

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra speciální zootechniky**



**Vliv krmných aditiv na kvalitu mléčného tuku ovcí**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Kochová Michaela**

**Obor studia: Výživa zvířat a dietetika**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Fantová Milena, CSc.**

© 2017 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv krmných aditiv na kvalitu mléčného tuku ovcí" 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 4. dubna 2017

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Mileně Fantové, CSc. za vedení diplomové práce. Velké poděkování patří Ing. Kláře Novotné za odborné rady, věcné připomínky, korekci textu a především za trpělivost a ochotu se mnou spolupracovat a poskytovat mi veškeré potřebné údaje pro mou diplomovou práci. Dále panu Josefu Pulíčkovi z Kozí farmy v Pěnčíně za umožnění pokusného sledování v rámci diplomové práce. V neposlední řadě bych ráda poděkovala mé rodině za podporu během studia.

# Vliv krmných aditiv na kvalitu mléčného tuku ovčí

## Souhrn

Mléko ovčí se využívá především na výrobu ovčích sýrů, avšak i syrové mléko si nachází neustále víc příznivců. Nejen pro zdraví konzumentů, ale i pro lepší zhodnocení mléka při výrobě sýrů je vhodné změnit zastoupení mléčných složek a především změnit zastoupení mastných kyselin (MK) v mléčném tuku. Na složení mléka má vliv mnoho faktorů, avšak jedním z těch nejdůležitějších a nejsnáze ovlivnitelných je výživa zvířat.

V této práci byl pozorován vliv mikrořasy *Japonochytrium* sp. na množství a složení mléka východofríských ovčí. Do pokusu byly vybrány bahnice na třetí laktaci (n=24), které byly rozdělené do dvou skupin. První skupina byla kontrolní (OK, n=12) a dostávala pouze základní krmnou dávku, druhá skupina byla pokusná (OP, n=12) a té bylo ke krmné dávce přidáváno 10g/kus/den granulované mikrořasy *Japonochytrium* sp. po dobu jednoho měsíce (přelom června/července). Vzorky byly odebírány v pravidelných intervalech (4 odběry od června do srpna). Poslední odběr byl uskutečněn po ukončení zkrmování řasy, aby se prokázalo, zdali měla řasa vliv na mléko i po ukončení jejího zkrmování.

Pro tuto práci byly měřeny ranní nádoje a ze vzorků bylo analyzováno základní složení mléka a zastoupení jednotlivých mastných kyselin (MK) v mléčném tuku ovčí. Dále byly provedeny analýzy krmiva a řasy *Japonochytrium* sp. Výsledky statisticky neprokázaly, že by řasa *Japonochytrium* sp. měla vliv na nádoj či složení mléka. Částečně se jako statisticky průkazná projevila změna ve složení mastných kyselin. Očekávaný nárůst monoenových nenasycených mastných kyselin (MUFA) a polyenových nenasycených mastných kyselin (PUFA) se nepotvrdil a bylo zjištěno stoupající množství nasycených mastných kyselin (SFA). Hypotéza o pozitivním vlivu řasy *Japonochytrium* sp. na obsah omega-3 (n-3) a omega-6 (n-6) mastných kyselin nebyla potvrzena, proto bylo shledáno, že řasa *Japonochytrium* sp. není dobrým zdrojem pro navýšení obsahu omega-3 mastných kyselin u ovčí.

**Klíčová slova:** *Japonochytrium* sp., mléčný tuk, mastné kyseliny, východofríská ovce

# Effect of feeding on the quality of sheep milk fat

## Summary

Sheep's milk is mainly used for the production of sheep's cheeses, but also the raw milk is always more supporters. Not only for the health of consumers, but also for a better appreciation of the milk in cheeses, is suitable to change the representation of milk components, mainly change the content of fatty acids in milk fat. On the composition of the milk is influenced by many factors, but one of the most important and most easily tractable is animal nutrition. In this thesis was surveyed an effect of microalga *Japonochytrium* sp. depending on amount and composition of milk by East Frisian sheep. The experiment were selected for the third lactation ewes (n = 24), which were divided into two groups. The first group was the control group (OK, n = 12). This group received only the fundamental feeding ration. The second group was experimental group (OP, n = 12) and these group was added to the feeding ration 10 g / head / day of granular microalga *Japonochytrium* sp. for one month (at the turn of June / July). Samples were taken at regular intervals (4 samplings from June to August). The last sample was taken after finishing of feeding with algae to be demonstrated, whether it had an impact on milk.

For this thesis were measured morning milk yields and from the samples were analyzed the basic composition of the milk fatty acid (MK) in the sheep milk fat. Further analyzes were carried out to algae *Japonochytrium* sp. The results do not statistically prove that alga *Japonochytrium* sp. have an impact on milk yield or milk composition. Partially alga had an impact to milk fatty acid composition. The expected increase in monounsaturated unsaturated fatty acids (MUFA) and polyenoic unsaturated fatty acids (PUFA) were confirmed increasing amount of saturated fatty acids (SFA). Hypothesis about the positive impact algae *Japonochytrium* sp. to content omega-3 (n-3) and omega-6 (n-6) fatty acids was not confirmed, therefore, it is why algae *Japonochytrium* sp. is not a good source for increase of the content of omega-3 fatty acids by sheep.

**Keywords:** *Japonochytrium* sp., milk fat, fatty acids, East Frisian sheep

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Zařazení ovce, popis</b>	<b>10</b>
3.1.1	Východofříská ovce	11
<b>3.2</b>	<b>Mléko</b>	<b>13</b>
3.2.1	Vemeno	13
3.2.2	Mléčné bílkoviny	15
3.2.2.1	Kasein v ovčím mléce	15
3.2.3	Mléčné sacharidy	16
3.2.4	Mléčný tuk	16
<b>3.3</b>	<b>Mastné kyseliny</b>	<b>18</b>
3.3.1	Konjugovaná kyselina linolová (CLA)	20
3.3.2	Vliv píče na skladbu MK	21
<b>3.4</b>	<b>Porovnání kravského, koziho a ovčího mléka</b>	<b>22</b>
<b>3.5</b>	<b>Anatomie a fyziologie trávicí soustavy</b>	<b>25</b>
<b>3.6</b>	<b>Krmná aditiva</b>	<b>27</b>
3.6.1	Oleje a extrakty z rostlin	28
3.6.1.1	Aromatické sloučeniny	29
3.6.2	Živočišné oleje	30
3.6.3	Lněné semínko	30
3.6.4	Sója a slunečnice	32
3.6.5	Řepka	33
3.6.6	Olivové pokrutiny	33
3.6.7	Řasy	34
3.6.7.1	Ascophyllum nodosum	35
3.6.7.2	Cryptocodium cohnii	35
3.6.7.3	Schizochytrium sp.	35
3.6.7.4	Japonochytrium sp.	36
<b>4</b>	<b>Metodika</b>	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>Analýza základních složek krmiva a řas</b>	<b>37</b>
4.1.1	Analýzy mastných kyselin v krmivu a řasách	38
<b>4.2</b>	<b>Analýza mléka</b>	<b>38</b>
4.2.1	Analýza základních složek mléka	38
4.2.2	Analýza mastných kyselin v mléce	38
<b>4.3</b>	<b>Vyhodnocení výsledků</b>	<b>39</b>

<b>5</b>	<b>Výsledky.....</b>	<b>40</b>
<b>5.1</b>	<b>Obsah mastných kyselin v krmivu.....</b>	<b>40</b>
<b>5.2</b>	<b>Obsah jednotlivých složek mléka.....</b>	<b>41</b>
<b>5.3</b>	<b>Složení mléčného tuku .....</b>	<b>44</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>48</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>52</b>

# 1 Úvod

Ovce patří k nejdéle domestikovaným zvířatům na světě. V České republice se v posledních letech počty ovcí zvyšují a to především díky zvyšující se oblibě ekologického zemědělství. Ovčí mléko slouží hlavně k výrobě sýrů jako je slovenský Oštiepok, Parenica, Bryndza či italské Pecorino nebo francouzský Roquefort. Složení mléka se dá ovlivnit např. výživou, která může zajistit zlepšení výnosů nebo ovlivnit zdraví konzumentů. Hlavní pozornost se v posledních letech upírá na obsah omega-3 mastných kyselin. Jako aditiva pro navýšení omega-3 MK se do krmných dávek zvířatům dávají především rostlinné oleje (lněný, slunečnicový, řepkový), živočišné oleje (lososový, tuňákový) a také řasy.

Řasy jsou jako rybí oleje bohaté na dokosahexaenovou kyselinu (DHA, C22:6 n-3). DHA je spojena s různými zdravotními přínosy pro lidi i zvířata, např. snížením rizika vzniku rakoviny, kardiovaskulárních chorob a duševních nemocí. Spolu s eikosapentaenovou kyselinou (EPA, C20:5 n-3) zajišťují správný vývoj zraku kojenců a udržují normální funkce mozku a srdce. Řasy se staly objektem zájmu v padesátých letech minulého století především z důvodu významného obsahu nutričních a biologicky aktivních látek. Samotné složení řas je u jednotlivých druhů rozdílné a mění se i způsobem kultivace. Dnes jsou řasy hojně využívány v kosmetickém, farmaceutickém a potravinářském průmyslu. Cílem pozornosti v této práci byla mikrořasa *Japonoichthyrium* sp. a její vliv na složení ovčího mléka za účelem vytvoření funkční potraviny.



## 2 Cíl práce

Cílem práce je vyhodnotit vliv přídavku mořské mikrořasy *Japonochytrium* sp. do krmné dávky dojných ovcí na složení ovčího mléka se zaměřením na kvalitu mléčného tuku a zastoupení jednotlivých mastných kyselin. Založeno na hypotéze, že přídavek řasy *Japonochytrium* sp. k základní krmné dávce ovcí pozitivně ovlivní obsah mléčného tuku a ovlivní zastoupení jednotlivých mastných kyselin a to především polyenových nenasycených mastných kyselin včetně jejich podskupin omega-3 a omega-6.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Zařazení ovce, popis

Ovce je považována za nejstarší domácí hospodářské zvíře. Skoupá (2014) uvádí, že jejich domestikace proběhla již před 9 tisíci lety před naším letopočtem v Malé a Střední Asii. Mezi předky dnešních kulturních plemen ovcí jsou řazeni: muflon *Ovis musimon* (Pallas, 1811), ovce tlustorohá *Ovis canadensis* (Shaw, 1804), argali *Ovis ammon* (Linnaeus, 1758), ovce kruhorohá *Ovis orientalis* (Gmelin, 1774) a ovce sněžná *Ovis nivicola* (Eschscholtz, 1829). O samotném původu se však dodnes vedou spory.

Na celém světě je zaregistrováno cca 875 plemen ovcí a 65 rázů. Rozdělují se do skupin dle původu, užitkovosti, prošlechtění a jemnosti vlny. Užitkové zaměření zahrnuje ovce vhodné pro odvětví vlnářské (merino), mléčné (východofříská ovce), masné (suffolk, oxford down, texel, charollais), kožešinové (tibetská ovce), kožichové (romanovská ovce) a kombinované (zwartbles, kent-romney, bergschaf, cigája, šumavská ovce, valašská ovce; Skoupá, 2014). V České republice dnes najdeme především chovy určené prioritně pro masnou a mléčnou produkci. Vedlejšími produkty jsou především vlna, ale také velice ceněná krev, střeva, lůj, paznehty atd. Ještě však v 90. letech 20. století byla produkce zaměřena na zisk vlny a kůže. Produkce potní vlny v České republice činila 550 tun za rok 2014, což je o 20 tun více než v předešlém roce (Ročenka chovu ovcí a koz, 2015). Dnes se výkupní cena ovčí vlny pohybuje v rozmezí 5-13 Kč/kg ovčí vlny a je velice ovlivněna kvalitou a čistotou rouna. Spolu s nižším stavem ovcí, se chovatelům více vyplatí chov na maso a potažmo na mléko (Malá et al., 2011). Význam chovu ovcí na vlnu také poklesl z důvodu rozvoje umělých vláken (Skoupá, 2014). Cena za surovou jehnětinu a ovčinu se v ČR pohybuje kolem 48 Kč/kg. Činění ovčích kůží stojí 18 Kč/dm<sup>2</sup> (Ročenka chovu ovcí a koz, 2015).

Vzhledem k dobrému přizpůsobení se podmínkám prostředí se dnes ovce chovají v nejrůznějších oblastech světa. Skoupá (2014) píše, že největší rozmach v chovu ovcí v Evropě proběhl v 17. a 18. století. Stavby ovcí v České republice se od roku 1987 výrazně snižovaly z původních 408 664 ks na 84 108 ks v roce 2000. Od roku 2001 začaly stoupat, ale už nedosahují tak vysokých čísel jako v roce 1987 a pohybují se zhruba na polovině. K dubnu 2016 činí 218 493 ks (ČSÚ, 2016).

### 3.1.1 Východofríská ovce

Plemeno východofríských ovcí *Ovis orientalis aries* bylo vyšlechtěno z ovce kruhorohé *Ovis orientalis* s původem v oblasti zvané Friesland v Německu táhnoucí se podél Severního moře až do Nizozemska a na Fríských ostrovech, které si mezi sebou dělí Nizozemsko, Německo a Dánsko (Combs, 1996).

východofríské ovce mají velký tělesný rámec, úzký hrudník a dlouhé nohy. Hlava, ocas a končetiny vlnou neobrustají a slabý obrůst je i na spodině břicha. Plemeno je bezrohé a u samců se objevuje mírně klabonosá hlava (SCHOK, 2009). Podle Malé et al. (2011) z Výzkumného ústavu živočišné výroby, samice dosahují 65-80 kg živé váhy s kohoutkovou výškou 70-80 cm, berani pak 85-130 kg ž. hm. a 80-90 cm kohoutkové výšky, což se liší od údajů Sambrause (2006), který uvádí 80-100 kg ž. hm. pro bahnice a 110-130 kg ž. hm. pro berany. Vlna je polosplývavého charakteru, smíšená s pravidelným obloučkováním a lesklá o délce 10-12 cm, sortiment vlny B/C-C/D (SCHOK, 2009). Roční stříž potní vlny u bahnic se pohybuje v rozmezí 4,0 – 5,0 kg, u beranů 5,5 – 6,5 kg s výtěžností kolem 65 % (Sambraus, 2006).

Malá et al. (2011) zjistili vcelku velké rozdíly v produkci mléka za laktaci trvající 240 dní, které byly v rozmezí 250 – 600 kg mléka. Při intenzivní výživě se dojivost dokonce pohybovala i okolo 1000 kg mléka za laktaci. Obsah tuku v mléce je 4,51-7,39 % a obsah bílkovin 5,12-7,38 %. Na produkci mléka u toho plemene má však velký vliv složení stáda a to především počet kusů, kdy se autoři shodují, že není vhodná vysoká koncentrace zvířat ve stádě, pokud se nejedná o „rodiny“, kde je ustálena hierarchie a nevznikají tak konflikty mezi ovci. Je také dobré udržovat nižší zatížení pastviny z důvodu větší únikové vzdálenosti zvířat a kvality porostu. Skoupá (2014) uvádí přehled ohledně potřebné velikosti výběhu pro ovce, kdy dospělá plemence by měla mít k dispozici 2,5 m<sup>2</sup>, jehně 1 m<sup>2</sup> a plemeník 10 m<sup>2</sup>.

Ročenka chovu ovcí a koz pro rok 2014, zabývající se kontrolou užitkovosti ovcí, uvádí změnu, ke které došlo již v roce 2013 a to zkrácení laktace na 150 dnů z původních 240 dnů. Nejvýznamnějším plemenem v kontrole užitkovosti se stalo plemeno východofríská ovce a Lacaune. Průměrná produkce mléka činila 255 kg mléka za 150 dnů o obsahu bílkovin 5,84 %, tučnosti mléka 6,2 % a obsahu laktózy 4,7 %. Údaje za předchozí roky k porovnání v tab. 1.

Tab. 1: Vývoj kontroly mléčné užitkovosti ovcí v ČR (Ročenka chovu ovcí a koz a.s., 2015)

Rok	Laktací	Dojivost (kg)	Tuk (%)	Bílkoviny (%)	Laktóza (%)
2010	1057	300,2	6,12	5,62	4,84
2011	870	351,1	5,97	5,50	4,84
2012	988	426,0	5,59	5,36	5,13
2013 <sup>1)</sup>	1669	218,0	6,58	5,55	4,90
2014 <sup>1)</sup>	1606	255,0	6,20	5,84	4,70

<sup>1)</sup> délka laktace 150 dnů

Za rok 2014 měla východofříská ovce dojivost 312 kg mléka při tučnosti 5,35 %, obsahu bílkovin 5,66 % a obsahu laktózy 4,7 %. To je v porovnání s ostatními plemeny největší dojivost (tab. 2).

Tab. 2: Kontrola mléčné užitkovosti ovcí v ČR podle plemene v roce 2014 (Ročenka chovu ovcí a koz a.s., 2015)

Plemeno	Laktací	Dojivost (kg)	Tuk (%)	Bílkovina (%)	Laktóza (%)
cigája	3	98	9,08	6,22	4,5
lacaune	359	277	7,31	6,17	4,6
merinolandschaf	2	103	7,48	6,80	4,6
kříženci	565	175	6,89	5,90	4,7
šumavka	1	120	7,83	5,83	4,5
východofříská ovce	676	312	5,35	5,66	4,7
Celkem ČR	1606	255	6,2	5,84	4,7

Jedná se o rané plemeno, kdy se jehnice zapouští v 7. - 8. měsíci při 45 kg ž. hm., se sezónní říjí a vysokou plodností. Na obahněnou ovci se počítá s plodností 170-200 % (SCHOK, 2009) nebo až s 230 % dle Sambrause (2006).

východofříská ovce má dva rázy – bílou a černou. Sambraus (2006) popisuje rozdíly především v lehčím tělesném rámci, tmavě-hnědém až černém zbarvení a mléku, které je oproti bílé východofříské ovci sladší a chutnější. Čistokrevně se chovají ovce černého rázu od 60. let 20. století.

## 3.2 Mléko

Význam malých přežvýkavců v posledních letech výrazně vzrostl a to zejména v rozvojových zemích, kde jsou zajímavou a důležitou volbou pro produkci mléka a výrobu mléčných výrobků pro lidskou spotřebu. Zatímco ve vyspělých zemích, jsou považovány za zdravější alternativu ke kravskému mléku s významnými organoleptickými vlastnostmi, a to buď pro přímou spotřebu, nebo jako sýr (Lérias et al., 2014). McDermott et al. (2010) ve své studii uvádějí, že mléko ovcí a koz v rozvojových zemích je nezbytným nástrojem k překonání sociálních a hospodářských problémů jako je chudoba a podvýživa.

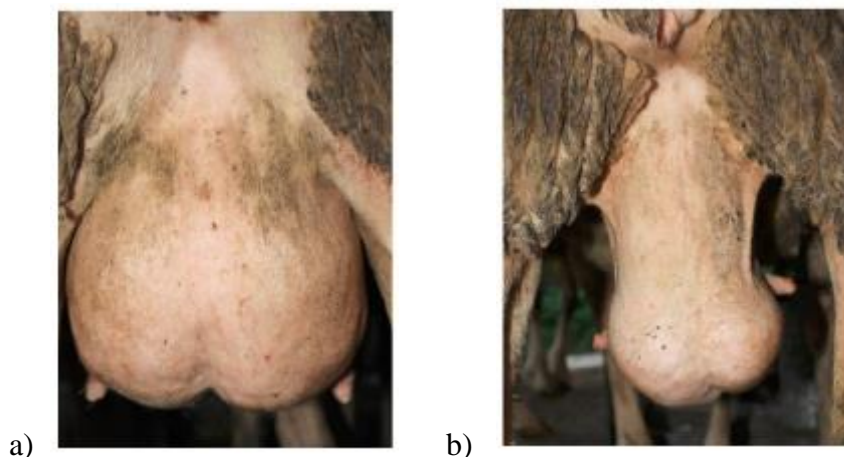
Mléko, které je prioritně určeno pro vývoj mláďat, se spolu s mléčnými výrobky stalo hospodářsky významným produktem na celém světě a požadavky na něj se neustále zvyšují, ať už z pohledu výživy, kvality, hygieny, ale i etnických a gastronomických důvodů. Každé mléko se liší svým složením z důvodu rozdílnosti jednotlivých druhů, ale i jedinců, což dává určité sensorické vlastnosti jednotlivým mléčným výrobkům (Raynal-Ljutavac et al., 2008).

Mléko je mimořádně komplexní tekutina obsahující mnoho systémů. Abychom pochopili podstatu mléka, je užitečné jednotlivé složky klasifikovat (Jensen et al., 1991). Mléko je obecně složeno z vody a sušiny, která zahrnuje bílkoviny, sacharidy, tuky, vitamíny a minerální látky. Procentuální zastoupení jednotlivých složek mléka se liší dle mnoha faktorů, jedná se o plemeno, zdravotní stav jedince, pořadí a stadium laktace, věk, výživu, způsob dojení a vnější prostředí (Raynal-Ljutavac et al., 2008).

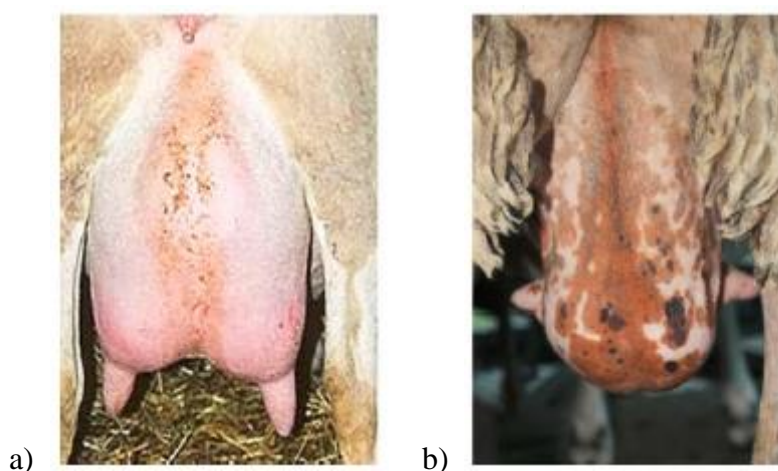
### 3.2.1 Vemeno

Horák et al. (2012) porovnávali produkci ovčího mléka s produkcí mléka koz a skotu a došli k závěru, že je výrazně nižší. Jak už bylo zmíněno, dojivost ovcí ovlivňuje mnoho faktorů. Koeficient dědivosti ( $h^2$ ) pro dojivost je nízký ( $h^2$  je 0,22-0,35), ale poměrně vysoký pro obsah bílkovin a tuku ( $h^2$  je pro bílkoviny 0,5, pro tuk 0,6).

Produkce ovčího mléka záleží také na vemeni ovce. Stav a samotný vývoj vemene ovlivňuje produkci mléka, ale také odchov jehňat (Malá et al., 2011). Dle Horáka et al. (2012) se ve velkochovech využívá strojní dojení, naopak v malochovech je stále využíváno dojení ruční. Pro strojní dojení je však podle Malé et al. (2011) důležitá selekce na zdravotní stav a jednotnost vemene. To by mělo mít polovejčítý či polokulovitý tvar, symetrické obě poloviny vemene, pevné závěsné vazy, vertikálně postavené struky střední velikosti (2-4 cm).



Obr. 1: Upnutí vemene – krajní příklady: a) velmi dobré, b) slabé (Malá et al., 2011)



Obr. 2: Postavení struků – krajní příklady: a) vertikální, b) horizontální (Malá et al., 2011)

Mléčná žláza zahrnuje parenchym (sekreční tkáň) a stroma (středový závěsný vaz), přičemž dochází v různých obdobích laktace k jednotlivým změnám. V průběhu pozdní březosti a v průběhu první poloviny laktace dochází k expanzi mléčné žlázy. Zvyšující se počet buněk epitelu vede k přírůstku parenchymatické tkáně, což makroskopicky odpovídá nárůstu objemu mléčné žlázy. Na konci laktace dochází k poklesu objemu mléčné žlázy a to vzhledem k regresy sekreční struktury (Lérias et al., 2014). Středový závěsný vaz je elastická tkáň udržující tvar vemene (Malá et al., 2011).

Je důležité pochopit změny spojené s laktací, které se odehrávají v mléčné žláze, s cílem vyvinout strategie ke zlepšení produkce mléka nebo snížit účinek chorob, které poté snižují produkci mléka a jeho kvalitu. Existuje několik faktorů ovlivňujících průběh laktačního cyklu a to počet předchozích laktací, frekvence dojení aj. (Lérias et al., 2014).

Důležitým faktorem je také objem cisterny vemene, kde dochází ke shromažďování mléka. Aby bylo toto mléko vydojeno, není zapotřebí hormon oxytocin, který je jinak důležitý

ke stimulaci vemene a vydojení alveolární frakce mléka. Cisterna vemene u východofríských ovcí zaujímá 56,3 cm<sup>2</sup>, což je o cca 20 cm<sup>2</sup> více než u ovce šumavské, která spadá do kombinovaného plemena. Je prokázáno, že čím je cisterna vemene větší, tím je vyšší i samotná produkce mléka ovcí (Malá et al., 2011).

### 3.2.2 Mléčné bílkoviny

Dle zastoupení mléčných bílkovin dělíme mléko na albuminové a kaseinové. Albuminové mléko je charakterizováno vysokým obsahem albuminu a je produkováno masožravci a všežravci. Naopak kaseinové mléko, pocházející od přežvýkavců, má obsah kaseinu nad 75 % celkového proteinu v mléce.

Mléčné bílkoviny lze rozdělit na kasein a syrovátkové bílkoviny, jejichž podíl na celkovém proteinu ovčího mléka je 17-24 % (Park et al., 2007). Mezi syrovátkové (sérové) bílkoviny patří hojně zastoupený  $\beta$ -laktoglobulin, který chybí v mléce hlodavců a člověka, naopak ho nalezneme v kravské, kozím i ovčím mléce. Jedná se o bílkovinu složenou ze 162 aminokyselin, která se utváří v epitelových buňkách vemene. Mezi další sérové bílkoviny řadíme  $\alpha$ -laktoalbumin, sérový albumin a imunoglobuliny (Malá et al., 2011).

Kasein, jako produkt mléčné žlázy, je komplex několika složek. Dělí se na  $\alpha_s$ -kasein,  $\beta$ -kasein a  $\kappa$ -kasein (Park et al., 2007). Malá et al. (2011) ještě dále rozdělují  $\alpha_s$ -kasein na  $\alpha_{s1}$ -kasein a  $\alpha_{s2}$ -kasein. Vzhledem k tomu, že většina frakcí kaseinu je spjata s přítomností vápníku, dochází ke spojování v tzv. kaseinové micely, které kromě kaseinu a vápníku obsahují hořčík, fosfáty a citráty. Průměr jednotlivých micel se mezi druhy liší díky rozdílnému obsahu  $\alpha_s$ -kaseinu a  $\kappa$ -kaseinu (Park et al., 2007).

#### 3.2.2.1 Kasein v ovčím mléce

Park et al. (2007) píší, že kasein je nejhojnějším proteinem vyskytující se v ovčím mléce a ze všech přítomných bílkovin zaujímá 76-83 %. Velikost ovčích kaseinových micel je kolem 193 nm. Spolu s ostatními bílkovinami tvoří mnoho genetických variant závislých na plemeni. Tento polymorfismus přímo ovlivňuje vlastnosti ovčího mléka (Malá et al., 2011).

### 3.2.3 Mléčné sacharidy

Laktóza je hlavním sacharidem vyskytující se v mléce. Je syntetizována z glukózy v mléčné žláze (Larson et Smith, 1974). Laktóza je cennou živinou, protože podporuje intestinální absorpci vápníku, hořčíku, fosforu a využití vitamínu D. Jedná se o disacharid složený z molekuly glukosy a galaktosy, které mohou být přítomny v malých množstvích i volně v mléce (Park et al., 2007). Je velmi důležitá pro zachování osmotické rovnováhy mezi krevním řečištěm a alveolárními buňkami mléčné žlázy během sekrece a syntézy mléka (Larson et Smith, 1974).

Laktóza v ovčím mléce je jako u jiných přežvýkavců nižší na začátku laktace a ke konci laktace (Pulina et Bencini, 2004). Park et al. (2007) však ve srovnání s kravským mlékem uvádí, že obsah laktózy v ovčím mléce je přibližně na stejné úrovni, zatímco hladiny tuků a bílkovin jsou mnohem vyšší.

Naopak méně prostudované jsou glykopeptidy, glykoproteiny, mléčné oligosacharidy a nukleotidové sacharidy. Mléčné oligosacharidy mají značné antigenní vlastnosti a jsou cenné při podpoře růstu střevní mikroflóry mláďete. Nukleotidové sacharidy jsou též zajímavé, protože jsou donory glykosylové skupiny pro glykosyltransferázy v mléce v mléčné žláze a jsou prekurzory glykoproteinů, glykolipidů a oligosacharidů v biosyntéze mléka (Larson et Smith, 1974).

### 3.2.4 Mléčný tuk

Mléčný tuk je souhrn všech lipidových složek v mléce. Jeho obsah je nejvariabilnější složkou mléka jak z pohledu kvality, tak i kvantity. Za těmito výkyvy stojí složení krmné dávky, zdraví a věk jedince, pořadí laktace atd. Lipidy jsou nejdůležitější složkou mléka z hlediska nákladů, výživy a fyzikálních a sensorických vlastností, které dodávají mléčným výrobkům typickou chuť. Lipidy se z 98 % skládají z triacylglycerolů (TAG), dále jsou zde v malém množství zastoupeny diacylglyceroly, monoacylglyceroly, volné mastné kyseliny, steroly a složité lipidy jako jsou fosfolipidy. Triacylglyceroly jsou syntetizovány z mastných kyselin a glycerolu. Tento proces probíhá v sekrečních buňkách mléčné žlázy (Park et al., 2007).

Mezi charakteristiky mléčného tuku patří velikost tukové částice a obsah mastných kyselin (Raynal-Ljutovaca, 2008). Mléčný tuk je rozptýlen v mléce ve formě kulovitých částic (micely, globule; Suková, 2012). Při srovnání ovčích, kozích a kravských micel, jsou ovčí micely nejmenší a zauímají v průměru 3,3  $\mu\text{m}$ , oproti 3,49  $\mu\text{m}$  u koz a 4,55  $\mu\text{m}$  u skotu (Park et al., 2007). Micely jsou ustáleny membránou ve formě emulze. Membrána se skládá



z dvojvrstvy fosfolipidů (Suková, 2012). Kozí a ovčí mléko obsahuje fosfolipidy v množství 30-50 mg na 100 ml v závislosti na plemeni, druhu krmiva a ročním období. Tyto fosfolipidy tvoří 0,2-1,0% z celkových lipidů. Jsou zastoupeny především fosfatidylcholinem, fosfatidylethanolaminem a sfingomyelinem. Membrána tukových globulí slouží jako bariéra, která určuje rychlost řady fyzikálních a chemických interakcí, jako je např.: navázání enzymů či stopových prvků, dostupnost mastných kyselin pro absorpci, stabilita emulze atd. Má vliv i na stloukání, zmrazování, rozmrazování a zahřívání mléka (Jensen et al., 1991)

Nicméně, hlavní charakteristikou u malých přežvýkavců je vysoký obsah krátkých a středních řetězců mastných kyselin, zejména u koz. Tyto mastné kyseliny mají jiný metabolismus než mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (Bach et al, 1996; Raynal-Ljutovaca, 2008).

### 3.3 Mastné kyseliny

Mastné kyseliny jsou jednou z nejdůležitějších složek lipidů. Dělí se na nasycené mastné kyseliny (SFA), nenasyčené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou (monoenové, MUFA), nenasyčené mastné kyseliny s několika dvojnými vazbami (polyenové, PUFA) a mastné kyseliny s trojnými vazbami a různými substituenty (Velíšek, 1999). Mastné kyseliny jsou vázány v triacylglycerolech a po jejich hydrolýze jsou vstřebány do lymfy (Homolka et Kudrna, 2007)

Velíšek (1999) ve své publikaci rozděluje nasycené mastné kyseliny dle počtu uhlíků na 5 skupin: nižší mastné kyseliny (C4 a C6), masné kyseliny se středně dlouhým řetězcem (C8-C12), s dlouhým řetězcem (C14-18), velmi dlouhým řetězcem (C20-C26) a ultra dlouhým řetězcem (C28-36; tab. 3). Pro mléčný tuk přezvýkavců jsou typické nasycené mastné kyseliny s kratším řetězcem jako je např. kyselina máselná či kapronová.

Tab. 3: Hlavní nasycené mastné kyseliny vyskytující se v lipidech (Velíšek, 1999)

Mastná kyselina	Počet atomů uhlíků	Triviální název
butanová	4	máselná
hexanová	6	kapronová
oktanová	8	kaprylová
dekanová	10	kaprinová
dodekanová	12	laurová
tetradekanová	14	myristová
hexadekanová	16	palmitová
oktadekanová	18	stearová
eikosanová	20	arachová
dokosanová	22	behenová
tetrakosanová	24	lignocerová
hexakosanová	26	cerotová
oktakosanová	28	montanová
triakontanová	30	melisová
dotriakontanová	32	lakcerová

Tab. 4: Hlavní monoenové mastné kyseliny vyskytující se v lipidech (Velíšek, 1999)

<b>Mastná kyselina</b>	<b>Počet atomů uhlíku</b>	<b>Poloha dvojně vazby</b>	<b>Isomer</b>	<b>Triviální název</b>
decenová	10	4	<i>cis</i>	obtusilová
decenová	10	9	<i>cis</i>	kaprolejová
dodecenová	12	3	<i>cis</i>	linderová
dodecenová	12	9	<i>cis</i>	laurolejová
tetradecenová	14	4	<i>cis</i>	tsuzuová
tetradecenová	14	9	<i>cis</i>	myristolejová
hexadecenová	16	9	<i>cis</i>	palmitolejová
hexadecenová	16	9	<i>trans</i>	palmitelaidová
oktadecenová	18	6	<i>cis</i>	petroselová
oktadecenová	18	6	<i>trans</i>	petroselaidová
oktadecenová	18	9	<i>cis</i>	olejová
oktadecenová	18	9	<i>trans</i>	elaidová
oktadecenová	18	11	<i>trans</i>	vakcenová
eikosenová	20	9	<i>cis</i>	gadolejová
eikosenová	20	11	<i>cis</i>	gondová
dokosenová	22	11	<i>cis</i>	cetolejová
dokosenová	22	13	<i>cis</i>	eruková
dokosenová	22	13	<i>trans</i>	brassidová
tetrakosenová	24	15	<i>cis</i>	selacholejová
tetrakosenová	26	17	<i>cis</i>	ximenová
triakontenová	30	21	<i>cis</i>	limekvová

Polyenové nenasycené mastné kyseliny se dle umístění dvojně vazby rozdělují na omega-6 (n-6) a omega-3 (n-3). Mezi n-6 patří kyselina linolová,  $\gamma$ -linolenová a kyselina arachidonová, mezi n-3 pak eikosapentaenová kyselina (EPA), dokosahexaenová kyselina (DHA) a  $\alpha$ -linolenová (Homolka et Kudrna, 2007; tab. 5).

Tab. 5: Dienové, trienové a polyenové mastné kyseliny vyskytující se v lipidech (Velíšek, 1999)

<b>Mastná kyselina</b>	<b>Počet atomů uhlíku</b>	<b>Poloha dvojných vazeb</b>	<b>Konfigurace dvojně vazby</b>	<b>Triviální název</b>
<b>Dienové</b>				
hexadekadienová	16	9,12	<i>cis, cis</i>	
oktadekadienová	18	9,12	<i>cis, cis</i>	linolová
oktadekadienová	18	12,15	<i>cis, cis</i>	
oktadekadienová	18	9,12	<i>trans, trans</i>	linolelaidová
eikosadienová	20	11,14	<i>cis, cis</i>	
dokosadienová	22	13,16	<i>cis, cis</i>	
<b>Trienové</b>				
hexadekatrienová	16	6,10,14	<i>all-cis</i>	hiragonová
oktadekatrienová	18	9,12,15	<i>all-cis</i>	$\alpha$ -linolenová
oktadekatrienová	18	6,9,12	<i>all-cis</i>	$\gamma$ -linolenová

oktadekatrienová	18	9,11,13	<i>cis, trans, trans</i>	$\alpha$ -eleostearová
oktadekatrienová	18	9,11,13	<i>trans, trans, trans</i>	$\beta$ -eleostearová
oktadekatrienová	18	9,11,13	<i>cis, cis, trans</i>	puniková
eikosatrienová	20	8,11,14	<i>all-cis</i>	dihomo- $\gamma$ -linolenová
<b>Tetraenové</b>				
oktadekatetraenová	18	4,8,12,15	<i>all-cis</i>	moroktová
oktadekatetraenová	18	9,11,13,15	<i>all-trans</i>	$\beta$ -parinarová
eikosatetraenová	20	5,8,11,14	<i>all-cis</i>	arachidonová
eikosatetraenová	20	8,11,14,17	<i>all-cis</i>	
dokosatetraenová	22	7,10,13,16	<i>all-cis</i>	adrenová
<b>Pentaenové</b>				
eikosapentaenová	20	5,8,11,14,17	<i>all-cis</i>	EPA
eikosapentaenová	20	4,8,12,15,18	<i>all-cis</i>	timnodonová
dokosapentaenová	22	4,7,10,13,16	<i>all-cis</i>	
dokosapentaenová	22	7,10,13,16,19	<i>all-cis</i>	klupanodonová
<b>Hexaenové</b>				
dokosaheptaenová	22	4,7,10,13,16,19		DHA
tetrakosaheptaenová	24	4,8,12,15,18,21		nisinová

### 3.3.1 Konjugovaná kyselina linolová (CLA)

V poslední době se výzkum zaměřil na konjugovanou kyselinu linolovou (CLA), neboť se uvádí, že má celou řadu pozitivních účinků na zdraví, jako jsou: antikarcinogenní, antiaterogenní, antiobezitní, antidiabetické účinky a dochází díky ní k posílení imunitního systému (Tsiplakou et al., 2007). Nicméně, Marounek (2007) shromažďující výzkumy ohledně vlivu CLA, spoustu těchto účinků vyvrací. Udává např., že CLA nemá vliv na celkovou obezitu u lidí, ale dochází pouze ke snížení abdominálního (břišního) tuku. Mnoho autorů se neshoduje ani na účincích CLA na kardiovaskulární onemocnění.

Nejbohatším zdrojem CLA pro lidi jsou mléko a maso přežvýkavců (Tsiplakou et al., 2007). Hlavním isomerem CLA v mléčném tuku ovcí je *cis*-9, *trans*-11, což představuje 78 až 89 % z celkového množství CLA. Dalším isomerem CLA je *trans*-10, *cis*-12. Bylo prokázáno, že isomer *trans*-10, *cis*-12 dokonce snižuje tučnost mléka a krevních lipidů (Marounek, 2007).

CLA vzniká u přežvýkavců z kyseliny vakcenové (C18:1 n-11), což je meziprodukt biohydrogenace v batoru. Po vstřebání do tenkého střeva se stává substrátem pro  $\Delta$ 9-desaturasu, díky které se změní v *cis*-9, *trans*-11 CLA (Marounek, 2007).

Tato endogenní syntéza se odehrává především v mléčné žláze. Na celkovém množství CLA v mléčném tuku se endogenní syntéza podílí z 80 % (Garnsworthy, 2002).

### 3.3.2 Vliv píce na skladbu MK

Tuky pocházející z masa a mléka přežvýkavců jsou důležitou součástí lidské stravy (Chilliard et al., 2000). Například ve Velké Británii až 46 % z celkové spotřeby tuků pochází z masa a mléčných výrobků (Salter, 2003). Z celkového množství mastných kyselin v intramuskulárním tuku ovcí je přibližně 53% nasycených mastných kyseliny (SFA), 34% monoenoových nenasycených mastných kyselin (MUFA) a 13% polyenoových nenasycených mastných kyselin (PUFA; Morbidini et al., 2001). Data týkající se ovčího mléka pak ukazují, že úroveň SFA je vysoká, zatímco MUFA a PUFA jsou nízké ve srovnání s tělesným tukem. Jedná se o 66% SFA, 28% MUFA a 6% PUFA pro mléčný tuk (Cabiddu et al, 2005). Mnoho současných výzkumů je zaměřeno na snížení množství SFA a zvýšení prospěšných PUFA a to zejména kyseliny linolenové (C18:3), ale také kyseliny eikosapentaenové (C20:5) a dokosahexaenové (DHA; Demeyer et Doreau, 1999).

Nedávné výsledky ukazují, že vedení pastviny, druhy pícnin a vegetativní stupeň může mít vliv na složení mastných kyselin v ovčím mléce (Cabiddu et al, 2005). Zelená píce je primární zdroj PUFA n-3 mastných kyselin. n-3 mastné kyseliny mají protizánětlivou a antitrombotickou funkci a hrají velmi důležitou roli v prevenci a léčbě ischemické srdeční choroby (Ip et al., 1999). Spolu s n-6 MK jsou řazeny do esenciálních mastných kyselin, které musí být dodávány s potravou, protože přežvýkavci je nejsou schopni syntetizovat. Zvýšení nabídky n-3 PUFA ve stravě je jedním z nejdůležitějších způsobů, jak zlepšit PUFA složení mléka nebo masa přežvýkavců. Hladina PUFA v mléce byla vyšší u ovcí pasoucích se na porostu z luskovin či směsi tráva-luskoviny, než u těch jedinců, kteří se pasou na travnatých porostech. Bylo prokázáno, že pokud píce obsahovala zlateň věncovou (*Chrysanthemum coronarium*), hladiny CLA a kyseliny vakcenové (C18:1 n-11) vzrostly. Jednou z možných alternativ jak zvýšit prospěšné MK, je doplňování tuku pomocí rybího oleje nebo oleje olejnatých semen (Cabiddu et al, 2005).

### 3.4 Porovnání kravského, koziho a ovčího mléka

Ovčí a kozí mléčné výrobky poskytují alternativu ke kravskému mléku a jeho produktům z mnoha důvodů, jako je specifická chuť, textura a zdravý vliv. Nicméně spotřebitelé požadují stále více informací týkajících se hygienické kvality a nutričního složení těchto produktů, neboť kvalita a složení mléka je ovlivněna několika faktory, jako jsou například způsob chovu, genetické předpoklady, fyziologie zvířete, vliv krmení, prostředí a technologie (Pirisi et al., 2007). Vzhledem k tolika faktorům se názory autorů mezi sebou liší.

Složky jednotlivých mlék, které uvádí Jandal (1996) jsou uvedeny v tabulce 6. Ovčí mléko se v mnoha aspektech liší od koziho, které má však podobné složení jako mléko kravské. Ovčí mléko se liší především v zastoupení tuku, tukuprosté sušiny, proteinu, kaseinu, syrovátkových proteinu a celkového popelu ve srovnání s kozím mlékem. Tyto rozdíly pak mají vliv na další úpravy mléka v mléčné produkty, jako jsou jogurty, tvarohy a sýry (Grandison, 1986).

Tab. 6: Porovnání složek mléka různých druhů zvířat (Jandal, 1996)

<b>Složka mléka</b>	<b>Koza</b>	<b>Ovce</b>	<b>Skot</b>
<b>Tuk (%)</b>	3,80	7,62	3,67
<b>Laktóza (%)</b>	4,08	3,70	4,78
<b>Bílkoviny (%)</b>	2,90	6,21	3,23
<b>Tukuprostá sušina (%)</b>	8,68	10,33	9,02
<b>Kasein (%)</b>	2,47	5,16	2,63

Podíl laktózy je o něco vyšší u koziho a kravského mléka oproti ovčímu. Pevné látky u koziho mléka se pohybují od 12 % do 18 %, zatímco u ovčí je rozsah od 15 % do 20 %. Proteiny v rámci pevných látek se pohybují mezi 3 % a 4,5% u koziho mléka a 5 % až 6 % u ovčího mléka (Jandal, 1996). Existují také významné rozdíly v profilu aminokyselin v mléčných bílkovinách. (tab. 7; Tamime et Deeth, 1980).

Tab. 7: Aminokyselinové složení kozího a ovčího mléka (Tamime et Deeth, 1980)

<b>Aminokyselina (mg/100 ml)</b>	<b>Koza</b>	<b>Ovce</b>
<b>Alanin</b>	1,33	0,56
<b>Arginin</b>	0,4	0,26
<b>Asparagin</b>	0,22	0,18
<b>Glycin</b>	5,91	0,15
<b>Glutamin</b>	3,54	1,08
<b>Histidin</b>	0,45	0,10
<b>Izoleucin</b>	0,18	0,06
<b>Leucin</b>	0,21	0,23
<b>Lysin</b>	0,60	0,19
<b>Methionin</b>	0,10	0,8
<b>Fenylalanin</b>	0,11	0,5
<b>Prolin</b>	0,65	0,11
<b>Serin</b>	3,05	0,20
<b>Threonin</b>	3,34	0,13
<b>Tyrosin</b>	0,30	0,16
<b>Valin</b>	0,30	0,24
<b>Celkem</b>	20,60	3,78

Lipidy ovčího mléka jsou poněkud podobné těm z kozího mléka. Nejvýraznější rozdíl mezi kozím a ovčím mlékem, je přítomnost mastných kyselin s krátkým řetězcem, jako je kyselina kapronová (C6:0), kaprylová (C8:0) a kaprinová (C10:0) ve vyšších podílech v kozím mléce než v ovčím (tab. 8).

Tab. 8: Složení mastných kyselin v kozím, ovčím a kravském mléce (Jandal, 1996)

<b>Mastná kyselina</b>	<b>Koza</b>	<b>Ovce</b>	<b>Skot</b>
<b>C4:0</b>	2,6	4,0	3,3
<b>C6:0</b>	2,9	2,6	1,3
<b>C8:0</b>	2,7	2,5	1,3
<b>C10:0</b>	8,4	7,5	3,0
<b>C12:0</b>	3,3	3,7	3,1
<b>C14:0</b>	10,3	11,9	9,5
<b>C16:0</b>	24,6	25,2	26,5
<b>C16:1</b>	2,2	2,2	2,3
<b>C18:0</b>	12,5	12,6	14,6
<b>C18:1</b>	28,5	20,0	29,8
<b>C18:2</b>	2,2	2,1	2,5

Pulina et Bencini (2004), kteří se také zabývali složením mléka, uvádí, že obsah laktózy v mléce u ovcí, koz, skotu a buvolů se nijak výrazně neliší (tab. 9). Ovčí mléko je v porovnání s kozím a kravským charakterizováno vyšším podílem tuku a bílkovin, které mají vliv nejen na organoleptické vlastnosti mléka a mléčných výrobků, ale také na celkový výnos produkce sýra.

Tab. 9: Složení kozího, ovčího, kravského a buvolího mléka (Pulina et Bencini, 2004)

Složka mléka	Koza	Ovce	Skot	Buvol
Voda (%)	87	82,5	87,5	80,7
Sušina (%)	13	17,5	12,5	19,2
Tuk (%)	3,5	6,5	3,5	8,8
Laktóza (%)	4,8	4,8	4,7	4,4
Sérové bílkoviny (%)	0,7	1,0	0,6	1,0
Kasein (%)	2,8	4,5	2,6	3,8

Park et al. (2007) dodává, že ovčí mléko má vyšší měrnou hmotnost, viskozitu, index lomu, titrační kyselost a nižší bod mrazu než mléko kravské. Porovnání s dalšími přežvýkavci a člověk je v tabulce 10.

Tab. 10: Průměrné složení mléka koz, ovcí a skotu (Park et al., 2007)

Složka mléka	Koza	Ovce	Skot
Tuk (%)	3,8	7,9	3,6
Tukuprostá sušina (%)	8,9	12,0	9,0
Bílkoviny (%)	3,4	6,2	3,2
Kasein (%)	2,4	4,2	2,6
Laktóza (%)	4,1	4,9	4,7

Ani v jedné z těchto tří studií autoři neuvádí, jaká plemena zvířat byla zkoumána, čím byla krmena, v jaké prostředí výzkum probíhal atd. Devle et al. (2012) však ve své práci uvádějí metodiku, ze které vyplývá následující. Kozy a ovce měl neomezený přístup k siláž, při denní spotřebě cca 7 kg. Kromě siláže dostávaly jadrnou směs a to kozy 0,9 kg jádra s označením Geit a obsahem tuku 8 % a ovce (plemeno Norská Spael) 1,0 kg jádra s označením Sau a obsahem tuku 4 %. Samotný výzkum probíhal ve společnosti Felleskjøpet Agri v Norsku. Celkový obsah tuku v ovčím mléce činil 9,20 %. Z práce vyplývá, že pro mléka všech přežvýkavců je charakteristický vysoký obsah MK s krátkým a středně dlouhým řetězcem, vysoký obsah kyseliny stearové (C18:0; pro ovce 17,45 % z celkového tuku, pro kozy 17,23 % a pro skot 13,25 %) a olejové (C18:1 n-9-cis; pro ovce 33,30 % z celkového tuku, pro kozy 32,57 % a pro skot 21,17 %) a malé zastoupení kyselin DHA a EPA, které jsou pozitivní z hlediska lidského zdraví. Autoři také analyzovali málo uváděnou kyselinu cerotovou (C26:0; v rozmezí 0,01-0,02 % z celkového tuku), která pochází z rostlinných vosků a může blokovat syntézu cholesterolu v buněčných kulturách.



### 3.5 Anatomie a fyziologie trávicí soustavy

Horák et al. (2012) rozdělují trávicí soustavu na část hlavovou a trávicí trubici. Hlavová část představuje ústní dutinu, která začíná pysky. Uvnitř dutiny je přítomen velice pohyblivý jazyk uplatňující se při sání tekutin a spolu s pysky při uchopování potravy. Ovce mají horní řezáky a špičáky nahrazeny zubním polštářem. Ostatní zuby jsou dlátovité či hranolové. Do ústní dutiny vyúsťují slinné žlázy. Sliny, jakožto produkty slinných žláz, mají zásadité pH (8,0-8,3), které je nutné pro udržení bachorové rovnováhy, ale jsou také důležité při přežvykování a hospodaření s dusíkem. Dle Ontario sheep (2017) dospělá ovce vyloučí až 25 litrů slin denně, což je dvakrát tolik než uvádí Horák et al. (2012). Do hlavové části je řazen také hltan. Jícen už spadá do trávicí trubice, je 0,5-1 m dlouhý, tvořen hladkou a příčně-pruhovanou svalovinou, která umožňuje oboustranný pohyb přijaté potravy.

Ovce se řadí mezi přežvýkavce a má tedy vícekomorový žaludek, který je jako např. u skotu složen z předžaludku (bachor, čepec, kniha) a vlastního žaludku (slez). Bachor u dospělé ovce pojme 15-25 l. Je zde přítomna mikrobiální populace složená především z bakterií ( $10^9$ - $10^{12}$  bakterií na 1ml tekutiny). Druhové zastoupení a počet bakterií v bachorové tekutině závisí především na složení krmné dávky. Jejich hlavní funkcí je syntéza bílkovin, vitamínů, enzymatické štěpení živin a produkce plynu. Dále jsou zde zastoupeny nálevníci (přeměna škrobu na glykogen) a anaerobní houby. Následný čepec má obsah cca 1-2 litry, kniha pak 0,5-1,5 l.

Trávenina z předžaludku postupuje do slezu (pravý žaludek), kde dochází k trávení za pomoci žaludeční šťávy, které ovce vyloučí 5-6 l denně. Poměr velikosti slezu k předžaludku je u ovce 1:9. V navazujícím tenkém střevě je trávenina vystavena pankreatické šťávě (0,5 litru denně) a šťávě střevní, která dokončí rozklad živin na látky vstřebatelné. V tenkém střevě dochází ke vstřebávání jednotlivých produktů do krve či lymfy. Tyto produkty slouží nejen jako zdroj energie, ale i jako zdroj k tvorbě nových látek. V tlustém střevě pak dochází k resorpci nižších mastných kyselin, glukózy, minerálních látek a především k resorpci vody (Horák et al., 2012).

Dle Koukolové et al. (2010) jsou sacharidy nejdůležitějším zdrojem energie v krmné dávce přežvýkavců. Van Saun et Koukal (2003) rozdělily sacharidy na nestrukturní sacharidy (NSC), kam zařadili škroby, cukry a neutrálně detergentní rozpustnou vlákninu a strukturní sacharidy (NDF), které obsahují hemicelulózu a acido-detergentní vlákninu (sdružuje celulózu, lignin a miliard protein). Horák et al. (2012) uvádí, že díky celulolytickým bakteriím a anaerobním houbám, dochází k trávení celulózy za vzniku těkavých mastných kyselin

(TMK), tedy kyseliny octové (cca 65 %), kyseliny propionové (cca 20 %) a kyseliny máselné (cca 15 %). Popisují, že se TMK využijí ze 40-70 % jako zdroj energie, neboť jich za celý den vznikne kolem 0,5 kg. Kowalczyk et Zebrowska (2000) souhlasí s názorem, že slouží k úhradě energetických potřeb zvířete. Míka et al. (1997) vypsalí ve své práci zástupce celulolytických bakterií, které mají největší podíl na trávení celulózy, jedná se o *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus* a *Fibrobacter succinogenes*.

Avšak náhlá změna krmné dávky např. rychlý přechod z píce na jadrné krmivo, které je lehce stravitelné, může způsobit vážné narušení populace mikroorganismů. V bachoru nebudou přítomny ty správné mikroorganismy a dojde k nadměrné produkci kyseliny mléčné, která způsobí pokles pH bachoru. Vzhledem k tomu, že mikroorganismy produkující kyselinu mléčnou jsou schopny přežít v prostředí s nízkým pH, bude se jejich populace dále zvyšovat, což bude znamenat dalším pokles pH (Ontario sheep, 2017).

Kyselina octová je hlavním prekursorem mléčného tuku v mléčné žláze, dále se jedná také o kyselinu máselnou a hydroxymáselnou. Na syntézu tuku mají vliv i mastné kyseliny, které jsou obsaženy v krmivu (Kudrna, 1998).

### 3.6 Krmná aditiva

Krmná aditiva zakotvuje Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 1831/2003 jako doplňkové látky. Podle tohoto nařízení jsou definovány jako látky, mikroorganismy nebo přípravky, jiné než krmné suroviny a premixy, které se záměrně přidávají do krmiva nebo vody, aby splnily zejména některé z funkcí vyjmenovaných v čl. 5 odst. 3. Zde se stanovuje, že doplňkové látky v krmivech musí:

- a) mít příznivý vliv na vlastnosti krmiva;
- b) mít příznivý vliv na vlastnosti živočišných produktů;
- c) mít příznivý vliv na zbarvení okrasných ryb a ptáků;
- d) uspokojovat potřeby zvířat týkající se výživy;
- e) mít příznivý vliv na důsledky živočišné výroby pro životní prostředí;
- f) mít příznivý vliv na živočišnou produkci, užitkovost nebo dobré životní podmínky zvířat, zejména působením na flóru gastro-intestinálního traktu nebo trávení krmiva, nebo
- g) mít kokcidiostatický nebo histomonostatický účinek.

Naopak doplňkové látky v krmivech nesmí podle čl. 5 odst. 2:

- a) mít nepříznivé účinek na zdraví zvířat, lidské zdraví nebo na životní prostředí;
- b) být upraveny k prodeji způsobem, který by mohl uvést uživatele v omyl.

Čl. 6 odst. 1 zařazuje doplňkové látky v krmivech podle funkcí a vlastností do 5 skupin:

- a) technologické doplňkové látky: jakákoliv látka přidaná do krmiva z technologických důvodů;
- b) sensorické doplňkové látky: jakákoliv látka, která přimíšením do krmiva zlepší nebo změní organoleptické vlastnosti krmiva nebo vizuální vlastnosti potravin získaných ze zvířat;
- c) nutriční doplňkové látky;
- d) zootechnické doplňkové látky: jakákoliv látka, která se používá s cílem příznivě ovlivnit užitkovost a dobré zdraví zvířat nebo která se používá s cílem příznivě ovlivnit životní prostředí;
- e) kokcidiostatika a histomonostatika.

V čl. 6 odst. 2 jsou nadále tyto skupiny rozděleny na další funkční skupiny a to např. Technologické doplňkové látky na konzervanty, antioxidanty, emulgátory, stabilizátory, zahušťovadla, pojidla atd. Sensorické na barviva a aromatické látky. Nutriční na vitamíny,

stopové prvky, aminokyseliny atd. Zootechnické na látky stabilizující mikroflóru, podporující trávení atd.

V Evropě se ještě před zákazem antibiotik, jako růstových stimulátorů, rozběhl výzkum o využití esenciálních olejů a dalších látek získaných z rostlin v živočišné výrobě (Chaves et al., 2007). Poslední povolená antibiotika v Evropě (monensin, salinomycin, avilamycin, flavofosfolipol) byla zakázána k 1. 1. 2006 a to Nařízením Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 726/2004. Oproti USA, kde organizace FDA (Food and Drug Administration - Úřad pro kontrolu potravin a léčiv) vydala v roce 2011 prohlášení, že jejich vědci došli k závěru, že použití antibiotik jako růstových stimulátorů v subletální dávce nemá vliv na rezistenci bakterií jak u zvířat tak i spotřebitelů. Proto i nadále dochází ke studiu vlivu např. monensinu na organismus zvířete.

### 3.6.1 Oleje a extrakty z rostlin

Esenciální oleje jsou přirozeně se vyskytující těkavé složky získávané z rostlin pomocí extrakce rozpouštědlem či parní destilací (Benchaar et al., 2006). K získání olejů se využívají všechny části rostliny např.: květy, semena, kůra, kořeny atd. Dříve byly ceněny především pro své antiseptické a konzervační vlastnosti. Z chemického hlediska se jedná o velice variabilní směsi látek, jako jsou terpenoidy, alkoholy, aldehydy, acyklické estery nebo laktony a občas také sloučeniny obsahující dusík a síru či kumariny (Dorman et Deans, 2000).

Yanga et al. (2016) prokázali, že přidavek 5 g/ks/den česnekového oleje zvýší podíl CLA v mléčném tuku. Stejný efekt se dostavil i při podávání jalovcového oleje v množství 2 g/ks/den. Nicméně celkové účinky esenciálních olejů na profil MK v mléce byl minimální. Chaves et al. (2007) zabývající se stejnými oleji ve své práci uvádějí, že nemají vliv na příjem krmiva u ovcí.

Vliv silic získaných z tymiánu a skořice na bachorovou fermentaci zkoumali Vakili et al. (2013). Výsledky studie poukazují na potenciál silic zlepšit bachorovou fermentaci díky snížení podílu acetátu a zvyšující se produkci propionátu. Autoři tyto oleje považují za vhodné látky k manipulaci bachorové mikroflóry.

Smeti et al. (2015) zkoumali účinky rozmarýnového oleje na trávení, produkci kolostra a mortalitu u jehňat. Rozmarýnový esenciální olej byl součástí koncentrátu (ječmen, sójový šrot, minerální doplňky, vitamíny) podávaného se senem či siláží. Výsledky prokázali zvýšení mléčného tuku v mlezivu, zlepšení příjmu krmiva a snížení mortality.

Kraszewski et al. (2002) potvrdili, že bylinná směs složená z kopřivy dvoudomé *Urtica dioica*, řepíku lékařského *Agrimonia eupatoria*, kmínu kořeného *Carum carvi* a heřmánku pravého *Matricaria Chamomilla* měla pozitivní vliv na chemické složení kravského mléka a technologickou vhodnost pro výrobu másla a sýrů. Průměrná denní dojivost se zvýšila s přídatkem 2% bylinné směsi.

Další studie věnující se vlivu kmínu na mléčný tuk a snížení produkce metanu u koz pochází od Miri et al. (2013). Tentokrát se jedná o extrakt kmínu římského *Cuminum cyminum* značeno CSE) přidaného do krmných dávek ve formě prášku a to 12,7 g/kg sušiny první skupině a 25,3 g/kg sušiny druhé skupině. Nižší hladina doplňku CSE zvyšuje obsah laktózy a mléčného tuku ze 4,7 % na 5,5 %, což je důsledkem navýšení dojivosti u dané skupiny. Produkce mléka narostla o 13 %. U obou skupin s přídatkem CSE bylo prokazatelně větší množství CLA a PUFA a zároveň u koz došlo ke snížení produkce metanu.

Gladine et al. (2007) testovali antioxidační účinky rozmarýnu *Rosemarinus officinalis*, hroznového vína *Vitis vitifera* (semeno), grapefruitu *Citrus paradisi* a měsíčku lékařského *Calendula officinalis* u ovcí. Peroxidace lipidů byla vyvolána uměle kontinuální infuzí lněného oleje do dvanáctníku. Samotné extrakty byly aplikovány přímo do bachoru pomocí kanyly. Výsledky ukázaly, že největší účinek pro omezení lipoperoxidace měl výtažek z měsíčku.

Vliv extraktu z juky *Yucca schidigera* na výkrm jehňat plemene awassi byl zkoumán Kaya et al. (2006). Výsledky ukázaly, že doplněním juky do krmiva nedojde k zlepšení přírůstu jehňat a příjmu krmiva.

### 3.6.1.1 Aromatické sloučeniny

Na aromatické sloučeniny je upřena pozornost především kvůli ovlivňování chuti a aroma mléka a následně mléčných výrobků jako je např. sýr. Často se jedná o těkavé sloučeniny, jako jsou fenoly, seskviterpenové uhlovodíky, ethery aj. (Moio et al., 1993). Nudda et al. (2004) popisují přechod terpenických sloučenin do mléka z šabreje *Cuminum cyminum* L. svízele vonného *Galium odoratum* (L.) kakostu měkkého *Geranium molle* L. či mateřídoušky *Thymus herba-barona* Loisel. Další krmiva, která ovlivňují chuť mléka, jsou v tabulce 11.

Tab. 11: Krmiva zodpovědná za neobvyklé příchutě v sýrech (Urbach, 1990)

Krmivo	Sloučenina nebo vznik	Příchuť či aroma
<b>Vedlejší produkty řepy</b>	Trimethylamin	Rybí příchuť
<b>Žito a pšenice</b>	Trimethylamin	Rybí příchuť
<b>Luštěniny (<i>Medicago L.</i>, <i>Vicia L.</i>)</b>	-	Hořká chuť
<b>Brukvovité (<i>Brassica L.</i>)</b>	Uvolnění hořčičného oleje během bacherové fermentace	Štiplavý zápach
<b>Slunečnice</b>	-	Oxidovaná příchuť
<b>Nekvalitní siláž</b>	-	Příchuť zkažené siláže
<b>Ovoce a zbytky po zpracování</b>	-	Zkažená příchuť
<b>Řeřicha (<i>Lepidium sativum</i> <b>L.</b>)</b>	Produkty benzyl- glukosinolátů	Štiplavý zápach, spálená příchuť
<b>Nadměrné množství vojtěšky (<i>Medicago L.</i>)</b>	dimethylsulfid	Příchuť sladu

### 3.6.2 Živočišné oleje

Kitessa et al. (2003) provedli studii, týkající se vlivu chráněného oleje z tuňáka na obohacení mléčného tuku ovcí o EPA a DHA. Doplnění tohoto oleje do krmné dávky ovcí neovlivnilo denní dojivost ani se nijak výrazně nezvýšil obsahu tuku v mléce. Došlo však k ovlivnění profilu mastných kyselin a to hned od druhého dne podávání. Po 10 dnech pokusu hladina DHA u kontrolní skupiny byla 0,4 g/kg mléčného tuku, u skupiny pokusné pak 19 g/kg mléčného tuku ( $P < 0,001$ ). Hladina EPA kontrolní skupiny byla též na 0,4 g/kg mléčného tuku, ale skupina pokusná měla na kg mléčného tuku 4,7 g EPA ( $P < 0,001$ ). Zvýšený obsah zaznamenaly také další kyseliny skupin n-3 a n-6, oproti kyselinám s krátkým řetězcem a kyselině stearové a olejové.

### 3.6.3 Lněné semínko

Podle Mustafa et al. (2003) je lněné semeno bohatým zdrojem kyseliny  $\alpha$ -linolenové. Zkrmováním dojnícím došlo ke snížení obsahu MK s krátkým řetězcem a zvýšení obsahu MK s dlouhým řetězcem.

Zhang et al. (2006) provedli výzkum ohledně vlivu lněného semínka na produkci mléka u ovcí. 120 bahnic bylo rozděleno do 4 skupin, jednalo se o křížence plemen suffolk x východofříská ovce. Lněné semínko bylo součástí koncentrátu v různém zastoupení: 0 %, 9 %, 18 % a 26 %. Daný koncentrát byl krmen vždy v množství 13 kg pro 30 bahnic při ranním i večerním dojení. K dispozici bylo dále vojtěškové seno *ad libitum*.

Oproti kontrolní skupině se dojivost zvýšila u bahnic krmených 26% lněným koncentrátem (z původních 816 g mléka na 868 g mléka). Na mléčný tuk měl největší vliv 18% koncentrát, který navýšil obsah tuku o 1,1 % a 26% koncentrát, který zvýšil tuk o necelé 1 %. Se zvýšením tuku souvisí i navýšení obsahu pevných látek. Výsledky dále ukázaly, že lněné semínko nemělo zásadní vliv na hladinu bílkovin a laktózy v mléce (tab. 12). Tvrzení, že krmná dávka nemá rozhodující vliv na zastoupení bílkovin v mléce, potvrdili i Kitessa et al. (2003). Nejvýraznější dopad na změnu profilu MK v mléce měl 26% lněný koncentrát. Došlo ke snížení koncentrace MK s krátkým a středně dlouhým řetězcem ( $p < 0,05$ ) a k navýšení MK s dlouhým řetězcem. Nejvýraznější pokles zaznamenala kyselina palmitová (C16:0; z 22,5 g/100 g MK na 18,8 g/100 g MK) a kyselina myristová (C14:0; z 11,2 g/100 g MK na 9,3 g) a nejvyšší nárůst kyselina olejová (C18:1 n-9-*cis*; z 13,4 g na 15,5 g/100 g MK) a CLA.

Tab. 12: Vliv lněného semínka na složení mléka (Zhang et al., 2006)

	Obsah lněného semínka v koncentrátu			
	0 %	9 %	18 %	26 %
<b>Celkem mléka (g/den)</b>	816	848	844	868
<b>Tuk (%)</b>	7,54	7,78	8,62	8,50
<b>Bílkoviny (%)</b>	6,39	6,50	6,60	6,29
<b>Laktóza (%)</b>	4,28	4,36	4,27	4,37
<b>Obsah pevných látek (%)</b>	19,67	20,36	21,34	21,14

Doplňek lněného semínka spolu s přidavkem slunečnicového oleje do krmné dávky ovčím zkoumali Luna et al. (2008). Pokusná skupina dostávala oproti kontrolní skupině navíc slunečnicový olej (0,81 g/ 100 g sušiny) a lněné semínko (1,85 g/100 g sušiny). Dojivost, obsah mléčného tuku, laktózy a celková sušina mléka nebyli pokusnou krmnou dávkou nijak ovlivněny. Obsah bílkovin se snížil, avšak nebyl zde prokázán statisticky významný rozdíl. V porovnání s předchozí studií, kde bylo zkrmováno pouze samotné lněné semínko bez přidání slunečnicového oleje, zde došlo ke zvýšení koncentrace nasycených MK s krátkým a středně dlouhým řetězcem (C4 až C10;  $P < 0,05$ ) a snížení kyseliny olejové (C18:1 n-9-*cis*). Navýšil se podíl většiny izomerů C18:1 a C18:2 kromě kyseliny olejové (C18:1 n-9-*cis*), skoro dvojnásobně se zvýšil obsah CLA (C18:2 *cis*-9, *trans*-11) a snížila koncentrace kyseliny palmitové (C16:0).

### 3.6.4 Sója a slunečnice

Zeola et al. (2015) hodnotili vliv sójových bobů na produkci mléka a přírůstky u ovcí (kříženci Lacaune a Ile de France). Krmná dávka ovcí byla složena z pastvy a koncentrátu. Podle pokusných skupin obsahoval koncentrát 0 g, 70 g, a 140 g sójových bobů. Studie byla založena na hypotéze, že sójové boby slouží jako zdroj energie, mají vliv na produkci mléka a složení MK v mléce. Výsledky ukazují, že přídavek sóji nemá v podstatě žádný vliv na přírůstek ani na složení mléka. Nárůst mléčného tuku u 2. skupiny (70 g sóji v KD) byl oproti první jen o 0,3 % a u třetí skupiny dokonce ještě nepatrně poklesl. Doplnění 70 g sójových bobů mělo vliv na zvýšení obsahu minerálních látek. Nedošlo však ani k významné změně v zastoupení MK v mléce.

K podobnému závěru došli i Almeida et al. (2013), kteří se zabývali vlivem sójového oleje (30 g, 60 g, a 90 g/den) na produkci mléka Sánských koz. Zpozorovali pokles obsahu sušiny mléka a tuku (3,5 % kontrolní skupina - 2,41 % pro skupinu s 90 g sójového oleje) se zvyšujícím se doplňkem oleje. Tento výsledek však autoři vysvětlili sníženým příjmem krmiva v důsledku navyšujícího se obsahu oleje v KD. Na hladiny bílkovin a laktózy neměl olej vliv.

Porovnání sójového oleje se slunečnicovým provedli Titi et Fataftah (2013). Na 125 bahnicích plemene awassi testovali účinky těchto olejů na přírůstek, obsah mastných kyselin v krvi jehňat a mléce. Krmná dávka byla složena z vojtěškového sena *ad libitum* a 1,5 kg jadrné směsi složené z 60 % z ječmene. Pokusným skupinám byly doplněny 3 % a 5 % sójového oleje (SBO), 3 % a 5 % slunečnicového oleje (SFO). Obsah oleje v krmné dávce byl vypočten z procentuálního zastoupení ječmene, které bylo 60 %. Dojivost bahnic stoupla u všech diet oproti kontrolní, nejvíce však u skupin 3 % SBO a 5 % SFO. Nárůst dojivosti díky doplňku oleje prokázal už Zhang et al. (2006). Nejvyšší nárůst obsahu mléčného tuku zaznamenali u skupiny 3 % SBO (o 0,6 % více než u kontrolní skupiny) a pokles u skupiny 5 % SFO (pokles o 1,5 % mléčného tuku). Tento pokles mléčného tuku autoři vysvětlují vysokou degradovatelností tuku v batoru. Doplnění olejů způsobilo snížení koncentrace mastných kyselin s krátkým a středně dlouhým řetězcem (C4 – C12) v mléce. Navýšení obsahu CLA (izomer *cis-9, trans-11*) je prokazatelnější u slunečnicového oleje.

Negativní vliv přídavku slunečnicového oleje do stravy ovcí zaznamenali i Prieto et al. (2013). Do krmné dávky přidávali 43 g slunečnicového oleje/kg sušiny. U pokusné skupiny bahnic plemene Assaf byl prokázán pokles mléčného tuku do 21. dnu experimentu o 0,3 %, do 49. dnu o 0,8 % a do 63. dne o 1,1 %.



### 3.6.5 Řepka

Výzkumy ohledně zkrmování řepky se shodují v pozitivním vlivu na mléčný tuk. Murphy et al. (1995) zaznamenali snížení obsahu kyselin C4-C16 v mléčném tuku dojnic po přidání řepkového semínka, což potvrdili i Lacount et al. (1994) a Focant et al. (1998). Doplněním vitamínu E do krmné dávky složené z řepky došlo nejen k navýšení koncentrace vitamínu E o 45 %, ale také k navýšení obsahu tuku, především nenasycených MK a obsahu bílkovin (Focant et al., 1998).

Cieslak et al. (2010) hodnotili vliv řepkového a lněného oleje na ovcích. K pokusu bylo vybráno 6 laktujících bahnic plemene Merino (3x3 latinský vzorec). Do základní krmné dávky bylo v pokusných skupinách přidáno 3,5 % a 7 % řepkového oleje. V druhém pokusu pak to samé množství lněného oleje. Doplněním řepkového oleje v množství 7 % do krmné dávky mělo za následek zvýšení dojivosti oproti kontrolní a první pokusné skupině. Podíl mléčných složek (obsah tuku a bílkovin) se nijak výrazně nezměnil u pokusných skupin oproti skupině kontrolní. Přidáním řepkového oleje se však změnilo zastoupení jednotlivých skupin MK. Došlo ke snížení SFA ( $P < 0,05$ ), PUFA ( $P > 0,05$ ) a výraznému navýšení množství MUFA ( $P < 0,05$ ). Nárůst množství MUFA byl způsoben zvýšením kyseliny olejové (C18:1 n-9-c), která byla zastoupena u kontrolní skupiny v množství 16,1 %. První pokusná skupina (3,5 % řepkového oleje) měla zastoupení kyseliny olejové (C18:1 n-9-c) 48,9 % a druhá pokusná skupina (7 % řepkového oleje) 37,7 % z celkového zastoupení MK. Zaznamenán byl až dvojnásobný pokles n-6 MK u pokusných skupin oproti kontrolní skupině ovcí. Dále bylo statisticky prokázáno navýšení obsahu CLA v mléce z původních 0,03 % na 0,21 % u první pokusné skupiny a na 0,12 % u druhé pokusné skupiny.

### 3.6.6 Olivové pokrutiny

Chiofalo et al. (2004) zkoumali význam zemědělsko-průmyslových vedlejších produktů jako krmení pro zvířata. Jejich objektem zájmu byly olivové pokrutiny, které přidávali do krmné dávky ovcí plemene Comisana (jedno z nejdůležitějších plemen ovcí ve Středomoří). Oproti kontrolní skupině, která měla k dispozici seno a koncentrát, dostávala první pokusná skupina koncentrát, který obsahoval 20 % olivových pokrutin a druhá pokusná skupina navíc ještě 280 mg tokoferylacetátu pro zvýšení stability lipidů. Olivové pokrutiny se vyznačují velkou variabilitou vody cca 25-30 % v závislosti na provedení extrakce a vysokým obsahem vlákniny (27-41 %). Zbýlý olej představoval doplněk energie pro zvíře. Hlavním cílem výzkumu ohledně olivových pokrutin byl vliv na produkci mléka, který byl prokázán, neboť došlo ke zvýšení dojivosti. Nedošlo však k žádnému vlivu na základní složení mléka, oproti

změně v profilu MK. Pokusné skupiny se vyznačovaly sníženým obsahem kyseliny kaprinové (C10:0), laurové (C12:0) a myristové (C14:0) a výrazným nárůstem kyseliny olejové (C18:1 n-9). Obecně došlo k nárůstu MUFA a snížení SFA.

### 3.6.7 Řasy

Řasy se objevily na Zemi před asi 3,5 miliardami let a dokonce byly považovány za první formy života (Margulis, 1981). Dorůstají rozměrů 0,2 mikronů až 60 m (Harlin et Darley 1988). Celkem snadno se rozmnožují a vzhledem k jejich jednoduché stavbě rostou rychleji než ostatní rostliny a jsou charakterizovány jako nejproduktivnější rostliny na světě (Marshall, 2007). V roce 2007 se roční světová produkce pěstovaných řas odhadovala na 10000 tun (Becker, 2007).

Výživová hodnota řas závisí na jejich stravitelnosti, produkci toxických látek a chemickém složení (Becker, 1994). Přestože jsou mezi řasami rozdíly ve složení, jsou všechny hodnotným zdrojem bílkovin. Obsah bílkovin u makrořas se uvádí v rozpětí 10 – 15 %, u mikrořas je to 28 % až 71 % (Oliveira et al., 2009). Kromě toho, Becker (2007) uvádí, že bílkoviny řas jsou bohaté na určité aminokyseliny (lysin, methionin, tryptofan, threonin, valin, histidin, isoleucin), což je srovnatelné se zastoupením aminokyselin ve vejci či sóje. Bylo prokázáno, že obsah bílkovin je vyšší na konci zimních měsíců (Fleurence, 1999). Stravitelnost se liší v závislosti na druhu řasy, roční době a přítomnosti fenolů nebo polysacharidů, stejně jako je závislá na trávicích enzymech přítomných v živočišném organismu (Goni et al., 2002). Obsah tuku v řasách je v rozmezí 1-40 % (Borowitzka, 1988). Pro zvířata i lidi jsou cenným zdrojem n-3 MK (Becker, 1994).

Rupérez (2002) ukazuje na vysoký obsah minerálních látek přítomných v řasách, jedná se nejen o makroprvky, ale i mikroprvky. Navíc, různé druhy řas jsou cenným zdrojem prakticky všech důležitých vitamínů, jako jsou tokoferoly, kyselina askorbová, B1, B2, B6, B12, kyselina nikotinová, provitamin A apod., čímž se dále zlepšuje jejich nutriční hodnota (Simoons, 1991).

Výzkumy v padesátých letech minulého století naznačily, že řasy by se mohly využívat ve výživě lidí i zvířat. A tak Chowdhury et al. (1995) podávali telatům ve výkrmu suspenzi řas *Chlorella* a *Scenedesmus* a prokázali zlepšení stravitelnosti celulózy a snížení nákladů na krmivo.

### 3.6.7.1 *Ascophyllum nodosum*

Braden et al. (2007) poukázali na podávání makrořasy *Ascophyllum nodosum* telatům, která posiluje imunitní systém a zlepšuje vlastnosti masa. Navíc přidávání této řasy do krmné dávky došlo ke snížení koncentrace *E. coli* ve výkalech a u jehňat se zvýšil přírůstek (Bach et al., 2008). Elmore et al. (2005) zjistil, že dojde také k obohacení masa ovcí o PUFA a McHugh (2003), že při dlouhodobém podávání ovcím v zimním období dojde ke zvýšení tělesné hmotnosti a zároveň ovce poskytnou větší množství vlny. Přidání *Ascophyllum nodosum* do krmení dojníc, mělo za následek zvýšení počtu zabřeznutých zvířat a zvýšení produkce mléka. S těmito výsledky se shoduje i další studie (Kulpys et al., 2009), kde zaznamenali nárůst mléčného tuku, bílkovin a laktózy v mléce.

### 3.6.7.2 *Cryptocodinium cohnii*

Vzhledem k tomu, že výzkum Pickarda et al. (2007) ohledně zlepšení neonatální vitality jehňat v sobě zahrnul i rozbor mléka bahnic, poskytl důležité informace o doplňování sušených řas. Autoři do krmné dávky bahnic přidávali přípravek společnosti Advanced Bionutrition, který obsahuje sušenou biomasu mořských řas rodu *Cryptocodinium cohnii*. Analýza MK v biomase řas odhalila přítomnost DHA v množství 68,9 g/kg celkového obsahu tuku. Při rozboru kolostra bahnic bylo prokázáno zvýšení hladiny DHA, EPA a kyseliny linolové u skupiny, která dostávala přídavek řasy *Cryptocodinium cohnii*. Studie také potvrdila transplacentální přenos DHA a EPA do krevní plazmy jehňat.

### 3.6.7.3 *Schizochytrium* sp.

*Schizochytrium* sp. (Goldstein et Belsky, 1964) je heterotrofní mikrořasa patřící do řádu *Thraustochytriales* (Sparrow, 1943) a říše *Chromalveolata* (Adl et al., 2005).

Výzkumy prokázaly, že přídavek mikrořasy *Schizochytrium* sp. do výživy dojníc má za následek zvýšení obsahu kyseliny dokosahehexaenové (DHA) a konjugované kyseliny linolové (CLA) v mléčném tuku, zatímco dojde ke snížení SFA (Franklin et al., 1999). Také dle Papadopoulos et al. (2002) *Schizochytrium* sp. navýšilo obsah tuku a bílkovin v kozím mléce a došlo k obohacení o kyseliny DHA a EPA.

#### 3.6.7.4 *Japonochytrium* sp.

*Japonochytrium* sp. (Kobayasi et Ôkubo,1953) je mořská řasa, označována taky jako mikrořasa. Patří do řádu *Thraustochytriales* a říše *Chromalveolata* stejně jako *Schizochytrium* sp. Jedná se o řasu, která neobsahuje zelené barvivo. Je významným zdroje vzácné kyseliny dokosaheptaenové (all-*cis*-4,7,10,13,16,19-C22:6 n-3, DHA). Analýza provedená Borkovou et al. (2015) poukázala na velké množství kyseliny palmitové (C16:0; 50 %) a olejové (C18:1 n-9-*cis*; 25,7 %) a velice nízkou hladinu PUFA (7,65 %).

Borková et al. (2015) potvrdili, že přidavek řasy *Japonochytrium* sp. změnil profil mastných kyselin kozího mléka. Dále byla zjištěna narůstající hladinu PUFA v sýru, jogurtu a másle, které byly vyrobeny z obohaceného kozího mléka. Závěrem byly doporučeny další výzkumy ohledně optimálního množství přidávané řasy do krmných dávek přežvýkavců.

## 4 Metodika

Vzorky mléka pro stanovení jednotlivých složek, množství mléčného tuku a profilu mastných kyselin byly odebrány od skupiny východofríských ovcí v létě 2016 na Kozí farmě v Pěňčině. Do pokusu bylo zařazeno 24 bahnic na třetí laktaci, které byly rozděleny do dvou skupin. Pokusná skupina (n=12) dostávala přídavek řasy *Japonochytrium* sp 10 g/ks/den. Řasa byla upravena ve formě pelet za využití arabské gummy, čímž se zabránilo prašnosti, ztrátám a zároveň se tím alespoň částečně zabránilo biohydrogenaci v bacheru. Kontrolní skupina (n=12) byla krmena základní krmnou dávkou bez přídávku řasy. Základní krmná dávka byla složena z cca 2 kg lučního porostu, sena *ad libitum* a jadrné směsi v množství 300 g/ks/den při ranním dojení.

V průběhu pokusu byly 4x odebrány vzorky z ranních nádojů a to ve dnech: 6. 6., 29. 6., 18. 7. a 15. 8. 2016. Poslední odběr byl již po ukončení zkrmování řasy s tím, zda se vliv podávaných aditiv projeví na skladbě mléčného tuku i po ukončení jejího zkrmování a v jaké míře. Individuální vzorky byly odebrány v množství 200 ml z nádoje, popsány, zchlazeny na 4 – 6 °C a transportovány do laboratoří společnosti Milcom a.s. a laboratoří České zemědělské univerzity v Praze.

### 4.1 Analýza základních složek krmiva a řas

Základní složení i profil mastných kyselin se provedl u sena, jadrného krmiva, zelené píče a řas. Tato analýzy krmiva přispěla k přesnějšímu stanovení vlivu řasy *Japonochytrium* sp. na složení mléka u ovcí (tab. 13).

Příprava vzorků pro analýzy byla provedena podle normy AOAC 950.02. Byla zde však snížena hrubost vzorku na 1 mm. Ke stanovení sušiny vzorků byla využita metodika označená jako AOAC 991.02. Popeloviny byly stanoveny dle normy ČSN ISO 2171 (1980). Pro stanovení dusíku a dusíkatých látek byla využita norma ČSN ISO 1871 (1994), mineralizace však byla provedena při 400°C. Pro stanovení tuku ve vzorcích byla použita metodika převzatá ze směrnice komise 98/64/EHS (OJL 257 19/9/98). Pro extrakci tuku byl použit petrolether. Metoda pro stanovení vlákniny ve vzorcích byla převzata ze směrnice komise 92/89/EHS (OJL 344 26/11/92) věstník ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského ročník IV/2005.

#### **4.1.1 Analýzy mastných kyselin v krmivu a řasách**

Analýza profilu mastných kyselin v krmivu a řasách byla provedena podle normy ČSN ISO 5508 a ČSN ISO 5509 za využití plynového chromatografu Agilent Technologies 6890 N s kolonou DB-23, 60m x 0,25mm x 0,25 $\mu$ m. Jako nosný plyn byl použit dusík 0,8ml/min s nástřikem 1 $\mu$ l, 230 °C a detektorem FID, 260 °C. Jako standardy byl využit směsný standard 37 component Fame mix, Pufa 1,2,3 (Sigma Aldrich).

#### **4.2 Analýza mléka**

Odebrané vzorky syrového mléka (200 ml) byly v laboratoři rozděleny na tři menší díly. První díl byl použit pro stanovení základních složek mléka. Z druhého vzorku byl po odstředění získán mléčný tuk, který byl zamrazen na -20 °C pro pozdější stanovení mastných kyselin. Ze třetího dílu byl na základě dojivosti jednotlivých koz ve skupinách připraven poměrný modelový směsný vzorek. Připravený modelový směsný vzorek byl rozdělen na dva díly. První díl směsného zorku byl použit pro analýzu na základní stanovení mléka a z druhého dílu byl opět získán mléčný tuk pro stanovení mastných kyselin.

##### **4.2.1 Analýza základních složek mléka**

Základní složky mléka byly analyzovány na infračerveném analyzátoru s Fourierovou transformací pracujícím ve střední části infračerveného spektra (Milkoscan FT2). Vzorky byly podrobeny gravimetrickým metodám podle norem institutu ČSN. Stanoven byl obsah tuku, laktózy, tukuprosté sušiny a bílkovin

##### **4.2.2 Analýza mastných kyselin v mléce**

###### **a) Použité chemikálie**

Všechny použité chemikálie byly čistoty p. a. Chloroform, dichlormethan (DCM) methanol, acetonitril, hexan byly v čistotě pro HPLC. Acetyl chlorid a kyselina chlorovodíková byly od firmy Sigma-Aldrich, USA. Deionizovaná (dd) voda byla vyrobena s použitím systému Milli Q Plus (Millipore SA, USA). Směsný standard 37 methylesterů mastných kyselin-Supelco 37 Component FAME Mix (CRM47885 Supelco).

###### **b) Extrakce lipidů**

Odebrané vzorky byly homogenizovány a centrifugovány při 5000 G za minutu po dobu 15 minut v 10 ml skleněných centrifugačních zkumavkách. Poté byl odstraněn supernatant a pelet buněk byl zmrazen 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 Bligh et Dyer (1959). Postupně bylo přidáno 0,8 ml P-pufu, 2,0 ml MeOH a 1,0 ml DCM k 5 mg čerstvého nebo lyofilizované biomasy 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 - pufu a 1,0 ml DCM. Směs byla odstředěna po dobu 10 minut při 2000 otáčkách za minutu a pomocí skleněné Pasteurovy pipety byla přenesena vrstva DCM (spodní fáze) do čistých zkumavek.

### **c) Příprava methylesterů mastných kyselin (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<sub>3</sub> - metanolu byl pipetován do uzavíratelné lahvičky a zahříván na 80 °C po dobu 1 hodiny. Po přidání 0,5 ml dd vody byl roztok míchán 1 min, následně byl přidán 2 ml hexanu a odstředěn po dobu 2 min při 2000 G za minutu. Poté následovalo stažení horní fáze do srdcové baňky, tato operace se provedla celkem 3x. Spojené extrakty byly odpařeny do sucha a naředěny do 10 – 50/μL hexanu v mikrozkušavce. 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, 30 m × 0,25 mm vnitřního průměru, 0,25 μm film) Vzorky (1μl) byly nastříknuty v splitless režimu. Teplota nástřikového portu byla 140 °C, teplota iontového zdroje 250 °C a teplota transferové kapiláry 250°C. Jako nosný plyn bylo použito hélium o rychlosti průtoku 40 cm/s. Teplota pece začínala při teplotě 140 °C s nárůstem 4 °C/min až na konečnou hodnotu 240 °C po dobu 10 min. Celý systém byl ovládán pomocí softwaru Xcalibur.

## **4.3 Vyhodnocení výsledků**

Pro všechny statistické analýzy byl využit program Statistica 12 (StatSoft. Inc. 1984-2013). Pro vyhodnocení vlivu rasy na mléčný tuk byla použita ANOVA a pro zpracování výsledků jednotlivých složek mléka základní statistika (průměr, rozptyl, směrodatná odchylka, atd.)

## 5 Výsledky

### 5.1 Obsah mastných kyselin v krmivu

Z výsledků analýzy řasy *Japonochytrium* sp. (tab. 13) je patrné velké zastoupení DHA (C22:6 n-3; 42,09 %), kyseliny palmitové (C16:0; 15,85 %), adrenové (C22:4 n-6; 17,48 %) a olejové (C18:1 n-9; 10,15 %). Množství omega-3 (n-3) v řase je 44,48 % a omega-6 (n-6) pak 18,44 %, což je více jak v řase granulované, kde obsah n-3 činí 40,25 % a n-6 16,24 %. Při rozboru porostu na MK byla zaznamenána vysoká hladina (41,33 %) kyseliny  $\alpha$ -linolenové (C18:3 n-3) a kyseliny linolové (C18:2 n-6; 15,44 %).

Tab. 13: Procentuální zastoupení mastných kyselin v samotné řase *Japonochytrium* sp. a v granulích z řasy.

Obsahy mastných kyselin (%)	řasa <i>Japonochytrium</i> sp.	Granule z řasy <i>Japonochytrium</i> sp.
kapronová (C6:0)	0,002	0,006
kaprylová (C8:0)	0,005	0,005
kaprinová (C10:0)	0,031	0,025
laurová (C12:0)	0,156	0,125
tridekanová (C13:0)	0,019	0,012
myristová (C14:0)	5,110	4,478
myristolejová (C14:1)	0,109	0,105
pentadekanová (C15:0)	0,469	0,401
palmitová (C16:0)	15,854	15,138
palmitolejová (C16:1)	0,273	0,223
margarová (C17:0)	0,147	0,151
stearová (C18:0)	1,329	1,632
elaidová (C18:1 n-9-t)	-	-
vakcenová (C18:1 n-11-t)	-	-
olejová (C18:1 n-9)	10,147	12,453
(C18:1 n-7)	0,221	0,465
linolelaidová (C18:2 n-6-t)	-	-
linolová (C18:2 n-6)	1,891	7,054
$\gamma$ – linolenová (C18:3 n-6)	0,265	0,262
$\alpha$ – linolenová (C18:3 n-3)	0,183	0,959
konjugovaná linolová (C18:2 cis-9, trans-11)	0,370	0,311
konjugovaná linolová (C18:2 trans-10, cis-12)	0,011	0,012
arachová (C20:0)	0,100	0,114
eikosenová (C20:1 n-9)	0,036	0,091
eikosadienová (C20:2 n-6)	0,010	0,029
heneikosanová (C21:0)	0,017	0,020
eikosatrienová (C20:3 n-6)	0,436	0,384
arachidonová (C20:4 n-6)	0,510	0,479
eikosatrienová (C20:3 n-3)	-	-



<b>eikosatetraenová (C20:4 n-3)</b>	0,879	0,801
<b>behenová (C22:0)</b>	-	-
<b>EPA (C20:5 n-3)</b>	1,195	1,056
<b>trikosanová (C23:0)</b>	0,066	0,051
<b>adrenová (C22:4 n-6)</b>	17,481	15,347
<b>lignocerová (C24:0)</b>	0,154	0,087
<b>klupanodonová (C22:5 n-3)</b>	0,131	0,173
<b>nervonová (C24:1 n-9)</b>	0,299	0,293
<b>DHA (C22:6 n-3)</b>	42,091	37,258

## 5.2 Obsah jednotlivých složek mléka

Množství nadojeného mléka v průběhu laktace klesá (tab. 14 a 15). Pokles je více patrný u kontrolní skupiny, u které byl také zaznamenán i nejvyšší ranní nádoj 1,5 l mléka. Nejnižší nádoj byl pouhých 400 ml (tab. 16). Podle Malá et al. (2012) dochází obecně ke zvýšení dojivosti po obahnění s vrcholem laktace mezi 3. a 5. týdnem laktace.

Tab. 14: Množství nadojeného mléka (v litrech) u kontrolní skupiny ovcí z ranních odběrů

Číslo zvířete	Číslo vzorku	1. odběr (l)	2. odběr (l)	3. odběr (l)	4. odběr (l)
51357	O1	1,0	0,8	1,0	0,8
51451	O2	1,1	0,6	1,1	0,7
51522	O3	1,2	1,1	0,9	0,7
51523	O4	0,9	0,6	0,7	0,4
51525	O5	1,2	0,8	1,0	0,7
51531	O6	1,5	1,0	1,2	1,0
51532	O7	1,2	0,8	0,8	0,6
51547	O8	1,4	1,0	1,0	0,7
51551	O9	1,3	0,8	0,6	0,6
51561	O10	1,0	0,6	0,9	0,7
51536	O11	0,6	0,6	0,5	0,4
51581	O12	1,1	0,8	1,0	0,8

Tab. 15: Množství nadojeného mléka (v litrech) u pokusné skupiny z ranních odběrů

Číslo zvířete	Číslo vzorku	1. odběr (l)	2. odběr (l)	3. odběr (l)	4. odběr (l)
51452	O13	1,2	0,8	0,9	0,8
51455	O14	1,0	0,9	1,3	0,9
51457	O15	0,8	1,1	1,3	0,8
51472	O16	0,6	0,7	1,0	0,4
51475	O17	0,9	0,5	0,6	0,5
51497	O18	1,1	0,7	0,7	0,5
51500	O19	1,1	1,0	1,1	0,9
51503	O20	0,9	0,8	0,7	0,7
51508	O21	1,2	0,7	0,7	0,5
51512	O22	0,9	1,0	1,1	0,8
51513	O23	1,0	0,9	0,9	0,7
51454	O24	1,0	0,6	1,0	0,5

Tab. 16: Analýzy odběrů kontrolní a pokusné skupiny ovcí

Charakteristiky nádoje	Kontrolní skupina				Pokusná skupina			
	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr
Průměr (l)	1,125	0,792	0,892	0,675	0,975	0,808	0,942	0,667
Minimum (l)	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	0,5	0,6	0,4
Maximum (l)	1,5	1,1	1,2	1,0	1,2	1,1	1,3	0,9
Rozptyl	0,057	0,030	0,043	0,028	0,029	0,032	0,055	0,032
Směrodatná odchylka (l)	0,238	0,173	0,207	0,166	0,171	0,178	0,235	0,178

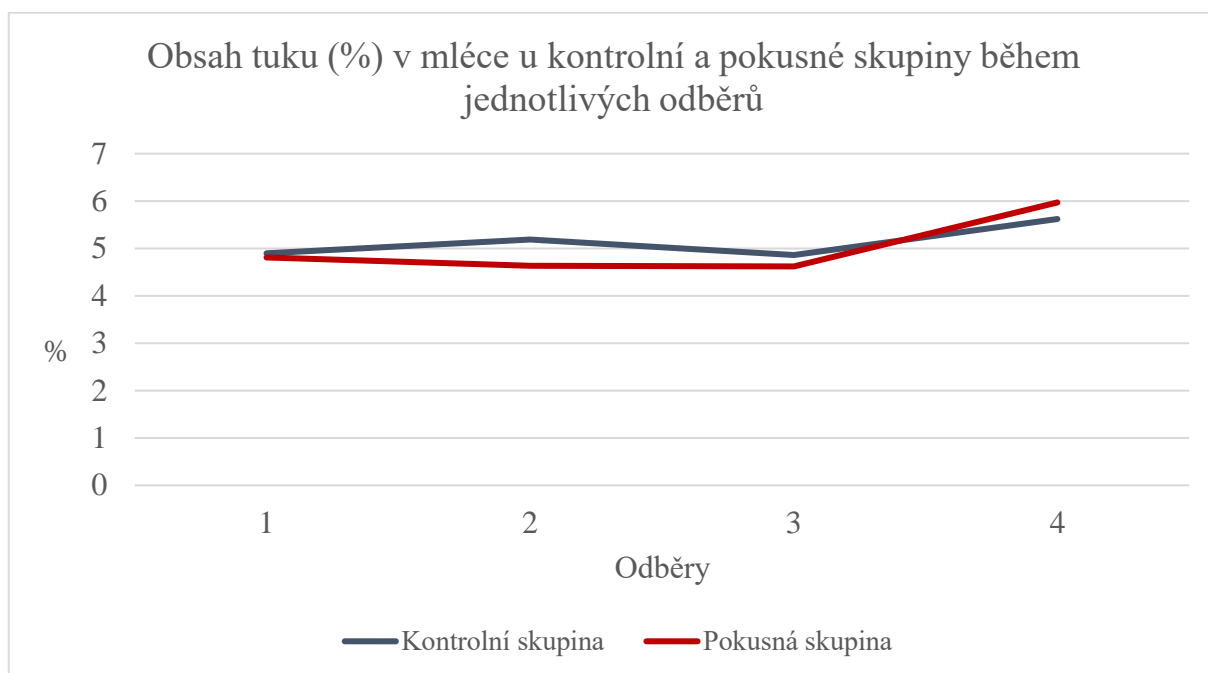
Množství tuku se v pokusné skupině pohybovalo v průměru od 4,62 % až po 5,97 %, u kontrolní skupiny byl rozptyl menší a obsah tuku byl v rozmezí 4,86 % - 5,62 % (tab. 17). Pro lepší znázornění obsahu tuku v mléce jsou výsledky z tab. 17 zpracovány v grafu 1. Při analýze na obsah tuku u jednotlivých zvířat byly zaznamenány dvě extrémní hodnoty u kontrolní skupiny. Ovce označená O9 měla obsah tuku 7,03 % ve 4. odběru, což bylo nejvíce mezi všemi ovce. Ovce O1 měla ve 4. odběru pouhých 2,88 % tuku. U ovce O1 však docházelo mezi jednotlivými odběry k razantnímu poklesu nejen obsahu tuku, ale také obsahu bílkovin a laktózy a tím tedy i ke snížení sušiny mléka, což může značit onemocnění zvířete.

Stoupající počet bílkovin byl zaznamenán u pokusné skupiny ( $P > 0,05$ ), naopak u kontrolní skupiny se obsah bílkovin mezi jednotlivými odběry snižoval s mírným nárůstem v 4. odběru ( $P > 0,05$ ). Průměrný obsah laktózy za celou laktaci u obou skupin je 4,8 %. Nevyšší sušiny mléka dosáhla pokusná skupina v posledním odběru (16,92 %) viz tab. 17.

Tab. 17: Průměrné obsahy složek mléka kontrolní a pokusné skupiny ovcí

Charakteristiky mléka	<i>Kontrolní skupina</i>				<i>Pokusná skupina</i>			
	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr
<b>Tuk (%)</b>	4,90	5,19	4,86	5,62	4,81	4,63	4,62	5,97
<b>Bílkoviny (%)</b>	5,14	5,12	4,96	5,08	4,76	4,75	5,08	5,23
<b>Laktóza (%)</b>	5,05	4,78	4,69	4,68	5,01	4,74	4,82	4,74
<b>Celková sušina (%)</b>	15,91	16,05	15,42	16,34	15,34	15,04	15,46	16,92

Graf 1: Obsah tuku v mléce u kontrolní a pokusné skupiny ovcí během jednotlivých odběrů



### 5.3 Složení mléčného tuku

Mléčný tuk ovcí byl nejvíce zastoupen kyselinou palmitovou (C16:0; 23-24 %), olejovou (C18:1 n-9-c 17-19 %), myristovou (C14:0; 9,5-10 %), stearovou (C18:0; 9-10 %) a kaprinovou (C10:0; 6,3 %) viz tabulka 18.

Z výsledků analýzy směsných mlék na profil MK je vidět snižující se obsah kyseliny pentanové (C5:0) u pokusné skupiny oproti skupině kontrolní. Procentuální obsah kyseliny kapronové (C6:0), kaprylové (C8:0), kaprinové (C10:0) a laurové (C12:0) se přidavkem řasy zvyšoval v průběhu jejího zkrmování (patrně v 2. a 3. odběru;  $P > 0,05$ ). Při 4. odběru je u těchto kyselin patrný pokles oproti kontrolní skupině, což dokazuje alespoň malý vliv řasy *Japonochytrium* sp. na tyto důležité kyseliny, které jsou zodpovědné za charakteristickou vůni a chuť ovčího mléka.

Statisticky významný rozdíl ( $P < 0,05$ ) a tedy vliv řasy *Japonochytrium* sp. na zastoupení MK mezi laktacemi byl potvrzen u kyselin (C16:0; R), palmitové (C16:0), palmitolejové (C16:1), eikosenové (C20:1), behenové (C22:0), *cis*-11, 14, 17-eikosatrienové (C20:3 n-3), *cis*-5, 8, 11, 14, 17-eikosapentaenové (C20:5 n-3) a nervonové (C24:1), kdy přidavkem řasy dochází ke snížení množství těchto kyselin. Ke snížení obsahu dochází také u kyseliny máselné (C4:0), olejové (C18:1 n-9-c) a  $\alpha$ -linolenové (C18:3 n-3). Naopak oproti kontrolní skupině má skupina pokusná více kyseliny tridekanové (C13:0), myristové (C14:0), myristolejové (C14:1),  $\gamma$ -linolenové (C18:3 n-6) a *cis*-4, 7, 10, 13, 16, 19-dokosaheptaenové (C22:3 n-3) v průběhu krmení řasou. Po ukončení se profil MK u pokusné skupiny podobá profilu skupiny kontrolní. Obsah CLA se liší mezi skupinami v začátku laktace. Pokusná skupina má o 0,3-0,7 % méně CLA v 1. a 2. nádoji než skupina kontrolní.

Tab. 18: Procentuální zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku u kontrolní a pokusné skupiny ovcí

Obsahy mastných kyselin (%)	<i>Kontrolní skupina (OK)</i>				<i>Pokusná skupina (OP)</i>			
	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr
máselná (C4:0)	2,81	2,99	2,94	2,74	2,83	2,92	2,88	2,79
pentanová (C5:0)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
kapronová (C6:0)	2,37	2,43	2,47	2,34	2,36	2,81	2,62	2,25
heptanová (C7:0)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04
kaprylová (C8:0)	2,11	2,01	2,17	2,20	2,12	2,60	2,39	2,05
nonanová (C9:0)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,07	0,05
kaprinová (C10:0)	6,32	5,91	6,63	6,90	6,38	8,16	7,68	6,37

<b>undekanová (C11:0)</b>	0,24	0,27	0,28	0,28	0,21	0,38	0,36	0,26
<b>laurová (C12:0)</b>	3,56	3,17	3,57	3,76	3,32	4,37	4,29	3,58
<b>tridekanová (C13:0)</b>	0,13	0,12	0,13	0,13	0,10	0,15	0,17	0,12
<b>(C14:0; R)</b>	0,12	0,11	0,10	0,09	0,12	0,09	0,10	0,09
<b>myristová (C14:0)</b>	9,94	10,20	10,90	10,67	9,53	11,79	11,45	10,51
<b>(C15:0; R)</b>	0,28	0,27	0,25	0,26	0,28	0,21	0,25	0,26
<b>myristolejová (C14:1)</b>	0,13	0,17	0,19	0,18	0,12	0,25	0,23	0,18
<b>pentadekanová (C15:0)</b>	1,20	1,14	1,12	1,03	1,06	0,91	1,19	1,02
<b>(C16:0; R)</b>	0,35	0,34	0,30	0,27	0,36	0,34	0,31	0,27
<b>palmitová (C16:0)</b>	23,00	27,10	27,09	24,65	23,97	28,97	26,47	24,27
<b>(C16:1; T)</b>	0,67	0,60	0,54	0,54	0,60	0,48	0,53	0,56
<b>palmitolejová (C16:1)</b>	0,65	0,88	0,87	0,86	0,66	0,97	0,92	0,87
<b>heptadekanová (C17:0)</b>	0,80	0,68	0,61	0,68	0,85	0,52	0,59	0,70
<b>heptadecenová (C17:1)</b>	0,28	0,28	0,24	0,29	0,29	0,22	0,24	0,29
<b>stearová (C18:0)</b>	9,23	7,79	8,65	8,73	10,28	5,77	7,91	9,33
<b>SUMA C18:1; T</b>	6,48	4,55	4,53	4,44	4,45	4,10	4,46	4,69
<b>olejová (C18:1 n-9-c)</b>	17,49	17,96	16,68	18,90	19,39	14,60	15,62	19,35
<b>SUMA C18:1; C</b>	1,84	1,70	1,61	1,56	1,68	1,52	1,56	1,62
<b>SUMA C18:2; T (linoelaidová, C18:2 n-6-t)</b>	1,94	1,62	1,43	1,47	1,50	1,42	1,42	1,55
<b>linolová (C18:2n-6-c)</b>	2,56	2,89	2,46	2,57	2,96	2,83	2,39	2,54
<b>arachová (C20:0)</b>	0,20	0,21	0,21	0,17	0,23	0,19	0,21	0,18
<b><math>\gamma</math>-linolenová (C18:3 n-6)</b>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,05	0,04
<b>eikosenová, gadolejová (C20:1)</b>	0,07	0,10	0,09	0,07	0,07	0,09	0,08	0,07
<b><math>\alpha</math>-linolenová (C18:3 n-3)</b>	2,24	2,01	1,57	1,71	2,06	1,19	1,31	1,67
<b>CLA</b>	2,00	1,52	1,45	1,62	1,26	1,16	1,45	1,68
<b>cis-11,14-eikosadienová (C20:2)</b>	0,13	0,10	0,09	0,09	0,11	0,07	0,09	0,11
<b>behenová (C22:0)</b>	0,13	0,11	0,11	0,09	0,12	0,09	0,11	0,09
<b>cis-8,11,14-eikosatrienová (C20:3 n-6)</b>	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,05	0,04	0,02

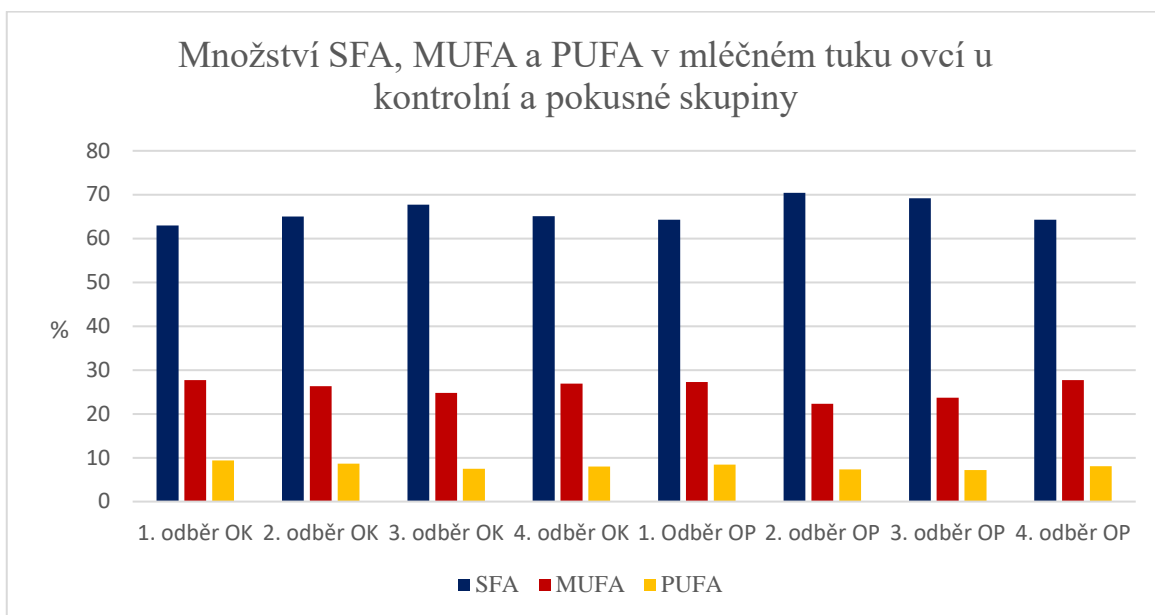
eruková (C22:1 n-9)	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
cis-11,14,17-eikosatrienová (C20:3 n-3)	0,08	0,06	0,06	0,05	0,08	0,05	0,05	0,05
arachidonová (C20:4 n-6)	0,13	0,16	0,14	0,14	0,14	0,18	0,14	0,15
cis-13,16-dokosadienová (C22:2)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01
lignocerová (C24:0)	0,06	0,05	0,05	0,04	0,07	0,04	0,05	0,05
cis-5,8,11,14,17-eikosapentaenová (C20:5 n-3)	0,15	0,15	0,11	0,12	0,16	0,12	0,10	0,12
nervonová (C24:1)	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03	0,04
cis-4,7,10,13,16,19-dokosaheptaenová (C22:6 n-3)	0,09	0,11	0,11	0,12	0,08	0,20	0,12	0,11
<b>SUMA</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Jednotlivé skupiny mastných kyselin zaznamenaly následující změny u pokusné skupiny ovcí: množství SFA v 2. a 3. odběru výrazně vzrostlo oproti MUFA a PUFA, kde došlo ke snížení obsahů. Množství kyselin označených jako n-6 se nijak nezměnilo u pokusné skupiny v porovnání s kontrolní skupinou, ale obsah n-3 výrazně poklesl. Ve 4. odběru se zastoupení složek MK u pokusné skupiny shodovalo s kontrolní skupinou. Skupiny mastných kyselin v mléčném tuku jsou pro přehlednost znázorněny v grafu 2 a 3.

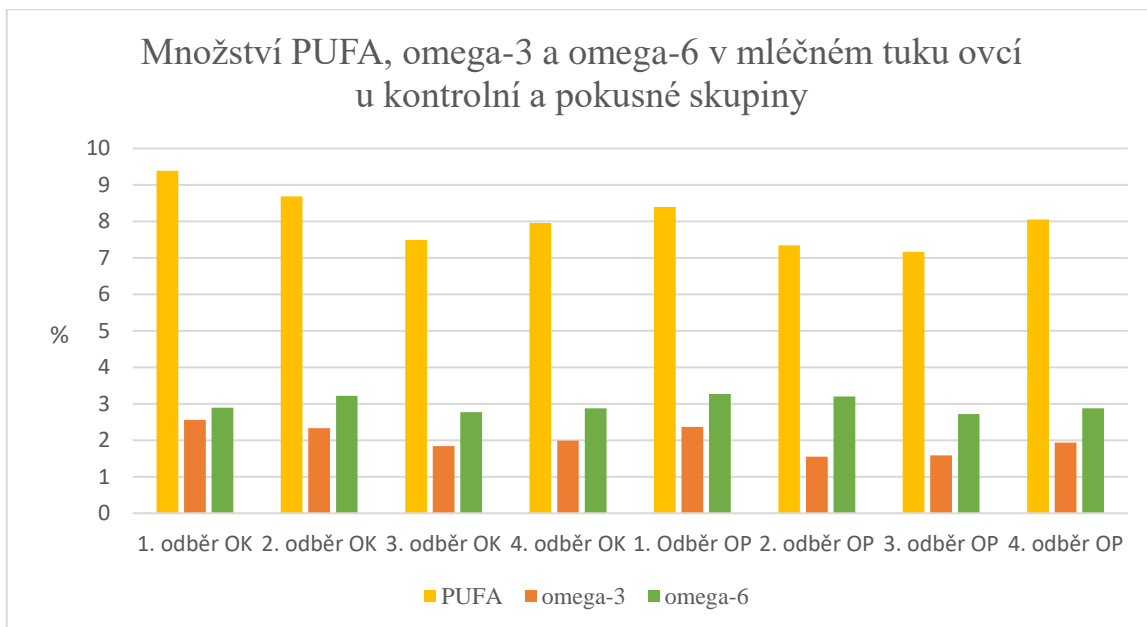
Tab. 19: Zastoupení skupin mastných kyselin v kontrolní a pokusné skupině ovcí

Skupiny MK (%)	<i>Kontrolní skupina (OK)</i>				<i>Pokusná skupina (OP)</i>			
	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr
<b>SFA</b>	63,0	65,0	67,7	65,1	64,3	70,4	69,2	64,3
<b>MUFA</b>	27,7	26,3	24,8	26,9	27,3	22,3	23,7	27,7
<b>PUFA</b>	9,39	8,69	7,49	7,96	8,40	7,34	7,17	8,05
<b>n-3</b>	2,56	2,33	1,84	1,99	2,37	1,55	1,59	1,94
<b>n-6</b>	2,89	3,22	2,77	2,88	3,27	3,20	2,72	2,88
<b>suma</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Graf 2: Množství (v %) SFA, MUFA a PUFA v mléčném tuku ovcí u kontrolní a pokusné skupiny



Graf 3: Množství PUFA, omega-3 a omega-6 v mléčném tuku ovcí u kontrolní a pokusné skupiny



## 6 Diskuze

Výsledky vlivu řasy *Japonochytrium* sp. na obsah mléčného tuku u ovcí poukazují na konstantní obsah tuku v průběhu zkrmování řasy (tab. 17). U kontrolní skupiny se v 2. odběru navýšila hladina tuku a v 3. odběru opět poklesla oproti pokusné skupině, kde se množství tuku ve 2. a 3. odběru pohybovalo kolem 4,6 %. Průměrný obsah laktózy za celou laktaci u obou skupin byl 4,8 %, což je o 0,1 % více, než bylo při kontrole mléčné užitkovosti v roce 2014. Tento drobný rozdíl však nejspíše vznikl malým počtem zvířat v pokusu v porovnání s kontrolou užitkovosti, kde se do statistik zapsalo 676 východofříských ovcí. Patrné rozdíly mezi skupinami bahnic v 1. odběru mohou být způsobeny genetikou nebo v tomto případě spíše jejich kondicí.

Na základě výsledků Poti et al. (2015), kteří se zabývali vlivem *Spirulina platensis* a *Chlorella kessleri* na mléčný tuk koz a skotu, jsou patrné rozdíly mezi jednotlivými druhy přežvýkavců. Dané mikrořasy u koz způsobily navýšení obsahu tuku v mléce, ale u dojníc se tento jev nepotvrdil a došlo k poklesu obsahu tuku. Na obsah laktózy a bílkovin řasy *Spirulina platensis* a *Chlorella kessleri* neměly vliv, což potvrdili i Bichi et al. (2008), avšak u tuku bylo zaznamenáno snížení o 0,68 % u pokusné skupiny ovcí.

Chilliard et al. (2014) ve své práci zmiňují, že přidáváním různých druhů aditiv do krmení přežvýkavců můžeme ovlivnit zastoupení MK v mléce. Výsledky vlivu řasy *Japonochytrium* sp. ukazují na zvýšené množství SFA v mléce (tab. 19), které u pokusné skupiny ovcí dosáhlo 70 %. Naopak Christaki et al. (2012) dokazují snížení množství SFA v mléce po přidání řasy *Spirulina platensis* do krmné dávky dojníc. Podobné výsledky hlásí i Franklin et al. (1999) a Boeckeaert et al. (2008), kteří zkoumali využití řasy *Schizochytrium* sp. či Bichi et al. (2013), kteří zkrmovali řasy ovcím a k poklesu došlo především snížením kyseliny stearové (C18:0). Množství SFA v rozmezí 71-77 % zaznamenal i Cabiddu et al. (2005), což je podobný výsledek, který popsali Carta et al. (2005), jenž analyzovali mléčný tuk volně se pasoucích ovcí a Schmidely et Sauvant (2001), kteří pozorovali změny v tuku u ovcí při řízeném krmení. Naopak snížení obsahu SFA v mléce zaznamenali Chiofalo et al. (2004) při zkrmování olivových pokrutin a Zangh et al. (2006) po přidání lněného semínka do krmné dávky ovcí. Pokud však bylo lněné semínko podáváno zároveň se slunečnicovým olejem, docházelo k nárůstu nasycených MK s krátkým a středně dlouhým řetězcem. Patrné zvýšení obsahu SFA v mléčném tuku ovcí zaznamenal i Hobson (1988). Navýšení SFA je nejspíše způsobeno bachorovými mikroorganismy, které hydrolyzují přijímané lipidy v krmné dávce a z volných nenasyčených mastných kyselin se stávají nasycené MK. Kucuk et al. (2001)



udávají, že u kyseliny linolové (C18:2 n-6) a  $\alpha$ -linolenové (C18:3 n-3) dochází k biohydrogenaci z cca 95 %, což způsobí zvýšení SFA v mléčném tuku. Kyselina linolová je často biohydrogenována neúplně za vzniku mono-nenasycených MK jako je kyselina vakcenová (C18:1 n-11-t). Tato částečná biohydrogenace také vytváří konjugovanou kyselinu linolovou (CLA; C18:2 c-9, t-11). Or-Rashid et al. (2008) prokázali snížený obsah SFA již v bachorové tekutině při podávání peletované řasy *Cryptocodinium cohnii* dojnícím.

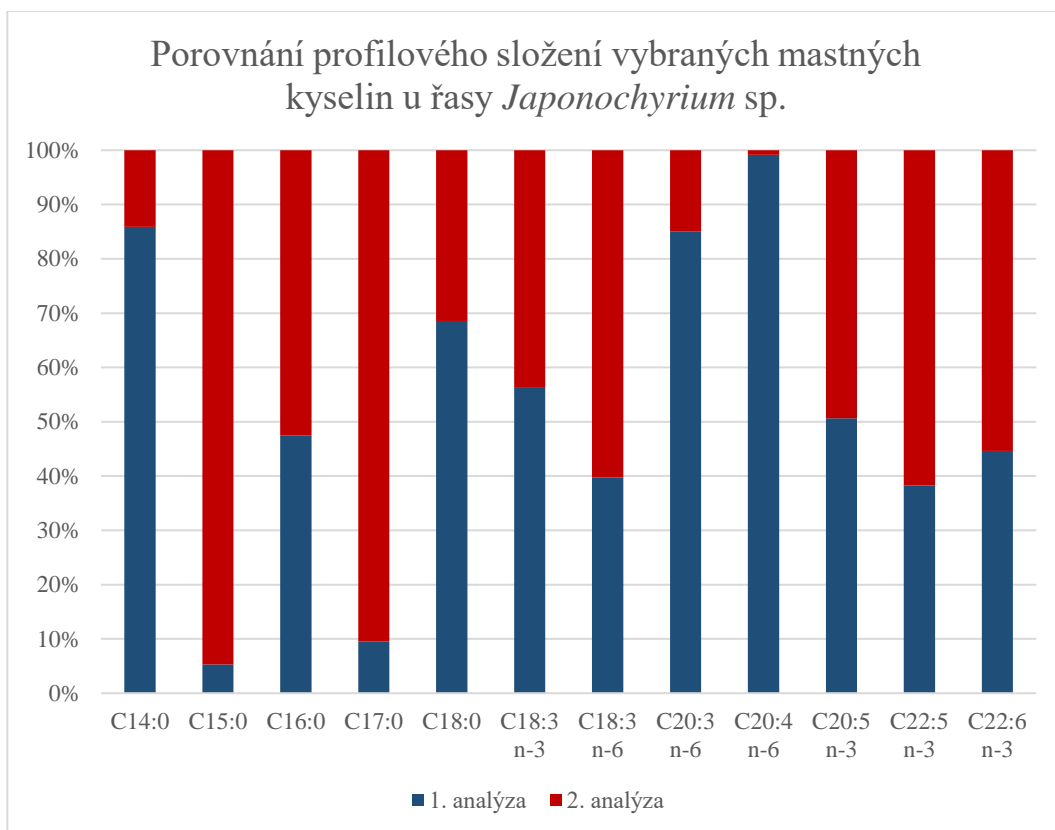
Obsah PUFA v mléce východofříských ovcí nebyl řasou *Japonochytrium* sp. nijak ovlivněn, neboť zaznamenaná hladina PUFA klesala u kontrolní i pokusné skupiny. Řasa *Japonochytrium* sp. ani nijak nezmírnila daný pokles PUFA. Což je opačný výsledek než zaznamenali Bichi et al. (2013) u ovcí, kde došlo k navýšení PUFA díky CLA (C18:2 *cis*-9, *trans*-11) a Borková et al. (2015), kde řasa *Japonochytrium* sp. statisticky významně navýšila množství PUFA v kozím mléce. Poti et al. (2015) uvádějí zvýšení obsahu PUFA v kozím mléce po přidání řas *Spirulina platensis* a *Chlorella kessleri* ( $P < 0,01$ ) a statisticky neprůkazné zvýšení u dojnic oproti Christaki et al. (2012), kde byl potvrzen zvyšující se obsah PUFA po přidání řasy *Spirulina platensis* do krmné dávky dojnic ( $P < 0,05$ ). Podle Or-Rashid et al. (2008) se nemění obsah n-6 v bachorové tekutině dojnic, ale dochází k navýšení hladiny n-3. K podobnému závěru došli i Poti et al. (2015) u koz a skotu. Oproti tomu řasa *Japonochytrium* sp. obsah n-3 MK snížila. Ohledně hladiny MUFA se jednotlivé výzkumy shodují v navýšení obsahu v kozím mléce (Christaki et al. 2012; Poti et al, 2015), mléce dojnic (Christaki et al. 2012), v ovčím mléce (Bichi et al., 2013) a bachorové tekutině dojnic (Or-Rashid et al., 2008).

Největší zastoupení kyselin v mléčném tuku po přidavku řasy *Japonochytrium* sp. měly kyseliny palmitová (C16:0), olejová (C18:1 n-9-c) myristová (C14:0), stearová (C18:0) a kaprinová (C10:0). Výzkum prováděný na ovčích plemene Sarda, kde byl sledován vliv různých druhů pastvin, též potvrdil největší zastoupení kyseliny palmitové (23-33 %), olejové (13-19 %) a myristové (11-20 %; Cabiddu et al., 2005). Addis et al. (2005) zabývající se vlivem čerstvé píce na složení mléčného tuku, potvrzují, že je možné manipulovat s profilem MK mléčného tuku a následně mléčných výrobků s cílem maximalizovat obsah prospěšných MK díky odpovídajícímu využití čerstvým krmiv.

Přestože řasa *Japonochytrium* sp. obsahovala přes 42 % DHA a následně i ve formě pelet si udržela vysoký obsah (37 % DHA), do mléčného tuku nebyla DHA promítnuta (tab. 13 a 18). Mírné zvýšení lze pozorovat pouze při druhém odběru, kde oproti kontrolní skupině (0,11 % z celkového množství MK) měla skupina pokusná obsah DHA 0,2 %. V porovnání s Humhal et al. (2016), kteří se zabývali kultivací řasy *Schizochytrium limacinum*

a *Japonochytrium marinum*, lze pozorovat rozdílný profil MK samotné řasy *Japonochytrium* sp. Pro přehlednost je rozdílné zastoupení vybraných MK znázorněno v grafu 4.

Graf 4: Porovnání profilového složení vybraných mastných kyselin řasy *Japonochytrium* sp.



1. analýza: Rozbor mastných kyselin řasy *Japonochytrium* sp. ze současného pokusu
2. analýza: Rozbor mastných kyselin řasy *Japonochytrium* sp. od Humhal et al. (2016)

Z grafu je patrný rozdíl v obsahu kyseliny myristové (C14:0), pentadekanové (C15:0) a palmitové (C16:0) mezi jednotlivými analýzami. Nejednotnost profilového složení MK řasy *Japonochytrium* sp. je způsobena samotnou kultivací řasy, což potvrdili Humhal et al. (2016), kteří se zabývali pěstování řasy na živném mediu a na odpadní vodě ze syrovátky.

Zvýšení obsahu DHA v mléce zaznamenali u dojnic Franklin et al. (1999), u ovcí Bichi et al. (2013), u koz Poti et al. (2015) a Or-Rashid et al. (2008) zjistili nárůst DHA v bachorové tekutině dojnic.

## 7 Závěr

Hypotéza, že řasa *Japonochytrium* sp. bude mít pozitivní vliv na zvýšení obsahu polyenových nenasycených mastných kyselin, nebyla potvrzena, i přestože samotná řasa má vysoké zastoupení omega-3 a omega-6 mastných kyselin. Je to nejspíše způsobeno rozkladem mastných kyselin s dlouhými řetězci mikroorganismy v bachoru, kde dochází k degradaci na SFA. Z výsledků bylo patrné, že zvýšená produkce SFA v bachoru se promítla zvýšením SFA v tuku mléka u pokusné skupiny. Proto řasa *Japonochytrium* sp. není dobrým zdrojem pro obohacení mléka ovcí z výše jmenovaných důvodů.

## 8 Literatura

- Addis, M., Cabiddu, A., Pinna, G., Decandia, M., Piredda, G., Pirisi, A., Molle G. 2005. Milk and Cheese Fatty Acid Composition in Sheep Fed Mediterranean Forages with Reference to Conjugated Linoleic Acid cis-9,trans-11. *Journal of Dairy Science*. 88(10). 3443-3454.
- Almeida, O. C., Pires, A. V., Susin, I., Gentil, R. S., Mendes, C. Q., Queiroz, M. A. A., Ferreira, E. M., Eastridge, M. L. 2013. Milk fatty acids profile and arterial blood milk fat precursors concentration of dairy goats fed increasing doses of soybean oil. *Small Ruminant Research*. 114. 152-160.
- Bach, A. C., Ingenbleek, Y., Frey, A. 1996. The usefulness of dietary medium chain triglycerides in body weight control: fact or fancy? *The Journal of Lipid Research*. 37. 708–726.
- Becker, E. W. 1994. *Micro-algae: Biotechnology and Microbiology*. Cambridge University Press. Cambridge. p. 293. ISBN: 9780521350204.
- Becker, E. W. 2007. Microalgae as a source of protein. *Biotechnology Advances* 25. 207-210.
- Benchaar, C., Petit, H. V., Berthiaume, R., Whyte, T. D., Chouinard, P. Y., 2006. Effects of addition of essential oils and monensin premix on digestion, ruminal fermentation, milk production, and milk composition in dairy cows. *Journal Dairy Science*. 89. 4352–4364.
- Bichi, E., Hervás, G., Toral, P. G., Loo, J. J., Frutos, P. 2013. Milk fat depression induced by dietary marine algae in dairy ewes: Persistency of milk fatty acid composition and animal performance responses. *Journal of Dairy Science*. 96(1). 524-532.
- Boeckert, C. B., Vlaeminck, J., Dijkstra, A., Issa-Zacharia, T., Van Nespén, W., Van Straalen, 2008. Effect of dietary starch or micro algae supplementation on rumen fermentation and milk fatty acid composition of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 91. 4714-4727.
- Borková, M., Hyršlová, I., Michnová, K., Fantová, M., Šulc, M., Elich, O. 2015. Zastoupení mastných kyselin v kozím mléce, jogurtu a čerstvém sýru koz přikrmovaných kozami. *Mlékařské listy – Zpravodaj*. 26(152) 25-30. ISSN 1212-950X.
- Borowitzka, M. A. 1988. *Fats, oils and hydrocarbons*. Cambridge University Press. p. 257-287.
- Braden, K. W., Blanton, J. R., Montgomery, J. L., van Santen, E., Allen, V. G., Miller, M. F. 2007. Tasco supplementation: effects on carcass characteristics, sensory attributes and retail display shelf-life. *Journal Animal Science*. 85. 754-768.
- Cabiddu, A., Decandia, M., Addis, M., Piredda, G., Pirisi, A., Molle, G. 2005. Managing Mediterranean pastures in order to enhance the level of beneficial fatty acids in sheep milk. *Small Ruminant Research*. 59. 169–180.

- Carta, A., Piredda, G., Addis, M., Cabiddu, A., Fiori, M., Leroux, C., Barillet, F., 2003. Fatty acid composition of sheep milk from a backcross Sarda×Lacaune resource population: Preliminary QTL detection for CLA content. *Options Mediterraneenes*. 55. 107–113.
- Chaves, A. V., Stanford, K., Dugan, M. E. R., Gibson, L. L., McAllister, T. A., Van Herk, F., Benchaar, C. 2007. Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Livestock Science*. 117. 215–224.
- Chiofalo, B., Liotta, L., Zumbo, A., Chiofalo, V. 2004. Administration of olive cake for ewe feeding: effect on milk yield and composition. *Small Ruminant Research*. 55. 169-176.
- Chilliard, Y., Ferlay, A., Mansbridge, R. M., Doreau, M., 2000. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. *Annales de Zootechnie*. 49. 181–205.
- Chilliard, Y., Torala, P. G., Shingfield, K. J., Rouel, J., Leroux, C., Bernard, L. 2014. Effects of diet and physiological factors on milk fat synthesis, milk fat composition and lipolysis in the goat. *Small Ruminant Research*. 122. 31-37.
- Chowdhury, S. A., Huque, K. S., Khatun, M., Quamrun, N. 1995. Study on the use of algae as a substitute for oil cake for growing calves. *Livestock Research for Rural Development*. 6. 8-16.
- Christaki, E., Karatzia, M., Bonos, E., Florou-Paneri P., Karatzias, C. 2012. Effect of Dietary *Spirulina platensis* on Milk Fatty Acid Profile of Dairy Cows. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*. 7. 597-604.
- Cieslak, A., Kowalczyk, J., Czauderna, M., Potkanski, A., Szumacher-Strabel, M. 2010. Enhancing unsaturated fatty acids in ewe's milk by feeding rapeseed or linseed oil. *Czech Journal of Animal Science*. 55(11). 496-504.
- Combs, W. 1996. Breeds of Livestock - Friesian Milk Sheep. [online]. 2016. [cit. 10. října 2016]. Dostupné z <<http://www.ansi.okstate.edu/breeds/sheep/friesianmilk>>.
- Českomoravská společnost chovatelů, a.s., Svaz chovatelů ovcí a koz z. s., Dorper Asociace CZ. 2015. Ročenka chovu ovcí a koz v České republice za rok 2014. [online]. 2016. [cit. 10. října 2016]. Dostupné z <[http://www.cmsch.cz/plemenarska-prace/kontrola-uzitkovosti-\(ku\)/rocenky/ovce,-kozy](http://www.cmsch.cz/plemenarska-prace/kontrola-uzitkovosti-(ku)/rocenky/ovce,-kozy)>.
- Český statistický úřad. 2016. Vývoj stavů hospodářských zvířat v letech 1987 až 2016. [online]. 2016. [cit. 10. října 2016]. Dostupné z <<https://www.czso.cz/documents/10180/36741279/2701421601.pdf/6297f435-e95a-44fc-9daa-bea4bfcd5afd?version=1.0>>.
- Demeyer, D., Doreau, M., 1999. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. *Proceedings of the Nutrition Society*. 58. 593–607.

- Devle, H., Vetti, I., Naess-Andresen, Elling, C. F., Rukke, O., Vegarud, G., Ekeberg, D. 2012. A comparative study of fatty acid profiles in ruminant and non-ruminant milk. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 114. 1036-1043.
- Dorman, H. J. D., Deans, S. G. 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*. 88. 308–316.
- Elmore, J. S., Cooper, S. L., Enser, M., Mottram, D. S., Sinclair, L. A., Wilkinson, R. G., Wood, J. D. 2005. Dietary manipulation of fatty acid composition in lamb meat and its effect on the volatile aroma compound of grilled lamb. *Meat Science*. 69. 233-242.
- Fleurence, J. 1999. Seaweed proteins: Biochemical nutritional aspects and potential uses. *Trends in Food Science and Technology*. 10. 25-28.
- Focant, M., Mignolet, E., Marique, M., Clabots, F., Breyne, T., Dalemans, D., Larondelle, Y. 1998. The effect of Vitamin E supplementation of cow diets containing rapeseed and linseed on the prevention of milk fat oxidation. *Journal of Dairy Science*. 81. 1095-1101.
- Franklin, S. T., Martin, K. R., Baer, R. J., Schingoethe, D. J., Hippen, A. R. 1999. Dietary marine algae (*Schizochytrium* sp.). Increases concentrations of conjugated linoleic, docosahexaenoic and transvaccenic acids in milk dairy cows. *Journal of Nutrition*. 129. 2048-2054.
- Garnsworthy, P. C. 2002. *Nutrition and Lactation in the Dairy Cow*. Butterworths. London. p. 55-75. ISBN 0-408-00717-6.
- Gladine C., Rock E., Morand C., Bauchart D., Durand D. 2007. Bioavailability and antioxidant capacity of plant extracts rich in polyphenols, given as a single acute dose, in sheep made highly susceptible to lipoperoxidation. *British Journal of Nutrition*. 98. 691–701.
- Grandison, A. 1986. Causes of variation in milk composition and their effects on coagulation and cheese making. *Dairy Industries International*. 51. 21-24.
- Goñi, I., Gudiel-Urvaro, M., Saura-Calixto, F. 2002. In vitro determination of digestible and unavailable protein in edible seaweeds. *Journal of Science Food and Agriculture*. 82. 1850-1854.
- Harlin, M. M., Darley, W. M. 1988. The algae: an overview. In: Lembi, C. A., Waaland, J. R. (eds.). *Algae and Human Affairs*. Cambridge University Press. Cambridge. p. 3-27. ISBN: 1-56676-889-6.
- Hobson, P. N., Stewart, C. S. (eds.). 1988. *The Rumen Microbial Ecosystem*. Blackie Academic and Professional. London and New York. p. 527. ISBN 978-94-009-1453-7.
- Homolka, P., Kudra, V. 2007. Zvýšení obsahu zdraví prospěšných polynenasycených mastných kyselin mléka výživou zvířat. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha-Uhřetěves. p. 42.

- Horák, F. (eds.). 2012. Chováme ovce. Nakladatelství Brázda. Praha. p. 383. ISBN 978-80-209-0309-7.
- Humhal, T., Kašťánek, P., Ježková, Z., Čadková, A., Kohoutková, J., Branyik, T. 2016. Use of saline waste water from demineralization of cheese whey for cultivation of *Schizochytrium limacinum* PA-968 and *Japonochytrium marinum* AN-4. *Bioprocess and Biosystems Engineering*. 40(3). 395-402.
- Ip, C., Banni, S., Angioni, E., Carta, G., McGinley, J., Thompson, H. J, Barbano, D., Barman, D., 1999. Conjugated linoleic acid-enriched butter fat alters mammary gland morphogenesis and reduces cancer risk in rats. *Journal Of Nutrition*. 129. 2135–2142.
- Jandal, J. M. 1996. Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 22. 177-185.
- Jensen, R. G., Ferris, A. M., Lammi-Keefe, C. J. 1991. Symposium: milk fat-composition, function, and potential for change. *Journal of Dairy Science*. 74. 3228-3243.
- Kitessa, S. M., Peake, D., Bencini, R., Williams, A. J. 2003. Fish oil metabolism in ruminants III. Transfer of n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) from tuna oil into sheep's milk. *Animal Feed Science and Technology*. 108. 1–14.
- Kaya, S., Keskin, M., Gül, S. 2006. Effects of *Yucca schidigera* Extract on Awassi Lambs Performance. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 5(1). 57-59.
- Kitessa, S. M., Peake, D., Bencini, R., Williams, A. J., 2003. Fish oil metabolism in ruminants. III. Transfer of n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) from tuna oil into sheep's milk. *Animal Feed Science and Technology*. 108. 1–14.
- Koukolová, V., Homolka, P., Kudrna, V. 2010. Vliv strukturních sacharidů na bachorovou fermentaci, zdraví zvířat a kvalitu mléka. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha – Uhřetěves. p. 41. ISBN: 978-80-7403-066-6.
- Kowalczyk J., Zebrowska T. 2000. Włókno pokarmowe skład chemiczny i biologiczne działanie. *Institut Fizjologii i Zwierzat. Jablonna*. 5. 119-127.
- Kraszewski, J., Wawrzynczak, S., Wawrzynski, M. 2002. Effect of herb feeding on cow performance, milk nutritive value and technological suitability of milk for processing. *Annals of Animal Science*. 2(1). 147–158.
- Kucuk, O., Hess, B. W. Ludden, P. A., Rule, D. C. 2001. Effect of forage:concentrate ratio on ruminal digestion and duodenal flow of fatty acids in ewes. *Journal of Animal Science*. 79(8). 2233-2240.
- Kudrna, V. 1998. Produkce krmiv a výživa skotu. *Agrospoj. Praha*. p. 362. ISBN 80-239-4241-7.

- Kulpys, J., Paulauskas, E., Simkus, A., Jeresiunas, A. 2009. The influence of weed spirulina platensis on production and profitability of milking cows. *Veterinarija ir zootechnika*. 46. 68.
- Lacount, D. W., Drackley, J. K., Laesch, S. O., Clark, J. H. 1994. Secretion of oleic acid in milk fat in response to abomasal infusions of canola or high oleic sunflower fatty acids. *Journal of Dairy Science*. 77. 1372-1385.
- Larson, B. L., Smith, V. R. 1974. *Lactation*. Academic Press. Inc. New York. p. 1994. ISBN: 978-0124367036.
- Lérias, J. R., Hernández-Castellano, E. L., Suárez-Trujillo, A., Castro, N., Pourlis, A., Almeida, A. M. 2014. The mammary gland in small ruminants: major morphological and functional events underlying milk production – a review. *Journal of Dairy Research*. 81(3). 1-15.
- Luna, P., Bach, A., Juarez, M., Fuentea, M. A. 2008. Influence of diets rich in flax seed and sunflower oil on the fatty acid composition of ewes' milk fat especially on the level of conjugated linoleic acid, n-3 and n-6 fatty acids. *International Dairy Journal*. 18. 99-107.
- Malá, G., Novák P., Milerski, M., Švejcárová, M., Knížková, I., Kunc, P. 2011. *Chov dojných ovcí - zásady správné chovatelské praxe*. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha Uhřetěves. p. 71. ISBN: 978-80-7403-088-8.
- Margulis, L. 1981. *Symbiosis in Cell Evolution*. W. H. Freeman and Co, San Francisco. 419 p. ISBN: 978- 07-1671-255-8.
- Marounek, M. 2007. Konjugovaná kyselina linolová v živočišných produktech: souvislost s výživou zvířat a zdravím lidí. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha-Uhřetěves. p. 43.
- Marshall, H. 2007. Micro-algae as a superfood source: Phytoplankton for future nutrition. *Vegetarian Issues*. 6. 1-2.
- McDermott, J. J., Staal, S. J., Freeman, H. A., Herrero, M., Van De Steeg, J. A. 2010. Sustaining intensification of smallholder livestock systems in the tropics. *Livestock Science*. 130. 95–109.
- McHugh, D. J. 2003. *A guide to the seaweed industry*. FAO Fisheries Technical Paper No 441. Rome. p. 105. ISBN: 92-5-104958-0
- Míka, V., Harazim, J., Kalač, P., Kohoutek, A., Komárek, P., Pavlů, V., Pozdíšek, J. 1997. *Kvalita píče*. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. p. 227. ISBN: 80-96153-59-2.
- Miri, V. H., Tyagi, A. K., Ebrahimi, S. H., Mohini, M. 2013. Effect of cumin (*Cuminum cyminum*) seed extract on milk fatty acid profile and methane emission in lactating goat. *Small Ruminant Research*. 113. 66-72.



Moio, L., Langlois, D., Etievant, P. X., Addeo, F. 1993. Powerful odorants in bovine, ovine, caprine and water buffalo milk determined by means of gas chromatography–olfactometry. *Journal Dairy Research*. 60. 215–222.

Morbidini, L., Sarti, D.M., Pollidori, P., Valigi, A., 2001. Carcass, meat and fat quality in Italian Merino derived lambs obtained with “organic” farming system. *Options Mediterraneennes Serie A*. 46. 29–31.

Murphy, J. J., Connolly, J. F., McNeil, G. P. 1995. Effects on cow performance a milk fat composition of feeding full fat soyabeans a rapeseed to dairy cows at pasture. *Livestock Production Science*. 44. 13-25.

Mustafa, A. F., Chouinard, P. Y., Christensen, D. A., 2003. Effects of feeding micronised flaxseed on yield and composition of milk from Holstein cows. *Journal Science and Food Agriculture*. 83. 920-926.

Nariadené Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 1831/2003 ze dne 22. září 2003 o doplňkových látkách používaných ve výživě zvířat. [online]. 2017. [cit. 20. ledna 2017]. Dostupné z <[http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/predpisy-es-eu/Legislativa-EU\\_x2001-2005\\_NarizeniEPaR-1831-2003-dopl-krmiva.html](http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/predpisy-es-eu/Legislativa-EU_x2001-2005_NarizeniEPaR-1831-2003-dopl-krmiva.html)>.

Nudda, A., Battacone, G., Bencini, R., Pulina, G. 2004. Nutrition and Milk Quality. In: Pulina, G., Bencini, R. (eds.). 2004. *Dairy Sheep Nutrition*. CABI Published. Wallingford. UK. p. 222. ISBN: 0-85199-681-7.

Oliveira, M. N., Freitas, A. L. P., Carvalho, A. F. U., Sampaio, T. M. T., Farias, D. F., Teixeira, D. I. A., Gouveia, S. T., Pereira, J. G., Sena, M. M. 2009. Nutritive and non-nutritive attributes of washed-up seaweeds from the coast of Cear. *Food Chemistry*. 115. 254-259.

Ontario Sheep. The digestive systém. [online]. 2017. [cit. 10. prosince 2016]. Dostupné z <<http://www.ontariosheep.org/LinkClick.aspx?fileticket=qMx3g4vaTp%3D&tabid=95>>.

Or-Rashid, M. M., Kramer, J. K. G., Wood, M. A., McBride, B. W. 2008. Supplemental algal meal alters the ruminal trans-18:1 fatty acid and conjugated linoleic acid composition in cattle. *Journal Animal Science*. 86. 187-196.

Papadopoulos, G., Goulas, C., Apostolaki, E., Abril, R. 2002. Effects of dietary supplements of algae containing polyunsaturated fatty acids, on milk yield and the composition of milk products in dairy ewes. *Journal of Dairy Research*. 69. 357-365.

Park, Y. W., Juarez, M., Ramos, M., Haenlein, G. F. W. 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 68. 88-113.

Pickard, R. M., Beard, A. P., Seal, C. J., Edwards, S. A. 2007. Neonatal lamb vigour is improved by feeding docosahexaenoic acid in the form of algal biomass during late gestation. *Animal Science*. 2(8). 1186-1192.

- Prieto, N., Bodas, R., López-Campos, O., Andrés, S., López, S., Giráldez, F. J. 2013. Effect of sunflower oil supplementation and milking frequency reduction on sheep milk production and composition. *Journal Animal science*. 91. 446-454.
- Pirisi, A., Lauret, A., Dubeuf, J. P. 2007. Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality. *Small Ruminant Research*. 68. 167–178.
- Poti, P., Pajor, F., Bodnár, A., Penksza, K., Köles, P. 2015. Effect of micro-alga supplementation on goat and cow milk fatty acid composition. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 75(2). 259-263.
- Pulina, G., Bencini, R. 2004. *Dairy Sheep Nutrition*. CABI Published. Wallingford. UK. p. 222. ISBN: 0-85199-681-7.
- Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guilleta, I., Chilliard, Y. 2008. Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Ruminant Research*. 79. 57-72.
- Rupérez, P. 2002. Mineral content of edible marine seaweeds. *Food Chemistry*. 79. 23-26.
- Salter, A. M., 2003. Animal fats and human health. *The British Society of Animal Science*. 8. 214-223.
- Sambraus, H. H. 2006. *Atlas plemen hospodářských zvířat*. Nakladatelství Brázda. Praha. p. 296. ISBN: 80-209-0344-5.
- Schmidely, P., Sauvant, D., 2001. Taux butyreux et composition de la matière grasse du lait chez les petits ruminants: effets de l'apport des matières grasses ou d'aliment concentré. *Animal Production*. 14(5). 337–354.
- Simoons, F. J. 1991. *Seaweeds and other algae food in China: A cultural and historical inquiry*. CRC Press: p. 190. ISBN: 0-936923-29-6.
- Skoupá, L. 2014. *Začínáme s chovem ovcí a koz*. Nakladatelství Brázda. Praha. p. 102. ISBN: 978-80-209-0406-5.
- Smeti, S., Joy, M., Hajji, H., Alabart, J. L., Munoz, F., Mahouachi, M., Atti, N. 2015. Effects of *Rosmarinus officinalis* L. essential oils supplementation on digestion, colostrum production of dairy ewes and lamb mortality and growth. *Animal Science Journal*. 86 (7). 679-688.
- Suková, I. 2012. Složení a struktura membrány mléčné tukové kuličky. *Food Review International*. 28 (2). 188-202.
- Svaz chovatelů ovcí a koz. Plemeno východofříská ovce. [online]. 2009-2015. [cit. 20. října 2016]. Dostupné z < <http://www.schok.cz/plemena-ovci/plemena-mlacna/vychodofriska-ovce-vf> >.

- Tamime, A. Y., Deeth, H. C. 1980. Amino acid composition in milk and yoghurt of different species. *Journal of Food Protection*. 43. 939-943.
- Titi, H. H., Fataftah, A. R. A. 2013. Effect of supplementation with vegetable oil on performance of lactating Awassi ewes, growth of their lambs and on fatty acid profile of milk and blood of lambs. *Tierzucht*. 45. 467-479.
- Tsiplakou, E., Kominakis, A., Zervas, G. 2008. The interaction between breed and diet on CLA and fatty acids content of milk fat of four sheep breeds kept indoors or at grass. *Small Ruminant Research*. 74. 179–187.
- Urbach, G. 1990. The flavour of milk and dairy products: II. Cheese: contribution of volatile compounds. *International Journal of Dairy Technology*. 50(3). 79-89.
- Vakilimu, A. R., Khorrami, B., Danesh-Mesgaran, M., Parand, E. 2023. The Effects of Thyme and Cinnamon Essential Oils on Performance, Rumen Fermentation and Blood Metabolites in Holstein Calves Consuming High Concentrate Diet. *Asian-Australas Journal Animal Science*. 26 (7). 935-944.
- Van Saun, J. R., Koukal, P. (2003). Výživa přežvýkavců – trávení sacharidů. *Farmář*. 1. 40-42.
- Velíšek, J. 1999. *Chemie potravin I. OSSIS*. p. 602. ISBN 978-80-86659-15-2.
- Yanga, W. Z., On, M. L. 2016. Effects of Feeding Garlic and Juniper Berry Essential Oils on Milk Fatty Acid Composition of Dairy Cows. *Nutrition and Metabolic Insights*. 9. 19-24.
- Zeola<sup>1</sup>, N. M. B. L., Sobrinho, A. G. S., Hatsumura, C. T., Borghi, T. H., Viegas, C. R., Barbosa, J. C. 2015. Production, composition and processing of milk from ewes fed soybean seeds. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 44(4). 146-154.
- Zhang, R., Mustafa, A. F., Zhao, X. 2006. Effects of flaxseed supplementation to lactating ewes on milk composition, cheese yield, and fatty acid composition of milk and cheese. *Small Ruminant Research*. 63. 233-241.