

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra speciální zootechniky**



**Zastoupení a možnosti ovlivnění obsahu problematických složek v mléce přežvýkavců**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Adéla Zelenková**

**Obor studia: ATZD**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Luděk Stádník, Ph.D.**

© 2017 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Zastoupení a možnosti ovlivnění obsahu problematických složek v mléce přežvýkavců" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21. 4. 2017

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu práce doc. Ing. Lud'ku Stádníkovi, Ph.D. za odborné vedení při vypracování bakalářské práce. Zároveň bych chtěla poděkovat sestřenici Zuzaně Noskové za gramatickou korekci textu a celé své rodině za podporu během mých studií.

# Zastoupení a možnosti ovlivnění obsahu problematických složek v mléce přežvýkavců

## Souhrn

Cílem práce bylo zpracovat literární přehled o složení zadaných mlék přežvýkavců, která se značně podílí na lidské výživě. Byly použity celkem čtyři druhy mlék přežvýkavců – kravské, kozí, ovčí a velbloudí. Přestože složení těchto mlék je velice podobné, můžeme u jednotlivých složek najít odlišnosti, a proto jsou některá méně, či více vhodná při mléčných alergiích či intolerancích.

Problematické složky nacházející se v mléce přežvýkavců jsou především bílkoviny, laktosa (mléčný sacharid) a mléčný tuk. Bílkoviny v mléce jsou zodpovědné za tzv. mléčnou alergii. Ta nastává v případě, kdy lidské tělo není schopné rozeznat mléčné bílkoviny a nastává tak imunitní reakce. Alergie na mléčné bílkoviny jsou nejčastější alergie projevující se u kojenců a batolat. Často se v pozdějším věku ztrácí a jedinec je schopný mléko ve stravě přijímat bez problémů. Příznaky mléčné alergie jsou především průjmy, zvracení, kožní potíže jako jsou kopřivka a ekzém, ale také dýchací potíže.

Laktosová intolerance souvisí s nedostatečnou či nulovou produkcí enzymu laktasy. Tento enzym má při trávení rozštěpit disacharid laktosu na galaktosu a glukosu, které jsou poté snadno stravitelné na sliznici tenkého střeva. V případě nedostatečnosti či absenci laktázy však k tomuto štěpení nedochází a nestrávená laktosa se dostává do střev, kde vlivem střevní mikroflóry kvasí. Vlivem vznikajících plynů patří mezi příznaky nadýmání, bolesti břicha a průjmy.

Jako další problematickou složku můžeme označit mastné kyseliny, a to především v závislosti na poměru nasycených a nenasycených mastných kyselin, kdy v mléce vždy převládá množství nasycených mastných kyselin, což ovšem z hlediska zdraví a výživy člověka není příliš žádoucí.

V současné době je možné množství jednotlivých problematických složek částečně regulovat. V případě alergií se doporučuje mléko ze stravy vyloučit úplně. Ideální alternativou jsou proto rostlinné nápoje. Pokud jedinec trpí nesnášenlivostí laktosy, jsou v současné době na trhu tzv. bezlaktosová mléka, tedy mléka, která byla technologickými procesy zbavena sacharidu laktosy. Dalším způsobem, jak ovlivnit složení mléka, je pomocí krmiva zvířete. Výživou můžeme ovlivnit především množství a složení tuku v mléce.

**Klíčová slova:** přežvýkavec, mléko, bílkovina, tuk, laktosa

# **Proportion and possibilities of influencing the content of problematic components in milk of ruminants**

## **Summary**

The goal of this bachelor thesis is to write a review about milk composition of ruminant, which is extensively involved in human nutrition. There were used four kinds of milk - cow's, goat's, sheep's and camel's. Although the composition of all of them is very similar, the individual components might have some little differences and that is why some are more or less suited than others when it comes to milk allergies or intolerances.

Components that might be problematic in the milk of ruminants are proteins and lactose (a milk sugar) and also milk fat. Proteins in milk are responsible for the so-called milk allergy. Milk allergy is when body does not recognize milk proteins and immune response occurs. Allergies to milk proteins are the most common allergies displayed in infants and toddlers. Often in later life the allergies disappear and patients are able to ingest milk without any problems. The symptoms of milk allergies are mainly diarrhea, vomiting, skin problems such as hives and eczema, as well the respiratory problems.

Lactose intolerance is associated with inadequate or no production of the enzyme lactase. This enzyme is supposed to cleave the disaccharide lactose into glucose and galactose, which are easy to digest in the mucosa of the small intestine. In the case of deficiency or absence of lactase, this cleavage does not happen and undigested lactose gets into the intestines, where it ferments because of the mikroflóra. Because of the produced gases, the symptoms of lactose intolerance are bloating, abdominal pain and diarrhea.

Another problematic component are fatty acids, mainly depending on the ratio of saturated to unsaturated fatty acids. In milk we always find more saturated fatty acids which is not really desirable for human health and nutrition.

Currently we are able to regulate the amount of problematic component in milk. In the case of milk allergy it is recommended to exclude milk from your diet completely. In this case there are many suitable alternatives including dairy-free milk. If a patient suffers from lactose intolerance there are also special kinds of milk called lactose-free milks. Lactose-free milk does not contain lactose thanks to technology processes. Another way how to influence the composition of milk is the nutrition of the ruminant. Nutrition can primarily affect the amount and composition of milk fat.

**Keywords:** ruminant, milk, protein, fat, lactose

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Literární přehled.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>Mléko.....</b>	<b>3</b>
3.1.1	Anatomie a fyziologie mléčné žlázy.....	4
3.1.2	Mléčná užitkovost.....	5
3.1.2.1	Laktace.....	6
3.1.3	Rozdělení mléka.....	7
3.1.3.1	Podle obsahu bílkovin.....	7
3.1.3.1.1	Nezralé, zralé mléko .....	7
3.1.3.2	Složení mléka.....	8
3.1.3.3	Mléka přežvýkavců.....	9
3.1.3.3.1	Kravske mléko .....	10
3.1.3.3.1.1	Složení kravského mléka .....	11
3.1.3.3.1.2	Význam kravského mléka ve výživě člověka.....	14
3.1.3.3.2	Kozí mléko.....	14
3.1.3.3.2.1	Složení kozího mléka.....	15
3.1.3.3.2.2	Význam kozího mléka ve výživě člověka .....	17
3.1.3.3.3	Ovčí mléko.....	18
3.1.3.3.3.1	Složení ovčího mléka.....	18
3.1.3.3.3.2	Význam ovčího mléka ve výživě člověka .....	20
3.1.3.3.4	Velbloudí mléko.....	21
3.1.3.3.4.1	Složení velbloudího mléka.....	21
3.1.3.3.4.2	Význam velbloudího mléka ve výživě člověka .....	23
3.1.4	Intolerance mléka a mléčné alergie ve výživě člověka.....	24
3.1.4.1	Alergie.....	24
3.1.4.2	Intolerance.....	25
3.1.4.3	Alternativy v případě negativní reakce na problematické složky .....	26
3.1.5	Možnosti ovlivnění složení mléka přežvýkavců.....	27
3.1.5.1	Ovlivnění pomocí výživy.....	28
3.1.5.2	Technologické postupy .....	30
<b>4</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>Seznam použitých zkratk .....</b>	<b>38</b>

# 1 Úvod

Mléko a mléčné výrobky jsou jednou ze základních součástí stravy člověka. Významnost mléka dokazuje již fakt, že se jedná o první výživu mláďate – dítěte pocházející z mléčné žlázy samice – matky. Spotřeba mléka v České Republice od roku 2011 meziročně roste. V roce 2015 to bylo 235,1 litrů kravského mléka a 0,1 litru kozího mléka na osobu za rok, zatímco v roce 2011 to bylo 221,0 litru kravského a 0,1 litru kozího mléka na osobu za rok. Tento fakt jasně ukazuje, že se kravské mléko ve srovnání s mlékem ostatních druhů přežvýkavců stále těší největší popularitě a je tedy přirozené, že problematika kravského mléka je mnohem více prostudována než u ostatních mlék. Dostupnost ostatních druhů mléka je značně náročnější, než je tomu u mléka kravského. To je zřejmě také důvod, proč roste spotřeba kravského mléka, zatímco kozí mléko se drží dlouhodobě na přibližně stejné hodnotě.

S rostoucí spotřebou mléka a mléčných výrobků dochází ke zvýšenému výskytu zdravotních obtíží způsobených právě mlékem. Většina dnešní populace se ve svém životě setkala s nějakým typem intolerance či alergie na mléko. Vzhledem k vyspělým technologickým procesům a dlouholetým zkušenostem s chovem hospodářských zvířat se dá částečně ovlivňovat složení mléka, a tím eliminovat problémy s jejich používáním ve výživě člověka.

V současné době se hojně využívají také mléčné analogy neboli rostlinné nápoje, které mají suplovat mléko ve výživě člověka. Čím dál tím více ale můžeme sledovat trend spojený s omezováním mléka a mléčných výrobků ve výživě i v případě, kdy člověk netrpí alergií či přecitlivělostí na nějakou mléčnou komponentu. Současný trh nabízí množství alternativ k mléku, ať už se jedná o sójové, konopné, mandlové či makové mléko. Přesto je ale důležité si uvědomit, že mléko obsahuje spoustu důležitých, tělu prospěšných látek a pokud není vysloveně nutné jej z jídelníčku vyškrtnout a nahrazovat jej, je doporučováno ho alespoň občas do své výživy zařadit.

V této bakalářské práci studuji mléka celkem čtyř druhů přežvýkavců. Tři z nich jsou hospodářská zvířata typická pro náš kraj, tedy skot, ovce a kozy. Čtvrtým přežvýkavcem je zvíře typické spíše pro Afriku a Blízký východ - velbloud.

## **2 Cíl práce**

Cílem práce je vypracovat detailní přehled literatury zaměřený na problematiku složení mléka přežvýkavců s důrazem na obsah základních komponent a jejich složení. Současně bude analyzována otázka obsahu technologicky i zdravotně problematických složek, které mléko přežvýkavců může v návaznosti na systém chovu obsahovat.



### 3 Literární přehled

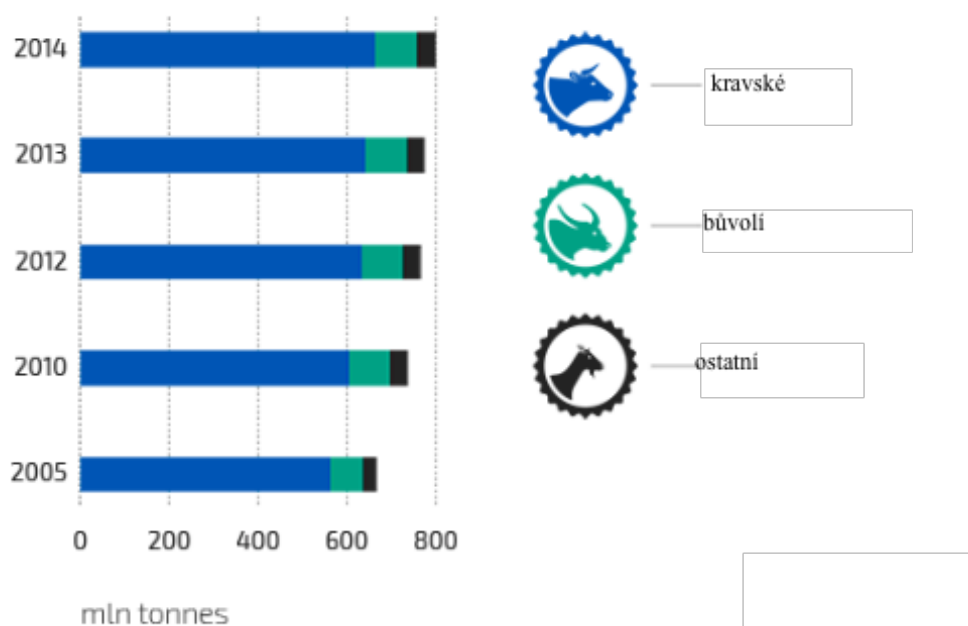
#### 3.1 Mléko

Mléko neboli mléčný sekret savců je bělavá tekutina určitého složení produkovaná mléčnou žlázou všech dospělých samic po porodu, sloužící prvotně jako potrava pro mláďata. Kvalita mléka může být ohrožena znečištěním, nebo do něj mohou přecházet škodlivé látky z těla matky (např. jedy, bakterie, rezidua léčiv). Jelikož je mléko bohaté na bílkoviny, sacharidy, minerální látky i vitaminy, může být označováno jako ideální krmivo. Složení mléka je různé u jednotlivých druhů savců. Obecně obsahují všechna mléka stejné komponenty, jejich rozdíl je však v zastoupení jednotlivých složek (Škarda et Škardová, 2000).

Mléko je základní složkou lidské výživy. Hlavní mléčná bílkovina, stejně tak přítomnost řady vitaminů, jsou důležitou složkou lidské výživy. Nelze opomenout také roli konzumace mléka jako zdroje vápníku pro rozvoj lidského kostního skeletu ve vývoji, tzn. jako prevence šířené osteoporosy (Hanuš et al., 2008).

Podle Mezinárodní mlékařské federace (IDF) celoroční produkce mléka stále roste. Vzhledem k neustálému nárůstu populace je to však přirozený jev. V roce 2014 se ve světě vyprodukovalo kolem 800 mil. tun mléka. Největší podíl z toho bylo mléko kravské, až 650 mil. tun, druhé pak bylo mléko bůvolí, přibližně 80 mil. tun. Zbývající část je zastoupena ostatními druhy mléka, přičemž mezi ty významnější patří mléko kozí a ovčí (IDF, 2016).

**Graf 1: Produkce mléka ve světě**



(IDF, 2016)

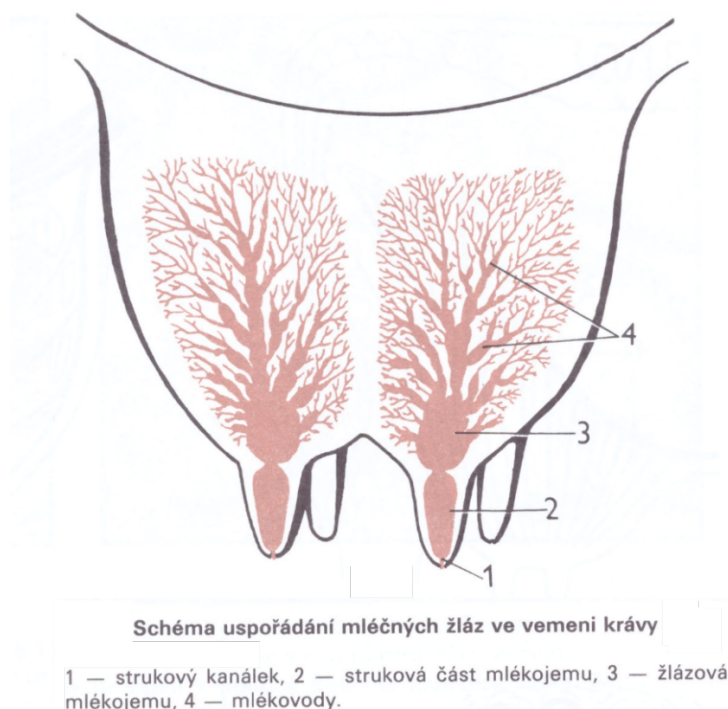
### 3.1.1 Anatomie a fyziologie mléčné žlázy

Mléko samic je produktem mléčné žlázy. Jedná se o modifikovanou kožní žlázu, jejíž základ se tvoří již během embryonálního vývoje, a to u obou pohlaví. K jejímu úplnému rozvoji však dochází u samic až po zabřeznutí (Marvan, 1998). Před obdobím pohlavní dospělosti je rozvoj mléčné žlázy velmi malý. Jde především o rozvoj tukové a pojivové tkáně. V období, kdy dochází k pohlavní dospělosti, se na úkor tukové tkáně začínají rozvíjet mlékovody a mléčné alveoly. Rozvoj mléčné žlázy je řízen pohlavními hormony, konkrétně estrogenem a progesteronem.

Stavba mléčné žlázy je složená z několika vrstev: parenchymem, vmezeřeným vazivem, žláznatou tkání, podpurnou vazivovou tkání (stromatem) a tukovými polštáři.

Jednou z nejdůležitějších jednotek je alveola. Ta zapřičiňuje v mléčné žláze tvorbu mléka. Skupina alveolů spojená pojivovou tkání se nazývá lalůček či lobulus. Tyto lalůčky můžeme dále spojovat ve větší útvary zvané laloky (lobus). Z každé sekreční jednotky vedou mnohačetné vývody, které se následně spojují a dávají tak základ mlékovodům. Vývody a mlékovody mají také další funkci a tou je shromažďování a skladování většiny vytvořeného mléka. Další částí je mlékojem, kam ústí mlékovody. Mlékojem se skládá ze strukové a žláznové části. Celý tento složitý systém je zakončený tzv. strukem. Struk slouží k uvolňování mléka. Buď dochází k vydojování či sání mládětem. Aby nedocházelo k samovolnému uvolňování mléka, má struk na svém vrcholu tzv. strukový kanálek uzavřený svěračem. Nechtěné uvolňování mléka může být způsobeno nedostatečnou pevností tohoto svěrače. Vliv na pevnost pak má např. mastitida, tedy zánět mléčné žlázy. Počet struků je různý od daného druhu zvířete (Stupka et al., 2013).

## Obrázek 1: Anatomie vemene



(Marvan, 1998)

### 3.1.2 Mléčná užitkovost

Mléčná užitkovost je jednou z nejdůležitějších užitkových vlastností. Získávané mléko je určeno k prodeji nebo je zpracováváno a poté určeno k lidské výživě (Bouška, 2006). Jelikož jsou mléko a mléčné výrobky jednou z podstatných složek lidské výživy, je nutné, aby splňovalo dané hygienické požadavky. Jsou předem určeny požadavky týkající se jak nutričních hodnot, tak ochrany lidského zdraví (Škarda et Škardová, 2000). Na tvorbě mléka, podobně jako na všech procesech laktace, se ve velké míře podílí celý organismus (Holub et al., 1969).

**Tabulka 1: Výkupní cena mléka**

Rok:	Cena mléka: Kč/l
2016	6,709
2015	7,862
2014	9,500
2013	8,400
2012	7,789
2011	8,274
2010	7,349

(ČSÚ, 2017)

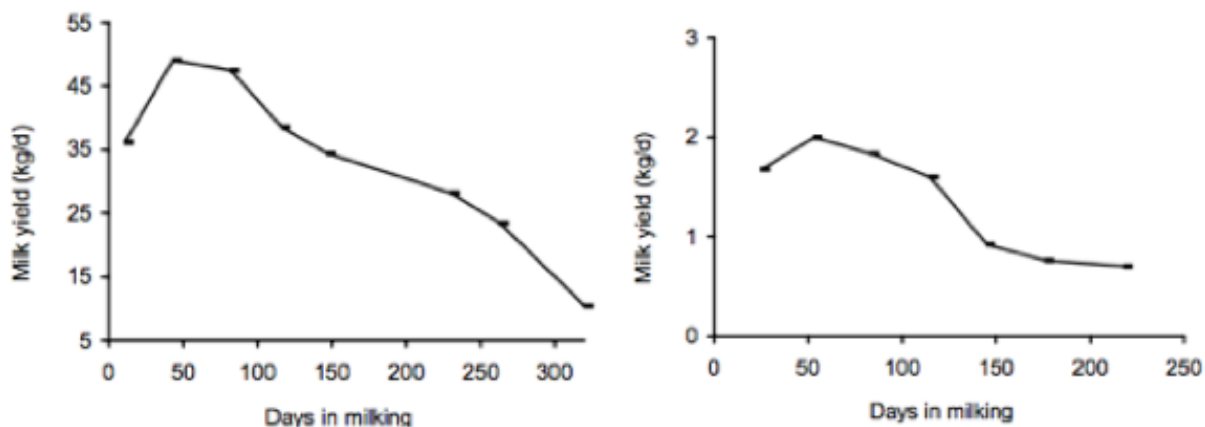
Cena mléka je ovlivněna především výdaji na krmivo, mzdy a veterinární a plemenářské výkony (Kvapilík, 2010).

### 3.1.2.1 Laktace

Laktace, neboli produkce mléka je fyziologická a morfologická vlastnost savců. Jedná se o proces syntézy, sekrece, shromažďování a uvolňování mléka. Laktace začíná neprodleně po porodu mláděte (Frelich et al., 2001). V celém období laktace samice produkuje mléko, které je určené buď pro výživu mláděte či pro potřeby člověka (Sláma et al., 2015).

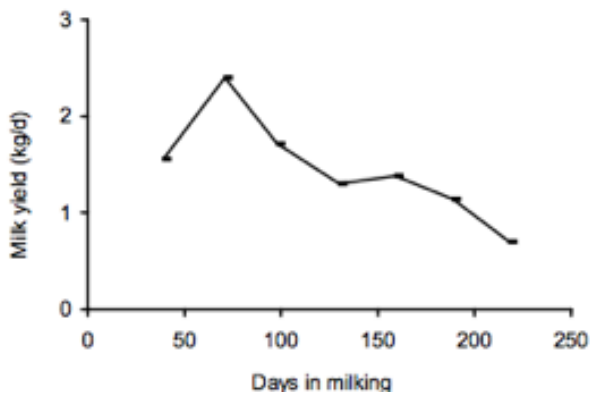
Počátek laktace je během prvních dní charakterizován produkcí mleziva, které se svým složením odlišuje od zralého mléka. Po 4 - 6 dnech dochází k produkci standardního zralého mléka (Frelich et al., 2001). Průběh laktace je charakterizován laktační křivkou (viz graf 2 a 3). Její průměrný průběh je možno ohodnotit tak, že v prvním měsíci po porodu stoupá a dosahuje vrcholu, v dalších měsících se na něm udržuje a pak klesá (Kopecký, 1977). Délka a průběh laktační křivky jednotlivých samic hospodářských zvířat se od sebe nepatrně liší (Steri, 2009).

**Graf 2: Laktační křivka u skotu a koz**

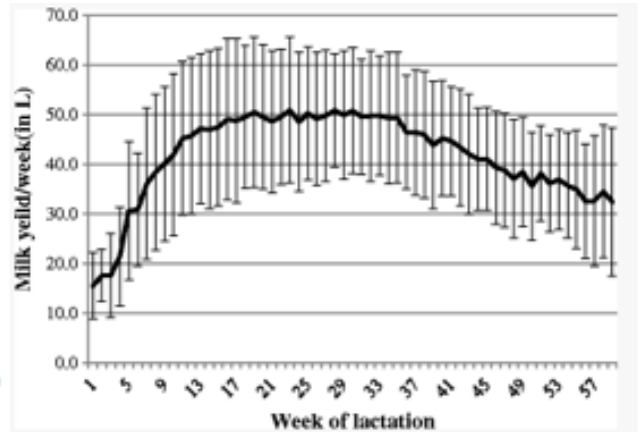


(Steri, 2009)

**Graf 3: Laktační křivka u ovcí a velbloudů**



(Steri, 2009)



(Musaad et al., 2013)

Období produkce mléka je ovlivněné jak potřebami mláděte, tak využíváním mléka na výživu člověka, kdy dochází u některých druhů zvířat k prodlužování laktace (Sláma et al., 2015). Během laktace dochází ke změnám v obsahu základních složek mléka (Gajdůšek, 2003). Tvorba mléka je řízena hormonálně. Největší podíl na řízení tvorby mléka má prolaktin a růstový hormon STH (Sláma et al., 2015).

### 3.1.3 Rozdělení mléka

#### 3.1.3.1 Podle obsahu bílkovin

Rozdělení podle chemického složení je určeno vzájemným zastoupením dvou hlavních druhů bílkovin. Podle zastoupení bílkovin rozdělujeme mléka na dva druhy: albuminové a kaseinové.

Albuminové mléko je produkováno masožravci, všežravci a býložravci s jednoduchým žaludkem, obsahuje méně než 75 % kaseinu z celkového množství bílkovin. Jedná se o mléka, která jsou více rozšířená, ale z hlediska zpracování v mlékárenském průmyslu mají menší význam než kaseinová.

Kaseinová mléka obsahují více než 75 % kaseinu z celkového množství bílkovin, jsou produkována přežvýkavci a jejich význam z hlediska zpracování v mlékárenském průmyslu je majoritní (Gajdůšek, 2003).

#### 3.1.1.1 Nezralé, zralé mléko

Primární rozdíl mezi zralým a nezralým mlékem je v době, kdy je produkováno. Nezralé mléko je produkováno od porodu do přibližně 5 dní po něm, poté dochází k produkci mléka zralého. První mléko, ihned po narození mláděte, se nazývá mlezivo či kolostrum

a jedná se o tzv. mléko nezralé. Složení kolostra neboli mleziva je různé a záleží především na druhu zvířete, plemeni a genetické charakteristice, dále má na jeho složení také vliv výživa (Ahmadi et al., 2016).

Mlezivo má odlišné složení od mléka zralého, přestože postupně přechází mléko nezralé v mléko zralé. Hlavní rozdíl ve složení je v zastoupení mléčných bílkovin, přesněji imunoglobulinů. Mlezivo obsahuje obecně více bílkovin, ale méně laktosy. Ty představují až 70 % bílkovin v kolostru a jsou jeho nejdůležitější složkou. Díky imunoglobulinům získává mládě přes matku protilátky a je mu tím tak zajištěna tzv. pasivní imunita. Ihned po narození není organismus mláděte odolný k mikroorganismům a jiným parazitům. Kolostrum je tedy pro něj životně důležité. Mlezivo také obsahuje více vitaminů A, E, riboflavinu, niacinu, karotenu a minerálních látek, konkrétně draslíku, hořčíku a sodíku (Bouška et al., 2006). Mlezivo skotu má širší uplatnění také například při různých léčebných procesích a je složkou mnoha výživových doplňků. Využití kravského kolostra je v tomto případě také zapříčiněno daleko větším množstvím produkovaného mleziva než je tomu u jiných zvířat. Další využití kolostra je v doplňcích stravy pro sportovce, kdy byl prokázán pozitivní vliv na jejich výkon (Ahmadi et al., 2016).

Mléko zralé má ideální sensorické vlastnosti a ustálené složení. Jedná se o mléko, které je vhodné k přímé lidské spotřebě či k dalšímu průmyslovému zpracování jako je např. výroba jogurtů. Složení a vlastnosti zralého mléka jsou ovlivněny různými činiteli, přesto však existuje určité zákonité zastoupení jednotlivých složek (Gajdůšek, 2003).

### **3.1.2 Složení mléka**

Obecně se v mléce shledáváme se čtyřmi dominantními komponenty, kterými jsou voda, lipidy, dusíkaté látky a sacharidy (laktosa). Minoritními složkami jsou minerální látky, vitaminy, ale také enzymy a rozpuštěné plyny.

Z celkových lipidů obsažených v mléce jsou zde nejvíce zastoupeny triacylglyceroly (TAG), což jsou estery glycerolu a mastných kyselin. Dále se zde setkáváme s volnými mastnými kyselinami, fosfolipidy, steroly, estery sterolů, uhlovodíky a v tucích rozpustnými vitaminy (Gajdůšek, 2003). Tuky jsou v mléce přítomny ve formě emulze tukových kapeček. S obsahem lipidů v mléce souvisí také obsah mastných kyselin. Jelikož dochází k nárůstu chronických civilizačních chorob, především kardiovaskulárních, dochází k intenzivnímu zkoumání vlivu mastných kyselin na lidské zdraví (Samková et al., 2008).

Dusíkaté látky v mléce se jinak také označují jako hrubá bílkovina. Tento pojem zahrnuje jak nebílkovinné dusíkaté látky (např. močovina, amoniak, kreatin), tak čistou bílkovinu, která je tvořena kaseinem a syrovátkovými bílkovinami (Gajdůšek, 2003). Bílkoviny obsažené v mléce patří mezi velice kvalitní, a to zejména díky obsahu všech esenciálních aminokyselin a prvků, které naše tělo není schopné samo produkovat (Mourad et Bettache, 2014).

Kaseinem rozumíme skupinu fosfoproteinů. Je tvořen čtyřmi frakcemi:  $\alpha$ -kasein ( $\alpha_{s1}$ -kasein a  $\alpha_{s2}$ -kasein),  $\beta$ -kasein,  $\kappa$ -kasein a malé množství  $\gamma$ -kaseinu, ostatní frakce kaseinu se považují za deriváty. Většina kaseinových frakcí je v mléce vázána do koloidních útvarů, které se nazývají kaseinové micely (Pamarthy et al., 2016). V těch je pak mimo kasein navázán také vápník, hořčík, citráty a fosfáty. Pokud dochází k vysrážení kaseinu (pH 4,6), zůstávají v roztoku tzv. syrovátkové bílkoviny, což jsou globulární bílkoviny, které mají vyšší nutriční hodnotu než kasein (Gajdůšek, 2003).

Fyzikálně-chemické vlastnosti mléčných bílkovin jsou shodné s ostatními bílkovinami. Dochází tedy k agregaci – shlukování, zahřátím se sráží – koagulují. Dále může nastat denaturace bílkovin, čímž dochází ke ztrátě biologických vlastností mléka. Denaturace může být vyvolána působením teplot, zářením, extrémním zvýšením pH či organickými rozpouštědly (Zadrazil, 2002).

Hlavním sacharidem obsaženým v mléce je laktosa. Jedná se o disacharid složený z D-galaktosy a D-glukosy. Přestože je laktosa nazývána cukrem, nemá sladkou chuť. Její koncentrace se v jednotlivých druzích mléka liší (Mourad et Bettache, 2014). Laktosa je zastoupena ve všech druzích mlék savců, s výjimkou tuleního (Park et al., 2007).

### **3.1.3 Mléka přežvýkavců**

Přežvýkavci rozumíme podřád savců z řádu sudokopytníků. Zahrnuje asi 20 druhů: skot, ovce, kozy, jeleny a antilopy a velbloudovité - velbloudy a lamy, ale také například žirafy a další. Přežvýkavci se vyznačují složitým čtyřkomorovým žaludkem, který jim umožňuje společně s přežvykováním dokonalé využití hůře stravitelné a méně výživné rostlinné potravy (Ottova všeobecná encyklopedie ve dvou svazcích, 2003).

### 3.1.3.1 Kravské mléko

Kravské mléko neboli mléko produkované dojným skotem je nejrozšířenějším druhem mléka ve světě. Chov dojného skotu je významným odvětvím nejen v České Republice, ale v celé EU (Bouška et al., 2006). Největším světovým producentem kravského mléka je Asie, která ročně vyprodukuje asi 28 % z celkového množství kravského mléka. Hned druhým největším producentem je Evropská Unie s 24 % z celkového množství. Mezi významné producenty kravského mléka patří také Severní a Střední Amerika (18 %) a Jižní Amerika (11 %) (IDF, 2016).

Spotřeba mléka ve světě meziročně roste, přestože nárůst už není tak velký jako v předchozích letech. Pro porovnání: v roce 2005 byla spotřeba mléka 102 kg na osobu za rok, o 5 let později, tedy v roce 2010, už byla spotřeba za rok 106,7 kg na osobu. Pouze v roce 2013 byl zaznamenán propad, kdy roční spotřeba mléka na osobu klesla o 0,2 kg proti roku 2012. V roce 2015 byla spotřeba mléka a mléčných výrobků ve světě průměrně 110,7 kg na osobu za rok. Čerstvého mléka a mléčných produktů se ve světě v roce 2015 spotřebovalo 18 %, másla 15 % a sýrů 13 % z celkového objemu mléka a mléčných výrobků. Největší spotřeba mléka je v Evropě. Průměrný obyvatel zde spotřebuje ročně 270,7 kg mléka či jiných mléčných výrobků. V Severní Americe, která je po Evropě druhá, je to pak 258,4 kg za rok (IDF, 2016).

Podle užitkovosti rozlišujeme tři druhy plemen skotu: mléčné, kombinované a masné. Mezi nejznámější a nejchovanější plemena na produkci mléka patří Holštýnský skot, Jerseyký skot, Ayrshirský skot, Strakatý skot, Montbeliard a Švýcarský hnědý skot (Bouška, 2006).



### 3.1.3.1.1 Složení kravského mléka

Tabulka 2: Přehled základních složek kravského mléka

Složka mléka	Obsah [%]	Složka mléka	Obsah [%]
Tuk	3,6	Kasein	2,6
Tukuprostá sušina	9,0	Syrovátkové bílkoviny (a,G)	0,6
Laktosa	4,7	Nebílkovinné dusíkaté látky	0,2
Bílkoviny	3,2	Popel	0,7

(Park et al., 2007)

#### Bílkoviny

Kravské mléko obsahuje přibližně 3,2 % bílkovin. Převážná část, tedy 80 %, je tvořena kaseinem a zbylých 20 % pak připadá na syrovátkové bílkoviny. I zde je kasein tvořen čtyřmi frakcemi:  $\alpha$ -kasein ( $\alpha_{s1}$ -kasein a  $\alpha_{s2}$ -kasein),  $\beta$ -kasein,  $\kappa$ -kasein a malé množství  $\gamma$ -kaseinu (Gajdůšek, 2003). Syrovátkové bílkoviny jsou v kravském mléce tvořeny především  $\beta$ -laktoglobulinem, jehož molekula obsahuje hodně sirných aminokyselin, především cystin, dále pak albuminy ( $\alpha$ -laktalbumin a sérový albumin) a imunoglobuliny, což jsou vysokomolekulární glykoproteiny s funkcí protilátek (Drbohlav et Vodičková, 2001).

Polypeptidový řetězec  $\beta$ -laktoglobulinu je tvořen 162 aminokyselinami. Při záhřevu  $\beta$ -laktoglobulinu dochází k jeho nevratné denaturaci. Významnost  $\alpha$ -laktalbuminu podstatně zvyšuje jeho podíl na syntéze laktosy, dále je pak součástí některých enzymů. Imunoglobuliny mají funkci přenosu imunity z matky na mládě, proto je jejich obsah v mlezivu zvýšený (Gajdůšek, 2003).

#### Lipidy

Tuky jsou jednou z nejdůležitějších složek mléka co se výživy, fyzikální a senzorické analýzy, ale také ceny týče. V kravském mléce se nejčastěji setkáváme s TAG (Park et al., 2007). TAG jsou z 95 % tvořeny mastnými kyselinami a z 5 % glycerolem. Mastné kyseliny jsou tak nejvýznamnější složkou mléčného tuku. Podílí se na transportu a metabolismu tuků v organismu. Mezi mastné kyseliny obsažené v mléce krav patří kyselina máselná, kapronová,

kaprylová, kaprinová, laurová, myristová, palmitová, stearová, olejová, linolová (CLA), linolenová a arachidonová (Zadrazil, 2002).

V kravském mléce můžeme najít také další skupinu lipidů a tou jsou fosfolipidy, které jsou zde zastoupeny asi 0,02 – 0,03 %. V nejvyšším zastoupení zde najdeme fosfolipid lecitin. Fosfolipidy mají ve své molekule navázanou také kyselinu fosforečnou a aminové deriváty. Fosfolipidy, které doprovázejí mléčný tuk, mají oproti mléčnému tuku jiné složení mastných kyselin. Chybí mastné kyseliny s krátkým řetězcem, avšak mastné kyseliny s dlouhým uhlíkatým řetězcem jsou zastoupeny hojně (Drbohlav et Vodičková, 2001).

Lipidy jsou v mléce přítomné v podobě tukových kapének (kuliček). V závislosti na jejich velikosti dochází ke vstřebávání a metabolismu tuků v trávicím traktu. Velikost tukových kapének se liší mezi jednotlivými druhy. Tukové kuličky v kravském mléce patří mezi ty s větší velikostí (4,55 $\mu$ m) (Park et al., 2007).

Doprovodnou látkou lipidů jsou steroly, konkrétně pak cholesterol. V mléce je cholesterolu pouze malé množství, přibližně 12 mg na 100g. Množství cholesterolu je ovlivněno obsahem tuku v mléce. Cholesterol je totiž obsažen především v membráně tukových kuliček.

Složení mléčného tuku se může různit. To je ovlivněno celou řadou faktorů, kdy největší vliv má výživa (Drbohlav et Vodičková, 2001).

## **Sacharidy**

Hlavním zástupcem sacharidů v kravském mléce je laktosa. Jedná se o disacharid, který se skládá z glukosy a galaktosy, které jsou spojeny glykosidickou vazbou. Ta usnadňuje vstřebávání tohoto sacharidu (Rangel et al., 2016). Laktosa je často nazývána mléčným cukrem a to z důvodu jejího výskytu pouze v mléce. V jiné tělní tekutině či orgánu živočišného původu nebyla dosud zjištěna (Gajdůšek, 2003). Obsah laktosy v kravském mléce je asi 4,8 % a přirozeně se v něm vyskytuje ve formě dvou anomerů -  $\alpha$  a  $\beta$ ,  $\alpha$  forma se vyskytuje častěji jako monohydrát, zatímco  $\beta$  forma jako anhydrid. Vzájemně mezi sebe však může anhydrit i mohohydrát přecházet (Drbohlav et Vodičková, 2001).

Laktosa napomáhá udržovat osmotickou rovnováhu mezi krevním řečištěm a alveolárními buňkami mléčné žlázy během syntézy mléka. Obsah laktosy v mléce kolísá podle fáze laktace. Z počátku laktace, tedy v době, kdy se jedná o kolostrum, je laktosy v mléce méně a postupně její množství roste.

V kravském mléce nacházíme i jiné druhy oligosacharidů, avšak v nižších koncentracích. V mnoha případech se vyskytují s navázanými aminoskupinami. Významný příklad takového aminocukru je lakto-N-tetrosa, která má protivirové účinky (Zadražil, 2002).

Další mléčný sacharid je laktulosa. Ta se skládá z galaktosy a fruktosy. Laktulosa má význam při rozlišování mezi sterilovaným a UHT mlékem. Sterilizace je proces, kdy dochází k zahřátí mléka nad teplotu 100 °C po dobu většinou 15 minut. Hlavním důvodem ke sterilizaci je usmrcení vegetativních buněk a endospor bakterie *Clostridium Botulinum* za pomoci vhodné kombinace teploty a času. UHT, nebo-li Ultra high temperature, je proces, při kterém se mléko zahřívá na teploty vyšší než je 135 °C po dobu několika sekund, poté dochází k prudkému ochlazení a mléko je baleno do speciálních sterilních nádob. V mléce, které bylo ošetřeno procesem UHT, nesmí za normálních skladovacích podmínek docházet k růstu bakterií a nesmí vykazovat žádné chemické změny, které by vedly k nepřijatelné chuti či barvě.

Další proces tepelného ošetření mléka se nazývá pasteurace. Jedná se o působení teplem po určitou dobu na mléko takovým způsobem, že dochází k efektivnímu zničení bakterií, aniž by však docházelo ke změně nutričních hodnot, barvy nebo chuti mléka. Podle teploty a doby působení dělíme pasteraci na dva druhy. Nízká teplota a delší doba působení, neboli LTLT (low temperature long time), je působení za 63 °C po dobu 30 minut. Vysoká teplota a krátká doba působení, neboli HTST (high temperature short time), znamená ošetření trvající 15 sekund při teplotě 72 °C, které je ihned následováno zchlazením na teplotu pod 5 °C (Chavan et al., 2016).

Mezinárodní mlékařskou federací byl doporučen limit maximálně 60 resp. 70 mg laktulosity na 100 ml ošetřeného mléka UHT způsobem. Stanovení obsahu laktulosity ukazuje na možné nedodržení požadovaného technologického postupu při ošetření UHT (Zadražil, 2002).

### **Minerální látky**

Celkové množství minerálních látek v kravském mléce je 0,7 % (Kalyankar et al., 2016). Při vyjádření množství minerálních látek v jednom litru mléka to vychází přibližně na 7,3 g. Nejčastěji se vyskytují ve formě pravých roztoků (anorganické ionty – Na, K, Cl), koloidně dispergované a vázané na bílkoviny. Mezi nejvíce zastoupené patří draslík (155 mg/100 g mléka), vápník (128 mg/100 g mléka), fosfor (97 mg/100 g mléka), chlór (90 mg /100 g mléka), dále pak dusík, hořčík a síra. Ve stopovém množství jsou zde zastoupeny prvky Fe, Zn, Mn, Co, Mo, J, F, Cr a Se (Drbohlav et Vodičková, 2001).

## Vitaminy

Další esenciální látkou v mléce, kterou si tělo neumí samo vytvořit a je tedy nutné ji získávat ze stravy, jsou vitaminy. Ty jsou zde zastoupeny jak lipofilními (rozpuštěné v tucích), tak i hydrofilními frakcemi (rozpuštěné ve vodě). Lipofilní vitaminy, které nacházíme v mléce, jsou vitamin A a jeho provitaminy, vitamin D, vitamin E a vitamin K. Hydrofilní vitaminy v mléce jsou vitamin B<sub>1</sub> (thiamin), vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin), vitamin B<sub>6</sub>, vitamin B<sub>12</sub>, vitamin B<sub>3</sub> (niacin), biotin, kyselina listová, kyselina pantotenová a vitamin C (Gajdůšek, 2003).

### 3.1.3.1.2 Význam kravského mléka ve výživě člověka

Kravské mléko bývá, především díky svému složení, často označováno jako ideální potravina. Má vysokou nutriční hodnotu, dodává tělu bílkoviny, minerální látky potřebné k tvorbě kostní tkáně, vitaminy a energii v podobě laktosy a mléčného tuku (Khan et Chittora, 2017).

Laktosa je velice cennou složkou mléka, jelikož napomáhá intersticiální absorpci vápníku, hořčíku, fosforu a využití vitaminu D. Pozitivní účinek mají také určité nenasycené mastné kyseliny vykazující příznivou biologickou aktivitu. Kyselina linolová neboli CLA a  $\alpha$ -linolenová se řadí mezi tzv. esenciální kyseliny, tedy látky, které si neumí člověk sám syntetizovat a musí je tedy přijímat v potravě. Jejich nedostatek může způsobit dermatologické problémy, poruchy zraku, růstu či reprodukce a deprese (Poplštejnová, 1991). Kravské mléko je konzumováno přímo v přirozeném stavu nebo zpracované mlékárenskou výrobou na výrobky, jako jsou sýry, jogurty, tvarohy, másla atd. (Škarda et Škardová, 2000).

Další výhodou kravského mléka je jeho vysoká nutriční hodnota vzhledem k jeho relativně nízké ceně. Je tak tedy v porovnání s jinými zdroji bílkovin snadněji dostupné a proto tvoří hlavní část stravy mnoha populací po celém světě (Khan et Chittora, 2017).

### 3.1.3.2 Kozí mléko

Kozy patří mezi první z domestikovaných hospodářských zvířat. Jejich soužití s člověkem je zaznamenáváno už více než 10 000 let. Jelikož se dokáží přizpůsobit i velice náročným podmínkám, patří mezi velmi důležitá a využívaná zvířata v zemědělství. Kozy se v současné době chovají na všech kontinentech a jejich celkový počet dosahuje až 861,9 milionů. Největší populace koz je chována v Asii, a to 514,4 milionu. Kozí mléko je velice často porovnáváno s mlékem kravským. Přirozeně nemůže produkce kozího mléka konkurovat produkci mléka kravského. To je především způsobeno nižší cenou kravského

mléka na trhu a nižší mléčnou produkcí koz. Přesto dochází v poslední dekádách k postupnému nárůstu produkce kozího mléka (Zenebe et al., 2014).

### 3.1.3.2.1 Složení kozího mléka

**Tabulka 3: Přehled základních složek kozího mléka**

Složka mléka	Obsah [%]	Složka mléka	Obsah [%]
Tuk	3,8	Kasein	2,4
Tukuprostá sušina	8,9	Syrovátkové bílkoviny (a,G)	0,6
Laktosa	4,1	Nebílkovinné dusíkaté látky	0,4
Bílkoviny	3,4	Popel	0,8

(Park et al., 2007)

### Bílkoviny

Kozí mléko je dle obsahu velice podobné kravskému, má dokonce podobné zastoupení aminokyselin i kaseinu. Rozdílnost obou mlék však nacházíme v zastoupení jednotlivých kaseinových frakcí. Zatímco v kravském mléce je nejvíce zastoupen  $\alpha$ -kasein, v kozím mléce je jeho obsah téměř nulový. V kozím mléce se nejvíce setkáváme s frakcí  $\beta$ -kaseinu, tato skutečnost pravděpodobně přispívá k nižší tepelné stabilitě kozího mléka.

Obecně vzato se obsah bílkovin, kaseinových frakcí a bílkovinného dusíku mění, a to v závislosti na tom, o jaké plemeno se jedná (Dostálová et Snížek, 1992).

Kaseinové micely v kozím mléce se liší od těch v kravském lepší rozpustností, vyšším obsahem vápníku a fosforu, a také nižší tepelnou odolností. Kozí mléko je dobrým zdrojem celé škály proteinů a obsahuje tak všechny esenciální aminokyseliny. Nejvíce zastoupenou volnou aminokyselinou v kozím mléce je taurin. Jeho obsah je zde mnohem vyšší než u kravského mléka (Zenebe et al., 2014).

Kozí mléko jako jediné neobsahuje aglutinin, tedy bílkovinu zodpovědnou za shlukování tukových kuliček a proto k jeho zhušťování dochází mnohem pomaleji než u mléka kravského (Park et al., 2007).

## **Lipidy**

V kozím mléce se setkáváme s tukem v podobě malých rozptýlených kapének. Díky tomu je kozí mléko lépe stravitelné než mléko kravské. Negativní vliv to má však na změnu chuti a vůně, kdy mléko snáze podléhá působení lipolytických enzymů (Dostálová et Snížek, 1992). Nejvíce zastoupenou složkou mezi lipidy v kozím mléce jsou triacylglyceroly, tvořené esterifikovanými mastnými kyselinami, a to až 97 %. Ve zbylých 3 % jsou zastoupeny především jednoduché tuky, složené tuky (především fosfolipázy) a ostatní sloučeniny tuku.

V kozím mléce nacházíme větší množství mastných kyselin s krátkým či středně dlouhým řetězcem, především máselnou, kapronovou, kaprylovou, kaprinovou, laurovou, myristovou, palmitovou a kyselinu linolovou. Dokonce tři z těchto mastných kyselin jsou pojmenovány podle toho, že se vyskytují v kozím mléce (Zenebe et al., 2014).

Poměr mezi nasycenými a nenasycenými mastnými kyselinami nám ukazuje, že se v kozím mléce setkáváme hlavně s nasycenými mastnými kyselinami. Pro porovnání, kravské mléko má poměr nasycených mastných kyselin a nenasycených mastných kyselin 61,6:34,8, zatímco u kozího mléka je tento poměr 72,4:23,7 (Dostálová et Snížek, 1992).

I přes tuto skutečnost je kozí mléko dobrým zdrojem polyenových mastných kyselin (PUFA), konkrétně konjugované CLA (Park et al., 2007).

## **Sacharidy**

Stejně jako u mléka ostatních druhů nejvíce obsaženým sacharidem je laktosa. Té je v kozím mléce obsaženo o něco méně, než je tomu v mléce kravském. Dalšími sacharidy v kozím mléce jsou oligosacharidy (tvořené dvěma až deseti cukernými jednotkami), glykoproteiny (sloučeniny sacharidů a proteinů) a ve velmi malém množství aktivní formy monosacharidů (sacharidy tvořené pouze jednou cukernou složkou) (Park et al., 2007).

## **Minerální látky**

Při porovnání obsahu minerálních látek v kozím a kravském mléce bylo zjištěno, že v kozím mléce je obvykle obsah o něco vyšší než v mléce kravském. Co se týče jednotlivých minerálních látek, jejich obsah kolísá i v rámci jednoho produkce mléka od jednoho zvířete. Mezi nejvíce zastoupené minerální látky patří vápník, hořčík, sodík, draslík a fosfor. Především fosfor, vápník a hořčík jsou v kozím mléce mnohem více obsaženy než v kravském, ale také než v lidském mléce (Park et al., 2007).

Je však potřeba zdůraznit, že množství a zastoupení jednotlivých minerálních látek je v kozím mléce velice ovlivněno výživou. Dále kozí mléko obsahuje železo, měď a zinek. Jejich obsahy však nejsou pevně stanoveny a velice často se různí (Zenebe et al., 2014).

### **Vitaminy**

Kozí mléko obsahuje jak lipofilní, tak hydrofilní vitaminy. Nejvíce zastoupené jsou vitamin C, kyselina nikotinová, kyselina panthotenová a riboflavin. Kozí mléko má daleko vyšší zastoupení vitamínu A než mléko kravské. Je to z důvodu přeměny veškerého  $\beta$ -karotenu z krmiva právě na vitamin A v mléce. Tato skutečnost také ovlivňuje barvu mléka, která je u kozího mléka více bílá než u kravského, to je slabě zbarveno do žluta.

Vitamin C, dobře známý jako hydrofilní antioxidant, se v kozím mléce objevuje také ve vyšším množství než je tomu v mléce kravském (Zenebe et al., 2014).

#### **3.1.3.2.2 Význam kozího mléka ve výživě člověka**

Jak již bylo zmíněno, kozí mléko je složením velice podobné kravskému, přesto zde nacházíme mnoho pozitivních účinků, které kozí mléko v lidské výživě nabízí. Jedním z nich je již zmiňovaná lepší stravitelnost kozího mléka, které je díky menším tukovým kuličkám a kaseinovým micelám pro trávicí trakt lépe zpracovatelné. Kozí mléko obsahuje více mastných kyselin s pozitivním vlivem na lidské zdraví (Silanikove et al., 2016).

Další pozitivní vliv má kozí mléko u osob, které trpí na ekzém, astma, migrény, zažívací problémy a podobně. Dále může ovlivnit symptomy související se stresem, jako jsou nespavost, zácpa a neurotické poruchy trávení. Zatímco kravské mléko je mírně kyselé, kozí mléko je zásadité a proto je velice prospěšné pro osoby s problémy s překyseleným organismem (Jandal, 1996).

Kozí mléko je významné při prevenci kardiovaskulárních onemocnění, rakoviny či alergií. Svůj podíl má také při posilování celkové imunity člověka. Na zvířecích modelech bylo prokázáno, že oligosacharidy obsažené v kozím mléce mají protizánětlivé účinky při chronických onemocněních střevní sliznice (Zenebe et al., 2014).

Jelikož kozí mléko svým složením hodně připomíná mléko kravské, je i jeho energetická hodnota velice podobná, a to 70 kalorií na 100 ml mléka (Park et al., 2007).

### 3.1.3.3 Ovčí mléko

Využívání ovcí k získávání mléka má svůj počátek současně s jejich domestikací. Přestože ve většině zemí produkce kravského mléka zcela dominuje nad mlékem ovčím, má i toto mléko, stejně jako kozí, svůj význam. Chov ovcí je tradičním odvětvím zemědělství v severní Evropě, Indii, Austrálii a především na Novém Zélandu. Výhodou chovu ovcí je především jeho nízká finanční náročnost, poměrně vysoké zisky za litr mléka a nízké nároky na zemědělskou plochu (Kalyankar et al., 2016).

Ročně se ve světě vyprodukuje asi 8 milionů tun ovčího mléka, což v porovnání s kravským mlékem tvoří pouze 2 %. Počet ovcí chovaných ve světě není přesným ukazatelem spojeným s produkcí mléka především proto, že chov ovcí je spojen také s produkcí masa a vlny (Park, 2009). Ve většině zemí je běžné, aby mléko ovcí sloužilo pro potřeby jehňat pouze první dva měsíce po porodu, poté dochází k odstavu a mléko ovce je využíváno ke zpracování pro lidskou potřebu. Abychom mohli ovce považovat za zvíře s mléčnou užitkovostí, je potřeba, aby bylo možné mléko získávat po delší dobu v průběhu laktace (Kalyankar et al., 2016).

#### 3.1.3.3.1 Složení ovčího mléka

**Tabulka 4: Přehled základních složek ovčího mléka**

Složka mléka	Obsah [%]	Složka mléka	Obsah [%]
Tuk	7,9	Kasein	4,2
Tukuprostá sušina	12,0	Syrovátkové bílkoviny (a,G)	1,0
Laktosa	4,9	Nebílkovinné dusíkaté látky	0,8
Bílkoviny	6,2	Popel	0,9

(Park et al., 2007)

#### **Bílkoviny**

Ovčí mléko v porovnání s ostatními zde zmiňovanými druhy mléka má daleko větší zastoupení bílkovin, až 6,21 %. Z toho mají majoritní podíl kaseinové bílkoviny, kterých je v ovčím mléce 5,16 %, dále pak syrovátkové bílkoviny s 0,81 %. Frakce  $\kappa$ -kaseinu v kozím mléce se velice podobá  $\kappa$ -kaseinu v mléce kravském. Glykopeptidy  $\kappa$ -kaseinu ovčího mléka



obsahují polysacharidové frakce, čímž připomínají glykopeptidy  $\kappa$ -kaseinu v kravském mléce.

Ovčí mléko obsahuje celou škálu aminokyselin. Jejich obsah je však mnohem nižší než u koziho mléka. Zatímco u koziho mléka je celkový obsah aminokyselin až 20,60 mg na 100 ml, v ovčím mléce jde pouze o 3,78 mg na 100 ml (Jandal, 1996).

## **Lipidy**

Průměrné zastoupení tuku v ovčím mléce je 8,96 %, což je opět mnohem vyšší zastoupení než u mléka ostatních samic přežvýkavců (Kanwal et al., 2004). Toto odpovídá 6,4 g na 100 g mléka. Průměr tukových kuliček u ovčího mléka je nejmenší ze všech druhů mléka přežvýkavců. Z tohoto důvodu můžeme ovčí mléko považovat za již homogenizované. Tento fakt má také pozitivní vliv na stravitelnost mléka a účinnější metabolismus lipidů (Silanikove et al., 2016).

Stejně jako v předchozích případech mají největší zastoupení z lipidů TAG, spolu s nimi jsou zde přítomné mastné kyseliny. V ovčím mléce jsou zastoupeny TAG se střední délkou řetězce více než v mléce kravském (asi 25 %), avšak zastoupení TAG s dlouhým řetězcem je velmi nízké. Zastoupení mastných kyselin v ovčím mléce připomíná mléko kozi. V největším poměru zde nacházíme kaprylovou, myristovou, palmitovou, stearovou a olejovou kyselinu. Ovčí mléko obsahuje i jiné mastné kyseliny, díky čemuž se zvyšuje jeho pozitivní vliv na lidské zdraví. Konkrétně jde o kyseliny 14:0, 16:0, které jsou nejvíce přítomny v jádře tukových kapének, zatímco PUFA, především pak konjugovaná CLA, se vyskytují v membráně kapének.

Charakteristická chuť sýrů z ovčího mléka je způsobena kaprylovou kyselinou. Společně s TAG se v ovčím mléce nachází také složené lipidy, konkrétně fosfolipidy a různé biologicky aktivní sloučeniny obsahující lipidy (např. steroly). Nejvýznamnějším steroidem je cholesterol, jehož obsah je různý podle plemene. Přibližné množství je však 300 mg cholesterolu na 100ml mléka (Kalyankar et al., 2016).

## **Sacharidy**

Majoritně zastoupeným sacharidem je opět laktosa. Její zastoupení je v ovčím mléce nejvyšší ze všech druhů mléka přežvýkavců. Dalšími sacharidy jsou oligosacharidy, které se zde vyskytují buď volně, vázané na lipidy, proteiny či fosfáty. Skládají se z galaktosy, fruktosy, N-acetylglukosoaminu a sialové kyseliny a na svém redukcijním konci většinou obsahují jednotku laktosy (Kalyankar et al., 2016).

### **Minerální látky**

Ovčí mléko je bohatým zdrojem minerálních látek, konkrétně vápníku, fosforu, hořčíku, zinku a mědi. Obsah těchto minerálních látek je v ovčím mléce daleko vyšší než v mléce kravském. Celkem se tedy v ovčím mléce nachází okolo 20 minerálních látek, které jsou přirozeně esenciálními pro člověka. Ovčí mléko obsahuje asi 0,9 % minerálních látek. Biologická dostupnost zmíněných minerálních látek činí z ovčího mléka velice cenný zdroj těchto prvků. Vápník je zde vázán na kasein jak v organické, tak minerální formě a díky tomu je velice dostupný v průběhu trávení (Balthazar et al., 2017).

### **Vitaminy**

Ve srovnání s kozím či kravským mlékem je ovčí mléko lepším zdrojem většiny vitaminů. Výjimku tvoří karoten a kyselina listová, které jsou v ovčím mléce zastoupeny jen velice málo (Balthazar et al., 2017). Barva ovčího mléka se více podobá mléku kozímu, což je zapříčiněno právě malým, či nulovým zastoupením karotenu (Jandal, 1996). V obsahu kyseliny pantotenové a vitamínu D jsou si ovčí a kravské mléko rovnocenné. Vyšší zastoupení pak ovčí mléko vykazuje u riboflavinu, vitamínu C, vitamínu A a vitamínu E (Balthazar et al., 2017).

Celkový obsah vitamínu je i zde variabilní a závisí na druhu vitamínu a zároveň má vliv režim krmení samice (hydrofilní vitaminy jsou výživou ovlivněny více než vitaminy lipofilní) (Kalyankar et al., 2016).

#### **3.1.3.3.2 Význam ovčího mléka ve výživě člověka**

Vysoký obsah bílkovin, lipidů, minerálních látek a vitaminů nezbytných pro lidské zdraví zapříčiňuje daleko vyšší nutriční význam ovčího mléka oproti mléku kozímu či kravskému (Balthazar et al., 2017). Ovšem díky vysoké nutriční hodnotě se zvyšuje také kalorická hodnota. Ta u ovčího mléka dosahuje až 105 kcal na 100 ml mléka (Park et al., 2007). Především vápník a fosfor zvyšují významnost ovčího mléka, a to díky jejich pozitivnímu vlivu na růst kostí, hlavně u novorozenců (Claeys et al., 2014).

### 3.1.3.4 Velbloudí mléko

Ve světě se současné době chová okolo 25,89 milionů velbloudů. Většina z nich (přibližně 89 %) jsou velbloudi jednohrbí, zbytek je tvořen velbloudy dvouhrbými. Největší koncentrace velbloudů je v severních a východních zemích Afriky (Jilo et Tegegne, 2016). Pro obyvatele pouští v Africe či Asii je velbloud samozřejmostí každodenního života, ať už se jedná o způsob dopravy, či o jeho využití na maso a mléko. Velbloudi jsou schopni produkovat více mléka po delší dobu, a to i v suchých oblastech a náročných životních podmínkách, než jiné druhy hospodářských zvířat. Za jeden den mají schopnost vyprodukovat od 3 k 10 kg mléka a laktace trvá až 18 měsíců.

Velbloudí mléko je svým složením velice podobné mléku lidskému, odlišuje se tedy od mléka ostatních druhů přežvýkavců (Jilo, 2016).

#### 3.1.3.4.1 Složení velbloudího mléka

**Tabulka 5: Přehled základních složek velbloudího mléka**

Složka mléka	Obsah [%]	Složka mléka	Obsah [%]
Tuk	2,9-5,4	Kasein	1,63-2,76
Tukuprostá sušina	-	Syrovátkové bílkoviny (a, G)	0,63-0,8
Laktosa	3,3	Nebílkovinné dusíkaté látky	-
Bílkoviny	3,0-3,9	Popel	0,6-0,9

(Jilo et Tegegne, 2016)

#### **Bílkoviny**

Mléčné bílkoviny jsou i ve velbloudím mléce zastoupeny dvěma hlavními komponenty: kaseinem a syrovátkovými bílkovinami. Ve velbloudím mléce je také obsah kaseinů vyšší než obsah syrovátkových bílkovin. Kasein zaujímá od 52 do 87 % z celkového množství obsažených bílkovin. Ve velbloudím mléce jsou zastoupeny tato frakce:  $\alpha_{s1}$ -kasein (22 %),  $\alpha_{s2}$ -kasein (9,5 %),  $\beta$ -kasein (65 %) a  $\kappa$ -kasein (3,5 %) (Brezovečki et al., 2015).

Poměr syrovátkových bílkovin vůči kaseinu je ve velbloudím mléce vyšší než v mléce skotu. To má zřejmě za důsledek jemnější konzistenci sraženin u mléka velbloudího (Kumar et al., 2016). Ve velbloudím mléce je z celkových bílkovin mezi 20 až 25 % syrovátkových

bílkovin. Rozdíl mezi kravským a velbloudím mlékem je v zastoupení jednotlivých složek syrovátkových bílkovin. Zatímco u mléka kravského se setkáváme s větším obsahem  $\beta$ -laktoglobulinu ve velbloudím mléce převažuje  $\alpha$ -laktalbumin. Další syrovátkové bílkoviny zde obsažené jsou peptidoglykany, imonoglobuliny, lektoferin a sérový albumin (Jilo et Tegegne, 2016).

## **Lipidy**

Zastoupení lipidů v mléce velbloudů kolísá mezi 2,9 až 5,4 %, ale může klesnout až k 1,1 % v případě dehydratovaných jedinců. Novější studie dokonce ukazují, že obsah lipidů je většinou kolem 2 %. Velikost tukových kuliček je malá, konkrétně 2,99  $\mu$ m. To zjednodušuje přístup lipolytických enzymů k jednotlivým tukovým kapénkám a podobně jako kozí mléko je velbloudí mléko lépe stravitelné pro člověka (Jilo et Tegegne, 2016).

Triacylglyceroly, jakožto minoritní komponenta lipidů, zauímají ve velbloudím mléce celkem 96 % z celkového množství lipidů. Mastné kyseliny jsou zde zastoupené jak nasycené – SFA (67 %), tak nenasycené – UFA (43 %). Jejich skladba je ovlivněna prostředím a fyziologickými faktory jako je krmení, fáze laktace a genetické rozdíly. Dominantní mastnou kyselinou z nasycených je palmitová, a z nenasycených se jedná o kyselinu olejovou. Většinou se mléko velbloudů vyznačuje menším počtem kyselin s krátkým řetězcem, zatímco obsah těch s řetězcem dlouhým je zde vyšší než u mléka skotu (Brezovečki et al., 2015).

Velbloudí mléko obsahuje více nenasycených mastných kyselin než je tomu u ostatních druhů. To zřejmě zapříčiňuje voskovitou texturu velbloudího mléka (Kumar et al., 2016). Mimo již zmíněné mastné kyseliny obsahuje také více kyseliny kaprylové, myristové a stearové. Z těch nenasycených potom palmitoolejovou a esenciální  $\alpha$ -linolovou (Brezovečki et al., 2015). Bylo zjištěno, že velbloudí mléko obsahuje více cholesterolu (34,5 mg cholesterolu na 100 g mléka) než je tomu u mléka kravského (25,63 mg cholesterolu na 100 g mléka) (Jilo et Tegegne, 2016).

## **Sacharidy**

Majoritním zastoupeným sacharidem je opět laktosa. Největší rozdíly v obsahu laktosy mohou být ovlivněny potravou, tedy tím, kterými rostlinami je zvíře krmeno (Brezovečki et al., 2015). Obsah laktosy zůstává stejný během všech ročních období, a to dokonce i v období sucha (Kumar et al., 2016).

## **Minerální látky**

Mezi hojně zastoupené minerální látky patří zinek, železo, měď a mangan. Co se vápníku, hořčíku, fosforu, dusíku a draslíku týče, ty jsou zde obsaženy v podobném poměru jako je tomu u mléka skotu (Kumar et al., 2016). Velbloudí mléko je dále významným zdrojem chloridů. To je způsobeno především výživou, protože velbloudi často konzumují *Atriplex* a *Acacia*, kde je většinou obsaženo vysoké procento chloridových solí (Brezovečki et al., 2015).

## **Vitaminy**

Je známo, že velbloudí mléko je velice dobrým zdrojem vitamínu C (34,16 mg/1 l mléka), dále však také obsahuje vyšší množství vitamínu B<sub>3</sub>, kyseliny listové, pantotenové a vitamínu B<sub>12</sub> než je tomu u mléka kravského. Vitamínu A a riboflavinu je zde množství nižší (Brezovečki et al., 2015). Nižší obsah karotenu opět zapříčiňuje bělejší barvu mléka než je tomu u mléka skotu (Kumar et al., 2016).

### **3.1.3.4.2 Význam velbloudího mléka ve výživě člověka**

Bylo potvrzeno, že velbloudí mléko má pozitivní vliv při léčbě řady onemocnění, jako je například žloutenka, tuberkulóza nebo astma (Brezovečki et al., 2015). Velbloudí mléko se dále používá v poporodní péči o těhotné ženy, při detoxikaci hadího jedu, malárii či zácpách. Ve většině předchozích případů mělo mléko pozitivní vliv na člověka především díky obsaženým bioaktivním látkám. Ty jsou i zde přítomné, avšak mimo ně obsahuje velbloudí mléko také jiné účinné látky s terapeutickými vlastnostmi. Tyto látky jsou v mléce obsaženy díky rostlinám, kterými se velbloudi živí.

V poslední době se hodnota velbloudího mléka po celém světě zvyšuje. Jeho vysoká terapeutická hodnota, antioxidační, antibakteriální a antivirová aktivita jsou velice unikátní. Oproti ostatním mlékům přežvýkavců obsahuje velbloudí mléko více antimikrobiálních enzymů (laktoferin a laktoperoxidasy). Bylo zjištěno, že velbloudí mléko má bakteriostatický účinek (brání jejich růstu) proti dvěma patogenům a to *E. coli* a *L. monocytogenes*. V případě kolostra u velbloudů je tento účinek u *E. coli* dokonce bakteriocidní čili dochází k úhynům bakterií (Jilo et Tegegne, 2016).

### 3.1.4 Intolerance mléka a mléčné alergie ve výživě člověka

V mléce se objevuje řada složek, které mohou v organismu člověka vyvolat nepřiměřené reakce (Mourad et Bettache, 2014). Setkáváme se s různými alergiemi a intolerancemi mléčných složek (Neves et al., 2016).

Alergie na mléko je většinou způsobena imunologickou reakcí na mléčné bílkoviny. Může to být v důsledku interakce mezi jedním či více mléčnými proteiny s jedním či více imunitními mechanismy a vedou k okamžité reakci imunoglobulinů. Na straně druhé intolerance je reakce, která nezahrnuje imunitní systém. Intolerance není rozpoznatelná v krevních testech. Příznaky jsou jak u alergií, tak u intolerancí velice podobné (El-Agamy, 2011).

#### 3.1.4.1 Alergie

Alergie na mléko patří mezi potravinové alergie, což je pojem označující nežádoucí reakci imunitních systémů na potraviny, která může být zprostředkována pomocí imunoglobulinu E (IgE). Zatímco potravinové alergie zprostředkované IgE mají velice rychlý nástup, u reakcí nezprostředkovaných IgE jsou mnohem pozdější klinické projevy (až několik dní), což ztěžuje včasnou a přesnou diagnózu (Rangel et al., 2016).

V případě alergie na mléko jsou za ni plně zodpovědné bílkoviny v mléce (Neves et al., 2016). Alergie jsou způsobeny nedostatečným rozpoznáním mléčných bílkovin imunitním systémem, i přesto, že je naše tělo schopno je trávit. Jedná se o kaseiny,  $\beta$ -laktoglobulin,  $\alpha$ -laktalbumin, sérový albumin a imunoglobuliny. Speciálně kaseiny jsou pro člověka velice složitě stravitelné (Rangel et al., 2016). Jelikož však zastoupení jednotlivých bílkovin i jednotlivých frakcí bílkovin je u různých druhů mléka odlišný, je možné, že bude každé mléko alergikem snášeno jinak (Neves et al., 2016).

Většina alergiků je však alergická na více než jednu mléčnou bílkovinu, nejčastěji se však jedná o kasein,  $\beta$ -laktoglobulin a  $\alpha$ -laktalbumin. Bylo zjištěno, že i jednotlivé frakce kaseinu způsobují jinou reakci. Zatímco  $\alpha_{s1}$ -kasein způsobuje silné reakce,  $\alpha_{s2}$ -kasein, který se například v kravském mléce téměř nevyskytuje, způsobuje daleko menší imunologickou reakci (El-Agamy, 2011).

U většiny dětí trpících alergií na mléčné bílkoviny se objeví příznaky již v prvních týdnech života, případně v prvním týdnu zavedení mléka či mléčných výrobků do stravy. Ovlivněno je více orgánů, což způsobuje více než jeden symptom. Přibližně u 50 % až 70 %

se objeví kožní projevy (svědění, vyrážka), u více než poloviny gastrointesticiální symptomy a přibližně u jedné třetiny dýchací obtíže.

Příznaky spojené s trávicí soustavou se projevují nevolností, zvracením, bolestmi břicha a průjmem. To může vést ke ztrátám hmotnosti a podvýživě i díky energetickým ztrátám způsobeným špatnou střevní absorpcí a zvracením (Rangel et al., 2016).

### **3.1.4.2 Intolerance**

Mléčná intolerance je nejčastěji reakce na nejvíce zastoupený sacharid v mléce – laktosu (Mourad et Bettache, 2014). Můžeme ji popsat jako poruchu střevní sliznice, která nedokáže štěpit laktosu kvůli nedostatku či úplné absenci enzymu laktasy. Laktosa je přítomna ve všech druzích mlék, včetně lidského. Přesto asi 75 % populace trpí nesnášenlivostí laktosy, u kategorie dospělých je to už pouze 20 %.

Za normálních okolností ve chvíli, kdy laktosa dosáhne lumen střeva, dochází k hydrolyze na sacharidy pomocí enzymu laktasy. Ta je přítomna v membráně kartáčového lemu střevní sliznice. Produkty toho štěpení (glukosa a galaktosa) jsou absorbovány na sliznici tenkého střeva. Malé množství sacharidů nemusí být enzymy rozštěpeno a dostávají se tak do tlustého střeva neporušené. Dochází pak k tzv. bakteriální fermentaci, kdy na nezpracované sacharidy působí střevní mikroflóra. Produkty pocházející z těchto sacharidů jsou absorbovány v tlustém střevě a energie je využita k udržení energetické bilance.

V případě nedostatečnosti nebo nulové přítomnosti laktasy se však do tlustého střeva dostává mnohem větší množství nezpracovaných sacharidů. To má za následek toxické účinky na organismus a zvýšenou produkci mastných kyselin s krátkým řetězcem a  $H_2$ . Nestrávená laktosa způsobuje zvýšenou osmotickou zátěž v trávicím traktu.

Příznaky intolerance laktosy jsou podobné jakékoliv jiné nedostatečnosti specifických enzymů. Zahrnují vyrážky na těle, bolesti břicha, nadýmání, průjem, zvracení a střevní zvuky. Bolest břicha bývá křečovitá, střevní zvuky mohou být slyšitelné během vyšetření či přímo pacientem. Stolice je obvykle pěnovitá a vodnatá. Důležitým znakem je, že jedinci s těmito příznaky většinou nesnižují svou tělesnou hmotnost, a to i přes průjmy. S průjmy je spojeno také odstraňování nutričně důležitých látek a živin, které mohou být z těla odstraňovány, pokud k průjmům dochází po delší dobu. V tomto případě může také docházet k bolestem hlavy, závratím, ztrátám koncentrace, bolestem svalů a kloubů, únavě a zvýšené frekvenci močení (Rangel et al., 2016).

### 3.1.4.3 Alternativy v případě negativní reakce na problematické složky

#### **Bílkoviny**

Velká pozornost je v poslední době věnována kaseinům v souvislosti s mléčnými alergiemi. Ty jsou často způsobeny nesnášenlivostí  $\alpha_{s1}$ -kaseinu, který je hojně zastoupen zejména v kravském mléce – tvoří až 38 % z celkového obsahu kaseinu (Jilo et Tegegne, 2016).

Jako náhražka kravského mléka v případě výskytu alergie je doporučováno kozí mléko. Kompozice kaseinu v kozím mléce je ideálnější pro člověka, než je tomu u kaseinu v mléce kravském. Tato skutečnost je spojena s nižším výskytem alergií v důsledku požití kozího mléka (Silanikove et al., 2016). Přibližně 40 % ze všech pacientů trpících nesnášenlivostí bílkovin v kravském mléce snášeli kozí mléko, tedy bílkoviny obsažené v kozím mléce, bez problémů (Jandal, 1996).

V ovčím mléce je poměr zastoupení frakcí kaseinu jiný, než je tomu v mléce kravském, proto je i ovčí mléko dobrou alternativou při výskytu alergie. Specifické protilátky totiž pouze slabě rozeznají frakce  $\alpha_{s1}$ -kasein,  $\alpha_{s2}$ -kasein a  $\beta$ -kasein v ovčím mléce, naopak pokud se jedná o tyto frakce v mléce kravském, je jejich reakce mnohem silnější (Balthazar et al., 2017).

Rovněž velbloudí mléko je doporučováno jako náhražka kravského mléka díky nižšímu zastoupení  $\alpha_{s1}$ -kaseinu a z toho vyplývající lepší stravitelnosti velbloudího mléka (Brezovečki et al., 2015).

#### **Laktosa**

Vzhledem k tomu, že všechna mléka přežvýkavců obsahují laktosu, není ani jedno z nich vhodnou alternativou. Avšak v případě intolerance laktosy je doporučováno její příjem nepřerušit úplně. Bylo dokázáno, že přibližně 12g laktosy denně, což odpovídá 250 ml mléka, nezpůsobí žádné z uvedených příznaků (Misselwitz et al., 2013).

Na trhu dnes existují tzv. bezlaktosová mléka. Ta většinou obsahují méně než 0,25 g laktosy na 100 g mléka a jsou vyráběna pomocí enzymatické hydrolýzy laktosy na glukosu a galaktosu. Vlivem přítomnosti těchto sacharidů jsou bezlaktosová mléka sladší než mléka se standardním obsahem laktosy (Adhikari et al., 2010).

V obou případech se dá využít i jiných alternativ a těmi jsou různé druhy rostlinných nápojů. Tyto nové potravinářské výrobky jsou vyráběny tak, aby zahrnovaly prospěšné složky, například probiotika a funkční prvky izolované z rostlin. Nahrazování živočišných



druhů mléka rostlinnými nápoji navíc pomohlo řešit výživový problém s cholesterolem díky jeho nulovému obsahu v rostlinných nápojích (Aboufazli et al., 2016). Rostlinné nápoje jsou náhražky mléka na bázi ve vodě rozpustných výtažků z luštěnin, olejnatých semen, obilovin a pseudocereálií. Jsou vhodné jak v případě nesnášenlivosti laktosy, tak při alergii na mléko. Nejčastěji se na trhu setkáváme se sójovými nápoji, ale vyrábí se také kokosové nápoje, ovesné, mandlové, rýžové, konopné či z semen quinioly (Mäkinen et al., 2014).

### 3.1.5 Možnosti ovlivnění složení mléka přežvýkavců

V předchozích kapitolách bylo zmíněno složení jednotlivých mlék přežvýkavců. Z hlediska výživy člověka se v mléce nachází několik problematických složek, jejichž obsah se dá částečně regulovat.

**Tabulka 6: Obsah jednotlivých problematických složek v studovaných druzích mlék**

<b>Mléko:</b>	<b>Laktosa</b>	<b>Bílkoviny</b>	<b>SFA:UFA</b>
Kravské	4,7	3,2	61,6:34,8
Kozí	4,1	3,4	72,4:23,7
Ovčí	4,9	6,2	-
Velbloudí	3,3	3,0-3,9	-

(Dostálová et Snížek, 1992; Jilo et Tegegne, 2016; Park et al., 2007)

Jednotlivé uváděné problematické složky mléka nejsou samy o sobě pro člověka nijak nebezpečné. Mohou se však vyskytnout problémy a účinky na lidské zdraví, kvůli kterým můžeme tyto složky mléka označit za problematické. V případě intolerance na mléko se jedná o laktosu, kdy lidské tělo není schopno ji dostatečně trávit (Mourad et Bettache, 2014). Bílkoviny jsou problematickou složkou v případě mléčných alergií (Rangel et al., 2016). Nasycené mastné kyseliny sice nejsou nijak zodpovědné za mléčné alergie nebo intoleranci, jejich poměr vůči nenasyceným mastným kyselinám však není ideální. V mléce je totiž převažující množství nasycených mastných kyselin, kterým se dává za vinu např. zvyšování koncentrace lipoproteinů o nízké hustotě v krevní plazmě a tím zvýšené ukládání tuků v cévních stěnách. Ukládání tuků ve stěnách cév může být příčinou aterosklerotického onemocnění (Samková et al., 2008).

Obecně lze říci, že složení mléka je ovlivňováno více faktory. Především záleží na druhu zvířete, plemeni, doživosti, sezóně, stádiu a pořadí laktace (Silanikove et al., 2016).

Přirozeně také genetika hraje důležitou roli. Heritabilita (dědivost) je v případě složení mléka 0,50 (Varga et Ishler, 2010).

### **3.1.5.1 Ovlivnění pomocí výživy**

Spolu s krmivem získává zvíře veškeré potřebné živiny. Ty se pak stávají přímými i nepřímými prekurzory základních složek mléka. Nelze však zjednodušeně říci, že zvýšením obsahu jedné složky v krmivu také vzroste jeho podíl v mléce. Složení mléka je obecně těžké ovlivnit, i pomocí výživy dochází pouze k malým změnám. Výživa má největší vliv na obsah tuku, částečně může ovlivnit obsah bílkovin, avšak obsah laktosy se pouze nutričně ovlivnit nedá (Poplšteinová, 1991).

#### **Bílkoviny**

Skladba jednotlivých bílkovinných frakcí v mléce je dána geneticky a není proto možné ji nijak razantně ovlivnit. Pomocí krmení můžeme malou mírou ovlivnit celkový obsah bílkovin. Krmení souvisí také s ročním obdobím. Nejvíce bílkovin je v mléce v období měsíců ledna a února, kdy je složení mléka také nejstabilnější (Gajdůšek, 2003). Vzhledem k vhodnému složení aminokyselin a vysokému obsahu metioninu jsou i přes některé nepříznivé vlivy na lidské zdraví snahy o zvýšení obsahu bílkovin v mléce.

Stravitelné dusíkaté látky přijaté v krmivu přicházejí do slezu a tenkého střeva z ¼, zbytek je rozkládán a syntetizován na bakteriální bílkoviny. Pokud chceme dosáhnout vysokého stupně syntézy mléčných bílkovin je potřeba zajistit dostatek dusíkatých látek v krmivu. K uskutečnění celého procesu syntézy bílkovin je potřeba velké množství energie, je proto potřeba dodávat ji v krmivu a to v podobě lehce stravitelných sacharidů (Poplšteinová, 1991).

#### **Laktosa**

Ovlivnění laktosy pomocí výživy je velice náročné. Její obsah totiž klesá spolu s klesající doživostí jako důsledek silně omezující energetické výživy krav (Gajdůšek, 2003). Jediným rozdílem je obsah laktosy ve velbloudím mléce. V tomto případě lze obsah laktosy částečně ovlivnit výživou (Brezovečki et al., 2015).

## Lipidy

Lipidy se dají pomocí výživy ovlivnit nejvíce, a to až o 3 % (Poplštejnová, 1991). Skladba krmné dávky ovlivňuje obsah tuku v mléce. Hlavní vliv má pak obsah vlákniny a její struktura. Pokud v krmné dávce chybí vláknina nebo je nedostatečně strukturovaná, dochází ke snížení obsahu tuku v mléce (Gajdůšek, 2003).

Obsah tuku je regulován vzhledem k výživové stránce člověka. Alergie ani intolerance však mléčný tuk nezpůsobují. Problém ovšem může být způsoben nevhodným poměrem mezi nasycenými a nenasycenými mastnými kyselinami.

V posledních 20 letech je snaha především o optimalizaci složení mastných kyselin mléčného tuku a tím pozitivní ovlivnění nutričních vlastností (Henning et al., 2006). Mléčný tuk má vyšší zastoupení nasycených mastných kyselin. Některé z nich jsou zodpovědné za zvyšující se koncentraci lipoproteinů o nízké hustotě v krevní plazmě a také lipoproteinů s vysokým zastoupením TAG. Tím dochází ke zvyšování ukládání tuků v cévních stěnách. Tento děj je nejvíce způsobován laurovou, myristovou a palmitovou kyselinou. Tyto kyseliny jsou v mléčném tuku v poměrně vysokém zastoupení a to až 35 %.

Také trans-nenasycené mastné kyseliny mají negativní vliv na hladinu cholesterolu. Jejich množství je vzhledem k enzymatické hydrogenaci v bacheru přežvýkavců v mléce vyšší než v mléce ostatních savců. Příkladem trans-nenasycené kyseliny s negativním působením je kyselina elaidová.

Vlivem krmné dávky může být spektrum obsažených mastných kyselin do značné míry ovlivněno. Krmná dávka také ovlivňuje poměr mezi SFA a UFA. Jedním z důvodů vyššího zastoupení SFA může být vysoký podíl snadno stravitelných škrobů v krmivu. Zkrmováním kukuřičné siláže také získáme mléčný tuk s vyšším množstvím SFA než je tomu např. při zkrmování travní siláže.

Pozitivní vliv na zastoupení mastných kyselin má také čerstvá zelená píce v různém poměru. Po jejím přidání ke konzervovaným krmivům dochází ke zvýšení obsahu polyenových mastných kyselin. Některé léčivé byliny mohou pozitivně ovlivnit poměr SFA:UFA, kdy dochází ke snížení obsahu SFA a zvýšení UFA (Samková et al., 2008).

Obecně při zvyšování energetického příjmu a současného snižování příjmu vlákniny dochází ke snížení obsahu mléčného tuku, zato roste obsah bílkovin (Jenkins, 1998).

V případě, že je potřeba zvýšit produkci mléka, přidává se do krmné dávky více tuků (olejů), jelikož je potřeba zvýšit energii dodávanou krmivem. Tyto tuky mají přirozeně také vliv na složení mléčného tuku. Zatímco mastné kyseliny s krátkým řetězcem se syntetizují v mléčné žláze, kyseliny C<sub>18</sub> se do mléka dostávají přímo z krmiva a kyseliny C<sub>16</sub> jsou

kombinací obojího. Nelze tedy zjednodušeně říci, že přídavek tuků v krmné dávce bude vést ke zvýšení obsahu všech mastných kyselin v mléčném tuku.

Pokud bude přidávaný tuk obsahovat velké množství nasycených mastných kyselin, bude docházet ke zvyšování tučnosti mléka. V případě, že přidávaný tuk bude obsahovat vyšší množství nenasycených mastných kyselin, bude se obsah mléčného tuku v mléce snižovat. Důvodem snižování tučnosti vlivem nenasycených mastných kyselin v krmivu je fakt, že v bachoru dochází k jejich hydrogenaci a poté tvorbě propionátu.

Ovlivnění obsahu nenasycených mastných kyselin je možné zkrmováním semen olejnin chráněných v kaseinových kapslích. Tato semena jsou bohatá na kyselinu linolovou a díky tomu dochází ke zvýšení jejího množství v mléčném tuku (Poplštejnová, 1991).

Přídavkem doplňkových tuků a olejů do krmné dávky dosáhneme lepší stravitelnosti a absorpce mastných kyselin s dlouhým řetězcem, což se projeví na změně složení mléčného tuku, především snižováním obsahu nasycených mastných kyselin a vzrůstem množství nenasycených mastných kyselin (Samková et al., 2008).

### **3.1.5.2 Technologické postupy**

Mezi standardní technologické procesy patří standardizace, filtrace, tepelné ošetření (pasterace, UHT, sterilace) a homogenizace. V závislosti na finálním produktu může docházet k jiným technologickým procesům později ve výrobě (Chavan et al., 2016). Tyto technologické procesy však nemusí vést ke změně zastoupení jednotlivých problematických složek. Technologické procesy ovlivňující jejich obsah jsou popsány níže.

#### **Bílkoviny**

V poslední době jsou předmětem zkoumání vysokoteplotní procesy v souvislosti s jejich vlivem na bílkoviny. Jelikož při většině těchto zásahů dochází k denaturaci syrovátkových bílkovin, je snaha o vyvinutí technologie, která zabrání nepříznivým účinkům tepelných procesů a zároveň vyprodukuje bezpečné potraviny. Jednou z těchto technologií je tzv. pulzní světlo, během něhož dochází ke zábleskům krátkého trvání a vysoké energie a dochází při něm k deaktivaci celé škály mikroorganismů. Byl dokonce zjištěn účinek pulzního světla na alergicitu  $\beta$ -lactoglobulinu, avšak tento fakt je stále ve fázi testování a spekulací (Orcajo et al., 2015).

## Laktosa

Již bylo zmíněno, že se dnes se na trhu objevují mléka se sníženým či nulovým obsahem laktosy. Tato bezlaktosová mléka jsou vyráběna technologickými procesy za působení enzymu  $\beta$ -galaktosidasy neboli laktázy. Laktosa jakožto sacharid složený z glukosy a galaktosy může být pomocí enzymů  $\beta$ -galaktosidasy či  $\beta$ -galaktosidasy hydrolyzována

na monosacharidy. Laktasa může být syntetizována z mnoha zdrojů, především z rostlin, bakterií, plísní či kvasinek (Husain, 2010).

Vzhledem k tomu, že laktasa syntetizovaná z bakterií není považovaná za bezpečnou k používání ve výživě člověka, používá se většinou mezofilní enzym z hub (*Aspergillus spp.*) a kvasinek (*Kluyveromyces spp.*). Jelikož však při tepelných úpravách mléka (např. pasteraci) dochází k tepelné denaturaci enzymů, je třeba použít některé z termostabilních variant. Nejčastěji využívaná je  $\beta$ -galaktosidasa syntetizovaná z *Pyrococcus furiosus*. Ta má dokonalou stabilitu a je katalyticky aktivní v přítomnosti laktosy. Po přidání  $\beta$ -galaktosidasy do mléka a občasného míchání při teplotě 65 °C po dobu 30 minut dochází k hydrolýze laktosy na glukosu a galaktosu. Při těchto podmínkách dosáhneme asi 91 % hydrolýzy laktosy, což je v současné době maximum. Optimální teplota pro působení  $\beta$ -galaktosidasy byla stanovena na 100 °C a pH 6,0. Enzymová aktivita může být významně inhibována vápenatými ionty  $\text{Ca}^{2+}$  (Li et al., 2013).

## Lipidy

Obsah lipidů a zastoupení jednotlivých mastných kyselin jsou ovlivněny nejen výživou, ale také stádiem laktace, ročním obdobím, zdravotním stavem a frekvencí dojení. V případě častého dojení totiž dochází ke snížení množství monoenoových a polyenoových mastných kyselin (Samková et al., 2008).

Technologické procesy ovlivňující mléčný tuk se nazývají homogenizace a standardizace. Tyto procesy však nemají vliv na zastoupení jednotlivých mastných kyselin. Standardizací rozumíme úpravu obsahu mléčného tuku přidáváním smetany či odtučněného mléka k dosažení mléka požadované tučnosti. Mléčné výrobky využívané k úpravě tuku v mléce můžou dále být máslo či máslový olej (Chavan et al., 2016). Homogenizace nemá z hlediska poměru nasycených a nenasycených mastných kyselin sice žádný vliv, ale mléčný tuk je po ní lépe stravitelný a proto má ve výživě člověka svůj význam. Homogenizace se provádí pomocí homogenizátoru a jedná se o proces, kdy se mléko tlačí pod tlakem skrz otvor

a tím dochází ke zmenšování tukových kapének. Díky tomu při skladování nedochází k vyvstávání tuku (Chavan et al., 2016).

## 4 Závěr

Bakalářská práce primárně popisuje složení daných druhů mlék přežvýkavců. Poukazuje na jednotlivé problematické složky a navrhuje řešení v případě alergií na mléko či mléčné intolerance.

Problematické složky v mléce jsou především bílkoviny, laktosa a mléčný tuk. Možnosti ovlivnění zastoupení jejich obsahu v mléce je hned několik. Mezi nejběžnější patří ovlivnění pomocí výživy a technologické postupy.

Přesto, že se mohou vyskytnout problémy s mléčnou stravou, zůstává mléko velmi kvalitní potravinou. Vzhledem k obsahu bílkovin a s tím souvisejícími aminokyselinami, dobré nutriční hodnotě i díky obsahu vitaminů a minerálních látek, má mléko ve výživě člověka své místo.

V případě problému s jakoukoliv mléčnou komponentou je na trhu spousta dostupných alternativ. Pokud se jedná o problémy s trávením laktosy jsou dostupná bezlaktosová mléka, speciálně upravená, aby byl obsah laktosy snížen na minimum. Pokud má člověk problém s alergií na mléčnou bílkovinu, existují tzv. rostlinné nápoje, které mají nahrazovat mléko, např. sójové mléko, které je dokonce dostupné skoro ve všech kavárnách, jakožto náhražka mléka do kávy. Je však potřeba hlídat nutričních hodnotu těchto produktů, často je vyšší než je tomu u mléka.

## 5 Seznam použité literatury

- Aboufazli, F., Shori, A. B., Baba, A. S. 2016. Effects of the replacement of cow milk with vegetable milk on probiotics and nutritional profile of fermented ice cream. *LWT - Food Science and Technology*. 70. 261-270.
- Adhikari, K., Dooley, L. M., Chambers, E., Bhumiratana, N. 2010. Sensory characteristics of commercial lactose-free milks manufactured in the United States. *LWT - Food Science and Technology*. 43 (1). 113-118.
- Ahmadi, M., Boldura, O., Milovanov, C., Dronca, D., Mircu, C., Hutu, I., Popescu, S., Padeanu, I., Tulcan, C. 2016. Colostrum from Different Animal Species – A Product for Health Status Enhancement. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*. 73 (1). 1-7.
- Balthazar, C. F., Pimentel, T. C., Ferrão, L. L., Almada, C. N., Santillo, A., Albenzio, M., Mollakhalili, N., Mortazavian, A. M., Nascimento, J. S., Silva, M. C., Freitas, M. Q., Sant'Ana, A. S., Granato, D., Cruz, A. G. 2017. Sheep Milk: Physicochemical Characteristics and Relevance for Functional Food Development. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. (00). 1-16.
- Bouška, J. 2006. Chov dojeného skotu. Profi Press. Praha. 186s. ISBN: 80-867-2616-9.
- Brezovečki, A., Čagalj, M., Dermić, Z. F., Mikulec, N., Ljoljić, D. B., Antunac, N. 2015. Camel milk and milk products. *Mljekarstvo*. 65 (2). 81-90.
- Claeys, W. L., Verraes, C., Cardoen, S., De Block, J., Huyghebaert, A., Raes, K., Dewettinck, K., Herman, L. 2014. Consumption of raw or heated milk from different species: An evaluation of the nutritional and potential health benefits. *Food Control*. 42. 188-201.
- Dostálová, J., Snížek, J. 1992. Chov koz a uplatnění kozího mléka a masa v lidské výživě. ÚVTIZ. Praha. 53s. ISBN: 0862-3562.
- Drbohlav, J., Vodičková, M. 2001. Tabulky látkového složení mléka a mléčných výrobků. ÚZPI. Praha. 85s. ISBN: 80-7271-005-2.
- El-Agamy, E. I. 2011. Milk Allergy. *Nutrition and Health*. 1041-1045.
- Frelich, J. 2001. Chov skotu. Jihočeská univerzita. České Budějovice. 211 s. ISBN 80-7040-512-0.
- Gajdůšek, S. 2003. Laktologie. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. 78s. ISBN: 80-71- -7657-3.
- Hanuš, O., Frelich, J., Kron, V., Říha, J., Pozdíšek, J. 2004. Kontrola tělesné kondice, zdravotního stavu a výživy dojnic a zlepšování jejich produkce. ÚZPI Praha. 71s. ISBN 80-7271-146-6
- Henning, D.R., Baer, R.J., Hassan, A.N., Dave, R. 2006. Major advances in concentrated and dry milk products, cheese, and milk fat-based spreads. *Journal of Dairy Science* 89 (4). 1179-1188.



- Holub, A., Arendarčík, J. 1969. Fyziologie hospodářských zvířat. SZN. Praha. 673s. ISBN: 07-007-70-04/05.
- Husain, Q. 2010.  $\beta$  Galactosidases and their potential applications: a review. *Critical Reviews in Biotechnology*. 30(1). 41-62.
- Chavan, R. S., Sehrawat, R., Mishra, V., Bhatt, S. 2016. Milk: Processing of Milk. *The Encyclopedia of Food and Health*. 3. 729-735.
- IDF. Facts & Figures [online]. Milk Production. Brusel. 2016 [cit. 2017-03-07]. Dostupné z: <<http://www.fil-idf.org/about-dairy/facts-figures/>>
- Jandal, J. M. 1996. Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 22 (2). 177-185.
- Jenkins, T.C. 1998. Fatty acid composition of milk from Holstein cows fed oleamide or canola oil. *Journal of Dairy Science*, 81(3). 794-800.
- Jilo, K. 2016. Medicinal Values of Camel Milk. *International Journal of Veterinary Science and Research*. 2 (1). 18-23.
- Jilo, K., Tegegne, D. 2016. Chemical Composition and Medicinal Values of Camel Milk. *International Journal of Research Studies in Biosciences*. 4 (4). 13-25.
- Kalyankar, S. D., Sarode, A. R., Khedkar, C. D., Deosarkar, S. S., Pawshe, R. D. 2016. Sheep: Milk. *The Encyclopedia of Food and Health*. 4. 758-763.
- Kanwal, R., Ahmed, T., Mirza, B. 2004. Comparative Analysis of Quality of Milk Collected from Buffalo, Cow, Goat and Sheep of Rawalpindi/Islamabad Region in Pakistan. *Asian Journal of Plant Sciences*. 3 (3). 300-305.
- Khan, N., Chittora, M. 2017. Milk adulteration: A chronic fear of real time. *International Journal of Bioassays*. 6 (03). 5301-5303.
- Kopecký, J. 1977. Speciální chov hospodářských zvířat. SZN. Praha, 656 s.
- Kumar, D., Verma, A. K., Chatli, M. K., Singh, R., Kumar, P., Mehta, N., Malav, O. P. 2016. Camel milk: Alternative milk for human consumption and its health benefits. *Nutrition*. 46 (2). 217-227.
- Kvapilík, J. 2010. Hodnocení ekonomických ukazatelů výroby mléka. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. 78s. ISBN: 978-80-7403-059-8.
- Li, B., Wang, Z., Li, S., Donelan, W., Wang, X., Cui, T., Tang, D. 2013. Preparation of lactose-free pasteurized milk with a recombinant thermostable  $\beta$ -glucosidase from *Pyrococcus furiosus*. *BMC Biotechnology*. 13 (73). 1-10.
- Mäkinen, O. E., Uniacke-Lowe, T., O'Mahony, J. A., Arendt, E. K. 2014. Physicochemical and acid gelation properties of commercial UHT-treated plant-based milk substitutes and lactose free bovine milk. *Food Chemistry*. 168 (2015). 630-638.

- Marvan, F. 1998. Morfologie hospodářských zvířat. Vydavatelství Brázda. Praha. 304s. ISBN: 80-209-0273-2.
- Misselwitz, B., Pohl, D., Frühauf, H., Fried, M., Vavricka, S. R., Fox, M. 2013. Lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and treatment. *United European Gastroenterology Journal*. 1 (3). 151-159.
- Mourad, G., Bettache, G. 2014. Composition and nutritional value of raw milk. *Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research*. 2 (10). 115-122.
- Musaad, A., Faye, B., Nikhela. 2013. Lactation curves of dairy camels in an intensive system. *Tropical Animal Health and Production*. 45 (4). 1039-1046.
- Neves, F. V. de O., Beck, C. de M. L., Gushken, A. K. F., Yonamine, G. H., Castro, A. P. B. M., Dorna, M. de B., Santos, C. de J. N. dos, Pastorino, A. C. 2016. Cow's milk allergy: Evaluating tolerance through skin-prick test. *Revista da Associação Médica Brasileira*. 62 (6). 537-543.
- Ottova všeobecná encyklopedie ve dvou svazcích. 2003. Ottovo nakladatelství v divizi Cesty. Praha. 14880s. ISBN: 80-718-1959-X.
- Orcajo, J., Martinez de Marañon, I., Lavilla, M. 2015. Cow's milk allergen  $\beta$ -lactoglobulin immunoreactivity affected by pulsed light treatment. *Clinical and Translational Allergy*. 5 (3). P50-.
- Pamarthy, J., Bhat, V., Sukumaran, M. K. 2016. A Comparative Study on Casein and Albumin Contents in Cow and Commercial Milk Samples. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*. 15 (1). 102-106.
- Park, Y. W. 2009. Bioactive components in milk and dairy products. Wiley-Blackwell. Ames, Iowa. 427s. ISBN: 978-0-8138-1982-2.
- Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M., Haenlein, G. F. W. 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 68 (1-2). 88-113.
- Poplštejnová, I. 1991. Vliv výživy dojníc na složení mléka. ÚVTIZ. Praha. 52s. ISBN: 0862-3562.
- Rangel, A. H. N., Sales, D. C., Urbano, S. A., Galvao Jr., J. G. B., Andrade Neto, J. C. de, Macedo, C. de S. 2016. Lactose intolerance and cow's milk protein allergy. *Food Science and Technology (Campinas)*. 36 (2). 179-187.
- Samková, E., Pešek, M., Špička, J. 2008. 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. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta. České Budějovice. 90s. ISBN: 978- 80-7394-104-8.
- Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U. 2016. Influence of Animal Health, Breed, and Diet on Non-cow Milk Composition. *Non-Bovine Milk and Milk Products*. 61-79.
- Sláma, P., Pavlík, A., Tančín, V. 2015. Morfologie a fyziologie hospodářských zvířat. Mendelova univerzita v Brně. Brno. 228s. ISBN: 978-80-7509-337-0.

Steri, R. 2009. The Mathematical description of the lactation curve of ruminants: issues and perspectives . Diplomová práce. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI. Fakulta pro postgraduální studium. Sassari. 137.

Stupka, R., Čítek, J., Fantová, M., Ledvinka, Z., Navrátil, J., Nohejlová, L., Stádník, L., Šprysl, M., Štochl, L., Vacek, M., Zita, L. 2013. Chov zvířat. 2. vyd. Powerprint. Praha. 290s. ISBN: 978-80-87415-66-5.

Škarda, J., Škardová, O. 2000. Program péče o produkci a zdraví stáda dojnic. ÚZPI. Praha. 68s. ISBN: 80-7271-058-3.

Varga, G.A., Ishler V.A. 2007. Managing Nutrition for Optimal Milk Components. Western Dairy Management Conference. 7-9.

Zenebe, T., Ahmed, N., Kabeta, T., Kebede, G. 2014. Review on Medicinal and Nutritional Values of Goat Milk. Academic Journal of Nutrition. 3 (3). 30-39.

Zadražil, K. 2002. Mlékařství. Česká zemědělská univerzita v Praze a ISV Praha. Praha. 127 s. ISBN 80-86642-15-1.

## 6 Seznam použitých zkratek

CLA	kyselina linolová
HTST	vysoká teplota, krátká doba působení
IDF	Mezinárodní mlékařská federace
IgE	imunoglobulin E
LTLT	nízká teplota, delší doba působení
PUFA	polyenové mastné kyseliny
SFA	nasyčené mastné kyseliny
TAG	triacylglyceroly
UFA	nenasyčené mastné kyseliny
UHT	ultra vysoká teplota