

Nejčastěji se mléko rozděluje podle jeho chemického složení, především podle vzájemného poměru hlavních bílkovin, na mléka albuminová a kaseinová.

### **3.2.1 Mléka kaseinová**

Kaseinová mléka produkují přežvýkavci se složeným žaludkem. Mezi tato mléka patří například mléko kravské, ovčí, kozí, buvolí.

Tato mléka mají vysoký obsah kaseinu – složené bílkoviny patřící mezi fosfoproteiny. Obsahuje esterově vázanou kyselinu fosforečnou na serin. V mléce je kasein chemicky vázán na vápník a fosfor (Kráčmar, 2003).

#### **3.2.1.1 Příklady kaseinových mlék**

Mléko kravské: barva může být slabě nažloutlá vlivem karotenů, stejnorodá konzistence, voda tvoří v průměru 87,5 %, tuk 3,9 %, bílkovina 3,4 %, laktóza 4,8 %.

Mléko kozí: zbarvení má křídově bílé, tuk je rozptýlen, má nižší kysací schopnost a v porovnání s kravským mlékem má delší dobu srážení.

Mléko ovčí: bílé zbarvení může přecházet až do žluta, má mírně natrpklou chuť, má vysoký obsah vitaminů, z minerálů obsahuje hodně fosforu a vápníku, má vyšší výživovou hodnotu.

Mléko buvolí: bílá barva, může být jemně žlutá, má vysoký obsah sušiny, toto mléko je typické svým vysokým obsahem celkových bílkovin, hlavní oblasti produkce buvolího mléka jsou Arménie, Gruzie, Turecko (Grieger a Holec, 1990).

### **3.2.2 Mléka albuminová**

Mléka albuminová produkují všežravci, masožravci a býložravci s jednoduchým žaludkem. Obsahují nejméně 25 % albuminu z celkové hodnoty bílkovin v mléce. Do této skupiny patří mléko mateřské, kobydí, oslí, prasečí a také nosorožčí (Kráčmar, 2003).

#### **3.2.2.1 Příklady albuminových mlék**

Mléko mateřské: bílá barva s jemně žlutým nádechem, nasládlá chuť a nevýrazná vůně, má vyšší obsah vit. C a E, voda tvoří 83 - 90 %, laktóza tvoří 4,6 - 8,6 %, tuk 3,7 - 5,9 %, bílkoviny 1 - 2 %.

Mléko kobyly: barva je čistě bílá, má vysoký obsah laktózy, ale nízký obsah sušiny, bílkovin a tuku, voda tvoří 87 - 91 %, laktóza 6,6 - 8,6 %, tuk 1,2 - 1,6 %, bílkoviny 1,5 - 1,9 %.

Mléko prasnice: toto mléko se vyznačuje vysokou výživovou hodnotou, voda tvoří 79 – 83 % a sušina až 20 %, laktóza 3 - 6 %, tuk 3,9 - 9,5 %, bílkoviny 5,3 - 7,3 % (Grieger a Holec, 1990).

### **3.3 Mastné kyseliny**

Mastné kyseliny v živém organismu plní řadu úloh. Jako součást fosfolipidů tvoří základní strukturu všech buněčných membrán.

Profil mastných kyselin je charakteristický jak pro jednotlivé živočišné druhy, tak i pro jednotlivé tkáně. Lidské (obecně savčí) tkáně jsou schopny syntetizovat nasycené mastné kyseliny převážně se sudým počtem atomů uhlíku. Dvojně vazby mají za fyziologických podmínek převážně cis – konfiguraci, která způsobuje ohyb uhlíkového řetězce pod úhlem 60°. Počet dvojných vazeb v cis – konfiguraci ovlivňuje významně mikroviskozitu buněčných membrán, jejich tloušťku a následně také funkce proteinů asociovaných s membránami (enzymy, buněčné receptory, membránové transportéry i iontové kanály). Rozpustnost mastných kyselin ve vodě s rostoucí délkou řetězce klesá. Mastné kyseliny představují přes 85 % hmotnosti mléčného tuku.

#### **3.3.1 Rozdělení mastných kyselin**

##### **3.3.1.1 Nasycené mastné kyseliny**

Nasycené mastné kyseliny obsahují maximální počet vodíkových atomů navázaných na uhlíkových atomech a žádnou dvojnou vazbu. Tvoří dlouhé přímé řetězce. Mají vyšší teplotu tání a jsou tedy odolnější při tepelné úpravě.

Nejčastěji se vyskytující nasycené mastné kyseliny

- máselná C4:0
- kapronová C6:0
- kaprylová C8:0
- laurová C12:0
- myristová C14:0

- palmitová C16:0
- stearová C18:0
- arachová C20:0

### 3.3.1.2 Monoenové mastné kyseliny

Monoenové mastné kyseliny obsahují ve svém řetězci jednu dvojnou vazbu. Liší se navzájem počtem atomů uhlíku, polohou dvojně vazby a prostorovou konfigurací. Většina monoenových mastných kyselin se vyskytuje v konfiguraci cis. V organismu snižují nebezpečnou LDL frakci a zvyšují HDL součást cholesterolu.

Hlavní zástupci monoenových mastných kyselin

- eruková C22:1 (cis-13)
- elaidová C18:1 (trans-9)
- palmitolejová C16:1 (cis-9)
- olejová C18:1 (cis-9)

### 3.3.1.3 Polyenové mastné kyseliny

Polyenové mastné kyseliny mají dvě či více izolovaných dvojných vazeb. Podle polohy první dvojně vazby v řetězci od koncového atomu uhlíku dělíme PUFA na typ omega-3 a omega-6.

Hlavní zástupce polyenových mastných kyselin

- linolová C18:2 (cis-9,12)
- $\alpha$ -linoleová C18:3 (cis-9,12,15)
- $\gamma$ -linoleová C18:3 (cis-6,9,12)
- arachidonová C20:4 (cis-5,8,11,14)

Průměrně mléčný tuk (kravský) obsahuje mastné kyseliny v poměru 61 % SAFA, 32 % MUFA a 6 % PUFA (Rodríguez Alcalá et al., 2009).

### 3.3.1.4 Trans mastné kyseliny

Každá nenasycená mastná kyselina se vyskytuje ve dvojném prostorovém uspořádání, cis a trans. Cis konfigurace obsahuje atomy vodíku na stejné straně dvojně vazby, trans

konfigurace má vodíkové atomy na různých stranách. Mezi kyseliny v cis- konfiguraci řadíme kyselinu olejovou, vakcenovou, palmitolejovou, myristolejovou, gondoovou, erukovou, nervonovou. V trans- konfiguraci jsou například kyselina elaidová, a trans-vakcenová.

### **3.4 Mléčný tuk**

#### **3.4.1 Složení mléčného tuku**

V mléčném tuku jsou až ze 75 % zastoupeny nasycené mastné kyseliny, zejména myristová, palmitová, stearová (Rodríguez – Alcalá et al., 2009). Obsahuje také nepatrné množství trans MK, které vznikají působením mikroorganismů v zažívacím traktu dojnic. Jejich množství je však z hlediska doporučeného limitu spotřeby zanedbatelné. Mléčný tuk obsahuje vysoký podíl nízkomolekulárních mastných kyselin se 4, 6 a 8 uhlíky, které dávají mléčnému tuku typickou chuť a vůni.

V mléce jsou přítomny steroly. V 1 litru mléka je průměrně 120 mg cholesterolu. Dalším steroidem je v menší míře i ergosterol, který je prekursorem vit. D. V malé míře jsou také přítomny fyziologicky účinné tokoferoly (Gajdůšek, 2003).

Složení mléčného tuku se mění během jednoho kojení i během celého období, kdy je dítě kojeno, a tím se mění i jeho vlastnosti. Zejména se mění poměr nasycených, nenasycených a polyenových mastných kyselin, a tím se mění jeho konzistence i nutriční hodnota. Vyšší podíl nenasycených a polyenových MK obecně zvyšuje nutriční hodnotu tuku.

**Tab. č. 2: Složení tuku kravského mléka**

<b>Lipidy</b>	<b>Součásti</b>	<b>Množství %</b>	<b>Výskyt</b>
Jednoduché lipidy	triacylglyceroly	98 – 99	Tukové kuličky
	diacylglyceroly	0,2 – 0,5	
	monoacylglyceroly	0,02	
	vosky	stopy	
Složité lipidy	fosfolipidy	0,2 – 1,0	Obaly tukových kuliček a mléčné sérum
	lecitin	35 - 40	
	sfingomyelin	19 - 24	
Tukové deriváty	mastné kyseliny	stopy	Tukové kuličky a mléčné sérum
Ostatní látky v tuku obsažené	steroly	0,25 – 0,4	Obaly tukových kuliček vodní fáze
	cholesterol	0,2 – 0,4	
	lanosterol	stopy	
	7- dehydrocholesterol	stopy	
	Vit. A	stopy	Tukové kuličky a obaly
	karotenoidy	stopy	
	Vit. E	stopy	
	Vit. D	stopy	
	Vit. K	stopy	

Zdroj: Balajková (2009)

### **3.5 Mateřské mléko**

Nejpreferovanější metodou krmení dětí po dobu prvních 6 měsíců života je mateřským mlékem od zdravé ženy. Tuk mateřského mléka je pro dítě hlavním zdrojem energie představující 40 – 55 % celkového energetického příjmu. Díky mateřskému mléku dítě přijímá vitaminy rozpustné v tucích a polyenové mastné kyseliny, včetně kyseliny linolové a linolenové. Tuk, který je přítomen v mateřském mléce ve formě tukových globulí, je formován prsními alveolárními buňkami (Koletzko, 2001).

#### **3.5.1 Tuky mateřského mléka**

Tuky jsou velice proměnlivou složkou mateřského mléka, jejich množství závisí na stravě matky a stupni laktace (Sala-Vila, et al., 2005).

#### **3.5.2 Profil mastných kyselin**

Velká část tuků je tvořena nenasycenými mastnými kyselinami (převážně linolovou, linolenovou a arachidonovou), které jsou důležité pro neurokognitivní vývoj dítěte. Kojením je také pravděpodobně možné vysvětlit vyšší IQ skóre dlouhodobě kojených dětí než dětí uměle krmených (Sala-Vila, et al., 2005).

Za energetickou složku lze považovat především triacylglyceroly a nasycené mastné kyseliny s krátkým či středně dlouhým řetězcem jako jsou kyselina palmitová a myristová (Mourek, 2007). Energetická hodnota mateřského mléka lidského je podle Nevoral (2003) 280 kJ/100 ml.

Nenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (linoleová, linolová, arachidonová, dokosaheptaenová) jsou nezbytné pro myelinizaci a vývoj centrální nervové soustavy a sítnice (Nevoral, 2003).

Procentuální zastoupení mastných kyselin v mateřském mléce podle Mourka (2007) činí: nasycené 43,6 %, monoenové 40,6 %,  $\omega$ -6 13,9 % a  $\omega$ -3 1,3 %. Obsah  $\omega$ -3 je malý, a proto je jejich význam jiný než jako pouhý zdroj energie. Poměr  $\omega$ -6 a  $\omega$ -3 se v mateřském mléce pohybuje od 4:1 až po hodnoty 10:1 (Mourek, 2007).

Podíl arachidonové kyseliny a dekosahexaenové kyseliny je velice stálý. V prvním týdnu po porodu je obsah kyseliny arachidonové 0,64 % a dekosahexaenové 0,59 % z celkového



množství mastných kyselin. Podíl těchto MK klesá v průběhu laktace o 30 – 40 % (Mourek, 2007).

**Tab. č. 3: Sedm mastných kyselin s největším podílem v mateřském mléce v průběhu prvních tří týdnů laktace v %**

<b>Mastná kyselina</b>	<b>3. den</b>	<b>5. den</b>	<b>10. den</b>	<b>20. den</b>
18:01	38,6	39,7	39,3	38,2
16:00	24,6	24,1	22,5	21
18:2 $\omega$ -6	7,8	7,8	9,1	10,9
18:00	6,7	7	7,1	7,1
14:00	5,3	5,2	4,9	5,2
14:01	3,5	3,5	4	4,2
18:3 $\omega$ -3	2,1	3	3,7	3,4

Zdroj: Mourek (2007)

Z tabulky č. 3 vyplývá, že obsahy mastných kyselin jsou v tomto období velmi stálé a nemění se ani vzájemný podíl mastných kyselin.

Mateřské mléko obsahuje velké množství cholesterolu ve srovnání s mlékem kravským. Přesto se ukazuje, že vyšší hodnoty celkového a LDL cholesterolu v raném věku u výlučně kojených dětí mohou být fyziologické a užitečné pro kognitivní rozvoj a pro programování lipidového metabolismu v pozdějším věku.

**Tab. č. 4: Zastoupení vybraných složek mateřského mléka**

<b>Obsah ve 100 g</b>	<b>Jednotky</b>	<b>Kolostrum</b>	<b>Přechodné mléko</b>	<b>Zralé mléko</b>
Tuky	g	2,6	3,5	4
Cholesterol	mg	31	29	25
Nasycené MK	g	1,1	1,4	1,8
Monoenové MK	g	1,1	1,4	1,3
Polyenové MK	g	0,3	0,5	0,4

Zdroj: Svačina (2008)

**Tab. č. 5: Procentuální zastoupení MK v mléce kravském a mateřském**

<b>Mastná kyselina</b>	<b>Tur domácí</b>	<b>Člověk</b>
C4:0	0,9	N
C6:0	1,4	N
C8:0	1,2	N
C10:0	3,3	0,6
C12:0	4,1	3,3
C13:0	N	N
C14:0	13,8	4,2
C14:1c9	0,7	N
C15:0	1,4	N
C16:0	35	23,4
C16:1c9	2,5	3,3
C17:0	1,2	N
C17:1c10	0,3	N
C18:0	10,3	6,9
C18:1t9	1,1	N
C18:1c9	19,2	35,2
C18:1c7	N	0,9
C18:2t9, 12 (n-6)	N	N
C18:2c9, 12 (n-6)	1,4	19,1
C18:2c9t11 (n-6)	0,4	N
C18:3c9,12,15 (n-3)	0,5	1,1
C18:3c6,9,12 (n-6)	N	N
C19:0	0,4	N
C20:0	0,6	0,1
C20:1c11	0,3	0,1
C20:2c11,14 (n-6)	N	0,2
C20:3c11,14,17 (n-3)	N	0,5
C20:3c8,11,14 (n-6)	N	N
C20:4c5,8,11,14 (n-6)	N	0,6
C20:5c5,8,11,14,17 (n-3)	N	0,03
C21:0	N	0,02
C22:0	N	0,1
C22:5c7,10,13,16,19 (n-3)	N	0,1
C22:6c4,7,10,13,16,19 (n-3)	N	0,1
C22:1c13	N	0,3
C22:2c13,16 (n-6)	N	0,1
C23:0	N	0,01
C24:0	N	0,1
24:1c15	N	0,1

Zdroj: Osthoff et al. (2011), N= nedetegováno

### 3.6 Mléko nosorožce

Nosorožec patří mezi jedno z nejohroženějších zvířat naší planety. Je to druhý největší suchozemský savec. Všichni nosorožci patří mezi býložravce. O složení nosorožčího mléka je zatím známo jen velmi málo, částečně proto, že pouze několik exemplářů je po celém světě chováno v zajetí a také proto, že je velice těžké vytvořit pro tato zvířata tak vhodné podmínky, aby se rozmnožovala. V zajetí se tito jedinci dožívají 35 až 40 let.

V současné době existují pouze čtyři rody a pět druhů nosorožců. Jsou to:

- **Rod: Ceratotherium**
  - Nosorožec tuponosý (*Ceratotherium simum*) – též nosorožec bílý, druh vyskytující se v Africe
- **Rod: Diceros**
  - Nosorožec dvourohý (*Diceros bicornis*) – též nosorožec černý, rozšířen v Africe
- **Rod: Rhinoceros**
  - Nosorožec indický (*Rhinoceros unicornis*) – též nosorožec pancéřový, vyskytuje se na území Indie
  - Nosorožec jávský (*Rhinoceros sondaicus*) – nejvzácnější druh nosorožce, na Sumatře žije posledních 50 – 60 jedinců
- **Rod: Dicerorhinus**
  - Nosorožec sumaterský (*Dicerorhinus sumatrensis*) – nejmenší nosorožec, v současné době kriticky ohrožený druh

#### 3.6.1 Složení mléka nosorožců

Mléko nosorožců se v některých složkách výrazně liší mezi jednotlivými druhy a složení mléka se mění i během laktace. Samice nosorožce produkuje mléko přibližně ještě 2 roky po porodu mláděte. Matky začínají mláďata odstavovat v období 18 – 24 měsíců života. Jeden z rozdílných faktorů mezi nosorožčím a kravským mlékem je nízký podíl tuku.

**Tab. č. 6: Průměrné složení mléka nosorožce indického, tuponosého a dvourohého**

	<b>Celková sušina g/kg</b>	<b>Tuky g/kg</b>	<b>Proteiny g/kg</b>	<b>Laktóza g/kg</b>
Mléko nosorožce	81 - 168	2 - 19	2 - 120	55 - 84

Zdroj: Osthoff et al. (2008)

### 3.6.2 Tuk mléka nosorožců

Zatímco obsah proteinů v mléce bílého nosorožce byl porovnatelný s ostatními druhy nosorožců, obsah tuku se výrazně lišil, jeho hodnota byla 7,4 g/kg mléka. Toto množství je porovnatelné s výsledkem 6 g/kg, ke kterému dospěl Wallach (1969). I přes tuto shodu dosahuje mléko indického nosorožce v 15. měsíci laktace hodnot 20 g/kg, což je množství několikanásobně vyšší. V raných stupních laktace byl zaznamenán tuk u mléka indického nosorožce mezi 150 až 190 g/kg, zatímco u nosorožců bílých byl 17,3 g/kg a u nosorožce černého 20g/kg (Osthoff, 2008).

Shrnutím těchto dat by bylo možné dojít k předpokladu, že se obsah tuku mléka snižuje s postupem laktace jako je tomu i u jiných zvířat. Dále také můžeme předpokládat to, že druh afrických nosorožců má nižší obsah tuku v mléce.

Toto potvrzují i data získaná o nosorožci sumaterském. Obsah tuku v mléce tohoto nosorožce je velice nízký oproti ostatním druhům. Ve 3. dni laktace byl obsah tuku 0,99 %. V 98. dni laktace se obsah snížil na 0,42 % a v 730. dni laktace byl obsah tuku pouze 0,07 %. To znamená, že v průběhu dvou let se obsah tuku snížil téměř o více než 90 %. U mláděte sumaterského nosorožce bylo pozorováno kojení ještě ve dvou letech života. Ačkoli matka pokračovala v laktaci, hlavní složky mléka velice výrazně poklesly, současně se zvýšil obsah vody. To naznačuje, že mládě již není závislé jen na mateřském mléku a konzumuje i rostlinnou potravu. V tomto věku již mládě konzumuje stravu jako dospělí jedinci (Zahari et al., 1990).

### 3.6.3 Profil mastných kyselin

Tukové frakce mléka nosorožce bílého vykazují nízký počet typů mastných kyselin. V průměru je v nosorožčím mléce 35 různých mastných kyselin.

Složení mastných kyselin mléčného tuku indického nosorožce bylo charakteristické vysokým obsahem kyseliny kaprinové 180 - 360 g/kg, což je více než hodnota 84 g/kg, které dosahuje kozi mléko. V tomto směru je překonáno pouze sloním mlékem, které může obsahovat 350 až 700 g/kg. Toto množství je ovšem závislé na stupni laktace.

Mléko nosorožců je charakterizováno vysokým množstvím nasycených mastných kyselin 603,7 g/kg mléčného tuku, 104,8 g/kg monoenových a 61,9 g/kg polyenových mastných kyselin. Existují velké rozdíly v obsahu kyseliny kaprinové v mléce indického nosorožce, naměřené hodnoty se pohybují mezi 180 a 360 g/kg. Tyto rozdíly byly prokázány v různých fázích laktace. Všechny ostatní mastné kyseliny měly stejné zastoupení, až na kyselinu laurovou. Mléko nosorožce bílého obsahuje 165,2 g/kg této kyseliny, což je dvojnásobné množství než u nosorožce indického se 42 -80 g/kg. Zatímco malé množství C10:1, C12:1, C16:3 a C26 bylo nalezeno v mléku nosorožce indického, žádná z těchto kyselin nebyla detegována v mléce nosorožce bílého (Osthoff et al., 2008).

**Tab. č. 7: Složení mastných kyselin mléka nosorožce bílého**

Mastná kyselina	Zastoupení v %
8:00	3,1
10:00	26,6
11:00	N
12:00	17,2
13:00	N
14:00	10
15:00	0,4
16:00	17,1
16:1c9	1,2
17:00	0,5
17:1c10	N
18:00	9,2
18:1c9	8,9
18:1c7	N
18:2c9,12 (n-6)	3,9
18:3c9,12,15 (n-3)	2,6
20:1c11	N

20:2c11,14 (n-6)	N
20:3c11,14,17 (n-3)	N
20:3c8,11,14 (n-6)	N
20:4c5,8,11,14 (n-6)	N
24:1c15	0,8

Zdroj: Osthoff et al. (2011), N= nedetegováno

Podle studie z roku 1961 prováděné Národním institutem pro výzkum v mléčném průmyslu ve Shinfieldu jsou v mléce nosorožce afrického černého pouze stopy tuku.

**Tab. č. 8: Porovnání výsledků z roku 1957 a 1961**

	<b>Tuk %</b>	<b>Sušina %</b>	<b>Kasein %</b>	<b>Popel %</b>
<b>Studie z roku 1961</b>	Stopy	8,10	1,11	0,34
<b>Studie z roku 1957</b>	0,27	9,5	1,58	0,37

Zdroj: Aschaffenburg et al. (1961)

Podle této studie má nosorožčí mléko barvu bílou a vodnatou konzistenci. Dále má menší obsah tuku, obsahuje i méně proteinů a kalcia než mléko kravské. Ale obsah laktózy je vyšší (Aschaffenburg et al., 1961).

Mléko nosorožce indického je v barvě slonové kosti a je aromatické (Nath et al., 1993).

**Tab. č. 9: Průměrné hodnoty mléka nosorožce indického**

	<b>Celková sušina g/dl</b>	<b>Tuk g/dl</b>	<b>Tukuprostá sušina g/dl</b>	<b>Laktóza g/dl</b>	<b>Celkové proteiny g/dl</b>	<b>Kasein g/dl</b>	<b>Vápník g/dl</b>
<b>Mléko</b>	9,81	1,40	8,41	7,60	1,39	1,00	0,08

Zdroj: Nath et al. (1993)

## **4 Materiál a metody**

### **4.1 Popis vzorků**

Vzorky tuku mateřského, kravského a nosorožčího mléka byly zpracovávány v časovém rozmezí od října 2014 do února 2015. Celkem bylo zpracováno 11 vzorků tuku mateřského mléka, 1 vzorek tuku mléka kravského a 3 vzorky tuku mléka nosorožčího. Vzorky byly skladovány při mrazírenských teplotách.

#### **4.1.1 Vzorky tuku mateřského mléka**

Všechny vzorky byly dodány již ve formě odstředěného tuku. Z 11 vzorků byly 2 vzorky kolostra a zbylých 9 vzorků bylo odebráno během fáze střední či pozdní laktace. Vzorky mateřského mléka pocházely od dobrovolných dárců z Ústavu pro péči o matku a dítě v Praze Podolí.

#### **4.1.2 Vzorky tuku kravského mléka**

Mléko bylo získáno z mléčného automatu na Brandejsově náměstí v Praze Suchdol. Mléko pochází od plemene Holštýnského skotu z Farmy v obci Hole, nedaleko Velkých Přílep. Mléko nebylo homogenizované ani pasterované. Bylo pouze přefiltrováno a ihned zchlazeno.

Toto mléko bylo odstředěno. Byla sejmuta vrchní tuková vrstva, která byla dále podrobena analýze.

#### **4.1.3 Vzorky tuku nosorožčího mléka**

Vzorky byly dodány ze ZOO Dvůr Králové. Pocházely od tří různých samic nosorožce dvouhohého černého (*Diceros bicornis michaeli*). Všechny samice neměly v době březosti žádné komplikace a jejich kondiční stav odpovídal délce laktace.

- Jessie – narozena 8. 12. 1984. Porodila celkem 7 mlád'at. Vzorek od této samice byl mlezivo a pocházel z doby po porodu jejího 6. mláděte Jasmíny, která byla narozena 13. 12. 2009.
- Elba – narozena 5. 9. 1996. Elba odchovala již 3 mlád'ata. Vzorek od této samice pravděpodobně pochází z roku 2009, kdy porodila své třetí mládě Evu. Vzorek nebyl

dodán ve formě tuku, nýbrž zmrazeného mléka. Samotné mléko proto bylo třeba ještě odstředit a stáhnout tukovou vrstvu, což bylo obtížné pro velmi nízkou tučnost nosorožčího mléka.

- Maisha – je nejmladší z uvedených samic. Je narozena 21. 12. 2005. Maisha odchovala 2 mláďata. Vzorek tuku mléka pochází z období konce šesti týdnů po prvním porodu. Sameček Manny byl narozen 30. 9. 2011. Vzorek odebraného tuku byl datován 13. 11. 2011.

#### **4.2 Použité chemikálie**

metanolová báze 0,5 (Supelco)

metanol p.a.

n-hexan (SupraSolv)

nasycený roztok NaCl

#### **4.3 Použité přístroje a zařízení**

Kromě základního laboratorního vybavení bylo použito:

mikrocentrifuga Hettich EBA 2

odstředivka Funke Gerber

vodní lázeň Medingen W12

plynový chromatograf Agilent 7890 A, ser. num. CN 10151048, software driver ver. 2.13 (002)

MilkoScan FT 120

#### **4.4 Příprava vzorků k analýze**

Vzorky, které byly dodány ve formě mléka, byly nejdříve rozmrazeny, přeneseny do mikrozkušavek typu Eppendorf a odstředěny na mikrocentrifuze po dobu 10 min při



500 otáčkách za minutu. Poté byla stažena horní tuková vrstva a uložena do Eppendorff zkumavek.

Získaný tuk byl esterifikován následným postupem:

- zmrazený tuk byl rozmrazen ve vodní lázni – cca 1 min při 50 °C
- 40 µL vzorku bylo přeneseno do zkumavky (20 ml) a přidáno 0,5 ml MeOH a 0,5 ml metanolové báze
- zkumavky byly ihned zašpuntovány
- ponořeny do lázně po dobu 3 min při 80 °C
  - zkumavky byly ponořeny jen lehce
  - po 1 min byly vyndány z lázně a půl min protřepávány
  - poté byly vráceny na další dvě minuty do lázně, pokud všechny kuličky nebyly rozpuštěny, přidala se max. 1 min
- zkumavky byly prudce zchlazeny proudem vody od vrchu zkumavky
- bylo přidáno 1,5 ml hexanu a zkumavky byly vytřepány po dobu 30 s
- byl přidán nasycený roztok NaCl cca 2 cm pod okraj zkumavky, aby bylo možno odstředit
- poté byly zkumavky po dobu 30 s protřepávány
- následovalo odstředění po dobu 10 min
- oddělená hexanová vrstva byla stažena a v množství 1 ml byly uložena do vialek
- skladování při mrazírenských teplotách

#### **4.5 Plynová chromatografie**

Takto esterifikovaný tuk byl podroben analýze na plynovém chromatografu Agilent 7890 A s FID detektorem. Injektován byl 1 µL vzorku, split 1:10. Nosným plynem bylo helium o průtoku 1,2 ml/min. Kolona Rt-2560 měla rozměry 100 m x 250 µm x 0,2µm. Teplota nástřiku a detektoru byla 250 °C. Teplotní program byl 70 °C (výdrž 2 min.), 5 °C/min na 225 °C (výdrž 9 min.), 5 °C na 240 °C (výdrž 15 minut). Analýza probíhala 60 min. Chromatogramy byly vyhodnoceny v programu Excel 2007.

Celkem bylo získáno 19 chromatogramů mateřského tuku, 2 kravského tuku a 13 tuku nosorožčího. Chromatogramy byly vyhodnoceny podle standardu FAME mix. Podle příslušných retenčních časů byly identifikovány píky jednotlivých mastných kyselin. Jejich

plocha byla přepočítána na procentuální zastoupení (metoda vnitřní normalizace). Hodnoty těchto ploch od téhož vzorku byly zprůměrovány.

#### 4.6 MilkoScan

Součástí měření byla i analýza nosorožčího mléka přístrojem MilkoScan. Byl zjišťován obsah kaseinu, tuku, proteinů, celkové sušiny, tukuprosté sušiny, laktózy. Také byl zjišťován bod tuhnutí a hustota.

#### 4.7 Statistické zhodnocení

Ke statistickému zhodnocení dat byl použit dvouvýběrový F-test, při kterém se mezi sebou testovalo průměrné zastoupení jednotlivých kyselin mezi kravským a mateřským mlékem, dále mezi kravským a nosorožčím mlékem a nakonec mezi nosorožčím a mateřským mlékem. Výpočty byly provedeny v programu Excel 2007.

Shodnost rozptylů byla testována podle vzorce:

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

Výsledná hodnota byla porovnána s tabulkovou hodnotou Fisher-Snedecorova rozdělení ( $\alpha=0,05$ ).

V případě výsledku shodných rozptylů u dvouvýběrového F-testu bylo dále testováno dvouvýběrovým t-testem následovně:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{s \cdot \sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{n}}} \quad s^2 = \frac{1}{m+n-2} \cdot \left[ (m-1) \cdot s_1^2 + (n-1) \cdot s_2^2 \right]$$

Hodnota, která byla takto vypočítána, byla porovnána s tabulkovou hodnotou Studentova t-rozdělení.

V případě výsledku rozdílných rozptylů u dvouvýběrového F-testu bylo dále testováno Welshovým testem následovně:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{s_1^2}{m} + \frac{s_2^2}{n}}}$$

Nutno dopočítat hodnotu  $f$  a porovnat ji s tabulkovou hodnotou ze Studentova  $t$ -rozdělení.

$$f = \frac{\left(\frac{s_1^2}{m} + \frac{s_2^2}{n}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{m}\right)^2}{m-1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n}\right)^2}{n-1}} = *$$

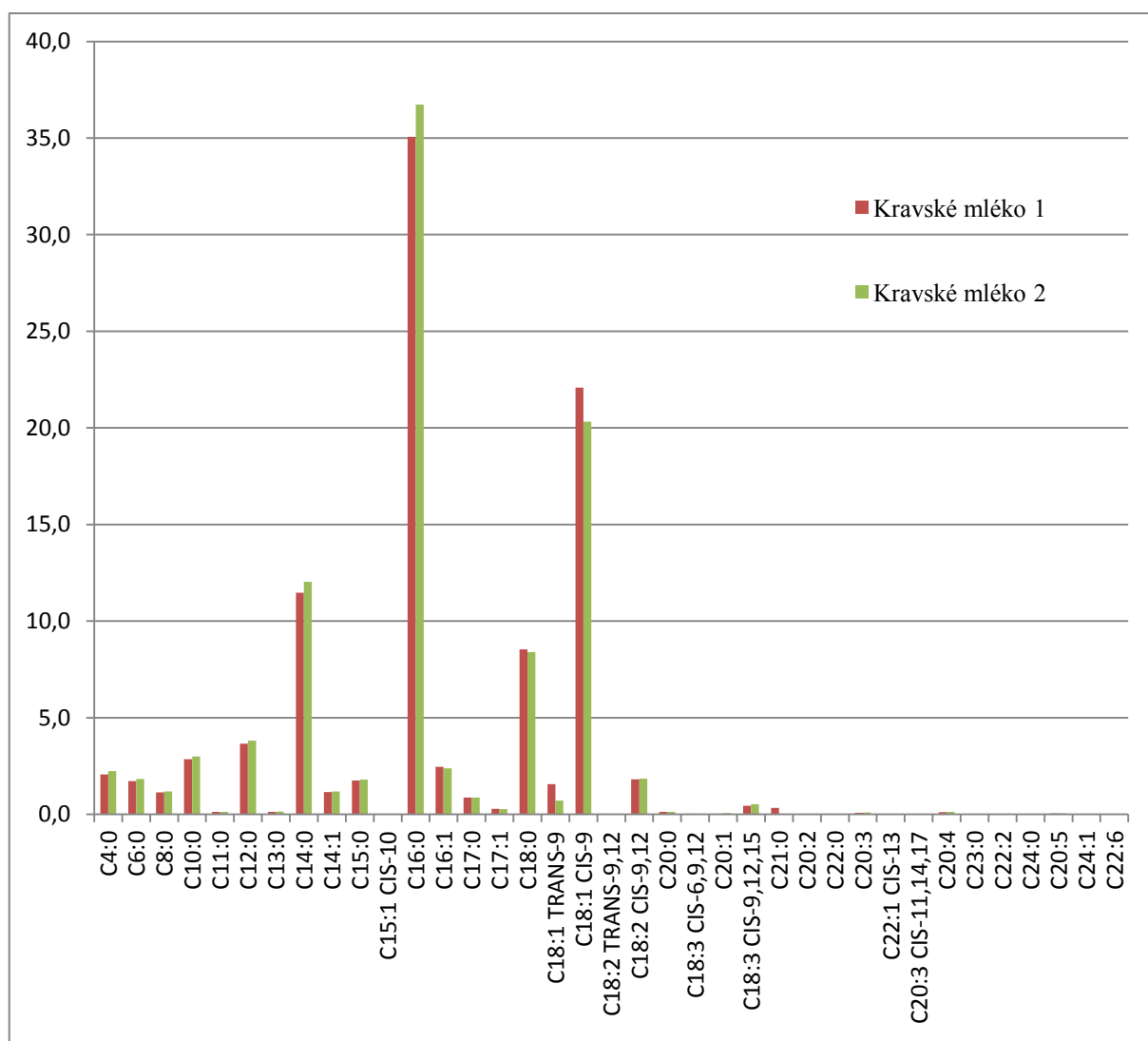
## 5 Výsledky

Vzorky tuku byly analyzovány na přítomnost celkem 37 mastných kyselin. Kyseliny, které se objevily pouze ve stopovém množství, jsou v tabulkách uváděny v hodnotě <0,1 %. Podrobné výsledky jednotlivých analýz jsou uvedeny v příloze.

### 5.1 Profil MK kravského mléka

V následujícím grafu č. 1 a tabulce č. 10 jsou uvedeny výsledky měření v porovnání s dostupnými informacemi.

**Graf č. 1: Procentuální zastoupení jednotlivých mastných kyselin kravského mléka ze všech měření**



Výsledný profil mastných kyselin kaseinového mléka je uveden v tabulce č. 10.

Podle měření mají majoritní zastoupení v kravském mléce kyseliny palmitová, olejová, myristová, stearová a laurová. Ostatní kyseliny se vyskytují v množství pod 3 % celkového obsahu.

**Tab. č. 10: Průměrné procentuální zastoupení mastných kyselin v tuku kravského mléka tohoto měření v porovnání s jinými autory**

Kyselina	Zastoupení v %	Osthoﬀ et al., 2011	Serafeimidou et al., 2013	Kargar et al., 2013	Rodríguez-Alcalá et al., 2008
C4:0	2,1	0,9	0,5	2,8	3,2
C6:0	1,8	1,4	2,3	2,4	1,9
C8:0	1,2	1,2	1,8	2,1	1,0
C10:0	2,9	3,3	4,1	4,5	2,2
C11:0	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C12:0	3,7	4,1	4,6	4,5	2,4
C13:0	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
C14:0	11,7	13,8	13,5	13,1	8,2
C14:1 (cis-9)	1,2	0,7	1,2	1,1	0,6
C15:0	1,8	1,4	<0,1	<0,1	0,8
C15:1 (cis-10)	<0,1	<0,1	0,4	<0,1	<0,1
C16:0	35,9	35,0	34,9	29,8	27,1
C16:1 (cis-9)	2,4	2,5	1,8	1,5	<0,1
C17:0	0,9	1,2	0,7	<0,1	0,4
C17:1 (cis-10)	0,3	0,3	<0,1	<0,1	0,1
C18:0	8,5	10,3	8,8	9,3	11,7
C18:1 (trans-9)	1,1	1,1	0,3	<0,1	0,4
C18:1 (cis-9)	21,2	19,2	20,7	15,4	23,7
C18:2 (trans-9,12)	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1
C18:2 (cis-9,12)	1,8	1,4	1,9	2,9	0,1
C20:0	0,1	0,6	0,1	<0,1	0,2
C18:3 (cis-6,9,12)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C20:1 (cis-11)	<0,1	0,3	0,1	<0,1	<0,1
C18:3 (cis-9,12,15)	0,5	0,5	<0,1	<0,1	<0,1
C21:0	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C20:2 (cis-11,14)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C22:0	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1
C20:3 (cis-8,11,14)	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
C22:1 (cis-13)	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
C20:3 (cis-11,14,17)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C20:4 (cis-5,8,11,14)	0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,1
C23:0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

C22:2 (cis-13,16)	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
C24:0	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
C20:5 (cis-5,8,11,14,17)	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1
C24:1 (cis-15)	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
C22:6 (cis-4,7,10,13,16,19)	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1

Zdroj: Osthoff et al., (2011); Serafeimidou et al., (2013); Kargar et al., (2013); Rodríguez-Alcalá et al., (2008)

## 5.2 Profil MK mateřského mléka

V následující tabulce č. 11 je uveden výsledný profil MK mateřského mléka, který byl změřen v této práci (barevně zvýrazněný sloupec).

U tuku mateřského mléka jsou výrazněji zastoupeny jen dvě mastné kyseliny, a to olejová a palmitová. Ostatní kyseliny nedosahují zastoupení ani 10 %.

**Tabulka č. 11: Procentuální zastoupení mastných kyselin v tuku mateřského mléka získané měřením v porovnání s ostatními autory**

Kyselina	Zastoupení v %	Jensen, 1996	Osthoff a kol., 2011	Moltó-Puigmartí a kol., 2011
C4:0	<0,1	0,2	<0,1	<0,1
C6:0	<0,1	0,2	<0,1	<0,1
C8:0	0,1	0,5	<0,1	0,1
C10:0	1,3	1,0	0,6	0,8
C11:0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C12:0	5,6	4,4	3,3	4,2
C13:0	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
C14:0	7,1	6,3	4,2	5,0
C14:1 (cis-9)	0,1	0,4	<0,1	<0,1
C15:0	0,3	0,4	<0,1	0,3
C15:1 (cis-10)	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
C16:0	29,9	22,0	23,4	21,3
C16:1 (cis-9)	2,2	3,3	3,3	2,0
C17:0	0,2	0,6	<0,1	0,3
C17:1 (cis-10)	0,1	0,4	<0,1	0,2
C18:0	6,7	8,1	6,9	6,4
C18:1 (trans-9)	0,3	2,7	<0,1	<0,1
C18:1 (cis-9)	32,3	31,3	35,2	37,5
C18:2 (trans-9,12)	<0,1	0,5	<0,1	0,4
C18:2 (cis-9,12)	9,8	10,9	19,1	15,2
C20:0	0,1	0,4	0,1	0,2

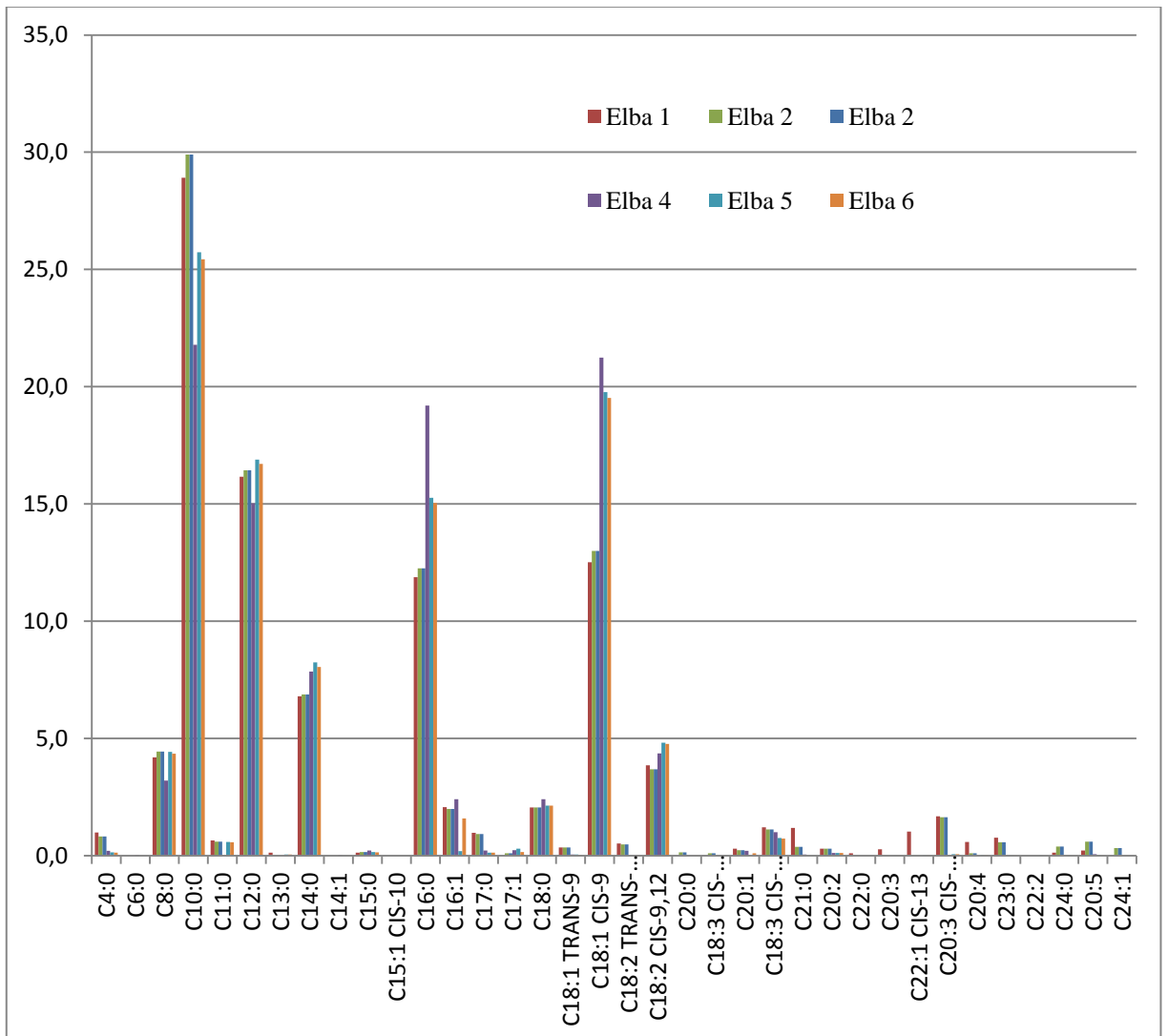
C18:3 (cis-6,9,12)	0,1	<0,1	<0,1	0,1
C20:1 (cis-11)	0,4	0,7	0,1	0,5
C18:3 (cis-9,12,15)	0,9	<0,1	1,1	<0,1
C21:0	0,1	0,1	<0,1	<0,1
C20:2 (cis-11,14)	0,2	0,3	0,2	0,4
C22:0	<0,1	0,1	0,1	0,1
C20:3 (cis-8,11,14)	0,3	0,3	<0,1	0,4
C22:1 (cis-13)	<0,1	0,1	0,3	0,1
C20:3 (cis-11,14,17)	<0,1	0,3	0,5	<0,1
C20:4 (cis-5,8,11,14)	0,3	0,5	0,6	0,5
C23:0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C22:2 (cis-13,16)	0,1	0,1	0,1	0,1
C24:0	<0,1	0,3	0,1	0,1
C20:5 (cis-5,8,11,14,17)	0,1	0,1	<0,1	0,1
C24:1 (cis-15)	<0,1	0,1	0,1	0,1
C22:6 (cis-4,7,10,13,16,19)	0,2	0,3	0,1	0,4

Zdroj: Jensen, (1996); Osthoff et al., (2011); Moltó-Puigmartí et al., (2011)

### 5.3 Profil MK nosorožčího mléka

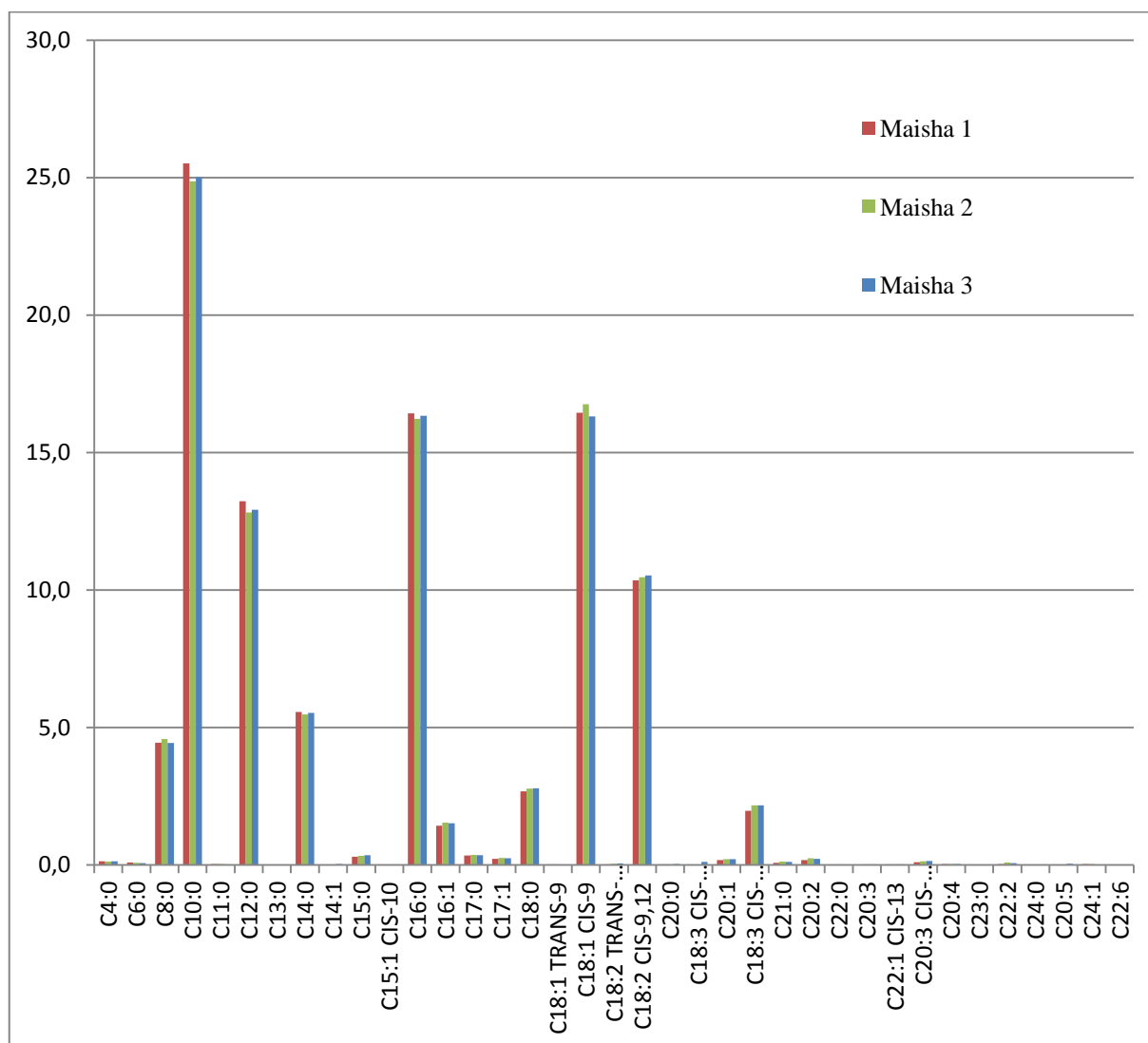
V následujících grafech č. 2, 3, 4 a tabulce č. 12 a jsou znázorněny výsledky změřené v této práci v porovnání s dostupnými informacemi

**Graf č. 2: Procentuální zastoupení jednotlivých MK ze všech měření nosorožčího mléka – Elba**

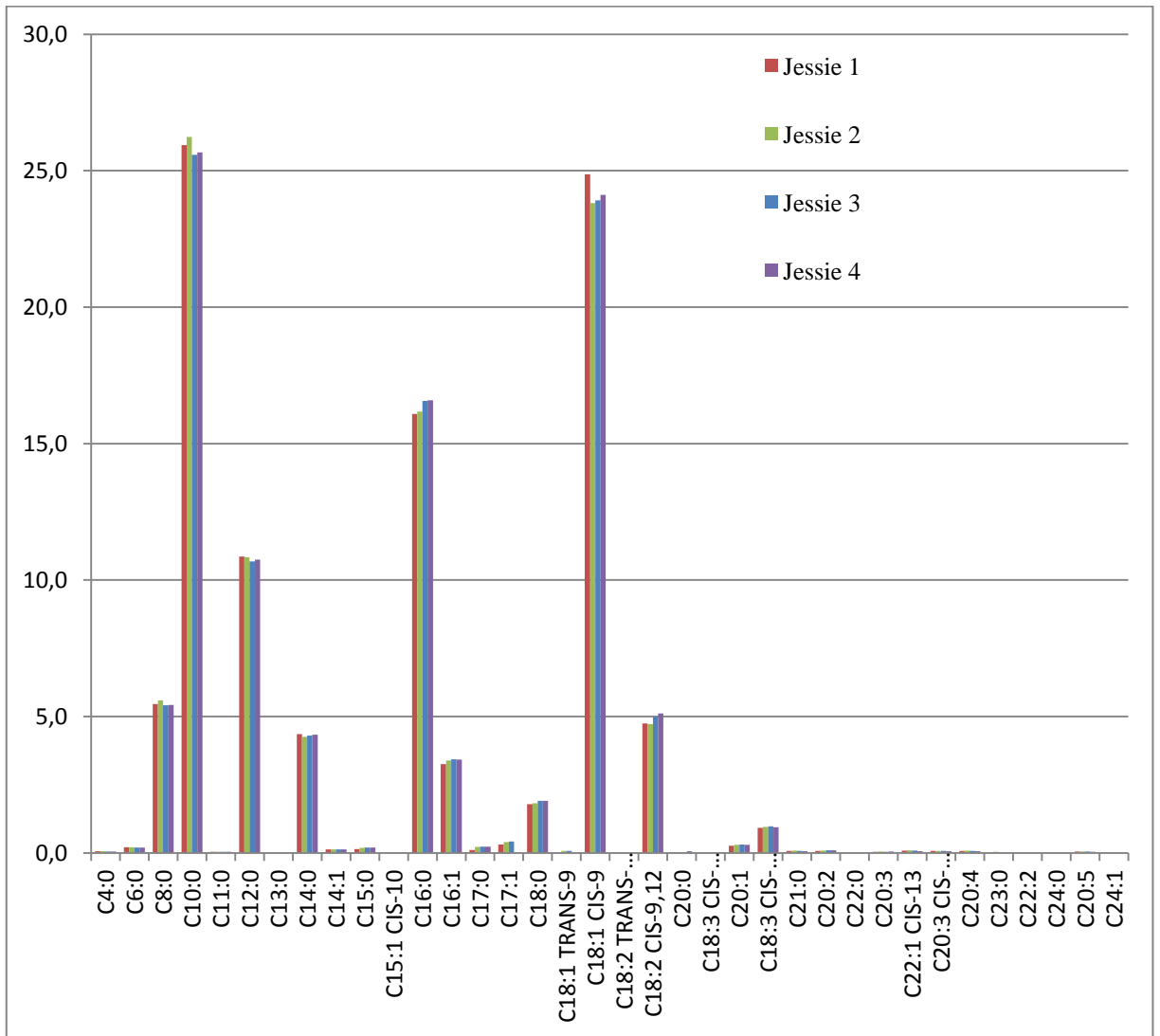




**Graf č. 3: Procentuální zastoupení jednotlivých MK ze všech měření nosorožčího mléka -Maisha**



**Graf č. 4: Procentuální zastoupení jednotlivých MK ze všech měření nosorožčího mléka – Jessie**



**Tab. č. 12: Průměrné procentuální zastoupení mastných kyselin v tuku nosorožčího mléka v porovnání s ostatními autory**

Kyselina	Zastoupení v %			
	Elba	Jessie	Maisha	Nosorožec bílý
C4:0	0,5	<0,1	0,1	N
C6:0	<0,1	0,2	0,1	N
C8:0	4,2	5,5	4,5	3,1
C10:0	27,3	25,9	25,1	26,6
C11:0	0,5	<0,1	<0,1	N
C12:0	16,4	10,8	13,0	17,2
C13:0	<0,1	<0,1	<0,1	N
C14:0	7,5	4,3	5,5	10
C14:1 (cis-9)	<0,1	0,1	<0,1	N
C15:0	0,2	0,2	0,3	0,4
C15:1 (cis-10)	<0,1	<0,1	<0,1	N
C16:0	14,3	16,3	16,3	17,1
C16:1 (cis-9)	1,7	3,4	1,5	1,2
C17:0	0,5	0,2	0,4	0,5
C17:1 (cis-10)	0,1	0,3	0,2	N
C18:0	2,1	1,9	2,8	9,2
C18:1 (trans-9)	0,2	<0,1	<0,1	N
C18:1 (cis-9)	16,6	24,2	16,5	8,9
C18:2 (trans-9,12)	0,3	<0,1	<0,1	N
C18:2 (cis-9,12)	4,2	4,9	10,5	3,9
C20:0	<0,1	<0,1	<0,1	N
C18:3 (cis-6,9,12)	<0,1	<0,1	0,1	N
C20:1 (cis-11)	0,2	0,3	0,2	N
C18:3 (cis-9,12,15)	1,0	0,9	2,1	2,6
C21:0	0,3	0,1	0,1	N
C20:2 (cis-11,14)	0,2	0,1	0,2	N
C22:0	<0,1	<0,1	<0,1	N
C20:3 (cis-8,11,14)	<0,1	<0,1	<0,1	N
C22:1 (cis-13)	0,3	0,1	<0,1	N
C20:3 (cis-11,14,17)	0,6	0,1	0,1	N
C20:4 (cis-5,8,11,14)	0,1	0,1	<0,1	N
C23:0	<0,1	<0,1	<0,1	N
C22:2 (cis-13,16)	0,3	<0,1	0,1	N
C24:0	<0,1	<0,1	<0,1	N
C20:5 (cis-5,8,11,14,17)	<0,1	<0,1	<0,1	N
C24:1 (cis-15)	0,3	<0,1	<0,1	0,08
C22:6 (cis-4,7,10,13,16,19)	<0,1	<0,1	<0,1	N

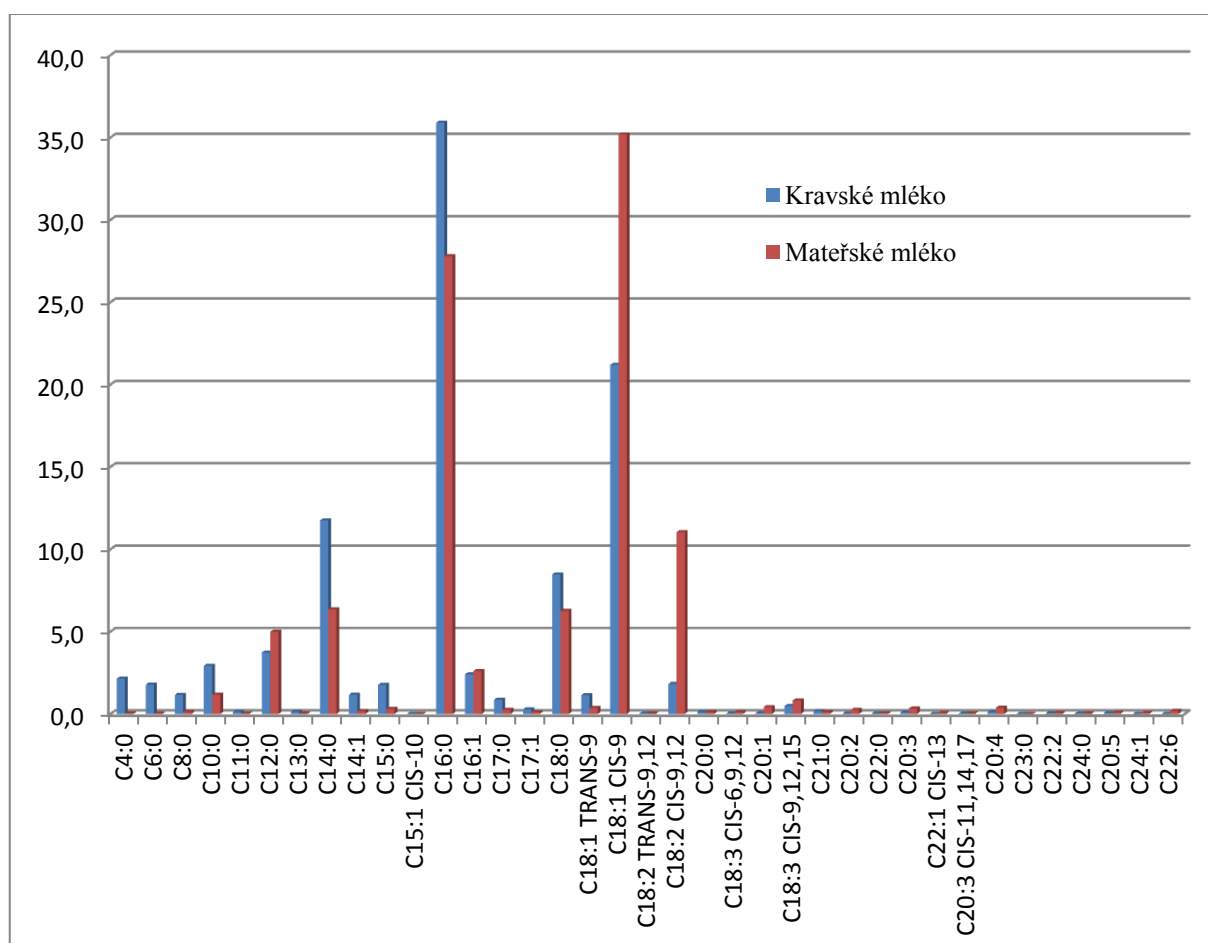
Zdroj: Osthoff et al. (2011), N= nedetegováno

**Tab. č. 13: Statistické zhodnocení rozdílnosti v profilu MK kravského a mateřského mléka (podrobnější analýza je uvedena v příloze)**

	Mateřské mléko	Kravské mléko	Statistické rozhodnutí
C4:0	0,1	2,1	existuje rozdíl
C6:0	<0,1	1,8	existuje rozdíl
C8:0	0,1	1,2	existuje rozdíl
C10:0	1,3	2,9	existuje rozdíl
C11:0	<0,1	0,1	existuje rozdíl
C12:0	5,3	3,7	existuje rozdíl
C13:0	<0,1	0,1	existuje rozdíl
C14:0	6,9	11,7	existuje rozdíl
C14:1 (cis-9)	0,2	1,2	existuje rozdíl
C15:0	0,3	1,8	existuje rozdíl
C15:1 (cis-10)	<0,1	<0,1	x
C16:0	29,6	35,9	existuje rozdíl
C16:1 (cis-9)	2,2	2,4	existuje rozdíl
C17:0	0,2	0,9	existuje rozdíl
C17:1 (cis-10)	0,1	0,3	existuje rozdíl
C18:0	6,7	8,5	existuje rozdíl
C18:1 (trans-9)	0,3	1,1	existuje rozdíl
C18:1 (cis-9)	32,9	21,2	existuje rozdíl
C18:2 (trans-9,12)	<0,1	<0,1	x
C18:2 (cis-9,12)	10,8	1,8	existuje rozdíl
C20:0	0,1	0,1	existuje rozdíl
C18:3 (cis-6,9,12)	0,1	<0,1	existuje rozdíl
C20:1 (cis-11)	0,4	<0,1	existuje rozdíl
C18:3 (cis-9,12,15)	0,9	0,5	existuje rozdíl
C21:0	0,1	0,2	shoda
C20:2 (cis-11,14)	0,2	<0,1	existuje rozdíl
C22:0	<0,1	<0,1	x
C20:3 (cis-8,11,14)	0,3	0,1	existuje rozdíl
C22:1 (cis-13)	<0,1	<0,1	x
C20:3 (cis-11,14,17)	<0,1	<0,1	x
C20:4 (cis-5,8,11,14)	0,3	0,1	existuje rozdíl
C23:0	<0,1	<0,1	x
C22:2 (cis-13,16)	0,1	<0,1	existuje rozdíl
C24:0	<0,1	<0,1	x
C20:5 (cis-5,8,11,14,17)	0,1	<0,1	existuje rozdíl
C24:1 (cis-15)	<0,1	<0,1	x
C22:6 (cis-4,7,10,13,16,19)	0,2	<0,1	existuje rozdíl

x = hodnoty rozptylu jsou tak malé, že je nelze porovnat statistickými metodami

**Graf č. 5: Profil MK mléka kravského a mateřského**

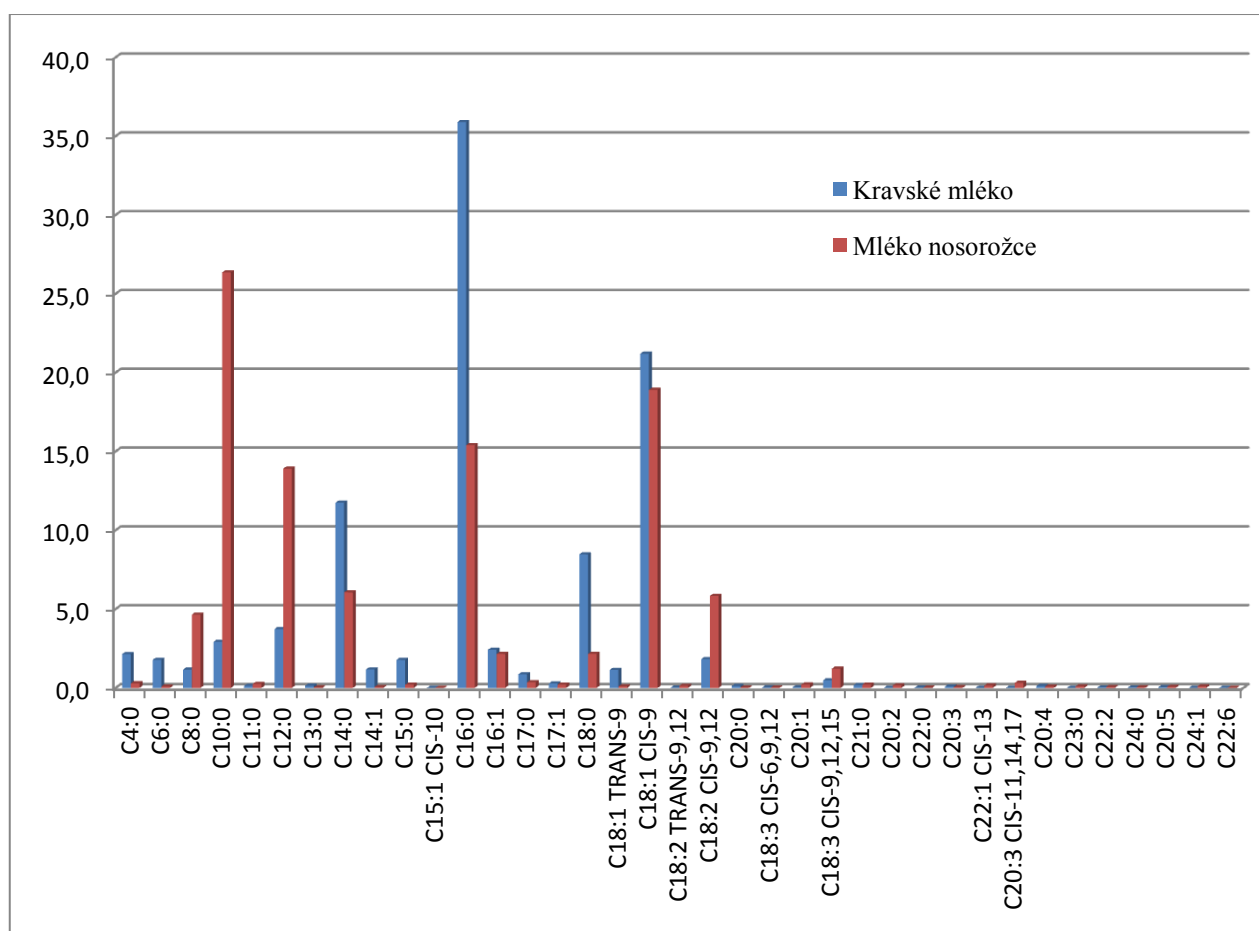


**Tab. č. 14: Statistické zhodnocení rozdílnosti v profilu MK kravského a nosorožčího mléka (podrobnější analýza je uvedena v příloze)**

	<b>Nosorožčí mléko</b>	<b>Kravské mléko</b>	<b>Statistické rozhodnutí</b>
C4:0	0,3	2,1	existuje rozdíl
C6:0	0,1	1,8	existuje rozdíl
C8:0	4,6	1,2	existuje rozdíl
C10:0	26,4	2,9	existuje rozdíl
C11:0	0,3	0,1	existuje rozdíl
C12:0	13,9	3,7	existuje rozdíl
C13:0	<0,1	0,1	existuje rozdíl
C14:0	6,1	11,7	existuje rozdíl
C14:1 (cis-9)	0,1	1,2	existuje rozdíl
C15:0	0,2	1,8	existuje rozdíl
C15:1 (cis-10)	<0,1	<0,1	x
C16:0	15,4	35,9	existuje rozdíl
C16:1 (cis-9)	2,2	2,4	existuje rozdíl
C17:0	0,4	0,9	existuje rozdíl
C17:1 (cis-10)	0,2	0,3	existuje rozdíl
C18:0	2,2	8,5	existuje rozdíl
C18:1 (trans-9)	0,1	1,1	existuje rozdíl
C18:1 (cis-9)	18,9	21,2	shoda
C18:2 (trans-9,12)	0,1	<0,1	existuje rozdíl
C18:2 (cis-9,12)	5,8	1,8	existuje rozdíl
C20:0	<0,1	0,1	existuje rozdíl
C18:3 (cis-6,9,12)	<0,1	<0,1	existuje rozdíl
C20:1 (cis-11)	0,2	<0,1	existuje rozdíl
C18:3 (cis-9,12,15)	1,2	0,5	existuje rozdíl
C21:0	0,2	0,2	shoda
C20:2 (cis-11,14)	0,2	<0,1	existuje rozdíl
C22:0	<0,1	<0,1	x
C20:3 (cis-8,11,14)	0,1	0,1	shoda
C22:1 (cis-13)	0,2	<0,1	existuje rozdíl
C20:3 (cis-11,14,17)	0,3	<0,1	existuje rozdíl
C20:4 (cis-5,8,11,14)	0,1	0,1	existuje rozdíl
C23:0	0,1	<0,1	x
C22:2 (cis-13,16)	0,1	<0,1	existuje rozdíl
C24:0	<0,1	<0,1	existuje rozdíl
C20:5 (cis-5,8,11,14,17)	0,1	<0,1	existuje rozdíl
C24:1 (cis-15)	0,1	<0,1	existuje rozdíl
C22:6 (cis-4,7,10,13,16,19)	<0,1	<0,1	existuje rozdíl

X = hodnoty rozptylu jsou tak malé, že je nelze porovnat statistickými metodami

**Graf č. 6: Porovnání profilu MK mléka kravského a nosorožčího**



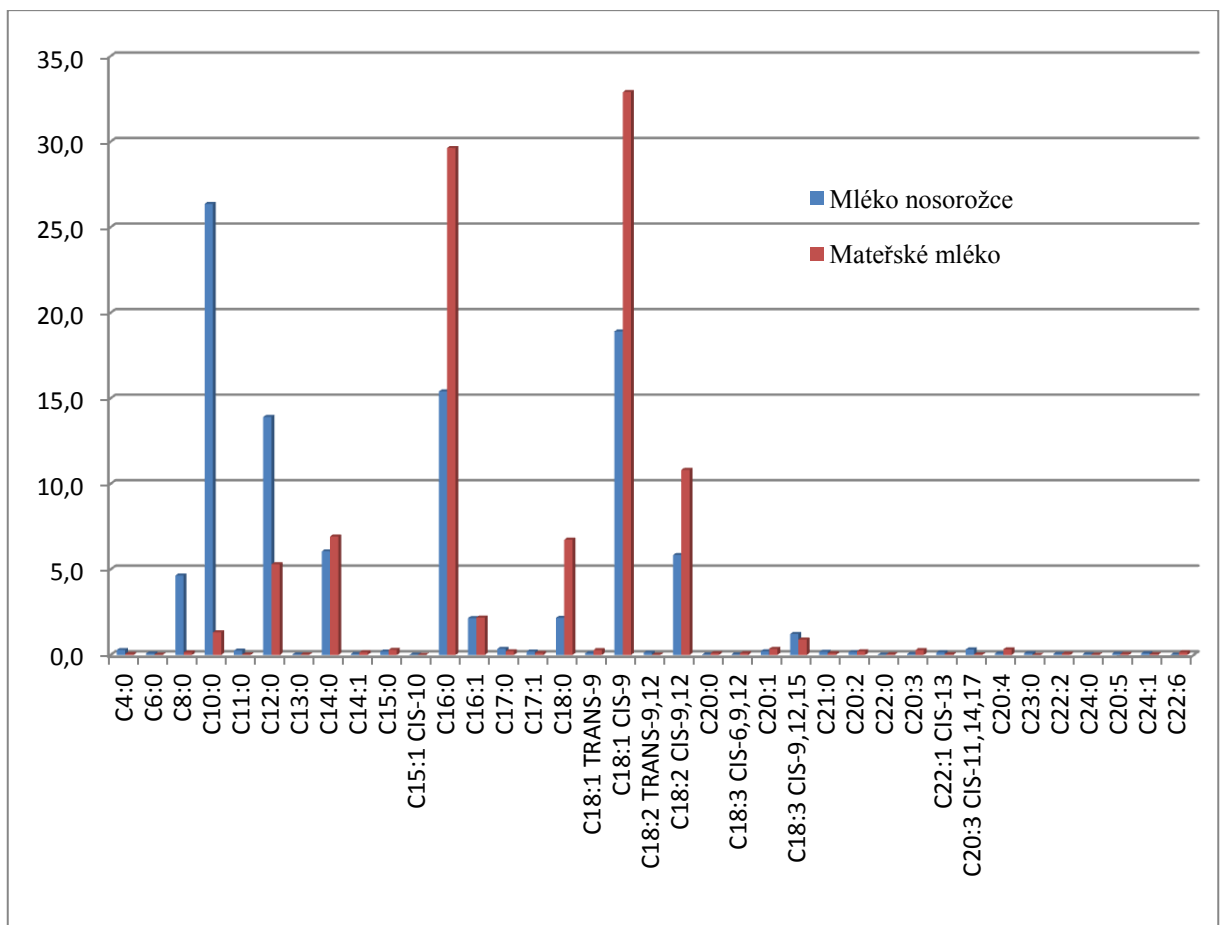
**Tab. č. 15: Porovnání profilu MK mléka mateřského a nosorožčího (podrobnější analýza je uvedena v příloze)**

	<b>Mateřské mléko</b>	<b>Nosorožčí mléko</b>	<b>Statistické rozhodnutí</b>
C4:0	0,1	0,3	existuje rozdíl
C6:0	<0,1	0,1	existuje rozdíl
C8:0	0,1	4,6	existuje rozdíl
C10:0	1,3	26,4	existuje rozdíl
C11:0	<0,1	0,3	existuje rozdíl
C12:0	5,3	13,9	existuje rozdíl
C13:0	<0,1	<0,1	x
C14:0	6,9	6,1	shoda
C14:1 (cis-9)	0,2	0,1	existuje rozdíl
C15:0	0,3	0,2	existuje rozdíl
C15:1 (cis-10)	<0,1	<0,1	x
C16:0	29,6	15,4	existuje rozdíl
C16:1 (cis-9)	2,2	2,2	shoda
C17:0	0,2	0,4	existuje rozdíl
C17:1 (cis-10)	0,1	0,2	existuje rozdíl
C18:0	6,7	2,2	existuje rozdíl
C18:1 (trans-9)	0,3	0,1	existuje rozdíl
C18:1 (cis-9)	32,9	18,9	existuje rozdíl
C18:2 (trans-9,12)	<0,1	0,1	existuje rozdíl
C18:2 (cis-9,12)	10,8	5,8	existuje rozdíl
C20:0	0,1	<0,1	existuje rozdíl
C18:3 (cis-6,9,12)	0,1	<0,1	existuje rozdíl
C20:1 (cis-11)	0,4	0,2	existuje rozdíl
C18:3 (cis-9,12,15)	0,9	1,2	existuje rozdíl
C21:0	0,1	0,2	shoda
C20:2 (cis-11,14)	0,2	0,2	existuje rozdíl
C22:0	<0,1	<0,1	x
C20:3 (cis-8,11,14)	0,3	0,1	existuje rozdíl
C22:1 (cis-13)	<0,1	0,2	existuje rozdíl
C20:3 (cis-11,14,17)	<0,1	0,3	existuje rozdíl
C20:4 (cis-5,8,11,14)	0,3	0,1	existuje rozdíl
C23:0	<0,1	0,1	x
C22:2 (cis-13,16)	0,1	0,1	shoda
C24:0	<0,1	<0,1	x
C20:5 (cis-5,8,11,14,17)	0,1	0,1	x
C24:1 (cis-15)	<0,1	0,1	x
C22:6 (cis-4,7,10,13,16,19)	0,2	<0,1	existuje rozdíl

X = hodnoty rozptylu jsou tak malé, že je nelze porovnat statistickými metodami



**Graf č. 7: Porovnání profilu MK mléka mateřského a nosorožčího**



## 5.5 Jednotlivé složky mléka nosorožce

V tabulce č. 15 jsou uvedeny průměrné hodnoty vybraných složek mléka nosorožce dvourohého. Analýzy jsou podrobněji popsány v příloze. Hodnoceno na přístroji MilkoScan FT 120.

**Tab. č. 16: Jednotlivé složky mléka nosorožce dvourohého.**

	<b>Jednotky</b>	<b>Jessie</b>	<b>Maisha</b>	<b>Elba</b>
<b>Hustota</b>	g/cm <sup>3</sup>	1,03	1,04	1,04
<b>Tuk</b>	%	3,99	0,99	0,41
<b>Kasein</b>	%	3,99	1,82	1,55
<b>Bílkoviny</b>	%	5,28	1,85	1,42
<b>TS</b>	%	14,63	10,16	9,42
<b>SNF</b>	%	10,97	8,94	8,71
<b>Laktóza</b>	%	4,60	6,95	7,32
<b>FP</b>	°C	0,67	0,59	0,59

TS = celková sušina, SNF = tukuprostá sušina, FP = bod tuhnutí

## 6 Diskuze

V profilu měřených vzorků kravského mléka jednoznačně převládá kyselina palmitová (přes 30 %), olejová (přes 20 %), myristová (téměř 12 %), stearová (8,5 %), laurová (téměř 4 %) a kaprinová (necelá 3 %). Z těchto naměřených hodnot vyplývá, že profil změřený v této práci se shoduje s dříve publikovanými výsledky. V tabulce č. 10 je porovnání výsledků měření této práce s ostatními autory (Osthoff et al., 2011; Serafeimidou et al., 2013; Kargar et al., 2013; Rodríguez – Alcalá et al., 2008). Prvních šest majoritně zastoupených mastných kyselin kravského mléka se shoduje. Ostatní kyseliny mají buď zastoupení pod 3 % celkového obsahu, nebo byly detegovány pouze ve stopách. Podle Osthoffa et al. (2011) obsahuje tuk kravského mléka méně kyselin C8:0, C10:0, C12:0 (v měření této práce rozmezí 1,2 – 3,7 %), více C14:0, C18:0 (v této práci 11,7 a 8,5 %), C16:0 nad 18 % (v této práci 35,9 %) a C18:1 nad 15 % (v této práci 21,2 %), což se shoduje s hodnotami naměřenými v této práci.

Procentuálně se hodnoty majoritních kyselin vzájemně liší, to může být způsobeno mnoha faktory, jako např. stářím dojnic, plemenem, zdravotním stavem, skladbou krmiva, způsobem chovu, fází laktace atd. Profil nejvíce zastoupených kyselin je však shodný.

Z výsledného profilu je zřejmé, že až na kyselinu olejovou jsou všechny majoritně zastoupené kyseliny nasycené. Toto je ve shodě s dříve uvedenými výsledky, které uvádí, že kravské mléko obsahuje až 61 % nasycených mastných kyselin (Dreiucker a Vetter, 2011). Poměrně vysoký obsah kyseliny palmitové a myristové není z hlediska zdravotní prospěšnosti člověka ideální. Podporují vznik a rozvoj aterosklerózy. Ovlivňují hladinu celkového cholesterolu a také LDL cholesterolu v krvi, a tím ohrožují kardiovaskulární systém. Z pohledu energetického metabolismu jsou nasycené kyseliny cennější. S vyšší fyzickou námahou je možné i zvýšit příjem nasycených mastných kyselin. S ohledem na to, že mléko obsahuje 4 % tuku, však není tento příjem ohrožující.

Kyseliny s počtem uhlíků v řetězci nad 18 mají v tuku kravského mléka pouze stopová množství, tudíž nepatří k nutričně významným kyselinám.

Podle statistického F-testu existuje statisticky významný rozdíl mezi všemi porovnávanými majoritními mastnými kyselinami mateřského a kravského mléka. Kyseliny, které jsou zastoupeny pouze ve stopovém množství, mají tak malý rozptyl, že je nelze porovnávat statistickými metodami.

Podle statistického šetření se profil kravského a nosorožčího mléka shoduje v majoritně zastoupené kyselině olejové (kravské ml. – 21,2 %, nosorožčí ml. – 18,9 %). V mléce nosorožce dvourohého je vyšší obsah kyseliny kaprinové (26,4 %) a laurové (13,9 %) oproti mléku kravskému. Mléko kravské oproti tomu obsahuje více nasycené kyseliny myristové (11,7 %) a palmitové (35,9 %). Tyto rozdíly jsou dobře znatelné v grafu č. 6.

Majoritně zastoupené kyseliny mléka mateřského zjištěné měřením se shodují s výsledky ostatních autorů - Jensen, (1996); Osthoff a kol., (2011); Maltó – Puígmartí a kol., (2011). Největší zastoupení zde má kyselina olejová (přes 32 %), dále palmitová (téměř 30 %), linolová (10 %), téměř stejné zastoupení má myristová a stearová kyselina (7 %) a nakonec kyselina laurová (přes 5 %).

Statistická shoda v porovnání profilu majoritních MK mezi mateřským a nosorožčím mlékem nastala u nasycené kyseliny myristové (mateřské mléko – 6,9 %, nosorožčí mléko – 6,1 %) a u nenasycené kyseliny palmitolejové (obě mléka v zastoupení 2,2 %). Naopak vyšší obsah nasycené kyseliny kaprinové (26,4 %) a laurové (13,9 %) se prokázal v mléce nosorožce. V mléce mateřském bylo oproti tomu vyšší zastoupení nasycené kyseliny palmitové (29,6 %) a nenasycené olejové (32,9 %) a linolové (10,8 %).

Vyšší obsah nenasycených mastných kyselin v mateřském mléce než u mléka kravského naznačuje vyšší potřebu myelinizace nervových vláken a vývoj mozku. V mateřském mléce má největší zastoupení nenasycená kyselina olejová ( $\omega$ -9) oproti mléku kravskému. Kyselina olejová má v mateřském mléce pravděpodobně úlohu správného vývoje nervové soustavy malých dětí. Nasycené kyseliny jsou především zdrojem energie. V mateřském mléce je tedy vyšší zastoupení nenasycených mastných kyselin než v mléce kravském.

V mateřském mléce je vyšší obsah kyseliny linolové než v mléce kravském. Je tedy důležité, aby byly děti po porodu krmeny výhradně mateřským mlékem, které je nejlepším zdrojem těchto látek. Kravské mléko není do určitého věku vhodné pro výživu dětí.

Jeden z důvodů, proč se liší u jednotlivých druhů poměr nasycených a nenasycených mastných kyselin, může být i způsob chovu mláďat. Člověk má v přírodě jen málo predátorů, kteří ho ohrožují, takže po narození nemusí být kladen takový důraz na váhový přírůstek důležitý k přežití. U lidí je důležitý vývoj mozku a tomu také odpovídá složení mateřského

mléka. U zvířat je též důležitý vývoj nervové soustavy, ale mléko je díky vyššímu obsahu nasycených mastných kyselin hlavně zdrojem energie.

Při porovnání jednotlivých složek mléka nosorožce dvourohého je zřejmé, že mlezivo (získané od samice Jessie) se svým složením odlišuje od mléka v pozdější laktaci (Maisha – 6 týdnů postpartum, Elba). Hustotou se vzorky neliší, ale nejvyšší tučnost vykazuje mlezivo, a to téměř 4 %. S postupem laktace se tučnost snižuje. Vzorek mléka produkovaný 6 týdnů po porodu vykazuje obsah tuku necelé 1 % a mléko z pozdní laktace má tučnost pouze 0,41 %. Toto se shoduje s tvrzením, že tučnost mléka s postupem laktace klesá (Osthoff et al., 2008). Výrazně se též liší obsah proteinů. V mlezivu je jejich obsah 5,28 %, zatímco vzorky z pozdější laktace vykazují hodnoty 1,85 % a 1,42 %. Vyšší hodnoty u mleziva než v pozdější laktaci vykazuje i celková sušina (14,63 %) a tukuprostá sušina (10,97 %). Mlezivo (4,6 %) má ovšem oproti pozdější laktaci (6,95 %, 7,32 %) nižší obsah laktózy. Hodnoty, které uvádí Aschaffenburg et al. (1961) pro vzorky v 19. měsíci laktace nosorožce dvourohého pro tuk (stopové množství), SNF (8,10 %), laktózu (6,06 %), bílkoviny (1,42 %), kasein (1,11 %), jsou porovnatelné s tímto měřením. O něco menší hodnoty pro tuk (0,2 %) a TS (8,8 %) v mléce nosorožce dvourohého v období laktace 30 – 330 dnů udává Nath et al. (2013). Ale obsah proteinů (1,4 %) a laktózy (6,6 %) je srovnatelný s měřením v této práci.

Data získaná o zastoupení mastných kyselin v této práci se shodují s daty o nosorožci bílém (*Ceratotherium simum*) (Osthoff et al., 2011). Zastoupení majoritních mastných kyselin se shoduje, i když se jedná o jiný druh nosorožce. Přestože druh nosorožce není totožný, jedná se o druhy, které se oba vyskytují v Africe. Dá se tedy předpokládat stejná skladba stravy. Procentuální zastoupení se může lišit právě z důvodu rozdílného druhu.

Z toho vyplývá, že v obsahu majoritně zastoupených kyselin se statisticky od sebe liší mléko kravské (kaseinové) od mléka mateřského a nosorožčího, která patří mezi albuminová. Ale zároveň statistickou rozdílnost v obsahu hlavních kyselin nacházíme i mezi mléky albuminovými. Tento jev může být způsoben odlišnými řády, od kterých mléko pochází, jiným způsobem stravy nebo jinými výživovými požadavky mláďat.

## 7 Závěr

Jednotlivé zastoupení majoritně zastoupených mastných kyselin se u mléka mateřského a kravského statisticky lišilo. Kravské mléko obsahuje více kyseliny myristové, palmitové a stearové. Mateřské mléko má vyšší obsah kyseliny olejové a linolové. Mateřské mléko má vyšší procentuální zastoupení nenasycených mastných kyselin.

Profil mastných kyselin kravského a nosorožčího mléka se statisticky shoduje v obsahu kyseliny olejové. Mléko nosorožce má daleko vyšší zastoupení kyseliny kaprinové, laurové a linolové. V mléce kravském se nachází vyšší zastoupení kyseliny myristové, palmitové a stearové.

Mléko nosorožčí a mateřské vykazuje stejný obsah kyseliny myristové a palmitolejové. Mateřské mléko obsahovalo více kyseliny palmitové, stearové, olejové a linolové. Mléko nosorožce mělo vyšší obsah kyseliny kaprinové a laurové.

Profil mastných kyselin kaseinových a albuminových mlék byl stanoven po esterifikaci tuku metodou plynové chromatografie s plameno-ionizační detekcí. Profily mastných kyselin kaseinových a albuminových mlék se liší.

Obsah jednotlivých složek mléka nosorožce dvourohého se shoduje s daty udávanými literaturou. Vzorek mleziva vykazuje odlišné hodnoty od vzorků z pozdní laktace. Kolostrum vykazuje vyšší celkovou i tukuprostou sušinu, vyšší obsah proteinů i vyšší obsah tuku. Oproti tomu obsahuje menší množství laktózy.

## 8 Seznam literatury

- Aschaffenburg, R., Gregory, M. E., Rowland, S. J., Thompson, S. Y., Kon, V. M. 1961 The composition of the milk of the african black rhinoceros (*Diceros bicornis*; linn.). National Institute for research in Dairying, Shinfield, Reading. 137 (2). p. 475-479.
- Balajková, A. 2009. Vybrané charakteristiky syrového mléka. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická. Zlín. 96 s.
- Dreiucker, J., Vetter, W. 2011. Fatty acids patterns in camel, moose, cow and human milk as determined with GC/MS after silver ion solid phase extraction. Food chemistry. 123 (2). p. 762-771.
- Fox, P. F., McSweeney, P. L. H. 1998. Dairy chemistry and biochemistry. Blackie academic & professional. London. p. 478. ISBN: 0-412-72000-0.
- Gajdůšek, S. 2003. Laktologie. MZLU. Brno. 78 s. ISBN: 80-71576573.
- Grieger, C., Holec, J. 1990. Hygiena mlieka a mliečnych výrobkov. Bratislava Príroda. Bratislava. 397 s. ISBN: 80-07-00253-7.
- Ingr, I. 2003. Zpracování zemědělských produktů. MZLU. Brno. 249 s. ISBN: 8071575208.
- Jensen, R. 1996. The lipids in human milk. Department of nutritional sciences, University of Connecticut, Storrs, U.S.A. 35 (1). p.53-92.
- Kargar, S., Ghorbani, G. R., Alikhani, M., Khorvash, M., Rashidi, L., Schingoethe, D. 2012. Lactational performance and milk fatty acid profile of Holstein cows in response to dietary fat supplements and forage:Concentrate ratio. Livestock science. 150 (1-3). p. 274-283.
- Koletzko, B., Rodriguez-Palmeroa, M., Demmelmaira, H., Fidlera, N., Jensen, R., Sauerwalda, T. 2001. Physiological aspects of human milk lipids. Early Human Development. 65. p. 3 -18.
- Kráčmar, S. 2003. Změny nutriční hodnoty mleziva u různých druhů zvířat. Doktorská dizertační práce. UVM Košice. Košice. 173 s.
- Moltó-Puigmartí, C., Castellote, A., Carbonell-Estrany, X., Lopéz-Sabater, M. 2011. Differences in fat content and fatty acid proportions among colostrum, transitional, and mature milk from women delivering very preterm, preterm and term infants. Clinical nutrition. 30. p. 116-123.
- Mourek, J., Nedbalová, M., Šmídová, L., Mydlilová, A. 2007. Mastné kyseliny omega-3: zdraví a vývoj. Triton. Praha. 174 s. ISBN 978-80-7254-917-7.

- Nath, N. C., Hussain, A., Rahman, F. 1993. Milk characteristic of a captive Indian rhinoceros (*Rhinoceros unicornis*). *Journal of Zoo and wildlife medicine*. 24 (4). p. 528-533.
- Nevoral, J. 2003. *Výživa v dětském věku*. H&H. Jinočany. 434 s. ISBN: 80-86-022-93-5.
- Osthoff, G., Hugo, A., Joubert, Ch., Swarts, J. 2011. DSC of milk fats from various animals with high levels of medium-chain, unsaturated and polyunsaturated fatty acids. *South African journal chemistry*. 64. p. 241-250.
- Osthoff, G., Hugo, A., Wit, M. 2008. Milk composition of a free – ranging white rhinoceros (*Ceratotherium simum*) during late lactation. *Mammalian biology*. 73. p. 245-248.
- Rodríguez-Alcalá, L. M., Harte, F., Fontecha, J. 2009. Fatty acid profile and CLA isomers content of cow, ewe and goat milks processed by high pressure homogenization. *Innovative food science and emerging technologies*. 10. p. 32-36.
- Sala-Vila, A., Castellote, A. I., Rodriguez-Palmero, M., Campoy, C., López-Sabater, M. C. 2005. Lipid composition in human breast milk from Granada (Spain):Changes during lactation. *Nutrition*. 21. p. 467-473.
- Serafeimidou, A., Zlatanov, S., Kritikos, G., Tourianis, A. 2013. Change of fatty acid profile, including conjugated linoleic acid (CLA) content, during refrigerated storage of yogurt made of cow and sheep milk. *Journal of food composition and analysis*. 31. p. 24-30.
- Svačina, Š. 2008. *Klinická dietologie*. Grada. Praha. 384 s. ISBN: 978-80-247-2256-6.
- Wallach, J. D. 1969. Hand-rearing and observations of a white rhinoceros (*Diceros s. simus*). *International Zoo Yearbook*. 9. p. 103-104.
- Zahari, Z. Z., Tajuddin, A. M., Samsuddin, M. S., Hassan, M. 1990. Milk composition of the sumatran rhinoceros (*Dicerorhinus sumatrensis sumatrensis*). *Proceedings of the veterinary association of Malaysia*. 2. p. 121-122.



## **Seznam použitých zkratk**

MM = mateřské mléko

MK = mastná kyselina

TS = total solids, celková sušina

SNF = solids not fat, tukuprostá sušina

FP = freezing point, bod tuhnutí

SD = směrodatná odchylka

## Seznam příloh

### Příloha č. 1: Naměřené hodnoty procentuálního zastoupení jednotlivých mastných kyselin u kravského mléka

Kyselina	Jednotlivá měření	
C4:0	2,1	2,2
C6:0	1,7	1,8
C8:0	1,1	1,2
C10:0	2,9	3,0
C11:0	0,1	0,1
C12:0	3,7	3,8
C13:0	0,1	0,1
C14:0	11,5	12,0
C14:1 (cis-9)	1,2	1,2
C15:0	1,7	1,8
C15:1 (cis-10)	<0,1	<0,1
C16:0	35,1	36,7
C16:1 (cis-9)	2,5	2,4
C17:0	0,9	0,9
C17:1 (cis-10)	0,3	0,3
C18:0	8,5	8,4
C18:1 (trans-9)	1,6	0,7
C18:1 (cis-9)	22,1	20,3
C18:2 (trans-9,12)	<0,1	<0,1
C18:2 (cis-9,12)	1,8	1,8
C20:0	0,1	0,1
C18:3 (cis-6,9,12)	<0,1	<0,1
C20:1 (cis-11)	<0,1	0,1
C18:3 (cis-9,12,15)	0,4	0,5
C21:0	0,3	<0,1
C20:2 (cis-11,14)	<0,1	<0,1
C22:0	<0,1	<0,1
C20:3 (cis-8,11,14)	0,1	0,1
C22:1 (cis-13)	<0,1	<0,1
C20:3 (cis-11,14,17)	<0,1	<0,1
C20:4 (cis-5,8,11,14)	0,1	0,1
C23:0	<0,1	<0,1
C22:2 (cis-13,16)	<0,1	<0,1
C24:0	<0,1	<0,1
C20:5 (cis-5,8,11,14,17)	<0,1	<0,1
C24:1 (cis-15)	<0,1	<0,1
C22:6(cis-4,7,10,13,16,19)	<0,1	<0,1

**Příloha č. 2: Hodnoty jednotlivých měření pro mateřské mléko. Procentuální zastoupení jednotlivých kyselin**

Kyselina	Jednotlivá měření																		
C4:0	x	x	x	x	x	0,1	x	x	x	0,1	0,1	0,1	0,1	x	0,1	x	0,1	0,1	x
C6:0	x	x	x	0,1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
C8:0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	x	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2
C10:0	1,4	1,3	1,4	1,2	1,3	0,8	0,8	1,5	0,9	1,2	1,9	1,6	1,9	0,9	0,9	1,0	1,0	2,2	2,1
C11:0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,1	0,1
C12:0	5,0	4,7	6,8	4,8	4,8	4,3	4,4	7,4	3,9	3,9	7,0	7,4	7,2	3,5	3,6	3,3	2,7	8,1	8,0
C13:0	x	x	x	x	x	x	0,1	x	x	x	x	0,1	x	x	0,1	x	x	x	0,1
C14:0	6,3	5,6	8,4	5,7	5,8	6,8	6,8	7,2	5,2	5,8	9,3	10,3	9,5	4,2	4,0	5,7	5,7	9,2	10,2
C14:1 (cis-9)	0,2	0,3		0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
C15:0	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3
C15:1 (cis-10)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
C16:0	26,7	28,3	25,2	28,5	28,7	29,3	28,6	33,1	23,0	26,6	37,9	38,1	38,9	25,4	25,6	33,2	33,5	26,6	25,8
C16:1 (cis-9)	3,4	3,2	2,6	3,0	3,2	2,6	2,6	1,5	1,7	2,3	1,2	1,6	2,9	1,4	1,1	2,3	2,3	1,2	1,3
C17:0	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
C17:1 (cis-10)	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	x	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
C18:0	6,3	5,6	7,1	5,5	5,6	8,1	7,7	5,3	5,8	5,6	6,2	7,1	14,6	6,6	6,5	5,8	5,7	6,1	6,8
C18:1 (trans-9)	0,0	0,1		0,9	0,9	0,2	0,1	0,8	0,2	0,5		0,3	x	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
C18:1 (cis-9)	34,2	34,7	34,7	33,1	33,1	33,1	32,8	32,9	43,9	39,3	28,1	26,5	x	41,8	41,6	36,4	36,6	30,4	31,8
C18:2 (trans-9,12)	x	x	x	x	x	0,1	0,1	x	0,1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
C18:2 (cis-9,12)	11,9	12,0	10,3	12,7	11,6		10,9,9		11,7	11,7			19,4,5	12,0	12,3			12,9,1	10,9,4
C20:0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	x	x	x	x	x	0,2	0,1	0,1	x	0,1	x	0,1
C18:3 (cis-6,9,12)	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	x	0,1	0,1	0,1	0,1	x	x	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	x	0,1
C20:1 (cis-11)	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6	0,7	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,5	0,4	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2
C18:3 (cis-9,12,15)	0,8	1,1	0,8	1,1	1,1	0,6	0,7	0,4	1,0	0,7	0,5	0,3	2,1	1,6	1,7	0,5	0,5	0,9	1,0
C21:0	0,2	0,2	x	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	x	0,2	x	x	0,1	0,1	0,1	0,1
C20:2 (cis-11,14)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,5	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
C22:0	0,1	x	x	x	x	x	x	0,1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,1	x
C20:3 (cis-8,11,14)	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
C22:1 (cis-13)	0,1	x	x	0,1	0,1	0,1	0,2	x	x	x	x	x	0,1	x	0,1	x	x	x	x
C20:3 (cis-11,14,17)	x	x	x	x	x	x	0,1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,1	x
C20:4 (cis-5,8,11,14)	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
C23:0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
C22:2 (cis-13,16)	0,1	x	x	0,1	0,1	0,1		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C24:0	x	x	x	x	x	0,1	0,1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
C20:5 (cis-5,8,11,14,17)	x	0,1	x	x	x	0,1	0,1	x	0,1	0,1	x	x	0,1	x	0,1	x	x	0,1	x

C24:1 (cis-15)	0,1	x	x	x	x	0,2	0,2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
C22:6 (cis-4,7,10,13,16,19)	0,4	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	x

x = naměřená hodnota <0,1

**Příloha č. 3: Výsledná měření nosorožčího mléka. Procentuální zastoupení mastných kyselin ze všech měření**

Kyselina	Elba							Jessie					Maisha		
C4:0	1,0	0,8	0,8	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	
C6:0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	
C8:0	4,2	4,4	4,4	3,2	4,4	4,4	5,5	5,6	5,4	5,4	4,5	4,6	4,4		
C10:0	28,9	29,9	32,1	21,8	25,7	25,4	25,9	26,2	25,6	25,7	25,5	24,9	25,0		
C11:0	0,6	0,6	0,6	<0,1	0,6	0,6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
C12:0	16,2	16,4	17,5	15,0	16,9	16,7	10,9	10,8	10,7	10,8	13,2	12,8	12,9		
C13:0	0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
C14:0	6,8	6,9	7,1	7,9	8,2	8,1	4,4	4,2	4,3	4,3	5,6	5,5	5,5		
C14:1 (cis-9)	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
C15:0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4		
C15:1 (cis-10)	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
C16:0	11,9	12,3	12,2	19,2	15,3	15,0	16,1	16,2	16,6	16,6	16,4	16,2	16,3		
C16:1 (cis-9)	2,1	2,0	1,7	2,4	0,2	1,6	3,3	3,4	3,4	3,4	1,4	1,5	1,5		
C17:0	1,0	0,9	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4		
C17:1 (cis-10)	<0,1	0,1	<0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4		0,2	0,3	0,2		
C18:0	2,1	2,1	1,6	2,4	2,1	2,1	1,8	1,8	1,9	1,9	2,7	2,8	2,8		
C18:1 (trans-9)	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
C18:1 (cis-9)	12,5	13,0	13,6	21,2	19,8	19,5	24,9	23,8	23,9	24,1	16,4	16,8	16,3		
C18:2 (trans-9,12)	0,5	0,5	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1		
C18:2 (cis-9,12)	3,9	3,7	3,4	4,4	4,8	4,8	4,7	4,7	5,0	5,1	10,4	10,5	10,5		
C20:0	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
C18:3 (cis-6,9,12)	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1		
C20:1 (cis-11)	0,3	0,2	0,2	0,2	<0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2		
C18:3 (cis-9,12,15)	1,2	1,1	0,9	1,0	0,8	0,7	0,9	1,0	1,0	0,9	2,0	2,2	2,2		
C21:0	1,2	0,4	0,2	0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
C20:2 (cis-11,14)	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2		
C22:0	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
C20:3 (cis-8,11,14)	0,3	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
C22:1 (cis-13)	1,0	<0,1	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
C20:3 (cis-11,14,17)	1,7	1,6	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2		
C20:4 (cis-5,8,11,14)	0,6	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
C23:0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
C22:2 (cis-13,16)	0,8	0,6	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1		
C24:0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
C20:5 (cis-5,8,11,14,17)	0,1	0,4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1		

C24:1 (cis-15)	0,2	0,6	0,6	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C22:6 (cis-4,7,10,13,16,19)	<0,1	0,3	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

**Příloha č. 4: Jednotlivé složky mléka nosorožce. Výsledky všech měření na přístroji MilkoScan**

	<b>Jednotky</b>	<b>Jessie</b>				<b>SD</b>	<b>Maisha</b>			<b>SD</b>	<b>Elba</b>				<b>SD</b>
<b>Hustota</b>	g/cm <sup>3</sup>	1,03	1,03	1,03	0,000	1,04	1,04	1,04	0,000	1,04	1,04	1,04	1,04	0,001	
<b>Tuk</b>	%	3,44	3,39	3,35	0,037	0,99	0,98	1,00	0,008	0,42	0,41	0,42	0,39	0,010	
<b>Kasein</b>	%	3,97	3,99	4,01	0,016	1,85	1,81	1,81	0,019	1,56	1,60	1,50	1,54	0,040	
<b>Bílkoviny</b>	%	5,27	5,28	5,30	0,012	1,87	1,84	1,84	0,014	1,41	1,43	1,41	1,42	0,010	
<b>TS</b>	%	14,66	14,62	14,62	0,019	10,18	10,13	10,15	0,021	9,50	9,56	9,30	9,31	0,110	
<b>SNF</b>	%	10,96	10,97	10,99	0,012	8,98	8,92	8,93	0,026	8,78	8,84	8,60	8,60	0,110	
<b>Laktóza</b>	%	4,59	4,60	4,62	0,012	6,95	6,94	6,97	0,012	7,44	7,46	7,19	7,20	0,130	
<b>FP</b>	°C	0,67	0,67	0,67	0,001	0,59	0,59	0,59	0,003	0,60	0,60	0,58	0,59	0,009	

**Příloha č. 5: Podrobné statistické vyhodnocení kravského a mateřského mléka.**

F – test = testovací kritérium pro shodnost rozptylů, F krit. = odpovídající kritická hodnota pro F- test získaná z tabulek

T – test = testovací kritérium pro shodné rozptyly, T krit. = odpovídající kritická hodnota pro T- test získaná z tabulek

T – test = testovací kritérium pro různé rozptyly, T  $\alpha$  = odpovídající kritická hodnota pro Welshův test získaná z tabulek

Test pro shodnost rozptylů		T-test pro shodné rozptyly		T-test pro různé rozptyly – Welshův test	
F-test	F krit.	T-test	T krit.	T-test	T $\alpha$
17,32589	39,373	71,59199	1,397	24,58125	6,314
13,35566	39,373	84,23386	1,397	31,00725	6,314
3,631345	39,373	19,41586	1,397	32,44791	2,92
17,60201	39,373	5,188219	1,397	13,208	1,895
8,0451	39,373	5,251012	1,397	11,25328	2,353
283,7612	39,373	1,227171	1,397	3,807596	1,729
11,0063	39,373	6,865787	1,397	15,90431	2,132
23,67152	39,373	3,364941	1,397	8,975754	1,833
18,1243	39,373	16,80585	1,397	42,99958	1,895
5,462196	39,373	21,73409	1,397	41,62737	2,92
x	39,373	0,317063	1,397	1	1,729
16,33189	39,373	1,813895	1,397	4,556632	1,943
189,858	39,373	0,409273	1,397	1,259878	1,729
318,2123	39,373	9,497901	1,397	29,52105	1,729
19,17806	39,373	4,723839	1,397	12,20126	1,895
461,0918	39,373	1,158303	1,397	3,61638	1,729
4,466718	39,373	3,660472	1,397	1,95709	6,314
53,70984	39,373	1,767077	1,397	5,140064	1,746
500,0629	39,373	0,201862	1,397	0,630735	1,729
19799,38	39,373	4,144433	1,397	13,0682	1,729
745,189	39,373	0,430571	1,397	1,349473	1,729
145,2615	39,373	1,78424	1,397	5,452984	1,729
42,31235	39,373	2,686839	1,397	7,662979	1,761
64,05747	39,373	1,241855	1,397	3,65666	1,74
9,333939	39,373	1,185461	1,397	0,486549	6,314
955,2799	39,373	2,898048	1,397	9,095434	1,729
1,16866	39,373	1,661255	1,397	1,554234	6,314
27,36214	39,373	3,52253	1,397	9,581512	1,812
89,02373	39,373	1,786911	1,397	5,358891	1,729
1,016434	39,373	1,501637	1,397	1,512099	6,314

73,11045	39,373	3,133517	1,397	9,300864	1,74
x	39,373	x	1,397	x	x
15,71726	39,373	3,053466	1,397	7,616453	1,943
79,69984	39,373	0,307033	1,397	0,915667	1,729
81,7963	39,373	0,386392	1,397	1,153906	1,729
533724,5	39,373	0,757764	1,397	2,389925	1,729
13744,41	39,373	2,596656	1,397	8,186897	1,729

X = hodnoty rozptylu jsou tak malé, že je nelze porovnat statistickými metodami

### Příloha č. 6: Podrobné statistické vyhodnocení kravského a nosorožčího mléka

F – test = testovací kritérium pro shodnost rozptylů, F krit. = odpovídající kritická hodnota pro F- test získaná z tabulek

T – test = testovací kritérium pro shodné rozptyly, T krit. = odpovídající kritická hodnota pro T- test získaná z tabulek

T – test = testovací kritérium pro různé rozptyly, T  $\alpha$  = odpovídající kritická hodnota pro Welshův test získaná z tabulek

Test pro shodnost rozptylů		T-test pro shodné rozptyly		T-test pro různé rozptyly – Welshův test	
F-test	F krit.	T-test	T krit.	T-test	T $\alpha$
8,234272	39,373	7,341327	1,397	14,51306	2,015
1,211422	39,373	25,42046	1,397	27,40688	6,314
315,187	39,373	7,153491	1,397	18,63341	1,782
646,6616	39,373	12,40701	1,397	32,48425	1,782
959,8419	39,373	0,594746	1,397	1,559675	1,782
636,5855	39,373	5,275639	1,397	13,8117	1,782
50,45517	39,373	3,3188	1,397	8,225747	1,782
13,79027	39,373	5,148622	1,397	11,20189	1,895
7,719104	39,373	27,78632	1,397	54,15763	2,132
3,960455	39,373	26,89359	1,397	43,99641	2,353
x	39,373	0,410987	1,397	1,081379	1,782
3,218706	39,373	13,11619	1,397	20,11612	2,92
310,0774	39,373	0,361729	1,397	0,942076	1,782
2882,65	39,373	2,448832	1,397	6,436143	1,782
148,0734	39,373	0,79376	1,397	2,044711	1,782
16,26844	39,373	22,2544	1,397	49,6228	1,86
25,05642	39,373	6,683797	1,397	2,414174	6,314
12,83062	39,373	0,698155	1,397	1,50144	1,895
16630,81	39,373	0,699702	1,397	1,840683	1,782
15831,73	39,373	2,049471	1,397	5,391422	1,782
277,4768	39,373	3,46161	1,397	9,004608	1,782
89,5259	39,373	0,184459	1,397	0,468847	1,782
12,82448	39,373	2,630975	1,397	5,657685	1,895
79,17153	39,373	1,946397	1,397	4,925787	1,782
2,176898	39,373	0,035175	1,397	0,047236	2,92
737,5509	39,373	2,467611	1,397	6,464657	1,782
2,281551	39,373	0,001049	1,397	0,001432	2,92
26,41943	39,373	0,715256	1,397	1,688614	1,782
6040,332	39,373	0,700928	1,397	1,843284	1,782
1394,86	39,373	0,706441	1,397	1,854508	1,782



208,1028	39,373	0,309301	1,397	0,801566	1,782
x	39,373	0,554681	1,397	1,459463	1,782
537,6343	39,373	0,359996	1,397	0,94161	1,782
2204,005	39,373	0,256475	1,397	0,67385	1,782
1905,945	39,373	0,198523	1,397	0,521471	1,782
4008081	39,373	0,780581	1,397	2,053842	1,782
3087,271	39,373	0,284886	1,397	0,748808	1,782

X = hodnoty rozptylu jsou tak malé, že je nelze porovnat statistickými metodami

### Příloha č. 7: Podrobné statistické vyhodnocení mateřského a nosorožčího mléka

F – test = testovací kritérium pro shodnost rozptylů, F krit. = odpovídající kritická hodnota pro F- test získaná z tabulek

T – test = testovací kritérium pro shodné rozptyly, T krit. = odpovídající kritická hodnota pro T- test získaná z tabulek

T – test = testovací kritérium pro různé rozptyly, T  $\alpha$  = odpovídající kritická hodnota pro Welshův test získaná z tabulek

Test pro shodnost rozptylů		T-test pro shodné rozptyly		T-test pro různé rozptyly – Welshův test	
F-test	F krit.	T-test	T krit.	T-test	T alfa
142,6661	39,373	3,020542	1,397	2,486253	1,782
16,17934	40,373	3,448776	1,397	2,898356	1,771
86,79622	41,373	29,35689	1,397	24,20772	1,782
36,73794	42,373	41,65862	1,397	34,56336	1,782
119,3076	43,373	3,418519	1,397	2,815383	1,782
2,243385	44,373	11,07695	1,397	10,28076	1,729
4,584208	45,373	0,372965	1,397	0,328972	1,746
1,716538	46,373	1,335707	1,397	1,405687	1,697
2,34798	47,373	3,562967	1,397	3,85189	1,697
1,379184	48,373	3,182316	1,397	3,282047	1,701
143,6153	49,373	1,227012	1,397	1,009953	1,782
5,074056	50,373	10,07956	1,397	11,48051	1,703
1,633207	51,373	0,102288	1,397	0,097621	1,717
9,058891	52,373	2,019967	1,397	1,725969	1,761
7,720982	53,373	2,622655	1,397	2,254676	1,761
28,34271	54,373	7,871067	1,397	9,437189	1,725
5,609582	55,373	2,237588	1,397	2,561917	1,706
4,186066	56,373	5,093747	1,397	5,738222	1,701
33,25743	57,373	2,302936	1,397	1,91279	1,782
1,250614	58,373	4,812654	1,397	4,917557	1,701
2,68559	59,373	3,949175	1,397	4,314994	1,697
1,622564	60,373	4,21838	1,397	4,416772	1,699
3,299342	61,373	2,894981	1,397	3,211129	1,699
1,235945	62,373	1,808514	1,397	1,771885	1,711
20,31903	63,373	1,10492	1,397	0,924344	1,771
1,295205	64,373	1,499717	1,397	1,537537	1,701
2,666358	65,373	2,666813	1,397	2,440842	1,734
1,035682	66,373	8,57485	1,397	8,604017	1,706
67,85081	67,373	1,540305	1,397	1,271758	1,782
1372,306	68,373	2,131216	1,397	1,749784	1,782

2,846416	69,373	5,581719	1,397	5,083185	1,734
x	70,373	1,778135	1,397	1,459463	1,782
34,20663	71,373	0,497445	1,397	0,41304	1,782
27,65382	72,373	0,981568	1,397	0,817168	1,771
23,30112	73,373	0,370176	1,397	0,308958	1,771
7,509645	74,373	1,482102	1,397	1,275604	1,761
4,451962	75,373	5,955177	2,397	6,733302	1,703

X = hodnoty rozptylu jsou tak malé, že je nelze porovnat statistickými metodami