

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality zemědělských produktů



**Vliv zkrmování řasy *Chlorella vulgaris* na složení tuku
koziho mléka**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Monika Surmová

Vedoucí práce: Doc. Ing. Milena Fantová, Csc.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv zkrmování řasy *Chlorella vulgaris* na složení tuku kozího mléka" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Podpis autora _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí své diplomové práce Doc. Ing. Mileně Fantové, Csc. za odborné vedení, které mi poskytla při vypracování diplomové práce. Taktéž velmi děkuji Ing. Kláře Michnové za poskytnutí některých výsledků laboratorních vyšetření a za cenné rady a připomínky při zpracování uvedeného tématu. V neposlední řadě bych ráda poděkovala Ing. Jaromíru Ducháčkovi, PhD za pomoc se zpracováním statistických výpočtů.

Vliv zkrmování řasy *Chlorella vulgaris* na složení tuku kozího mléka

Souhrn

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda má *Chlorella vulgaris* vliv na složení mléka, především na profil mastných kyselin. Literární rešerše pojednává o chovu koz, jakosti a složení kozího mléka a jeho vliv na lidský organismus. Díky svému složení je kozí mléko velmi zdravé a lehce stravitelné. Má pozitivní účinky na lidský organismus a stává se velmi zajímavou potravinou. Chovatelé se neustále snaží o pozměnění jeho složení, aby bylo ještě výhodnější. V posledních letech se využívají různá aditiva, jako je například rybí tuk, rostlinné oleje či řasy, které působí příznivě na složení kozího mléka. *Chlorella vulgaris* má pozitivní účinky nejen na lidský organismus, ale i při zkrmování zvířatům a to především díky svému složení. Doposud byla zjištěna pouze samá pozitiva při jejím užívání.

V praktické části jsou diskutovány vlivy přídavku řasy a jejich vliv na složení kozího mléka. Pokus byl prováděn na kozí farmě v libereckém kraji. Do sledování byly zapojeny kozy Bílé krátkosrsté na 2. laktaci, které byly rozděleny do 2 skupin. První skupina byla pokusná a kozy byly přikrmovány řasou v množství 5 g za den. Druhá skupina byla kontrolní bez přídavku řasy. Obsah mastných kyselin byl stanoven pomocí plynové chromatografie. Výsledky jednotlivých analýz byly statisticky zpracovány. Bylo zjištěno pozitivní působení přídavku řasy, především došlo ke snížení nežádoucích nasycených mastných kyselin (SFA), jež bylo statisticky průkazné (P 0, 034). Naproti tomu u mononenasycených mastných kyselin (MUFA) bylo statisticky průkazné navýšení (P 0, 019). U polynenasycených mastných kyselin (PUFA) nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl.

Klíčová slova: Kozí mléko, kvalita mléka, výživa lidí, mastné kyseliny, *Chlorella vulgaris*

Effect of feeding *chlorella vulgaris* algae on the fat composition of goat milk

Summary

This study aims to determine whether the *chlorella* influence on the composition of the milk, particularly fatty acid profile. Review of literature discusses the goat, the quality and composition of goat milk and its effect on the human body. Due to its composition goat milk is very healthy and easily digestible. It has positive effects on the human body and becomes a very interesting food. Breeders are constantly trying to change its constitution to make it even better. In recent years, they used various additives such as fish oil, vegetable oils or algae, which has a favorable effect on the composition of goat milk. *Chlorella vulgaris* has positive effects not only on the human body, but also when it is fed to animals, mainly due to its composition. So far it has been detected only the very positive during its use.

In the practical part was discussed the effects of the addition of algae and their impact on the composition of goat milk. The experiment was done on a goat farm in the Liberec district. By monitoring were involved goats on 2nd lactation, which were divided into 2 groups. The first group was experimental and goats were feeding algae in the amount of 5 grams per day. The second group was the control without the addition of algae. The fatty acid content was determined by gas chromatography. The results of the analyzes were statistically processed. It was found a positive effect of the addition of algae, especially a reduction of undesirable saturated fatty acids (SFA), which was statistically significant (P 0, 034). In contrast, in monounsaturated fatty acids (MUFA) was statistically significant increase (P 0, 019). For polyunsaturated fatty acids (PUFAs), there was no statistically significant difference.

Keywords: Goat milk, milk quality, food people, fatty acids, *Chlorella vulgaris*.

Obsah

1	Úvod	10
2	Cíl práce.....	11
3	Literární rešerše	12
3.1	Chov koz	12
3.2	Kozí mléko	14
3.3	Složení kozího mléka	15
3.3.1	Sušina	16
3.3.3	Kasein	16
3.3.4	Proteiny syrovátky	17
3.3.5	Laktoferrin	17
3.3.5	Lipidy	18
3.3.6	Mastné kyseliny	18
3.3.7	Nasyčené mastné kyseliny (SFA).....	19
3.3.8	Monoenové nenasycené mastné kyseliny (MUFA)	19
3.3.9	Polyenové nenasycené mastné kyseliny (PUFA)	19
3.3.10	Konjugovaná kyselina linolová (CLA)	20
3.3.11	Sacharidy	22
3.3.12	Minerální látky	22
3.3.13	Vitamíny	23
3.3.14	Rozdíly mezi kozím a kravským mlékem	25
3.4	Mléko ve výživě lidí.....	26
3.5	Kvalitní mléko.....	28
3.5.1	Požadavky na kvalitu kozího mléka	28
3.5.2	Získávání kvalitního mléka	29

3.6 Fyziologie trávení přežvýkavců	31
3.6.1 Bachorové mikroorganismy	31
3.6.1.1 Bakterie	31
3.6.1.2 Nálevníci	32
3.6.1.3 Houby.....	32
3.6.2 Trávení v tenkém střevě	32
3.6.2.1 Trávení sacharidů.....	32
3.6.2.2 Trávení bílkovin.....	33
3.6.2.3 Trávení lipidů.....	33
3.7 Řasy.....	35
3.8 <i>Chlorella vulgaris</i>	36
3.8.1 Jak <i>Chlorella vulgaris</i> prospívá lidskému zdraví:.....	37
3.8.2 Živiny obsažené v <i>Chlorella vulgaris</i>	38
3.8.2.2 Vitaminy	39
3.8.2.3 Minerály a stopové prvky	40
3.8.2.4 Další živiny	41
3.8.3 Pěstování <i>Chlorella vulgaris</i>	42
3.8.3.1 Sklizeň <i>Chlorella vulgaris</i>	42
3.8.3.2 Zpracování <i>Chlorella vulgaris</i>	42
3.8.3.3 Sušení.....	42
3.8.4 Zkrmování řas zvířatům	43
4 Metodika krmného pokusu	44
4.1 Odběr vzorků.....	44
4.2 Analýza mléčného tuku.....	44
4.2.1 Extrakce lipidů.....	44
4.2.2 Zpracování vzorků mléka	45
4.2.3 Příprava vzorku k analýze GC.....	45

4.2.4 Použité chemikálie.....	45
4.2.5 Příprava methylesterů mastných kyseliny (FAME) a analýza pomocí plynové chromatografie (GC)	45
4.3 Vyhodnocení výsledků.....	47
5 Výsledky	48
6 Diskuze	81
7 Závěr.....	84
8 Seznam literatury	85

Hypotéza

První hypotéza udává, že přidavkem *Chlorelly vulgaris* do krmné dávky koz dojde k navýšení nádoje a obsahu mléčného tuku. Hypotéza druhá předpokládá snížení nasycených mastných kyselin. Třetí hypotéza udává, že dojde k navýšení zdraví prospěšných polynenasycených mastných kyselin, především $\omega - 3$ a $\omega - 6$ MK.

1 Úvod

Kozy společně s ovci patří mezi nejdříve domestikovaná zvířata, chovaná zhruba od 9. století. U nás v České republice má chov koz velmi bohatou historii. Nejčastěji se kozy chovají na farmách u soukromníků. Z hlediska výběru místa, je vhodné chovy situovat do oblastí ekologicky méně zatížených, které jsou většinou hůře využitelné pro intenzivní zemědělskou výrobu. Zároveň se doporučuje chovat kozy společně s ovci, které je tzv. „usměrňují“. Kozy se chovají nejen na produkci masa, ale i mléka, ze kterého se pak dále vyrábějí produkty od sýrů, tvarohů, kysaných mléčných výrobků, zmrzlin až po různé kosmetické výrobky.

Díky rozmanitosti výroby stoupá zájem o chov koz, a to především díky tomu, že mléko má velmi dobré nutriční hodnoty a působí pozitivně na lidský organismus. Existují jisté odlišnosti od mléka kravského, které jistě ocení jedinci trpící alergiemi na bílkovinu kravského mléka. Kozí mléko se vyznačuje vysokou stravitelností, vysokým obsahem bílkovin, minerálních látek a dobře stravitelných tuků. Díky jeho složení, které se odlišuje od mléka kravského je vhodné nejen pro děti, ale i pro starší populaci. Někteří jedinci mohou mít zábrany v konzumaci mléka a výrobků z něj, ať už z důvodu kozího zápachu či jiné. Přesto má vynikající dietetické vlastnosti a možná právě to je příčinou zvyšující se spotřeby mléka nejen u nás, ale i ve světě. Je v našem zájmu snažit se co nejvíce vylepšovat složky mléka a to už v základu kvalitní krmnou dávkou.

O mořské řasy začíná být v posledních letech výrazný zájem, a to především z hlediska jejich složení a kladných vlivů na zdraví, nejen u lidí, ale také u zvířat. Podporuje imunitní systém a celkově dodává lidskému organismu veškeré potřebné látky. Je velmi vhodná pro ty, kteří trpí různými alergiemi, či mnohem závažnějším i onemocněními jako je diabetes či Alzheimerova choroba. *Chlorella vulgaris* má pouze samá pozitiva, doposud nebyly zjištěny žádné nežádoucí účinky při jejím užívání. Na pěstování je poměrně nenáročná, a pokud má vhodné podmínky, narůstá velmi rychle. Je výborným zdrojem širokého spektra vitamínů, minerálních látek, chlorofylu a v neposlední řadě mastných kyselin. Díky těmto jejím vlastnostem, se v budoucnu jistě dostane vysoké obliby nejen u konzumentů, ale i u chovatelů.

2 Cíl práce

Cílem práce bylo provést a vyhodnotit analýzu mléčného tuku Bílých krátkosrstých koz, které byly přikrmovány řasou *Chlorella vulgaris* v porovnání s kontrolní skupinou koz bez příkrmu. Na základě výsledků zhodnotit, zda měl přídavek řas pozitivní účinek na profil mastných kyselin, především na obsah polynenasycených mastných kyselin.

3 Literární rešerše

3.1 Chov koz

Koza, jakožto hospodářské zvíře, byla domestikována již před 10 000 lety. Předchůdcem byla divoká plemena, která se vyskytovala na území dnešního Iráku, Íránu, Sýrie a východního Turecka (Haenlein, 2007). Mezi největší chovatele patří Indie, kde jsou jak kozy, tak ovce velmi důležitým odvětvím živočišné produkce. Zvířata se dobře přizpůsobují místnímu klimatu, dokáží překonat dlouhé vzdálenosti za pastvou a dobře se přizpůsobují nedostatku pastvy a vody. Druhým největším chovatelem je Čína, kde jsou kozy rozptýleny do všech klimatických pásem. Třetí místo v počtu chovaných koz zaujímá Pákistán. Kozy se zde chovají přímo na ulicích měst a na požádání zákazníka se požadované množství nadojí a použije k přímé konzumaci (Fantová a kol., 2012). V rámci EU můžeme hovořit o 17 % chovu koz z celosvětového měřítka (Delgado - Pertinez et al., 2003). V Evropě jsou největšími producenty kozího mléka Francie, Řecko a Itálie. Dále pak Španělsko a Portugalsko. V těchto zemích je na vysoké úrovni i výroba kozích sýrů (Delgado - Pertinez et al., 2003; Fantová a kol., 2012).

Na našem území je chov koz tradiční záležitostí. Již v roce 1900 se chovalo na území historických zemí 502 000 koz. Svého vrcholu dosáhl chov v roce 1945, kdy byl počet koz v Československu 1 592 300 kusů. V prvních poválečných letech se početní stavy koz udržovaly na vysokých stavech, ale následně se počet postupně snižoval. V roce 1960 byl celkový stav 660 000 ks, dále v roce 1972 jen 52 500 ks. V roce 1989 stavy dosáhly 50 000 kusů a postupně se zvyšovaly až do roku 1992, a to na 53 300 kusů. V roce 1993 vykazují statistiky FAO stavy koz v České republice 44 500 (Fantová, 2010; Fantová a kol., 2012). K dalšímu poklesu docházelo až do roku 2005, kdy byly stavy koz 12 623 ks. Poté se stavy začínají opět navyšovat, v roce 2009 již bylo 16 674 ks (SCHOK, 2015). Od roku 2010 dochází k dalšímu nárůstu, jak můžeme vidět v následující tabulce.

Tab. č. 1 Vývoj početních stavů koz v České republice po roce 2010 (ČSÚ, 2016)

Rok	Ks
2010	21 709
2011	23 263
2012	23 620
2013	24 042
2014	24 348
2015	26 765

3.2 Kozí mléko

Mlékem se rozumí potravina, splňující požadavky veterinárních předpisů, která je tepelně ošetřena v souladu s těmito předpisy (zákon č. 166/ 1 999 Sb. O veterinární péči a vyhlášky č. 375/ 2003 Sb.). Vyrábí se ošetřením syrového mléka, což je tekutina, vylučovaná mléčnou žlázou hospodářských zvířat, získaná dojením (Škopek, 2005). Již od nepaměti představuje mléko a výrobky z něj základní potravinu (Křivánek, 2009)

Mléko je emulze, obsahující různé složky, v největším zastoupení je zde voda, 87 – 91 %, a další biologicky funkční složky jako molekuly tuku, bílkovin, sacharidy, minerální látky a vitamíny (Albenzio a Santillo, 2011; Odstrčil a Odstrčilová, 2006). Hodnota pH čerstvého mléka je 6, 5 – 6, 75 (Velíšek, 1999). Mnoho autorů nahlásilo vysoké pozitivní korelace mezi pH a rychlostí koagulace u kravského, kozího i ovčího mléka (Raynal - Ljutovac, 2007).

Kozí mléko je zdravá, chutná a lehce stravitelná potravina za předpokladu, že zvířata jsou zdravá a ustájení, krmení, dojení a ošetřování nadojeného mléka je optimální (Kühnemann, 2011). Získává se od zdravých dojnic, které by měly být pravidelně kontrolovány (Odstrčil a Odstrčilová, 2006).

Mléko snadno absorbuje pachy z vnějšího okolí a přecházejí do něho pachové látky obsažené v krmivu, pravděpodobně kvůli tomu, že tukové kuličky mají menší průměr a snadněji rozrušitelnou membránu. Díky tomu má mléko sice vysokou stravitelnost, avšak snadněji podléhá lipolýze (Ceballos et al., 2009; Dostálová a Snížek, 1992; Raynal - Ljutovac, 2008).

3.3 Složení kozího mléka

Složení kozího mléka kolísá v poměrně širokých mezích. Je ovlivněno mnoha faktory jako je plemeno, stádium laktace, věk, výživa, způsob chovu, životní prostředí, infekce mléčné žlázy, postup dojení a podobně. (Dostálová a Snížek, 1992). Fekadu (2005) prováděl analýzu mléka na obsah tuku, proteinu, kaseinu, celkový obsah sušiny a somatické buňky a zjistil, že chemické složení kozího mléka se výrazně měnilo v průběhu laktace, což mělo za následek kolísání výnosu a sensorické kvality tvrdých a polotvrdých sýrů. Zatímco obsah kaseinu z kozího mléka se nijak významně neměnil během laktace, obsah sušiny se zvýšil od brzké po pozdní laktaci. Chilliard et al. (2003) dodává, že obsah mléčného tuku je vyšší především po porodu a pak se postupně během laktace snižuje.

Tab. č. 2 Složení kozího mléka (Fantová a kol., 2010)

Složka mléka	Kozí mléko [%]	Kravné mléko [%]
Sušina	13,12	12,4
Tuk	4,1	3,7
Bílkoviny	3,3	3,3
Kasein	2,5	2,8
Laktóza	4,7	4,8
Minerální látky (mg)		
Vápník	130	125
Fosfor	159	103
Hořčík	16	12
Draslík	181	138
Sodík	41	58
Železo	0,05	0,1
Měď	0,04	0,03

3.3.1 Sušina

Sušinu tvoří všechny složky mléka po vysušení při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti. Sušina je přibližně 12 – 13 % hmotnosti mléka. Nejvíce jsou zde zastoupeny tuky, bílkoviny a mléčný cukr. V menší míře vitamíny a minerální soli. Ostatních součástí mléka je v sušině pouze nepatrné množství. Bílkoviny, cukry a tuky jsou stavebními jednotkami organismů a podílejí se i na úhradě energetických potřeb. Minerální látky a vitamíny se nepodílejí na úhradě energetických potřeb organismu, ale jsou nezbytnými (esenciálními) složkami potravin. Je to proto, že jsou pro organismus nepostradatelné, organismus je nedokáže sám syntetizovat a musí být tedy součástí přijímané potravy (Červený, 2004).

3.3.2 Bílkoviny

Mléčná bílkovina je složena hlavně z kaseinů a syrovátkových bílkovin (Scintu a Piredda, 2007). Obsah bílkovin je ovlivněn mnoha faktory, a to zejména plemenem, fází laktace, krmením, klimatickými podmínkami a zdravotním stavem vemene (Park et al., 2007). Obsah kaseinu - hlavní mléčné bílkoviny - je podobný mléku kravskému, ale liší se zastoupením jednotlivých kaseinových frakcí. Hladina α_{s1} - kaseinu, který je hlavním proteinem v kravském mléce, je v kozím mléce malá nebo nulová. Tento rozdíl ve složení bílkovin pravděpodobně přispívá k nižší tepelné stabilitě kozího mléka. Obsah bílkovinného dusíku, zastoupení jednotlivých bílkovin, obsah kaseinových frakcí a jejich aminokyselinové složení kolísá v závislosti na plemeni (Dostálová a Snížek, 1998). El Hagrawy (1991) dodává, že aminokyselinové složení má vliv na chuť a vůni kozích sýrů. Bílkoviny kozího mléka jsou dobře stravitelné, v trávicím ústrojí se srážejí v drobných vložkách, což napomáhá účinku trávicích enzymů a tím jejich lepší stravitelnosti. Taktéž jsou důležitou složkou, která ovlivňuje pufrovací kapacitu kozího mléka (Dostálová a Snížek, 1998).

3.3.3 Kasein

Kaseiny jsou fosfoproteiny, které se v mléce vyskytují ve formě kaseinových komplexů micel (Odstrčil a Odstrčilová, 2006). U krav, koz a ovcí tvoří až 85 % obsahu bílkovin (tzv. kaseinové mléko) přežvýkavců, zatímco u ostatních savců je obsah kaseinu do 75 % z celkového množství bílkovin a mléko je nazýváno albuminovým (Červený, 2004).

Kasein kozího mléka má více glycinu, méně argininu a méně aminokyselin obsahujících síru, zvláště methioninu, než mléko kravské. Ve Francii byla studována molekulární struktura bílkovin kozího mléka. Bylo zjištěno, že nejen laktalbumin, ale i ostatní frakce proteinů kozího mléka se liší od těch, které jsou obsaženy v kravském mléce. To je pravděpodobně důvod, proč dítě intolerující výrobky z kravského mléka dobře snáší výrobky z kozího mléka (Fantová a Nohejlová, 2012).

Hlavní kaseinová frakce v kozím mléce je β - kasein (Dostálová a Snížek, 1998; Mora Gutierrez, 1991). Další obsah kaseinů v kozím mléce jsou stejně jako v mléce ovčím a kravském α_{s1} - kasein, α_{s2} - kasein, β - kasein a κ - kasein. Kaseinové složení mléka je dáno genetickým polymorfismem (Grosclaude and Martin, 1997). Hladina α - kaseinu, který je hlavním proteinem v kravském mléce je v kozím mléce malá nebo nulová (Park et al., 2007).

3.3.4 Proteiny syrovátky

Syrovátkové (sérové) proteiny tvoří asi z 50 % globulární protein β - laktoglobulin. Vyskytuje se ve třech genetických variantách. V mléce je přítomen jako dimer. Při záhřevu (také v přítomnosti vysokých koncentrací vápenatých iontů a v prostředí o $\text{pH} > 8,6$) nevratně denaturuje (Velíšek, 1999). Dalším významným proteinem je alfa – laktalbumin, který je součástí některých enzymů. Tvoří asi 30 % proteinů syrovátky (Odstrčil a Odstrčilová, 2006).

Dále mezi bílkoviny syrovátky můžeme zařadit sérový albumin a imunoglobuliny, které nejsou specifickými látkami pro mléko. Jsou tvořeny v krvi a právě z ní přecházejí přímo do mléka (Park et al., 2007; Červený, 2004).

Proteiny syrovátky jsou tepelně labilní, neboli termolabilní. Pasterací mléka při teplotě 72 – 74 °C (po dobu 20 – 40 s.) dochází k denuraci 50 – 90 % bílkovin syrovátky a inaktivuje se většina přítomných enzymů (Odstrčil a Odstrčilová, 2006).

3.3.5 Laktoferrin

Nejčastěji a nejdůkladněji studovanou minoritní bílkovinou je laktoferrin (LF). Jedná se o železo vázající multifunkční glykoprotein. Mnoho studií poukazuje na to, že laktoferrin je součástí přirozených antibakteriálních látek v mléce, které zvláště u čerstvě nadojeného mléka mají schopnost omezovat růst mikroorganismů, včetně patogenních, omezením dostupnosti železa. Vyskytuje se v malé koncentraci a je znám svými antibakteriální a

antitrombotickými účinky. Studie naznačují, že má také antivirovou aktivitu a je důležitým fyziologickým regulátorem růstu kostí (Park et al., 2007; Vorlová, 2012).

3.3.5 Lipidy

Jak již bylo řečeno, lipidy jsou obsaženy ve formě kapének a to ve velikosti pod 3, 5 μm . Patří k významným složkám potravin a ve výživě člověka tvoří jednu z hlavních živin nezbytnou pro zdraví a vývoj organismu (Velíšek, 1999).

Množství tuku kolísá v závislosti na jeho příjmu v potravě a také na plemenné příslušnosti. Mléčný tuk se skládá z vlastního jednoduchého tuku a tuků složitých. Vlastní tuk tvoří sloučenina glycerolu s celou řadou mastných kyselin (tzv. triglyceroly mastných kyselin). Složité tuky představují fosfolipidy obsahující fosforečnou kyselinu a cholesterol. Fosfolipidy jsou důležité pro výživu všech buněk v organismu, především pro výživu buněk nervové tkáně. Menší část mléčného tuku tvoří steroly, a to především cholesterol, který závisí na příjmu cholesterolu v potravě a je jediným sterolem v rostlinných tucích. Je důležité sledovat obsah sterolových frakcí v mléce hlavně z výživového hlediska, protože zvýšený obsah cholesterolu v krevní plazmě může podporovat riziko vzniku kardiovaskulárních onemocnění. Obsah cholesterolu v kozím mléce se může značně lišit, například v závislosti na plemeni. Je obsažen hlavně v membráně tukových kuliček. Mléčný tuk a jeho obsah v mléce podstatně ovlivňuje nejen kalorickou hodnotu mléka, ale i jeho smyslové vlastnosti (Červený, 2004; Park et al., 2007).

3.3.6 Mastné kyseliny

Mastné kyseliny jsou základní stavební složkou lipidů. Rozeznáváme mastné kyseliny s krátkým, středním a dlouhým řetězcem. Toto dělení závisí na počtu atomů uhlíku, kterých může být od 4 až po 38 uhlíků v molekule. V přírodě i v potravinách, se v lipidech vyskytují nasycené mastné kyseliny (saturované neboli SFA, z anglického saturated fatty acid), nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou (monoenové neboli MUFA, z anglického monounsaturated fatty acid), nenasycené MK s několika dvojnými vazbami (polyenové neboli PUFA, z anglického polyunsaturated FA) a poslední skupinu tvoří mastné kyseliny s trojnými vazbami a s různými substituenty (například kyslíkatými, sirnými nebo dusíkatými funkčními deriváty), které jsou ve srovnání s předchozími typy mastných kyselin v potravinářství a ve výživě podstatně méně důležité. Mohou se taktéž vyskytovat volné

mastné kyseliny, které nemají membránu jako kuličky mléčného tuku. V menší koncentraci působí příznivě, ovšem ve větší koncentraci mohou ovlivňovat negativně chuť mléka i sýrů (Soryal et al., 2005; Velíšek a Hajšlová, 2009).

3.3.7 Nasycené mastné kyseliny (SFA)

Mezi SFA, které mají krátký řetězec, patří kyselina máselná, kaprylová, kapronová a kaprinová, které patří mezi hlavní původce koziho pachu. Kyseliny se středně dlouhým řetězcem, například kyselina laurová, mohou zvyšovat syntézu cholesterolu vázaného v LDL formě, a proto bychom se měli snažit jejich příjem omezit. Mezi kyseliny, které mají dlouhý řetězec, řadíme především kyselinu palmitovou, která se vyskytuje hlavně v živočišných tucích, dále se pak vyskytuje v malém množství v každém tuku a oleji. Do SFA s dlouhým řetězcem řadíme také kyselinu stearovou, která je svým účinkem na organismus podobná monoenoové nenasycené kyselině olejové. Její účinek spočívá ve snižování poměru celkového cholesterolu k HDL frakci cholesterolu v krvi, a tím je důležitá v prevenci vzniku kardiovaskulárních chorob. Z výživového hlediska se doporučuje, aby celkový příjem energie z tuků nebyl vyšší než 30 % přijímané energie (Dostálová a Snížek, 1992; Park et al., 2007; Pokorný, 2006; Samková et al., 2008).

3.3.8 Monoenoové nenasycené mastné kyseliny (MUFA)

Mezi monoenoové mastné kyseliny zařazujeme kyseliny s jednou dvojnou vazbou. Tyto kyseliny se vzájemně liší počtem uhlíků, polohou dvojně vazby a její prostorovou konfigurací. Udává se, že nejvíce těchto kyselin je obsaženo v ovčím mléce, poté v kravském a nakonec v kozím. V největším zastoupení se do této skupiny řadí kyselina olejová, která je obsažena z 19,1 %. Tato kyselina je velmi důležitou tukovou složkou potravy (Dostálová a Snížek, 1992; Mourek a kol., 2007). Bylo zjištěno, že po přidavku olivového koláče do krmné dávky ovcí došlo k navýšení obsahu těchto kyselin v mléce (Park et al., 2007).

3.3.9 Polyenoové nenasycené mastné kyseliny (PUFA)

Mezi PUFA patří především kyselina linolová (dienová), která se v přírodních lipidech ve větším množství příliš nevyskytuje, zato ve výživě člověka je velmi důležitá. Dále pak kyselina linolenová (trienová), která se může vyskytovat ve dvou fyziologicky odlišně působících formách a to isomer α (řada $\omega - 3$) a isomer γ (řada $\omega - 6$) (Velíšek a Hajšlová, 2009). Dále můžeme zařadit kyselinu docosahexaneovou (DHA), která je jedna z

nejdůležitějších ω - 3 polynenasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem (Valenzuela et al., 2006). Cattaneo et al. (2006) zjistili, že při zkrmování rybího tuku kozám dojde k navýšení právě této DHA kyseliny a také eikosapentaneové kyseliny (EPA).

3.3.10 Konjugovaná kyselina linolová (CLA)

CLA je další zajímavou složkou mléčného tuku. Jedná se o souhrnný název zahrnující všechny izomery kyseliny linolové. Dle výzkumů má CLA antikancerogenní účinky, snižuje hladinu cholesterolu v krvi, napomáhá snižování tělesné hmotnosti a dokáže stabilizovat hladinu krevního cukru při diabetu. Její koncentrace v mléce a mléčných výrobcích závisí především na složení krmné dávky. Navýšení CLA může napomoci přídavek řepky či jiných doplňků stravy bohatých na polynenasycené mastné kyseliny (Park et al., 2007). Chilliard et al. (2003) ve své studii popisuje, že obsah CLA v kozím mléce se prudce navyšuje po přídavku rostlinného oleje.

Tab. č. 3 Průměrné složení hlavních mastných kyselin mateřského, kravského a kozího mléčného tuku (% z celkových mastných kyselin) (Dostálová a Snížek, 1992)

Mastná kyselina	Název	Mléčný tuk		
		mateřský	kravský	Kozí
Nasyčené				
4:0	máselná	-	3,2	3,9
6:0	kapronová	-	2	2,2
8:0	kaprylová	0,1	1,2	2,3
10:0	kaprinová	1,1	2,8	8
12:0	laurová	4,1	3,5	3,1
14:0	myristová	5,7	11,2	10,3
16:0	palmitová	22,4	26	32,5
18:0	stearová	9,2	11,2	10,1
Nenasycené				
14:1	myristolejová	0,4	1,4	0,1
16:1	palmitolejová	3,8	2,7	1,1
18:1	olejová	35	27,8	19,1
18:2	linolová	10,8	1,4	2,8
18:3	linolenová	0,9	11,5	0,6
Nasyčené celkem		42,6	61,1	72,4
Nenasycené celkem		50,9	34,8	23,7

Jak je vidět v tabulce, složení mastných kyselin tuku mateřského mléka a tuku kravského nebo kozího mléka se poměrně značně liší. V kozím mléce je hojně zastoupena kyselina máselná (C 4:0), kapronová (C 6:0), kaprylová (C 8:0), kaprinová (C 10:0), laurová (C 12:0), myristová (C 14:0), palmitová (C 16:0) a linolová (C 18:2), ale již méně kyselina stearová (C 18:0) (Haenlein, 2004).

Tuk mateřského mléka obsahuje mnohem více nenasycených mastných kyselin a méně nasyčených mastných kyselin než tuk mléka kravského nebo kozího. U kravského a kozího mléka je velmi nízký obsah esenciální mastné kyseliny linolové, která je z výživového hlediska velmi významná. Z toho důvodu se sušená mléka určená pro nejmenší kojence upravují přidávkem směsi sójového a slunečnicového oleje. Složení mastných kyselin je z hlediska obsahu nenasycených mastných kyselin u kozího mléka ještě nepříznivější než u

mléka kravského. Další velký rozdíl je v obsahu nižších mastných kyselin, kterých je obsaženo nejvíce u mléka kozího. Vysoký obsah těchto kyselin v kozím mléce podmínil triviální názvy těchto kyselin, které jsou odvozeny od latinského názvu kozy *Capra hircus*. Nižší mastné kyseliny mají specifickou nepříjemnou chuť a vůni, která může být příčinou vad mléka, u kterého došlo k hydrolyze tuku a uvolnění mastných kyselin z jejich vazby v triglyceridech. Složení mastných kyselin mléčného tuku přežvýkavců je ovlivněno složením krmiva, protože dochází k hydrogenaci mastných kyselin z krmiva v zažívacím traktu. Nejvyšší obsah nenasycených mastných kyselin v mléčném tuku je v letních měsících a nejnižší v měsících zimních (Dostálová a Snížek, 1992). Park et al. (2007) dodává, že obsah mastných kyselin kaprinové, myristové, palmitové, stearové a olejové by měl být větší než 75 %.

3.3.11 Sacharidy

Sacharidy dělíme na monosacharidy, cukry jednoduché, glykosidy a cukry složené (Odstrčil a Odstrčilová, 2006).

Monosacharidy, a to především glukosa, se v mléce vyskytují v nevýznamném množství, hlavním cukrem je disacharid laktóza, v menším množství jsou přítomny další příbuzné oligosacharidy (Velíšek, 1999). Laktóza neboli mléčný cukr, je obsažen pouze v mléce a má velký význam při podpoře trávení a vstřebávání vápníku i bílkovin. Také podporuje syntézu vitamínů skupiny B (Odstrčil a Odstrčilová, 2006). K rozkladu laktózy je důležitý enzym laktáza (Straub, 1962). Podle Kalače (2003) je laktóza substrátem pro rozvoj řady bakterií.

3.3.12 Minerální látky

Obsah minerálů v kozím mléce kolísá, a to především v závislosti na plemeni, způsobu krmení, zdravotním stavu a v neposlední řadě ve fázi laktace. Zhruba 50 – 70 % potřebného vápníku získává lidský organismus z mléka a mléčných výrobků. Během laktace obsah jednotlivých prvků značně kolísá. Počet laktací nemá prakticky žádný vliv na obsah minerálních látek kromě sodíku, jehož obsah je nižší o 15 – 20 % při první laktaci. U vápníku je důležité, v jaké formě je v mléce obsažen. (Červený, 2004; Fantová a Nohejlová, 2012; Park et al., 2007).

Tab. č. 4 Obsah minerálních látek v kozím mléce (Dostálová a Snížek, 1992; Fantová, 1997).

Minerální látka /mg.100 m ⁻¹ /	Kozí mléko	Kravské mléko
Vápník	102 -203	110
Hořčík	13 – 19	11
Sodík	35 – 65	58
Draslík	157 – 255	126
Fosfor	86 – 118	90
Železo	0,01 - 0,11	0,04
Zinek	0,19 -0,48	0,36
Měď	0,01 - 0,06	<0,01

Z tabulky je zřejmé, že obsah Ca, Mg, Na, K a P je podobný obsahu minerálních látek v mléce kravském, ovšem hodnoty bývají v zásadě vyšší. Jejich obsah může značně kolísat i u téhož zvířete. Nevýhodou kozího mléka je, že obsahuje mnoho rozpuštěných látek, které mohou způsobit ledvinové obtíže (Dostálová a Snížek, 1992; Silanikove et al., 2010).

3.3.13 Vitamíny

V mléce se nacházejí všechny důležité vitamíny. Jejich obsah však není stálý a závisí na přijímaném krmivu a jeho kvalitě, normální funkční aktivitě bachorové mikroflóry, zdravotním stavu dojníc i na plemenné příslušnosti. Závisí také na ošetření mléka, jeho skladování a zpracování po nadojení. Vitamíny dělíme na rozpustné v tucích (A, D, E, K) a rozpustné ve vodě (vitamíny skupiny B, C a biotin H). Přecházejí do sekrečních buněk žláзовého parenchymu z krevního séra a z těchto buněk v nezměněné podobě do mléka (Červený, 2004). Kozí mléko je velmi bohaté na vitamín A. Díky jeho obsahu a vyššímu obsahu niacinu (B3) je vhodné pro výživu kojenců. V mléce dále nalezneme přebytky v obsahu thiaminu (B1), riboflavinu (B2) a kyseliny pantothenové (B5) (Fantová a Nohejlová, 2012). Velíšek a Cejpek (2008) dodávají, že kyselina pantothenová je základní živinou pro mnoho kmenů kvasinek a také pro mléčné, propionové a dalších druhy bakterií.

Obsah beta karotenu (provitaminu A) je velmi nízký, až nulový (Fantová a Nohejlová, 2012). Velíšek (1999) dodává, že při skladování syrového mléka dochází ke značným ztrátám vitamínu C, a to při chladiřenském skladování asi kolem 50 % a se zvyšující se teplotou ztráty rostou. Pokud chceme zachovat obsah vitaminů, doporučuje se pasteurace mléka vysokou

teplotou po krátkou dobu. Dojde pouze k nevýraznému poklesu thiaminu, riboflavinu a vitamínu C (Park et al., 2007).

Tab. č. 5 Obsah vitamínů v kozím mléce

Vitamín/ $\mu\text{g}\cdot 100\text{ ml}^{-1}$ /	Kozí mléko	Kravské mléko
Vitamín A	44	52
Karoten	<0,1	21
Vitamín D	0,12	0,03
Vitamín E	30	90
Vitamín C	1100	840
Thiamin	41	40
Riboflavin	138	167
Vitamín B6	63	60
Vitamín B12	0,08	0,36
Kyselina nikotinová	328	83
Kyselina panthotenová	415	340
Biotin	3,1	2
Kyselina listová	0,6	5,7

(Dostálová a Snížek, 1992; Fantová, 1997).

V obsahu vitamínů jsou určité rozdíly mezi kravským a kozím mlékem. Většinou nejsou příliš výrazné nebo mléko není jejich významným zdrojem. Významný je pouze nižší obsah vitamínu B₁₂ (kobalamin) a kyseliny listové u kozího mléka, který může být příčinou anémie u kojenců krmených výhradně kozím mlékem (Dostálová a Snížek, 1992). Podle Chacóna (2005) kravské mléko obsahuje pět krát více vitamínu B12 než mléko kozí.

Kozí i kravské mléko mají deficit vitamínu C, D a B6 (pyridoxinu), a proto je nutné tyto látky doplňovat jinou cestou (Park et al., 2007; Fantová a Nohejlová, 2012).

3.3.14 Rozdíly mezi kozím a kravským mlékem

Studie zabývající se rozdíly mezi kozím a kravským mlékem poukazují na rozdíly v obsahu proteinů, tuku a minerálů (Ceballos et al., 2009).

Pokud jde o obsah živin a sušiny, neliší se nijak podstatně od kravského mléka, ale díky svému složení má vyšší léčebnou hodnotu, která byla známa už ve starověku. Je bohaté na minerální látky a stopové prvky, kyselinu linolovou a linolenovou, stejně tak na vitaminy (Kühnemann, 2011). Ve studii dle Ceballose et al. (2009) bylo zjištěno, že obsah kyseliny linolové v kozím mléce je o 62 % vyšší než v mléce kravském.

Na rozdíl od nažloutlého mléka kravského, má kozí mléko bílou barvu. Je to způsobeno tím, že kozí mléko prakticky neobsahuje žlutě zbarvené karoteny, neboť organismus kozy má omezenou schopnost je vstřebávat a následně vylučovat do mléka (Dostálová a Snížek, 1992; Coop, 1982). Navíc byly objeveny účinné látky vysoké dietetické a léčivé hodnoty, jako je například kyselina orotová nebo ubichinon, které se v kravském mléku nevyskytují ani v minimálním množství (Kühnemann, 2011). Kozí mléko má menší podíl koagulovatelných bílkovin avšak vyšší procento nebílkovinného dusíku, a vyšší variabilitu ve svých fyzikálních a chemických vlastnostech (Gordon, 1997). Další zvláštnost oproti kravskému mléku spočívá v tom, že tuk je rozptýlen ve formě tukových kuliček, které se stáním a ochlazením neshlukují (Kühnemann, 2011).

Obsah bílkovin a jejich aminokyselinové složení je podobné, avšak skladba je rozdílná (Velíšek, 1999). Díky této odlišnosti ve skladbě bílkovin kozího mléka ho mohou použít zejména kojenci, kteří nesnášejí kravské mléko jako náhražku mateřského mléka (Fantová, 1997). Studie dle Albenzia (2011) prokazuje, že kozí mléko je tou správnou alternativou mateřského mléka díky obsahu hypoalergenních proteinů. Pandya and Ghodke (2007) taktéž poukazuje na vynikající nutriční a protialergické vlastnosti kozího mléka a doporučuje ho jak dětem, tak nemocným lidem.

Kozí mléko se od kravského a mateřského mléka liší lepší zásadovitostí, pufrovací kapacitou a určitou léčebnou hodnotou (Park, 1994). Minerální látky a vitamíny jsou ve většině případů ve vyšším zastoupení než u mléka kravského (Park et al., 2007).

3.4 Mléko ve výživě lidí

Kozí mléko je uznávané pro jeho vynikající vlastnosti. Je vhodné pro ty, kteří trpí alergiemi na kasein - bílkovinu kravského mléka. Dobré výsledky přineslo i u kožních chorob, jako třeba neurodermitidy, která se může objevit zejména u dětí jako následek alergie na kravské mléko. Přesnější vědecké výzkumy o léčebném nasazení kozího mléka ale stále ještě chybějí (Dostálová, 2004; Jandal, 1996; Kühnemann, 2011). Haenlein (2004) dodává, že se může kozí mléko uplatňovat při podpoře léčby nádorových onemocnění.

Kozí mléko je velmi užitečné pro jedince, kteří trpí například překyselením organismu, jelikož je alkalické povahy na rozdíl od mléka kravského, které je mírně kyselé. Dalšími problémy mohou být ekzémy, astma, migrény, koliky, žaludeční vředy, zažívací potíže, onemocnění jater a žlučníku. Také může napomáhat při nemocech souvisejících se stresem jako je například nespavost, zácpa a neuroticky způsobené zažívací potíže (Jandal, 1996).

Rozkladem laktózy ve střevě za účasti enzymu laktáza a mikroorganismů vzniká kyselina mléčná, která působí blahodárně na střevní mikroflóru (Červený, 2004).

Někteří lidé ovšem mohou trpět laktózovou intolerancí, která se může projevovat plynatostí, nadýmáním či průjmy. Celosvětově je téměř 70 % dospělé populace, u níž se předpokládá, že trpí laktózovou intolerancí, z důvodu nedostatku laktázy. Proto by měli omezit konzumaci mléka i mléčných výrobků. Mnoho lidí si ovšem také plete svou nesnášenlivost laktózy s alergií na mléko, respektive na bílkovinu mléka (Dobler, 2003; Maxa a Rada, 1996). Pokud obtíže působí opravdu laktózová intolerance, stane se tak po každém mléku, ale pokud jde o alergii na mléčný protein, mělo by kozí mléko být řešením (Belanger a Bredesenová, 2014).

Tab č. 6 poukazuje na to, jak může 1l mléka člověku posloužit při krytí požadované denní potřeby živin (Kopáček a Obermaier., 2009)

živina	Z kolika %
vápník	až 100 %
fosfor	až 67 %
vitamin B12	až 66 %
bílkoviny	až 49 %
vitamin A	až 30 %
vitamin B1	až 27 %
vitamin C	až 19 %
železo	až 3 %

3.5 Kvalitní mléko

Pod pojmem kvality se u mléka rozumí, jak jeho nutriční hodnota, vyjadřovaná zejména obsahem tuku, bílkovin, vitamínů a dalších nutričně významných látek, tak i jeho technologická hodnota, zahrnující v sobě soubor požadavků zpracovatelského průmyslu, mezi kterými stojí na předním místě sensorické a mikrobiologické vlastnosti a kysací schopnosti mléka, které podmiňují jak jeho vhodnost pro zpracování na různé mlékárenské výrobky, tak i celkovou kvalitu těchto výrobků (Perlín, 1979). Všeobecným požadavkem na kvalitní mléčnou surovinu jsou výborné sensorické vlastnosti mléka, atraktivní barva, příjemná chuť a vůně (Forman, 1998).

3.5.1 Požadavky na kvalitu koziho mléka

Pro dosažení a udržení vysoké kvality koziho mléka je nutné na kozích farmách sledovat následujících pět parametrů:

1. Obsah výživových složek v mléce;
2. Počet somatických buněk indikujících výskyt mastitid;
3. Počty bakterií, které jsou odrazem hygieny při výrobě mléka;
4. Výskyt reziduí pesticidů a falšování mléka;
5. Sensorické hodnocení chuti, vůně a vzhledu mléka (Dostálová a Snížek, 1992).

Mléko od různých savců, včetně koz, obsahuje heterogenní populace buněk, které se běžně označují jako somatické buňky. U dojníc se počet somatických buněk používá pro hodnocení kvality mléka a k určování jeho ceny (Silanikove et al., 2010). Rajnal - Ljutovac (2006) ukazují, že nezjistili žádnou korelaci mezi vysokým počtem somatických buněk a úrovní lipolýzy u individuálních 776 čerstvých vzorků kozích mlék. Byla zjištěna pouze nižší dojivost spojená s vysokým počtem somatických buněk.

Pozornost by se měla věnovat i obsahu mykotoxinů, které mohou přecházet do mléka z krmiva, které je obsahuje (Dostálová a Snížek, 1992). Pokud je člověk zkonsumuje, mohou totiž způsobit řadu škodlivých účinků, ať už karcinogenních, teratogenních nebo například imunotoxických (Silanikove et al., 2010). Na kozích farmách ve vyspělých zemích jsou na kvalitu koziho mléka kladeny vysoké požadavky. Mikrobiální jakost koziho mléka je nutné velice pečlivě sledovat i u malovýrobců, protože kozí mléko velice často obsahuje patogenní nebo podmíněně patogenní mikroorganismy. Je nutné sledovat i mikrobiologickou jakost kozích sýrů, především sýrů vyráběných na farmách (Dostálová a Snížek, 1992). V důsledku

nepozornosti chovatele může dojít ke kontaminaci mléka cizími látkami, které jsou běžně používány na farmě, jako například antibiotika, čistící či desinfekční látky (Silanikove et al., 2010). Vysoký počet bakterií, zejména psychrofilních, není hodnocen negativně pouze z hlediska hygienického, ale má negativní vliv i na smyslové vlastnosti mléka a výtěžnost při výrobě sýrů.

Vedle mikrobiologické kvality je nutné dbát i na dobrou kvalitu z hlediska fyzikálně chemického. Mléko před zpracováním nesmí být vystaveno přílišnému mechanickému namáhání / třepání, míchání/, aby nedošlo k porušení stability tukové emulze. Nešetrné mechanické zpracování včetně úpravy teploty mléka mícháním studeného a teplého mléka vede ke vzniku vad chuti a vůně, které jsou velmi důležitými organoleptickými vlastnostmi koziho mléka (Dostálová a Snížek, 1992). Vysoké nároky na hygienickou jakost syrového mléka mají především výrobci kojenecké dětské výživy (Forman, 1998)

3.5.2 Získávání kvalitního mléka

Získávání kvalitního mléka, bohatého na živiny, aromatického a prostého choroboplodných zárodků, závisí kromě plemene a hodnotného krmiva především na hygienických podmínkách chovu. Abychom zabránili pronikání bakterií při znečištění a ovlivnění aroma cizími pachy (například kozím pachem), musíme zachovávat úzkostlivou čistotu a dbát na pečlivé zacházení s mlékem. Jsou důležitá především tato opatření:

- vemeno a část těla kolem něj před dojením očistíme;
- k dojení používáme jen čisté náčiní;
- máme čisté oblečení a ruce;
- dbáme na hygienu a větrání ve chlévě;
- pohlavně zralé kozy držíme odděleně od dojnic;
- čerstvě nadojené mléko okamžitě odneseme ze stáje;
- postaráme se o rychlé ochlazení na nejméně 4 °C a o odpovídající uložení, pokud mléko okamžitě nepotřebujeme nebo nezpracujeme;

→ Pro delší skladování bychom měli mléko pasterizovat zahřátím na 62 až 65 °C po dobu 30 vteřin.

Kolostrum (mlezivo) a mléko ze zaníceného vemene, nebo obecně mléko od zvířete, kterému jsou podávány léky, se nehodí pro spotřebu a nesmí být ani dále zpracováváno (Kühnemann, 2011).

3.6 Fyziologie trávení přežvýkavců

Přežvýkavci mají před žaludkem vyvinutý mohutný předžaludek. Ten je složen ze tří komor – bachoru, čepce a knihy a je dokonale adaptován na využití rostlinného krmiva. U sajících mláďat je bachor slabě. Teprve s příjmem hrubé píce dochází k jeho rozvoji. Sliznice předžaludku nemá trávící žlázy, přesto v něm dochází k intenzivnímu trávení prostřednictvím mikroorganismů. Vstřebávají se zde zejména těkavé mastné kyseliny a amoniak, dále minerální látky (Na, K, P, Ca, Mg) a vitamíny rozpustné ve vodě. Bachor představuje pro mikroorganismy optimální podmínky. Je zde anaerobní prostředí, vhodná teplota (39 – 40 °C) a optimální pH (6,2 – 6,8). Pokles pod 5, 7 označujeme jako acidózu, zvýšení nad 7, 3 jako alkalózu (Žižlavský a kol., 1999).

Fermentace probíhá hlavně v bacheru. Základním znakem celého procesu je anaerobióza. Proto obyvateli bacheru mohou být pouze fakultativní nebo striktní anaerobové. Fyzikálně chemické vlastnosti bacherového prostředí jsou poměrně konstantní. Tím je umožněno stabilní druhové složení mikroorganismů (Bartoš, 1987).

3.6.1 Bacherové mikroorganismy

Bacherové mikroorganismy jsou buď přichyceny na částech potravy, na epitelové buňky sliznice (adherentní bakterie) nebo se nacházejí volně v bacherové tekutině. Druhové složení mikroorganismů je relativně stálé. Mikrobiální populace zahrnuje bakterie, nálevníky a bacherové anaerobní houby (Žižlavský a kol., 1999).

3.6.1.1 Bakterie

Bakterie jsou nejpočetnějšími a nejrozmanitějšími obyvateli bacheru (Hoover and Miller, 1992). V předžaludku se nachází více než 60 různých druhů bakterií. Jejich počet kolísá v rozsahu 10^9 – 10^{11} v jednom mililitru tekutiny a je závislý na dietě. Při krmení lehce metabolizovatelnými polysacharidy je jejich koncentrace vyšší (Bartoš, 1987). V průběhu dne bývá nejvyšší koncentrace 3 – 6 hodin po nakrmení. Mezi faktory, ovlivňující počet bakterií, zahrnujeme i roční období. Mezi bakteriemi existují symbiotické vztahy, růst jednoho druhu závisí na přítomnosti jiných druhů. K hlavním činnostem bacherové mikroflóry patří trávení celulózy, syntéza bílkovin z dusíkatých látek nebílkovinných a syntéza vitamínů (Žižlavský a kol., 1999).

3.6.1.2 Nálevníci

Počty nálevníků jsou oproti počtu bakterií daleko nižší. Jejich množství se pohybuje v řádech $10^4 - 10^7$ v jednom mililitru bachorové tekutiny (Bartoš, 1987).

Množství je závislé na složení krmné dávky, době po nakrmení, věku, užitkovosti, stupni anaerobiózy, pH a fyziologickém stavu zvířete. Vysoký počet je zejména po nakrmení čerstvou pící a šrotem, během gravidity, laktace, u zvířat rychle rostoucích a při zvýšené hladině bílkovin v krmné dávce. Ke snížení počtu prvoků dochází při zkrmování mléka, nápojů z ječné drti a lněných pokrutin, řepy, brambor a dalších krmiv s nízkým obsahem celulózy a při hladovění. Po osmi dnech takového jednostranného krmení může nastat až úplná defaunace předžaludku. K osídlení předžaludku mladých zvířat dochází při přechodu z mléčné výživy na zkrmování objemného krmiva nebo kontaktním přenosem od dospělých zvířat. Prvoci jsou přísně anaerobní a k získávání energie využívají různé sacharidy. Nálevníci příznivě ovlivňují trávicí pochody v bachoru (Žižlavský a kol., 1999).

3.6.1.3 Houby

Přítomnost organismů patřících mezi houby byla pozorována již v počátcích zkoumání ekosystému bachoru. Jde především o plísně a kvasinky, které se v různém množství vyskytují jako kontaminace v krmivu a stávají se tak přechodnými obyvateli bachoru, bez významnější účasti na fermentačních procesech, které zde probíhají. Přizpůsobení hub podmínkám bachoru je dokonalé (Bartoš, 1987). Bachorové anaerobní houby mají velký význam pro trávení celulózy a aktivně se podílejí na trávení vlákniny (Žižlavský a kol., 1999).

3.6.2 Trávení v tenkém střevě

Tenké střevo je nejlépe vybaveno pro trávení. Štěpí se zde všechny živiny pankreatickou střevní šťávou za pomoci žluči. Jedná se o nejdůležitější místo, kde dochází ke vstřebávání všech živin. Jeho vstřebávací plocha je prostřednictvím řas, klků a mikroklků mnohonásobně zvětšena a sliznice je silně prokrvena (Žižlavský a kol., 1999).

3.6.2.1 Trávení sacharidů

Sacharidy jsou zdrojem energie jak pro přežvýkavce, tak i pro mikroorganismy v bachoru. Metabolické procesy, vedoucí k produkci energie ze sacharidů se skládají

z přípravné fáze a fáze vlastní produkce energie. Sacharidy se v tenkém střevě vstřebávají do krve převážně ve formě monosacharidů (Žižlavský a kol., 1999).

Mléčný cukr – disacharid - laktóza je syntetizována pouze v mléčné žláze, a to v sekrečních buňkách žlázy parenchymu především z krevního cukru (glukózy), který je při průtoku krve mléčnou žlázou odevzdáván sekrečním buňkám. Zde se laktóza vytváří spojením glukózy a galaktózy a je uvolňována do mléka (Červený, 2004; Vorlová, 2012).

3.6.2.2 Trávení bílkovin

Proteiny obsažené v krmivu podléhají v batoru extenzivní bakteriální i protozoální proteolýze, ve které jsou hydrolyzou peptidických vazeb proteinového řetězce postupně štěpeny na peptidy a dále až na aminokyseliny (Bartoš, 1987). Tyto aminokyseliny přicházejí do sekrečních buněk krve a dochází zde k syntéze bílkovin. Jen nepatrné množství přechází z krve do mléka již v nezměněné formě (Červený, 2004). Část aminokyselin využívají mikroorganismy k proteosyntéze, zbytek je deaminován bakteriálními deaminázami za vzniku amoniaku. Proces deaminace probíhá rychleji než proteolýza a proto nedochází v předžaludku k nahromadění aminokyselin. Aminokyseliny vzniklé při hydrolyze bílkovin nebo přijaté v krmivu jsou v předžaludku dále metabolizovány. Konečnými produkty jejich štěpení jsou nejčastěji amoniak, CO₂ a těkavé mastné kyseliny. Jak bakterie, tak nálevníci rozkládají rovněž nukleové kyseliny. Imunoglobuliny mléka se nerozkládají a během 24 – 36 hodin po porodu mohou procházet přes stěnu střeva nerozložené. Mládě, které se rodí téměř bez protilátek, tak získává kolostrální imunitu (Žižlavský a kol., 1999).

3.6.2.3 Trávení lipidů

Lipidy přicházejí do batoru s potravou, jsou činností batorových mikroorganismů hydrolyzovány a uvolňované mastné kyseliny jsou redukovány na nasycené a monoenoové mastné kyseliny (Bartoš, 1987). Dále 2 – monoacylglyceroly, diacylglyceroly a glycerol. Tyto produkty trávení, spolu s malým množstvím nehydrolyzovaných tukových kapének, se převážně v tenkém střevě resorbují do krve a mízy. Glycerol je ve vodě rozpustný a vstřebává se snadno pasivním transportem do krve. Vyšší mastné kyseliny, mono-, di- a triglyceroly jsou ve vodě nerozpustné, a proto obtížně resorbovatelné. Jejich rozpustnost a vstřebatelnost zajišťují soli žlučových kyselin.

Mléčný tuk není identický s tukem krevní plazmy. 75 % mléčného tuku je výsledkem syntézy mléčné žlázy (Žižlavský a kol., 1999). Syntéza probíhá v sekrečních buňkách žláзовého parenchymu, kde se ukládá v podobě mléčných tělísek, již zmiňovaných tukových kapének, které se při sekreci oddělují ze sekrečních buněk do dutiny alveol a tubulů (Červený, 2004).

Zdrojem uhlíku pro syntézu mastných kyselin je u přežvýkavců především kyselina octová. Část mléčného tuku pochází z neutrálního tuku jater a tukové tkáně. Glycerol se dostává do mléčné žlázy buďto z krve nebo se syntetizuje v mléčné žláze kyselina propionová, která je pro přežvýkavce glukogenní, je v mléčné žláze zdrojem laktózy, podílí se na syntéze mléčného kaseinu jako prekurzor některých aminokyselin a je jen v malé míře inkorporována do mléčného tuku. Rovněž kyselina máselná je spíše glukogenní než lipogenní a kromě toho je hlavním zdrojem energie pro laktující mléčnou žlázu. Produkce mléčného tuku závisí i na poměru mezi produkcí kyseliny octové, propionové a máselné v předžaludku. Krmná dávka bohatá na vlákninu zvyšuje produkci kyseliny octové a tím i tuku v mléce, krmná dávka bohatá na koncentráty snižuje obsah tuku v mléce v důsledku zvýšené produkce kyseliny propionové, která je vlastním prekurzorem glukózy (Žižlavský a kol., 1999).

3.7 Řasy

Řasy, latinsky *Algae*, řecky *Phykos*, představují skupinu, která – nehledě na současné systematické zařazení do čtyř říší – má řadu podobných vlastností jako biotická skupina. Studium řas se zabývá algologie, často též nazývaná fykologie. V české odborné literatuře se používá spojení „sinice a řasy“, což ukazuje na rozdíl mezi prokaryotními sinicemi a eukaryotními řasami (Kalina a Váňa, 2005).

Eukaryotické řasy jsou velmi různorodou skupinou organismů, které obývají obrovský rozsah ekosystému od Antarktidy po pouště. Tvoří více než polovinu primární produkce potravinového řetězce (Guschina, 2006).

Lidská populace se rozrůstá a svět čelí potravinové krizi. Značnou nadějí na vyřešení těchto problémů přitom poskytuje zdroj potravy, který se ve velké části světa využívá jen minimálně, a tím jsou řasy. Jejich kalorická hodnota je sice mizivá, zato jsou doslova nabitý vitaminy, minerály, komplexními proteiny, enzymy, chlorofylem a dalšími živinami, bez nichž se lidské tělo neobejde. Zvláště nadějnými zdroji nutrientů jsou zejména dvě jednobuněčné sladkovodní řasy: *Spirulina* a *Chlorella*. Jde o velmi staré organismy, jedny z vůbec nejstarších na Zemi. Jsou velmi primitivní a jednoduché, právě v tom ale spočívá jejich síla. Veškerou svou buněčnou aktivitu zaměřují na produkci živin (Dallen, 2010).

Řasy jsou vhodné jako doplněk stravy, přísávek do krmiva zvířat či dokonce do kosmetických výrobků (Piper et al., 2012). Oswald et al. (1978) také navrhuje využití řas k čištění odpadních vod.

3.8 *Chlorella vulgaris*

Chlorella vulgaris je jednobuněčná sladkovodní řasa, která patří k vůbec nejstarším organismům na Zemi. V roce 1890 ji objevil mikrobiolog M. W. Beijerinck. Dlouho se však o jejích mimořádných účincích mnoho nevědělo. Důvod byl jednoduchý, *Chlorella* má totiž velmi pevnou buněčnou stěnu, která způsobuje, že živiny uvnitř jsou pro naše tělo jen těžko dostupné. Bližšímu zkoumání se proto *Chlorella* podrobila až po roce 1940. Průkopníky byli japonští vědci, kteří vyvinuli technologii umožňující rozlomení buněčné stěny, aniž by při tom došlo k rozkladu obsažených živin. Díky tomu mohl svět začít využívat jeden z neúčinnějších prostředků, který nám příroda nabízí (Dallen, 2010).

Buněčný obsah *Chlorelly* je mimořádně hodnotný. V sušině je obsaženo až 60 % bílkovin, podobajících se více bílkovinám živočišným než rostlinným. Obsahuje z 10 % sacharidy, z 15 % tuky, vlákninu z 8 %, 3 - 4 % chlorofylu a minerální látky (Doucha, 1998).

V Japonsku je dnes *Chlorella* nejprodávanějším potravním doplňkem, pravidelně ji užívá neuvěřitelných deset milionů lidí. Velmi populární je také ve Spojených státech. Důvod obliby je jednoduchý, *Chlorella* je velmi bohatý zdroj živin, obsahuje vůbec nejvíc chlorofylu z celé rostlinné říše, jde o mimořádně účinný detoxikační prostředek, který má příznivý vliv na celou řadu procesů v lidském organismu. Její pěstování je navíc relativně snadné. Pokud má příznivé podmínky v podobě čisté filtrované vody a dostatku slunečního záření, množí se až neuvěřitelně rychle. Na začátku měří 2 - 3 mikrony (mikron je tisícina milimetru), postupně vyrostou až na velikost 8 - 10 mikronů, a poté dojde k nepohlavnímu buněčnému dělení. Tento cyklus trvá 20 - 24 hodin, což znamená, že během jediného dne může populace této řasy vzrůst až na čtyřnásobek, což je v rostlinné říši ojedinělé tempo (Dallen, 2010). Podle Douchy, 1998 dojde ke zdvojnásobení její hmoty již za 3 - 6 hodin.

To vše dělá z *Chlorelly* potravinu budoucnosti, která může zajistit dostatek živin rostoucí světové populaci (Dallen, 2010).

3.8.1 Jak *Chlorella vulgaris* prospívá lidskému zdraví:

1) Nabízí komplexní výživu

Je bohatá nejen na vitamíny a minerály, ale i na chlorofyl, vlákninu, antioxidanty, ribonukleové kyseliny a unikátní růstový faktor CGF. Díky tomu přímo vyživuje každou z 60 bilionů buněk našeho těla, je prevencí celé řady onemocnění a podporuje buněčnou regeneraci. Navíc nemá žádné vedlejší účinky, a tudíž je vhodná naprosto pro každého, včetně dětí a kojenců, seniorů či domácích zvířat.

2) Posiluje imunitní systém

Chlorella představuje velmi účinný přírodní způsob podpory imunity. Odborníci jí nazývají „modifikátorem biologické odpovědi“ pro její schopnost zvyšovat kapacitu imunitního systému, zvláště pak u lidí, kteří jsou vystaveni negativním účinkům stresu.

3) Pomáhá vylučovat škodliviny

Naše tělo má sice přirozené detoxikační schopnosti, narůstající znečištění ovzduší, vody a potravin jej však neúměrně zatěžuje. *Chlorella* patří mezi nejúčinnější detoxikační prostředky. Díky vysokému obsahu chlorofylu a speciální vlákniny obsažené v buněčné stěně podporuje vylučování pesticidů, dioxinů, těžkých kovů, zbytků léků, toxinů z cigaret, toxických produktů metabolismu vznikajících v tlustém střevě a dalších škodlivin.

4) Podporuje buněčný růst a zpomaluje stárnutí

Díky obsahu komplexu látek označovaných jako CGF (*Chlorella* Grow Factor). Ten je zodpovědný nejen za nezvykle vysoké reprodukční schopnosti této řasy, ale zároveň dokáže podporovat buněčný růst a regeneraci v lidském těle. Tím může pomoci zpomalit stárnutí a je účinnou prevencí řady degenerativních a civilizačních onemocnění (Dallen, 2010).

3.8.2 Živiny obsažené v *Chlorella vulgaris*

3.8.2.1 Aminokyseliny

Chlorella je nemírně bohatý zdroj aminokyselin, které tvoří okolo 60 % její hmotnosti (pro srovnání hovězí maso obsahuje jen 22 % bílkovin). Jedná se převážně o jednoduché aminokyseliny či peptidy s krátkým řetězcem, které jsou pro organismus mnohem lépe stravitelné. Živočišné bílkoviny jsou totiž tvořeny dlouhými řetězci, které musí tělo nejprve rozložit na jednotlivé aminokyseliny, vstřebat je v tenkém střevě a teprve poté z nich vytvořit vlastní proteiny. V bílkovinách, které tvoří stavební hmotu našeho těla, najdeme celkem 20 různých aminokyselin, z nichž 19 jich *Chlorella* obsahuje. Je tu ale všech osm esenciálních, tedy těch, které si organismus neumí sám vytvořit a musí je přijímat v potravě. *Chlorella* proto představuje komplexní zdroj aminokyselin vhodný naprosto pro každého, včetně veganů, kteří mohou mít kvůli absenci živočišných bílkovin ve stravě problém s dostatečným příjmem esenciálních aminokyselin (Dallen, 2010).

Pro optimální buněčný růst je nutný isoleucin, leucin a valin podporuje mozkovou činnost, lyzin příznivě ovlivňuje krevní oběh a podporuje tvorbu protilátek, methionin je nezbytný pro metabolismus tuků, fenylalanin je v organismu potřebný pro syntézu thyroxinu, hormonu štítné žlázy, threonin posiluje imunitní systém a tryptofan zlepšuje využití vitamínů skupiny B. Jsou zde také obsaženy neesenciální aminokyseliny: valin, který posiluje buněčnou stěnu, arginin důležitý pro reprodukční zdraví, glycin jako podpora energetického metabolismu, histidin a serin pro podporu přenosu nervových vzruchů, kyselina aspartamová, nezbytná při přeměně sacharidů na energii. Dále Kyselina glutamová a prolin potřebné pro mozkovou činnost a další. (Dallen, 2010).

Tab. č. 7 Procentické zastoupení esenciálních aminokyselin u *Chlorelly vulgaris* a dalších zdrojů bohatých na bílkoviny (Doucha, 1998)

AMINOKYSELINA	CHLORELLA (suchá hmota)	KVASNICE (suchá hmota)	HOVĚZÍ MASO (čerstvá hmota)	SOJOVÉ BOBY (suchá hmota)
Isoleucin	2,01	2,42	0,93	1,8
Leucin	4,14	3,48	1,7	2,7
Lysin	3,19	3,6	1,76	2,58
Methionin	1,04	1,1	0,43	0,48
Phenylalanin	2,57	1,98	0,86	1,98
Threonin	2,42	2,11	0,86	1,62
Tryptofan	0,8	0,52	0,25	0,55
Valin	3	2,42	1,05	1,86

Z tabulky je zřejmé, že *Chlorella* je výborným zdrojem esenciálních aminokyselin, které jsou pro organismus důležité, ovšem nedokáže je sám syntetizovat, tudíž musí být dodávány v krmivu (Velíšek a Cejpek, 2008). Jejich obsah v suché hmotě řasy je znatelně vyšší než u čerstvého masa.

3.8.2.2 Vitaminy

Chlorella vulgaris je rovněž vynikajícím zdrojem většiny potřebných vitamínů, jako například beta karoten - prekurzor vitamínu A, silný antioxidant, kterému jsou připisovány protirakovinné účinky, vitamin B1 (thiamin) – který blahodárně působí na centrální nervový systém, vitamin B2 (riboflavin) – důležitý pro metabolismus živin, vitamin B3 (niacin) – nezbytný pro metabolismus živin a tvorbu pohlavních hormonů, má příznivý vliv na krevní oběh a nervový systém, vitamin B5 (kyselina pantotenová), jež se účastní metabolismu základních živin, včetně regulace hladiny cukru v krvi, vitamin B6 (pyridoxin) – důležitý pro metabolismus energie, imunitu, funkci nadledvinek, vitamin B8 (kyselina listová) – snižuje hladinu škodlivého homocysteinu v krvi, nezbytná pro krvetvorbu, vitamin B12 (kobalamin) – nutný pro fungování mozku, nervového systému a správnou krvetvorbu. Za nejlepší zdroj vitamínu B12 je obecně považováno maso, vejce a mléčné výrobky. Řasy, včetně *Chlorelly vulgaris*, ovšem představují bohatý zdroj tohoto vitamínu v biologicky dobře využitelné

formě, který je se živočišnými produkty srovnatelný. V neposlední řadě obsahuje vitamin C – důležitý antioxidant, který podporuje imunitu a vstřebávání důležitých živin, účastní se regulace hladiny cholesterolu, vitamin E – antioxidant, který je nezbytný pro reprodukční zdraví, vitamin H (biotin) – zlepšuje využití některých živin (Dallen, 2010).

3.8.2.3 Minerály a stopové prvky

Stejně jako ostatní zelené potraviny i *Chlorella vulgaris* je velmi dobrý zdroj minerálů a stopových prvků, a to většinou v organické formě, která je optimální pro jejich vstřebávání. Za zmínku stojí zejména mimořádně vysoký obsah vápníku (Dallen, 2010). Podle Douchy, 1998 je ovšem nejvíce obsažen fosfor a draslík.

Tab. č. 8 Zastoupení minerálních látek a významných stopových prvků v suché hmotě *Chlorella vulgaris* (mg/ 100g) (Doucha, 1998).

Prvek	množství
Fosfor	1200
Draslík	870
Síra	600
Hořčík	300
Vápník	230
Železo	70
Mangan	14
Zinek	11
Měď	4
Kobalt	0,5

3.8.2.4 Další živiny

V neposlední řadě jsou zastoupeny cukry. Dále chlorofyl, který se většinou nachází v zelených rostlinných potravinách. Je velmi užitečný při detoxikaci organismu. Také podporuje hojení ran, chrání buňky sliznic trávicího traktu. *Chlorella vulgaris* jej obsahuje nejvíce ze všech známých rostlin. Také je obsažen lutein, který působí jako velmi silný antioxidant, nenasycené mastné kyseliny – zejména vysoký obsah ω - 3 mastných kyselin, které jsou důležité pro zdraví srdce a činnost mozku, nasycené mastné kyseliny, nukleové kyseliny – RNA, DNA, vláknin, tuky (Dallen, 2010).

Tab. č. 9 Zastoupení majoritních MK v *Chlorella vulgaris*

Mastná kyselina	% z celkového obsahu mastných kyselin
C 4:0	0,2
C 6:0	2,77
C 8:0	0,26
C 12:0	0,87
C 14:0	0,69
C 16:0	14,42
C 16:1	4,04
C 18:0	1,57
C 18:1	17,62
C 18:2	11,97
C 18:3 ω - 3	15,79
C 20:0	0,14
C 22:6	0,3
C 24:0	0,22

(Ötleş and Pire, 2011).

Z tabulky je zřejmé, že nejvyšší zastoupení v *Chlorella vulgaris* má kyselina olejová (C 18:1), dále kyselina linolenová (C 18:3), ω - 3 mastné kyseliny, palmitová (C 16:0) a kyselina linolová (C 18:2).

3.8.3 Pěstování *Chlorelly vulgaris*

Nejdelší tradici v pěstování *Chlorelly* mají asijské země, zejména Japonsko, kde se využívá hlavně v oblasti lidské výživy, farmacie a kosmetiky několik tisíc tun *Chlorelly* ročně. Rozšiřuje se i využití v tzv. akvakulturách, kde tvoří cennou složku výživového řetězce v řízených intenzivních chovech choulolistivých druhů ryb a garnátů.

Chlorella se pěstuje nejčastěji v kruhových bazénech s otáčejícím se míchacím ramenem nebo v protáhlých bazénech písmene 0. V nich je obsažena 20 - 30 cm silná vrstva anorganického živného roztoku s řasami, vystavená slunečnímu svitu a probublává oxidem uhličitým, zatím co je v neustálém pohybu pomocí lopatkových míchadel (Doucha, 1998).

3.8.3.1 Sklizeň *Chlorelly vulgaris*

Použití sklizňové techniky závisí na vlastnostech řas, jejich velikosti a hustotě. Poté, co kultura řas doroste do hustoty kolem 30 g suché hmoty na 1 l živného roztoku, provede se její sklizeň. Prvním krokem je zahuštění suspenze na talířových odstředivkách. Odstředování je sice finančně náročnější, přesto jde o nejspolehlivější metodu než například filtrace. Zahuštěné řasy se opakovaně promývají kvalitní vodou a tak se zbavují zbytku živného roztoku a vedlejších nečistot (Doucha, 1998; Olaizola, 2003).

3.8.3.2 Zpracování *Chlorelly vulgaris*

Aby se dosáhlo maximální využitelnosti cenného obsahu buněk, uzavřeného v pevném celulóзовém obalu, musí řasa projít procesem narušení buněčné stěny mechanickým drcením. (Doucha, 1998). K narušení buněčné stěny se mohou používat rozpouštědla či enzymy, a to především s ohledem na to, že výrobek bude určen pro lidskou spotřebu (Olaizola, 2003).

3.8.3.3 Sušení *Chlorelly vulgaris*

Sušení řasy probíhá v rozprašovací sušárně, ve které je řasová hmota rozptýlena do mikrokapiček, jejichž povrchová teplota nepřesahuje po dobu sušení, která trvá několik vteřin, teplotu - 60° C. Celý postup zpracování je velice šetrný, takže v usušené biomase, podobné svojí konzistencí práškovému sušenému mléku, jsou zachovány všechny cenné látky v původním stavu (Doucha, 1998).

3.8.4 Zkrmování řas zvířatům

Moreno - Indias et al. (2014) pozorovali účinky *Chlorelly pyrenoidosa* při zkrmování deseti kozám Majorera, sledovali, zda má vliv na kvalitu mléka, kolostra a imunitu zvířat. Kozy dostávaly denně 5 g mořských řas, 40 dní před porodem a 40 dní po porodu. Studie neprokázala žádné účinky řasy na krevní plasmu ani na mlezivo či mléko, stejně tak na profil mastných kyselin. Naproti tomu zkrmování řasy *Chlorella vulgaris* zdá se být významnější.

Podle Vahmaniho, 2003 mělo přidání řasy *Chlorelly vulgaris* do krmiva přežvýkavců za následek snížení obsahu SFA, CLA a dalších polynenasycených mastných kyselin v mléce.

Ve studii dle Kouřimské et al. (2014) bylo zkrmováno 5 a 10g *Chlorelly vulgaris* u koz na 2. a 3. laktaci. Došlo ke změnám v profilu mastných kyselin. Čím větší byl přídavek řasy, tím větší byly naměřeny změny. Byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi kontrolní skupinou a skupinou, která dostávala 10g řasy denně. Došlo také ke zvýšení nutriční kvality mléka a k pozitivní úpravě poměru SFA: MUFA: PUFA.

4 Metodika krmného pokusu

4.1 Odběr vzorků

Do experimentu byly zapojeny kozy plemene Bílá krátkosrstá koza, které byly na 2. laktaci. Zvířata byla celoročně ustájena. Vybraní jedinci byli rozděleni do dvou skupin po 15 kusech. Krmná dávka byla tvořena lučním porostem v množství cca 2 kg/ kus/ den, sena podávaného ad libitum a jadrné směsi, která byla dávkována při dojení v dojárně v celkovém množství 300 g/ kus/ den. Byla prováděna analýza mastných kyselin obsažených nejen v krmivu, ale i v přidané *Chlorella vulgaris*, jež byla přidávána v množství 5g/ kus/ den v podobě granulí. Analýza mastných kyselin krmné dávky (lučního sena, lučního porostu a jadrné směsi) byla prováděna opakovaně během pokusu.

Vzorky mléka byly odebírány v ranních hodinách. Od každého zvířete bylo odebráno 200 ml. Odběry byly realizovány během laktace v pravidelných měsíčních intervalech od května 2013 až do srpna 2013. U zářijového kontrolního termínu bylo zjišťováno působení řasy po dokončení jejich zkrmování. Po odběru byly vzorky mléka označeny, vychlazeny a ten den převezeny na analýzu do laboratoře MILCOM. Celkově bylo odebráno 145 vzorků.

4.2 Analýza mléčného tuku

4.2.1 Extrakce lipidů

Odebrané vzorky byly homogenizovány a centrifugovány při 500 G za minutu po dobu 15 minut v 10 ml skleněných centrifugačních zkumavkách. Poté byl odstraněn supernatant a pelet buněk byl zmražen na -70 °C. Zmražená biomasa byla lyofilizována (Lyovac GT2) po dobu 15 hodin a skladována v uzavřených skleněných nádobách při pokojové teplotě. Extrakční postup byl mírně modifikovaný postup podle Blight a Dyer (1959). Postupně bylo přidáno 0,8 ml P- pufru, 2,0 ml methanolu a 1,0 DCM k 5 mg čerstvé nebo lyofilizované biomase ve vialce. Tato směs byla protřepána a sonifikována po dobu 10 minut ve vodní lázni. Pak bylo přidáno ke každému vzorku 1,0 ml P- pufru a 1,0 DCM. Směs byla odstředěna po dobu 10 minut při 2000 G za minutu a pomocí skleněné Pasteurovy pipety byla přenesena vrstva DCM (spodní fáze) do čistých zkumavek.

4.2.2 Zpracování vzorků mléka

Vzorky mléka byly vychlazeny a převezeny do laboratoře. Zde byly důkladně promíchány a každý vzorek rozdělen na tři zkušební díly. Z prvního dílu byly vždy stanoveny základní složky mléka, druhý díl byl odstředěn a získaný mléčný tuk pro stanovení mastných kyselin byl odebrán a zamražen na $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Z třetího dílu zkušební vzorku byl na základě dojivosti jednotlivých koz připraven směsný vzorek pro pokusnou a kontrolní skupinu zvířat. Část připraveného a promíchaného směsného vzorku byla vždy ihned podrobena analýze stanovení základních složek mléka, další část byla odstředěna. Získaný mléčný tuk pro stanovení mastných kyselin byl odebrán a zamražen na $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.2.3 Příprava vzorku k analýze GC

Před analýzou mastných kyselin byl vzorek mléčného tuku pozvolně rozmražen, a to ve vodní lázni při teplotě $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Alikvotní podíl mléčného tuku s roztokem methanolu (HPLC grade; Merck) a 0,5 N methanolového extraktu (Supelco) byl za občasného míchání po dobu 2 minut zahříván v uzavřené zkumavce při $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Po ochlazení vzorku byly vzniklé methylestery extrahovány hexanem (HPLC grade; Merck) s přidavkem nasyceného vodného roztoku chloridu sodného (p. a.; Lachema). Identifikace jednotlivých methylesterů mastných kyselin byla provedena porovnáním retenčních časů se směsným standardem 37 methylesterů (Supelco). Plocha jednotlivých píků byla integrována za použití softwaru Agilent. Zastoupení jednotlivých mastných kyselin bylo vypočteno metodou vnitřní normalizace.

4.2.4 Použité chemikálie

Všechny použité chemikálie byly čistoty p. a. Chloroform, dichlormethan (DCM), methanol, acetonitril, hexan byly v čistotě pro HPLC. Deionizovaná voda byla vyrobena s použitím systému Milli Q Plus (Millipore SA, USA).

4.2.5 Příprava methylesterů mastných kyseliny (FAME) a analýza pomocí plynové chromatografie (GC)

Celkový extrakt lipidů byl esterifikován přímo po odpaření extrakčních rozpouštědel kyselou katalyzovanou reakcí: 0,5 ml hexanu a 1 ml BF_3 – methanolu byl napipetován do uzavíratelné lahvičky a zahříván na $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 1 hodiny. Po přidání 0,5 ml deionizované vody byl roztok míchán 1 minutu, následně bylo přidáno 2 ml hexanu a směs odstředěna po

dobu 2 minut při 2000 G za minutu. Poté následovalo převedení horní fáze do baňky, tato operace byla provedena celkem 3x. Spojené extrakty byly odpařeny do sucha a naředěny do 10 – 50 μl hexanu v mikrozkuhavce.

Analýza pomocí plynové chromatografie ve spojení s hmotnostní spektrometrií (GC-MS) byla provedena s přístroji ITQ 1100 Trace GC Ultra (Thermo, USA). Methylestery mastných kyselin byly separovány na křemenné kapilární koloně (TR-FAME, délka 30 m; vnitřní průměr 0,25 mm, 0,25 μm tloušťka filmu). Vzorky (1 μl) byly nastříknuty v splitless režimu. Teplota nástřikového portu byla 140 $^{\circ}\text{C}$, teplota iontového zdroje 250 $^{\circ}\text{C}$ a teplota transferové kapiláry 250 $^{\circ}\text{C}$. Jako nosný plyn bylo použito helium o průtoku 40 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$. Teplota pece začínala na teplotě 140 $^{\circ}\text{C}$ s nárůstem 4 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ až na konečnou hodnotu 240 $^{\circ}\text{C}$ po dobu 10 minut. Celý systém byl ovládán pomocí softwaru Xcalibur.

4.3 Vyhodnocení výsledků

Data byla vyhodnocena pomocí programu Microsoft Excel 2007 a SAS 9.3 (SAS/STAT® 9.3, 2011). Pro stanovení základních parametrů souborů byly využity procedury MEANS a UNIVARIATE. Vztahy mezi ukazateli mléčné užitkovosti byly posuzovány pomocí korelačních koeficientů, které byly vypočteny pomocí procedury CORR. Pro hodnocení rozdílů mezi zvířaty a skupinami byla použita procedura GLM, s následným detailním vyhodnocením pomocí Tukey - Kramerova testu.

Modelová rovnice:

$$y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + e_{ijk}$$

kde:

y_{ijk} - hodnoty závislé proměnné (mléko, tuk %, bílkoviny %, laktóza %, tukuprostá sušina%),

μ - obecná hodnota závislé proměnné;

a_i - fixní efekt kalendářního měsíce ($i = \text{květen, } n = 30$; $i = \text{červen, } n = 30$; $i = \text{červenec, } n = 30$; $i = \text{srpen, } n = 30$; $i = \text{září, } n = 30$);

b_j - fixní efekt zvířata dle pokusu ($j = \text{pokusná, } n = 15$; $j = \text{kontrolní skupina, } n = 15$);

e_{ijk} - náhodná reziduální chyba.

Použité statistické průkaznosti $P < 0,05$, $P < 0,01$ a $P < 0,001$.

5 Výsledky

Tab. 1 Dojivost sledovaných zvířat v kontrolní a pokusné skupině v jednotlivých obdobích

Tab. 2 Složení mléka individuálních a směsných vzorků syrového kozího mléka pokusné a kontrolní skupiny zvířat v květnu 2013

Tab. 3 Složení mléka individuálních a směsných vzorků syrového kozího mléka pokusné a kontrolní skupiny zvířat v červnu 2013

Tab. 4 Složení mléka individuálních a směsných vzorků syrového kozího mléka pokusné a kontrolní skupiny zvířat v červenci 2013

Tab. 5 Složení mléka individuálních a směsných vzorků syrového kozího mléka pokusné a kontrolní skupiny zvířat v srpnu 2013

Tab. 6 Složení mléka individuálních a směsných vzorků syrového kozího mléka pokusné a kontrolní skupiny zvířat v září 2013

Tab. 7 Zastoupení vybraných mastných kyselin směsných vzorků kozího mléka pokusné a kontrolní skupiny zvířat v období květen až září 2013

Tab. 8 Zastoupení SFA, MUFA, PUFA, $\omega - 3$ a $\omega - 6$ mastných kyselin v bazénových vzorcích kozího mléka pokusné a kontrolní skupiny zvířat v období květen až září 2013

Tab. 9 Mastné kyseliny analyzované v *Chlorella vulgaris*

Tab. 10 Základní statistické údaje pro nádoj a jednotlivé složky mléka

Tab. 11 Statistické průkaznosti v nádoji a obsahu jednotlivých složek mléka dle modelové rovnice

Tab. 12 Vyhodnocení pomocí procedury GLM (ANOVA)

Tab. 13 Korelace mezi jednotlivými složkami u kontrolní skupiny

Tab. 14 Korelace mezi jednotlivými složkami u pokusné skupiny

Tab. 15 Identifikované mastné kyseliny v mléce

Tab. 16 Statistické průkaznosti obsahu SFA, MUFA, PUFA, $\omega - 3$ a $\omega - 6$ MK dle modelové rovnice

Tab. 17 Vyhodnocení pomocí procedury GLM (ANOVA)

Graf 1 Průměrné hodnoty jednotlivých složek mléka u pokusné a kontrolní skupiny

Graf 2 Průměrné hodnoty SFA, MUFA, PUFA, omega 3 a omega 6 mastných kyselin u pokusné a kontrolní skupiny

Graf 3 Vývoj obsahu SFA během sledování

Graf 4 Vývoj obsahu MUFA během sledování

Graf 5 Vývoj obsahu PUFA během sledování

Graf 6 Porovnání obsahů MK na začátku a na konci testu u obou skupin

Tab. 1 Dojivost sledovaných zvířat v kontrolní a pokusné skupině v jednotlivých obdobích

	květe	červen	červene	srpen	září		květen	červen	červene	srpen	září
	n	červen	c				květen	červen	c	srpen	září
	dojivost (l)						dojivost (l)				
1p	0,6	0,5	1,2	úhyn		1k	0,7	0,7	1,6	1,4	1,2
2p	0,7	0,4	1,2	1,0	1,0	2k	0,8	1,0	2,2	1,6	1,1
3p	0,6	0,5	1,3	1,1	0,9	3k	0,8	0,6	1,1	1,0	0,8
4p	0,7	0,6	1,3	1,1	0,7	4k	0,8	0,6	0,9	1,0	0,9
5p	0,55	0,5	0,7	0,7	0,6	5k	0,5	0,4	1,3	1,0	0,7
6p	0,7	0,9	1,1	0,7	0,7	6k	0,7	0,7	1,3	1,0	0,8
7p	0,55	0,6	1,1	0,8	Nem oc	7k	0,7	0,6	0,9	0,7	0,6
8p	0,5	0,5	1,1	1,0	0,7	8k	0,6	0,6	1,4	1,1	1,0
9p	0,7	0,7	1,4	1,1	1,0	9k	0,75	0,9	1,9	nemoc	
10p	0,45	0,6	1,1	1,0	0,7	10k	0,7	0,8	0,9	1,0	0,8
11p	0,7	0,8	1,5	1,3	1,5	11k	0,6	0,6	1,3	1,3	1,0
12p	0,6	0,6	1,4	1,2	1,0	12k	0,5	0,6	1,0	0,9	0,6
13p	0,6	0,5	1,2	1,1	0,6	13k	0,9	1,2	2,1	1,8	0,7
14p	0,7	0,5	1,0	0,9	0,8	14k	0,5	1,0	2,2	2,0	1,6
15p	0,85	0,8	1,4	1,1	1,0	15k	0,6	0,5	1,3	1,3	1,0

p- pokusná skupina k- kontrolní skupina

V tabulce 1 jsou uvedeny nádoje u jedinců z pokusné a kontrolní skupiny za celé sledované období. Je patrné, že množství mléka se v průběhu laktace mění. Počáteční hodnoty nádojů udávají průměrné hodnoty kolem 0,6 l. V červnu se množství mléka nepatrně navyšuje. U obou skupin dochází k nejvyšším nádojům v červenci, kdy průměrné hodnoty v pokusné skupině zaznamenávají 1,2 l a v kontrolní skupině 1,5 l. Během následujících měsíců hodnoty v obou skupinách pozvolna klesají. Výsledky potvrzují, že množství nadojeného mléka je ovlivněno fází laktace.

Tab. 2 Složení mléka individuálních a směsných vzorků syrového kozího mléka pokusné a kontrolní skupiny zvířat v květnu 2013

30.5.	Tuk	Bílkovina	laktóza	SNF	30.5.	tuk	bílkovina	Laktóza	SNF
	%	%	%	%		%	%	%	%
1p	4,57	3,33	4,32	8,47	1k	4,44	3,03	4,24	8,27
2p	4,56	2,87	4,48	8,37	2k	5,11	2,43	4,14	7,95
3p	3,76	3,30	4,38	8,38	3k	4,32	3,17	4,20	8,22
4p	4,70	2,87	4,64	8,58	4k	4,72	3,12	4,31	8,28
5p	5,89	3,27	4,45	8,79	5k	4,59	3,17	4,39	8,74
6p	3,54	2,91	4,28	7,96	6k	4,10	2,74	4,34	8,09
7p	5,28	3,61	4,57	9,17	7k	4,18	3,28	4,19	8,33
8p	3,89	3,06	4,66	8,66	8k	4,64	3,02	4,80	8,89
9p	4,37	2,41	4,07	7,61	9k	4,94	2,89	4,41	8,42
10p	4,10	3,12	4,31	8,33	10k	3,92	2,87	4,28	8,20
11p	3,45	3,42	4,40	8,59	11k	5,53	3,17	4,09	8,27
12p	2,90	3,15	4,36	8,42	12k	4,16	3,58	4,35	8,94
13p	4,82	3,26	4,63	8,97	13k	6,00	3,05	4,43	8,88
14p	3,31	2,97	4,35	8,11	14k	5,13	2,96	4,20	8,20
15p	5,80	2,79	4,52	8,76	15k	6,08	3,13	4,39	8,56
1-15 p1	4,27	3,06	4,45	8,47	1-15 k1	4,80	3,03	4,35	8,41

Pozn.: Výsledky jsou průměrem ze dvou stanovení

p- pokusná k- kontrolní SNF- tukuprostá sušina

Během odběrů na začátku měření byly zjištěny hodnoty obsahu jednotlivých složek mléka a zároveň byl připraven směsný vzorek od obou skupin jedinců. Hodnoty tuku směsného vzorku u pokusné skupiny vykazují o 0, 53 % nižší hodnoty než směsný vzorek mléka z kontrolní skupiny. U obsahu bílkovin a SNF směsných vzorků jsou hodnoty téměř totožné. U laktózy jsou nepatrně vyšší hodnoty v pokusné skupině, a to o 0, 1 %.

Tab. 3 Složení mléka individuálních a směsných vzorků syrového kozího mléka pokusné a kontrolní skupiny zvířat v červnu 2013

24.6.	tuk	bílkovina	Laktóza	SNF	24.6.	tuk	bílkovina	Laktóza	SNF
	%	%	%	%		%	%	%	%
1p	4,17	3,02	4,05	7,87	1k	3,48	2,57	4,19	8,00
2p	4,11	2,84	4,22	8,05	2k	5,33	2,41	3,94	7,81
3p	4,08	3,06	4,25	8,11	3k	4,52	3,13	4,06	8,43
4p	3,72	2,97	4,31	8,17	4k	5,18	2,98	4,29	8,50
5p	4,93	2,81	4,41	8,22	5k	4,52	2,89	4,41	8,79
6p	4,29	2,82	4,18	7,94	6k	3,36	2,88	4,33	8,38
7p	4,19	3,40	4,34	8,63	7k	4,33	2,81	4,15	8,19
8p	4,36	2,88	4,38	8,43	8k	4,37	2,89	4,67	8,88
9p	5,08	2,38	4,04	7,65	9k	4,42	2,76	4,32	8,40
10p	3,98	2,74	4,32	8,03	10k	3,49	2,86	4,32	8,40
11p	3,52	3,38	4,36	8,59	11k	4,95	3,02	4,13	8,50
12p	3,23	3,03	4,26	8,34	12k	5,01	3,51	4,21	9,18
13p	3,83	3,06	4,45	8,55	13k	5,01	2,81	4,22	8,67
14p	3,09	2,67	4,23	7,74	14k	5,12	3,33	4,18	8,98
15p	5,88	2,74	4,27	8,60	15k	5,91	2,88	4,45	8,79
1-15 p2	4,19	2,92	4,29	8,26	1-15 k2	4,59	2,92	4,28	8,58

Pozn.: Výsledky jsou průměrem ze dvou stanovení

p- pokusná k- kontrolní SNF- tukuprostá sušina

Výsledky směsných vzorků červnových odběrů v pokusné skupině vykazují nepatrně nižší obsah všech složek oproti minulému měsíci. U kontrolní skupiny došlo pouze k poklesu tuku a bílkovin.

Obsah tuku u pokusné skupiny je stále nižší oproti kontrolní skupině, a to o 0,4 %. V obsahu bílkovin a laktózy nejsou patrné odlišnosti v hodnotách mezi skupinami. Zato obsah tukuprosté sušiny v pokusné skupině udává o 0,32 % nižší hodnoty.

Tab. 4 Složení mléka individuálních a směsných vzorků syrového kozího mléka pokusné a kontrolní skupiny zvířat v červenci 2013

30.7.	tuk	bílkovina	laktóza	SNF	30.7.	tuk	bílkovina	laktóza	SNF
	%	%	%	%		%	%	%	%
1p	3,98	3,05	3,99	7,70	1k	1,43	2,48	4,32	7,48
2p	5,19	2,76	4,03	7,66	2k	2,81	2,56	4,21	7,61
3p	3,98	2,97	4,25	7,91	3k	1,85	3,16	4,25	7,91
4p	1,72	3,21	4,46	8,18	4k	4,25	2,91	4,12	7,81
5p	2,21	3,06	4,29	7,85	5k	4,46	3,06	4,32	8,35
6p	2,01	2,87	4,32	7,78	6k	1,36	2,76	4,59	7,90
7p	3,01	3,46	4,12	8,21	7k	2,63	3,21	4,24	8,04
8p	2,48	2,94	4,62	8,25	8k	1,18	3,32	4,85	8,71
9p	1,01	2,64	4,18	7,40	9k	2,29	3,18	4,51	8,31
10p	4,03	2,96	4,35	8,10	10k	2,63	3,78	4,09	7,62
11p	1,85	3,45	4,41	8,42	11k	2,20	3,27	4,24	8,09
12p	1,65	3,12	4,46	8,30	12k	1,83	3,43	4,42	8,55
13p	1,78	3,31	4,57	8,55	13k	5,48	2,78	3,96	7,87
14p	1,61	2,82	4,27	7,56	14k	2,94	3,50	4,30	8,58
15p	3,96	3,28	4,41	8,51	15k	1,98	3,33	4,53	8,38
1-15 p3	2,67	3,08	4,34	8,06	1-15 k3	2,67	3,03	4,33	8,09

Pozn.: Výsledky jsou průměrem ze dvou stanovení.

p- pokusná k- kontrolní SNF- tukuprostá sušina

Hodnoty směsných vzorků naměřené v červenci vykazují snížení v obsahu tuku oproti červnu, a to u obou skupin, a to 2, 67 %. Hodnoty bílkovin oproti červnu zaznamenávají nepatrný nárůst u obou skupin, v pokusné na 3, 08 % a v kontrolní na 3, 03 %. Obsah laktózy a tukuprosté sušiny se pohybují v přibližně stejných hodnotách.

Tab. 5 Složení mléka individuálních a směsných vzorků syrového kozího mléka pokusné a kontrolní skupiny zvířat v srpnu 2013

28.8.	tuk	bílkovina	Laktóza	SNF	28.8.	tuk	bílkovina	laktóza	SNF
	%	%	%	%		%	%	%	%
1p	úhyn				1k	2,67	2,56	4,15	7,38
2p	3,75	3,31	4,05	8,22	2k	2,41	2,94	4,30	7,96
3p	3,35	3,46	3,62	7,86	3k	3,12	3,25	4,10	7,95
4p	2,43	3,43	4,58	8,55	4k	5,19	3,26	3,83	7,92
5p	2,55	3,06	4,25	7,82	5k	2,42	3,50	4,50	8,67
6p	4,21	3,02	4,18	7,92	6k	2,74	2,99	4,24	7,93
7p	3,28	3,80	4,26	8,64	7k	3,54	3,67	4,18	8,40
8p	3,36	2,92	3,83	7,83	8k	3,03	3,16	4,73	8,64
9p	2,37	2,86	4,18	7,72	9k	nemoc			
10p	3,48	2,93	3,74	7,62	10k	3,18	3,17	3,81	7,74
11p	3,09	3,74	3,90	8,38	11k	2,48	3,30	3,93	7,73
12p	2,40	3,05	4,38	8,26	12k	4,09	3,75	4,29	8,81
13p	3,33	3,40	4,58	8,71	13k	2,51	3,37	3,91	8,06
14p	3,17	2,86	4,25	7,76	14k	2,42	3,74	3,96	8,45
15p	3,60	3,27	3,82	8,22	15k	3,87	3,47	3,81	8,17
1-15 p4	3,11	3,37	4,00	8,14	1-15 k4	2,98	3,30	4,14	8,15

Pozn: Výsledky jsou průměrem ze dvou stanovení

p- pokusná k- kontrolní SNF- tukuprostá sušina

Srpnové měření zjistilo, že obsah tuku ve směsném vzorku se oproti minulému měsíci u obou skupin se nepatrně navyšuje. V pokusné skupině na 3, 11 % a v kontrolní na 2, 98 %. Navyšující se hodnoty jsou zaznamenány i u obsahu bílkovin, kdy pokusná skupina vykazuje 3, 27 % a kontrolní 3, 30 %. Obsah laktózy se oproti předešlému měsíci nepatrně snížil a to u obou skupin. Obsah SNF se zásadně neliší oproti červenci.

Tab. 6 Složení mléka individuálních a směsných vzorků syrového koziho mléka pokusné a kontrolní skupiny zvířat v září 2013

18.9.	tuk	bílkovina	Laktóza	SNF	18.9.	Tuk	bílkovina	laktóza	SNF
	%	%	%	%		%	%	%	%
1p	úhyn				1k	6,27	3,99	3,76	8,49
2p	5,50	3,92	4,20	8,81	2k	4,22	3,03	3,92	7,76
3p	5,42	3,85	4,15	8,60	3k	4,69	3,47	4,05	8,25
4p	4,32	3,85	4,56	9,01	4k	5,06	3,30	4,13	8,18
5p	3,43	3,13	4,40	8,19	5k	4,68	3,41	4,32	8,68
6p	5,16	3,55	4,09	8,30	6k	3,76	3,25	4,60	8,48
7p	nemoc				7k	5,09	4,30	4,00	8,85
8p	4,57	3,68	4,38	8,89	8k	3,70	3,47	4,69	8,94
9p	4,73	3,31	4,16	8,31	9k	Nemoc			
10p	4,40	3,23	4,46	8,48	10k	4,63	3,21	4,26	8,27
11p	3,27	4,29	4,42	9,22	11k	4,00	3,66	4,24	8,60
12p	3,79	3,42	4,41	8,71	12k	4,18	4,41	4,57	9,72
13p	5,53	4,16	4,46	9,43	13k	4,00	2,74	3,92	7,57
14p	3,46	3,08	4,28	7,98	14k	3,66	3,77	4,23	8,72
15p	4,84	3,95	4,31	9,12	15k	5,90	3,52	4,32	8,60
1-15 p5	4,41	3,68	4,31	8,72	1-15 k5	4,52	3,50	4,21	8,49

Pozn: Výsledky jsou průměrem ze dvou stanovení

p- pokusná k- kontrolní SNF- tukuprostá sušina

Z výsledků měření během období pokusu docházelo k nepatrnému kolísání hodnot jednotlivých složek mezi pokusnou a kontrolní skupinou. Diskutabilní je obsah tuku a bílkovin. Obsah tuku se mění v průběhu laktace, nejvyšší hodnoty jsou především po porodu a pak klesají. Bylo zjištěno, že obsah tuku směsného vzorku na začátku byl u pokusné skupiny 4, 27 % a u kontrolní 4, 8 %. Červencové hodnoty vykazují u obou skupin snížení na 2, 67 % a následně hodnoty opět pozvolna rostou. V září byly hodnoty tuku v pokusné skupině 4, 41 % u pokusné a 4, 52 % u kontrolní. Pokud se zaměříme na obsah bílkovin, výsledky naznačují navyšující se tendenci. Květnové hodnoty obsahu bílkovin směsného vzorku vykazovaly 3, 06 % v pokusné a 3, 03 % v kontrolní skupině. Na konci testu byl zaznamenán nárůst, v pokusné skupině na 3, 68 % a v kontrolní na 3, 5 %. Ke kolísání těchto hodnot dochází především z toho důvodu, že obsah jednotlivých složek mléka se mění v závislosti na fázi laktace. Proto také nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly jednotlivých složek mléka mezi skupinami.

Tab. 7 Zastoupení vybraných mastných kyselin směsných vzorků kozího mléka pokusné a kontrolní skupiny zvířat v období květen až září 2013

MK	směsně vzorky pokusná skupina					směsně vzorky kontrolní skupina				
	květen	červen	červenec	srpen	Září	květen	červen	červenec	srpen	Září
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
C4:0	1,66	1,73	1,62	1,67	1,41	1,63	1,65	1,52	1,66	1,43
C6:0	1,76	1,76	1,79	1,85	1,57	1,69	1,71	1,72	1,87	1,66
C8:0	1,97	1,98	2,04	2,11	1,84	1,86	1,86	1,91	2,12	1,93
C10:0	7,01	7,33	7,63	8,12	6,96	6,39	6,47	6,91	7,77	7,16
C12:0	3,16	3,11	3,52	3,62	3,69	2,76	2,68	3,02	3,17	3,34
C14:0	9,62	9,92	10,46	9,89	9,89	8,58	8,62	9,35	8,89	9,17
C14:10	0,09	0,09	0,11	0,15	0,19	0,09	0,11	0,11	0,13	0,16
C15:0	1,08	1,15	1,17	1,25	1,18	1,09	1,17	1,09	1,23	1,07
C16:0	27,60	30,33	30,26	30,96	27,65	25,76	28,08	28,88	29,62	27,57
C16:1	0,88	0,87	0,91	1,03	1,18	0,97	1,11	1,02	1,11	1,15
C17:0	0,85	0,86	0,84	0,91	0,88	0,88	0,99	0,88	0,96	0,85
C17:1	0,25	0,24	0,24	0,27	0,33	0,32	0,38	0,32	0,32	0,33
C18:0	12,90	11,29	10,12	8,92	9,35	14,38	12,23	11,68	10,41	10,42
SUMA C18:1	2,20	2,00	1,90	1,83	2,03	2,41	1,94	2,01	2,00	2,32

trans										
C18:1	21,32	19,53	20,18	19,57	24,0 3	23,26	23,19	22,49	20,85	24,3 1
SUMA C18:1 cis	1,12	1,03	0,91	1,03	1,16	1,20	1,12	1,04	1,10	1,14
SUMA C18:2 trans	0,75	0,67	0,58	0,71	0,88	0,78	0,65	0,60	0,73	0,77
C18:2n6 c	2,29	2,43	2,09	2,39	2,21	2,38	2,41	2,02	2,37	2,10
C20:0	0,34	0,31	0,29	0,30	0,27	0,34	0,32	0,30	0,33	0,27
C18:3n6	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
C18:3n3	1,04	1,16	1,06	1,17	0,98	1,08	1,13	1,01	1,05	0,77
C20:2n6	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
C20:3n6	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
C20:3n3	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
C20:4n6	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03
C22:2n6	0,06	0,04	0,04	0,02	0,05	0,07	0,05	0,05	0,03	0,05
C20:5n3	0,08	0,06	0,07	0,06	0,05	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05
C22:6n3	0,07	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04

Pozn: Výsledky jsou průměrem ze dvou stanovení

MK... mastné kyseliny

Z tabulky vyplívá, že při zkrmování *Chlorelly vulgaris* je znatelný pokles kyseliny máselné (C4:0), kapronové (C6:0), kaprylové (C8:0) i kaprinové (C10:0). U kyseliny palmitové (C16:0) je zaznamenán nepatrný nárůst. Kyselina stearová (C18:0) se během sledování snižuje, ale u obou skupin. Kyselina olejová prokazuje navýšení v pokusné skupině, zatímco její nežádoucí trans izomer vykazuje snížení hodnot. U kyseliny linolové (C18:2n6c) i linolenové (C18:3n3) došlo ke snížení jejich obsahu. Obsah kyselin EPA (C20:5n3) a DHA (C22:6n3) byl detekován u obou skupin v hodnotách pod 0, 1 % a neproazuje navýšení po zkrmování řasy.

Tab. 8 Zastoupení SFA, MUFA, PUFA, $\omega - 3$ a $\omega - 6$ mastných kyselin ve směsných vzorcích kozího mléka pokusné a kontrolní skupiny zvířat v období květen až září 2013

	pokusná skupina					kontrolní skupina				
	květen	červen	červenec	srpen	září	květen	červen	červenec	srpen	Září
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
SFA	69,3	71,3	71,4	71,2	66,3	66,8	67,2	68,7	69,7	66,3
MUFA	26,3	24,2	24,6	24,3	29,3	28,7	28,3	27,4	25,9	29,8
PUFA	4,41	4,57	4,01	4,51	4,35	4,58	4,49	3,90	4,41	3,89
$\omega - 6$	2,45	2,59	2,23	2,51	2,36	2,56	2,57	2,17	2,51	2,24
$\omega - 3$	1,21	1,31	1,20	1,29	1,10	1,24	1,26	1,14	1,17	0,87

Pozn: Výsledky jsou průměrem ze dvou stanovení

SFA- nasycené mastné kyseliny

MUFA-mono nenasycené mastné kyseliny

PUFA- polynenasycené mastné kyseliny

$\omega - 3$ - polynenasycené mastné kyseliny

$\omega - 6$ - polynenasycené mastné kyseliny

Při hodnocení obsahu SFA, MUFA, PUFA, $\omega - 3$ a $\omega - 6$ kyselin je zřejmé, že došlo ke snížení hodnot SFA u pokusné skupiny, a to z 69,3 % na 66,3 %. Dále pak navýšení MUFA kyselin z 26,3 % na 29,3 %. Očekávaný nárůst hodnot PUFA, $\omega - 3$ a $\omega - 6$ nebyl zaznamenán, naopak došlo k mírnému snížení.

Tab. 9 Mastné kyseliny analyzované v *Chlorella vulgaris*

Peak No.	Retention time [min]	Area [mV.s]	Area [%]	FA Name
1	13.81	661.494	13.9	C16:0
2	14.40	303.167	6.4	C16:1n
3	15.65	1943.905	40.8	C16:2n
4	16.15	17.438	0.4	C16:3n4
5	16.28	18.981	0.4	C16:4n1
6	16.94	44.842	0.9	C18:0
7	17.36	214.660	4.5	C18:1n9cis
8	18.09	607.225	12.7	C18:1n9trans
9	18.18	23.255	0.5	C18:2n6
10	19.29	839.632	17.6	C18:3n3
11	20.59	88.246	1.9	C20:0

V *Chlorella vulgaris* byly identifikováno 11 MK, především se zaměřujeme ale na ty, které mají vliv na složení kozího mléka, jako je například kyseliny palmitová (C16:0), palmitolejová (C16:1), stearová (C18:0), kyselina olejová (C18:1) s oběma jejími izomery, dále kyseliny linolová (C18:2n6c) a linolenová (C18:3n3).

Tab. 10 Základní statistické údaje pro nádoj a jednotlivé složky mléka

proměnná	n	\bar{x}	s	min.	max.	s.e.	V (%)
mléko (l)	145	0,92	0,37	0,4	2,2	0,03	39,80
tuk%	145	3,85	1,18	1,01	6,27	0,10	30,54
bílkoviny%	145	3,17	0,39	2,38	4,41	0,03	12,24
laktóza%	145	4,27	0,22	3,62	4,85	0,02	5,21
tukuprostá sušina%	145	8,31	0,44	7,38	9,72	0,04	5,26

V tabulce jsou uvedeny základní statistické údaje pro nádoje a obsah jednotlivých složek mléka pro všechny jedince za sledované období jako je četnost (n), aritmetický průměr (\bar{x}), směrodatná odchylka (s); minimální hodnota (min), maximální hodnota (max), střední chyba aritmetického průměru (s. e) a variační koeficient (V).

Tab. 11 Statistické průkaznosti v nádoji a obsahu jednotlivých složek mléka dle modelové rovnice

UKAZATEL	MODEL		kalendářní měsíc		zvířata dle pokusu	
	r^2	P	F-test	P	F-test	P
mléko (l)	0,54	<0,001	38,04	<0,001	9,73	0,002
tuk%	0,47	<0,001	30,4	<0,001	1,42	0,236
bílkoviny%	0,34	<0,001	18,8	<0,001	0,01	0,911
laktóza%	0,15	<0,001	5,91	<0,001	1,48	0,225
tukuprostá sušina%	0,22	<0,001	9,49	<0,001	0,31	0,578

Pozn.: F-test...výpočet, pomocí něhož zjišťujeme, zda má pokusný zásah vliv na proměnlivost zkoumané veličiny

r^2korelační koeficient

P....statistická průkaznost

Tato tabulka poukazuje na vyhodnocení průkaznosti rozdílu v nádoji a mezi jednotlivými složkami mléka mezi pokusnou a kontrolní skupinou pomocí F-testu. Zřetelný je pouze rozdíl (P 0, 002) v obsahu nadojeného mléka mezi pokusnou a kontrolní skupinou. Statisticky průkazné rozdíly v obsahu tuku, bílkovin, laktózy a tukuprosté sušiny nebyly prokázány.

Tab. 12 Vyhodnocení pomocí procedury GLM (ANOVA)

Efekt	úroveň	Mléko (l)	tuk%	bílkoviny %	laktóza %	tukuprostá sušina%
		LSM ± SE	LSM ± SE	LSM ± SE	LSM ± SE	LSM ± SE
kalendářní měsíc	květen	0,66 ± 0,046 ^A	4,56 ± 0,159 ^A	3,07 ± 0,059 ^A	4,37 ± 0,038 ^A	8,45 ± 0,072 ^{A,a}
	červen	0,66 ± 0,046 ^C	4,38 ± 0,159 ^C	2,92 ± 0,059 ^C	4,26 ± 0,038	8,36 ± 0,072 ^C
	červenec	1,31 ± 0,046 ^{B,D,E,a}	2,66 ± 0,159 ^{B,D,E}	3,09 ± 0,059 ^E	4,32 ± 0,038 ^C	8,05 ± 0,072 ^{B,C,d}
	srpen	1,11 ± 0,048 ^{B,D,b,c}	3,14 ± 0,165 ^{B,D,G}	3,26 ± 0,061 ^{D,G}	4,12 ± 0,039 ^{B,D}	8,12 ± 0,074 ^{E,b}
	září	0,89 ± 0,049 ^{B,D,F,d}	4,53 ± 0,168 ^{F,H}	3,59 ± 0,062 ^{B,D,F,H}	4,27 ± 0,040	8,60 ± 0,076 ^{D,F}
Zvířata	pokusná skupina	0,86 ± 0,030 ^A	3,77 ± 0,103	3,19 ± 0,038	4,29 ± 0,025	8,30 ± 0,046
	kontrolní skupina	0,99 ± 0,030 ^B	3,94 ± 0,102	3,18 ± 0,038	4,25 ± 0,024	8,33 ± 0,046

A-B, C-D, E-F, G-H P < 0,01; a-b, c-d P < 0,05.

Pozn.: LSM ... least square means - průměr opravený o efekty v modelové rovnici.

SE..... střední chyba aritmetického průměru

Na základě statistického zpracování je uveden průkazný rozdíl, a to v množství nadojeného mléka mezi skupinami (P 0, 002), kdy průměrné hodnoty nadoje u pokusné skupiny udávají 0,86l oproti kontrolní skupině, kde jsou 0,99l. Obsahu tuku, bílkovin, laktózy a tukuprosté sušiny nevykazuje zásadní změny mezi skupinami, proto také nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl.

Tab. 13 Korelace mezi jednotlivými složkami u kontrolní skupiny

		tuk	bílkovina	laktóza	SNF	měsíc
MLEKO	r	-0,494	-0,009	-0,141	-0,341	0,337
	P	<0,001	0,941	0,235	0,003	0,004
	n	73	73	73	73	73
TUK	r		0,006	-0,221	0,336	-0,234
	P		0,959	0,060	0,004	0,047
	n		73	73	73	73
bílkovina	r			-0,047	0,536	0,488
	P			0,6904	<0,001	<0,001
	n			73	73	73
Laktóza	r				0,510	-0,205
	P				<0,001	0,081
	n				73	73
SNF	r				1	-0,075
	P					0,527
						73

Pozn.: r- korelační koeficient P- statistická průkaznost SNF- sušina bez tuku

Tab. 14 Korelace mezi jednotlivými složkami u pokusné skupiny

		tuk	bílkovina	laktóza	SNF	Měsíc
MLEKO	r	-0,472	0,178	-0,178	-0,127	0,442
	P	<0,001	0,134	0,134	0,289	<0,001
	n	72	72	72	72	72
TUK	r		0,136	-0,001	0,412	-0,111
	P		0,256	0,995	0,000	0,353
	n		72	72	72	72
bílkovina	r			0,133	0,746	0,506
	P			0,267	<0,001	<0,001
	n			72	72	72
Laktóza	r				0,581	-0,248
	P				<0,001	0,035
	n				72	72
SNF	r					0,087
	P					0,469
	n					72

Pozn.: r- korelační koeficient P- statistická průkaznost SNF- sušina bez tuku

Tabulky 13 a 14 znázorňují korelační vztahy a průkaznosti mezi jednotlivými složkami mléka u obou skupin. Na základě korelačních koeficientů byla u obou skupin prokázána závislost mezi množstvím nadojeného mléka a obsahem tuku ($P > 0,001$), dále byla zjištěna korelace mezi množstvím nadojeného mléka a obsahem sušiny bez tuku ($P 0,003$) u kontrolní skupiny a ($P 0,001$) u pokusné, také je znázorněna korelace mezi množstvím nadojeného mléka v souvislosti s laktačním obdobím u kontrolní ($P 0,004$) a u pokusné ($P 0,001$) a korelace mezi obsahem bílkovin ve vztahu s laktačním obdobím u kontrolní i pokusné skupiny ($P < 0,001$).

Tab. 15 Identifikované mastné kyseliny v mléce

proměnná	n	\bar{x}	S	min.	max.	s.e.	V (%)
C4:0	10	1,60	0,11	1,41	1,73	0,03	6,73
C6:0	10	1,74	0,09	1,57	1,87	0,03	5,12
C8:0	10	1,96	0,10	1,84	2,12	0,03	5,17
C10:0	10	7,18	0,55	6,39	8,12	0,17	7,68
C12:0	10	3,21	0,34	2,68	3,69	0,11	10,63
C14:0	10	9,44	0,62	8,58	10,46	0,20	6,61
C14:10	10	0,12	0,03	0,09	0,19	0,01	27,65
C15:0	10	1,15	0,06	1,07	1,25	0,02	5,55
C16:0	10	28,67	1,62	25,76	30,96	0,51	5,66
C16:1	10	1,02	0,11	0,87	1,18	0,04	11,07
C17:0	10	0,89	0,05	0,84	0,99	0,02	5,58
C17:1	10	0,30	0,05	0,24	0,38	0,01	15,71
C18:0	10	11,17	1,68	8,92	14,38	0,53	15,01
SUMA C18:1 TRANS	10	2,06	0,19	1,83	2,41	0,06	9,04
C18:1	10	21,87	1,81	19,53	24,31	0,57	8,30
SUMA C18:1 CIS	10	1,09	0,08	0,91	1,2	0,03	7,73
SUMA C18:2 TRANS	10	0,71	0,09	0,58	0,88	0,03	12,70
C18:2N6C	10	2,27	0,15	2,02	2,43	0,05	6,72
C20:0	10	0,31	0,03	0,27	0,34	0,01	8,42
C18:3N6	10	0,03	0,00	0,03	0,04	0,00	13,18
C18:3N3	10	1,05	0,11	0,77	1,17	0,04	10,99
C18:2N6C	10	2,27	0,15	2,02	2,43	0,05	6,72
C20:2N6	10	0,02	0,00	0,02	0,03	0,00	19,17
C20:3N6	10	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	32,27
C20:3N3	10	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	23,42
C20:4N6	10	0,04	0,01	0,03	0,05	0,00	19,42
C22:2N6	10	0,05	0,01	0,02	0,07	0,00	31,08
C20:2N6	10	0,02	0,00	0,02	0,03	0,00	19,17
C20:3N6	10	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	32,27
C20:5N3	10	0,06	0,01	0,05	0,08	0,00	18,31
C22:6N3	10	0,05	0,01	0,04	0,07	0,00	21,08
SFA	10	68,82	2,08	66,3	71,4	0,66	3,02
MUFA	10	26,88	2,12	24,2	29,8	0,67	7,87
PUFA	10	4,31	0,27	3,89	4,58	0,09	6,32
$\omega - 3$	10	1,18	0,13	0,87	1,31	0,04	10,75
$\omega - 6$	10	2,42	0,16	2,17	2,59	0,05	6,50

Pozn.: SFA- nasycené mastné kyseliny

MUFA-mono nenasycené mastné kyseliny

PUFA- polynenasycené mastné kyseliny

ω – 3- polynenasycené mastné kyseliny

ω – 6- polynenasycené mastné kyseliny

Analýzou mastných kyselin bylo identifikováno 31 kyselin, jež jsou znázorněny v tabulce spolu se základními statistickými údaji jako je četnost (n), aritmetický průměr (\bar{x}), směrodatná odchylka (s), minimální hodnota (min), maximální hodnota (max), střední chyba aritmetického průměru (s. e.), variační koeficient (V).

Tab. 16 Statistické průkaznosti obsahu SFA, MUFA, PUFA, $\omega - 3$ a $\omega - 6$ MK dle modelové rovnice

UKAZATEL	MODEL		kalendářní měsíc		zvířata dle pokusu	
	r^2	P	F-test	P	F-test	P
SFA	0,88	0,055	4,87	0,077	10,06	0,034
MUFA	0,91	0,032	6,56	0,048	14,38	0,019
PUFA	0,85	0,085	5,30	0,068	1,33	0,312
$\omega - 3$	0,87	0,064	5,75	0,059	3,96	0,117
$\omega - 6$	0,94	0,017	14,37	0,012	0,22	0,660

Pozn.: MK- mastné kyseliny

SFA- nasycené mastné kyseliny

MUFA-mono nenasycené mastné kyseliny

PUFA- polynenasycené mastné kyseliny

$\omega - 3$ - polynenasycené mastné kyseliny

$\omega - 6$ - polynenasycené mastné kyseliny

U obsahu MK byl zjištěn pozitivní vývoj, především u SFA a MUFA. Na základě zpracování byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl u SFA (P 0,034) a také u MUFA (P 0,019) mezi pokusnou a kontrolní skupinou. U ostatních (PUFA, $\omega - 3$ a $\omega - 6$) nebyl statisticky průkazný rozdíl.

Tab. 17 Vyhodnocení pomocí procedury GLM (ANOVA)

		SFA	MUFA	PUFA	ω – 3	ω – 6
		LSM ± SE	LSM ± SE	LSM ± SE	LSM ± SE	LSM ± SE
kalendářní měsíc	Květen	68,05 ± 0,761	27,50 ± 0,672	4,50 ± 0,112	1,23 ± 0,048	2,51 ± 0,042 ^a
	Červen	69,25 ± 0,761	26,25 ± 0,672	4,53 ± 0,112	1,29 ± 0,048	2,58 ± 0,042 ^c
	červenec	70,05 ± 0,761	26,00 ± 0,672	3,96 ± 0,112	1,17 ± 0,048	2,20 ± 0,042 ^{b,d,e}
	Srpen	70,45 ± 0,761	25,10 ± 0,672 ^a	4,46 ± 0,112	1,23 ± 0,048	2,51 ± 0,042 ^f
	Září	66,3 ± 0,761	29,55 ± 0,672 ^b	4,12 ± 0,112	0,99 ± 0,048	2,30 ± 0,042 ^d
Zvířata	pokusná skupiny	69,90 ± 0,482 ^a	25,74 ± 0,425 ^a	3,37 ± 0,071	1,22 ± 0,031	2,43 ± 0,027
	kontrolní skupina	67,74 ± 0,482 ^b	28,02 ± 0,425 ^b	4,25 ± 0,071	1,14 ± 0,031	2,41 ± 0,027

a-b, c-d, e-f P < 0,05.

Pozn.: SFA- nasycené mastné kyseliny

MUFA-mono nenasycené mastné kyseliny

PUFA- polynenasycené mastné kyseliny

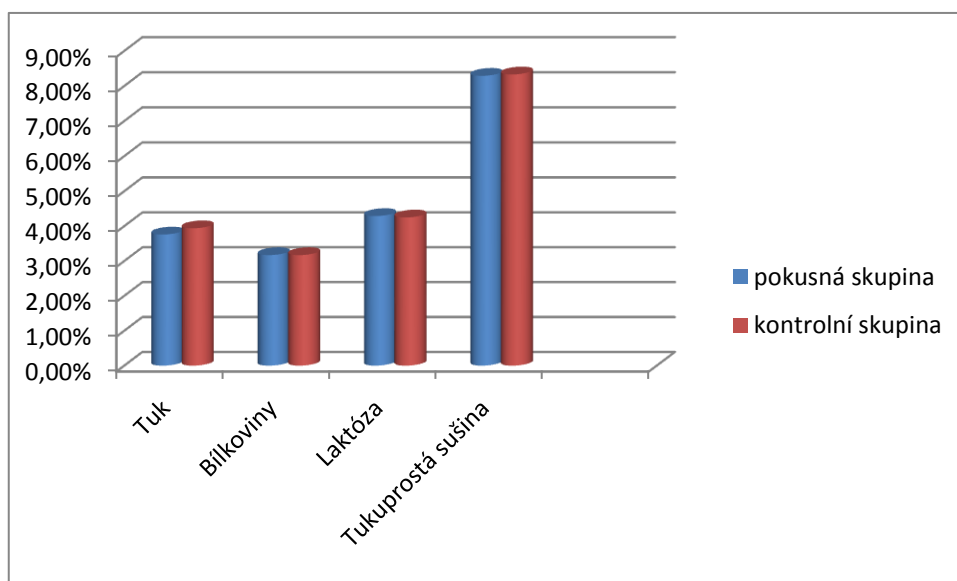
ω – 3- polynenasycené mastné kyseliny

ω – 6- polynenasycené mastné kyseliny

LSM ... least square means průměr opravený o efekty v modelové rovnici

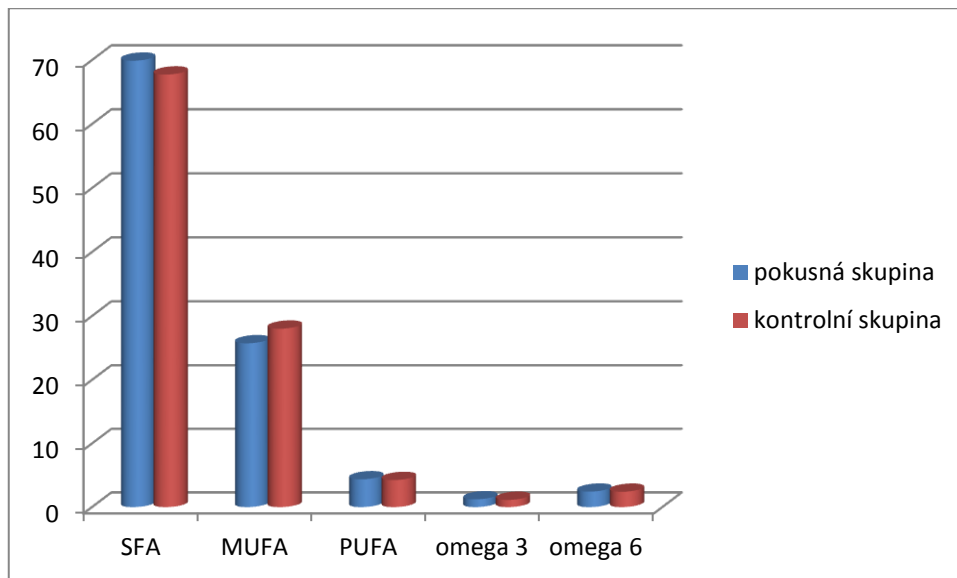
V tabulce jsou znázorněny průměrné hodnoty SFA, MUFA, PUFA, ω – 3 a ω – 6 u pokusné a kontrolní skupiny během sledování, vypočtené pomocí ANOVY. U SFA byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl. Průměrné hodnoty obsahu těchto kyselin u pokusné skupiny vykazují o 2, 16 % vyšší hodnoty než u kontrolní skupiny. Stejně tak byl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl v hodnotách MUFA, kdy hodnoty pokusné skupiny jsou o 2,28 % nižší. Hodnoty PUFA kyselin jsou v pokusné skupině o 0,88 % nižší než v kontrolní, ale nebyl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl. Stejně tak tomu bylo i u ω - 3 a ω – 6 MK.

Graf 1 Průměrné hodnoty jednotlivých složek mléka u pokusné a kontrolní skupiny



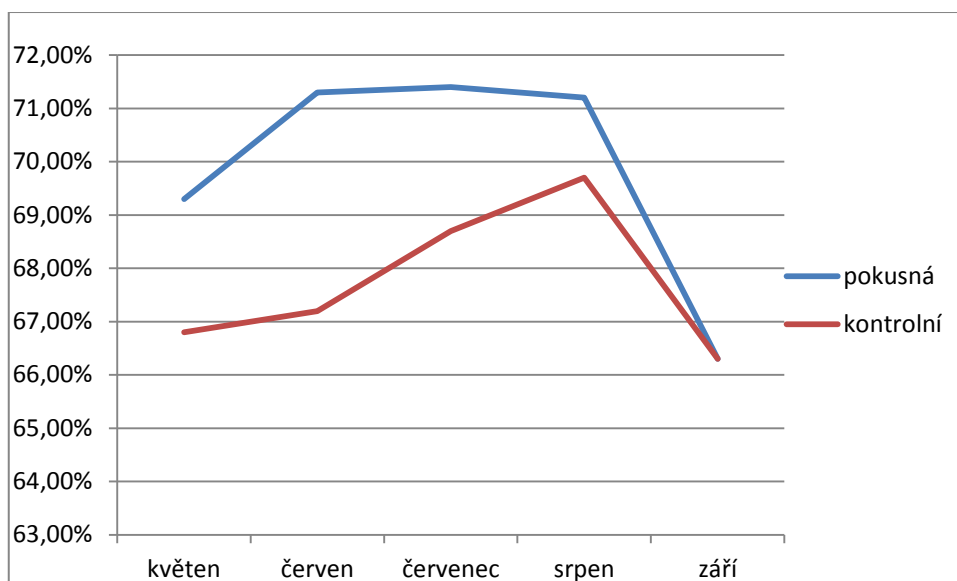
V grafu 1 jsou znázorněny průměrné hodnoty jednotlivých složek mléka od obou skupin během sledovaného období. Zde je vidět pouze nepatrný nižší obsah tuku u pokusné skupiny. U ostatních složek nejsou patrné významné odlišnosti.

Graf 2 Průměrné hodnoty SFA, MUFA, PUFA, omega 3 a omega 6 mastných kyselin u pokusné a kontrolní skupiny



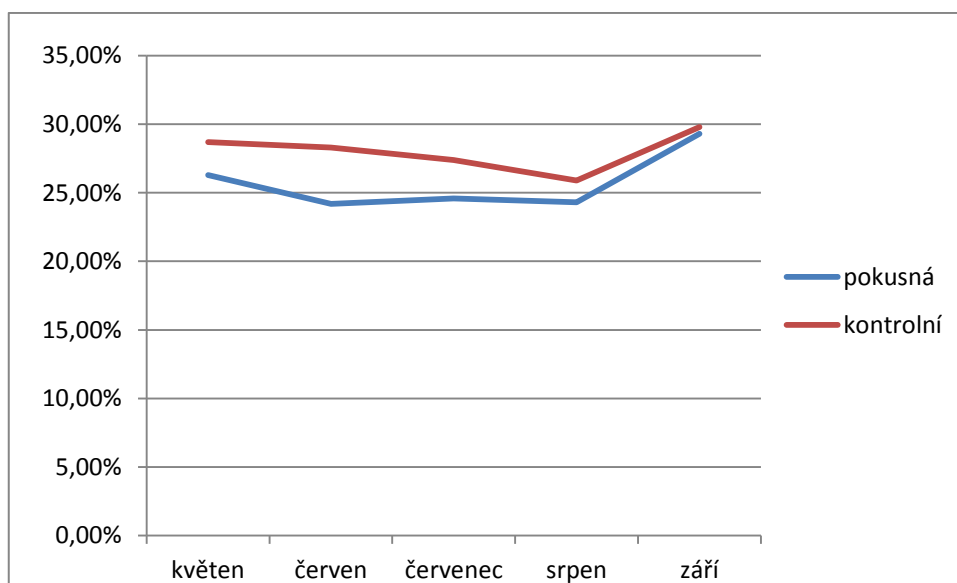
Graf 2 zaznamenává průměrné hodnoty SFA, MUFA, PUFA, ω - 3 a ω - 6 mastných kyselin u pokusné a kontrolní skupiny. Je zde znatelný rozdíl u SFA, kdy průměrné hodnoty v pokusné skupině nabývají vyšších hodnot než u kontrolní skupiny. Přestože bylo zjištěno a prokázáno jejich snížení na konci testu, které je znázorněno v grafu 6. Průměrný obsah MUFA kyselin je naopak nižší v pokusné skupině než v kontrolní, avšak u těchto kyselin bylo prokázáno navýšení na konci měření, které je taktéž znázorněno v grafu 6. U PUFA, ω - 3 a ω - 6 nejsou rozdíly znatelné.

Graf 3 Vývoj obsahu SFA během sledování



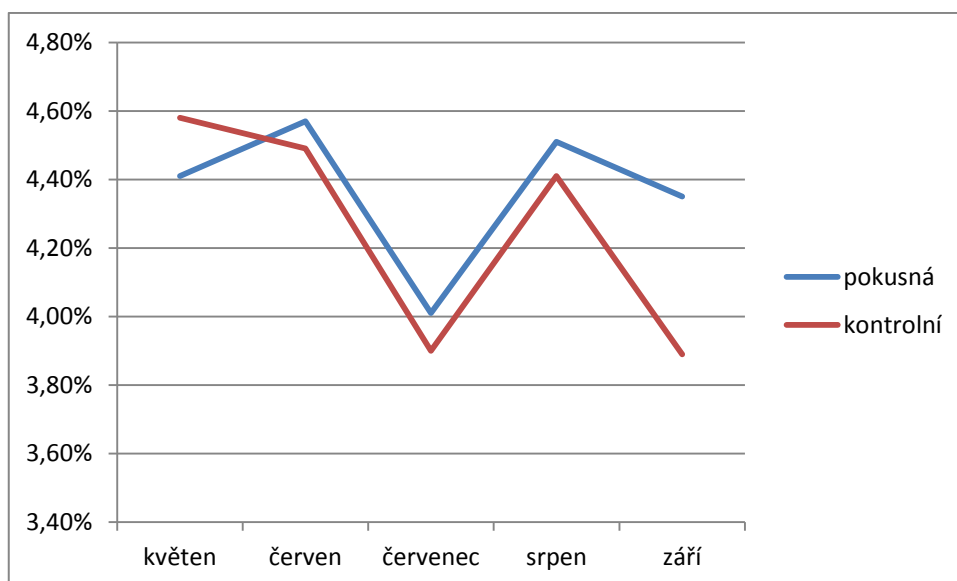
Z grafu 3 je patrný pokles SFA kyselin u pokusné skupiny, které na začátku měření vykazovaly vyšší hodnoty než kontrolní skupina. Přestože konečné hodnoty jsou totožné, bylo statisticky prokázáno snížení těchto nežádoucích MK u pokusné skupiny.

Graf 4 Vývoj obsahu MUFA během sledování



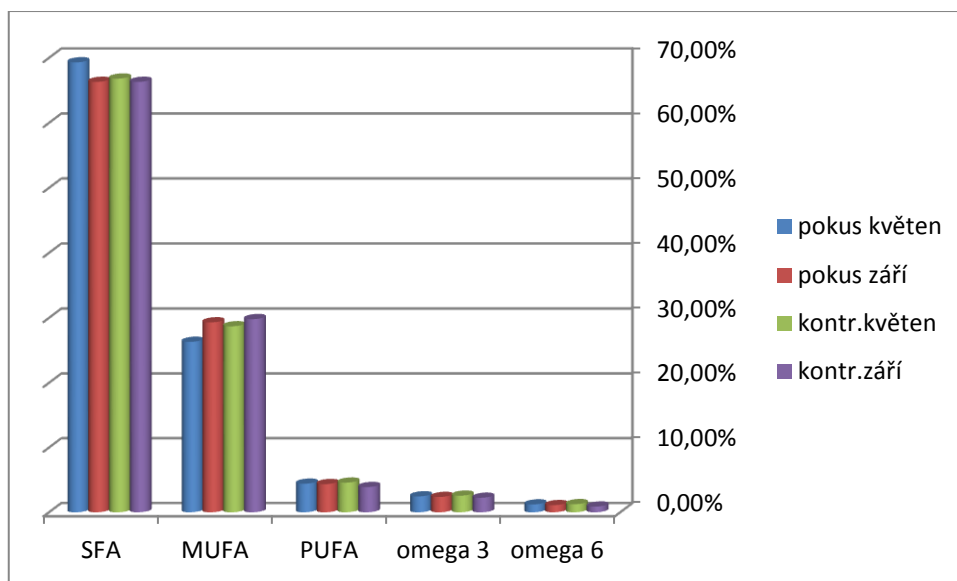
V Grafu 4 je znázorněno navýšení MUFA kyselin na konci testu u obou skupin. Přesto byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl mezi skupinami, a to vzhledem k tomu, že na začátku měření byly zaznamenány u pokusné skupiny nižší hodnoty než u kontrolní.

Graf 5 Vývoj obsahu PUFA během sledování



V grafu 5 je zřetelný pokles PUFA kyselin u kontrolní skupiny. Obsah těchto kyselin v pokusné skupině vykazuje vyšší hodnoty, přesto nebyl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl mezi skupinami. Obsah PUFA kyselin v pokusné skupině vykazuje na začátku a na konci měření téměř totožné hodnoty, avšak dalo by se očekávat navýšení při pokračování testu či při navýšení dávek řasy.

Graf 6 Porovnání obsahů MK na začátku a na konci testu u obou skupin



V grafu 6 jsou znázorněny hodnoty obsahu SFA, MUFA, PUFA, $\omega - 3$ a $\omega - 6$ MK mezi začátkem a koncem měření. Přestože průměrné hodnoty SFA kyselin u pokusné skupiny jsou vyšší než u kontrolní, bylo zjištěno a statisticky prokázáno jejich snížení na konci testu ($P < 0,034$). Pokud se zaměříme na MUFA kyseliny, jejich průměrné hodnoty v pokusné skupině jsou nižší než v kontrolní, avšak také je zaznamenán a prokázán pozitivní pokrok na konci testu, kdy došlo k navýšení obsahu těchto kyselin. Toto navýšení bylo statisticky průkazné ($P < 0,019$).

6 Diskuze

Do analýzy byly zapojeny vzorky mléka od koz z pokusné a kontrolní skupiny. Hodnoceny byly nádoje a obsah jednotlivých složek mléka, včetně mastných kyselin.

Jak uvádí Belanger a Bredesenová (2014) produkce mléka po porodu rapidně stoupá a dosahuje vrcholu okolo druhého měsíce, poté pozvolna klesá. Během našeho měření množství nadojeného mléka vykazovalo navyšování hodnot během prvních měsíců. Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány v červenci, následně docházelo k poklesu, a to jak u pokusné tak u kontrolní skupiny. Bylo zjištěno, že průměrné hodnoty nádoje u pokusné skupiny udávají o 0,13 % nižší hodnoty než u kontrolní skupiny. V nádoji byl pozorován statisticky průkazný rozdíl mezi pokusnou a kontrolní skupinou ($P < 0,001$).

Dále byl hodnocen obsah jednotlivých složek mléka. Přestože obsah tuku prokazoval nižší hodnoty na konci měření, nelze to považovat za statisticky průkazné. Obsah mléčného tuku je totiž vyšší po porodu a pak se postupně během laktace snižuje (Chilliard et al., 2003). Podle Douchy (1998) by mohla mít *Chlorella vulgaris* vliv na obsah bílkovin v mléce, jelikož je dobrým zdrojem hodnotných bílkovin, které činí až 60 % její sušiny. Navýšení obsahu bílkovin nebylo statisticky průkazné ($P > 0,05$). U ostatních složek mléka (laktóza a tukuprostá sušina) taktéž nebyly prokázány statisticky průkazné rozdíly.

Mezi jednotlivými vlastnostmi produkce mléka existují vzájemné vztahy, které se vyjadřují pomocí korelačních koeficientů (Fantová a kol., 2012). Na základě těchto koeficientů byla u obou skupin prokázána závislost mezi množstvím nadojeného mléka a obsahem tuku ($P > 0,001$), dále byla zjištěna korelace mezi množstvím nadojeného mléka a obsahem sušiny bez tuku ($P 0,003$) u kontrolní skupiny a ($P 0,001$) u pokusné, také korelace mezi množstvím nadojeného mléka v souvislosti s laktačním obdobím u kontrolní ($P 0,004$) a u pokusné ($P 0,001$) a korelace mezi obsahem bílkovin ve vztahu s laktačním obdobím u kontrolní i pokusné skupiny ($P < 0,001$).

Pozitivní účinek zkrmování řasy byl zaznamenán i v obsahu mastných kyselin. Ve studii podle Park et al. (2007) je uvedeno, že součet obsahu mastných kyselin kaprinové, myristové, palmitové, stearové a olejové by měl být větší než 75 %. Toto se potvrdilo, obsah těchto kyselin na konci měření se vyskytl v hodnotách 81,07 % u pokusné skupiny a u kontrolní skupiny bylo vykazováno 78,19 % na konci měření.

Na základě zpracování byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl u SFA (0, 034) mezi pokusnou a kontrolní skupinou. U pokusné skupiny bylo zaznamenáno snížení těchto kyselin na konci měření, a to o 3 % oproti kontrolní skupině, kde k zásadní změně nedošlo. Z nasycených mastných kyselin představuje největší zastoupení kyselina palmitová. Dle Park et al. (2007) by měl být obsah kyseliny palmitové v kozím mléce v rozmezí 23, 2 – 34, 8 %. Během měření byly zaznamenány u pokusné skupiny průměrné hodnoty této kyseliny 29, 36 %. Podle Czadeurna et al. (2010) dochází při zvýšeném příjmu bílkovin v krmivu ke snížení obsahu kyseliny palmitové. Taktéž studie dle Kouřimské et al. (2014) potvrzuje, že došlo k poklesu kyseliny palmitové z 35, 45% na 28, 44 %, a to u skupiny koz, které dostávaly denně 10g řasy. Přestože během našeho měření nebyl prokázán výrazný pokles této kyseliny, dalo by se očekávat, že při navýšení dávek řasy dojde k poklesu vyššímu. Jako další z nasycených mastných kyselin je uvedena kyselina stearová. Dostálová a Snížek (1992) uvedli, že obsah této kyseliny v kozím mléce je 10, 1 %. Podobné hodnoty byly zjištěny i během našeho sledování, kdy dosahovaly průměrných hodnot 10, 5 %. U pokusné skupiny bylo zaznamenáno snížení hodnot této kyseliny, a to o 3, 55 % na konci měření.

Dále byl potvrzen průkazný rozdíl v hodnotách u MUFA kyselin mezi pokusnou a kontrolní skupinou (P 0,019). Přestože průměrné hodnoty těchto kyselin u pokusné skupiny jsou nižší než u kontrolní, došlo na konci měření k žádoucímu navýšení těchto kyselin o 3 %. Největší zastoupení z MUFA kyselin v mléce má kyselina olejová. Podle Dostálové a Snížka (1992) je obsah kyseliny olejové 19, 1 %. V našem případě vyšlo 20, 9 %. Přídavek řasy naznačuje pozitivní posun u této kyseliny. S oběma jejími izomery došlo k nárůstu o 2, 58 % u pokusné skupiny na konci měření. Co se týče nežádoucího izomeru trans, byl zaznamenán pokles. Snížení tohoto izomeru popisuje také Haenlein (2004), který přidával do krmiva vojtěšku. Ke zvýšení kyseliny olejové pravděpodobně došlo z toho důvodu, že právě *Chlorella vulgaris* obsahuje vysoké množství této kyseliny. Podle Ötles and Pire (2001) se jedná o 17, 62 % z celkového množství. Studie dle Kouřimské et al. (2014) uvádí taktéž nárůst, a to až o 9, 33 % u skupiny koz s přídavkem 10g řasy denně.

Obsah PUFA kyselin mezi pokusnou a kontrolní skupinou nebyl statisticky průkazný (P 0, 312). Hlavním představitelem je kyselina linolová (CLA). Ötles and Pire (2001) uvádí, že v *Chlorella vulgaris* je obsaženo 11, 7 % této kyseliny. Studie dle Vahmaniho (2003) poukazuje na snížení kyseliny linolové po přídavku řasy. Chilliard et al. (2003) dodává, že obsah CLA v kozím mléce se prudce navyšuje po přídavku rostlinného oleje.

Kyselina linolenová, další z PUFA kyselin je podle literatury v *Chlorella vulgaris* obsažena v 15, 79 %. Chilliard et al. (2003) prokazuje navyšující se obsah kyseliny linolenové po zkrmování enkapsulovaných semen řepky do krmné dávky koz, o 3, 1 %. Během našeho měření nebyly výsledky prokazatelné. Oproti tomu ve studii dle Kouřimské et al. (2014) byl zaznamenán nárůst obou izomerů této kyseliny o 1, 61 % u skupiny, která dostávala 10g řasy denně. Lze tedy předpokládat, že při vyšším přídávku řasy do krmiva dojde k navýšení této kyseliny v mléce.

U obsahu EPA a DHA nebylo prokázáno jejich navýšení a to pravděpodobně z toho důvodu, že *Chlorella vulgaris* není příliš bohatým zdrojem těchto kyselin. Studie dle Cattanea et al. (2006) poukazuje na navýšení těchto kyselin v kozím mléce po přídávku rybího tuku.

Samková et al. (2008) uvádí, že doporučený poměr mastných kyselin v lidské výživě by měl být následující: nasycené mastné kyseliny SFA, mononenasyčené MUFA a polynenasycené PUFA je $< 1 : 1, 4 : > 0, 6$. V našem případě došlo ke změně poměru z 2, 63 : 1 : 0, 167 na poměr 2, 26 : 1 : 0, 15. Nejedná se o rapidní změnu, přesto došlo k pozitivní úpravě obsahu nasycených MK vůči MUFA a PUFA. Především došlo k poklesu kyseliny stearové z nasycených MK. Nenasycené kyseliny jako je olejová a linolová prokazují nepatrný nárůst.

U $\omega - 3$ a $\omega - 6$ mastných kyselin nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl mezi pokusnou a kontrolní skupinou. $\Omega - 3$ kyseliny jsou velmi důležité pro organismus savců, ovšem jejich organismus je nedokáže sám syntetizovat, tudíž je potřeba je dodávat s potravou. Jsou obsaženy přednostně v tučných rybách. Poměr $\omega - 6 : \omega - 3$ by měl být maximálně 5 : 1. Ve studii podle Kouřimské et al. (2014) bylo zjištěno, že u kontrolní skupiny došlo ke změně poměru z 3, 05 : 1 na 4, 71 : 1. Skupina koz, která dostávala 5g řasy došlo k vysoké změně poměru z 1, 56 : 1 na 6, 24 : 1, a skupina, která dostávala 10g řasy v krmivu měla nejlepší výsledky. Z původního poměru 3, 72 : 1 došlo k pozitivní úpravě poměru na 2, 36 : 1. V našem případě bylo taktéž dosaženo navýšení hodnot u kontrolní skupiny z 2, 06 : 1 na 2, 57 : 1 a u pokusné skupiny k úpravě z počáteční hodnoty 2, 02 : 1 na 2, 145 : 1. Nejedná se sice o výraznou úpravu, avšak můžeme očekávat příznivější výsledky po navýšení přídávku řasy.

7 Závěr

Kozí mléko patří mezi velmi cennou, dieteticky hodnotnou potravinu, především díky své vysoké stravitelnosti a nutriční hodnotě. Přestože jeho cena je až trojnásobně vyšší než u kravského mléka a výrobků z něj, u spotřebitelů začíná nacházet oblibu.

Z praktické části je zřejmé, že zkrmování granulované *Chlorelly vulgaris* zvířatům má pozitivní vliv na složení mléka. Výsledky jsou patrné již při přídávku 5g řasy denně, avšak v porovnání s literaturou by vyšší dávka znamenala ještě lepší výsledky. Přesto první hypotéza byla vyvrácena, kdy nedošlo k očekávanému navýšení nádoje ani k navýšení obsahu mléčného tuku.

U nežádoucích kyselin, mezi které patří kyselina máselná, kaprinová, kaprylová a kapronová byl zaznamenán pokles. Taktéž byl zaznamenán pokles nežádoucích nasycených mastných kyselin (SFA), a tudíž druhá hypotéza byla potvrzena. Oproti tomu u žádoucích mononenasycených mastných kyselin (MUFA) byl zaznamenán nárůst.

K navýšení zdraví prospěšných polynenasycených mastných kyselin (PUFA), především ω - 3 a ω - 6 MK nedošlo, tudíž třetí hypotézu taktéž zamítáme.

Na základě našeho měření můžeme tvrdit, že *Chlorella vulgaris* je velmi příznivým a efektivním doplňkem stravy. Vzhledem k tomu, že dochází ke snižování kyselin s krátkým řetězcem, ovlivňuje to i chuť a vůni mléka, což je určitě velmi zajímavé pro konzumenty, kteří mohou mít problém s typickým „kozím pachem“.

Chlorella vulgaris se díky svému složení a blahodárným vlivům jeví jako potravina budoucnosti. Taktéž hraje roli forma, ve které byla řasa zvířatům podávána. Zdá se být výhodnější podávání řasy v granulované formě, jednoduše proto, aby se dostala až do tenkého střeva a nepodléhala tolik fermentačním procesům mikroflóry obsažené v batoru.

Vzhledem k pozitivním změnám v profilu mastných kyselin, doporučuji suplementaci řasy navýšit na alespoň 8g denně, což by mohlo mít vliv na příznivější a především efektivnější výsledky. Dalo by se konstatovat, že by mohlo dojít k očekávanému navýšení PUFA kyselin.

8 Seznam literatury

Albenzio, M., Santillo, A. 2011. Biochemical characteristics of ewe and goat milk: Effect on the quality

of dairy products. 101. 33 - 40.

Bartoš, S. 1987. Mikrobiologie a biochemie trávení v bacheru přežvýkavců. 1. vydání.

Akademia. Nakladatelství Československé akademie věd. 183 s.

Belanger, J., Thomson Bredesenová, S. 2014. Chov dojných koz. 1. vydání. Euromedia group.

Storey Books Publishing. 296 s.

Cattaneo, D., Dell'Orto, V., Varisco, G., Agazzi, A., Savoini, G., 2006. Enrichment in n – 3

Fatty Acids of Goat's Colostrum and Milk by Maternal Fish Oil Supplementation. Small

Ruminant Research. 64. 22 - 29.

Ceballos, L., S., Morales, E., R., De La Torre Adarve, G., Castro, J., D., Martínez, L., P., Sanz

Sampelato, M., R. 2009. Composition of goat and cow milk produced under similar

conditions and analyzed by identical methodology. Journal of food composition and analysis.

22. 322 - 329.

Coop, I., E., 1982. Sheep and Goat Production. World animal science. Elsevier scientific

publishing company. 492 p.

Czauderna, M., Kowalczyk, J., Michalski, J., P. 2010. Effect of a

protein level in the diet on fatty acid profile in goat milk. Journal of Animal and Feed

Sciences. 19. 211 – 217.

Červený, Č. Farmář – časopis všech zemědělců 2004. č. 2. Mléko jako potravina. Praha. Profi Press, s. r. o. s. 74.

Chacón, A. 2005. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana* . 252 p.

Dallen, M. 2010. Zelené potraviny, když jídlo je naším lékem. Praha. Ratio Bona spol. s r.o. ISBN: 978 - 80 - 254 - 4590 - 7.

Delgado- Pertiñez, M., Alcalde, M., J., Guzmán- Guerrero, J., L., Castel, J., M., Mena, Y., Caravaca, F. 2003. Effect of hygiene-sanitary management on goat milk quality in semi-extensive systems in Spain. *Small ruminant research*. 47. 51 - 61.

Dobler, M. 2003. Chicago. *Lactose intolerance nutrition guid*. American dietetic association. ISBN: 0 – 88091 – 307 – X.

Dostálová, J. 2004. Kozí mléko. *Výživa a potraviny*. Praha. roč. 59. č. 1, 8 – 9 s.

Dostálová, J. Snížek, J. 1992. Chov koz a uplatnění kozího mléka a masa v lidské výživě. Praha. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. ISSN: 0862 - 3562.

Doucha, J. 1998. Program *Chlorella* v České republice. Mikrobiologický ústav AV ČR. Třeboň. 16 s.

El Hagrawy, I., S. 1991. Dairy Science Abstracts. 53. 9. 781 p.

Fantová, M., 1997. Základy chovu koz. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR. Praha. 49 s.

Fantová, M., Kacerovská, L., Malá, G., Mátlová, V., Skřivánek, M., Šlosárková, S.
2012. Chov koz. 3. vydání. Praha: Brázda. ISBN 978 – 80 – 209 – 0393 - 8.

Fantová, M., Nohejlová, L. 2012. Základy chovu koz. Praha. Ústav zemědělské ekonomiky a informací. ISBN 978 - 80 - 86671 - 99 - 4.

Fekadu, B., Soryal, K., Zeng, S., Van Hekken, D., Bah, B., Villaquiran, M. 2005. Changes in goat milk composition during lactation and their effect on yield and quality of hard and semi-hard cheeses. Small Ruminant Research 59. 55 – 63.

Forman, I. 1998. Mléko a výrobky z mléka. Příloha č. 6. Nový venkov. Ročník 2. Číslo 1. Praha. Česká zemědělská tiskárna s. r. o.

Gordon, I. 1997. Controlled reproduction in Sheep and Goats. CAB INTERNATIONAL. 450 p. ISBN: 0 85199 115 7.

Guschina, I., A., Harwood, J., L. 2006. Lipids and lipid metabolism in eukaryotic algae. Progress in Lipid Research 45. 160 – 186.

Grosclaude, F., Martin, P., 2007. Casein polymorphism in the goat. In Milk Protein Polymorphism, vol. 9202. IDF. 241 – 253 p.

Gutierrez, M. 1991, J. Dairy Science 74. 10. 3303 p.

Haenlein, G., F., W., 2004. Goat milk in human nutrition. Small Rum. Research 51. 155 – 163 p.

Hoover, W., H., Miller, T., K. 1992. Rumen digestive physiology and microbial ecology. Morgantown. Agricultural and forestry experiment station - University. 36 p.

Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., Lamberett, G., 2003. A Review of Nutritional and Physiological Factors Affecting Goat Milk Lipid Synthesis and Lypolysis. Journal of Dairy Science. 86. 1751-1770.

Jandal, J., M. 1996. Comparative aspects of goat and sheep milk. Small Ruminant Research. 22. 177 - 185.

Kalač, P. 2003. Funkční potraviny: kroky ke zdraví. Dona. České Budějovice. 130 s. ISBN: 8073220296.

Kalina, T., Váňa, J. 2005. Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. (1. vyd. ed.). Praha Karolinum. ISBN: 80 – 246 – 1036 – 1.

Kouřimská, L., Vondráčková, E., Fantová, M., Nový, P., Nohejlová, L., Michnová, K. 45. 2014 (3). Effect of feeding with algae on fatty acid profile on goat's milk. Scientia agriculturae bohemica.

Kopáček, J., Obermaier, O. Svět potravin. 2009. č. 11. Vápník – důvod proč pít mléko – 1. Část. Opportunitas, a. s. 50 s.

Křivánek, M. Svět potravin. 2009. č. 5. Nutriční význam mléčných výrobků. Opportunitas, a. s. 50 s.

Kühnemann, H. 2011. Chováme kozy: Významná plemena, chov s ohledem na zvláštnosti druhu, péče o zdraví. Líbeznice. Víkend. ISBN 978 – 80 – 7433 – 039 – 1.

Maxa, V., Rada, V. 1996. Význam bifidobakterií a bakterií mléčného kvašení pro výživu a zdraví. Praha. Ústav zemědělských a potravinářských informací. ISBN: 80 – 85120 – 57 – 7.

Moreno - Indias, I., Hernández - Castellano, L. E., Torres, Morales - delaNuez, A., Sánchez - Macías, D., Castro, N., Argüello, A. 2014. Use of microseaweeds (*Chlorella pyrenoidosa*) as a probiotic in dairy goats feeding. Journal of Applied Animal Research. 42. 310 – 316 p.

Mourek, J., Nedbalová, M., Šmídová, L., Mydlilová, A. 2007. Mastné kyseliny Omega - 3: zdraví a vývoj. Triton. Praha. 174 s. ISBN: 9788072549177.

Odstrčil, J., Odstrčilová, M. 2006. Chemie potravin. (Vyd. 1. ed). Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. 164 s.

Olaizola, M. 2003. Commercial development of microalgal biotechnology: from the test tube to the Marketplace. Biomolecular Engineering. 20. 459 - 466.

Oswald, W. J., Lee, E. W., Adan, B., Yao, K. H. 1978. New wastewater - treatment method yields a harvest of saleable algae. WHO CHRONICLE. 32. 348 - 350.

Ötleş, S., Pire, R. 2001. Fatty Acid Composition of Chlorella and Spirulina Microalgae Species. Journal of AOAC International. 84 (6). 1708 - 1714.

Pandya A., J., Ghodke K., M., 2007. Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. Small Ruminant Research. 68. 193 – 206.

Park, Y. W. 1994. Hypo- allergenic and therapeutic significance of goat milk. Small Ruminant Research 14. 151 – 161.

Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M., Haenlein, G. F. W., 2007. Physico – chemical characteristic of goat and sheep milk. Small Rum. Research. 68. 88 – 113.

Perlín, C. 1979. Nutričně ekonomické hodnocení výroby a spotřeby mléka a mléčných výrobků: Závěrečná zpráva. Praha: Výzkumný ústav ekonomiky zemědělství a výživy.

Piper, S., Unterieser, I., Mann, F., Mischnick. P. 2012. A new arabinomannan from the cell wall of the chlorococcal algae

Chlorella vulgaris. Carbohydrate Research. 352. 166 – 176.

Raynal- Ljutovac, K., Pirisi, A., de Crémoux, R., Gonzalo, C. 2007. Somatic cells of goat and sheep milk: Analytical, sanitary, productive and technological aspects. *Small Rum. Research.* 68. 126–144.

Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I., Chilliard, Y. 2008. Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Ruminant Research.* 79. 57 – 72.

.

Ročenka chovu ovcí a koz v České republice za rok 2009. 2010. Českomoravská společnost chovatelů, a. s. Svaz chovatelů ovcí a koz v ČR. ISBN: 978 - 80 - 904131 - 5 - 3. 110 s.

Samková, E., Pešek, M., Špička, J., 2008. Mastné kyseliny mléčného tuku skotu a faktory ovlivňující jejich zastoupení. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 90 s.

Scintu, M. F., Piredda, G., 2007. Typicity and Biodiversity of Goat and Sheep Milk Products. *Small Ruminant Research.* 68. 221 – 231

Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U., Prosser, C., G. 2010. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. *Small Ruminant Research.* 89. 110 – 124.

Soryal, K., Beyene, F. A., Zeng, S., Bah, S., Tesfai, K. 2005. Effect of goat breed and milk composition on yield, sensory quality, fatty acid concentration of soft cheese during lactation. *Small Ruminant Research.* 58. 275 – 281.

Straub, F., B. Biochemie. 1962. Praha. 1. vyd. Nakladatelství Československé akademie věd. 636 s.

Škopek, B. 2005. Průvodce legislativou potravin. 2. díl. Požadavky na jakost, skladování, uvádění do oběhu a označování vybraných druhů potravin – podle komoditních vyhlášek k zákonu o potravinách. Ústav zemědělských a potravinářských informací. ISBN: 80 – 7271 – 161 – X.

Valenzuela, A., Sanhueza, B. J., Nieto, S., 2006. Docosahexaenoic acid (DHA), essentiality and requirements. Why and how to provide supplementation. *Grasas y Aceites*. 57 (2). 229 - 237.

Vahmani, P. 2013. Effect of supplementation with fish oil or microalgae on milk fatty acid composition and lipogenic gene expression in cows managed in confinement or pasture systems. Dalhousie University Halifax, Nova Scotia

Velíšek, J. 1999. Chemie potravin 1. OSSIS. Tábor. Vydání 1. 352 s. ISBN: 80 – 902391 – 3 – 7.

Velíšek, J. 1999. Chemie potravin 2. OSSIS. Tábor. Vydání 1. 328 s. ISBN: 80 – 902391 – 4 – 5.

Velíšek, J., Cejpek, K. 2008. Biosynthesis of Food Components. OSSIS. Tábor. Vydání 1. 512 s. ISBN: 978 – 80 – 86659 – 12 – 1.

Velíšek, J., Hajšlová, J. 2009. Chemie potravin I. 3. OSSIS. Tábor. 602 s.

Vorlová, L. 2012. Proč mléko a mléčné výrobky nesmějí chybět v našem každodenním jídelníčku. Potravinářská revue. Praha. AGRAL, s. r.o. 22 – 24.

Žižlavský, J., Čechová, M., Doskočil, J., Klecker, D., Kuchtík, J., Misař, D., Zeman, L. 1999. Chov hospodářských zvířat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 196 s. ISBN: 80 – 7157 – 218 – 7.

ČSÚ. Stav hospodářských zvířat (k 1. 4.). [online]. [cit. 2016- 03- 18]. Dostupný z WWW: < https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/index.jsf?page=vystup-objekt&zo=N&pvo=ZEM06&katalog=30840&nahled=N&sp=N&filtr=G~F_M~F_Z~F_R~F_P~_S~_null_null_&verze=-1&z=T&f=TABULKA&evo=v206_!_ZEM06-2015_1&u=v63__VUZEMI__97__19#w=> >.

Pokorný, J. 2006. Nasycené mastné kyseliny v tucích: nepůsobí všechny stejně. Výživa a potraviny. č. 4. [cit. 2015- 04- 06]. Dostupné z <<http://www.vyzivaspol.cz/clanky-casopis/nasycene-mastne-kyseliny-v-tucich.html%20%3E> >.

SCHOK. Zápis z předsednictva SCHOK dne 14. 5. 2014 v Praze. [online]. [cit. 2015- 04- 09]. Dostupný z WWW: < <http://www.schok.cz/zapisy/predsednictvo/zapis-z-predsednictva-schok-v-cr-konaneho-dne-14-5-2014-v-praze> >.