

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra kvality a bezpečnosti potravin**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Hodnocení složkových, hygienických a mikrobiologických  
ukazatelů mléka tyrolského šedého skotu  
Bakalářská práce**

**Karolína Čejková**

**Kvalita potravin a zpracování zemědělských produktů**

**Vedoucí práce: Ing. Lucie Kejdová Rysová, Ph.D.**

**Konzultant: Ing. Anna Šebová**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Hodnocení složkových, hygienických a mikrobiologických ukazatelů mléka tyrolského šedého skotu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 28.4.2024

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Lucii Kejdové Rysové Ph.D., za odborné vedení, přátelský přístup, cenné rady a za pomoc během psaní bakalářské práce. Dále děkuji Ing. Anně Šebové za pomoc při práci v laboratoři. Děkuji také paní majitelce farmy Janě Vohryzkové za spolupráci a ochotný přístup.

# Hodnocení složkových, hygienických a mikrobiologických ukazatelů mléka tyrolského šedého skotu

## Souhrn

Cílem bakalářské práce s názvem „Hodnocení složkových, hygienických a mikrobiologických ukazatelů mléka tyrolského šedého skotu“ byla analýza mléka pocházejícího od tyrolského šedého skotu chovaného v České republice, kdy byl porovnán vlastní výzkum s literaturou, jako odběr a analytické zhodnocení vzorků mléka a následné porovnání s ostatními studii.

Teoretická část práce se zaměřila na složení mléka, hygienické a mikrobiologické ukazatele. Dále zde byly popsány studie, které se zaměřily na analýzy mléka od tyrolského šedého skotu.

Praktická část bakalářské práce se zabývala vlastním výzkumem analyzovaných vzorků dojníc tyrolského šedého skotu z farmy U krávy Amálky v období od 03.08.2023-27.03.2024. Celkově bylo v nepravidelných intervalech odebráno 20 tankových vzorků, u kterých byly následně stanoveny mléčné složky, titrační a aktivní kyselost, počet somatických buněk a celkový počet mikroorganismů.

Výsledky rozborů byly nadále srovnávány s literární rešerší a s výsledky výročních zpráv ze země, kde se tyrolský šedý skot běžně chová. Výsledky analýzy složkových ukazatelů v zásadě odpovídají hodnotám, které jsou uváděny v literatuře. Obsah tuku ve zkoumaných vzorcích byl 3,82 %, obsah bílkovin byl 3,35 %, obsah laktózy byl 4,5 %. Celková a tukuprostá sušina se též shodovala s literaturou. Titrační kyselost 5,79 °SH byla nižší a pH 7,01 bylo vyšší v porovnání s literaturou.

Průměrná hodnota počtu somatických buněk byla 258 138 somatických buněk v 1 ml mléka, což splňuje Nařízení EP a Rady č. 853/2004, ale v porovnání s vědeckou literaturou se výsledky lišily, kdy tyrolský šedý skot měl v České republice vyšší hodnoty somatických buněk. Průměrný obsah celkového počtu mikroorganismů byl 53 611 KTJ/1 ml mléka, které rovněž splňuje Nařízení EP a Rady č. 853/2004. Výsledky mohly být ovlivněny změnami zdravotního stavu (říje, stádium laktace, zánět mléčné žlázy) vzhledem k nízkému počtu dojníc na farmě. Je pravděpodobné, že na výsledky měly vliv další faktory např. kontaminace z podestýlky, úprava paznehtů.

Na základě provedených analýz lze konstatovat, že hypotéza, že tyrolský šedý skot produkuje v podmínkách České republiky mléko s obdobnými kvalitativními parametry jako v tradičních podmínkách chovu, byla u vybraných složkových parametrů potvrzena.

**Klíčová slova:** celkový počet mikroorganismů, kravské mléko, počet somatických buněk, tyrolský šedý skot



# Evaluation of component, hygienic and microbiological parameters of milk from Tyrolean Gray cattle

## Summary

The aim of the bachelor thesis entitled "Evaluation of the constituent, hygienic and microbiological parameters of milk from tyrolean grey cattle" was the analysis of milk from tyrolean grey cattle reared in the Czech Republic, where the own research was compared with the literature, as the collection and analytical evaluation of milk samples and subsequent comparison with other studies.

The theoretical part of the work focused on milk composition, hygiene and microbiological parameters. Furthermore, studies that focused on the analysis of milk from Tyrolean grey cattle were described.

The practical part of the bachelor thesis dealt with the actual research of the analysed samples of tyrolean grey dairy cattle from the farm U krávy Amálky in the period from 03.08.2023 -27.03.2024. In total, 20 tank samples were taken at irregular intervals, which were subsequently determined for milk components, titratable and active acidity, somatic cell count and total number of microorganisms.

The results of the analyses were further compared with a literature search and with the results of annual reports from countries where tyrolean grey cattle are commonly reared. The results of the analysis of the component parameters differed from the values reported in the literature. The results of the analysis of the component indicators showed deviations from the values reported in the literature. The fat content of the samples examined was 3,82 %, the protein content was 3,35 % and the lactose content was 4,5 %. Total and solid dry matter also agreed with the literature. The titratable acidity of 5.79 °SH was lower and pH 7.01 was higher compared to the literature.

The average value of the hygiene indicator was 258 138 somatic cells/1 ml of milk, which complies with Regulation (EC) No 853/2004, but the results differed from the scientific literature, with tyrolean grey cattle having a higher somatic cell content in the Czech Republic. The average content of microbiological indicators was 53 611 CFU/1 ml of milk, which also complies with Regulation (EC) No 853/2004. The results may have been influenced by changes in health status (estrus, stage of lactation, mammary gland inflammation) due to the low number of dairy cows on the farm. Other factors such as contamination from bedding, hoof treatment are likely to have influenced the results.

On the basis of the analyses carried out, it can be concluded that the hypothesis that the tyrolean Grey breed produces milk under Czech conditions with similar quality parameters as under traditional breeding conditions has been confirmed. Comparison with literature sources showed that most of the component parameters correspond to traditional parameters, except for the increased number of somatic cells in milk produced by tyrolean Grey cattle in the Czech Republic, which indicates some differences in the health status of the mammary gland.

**Keywords:** total number of microorganisms, cow's milk, somatic cell count, Tyrolean grey cattle

# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>7</b>
<b>2 Cíl práce.....</b>	<b>8</b>
<b>3 Literární rešerše.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Plemena dojeného skotu.....</b>	<b>9</b>
3.1.1 Charakteristika plemene tyrolský šedý skot.....	9
3.1.2 Plemenná kniha.....	11
3.1.3 Krmení.....	11
3.1.4 Reprodukce.....	12
3.1.5 Mléčná produkce.....	13
<b>3.2 Složení kravského mléka.....</b>	<b>14</b>
3.2.1 Mléčný tuk.....	14
3.2.2 Bílkoviny.....	17
3.2.3 Mléčný cukr.....	19
3.2.4 Vitamíny.....	19
3.2.5 Minerální látky.....	20
<b>3.3 Hygienické a mikrobiální ukazatele mléka.....</b>	<b>22</b>
3.3.1 Počet somatických buněk.....	22
3.3.2 Celkový počet mikroorganismů.....	24
3.3.3 Rezidua inhibičních látek.....	25
<b>4 Materiál a metody.....</b>	<b>26</b>
<b>4.1 Charakteristika podniku.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2 Odběr vzorků.....</b>	<b>28</b>
<b>4.3 Stanovení vybraných mléčných parametrů.....</b>	<b>28</b>
<b>4.4 Zpracování výsledků.....</b>	<b>29</b>
<b>5 Výsledky.....</b>	<b>30</b>
<b>5.1 Výsledky titrační kyselosti a pH.....</b>	<b>30</b>
<b>5.2 Výsledky složkových ukazatelů.....</b>	<b>31</b>
<b>5.3 Výsledky hygienických ukazatelů.....</b>	<b>33</b>
<b>5.4 Výsledky mikrobiologických ukazatelů.....</b>	<b>34</b>
<b>6 Diskuze.....</b>	<b>35</b>
<b>7 Závěr.....</b>	<b>37</b>
<b>8 Literatura.....</b>	<b>38</b>

# 1 Úvod

Tyrolský šedý skot patří v Rakousku mezi ohrožená plemena skotu, a také byl zařazen do genových rezerv. Chov tohoto plemene není v České republice standardem. V současné době ho chovají pouze dvě farmy zaměřující se na různé produkce. Jednou z nich je i paní Jana Vohryzková, která se pro toto plemeno rozhodla pro jeho nenáročnost na chov. Vzhledem k tomu, že se rozhodla pro chov s tržní produkcí mléka, dalším rozhodujícím faktorem byla i kvalita mléka.

V současné době je produkce mléka a jeho kvalita důležitým tématem v zemědělském odvětví, neboť má významný vliv na ekonomickou výkonnost farem, zajištění bezpečnosti a spotřebitelské reference. Z tohoto důvodu se tato bakalářská práce se zaměřuje na zhodnocení kvalitativních parametrů mléka od tyrolského šedého skotu chovaného v České republice a jejich srovnání se zahraničními studii.

## 2 Cíl práce

Cílem práce je zpracování přehledné literární rešerše zaměřující se na tyrolské šedé plemeno, složení mléka a jeho kvalitativní parametry. V praktické části je pak cílem analýza vybraných parametrů mléka pocházejícího od tyrolského šedého skotu chovaného na české farmě.

Hypotéza: tyrolské šedé plemeno produkuje v podmínkách ČR mléko obdobných kvalitativních parametrů jako v tradičních podmínkách chovu.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Plemena dojeného skotu

#### 3.1.1 Charakteristika plemene tyrolský šedý skot

Vznik tyrolského šedého skotu se datuje okolo roku 1900, kdy se zkřížila plemena wipptaler, lechtaler a oberinntaler v Rakousku. V současné době je tyrolský šedý skot nejvíce zastoupen v Itálii, kde je v plemenné knize zapsáno 14 000 krav. V Rakousku je evidováno přes 5 000 jedinců tohoto plemene. Tato populace je v Rakousku klasifikována jako ohrožená, protože se nachází pod kritickou hranicí 7 500 krav. Tyrolský šedý skot je chován i ve Švýcarsku, kde je založena plemenná kniha pouze na masnou užitkovost a k roku 2022 je v ní zaznamenáno pouze 447 kusů skotu. (Adam et al. 2004; Kořínková-Seifertová 2018; Anonym 2022; Anonym 2024c).

Tyrolský šedý skot je nejčastěji chován na území severního a jižního Tyrolska na vysokohorských farmách, které jsou často umístěny v polohách nad 1 000 m. n. m. Toto plemeno je velmi odolné vůči tvrdým podmínkám v horských oblastech, nenáročné, vitální, dlouhověké, a také vykazuje dobré pastevní schopnosti (Kořínková-Seifertová 2018). Co se týče reprodukční schopnosti, tak porody probíhají hladce, bez komplikací, díky čemuž je úmrtnost novorozených telat nízká (Anonym 2024a). Od roku 2003 byl u tyrolského šedého skotu zaznamenán Demetz-syndrom, který postihuje telata v důsledku příbuzenského křížení. Tento syndrom je způsoben genetickou mutací a projevuje se spinální ataxií u novorozených telat. Ta se projevuje nekoordinovanými a nestabilními pohyby zejména v oblasti pánevních končetin. V současné době probíhá testování na Demetz-syndrom, které se zabývá identifikací nositelů recesivního genu u býků i u krav. Tento syndrom je zkoumán prostřednictvím analýzy dědičnosti, mapování mutace a mitochondriální fyziologií (Drögemüller et al. 2011).

Pro toto plemeno je typické stříbřité až železitě šedé zbarvení s hnědým nádechem, které není vždy standardem. Tmavší zbarvení je pozorovatelné kolem očí, na krku, lopatkách, a také na vnější straně stehen (Obrázek č. 1 a Obrázek č. 2). Tyrolský šedý skot se řadí mezi plemena středního tělesného rámce s kombinovanou užitkovostí. Krávy dosahují hmotnosti zpravidla kolem 500-550 kg, přičemž výška v kohoutku je 120-125 cm. Býci pak dosahují hmotnosti 900–1000 kg s výškou v kohoutku 133 cm (Sambraus 2006).



Obrázek č. 1 Kráva tyrolského šedého skotu (zdroj: [www.grigioalpina.it](http://www.grigioalpina.it))



Obrázek č. 2 Býk tyrolského šedého skotu (zdroj: <https://www.tiroler-grauvieh.at>)

### 3.1.2 Plemenná kniha

Šlechtitelský program pro tyrolský šedý skot, který spravuje Český svaz chovatelů málopočetných dojných plemen skotu, z.s., je vytvořen v souladu s ustanoveními novely zákona 154/2000 Sb., o šlechtění, plemenitbě a evidenci hospodářských zvířat a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, známého jako plemenářský zákon. Program je prováděn ve spolupráci s Českomoravskou společností chovatelů, a.s. (Vlčková Pelnerová 2023; Sběrka zákonů České republiky).

Tyrolský šedý skot je dvouúčelové plemeno, a jeho plemenná kniha je tedy rozdělena do dvou oddílů. V prvním oddílu je plemeno klasifikováno jako kombinované maso-mléčné plemeno, druhý oddíl se pak zaměřuje pouze na užitkovost masnou (Vlčková Pelnerová 2023).

V České republice jsou pouze dvě farmy specializované na chov tyrolského šedého skotu. Jako první do Čech přivezla tyrolský šedý skot Jana Vohryzková, která je majitelka farmy u krávy Amálky (<https://www.farmaukravymalky.cz>). Tyrolský šedý skot chová už 8 let a na farmě má 13 krav. Jejich farma je zaměřená na produkci mléka a výrobu mléčných výrobků. Majitelem druhé farmy je Ing. Vladimír Bartoš, jehož farma se nachází v obci Staré Bříšče a zaměřuje se na chov tyrolského šedého skotu bez tržní produkce mléka (<https://www.farmastarebriste.cz>). Tyrolský šedý skot chová již 7 let a na jeho farmě je v současnosti 11 kusů dospělých jedinců a 7 telat. Tyto dvě farmy spolu navzájem spolupracují (Kořínková-Seifertová 2018; Vohryzková 2024; Bartoš 2024).

V současnosti jsou dojnice označovány jako X100 a býci jako Z100 (ostatní masná plemena) a potomstvo je označováno jako Z50X50, ale toto označení není dostatečné k určení skutečného původu plemene skotu, a proto se budou plemence a býci určené pro mléčnou produkci mléka nově označovat TYROLSEDE. To povede k lepší udržitelnosti čistokrevnosti plemene tyrolského šedého skotu. Tato změna bude mít za následek i změnu postupu pro výpočet plemenné skladby zvířete (Nožina 2024):

- A. pokud je matka X100 a otec TYROLSEDE, následně vznikne tele s označením Z50X50,
- B. pokud je matka i otec TYROLSEDE, tele vznikne s označením TYROLSEDE,
- C. v situaci, kdy je matka X100 a otec Z100, bude potomstvo označováno jako Z50X50.

Od roku 2024 by měly být dojnice plemene X100 převedeny na krávy plemene TYROLSEDE, aby bylo dosaženo čistokrevného chovu. V opačném případě by Ministerstvo zemědělství České republiky automaticky převedlo plemeno na Z100, což by znamenalo zařazení do kategorie ostatní masná plemena. Označení Z50X50 již nebude sloužit k identifikaci původu zvířete. Tato změna zahrnuje i plánovanou úpravu evidence plemen, která umožní kombinaci TYROLSEDE s jiným plemenem bez transformace na plemeno Z100 (ostatní masná plemena), kdy tato změna může být výhodná při rozmanitosti genetického materiálu ve stádě, aby se snížilo riziko genetických vad (Nožina 2024).

### 3.1.3 Krmení

Většina farem v Jižním Tyrolsku a severní Itálii se nachází na malých zemědělských plochách s vysokým podílem trvalých travních porostů, i přesto farmy nakupují koncentrované

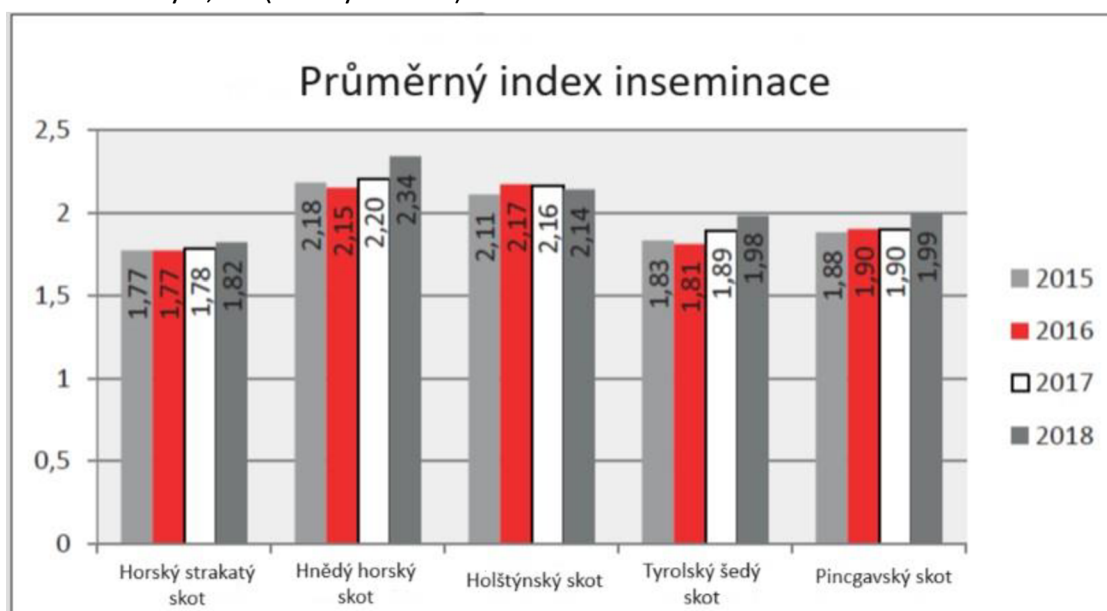


krmivo. Z důvodu vysokých cen mléka v Tyrolsku se používání koncentrovaných krmiv vyplatí (Flach et al. 2021).

Ve studii Flach et al. (2021) vybrali 64 malých farem chovající tyrolský šedý skot a brown swiss. Všechny farmy, s výjimkou dvou farem, které si pěstovaly kukuřici pro siláž, nebyly schopny vzhledem k půdnímu profilu a klimatickým podmínkám vypěstovat plodiny jako obilí, píci nebo olejniny, tudíž je musely odebírat. V Tyrolsku existuje vysoké riziko znečištění živinami z mléčných farem kvůli nadměrnému přebytku živin. Mléčné farmy často produkují přebytky živin v důsledku používání vysoce koncentrovaného krmiva. Je proto vhodné zvážit snížení přísunu koncentrovaných krmiv pro dojnice, což může pomoci snížit vylučování nadbytečných živin a omezit negativní dopady na životní prostředí. Studie ukázala, že farmy mohou být ohroženy vysokým přebytkem dusíku na pastvinách, což naznačuje potenciální ekologické problémy. Navíc tyrolský šedý skot neprojevuje schopnost efektivně využít zvýšené množství koncentrovaného krmiva, což naznačuje, že jeho spotřeba může být nadbytečná a může přispívat k nadměrnému zatížení půdy.

### 3.1.4 Reprodukce

Nejdůležitějším aspektem při chovu skotu je reprodukce. V Obrázku č. 3 je vyobrazen průměrný inseminační index, který značí, kolik je potřeba inseminačních dávek pro úspěšnou březost. Pro rok 2018 byl průměrný inseminační index u tyrolského šedého skotu 1,98, což znamená, že průměrně bylo za potřebí téměř dvou inseminačních dávek na úspěšné otelení. Pro porovnání, u holštýnského skotu byl průměrný index inseminace v roce 2018 o něco vyšší a dosahoval hodnoty 2,16. (Anonym 2019).

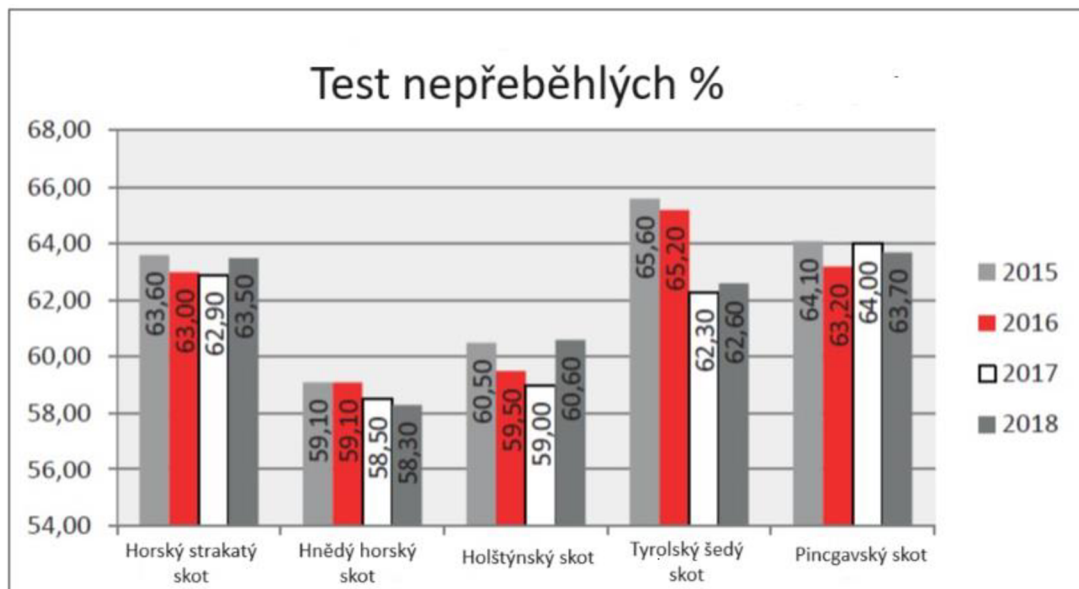


Obrázek č. 3 Porovnání inseminačního indexu (Zdroj: Tyrolský státní kontrolní svaz (2019), upraveno autorem)

Dalším ukazatelem reprodukce je servis perioda. Udává dobu od porodu do zabřeznutí, optimální doba je do 80-90 dní. Procento plemenic, které se během stanovené doby 90 dní od



inseminace nepřeběhly, udává test nepřeběhlých (non-return test 90) (Bouška et al. 2006). Vysoké hodnoty testu naznačují, že většina plemenic zůstala březí, což je klíčový faktor pro efektivní reprodukci. V Obrázku č. 4 je vyhodnocen test nepřeběhlých pro tyrolský šedý skot a ostatní plemena. Tyto hodnoty mohou naznačovat, že tyrolský šedý skot má o něco vyšší pravděpodobnost zůstat březí po inseminaci než holštýnský skot (Anonym 2019).



Obrázek č. 4 Porovnání testu nepřeběhlých (Zdroj: Tyrolský státní kontrolní svaz (2019), upraveno autorem)

### 3.1.5 Mléčná produkce

Průměrná roční produkce mléka tyrolského šedého plemene se pohybuje kolem 5 000 kg během jedné laktace, avšak dospělé krávy v průměru dosahují produkce až 5 200 kg mléka za laktaci. Obsah tuku v mléku činí 3,91 %, průměrný obsah bílkovin je pak nižší a dosahuje zpravidla 3,3 % (Vlčková Pelnerová 2023). Ve srovnání s holštýnským skotem vykazuje dle Svazu chovatelů holštýnského skotu (SCHHS) mléko tyrolského šedého skotu vyššího obsahu tuku, nicméně samotná produkce mléka za laktaci je poloviční (Tabulka č. 1) (Anonym 2023).

Tabulka č. 1 Porovnání složení mléka tyrolského šedého skotu a holštýnského skotu

Rok	Hodnoty	Tyrolský šedý skot	Holštýnský skot
2022	Nádoj (kg)	5172	10667
	Tuk (%)	3,94	3,86
	Bílkoviny (%)	3,35	3,37
2023	Nádoj (kg)	5117	10856
	Tuk (%)	3,91	3,84
	Bílkoviny (%)	3,33	3,36

Zdroj: Vlčková Pelnerová (2023), SCHHS (2023), upraveno autorem

Mléčnou produkci nejen tyrolského šedého skotu, ale i dalších plemen sledovali v Jižním Tyrolsku. Tato studie se zaměřila na posouzení vlivu plemene na produkční a ekonomické ukazatele na farmách během poslední dekády. Do studie byla zařazena následující plemena brown swiss, pinzgauer, holštýnský skot, tyrolský šedý skot a simmental. Plemena pinzgauer a tyrolský šedý skot vykazují nejnižší nádoje za laktaci v porovnání s ostatními pozorovanými plemeny. Tyrolský šedý skot navíc vykázal nejkratší laktaci ze všech sledovaných plemen. I tak je toto plemeno konkurence schopné. Jak uvedli autoři studie, dojnice tyrolského šedého plemene mohou konkurovat jiným plemenům díky velmi dobré přizpůsobivosti systémům chovu ve vysokohorských oblastech, finančním příspěvkům od státu týkající se ohrožených plemen či kombinované užitkovosti (Zanon et al. 2020).

### 3.2 Složení kravského mléka

Základní složení kravského mléka je uvedeno v Tabulce č. 2. Z této tabulky je patrné, že se kravské mléko od ostatních uvedených druhů liší. Významné rozdíly jsou patrné zvláště mezi kravským a mateřským mlékem, a také mezi kravským a ovčím mlékem (Park et al. 2007).

Tabulka č. 2 Základní složení kozího, ovčího, kravského a mateřského mléka

Složení (%)	Kozí	Ovčí	Kravské	Mateřské
Tuk	3,8	7,9	3,6	4,0
Tukuprostá sušina	8,9	12,0	9,0	8,9
Laktóza	4,1	4,9	4,7	6,9
Bílkoviny	3,4	6,2	3,2	1,2
Kasein	2,4	4,2	2,6	0,4
Albumin, globulin	0,6	1,0	0,6	0,7
Popeloviny	0,8	0,9	0,7	0,3

Zdroj: Park et al. (2007), upraveno autorem

#### 3.2.1 Mléčný tuk

Mléčný tuk je převážně složen z triacylglycerolů (98 %), zbytek je tvořen di- a monoacylglycerolů, volných mastných kyselin, fosfolipidů, esterů, sterolů a uhlovodíků. Tyto komponenty mléčného tuku se v mléce nacházejí ve formě tukových globulí, kde jádro tvoří výše zmíněné nepolární triacylglyceroly. Na povrchu se pak nachází třívrstvá stabilizační membrána. Tato membrána se skládá z triacylglycerolů (62 %) a fosfolipidů (26-31 %), mezi které můžeme zařadit sfingomyelin, fosfatidyletanolamin, fosfatidylinositol, fosfatidylserin a fosfatidylcholin. Další složkou jsou proteiny, které tvoří 25-60 % z celkového povrchu tukové kuličky a chrání povrch před fyzickým a mikrobiálním poškozením (Štolcová 2020). Velikost tukových globulí se pohybuje v rozmezí od 0,1-15 μm (Dewettinck et al. 2008).

Mastné kyseliny jsou v mléce klasifikovány podle délky uhlíkového řetězce a stupně nasycení. V mléce se nachází okolo 60 % nasycených mastných kyselin. Asi třetinu

z nasycených mastných kyselin tvoří mastné kyseliny s krátkým až středně dlouhým uhlíkovým řetězcem, které dodávají mléku chuť a aroma (MacGibbon 2020). Ve vyšší míře se v mléce nachází nasycené mastné kyseliny s dlouhým uhlíkatým řetězcem (Štolcová 2020). Přičemž hlavními zástupci jsou kyselina myristová (C14:0), palmitová (C16:0) a stearová (C18:0) (Gajdůšek 2003). Dále se v mléčném tuku nacházejí nenasycené mastné kyseliny, které se dělí na mononenasycené a polynenasycené. Z mononenasycených kyselin je v mléce nejvíce zastoupena kyselina olejová (C18:1; *cis*-9) (Štolcová 2020). Mezi nejdůležitější polynenasycené mastné kyseliny se řadí kyselina linolová (C18:2; *cis*-9, 12) a kyselina  $\alpha$ -linolenová (C18:3; *cis*-9, 12, 15) (Štolcová 2020). K významné mastné kyselině v mléce patří i konjugovaná kyselina linolová, která vzniká odstraněním vodíkového atomu na devátém uhlíku z uhlovodíkového řetězce kyseliny *trans*-vakcenové. Skot, který je na pastvě, má větší obsah konjugované kyseliny linolové v mase i v mléčném tuku než skot, který je krměn průmyslovými krmivy, silážemi anebo senážemi. U konjugované kyseliny linolové byl prokázán antikarcinogenní účinek (Kopečný 2004; MZe 2024).

Jak již bylo zmíněno výše, mléko tyrolského šedého skotu obsahuje průměrně 3,91 % tuku. Ač Mancin et al. (2021) uvádějí, že šlechtění tyrolského šedého skotu se zaměřuje především na zvýšení obsahu bílkovin v mléce než na obsah tuku, několik studií komponenty mléčného tuku tyrolského šedého plemene popsalo. Například práce od Gottardo et al. (2017) potvrzuje, že mléko tyrolského šedého skotu vykazuje příznivější složení mastných kyselin ve srovnání s holštýnským skotem a brown swiss. Mléko od tyrolského šedého skotu je charakterizováno nižším obsahem nasycených mastných kyselin a vyšším obsahem nenasycených mastných kyselin zahrnující mononenasycené, tak polynasycené mastné kyseliny. Tyto rozdíly ve složení mastných kyselin mohou být způsobeny jak genetickými faktory, tak i variabilitou ve složení krmiva. I přestože mělo mléko tyrolského šedého skotu nejpríznivější zastoupení mastných kyselin, tak obsah tuku byl ve srovnání s holštýnským skotem, brown swiss a simmentálem nižší (Tabulka č. 3).

Tabulka č. 3 Obsah mastných kyselin v mléce různých plemen skotu

	Holštýnský skot	Brown Swiss	Simmental	Tyrolský šedý skot
Tuk	4,07 %	4,28 %	4,15 %	3,95 %
Nasyčené mastné kyseliny s krátkým řetězcem	69,68 %	70,18 %	69,84 %	68,67 %
Nenasycené mastné kyseliny	30,08 %	29,66 %	30,02 %	31,34 %
Mononenasyčené mastné kyseliny	25,72 %	24,59 %	25,58 %	26,12 %
Polynenasycené mastné kyseliny	2,92 %	2,95 %	2,88 %	3,19 %
Kyselina myristová	11,90 %	12,10 %	11,77 %	11,84 %
Kyselina palmitová	32,23 %	31,93 %	32,26 %	31,46 %
Kyselina stearová	9,58 %	9,79 %	10,16 %	10,16 %
Kyselina olejová	22,89 %	20,94 %	22,02 %	22,16 %

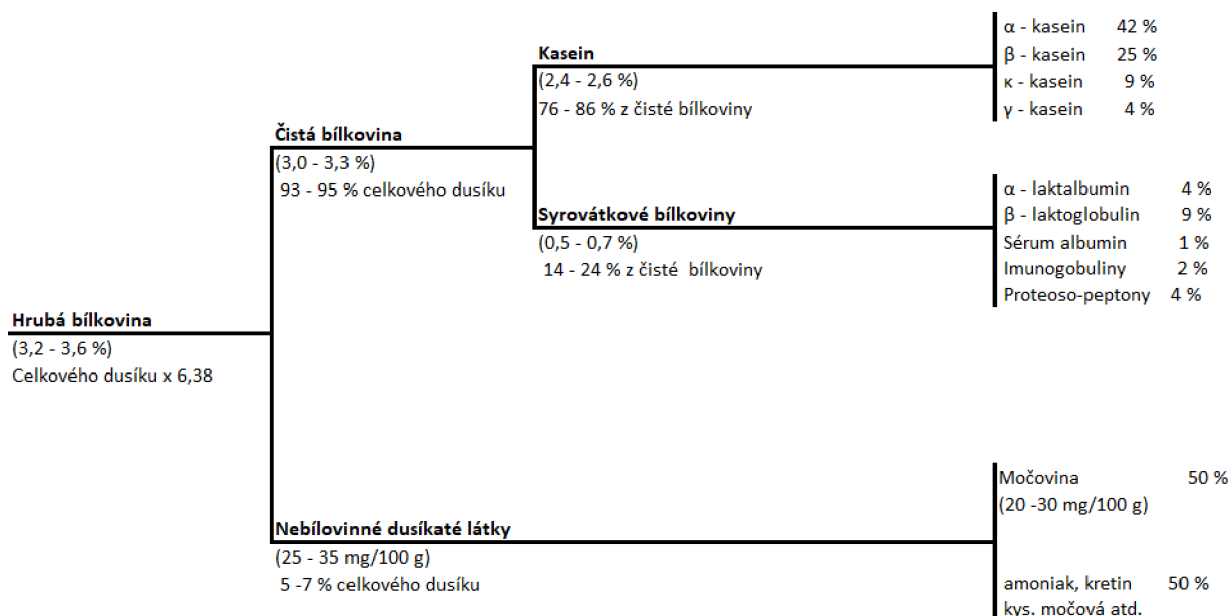
Zdroj: Gottardo et al. (2017), upraveno autorem

Cholesterol se vyskytuje v tukovém jádře v koncentraci 0,010 – 0,015 % (Ohlsson 2010). Koncentrace cholesterolu v mléce se odvíjí od obsahu tuku v mléce, kdy v mléku o obsahu tuku 3,5 % se nachází 120-140 mg cholesterolu (Čížková 2019). Cholesterol je nezbytný pro správnou funkci buněčných membrán, který zajišťují propustnost a pružnost buněk. Kromě toho slouží jako prekurzor při syntéze steroidních hormonů, žlučových kyselin a vitamínu D. Jeho dostatečná dostupnost je nezbytná pro funkci všech tkání v těle. Při nadměrné koncentraci LDL cholesterolu v krevním oběhu vzniká riziko tvorby aterosklerotických plátů v cévách, které mohou vést ke kardiovaskulárnímu onemocnění. Různé typy mastných kyselin, zejména nasycených a transmastných kyselin, mohou ovlivnit hladinu cholesterolu v krvi. Nenasycené mastné kyseliny můžou naopak přispět k udržení rovnováhy HDL a LDL cholesterolu (Rosenquist & Tůma 2014). Efekt snižování hladiny cholesterolu může podpořit i konzumace mléčných výrobků s probiotickým účinkem, jelikož mléčné kultury mohou na svůj povrch vázat cholesterol a vylučovat ho ze střeva (Perlín & Turek 2007).

### 3.2.2 Bílkoviny

Celkové bílkoviny, taktéž označovány jako hrubé bílkoviny, kravského mléka se skládají z bílkovinných dusíkatých látek, které jsou v mléce zastoupeny okolo 93-95 % a nebílkovinných dusíkatých látek, které jsou zastoupeny pouze v 5-7 % (Gajdůšek 2003). Toto rozdělení se zástupci jednotlivých kategorií je také patrné na Obrázku č. 5.

V mléce se nachází průměrně okolo 3,3 % bílkovin (Kopřiva 2002). Mléčné bílkoviny jsou považovány za vysoce hodnotné z hlediska výživy lidí díky své schopnosti dodávat tělu nezbytné živiny pro růst a vývoj. Mléko obsahuje devět esenciálních aminokyselin (leucin, izoleucin, threonin, fenylalanin, tryptofan, methionin, lysin, histidin, valin), což jsou aminokyseliny, které lidské tělo neumí syntetizovat samo a musí je získat z potravy. Aminokyseliny v mléčné bílkovině jsou také snadno stravitelné a mají vysokou biologickou dostupnost (Fox et al. 2015).



Obrázek č. 5 Rozdělení bílkovin v kravském mléce (Zdroj: Gajdůšek (2003), upraveno autorem)

V čisté mléčné bílkovině se nacházejí různé frakce kaseinu, které zahrnují  $\alpha$ 1-kasein ( $\alpha$ 1-CN),  $\alpha$ 2-kasein ( $\alpha$ 2-CN),  $\beta$ -kasein ( $\beta$ -CN) a  $\kappa$ -kasein ( $\kappa$ -CN), které jsou zastoupeny v poměru 4:1:3,5:1,5. Tyto frakce jsou syntetizovány v mléčné žláze a dohromady vytváří kaseinové micely, které jsou důležité pro strukturu mléka. Všechny frakce kaseinu s výjimkou  $\kappa$ -CN jsou citlivé na přítomnost vápníku, který způsobuje jejich vysrážení. Frakce  $\kappa$ -CN tvoří na povrchu kaseinové micely ochranný obal, který udržuje její stabilitu. Přítomnost vybraných enzymů v mléce vede k rozštěpení  $\kappa$ -CN, čímž je přerušena jeho ochranná funkce a umožňuje vysrážení ostatních frakcí kaseinu ve formě vápenatých solí. Vápník sehrává klíčovou úlohu v kaseinových micelách, zejména při vytváření micel, které jsou spojovány kalciovými můstky.

Velikost micel se obvykle pohybuje v rozmezí 50-500 nm, což je zásadní pro udržení stability a integrity mléčných systémů (Sadiq et al. 2021)

Jak se liší zastoupení jednotlivých frakcí kaseinu mezi mléčnými a kombinovanými plemeny krav popsali ve studii Niero et al. (2021). Ti ve své studii porovnávali kaseinové frakce od čtyř různých plemen, konkrétně holštýnské plemeno, simmental, brown swiss a tyrolský šedý skot. Z Tabulky č. 4 lze vyčíst, že nejvyšší obsah  $\beta$ -kaseinu a  $\kappa$ -kaseinu (g/100 ml) produkuje brown swiss a tyrolský šedý skot, a také v závěru studie zdůraznili, že mléko dojnic holštýnského plemene je méně vhodné pro výrobu sýrů ve srovnání s ostatními testovanými plemeny, a to i případě, že jsou chovány ve stádech s více plemeny.

Tabulka č. 4 Porovnání proteinových frakcí různých plemen skotu

	Proteinové frakce %, hrubá bílkovina			
	Brown swiss	Holštýnský skot	Tyrolský šedý skot	Simmental
$\alpha$ -kasein	43,67	43,59	43,62	44,45
$\beta$ -kasein	31,05	30,93	30,62	29,33
$\kappa$ kasein	16,63	15,05	16,68	15,37
$\beta$ -laktoglobulin	7,91	9,74	8,08	9,23
$\alpha$ -laktalbumin	2,07	2,33	2,21	2,22
	Proteinová frakce, g/100 mL			
	Brown swiss	Holštýnský skot	Tyrolský šedý skot	Simmental
$\alpha$ -kasein	1,58	1,44	1,54	1,56
$\beta$ -kasein	1,12	1,02	1,08	1,03
$\kappa$ kasein	0,6	0,47	0,58	0,54
$\beta$ -laktoglobulin	0,29	0,32	0,29	0,33
$\alpha$ -laktalbumin	0,074	0,076	0,077	0,077

Zdroj: Niero et al. (2021), upraveno autorem

Další významnou skupinou bílkovinných dusíkatých látek jsou syrovátkové bílkoviny. Ty při výrobě sýrů přecházejí do syrovátky (Gangurde et al. 2011). Sirovátkové bílkoviny představují asi 20 % z celkového obsahu čistých bílkovin v mléce. Na rozdíl od kaseinu jsou termolabilní, což znamená, že při teplotě okolo 60-70 °C dochází k jejich denaturaci. Mezi nejvíce zastoupené syrovátkové bílkoviny patří  $\alpha$ -laktalbumin a  $\beta$ -laktoglobulin. Dalšími zástupci této skupiny jsou imunoglobuliny, sérový albumin a proteozový pepton (Kadlec 2002). Imunoglobuliny, které jsou produkovány plazmatickými buňkami (B-lymfocyty), hrají velmi důležitou roli v posílení imunitního systému telete po narození (Skalka et al. 2014).

Jak již bylo zmíněno výše, v mléce se nacházejí i nebílkovinné dusíkaté látky, které do mléka přecházejí z krve. Obsah nebílkovinných dusíkatých látek se odvíjí od výživy,

zdravotního stavu dojnice, plemene i věku (Ruska & Jonkus 2014). Co se týče výživy, tak příkladem lze uvést například nedostatečné či nadbytečné množství dusíku v krmné dávce, které může významně ovlivnit nejen bachorové mikroorganismy, ale může způsobit i úhyn dojnice (Wattiaux 1998). Nejvíc zastoupenou látkou je močovina, která tvoří přibližně 50 % nebilkovinných dusíkatých látek, dále do této skupiny spadají i volné aminokyseliny, fosfolipidy a jiné (Kadlec 2002).

### 3.2.3 Mléčný cukr

Laktóza chemicky definována jako O- $\beta$ -D-galaktopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)-D-glukopyranosa je mléčný cukr, který se vyskytuje v mléce savců (Adam et al. 2004). V kravském mléce se nachází okolo 4,8 % laktózy (Samková 2012). Obsah laktózy je ovlivněn zdravotním stavem mléčné žlázy, metabolickým onemocněním dojnic a stádiem laktace (Hanus et al. 2010).

Obsah laktózy může v mléce sloužit jako indikátor možných reprodukčních problémů u krav. Mastitida způsobuje zvýšený obsah hladiny NaCl v mléce a zároveň dochází ke snížení sekrece laktózy. Laktóza spolu s ionty sodíku, draslíku a chloridů hraje klíčovou roli při udržování osmotické rovnováhy v mléčné žláze. Jakékoli změny v obsahu laktózy jsou kompenzovány odpovídajícími změnami v rozpustných solích. Tento osmotický vztah vysvětluje, proč některá mléka s vysokým obsahem laktózy mají nízký obsah minerálních látek (Fox & McSweeney 1998). U mléka s nízkou hladinou laktózy je koncentrace anorganických solí vysoká, aby se udržela požadovaná osmotická rovnováha. Syntéza laktózy zahrnuje osmotický přísun vody do Golgiho váčků, což ovlivňuje i objem produkovaného mléka a koncentraci kaseinu, který je obsažen v těchto váčcích (Fox & McSweeney 2009).

Laktóza se v lidském střevě štěpí pomocí  $\beta$ -galaktosidázy na monosacharidy (glukózu a galaktózu), které se následně absorbují. Pokud však nedojde k tomuto rozkladu a vstřebávání v tenkém střevě, putuje do dalších částí střevního traktu (do kyčelníku) a tlustého střeva, kde je laktóza rozkládána bakteriemi při mléčném kvašení. Tento proces může vést k nadýmání a průjmům (Kopáček 2017).

### 3.2.4 Vitamíny

Vitamíny jsou organické sloučeniny, které jsou důležitou součástí nutričního podílu mléka. V mléce se nacházejí dvě skupiny vitamínů, a to vitamíny rozpustné v tucích a vitamíny rozpustné ve vodě. Vitamíny rozpustné v tucích jsou nepolární, mají tedy hydrofobní charakter. Jedná se buď o isoprenoidy (A a D) nebo jsou součástí isoprenoidního řetězce (E a K). Do skupiny vitamínů rozpustné ve vodě jsou řazeny hydrofilní vitamíny, kam patří vitamíny ze skupiny B a kyselina askorbová (vitamin C). V Tabulce č. 5 jsou popsány obsahy vitamínů v kravském mléce při tučnosti 3,25 % (Samková et al. 2012; Fox et al. 2015).

Tabulka č. 5 Obsah vitamínů v mléce při tučnosti 3,25 %

Vitamíny v mléce	
Vitamín D	98 IU
Vitamín A	68 µg
Vitamín E	0,15 mg
Vitamín K	0,5 µg
Vitamín B1	0,107 mg
Vitamín B2	0,447 mg
Vitamín B3	0,261 mg

Zdroj: Ilečko (2020), upraveno autorem

Mléko a mléčné výrobky jsou významným zdrojem vitamínu A, který je v mléce obsažen ve formě retinolu, retinyl esterů a karotenů. Plnotučné kravské mléko obsahuje v průměru 40 µg retinolu a 20 µg karotenů na 100 g. Koncentrace vitamínu A a karotenů v mléce je výrazně ovlivněna krmnou dávkou zvířat. Dojnice, které jsou na pastvě, produkují mléko s vyšším obsahem vitamínu A než ty, které jsou krmeny koncentrovanými krmivy. Koncentraci vitamínu A ovlivňuje také roční období, kdy letní tuk obsahuje vyšší množství vitamínu A i β-karotenu než zimní tuk. Fox et al. (2015) rovněž zmiňují, že i plemeno má vliv na obsah tohoto vitamínu v mléce. Navíc karotenoidy jsou zodpovědné za barvu mléčného tuku. Příjem vitamínu A v dietě člověka je v důležitý pro tvorbu zrakového pigmentu rodopsinu a podporuje růst epitelových buněk (Fajfrová 2011).

Dalším významným vitamínem v mléku je vitamín D. Přítomen je v mléce buď ve formě D<sub>2</sub> (ergokalciferol), který je získáván z krmiva nebo ve formě D<sub>3</sub> (cholecalciferolu), který je syntetizován v kůži pomocí UV záření z 7-dehydrocholesterolu (Nelson et al. 2016). Jeho přítomnost v mléce je ovlivněna krmnou dávkou dojnice i pořadím laktace. Vitamín D hraje klíčovou roli při udržování stabilní hladiny vápníku v krvi tím, že podporuje jeho vstřebávání z gastrointestinálního traktu, reguluje jeho zadržování ledvinami a usnadňuje přenos vápníku z kostí do krevního oběhu u lidí (Fox et al. 2015).

Mléko je rovněž dobrým zdrojem riboflavinu (B<sub>2</sub>), což je žlutá až žlutozelená fluoreskující sloučenina, která hraje roli v barvě syrovátky. V mléce se vyskytuje ve formě volné nebo vázané na bílkoviny a fosforečnou kyselinu. Jeho koncentraci ovlivňuje fáze laktace, obsah tuku i roční období (Fox et al. 2015).

### 3.2.5 Minerální látky

Minerální látky jsou důležitou součástí mléka. Jejich obsah se v mléku pohybuje okolo 0,7 % a jsou silně ovlivněny různými faktory, jako je fáze laktace, výživa, klima aj. Minerální látky lze rozdělit do dvou hlavních skupin: mikroelementy (bor, kobalt, křemík, měď, mangan, molybden, hliník, jód, brom) a makroelementy (vápník, fosfor, sodík, draslík, chlor, hořčík, síra) (Hruskar et al. 2010). V mléce se minerální látky vyskytují jako soli ve formě fosforečnanů,



citrátů, chloridů, síranů, uhličitánů a hydrogenuhličitánů sodíku, draslíku, vápníku a hořčíku. Mezi významné minerální látky v mléce se řadí především vápník, jód a fosfor (Fox et al. 2015).

Každá minerální látka plní v mléce svou specifickou roli. Sodík se obvykle nachází v krevní plazmě dojnic, zatímco vápník, draslík a kyselina fosforečná jsou obsaženy přímo v mléce a přispívají k udržování osmotického tlaku a acidobazické rovnováhy (Gajdůšek 2003).

Obsah vápníku je v mléce 120 mg/100 ml mléka a nachází se převážně v mléčné plazmě (Dostálová 2003). Přibližně 75 % je vázáno na kaseinové micely, z čehož plyne, že obsah vápníku se bude odvíjet od množství kaseinu v mléku. Zbýlých 25 % představuje rozpustnou formu vápníku. Vápník se v mléce vyskytuje hlavně ve sloučeninách s kyselinou fosforečnou a kyselinou citrónovou (Toffanin et al. 2015). Vápník je důležitý pro udržování zdraví kostry a zubů, dále napomáhá při přenosu nervových vzruchů (Li et al. 2018).

Kromě vápníku je mléko také považováno za dobrý zdroj fosforu, který je přítomen v organické a anorganické formě. Organický fosfor je vázán na proteiny, organické kyseliny, fosfolipidy, které jsou přítomny v koloidní fázi. Kravské mléko je významným zdrojem fosforu v lidské stravě. Fosfor je v lidském organismu důležitý pro energetický metabolismus, transport mastných kyselin, syntézu fosfolipidů i bílkovin a je součástí aminokyselin a nukleových kyselin. Podílí se také na puřinových a enzymových systémech (Vegarud, Langsrud, Svenning 2000).

Studie od Manuelian et al. (2018) zkoumala pět plemen krav: holštýnský skot, brown swiss, jersey, simmental a tyrolský šedý skot, kdy vyhodnocovali složkové ukazatele mléka v závislosti na složení minerálních látek v mléce. Obsah vápníku a hořčíku byly nejdůležitější a nejvíce ovlivnitelné důsledkem fáze laktace a plemenem. Obsah zbylých minerálních látek byly ovlivněny krměním a některé minerální látky, jako hořčík a sodík, byly závislé na enviromentálních aspektech. Mléko od prvorodiček mělo vyšší obsah vápníku, hořčíku a fosforu než mléko od dojnic, které měly už několikátou laktaci.

Ze studie vyplynulo, že holštýnský skot produkoval nejvíce mléka za den, ale s nejnižším obsahem bílkovin a kaseinu, dále nejnižší s obsahem vápníku, hořčíku a fosforu.

Mléko od tyrolského šedého skotu obsahuje nejnižší obsah tuku a nejvyšší obsah laktózy s obsahem draslíku a fosforu. Plemeno simmental má podobné složení mléka jako tyrolský šedý skot, což mohlo být ovlivněno tím, že obě plemena jsou kombinovaná. Mléko od plemene jersey obsahovalo nejvíce tuku, ale nejméně kaseinu a sodíku. Výsledky ukázaly, že stádium laktace a plemeno jsou nejdůležitějším faktorem k variaci minerálních látek v mléce viz Tabulka č. 6.

Tabulka č. 6 Obsah minerálních látek a jeho ovlivnění na složení kravského mléka

	Holštýnský skot	Brown swiss	Jersey	Simmental	Tyrolský šedý skot
Tuk (%)	4,04	4,25	5,1	4,12	3,87
Protein (%)	3,37	3,68	3,95	3,57	3,54
Kasein (%)	2,65	2,66	3,11	2,8	2,78
Laktóza (%)	4,73	4,73	4,69	4,73	4,8
Obsah minerálních látek					
Vápník (mg/kg)	1275	1317	1449,2	1359,1	1324,9
Hořčík (mg/kg)	137	141,5	157,9	143,8	139,9
Draslík (mg/kg)	1499,6	1479,5	1375,2	1501,7	1522,7
Fosfor(mg/kg)	911,7	957,8	950,2	959,2	973,3
Sodík (mg/kg)	437,4	427,6	419,2	429,4	425,5

Zdroj: Manuelian et al. (2018), upraveno autorem

Mezi důležitý prvek v lidské potravě patří i jód, který se nachází v mléku. Obsah jódu v mléce je ovlivněn plemenem, pohlavní dospělostí, březostí a laktační fází. Tato minerální látka je klíčovou součástí hormonů štítné žlázy, konkrétně trijodtyroninu a tyroxinu (Flachowsky et al. 2014).

### 3.3 Hygienické a mikrobiální ukazatele mléka

#### 3.3.1 Počet somatických buněk

Mezi somatické buňky se řadí leukocyty, které se do mléka dostávají z krve, a také epitelové buňky, které se uvolňují z různých částí mléčné žlázy, jako je dutinový systém nebo sekreční alveoly. Somatické buňky jsou v mléce v malém množství, ale jejich počet se zvyšuje na začátku laktace nebo při nešetrném dojení (Navrátilová et al. 2012). Počet somatických buněk (PSB) je ukazatelem zdravotního stavu mléčné žlázy u laktujících samic savců (Hanuš et al. 2010). Zvýšený počet somatických buněk v mléce nemusí vždy znamenat mastitidu, ale může být také důsledkem říje, pokročilou fází laktace nebo stresu (Šustová et al. 2016).

Kritérium pro počet somatických buněk udává Nařízení EP a Rady ES č. 853/2004. Dle tohoto nařízení musí provozovatelé potravinářských podniků splňovat  $\leq 400\ 000$  buněk v 1 ml syrového kravského mléka. Pro určení počtu somatických buněk v mléce se používá klouzavý geometrický průměr za období tří měsíců, přičemž jsou provedeny minimálně dva odběry mléka měsíčně (Šustová et al. 2016).

V České republice se zpracovatelé mléka krom evropské legislativy mohou rovněž řídit národní legislativou, která je uvedena ve Věstníku Ministerstva zemědělství, ve kterém jsou staveny kritéria pro splnění režimu Q CZ mléka (MZe 2016). V minulých letech bylo možné nařazení do tohoto programu čerpat dotace, ale ty již v současné době poskytovány nejsou,

nicméně režim Q CZ mléka běží dál. Kritérium počtu somatických buněk v rámci tohoto režimu je přísnější, a to  $\leq 220\ 000$  buněk v 1 ml syrového mléka (MZe 2016).

Počet somatických buněk je striktně sledován, jelikož je to hlavní ukazatel zdraví mléčné žlázy. V případě, že by se u dojnice projevila mastitida, je důležité určit, zda je mastitida infekčního nebo neinfekčního původu (Bouška et al. 2006).

Infekční mastitidy lze dle původce rozdělit na kontagiózní a enviromentální mastitidy. Mezi původce kontagiózních mastitid řadíme například *Stafylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* či *Mycoplasma bovis*. Tyto patogeny jsou schopné přežít v hostiteli, tudíž může k rozšíření nákazy dojít během samotného dojení. Z tohoto důvodu by se infikované dojnice měly izolovat od stáda, striktně by se také měla dodržovat hygiena dojení. Kontagiózní mastitida způsobuje klinickou a subklinickou mastitidu (Ježková 2013a; Šustová et al. 2016). Enviromentální mastitidy pak způsobují patogeny z vnějšího prostředí. Jedná se většinou o bakterie *Escherichia coli* a *Streptococcus uberis*. Pro snížení tohoto infekčního tlaku je nezbytné se zaměřit na hygienu samotné stáje, především podestýlky (Ježková 2013b; Šustová et al. 2016). Zánět mléčné žlázy mohou vyvolat i neinfekční vlivy. Jako je například poranění vemene, nekvalitní zaplísňené krmivo, stres či metabolické onemocnění. Tyto mastitidy pak označujeme jako neinfekční (Šustová et al. 2016).

Mastitidy můžeme dále rozdělit na klinické, subklinické a chronické (Doležal 2000). Klinická mastitida se projevuje změnou barvy, konzistencí mléka, otokem a zarudnutím vemene. Dochází k poškození mlékovodného parenchymu, což způsobuje zástavu produkce mléka a při oddojení je získáno pouze malé množství zánětlivého mléka s hnisavým a krvavým vzhledem. Při neléčené klinické mastitidě vznikne chronická mastitida, která se projevuje tvorbou sraženin v mléce a může být způsobena různými bakteriemi jako *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis*, stafylokoky a další (Blowey & Weaver 2011; Jain et al. 2012; Benić et al. 2018). Subklinická mastitida nezpůsobuje zjevné příznaky, ale snižuje dojivost a je sledován zvýšený počet somatických buněk, přičemž nakažená dojnice může infikovat dojnice další.

Studie Magro, Costa, De Marchi (2023) se zabývala celkovým a diferenciatním počtem somatických buněk u tyrolského šedého skotu. Somatické buňky (somatic cell count – SCC) se stanovovaly na průtokové cytometrii, která jim umožňovala přesně měřit PSB v jednotlivých vzorcích. Dále se ve studii stanovoval diferenciatní počet somatických buněk (diferenciat somatic cell count – DSCC), který se vypočítal jako poměr konkrétních typů somatických buněk v mléce (neutrofily a lymfocyty), který se následně vyjádřil v procentech. Výsledky byly rozděleny do skupin podle zdravotního stavu (UHS) od UHS1-UHS4. Skupina UHS1 zahrnovala dojnice považované za zdravé, zatímco ve skupině UHS2 byly pozorovány počáteční známky mastitidy. Skupina UHS3 označovala dojnice s prokázanou mastitidou a UHS4 představovala dojnice s chronickou mastitidou.

Z výsledků studie vyplývá, že UHS u obou plemen skotu bylo ovlivněno denním nádojem a složením. Vztah mezi UHS a plemenem byl též významný i pro bílkoviny, kasein a močovinu viz Tabulka č. 7. Obě plemena vykazovala nejnižší obsah bílkovin u UHS1 a UHS2, zatímco největší obsah bílkovin byl pozorován u UHS4. Kasein byl u obou plemen pozorován

nejvíce u UHS3 a UHS4. Nejvyšší obsah močoviny u tyrolského šedého skotu se vyskytoval u UHS1 a UHS2. Při mastitidě se zvyšuje proteolytická aktivita, která znehodnocuje kaseinové frakce, čímž se snižují příznivé proteiny, které jsou syntetizovány v mléčné žláze ( $\alpha$ -kasein,  $\beta$ -kasein,  $\alpha$ -laktalbumin a  $\beta$ -laktoglobulin). To vytváří důvod pro zvýšený přenos bílkovinných frakcí z krve, jako je sérový albumin a imunoglobuliny. Koncentrace močoviny se v mléce snižuje s vyšším obsahem DSCC i SCC.

Tabulka č. 7 Složení mléka podle zastoupení v UHS skupině

Složení	Plemeno	UHS1	UHS2	UHS3	UHS4
Bílkovina (%)	Burlina	3,39	3,35	3,44	3,6
	Tyrolský šedý skot	3,41	3,41	3,48	3,53
Kasein (%)	Burlina	2,66	2,63	2,69	2,8
	Tyrolský šedý skot	2,69	2,7	2,73	2,74
Močovina (ml/dl)	Burlina	23,3	23,2	22,6	23,5
	Tyrolský šedý skot	24	23,7	23,4	23,5

Zdroj: Magro et al. (2023), upraveno autorem

### 3.3.2 Celkový počet mikroorganismů

Dalším klíčovým indikátorem kvality syrového kravského mléka je celkový počet mezofilních mikroorganismů (CPM). Tento parametr zahrnuje přirozenou mikroflóru obsaženou v mléce, tak i mikroorganismy, které se do mléka dostávají z okolí během dojení či z infikované mléčné žlázy, což může představovat technologické i zdravotní problémy. V rámci CPM se stanovují všechny mezofilní aerobní mikroorganismy, které jsou schopny růst na kultivačním médiu při teplotě 30 °C (Klimešová et al. 2022).

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 Sb. stanoví, že mléko po dojení musí být co nejrychleji vychlazeno na teplotu 8 °C nebo nižší, pokud je svoz prováděn denně na teplotu 6 °C nebo nižší v případě obdenního svozu. Toto opatření má mít za cíl zpomalit množení mikroorganismů a splňovat normu pro celkový počet mikroorganismů v syrovém kravském mléce, která je stanovena na maximálně  $\leq 100\,000$  kolonií tvořících jednotek (KTJ) v 1 ml (klouzavý geometrický průměr za dvouměsíční období, alespoň dva vzorky za měsíc). Kritérium pro splnění CPM v rámci QCZ třídy je  $\leq 35\,000$  KTJ v 1 ml mléka (MZe 2016).

Mezi CPM přítomnými v syrovém mléce patří fakultativně anaerobní koliformní bakterie, které jsou indikátorem fekálního znečištění, a psychotropní mikroorganismy, které rostou při nižších teplotách a mohou produkovat enzymy ovlivňující kvalitu mléčných výrobků. Dále se zde vyskytují termorezistentní mikroorganismy, včetně sporotvorných a nesporotvorných bakterií, které mohou vést k nafouknutí nebo duření mléčných výrobků. Plísňe a kvasinky při svém výskytu mohou vytvářet toxiny ovlivňující bezpečnost a kvalitu mléčných výrobků. Pasterizace je účinným prostředkem k inaktivaci mikroorganismů

a zajištění bezpečnosti (Doležal 2000; Samková 2012; Němečková et al. 2012). Stanovení celkového počtu mikroorganismů se provádí pomocí plate count agaru (PCA) a kultivací po dobu 72 hodin anebo cytometrickou metodou (Kuchtík et al. 2015).

### 3.3.3 Rezidua inhibičních látek

Inhibiční látky jsou látky s baktericidními vlastnostmi, které mohou výrazně ovlivnit proces zpracování mléka a výrobu mléčných produktů, jelikož mohou inhibovat aktivitu mlékařských kultur. Mezi rezidua inhibičních látek jsou řazena antibiotika, zbytky dezinfekčních látek, některé látky rostlinného původu (např. fytoncidy), pesticidy atd., přičemž veterinární léčivé přípravky, zahrnující antibiotika, představují nejvýznamnější skupinu inhibičních látek. Z tohoto důvodu má detekce reziduí inhibičních látek rovněž hygienický význam, jelikož antibiotika mohou způsobit alergické reakce a vznik rezistence u spotřebitele (Navrátilová 2002).

Nařízení EP a Rady (ES) č. 853/2004 nařizuje provozovatelům potravinářských podniků, aby zavedli postupy, které zajistí, že syrové mléko nebude uváděno na trh, pokud obsahuje rezidua inhibičních látek v množství, které přesahují tzv. maximální reziduální limity stanovené v nařízení Komise (EU) č. 37/2010 (Nejeschlebová et al. 2022). Pro splnění podmínek QCZ třídy musí být všechny reziduální hodnoty negativní (Mze 2016). Z tohoto důvodu je každé mléko přijímané v mlékárně testováno na přítomnost reziduí inhibičních látek za pomoci screeningových testů (enzymatické, receptorové, imunochromatické). Enzymatické a receptorové metody se používají při stanovení  $\beta$ -laktamových antibiotik (např. ampicilin, cefalexin) za pomoci receptorových proteinů. Mezi enzymatické a receptorové metody lze řadit následující testy DELVO-X-Press, Beta-Star, Penzym a další. Imunochromatické testy jsou testy, které využívají plastové vícevrstvé proužky, které obsahují potřebné látky k provedení stanovení. Pomocí těchto testů lze detekovat  $\beta$ -laktamy a tetracykliny. Imunochromatické testy jsou rychlejší než enzymatické a receptorové metody (Navrátilová et al. 2016). Rezidua inhibičních látek se mohou do mléka dostat z důvodu neproškoleného personálu či špatného oplachu dojících přístrojů (Nejeschlebová et al. 2022). Dále také musí být vyřazeno mléko léčených dojníc nebo dodržena ochranná lhůta veterinárního léčiva, která představuje časový interval mezi aplikací léčiva a dojením mléka. Délka ochranné lhůty je zpravidla od několika dnů až po několik týdnů a závisí na druhu léčiva (Samková 2012; Nejeschlebová et al. 2022).

## 4 Materiál a metody

V rámci experimentální části práce bylo analyzováno mléko od tyrolského šedého skotu, který je chován na Farmě u krávy Amálky. Stanoveny byly složkové, fyzikální, hygienické a mikrobiální parametry.

### 4.1 Charakteristika podniku

Farma u krávy Amálky se nachází v malé vesnici Třešovice, která je vzdálená 15 km od města Strakonice. Farma se zaměřuje na chov tyrolského šedého skotu s tržní produkcí mléka a mléčných výrobků. Stádo v současné době tvoří 13 dojných krav a 1 jalovice. Po dobu odebírání vzorků bylo šest krav otelených a devět zaprahnutých. Během letního období jsou dojnice dojeny dvakrát denně, v zimní období pouze jednou. Laktace trvá 10 měsíců a průměrně jedna dojnice nadojí 5 litrů mléka. Co se týče krmné dávky, tak během letního období jsou dojnice umístěny na pastvě s přístupem k senu viz. Obrázek č. 6. V zimě je pak pastva nahrazena senáží a kvalitním senem. Laktujícím dojnicím je dále zkrmován mačkaný oves, ječmen a řepné řízky. V zimních měsících dojnice dále dostávají kukuřici. Celoročně mají dojnice přístup k pitné vodě a minerálním lizům. Zaprahování je prováděno bez veterinárních léčivých přípravků. Veškerá mléčná produkce je zpracovávána ve faremní mlékárně na nejrůznější mléčné produkty zahrnující například fermentované mléčné produkty, pařené sýry nebo zmrzliny viz. Obrázek č. 7. Na farmě používají během letního dojení predip Kenopure a postdip Ioshield. V zimních měsících pak během dojení používají postdip Velucid.





Obrázek č. 6 Tyrolský šedý skot v České republice (Zdroj: <https://www.farmaukravymalky.cz/>)



Obrázek č. 7 Výrobky z farmy (Zdroj: <https://www.farmaukravymalky.cz/>)

## 4.2 Odběr vzorků

Vzorky syrového kravského mléka se odebíraly v období od srpna 2023 do března 2024 v nepravidelných intervalech dle provozu mléčné farmy. Zchlazené mléko bylo odebráno do sterilních vzorkovnic, které byly následně vloženy do chladicí tašky a přepraveny na Českou zemědělskou univerzitu v Praze na Katedru kvality a bezpečnosti potravin, kde probíhaly veškeré analýzy. Při převozu nedošlo k zahřátí nad 8 °C.

## 4.3 Stanovení vybraných mléčných parametrů

### Stanovení mléčných složek

Základní složky mléka byly stanoveny na spektrofotometru Milkoscan FT 120 (FOSS), který detekuje mléčné složky pomocí absorpce infračerveného záření. Před provedením analýzy pomocí zařízení Milkoscan FT120 byl vzorek mléka zahřátý na teplotu 40 °C ve vodní lázni. Před použitím se přístroj vyčistil a vynuloval pomocí speciálních čistících a nulovacích roztoků. Vzorek mléka byl nasát pomocí vibračních nasávacích pipet, které zanalyzovaly vzorek a vyhodnotily složkové ukazatele mléka. Po ukončení měření byl vzorek zlikvidován. Zařízení Milkoscan byl po analytickém měření vyčištěno a vynulováno.

### Stanovení aktivní kyselosti

Měření pH probíhalo pomocí pH metru (inoLab pH 7110, Helago), který byl pravidelně kalibrován. Stanovení pH bylo u mléčného vzorku provedeno vždy dvakrát.

### Stanovení titrační kyselosti mléka

Stanovení titrační kyselosti bylo prováděno dle rozhodčí metody dle Soxhlet-Henkela. Postup byl následující: 1) do dvou titračních baněk se napipetovalo 10 ml mléka, 2) ke vzorku mléka se přidali 2 ml indikátoru - 2% roztok fenolftaleinu, 3) následně se vzorek titroval pomocí NaOH o koncentraci 0,25 mol/l do prvního světle růžového zbarvení. Titrační kyselost je vyjádřena v Soxhlet-Henkelových stupních (SH).

#### Výpočet titrační kyselosti (SH):

$$SH = \text{spotřeba NaOH} * 10 * \rho$$

Kde:

10 ml – přepočet na 100 ml

$\rho$  – faktor NaOH stanoven titrací na vhodnou základní látku např. kyselina šťavelová

### Stanovení počtu somatických buněk

Stanovení počtu somatických buněk probíhalo pomocí přístroje LACTOSCAN SCC (Lactoscan). Postup stanovení byl následující: 1) mléko bylo zahřáto na 40 °C, 2) zahřáté mléko bylo řádně promícháno na třepacím zařízení Vortex (Flutter with Flair), 3) následně bylo 100  $\mu$ l mléka odpipetováno do vzorkovnice s fluorescenčním činidlem a promícháno, 4) po jedné minutě byl obsah vzorkovnice opět řádně promíchán pomocí Vortex, 5) 8  $\mu$ l takto vytvořeného roztoku se odpipetovalo do čipu Lactochip (Lactoscan), který má čtyři



samostatné uzavřené komory, které umožňují analýzu čtyř různých vzorků 6) takto připravený Lactochip byl vložen do LACTOSCAN SCC.

### **Stanovení celkového počtu mikroorganismů**

Prvně se musela pro stanovení CPM připravit živná půda. Živná půda se připravila z objemu 1000 ml destilované vody, ve které se rozmíchalo 17,5 g PCA. Hodnota pH živné půdy se pohybovala v rozmezí 7,0-7,4. Připravený PCA agar se následně steriloval v autoklávu při teplotě  $121 \pm 1$  °C po dobu 15-20 minut.

Dále byl připraven fyziologický roztok o objemu 1000 ml, kde se rozpustilo 8,5 g NaCl a 1 g peptonu. Takto připravený roztok byl sterilizován v autoklávu při teplotě  $121 \pm 1$  °C po dobu 15-20 minut. pH fyziologického roztoku by se mělo pohybovat okolo 7 pH.

Připravené zchlazené roztoky se nadále použily pro stanovení CPM v mléce. V souladu se zásadami desítkového systému ředění se připravila sada dalších ředění sterilních zkumavek. Do čtyř zkumavek se odpipetovalo 9 ml fyziologického roztoku. Do první zkumavky se pomocí pipety se sterilní špičkou odpipetoval 1 ml vzorku syrového mléka a vzniklo ředění  $10^{-1}$ . Z prvního ředění se následně odebralo 1 ml a přenesl se do následující zkumavky, čímž se vytvořilo ředění  $10^{-2}$ . Stejný postup se opakoval pro přípravu dalšího ředění, až do ředění  $10^{-4}$ . Pro stanovení CPM se použilo ředění  $10^{-3}$  a  $10^{-4}$ . Po samostatném naředění se do sterilních Petriho misek odpipetovalo 1 ml naředěného vzorku a zalil se 10 ml připraveného PCA agaru. Kultivace mikroorganismů probíhala za aerobních podmínek při teplotě 30 °C po dobu 72 hodin. Po uplynutí této doby byly spočítány kolonie a výsledky se vyjádřily jako počet kolonií tvořící jednotku v 1 ml mléka. Výpočet CPM je uveden níže. Pro každé ředění byly připraveny dvě Petriho misky.

### **Výpočet počtu mikroorganismů (N)**

$$N = \frac{\Sigma C}{V(n_1 + 0,1n_2)d}$$

Kde:

$\Sigma C$  – celkový počet kolonií spočítaných na vybraných Petriho miskách,

V – objem inokula v ml přenesený do každé Petriho misky,

$n_1$  – počet Petriho misek z 1. ředění použitého na výpočet,

$n_2$  – počet Petriho misek z 2. ředění použitého na výpočet,

d – ředící faktor shodný s 1. použitým ředěním.

## **4.4 Zpracování výsledků**

Pro složkové, fyzikální, hygienické a mikrobiální parametry byly stanoveny základní statistické charakteristiky zahrnující aritmetický průměr, medián, minimum, maximum, směrodatnou odchylku a variační koeficient. Tyto charakteristiky byly vypočítány v programu Excel (Microsoft 365).

## 5 Výsledky

### 5.1 Výsledky titrační kyselosti a pH

V Tabulce č. 8 je vyobrazena průměrná titrační kyselost 5,79 °SH a nejnižší hodnota se nacházela u vzorku č. 9, 17 a 20 (4,69°SH) a nejvyšší hodnota u vzorku č. 12 (7,04 °SH). Průměrná hodnota pH byla 7,01, kdy nejnižší hodnoty pH měl vzorek č. 7 (pH 6,65) a nejvyšší vzorek č. 19 (pH 7,47). Hodnoty titrační kyselosti vykázaly vyšší variační koeficient (13,38 %) než hodnoty pH, pro které byl vypočten nízký variační koeficient (3,89 %). V druhé polovině měření jsou patrné větší odchylky od rozmezí, které je typické pro titrační kyselost (6,2 až 7,8 SH) a pH (6,4 až 6,8) (Klimešová et al. 2022). Odchylné hodnoty titrační kyselosti a pH jsou vyznačeny žlutou barvou.

Tabulka č. 8 Hodnocení titrační kyselosti a pH

vzorek č.	Datum odběru vzorků	Titrační kyselost (průměrná spotřeba)	Titrační kyselost (SH)	pH
1	03.08.2023	0,70	6,59	6,68
2	15.08.2023	0,70	6,59	6,77
3	22.08.2023	0,65	6,31	6,80
4	29.08.2023	0,55	5,34	6,77
5	21.09.2023	0,55	5,36	6,84
6	25.09.2023	0,65	6,34	6,80
7	11.10.2023	0,55	5,14	6,65
8	16.10.2023	0,70	6,54	6,72
9	26.10.2023	0,50	4,69	6,81
10	19.11.2023	0,75	7,01	6,75
11	23.01.2024	0,65	6,08	7,11
12	31.01.2024	0,75	7,04	7,31
13	06.02.2024	0,55	5,16	7,15
14	14.02.2024	0,65	6,10	7,18
15	22.02.2024	0,60	5,63	7,13
16	29.02.2024	0,55	5,16	7,13
17	12.03.2024	0,50	4,69	7,34
18	13.03.2024	0,55	5,16	7,36
19	26.03.2024	0,65	6,10	7,47
20	27.03.2024	0,50	4,69	7,38
	Průměr	0,61	5,79	7,01
	Medián	0,63	5,85	6,97
	Minimum	0,50	4,69	6,65
	Maximum	0,75	7,04	7,47
	Směrodatná odchylka	0,08	0,75	0,27
	Variační koeficient (%)	13,47	13,38	3,89

## 5.2 Výsledky složkových ukazatelů

V Tabulce č. 9 jsou uvedeny složkové parametry zahrnující obsah tuku, bílkovin a laktózy, a také obsah tukuprosté a celkové sušiny. Nejvyšší obsah tuku byl zaznamenán u vzorku č. 14, a to 4,71 %, zatímco nejnižší obsah tuku byl zaznamenán u vzorku č. 11 (2,95 %). Průměrná hodnota obsahu mléčného tuku byla (3,82 %). Nejvyšší obsah bílkovin byl u vzorku č. 11 (3,65 %) a nejnižší u vzorku č. 3 (3,06 %). Průměrný obsah bílkovin byl (3,35 %), směrodatná odchylka byla pak (0,15). Obsah laktózy byl nejvyšší u vzorku č. 1 (4,86 %) a nejnižší u vzorku č. 2 (2,48 %). Průměrný obsah laktózy byl (4,50 %). Směrodatná odchylka obsahu laktózy se pohybovala v nižších rozptýlených hodnotách (0,48). Z těchto tří hlavních mléčných složek byla nejvyšší variabilita zaznamenána u tuku (13,9 %), nejnižší u bílkovin (4,58 %).

Průměrný obsah tukuprosté sušiny byl 8,66 %, nejvyšší naměřená hodnota tohoto parametru byla u vzorku č. 8 (8,97 %) a nejnižší u vzorku č. 17 (8,41 %). Průměr celkové sušiny byl (12,39 %). Maximum celkové sušiny bylo zaznamenáno u vzorku č. 10 (13,28 %), minimální hodnota tohoto ukazatele byla pak zaznamenána u vzorku č. 13 (11,70 %). Směrodatná odchylka u tukuprosté sušiny byla (0,16) a u celkové sušiny byla směrodatná odchylka (0,49). Vyšší variační koeficient, i když stále nízký, vykazala celková sušina (4,08 %)

Tabulka č. 9 Výsledky složkových ukazatelů

vzorek č.	Datum odběru vzorků	Tuk %	Bílkoviny %	Laktóza %	Tukuprostá sušina %	Celková sušina %
1	03.08.2023	3,29	3,13	4,86	8,66	11,81
2	15.08.2023	4,10	3,23	2,48	8,68	12,65
3	22.08.2023	4,25	3,06	4,66	8,43	12,56
4	29.08.2023	4,58	3,17	4,63	8,64	12,94
5	21.09.2023	3,14	3,41	4,74	8,82	11,85
6	25.09.2023	3,79	3,38	4,67	8,72	12,40
7	11.10.2023	4,25	3,24	4,58	8,49	12,61
8	16.10.2023	3,94	3,53	4,73	8,97	12,80
9	26.10.2023	4,47	3,46	4,54	8,76	13,12
10	19.11.2023	4,52	3,59	4,56	8,81	13,28
11	23.01.2024	2,95	3,65	4,54	8,92	11,77
12	31.01.2024	3,80	3,50	4,46	8,65	12,38
13	06.02.2024	3,30	3,38	4,43	8,45	11,70
14	14.02.2024	4,71	3,38	4,43	8,47	13,19
15	22.02.2024	3,67	3,42	4,58	8,67	12,28
16	29.02.2024	3,04	3,40	4,67	8,82	11,78
17	12.03.2024	3,50	3,22	4,58	8,41	11,89
18	13.03.2024	3,89	3,27	4,65	8,60	12,46
19	26.03.2024	3,75	3,30	4,66	8,63	12,31
20	27.03.2024	3,49	3,31	4,62	8,57	12,01
	Průměr	3,82	3,35	4,50	8,66	12,39
	Medián	3,80	3,38	4,60	8,66	12,39
	Minimum	2,95	3,06	2,48	8,41	11,70
	Maximum	4,71	3,65	4,86	8,97	13,28
	Směrodatná odchylka	0,52	0,15	0,48	0,16	0,49
	Variační koeficient (%)	13,91	4,58	10,83	1,85	4,08

### 5.3 Výsledky hygienických ukazatelů

V Tabulce č. 10 jsou uvedeny hodnoty PSB společně se základními statistickými charakteristikami. Žlutě jsou vyznačeny hodnoty PSB, které překročily hodnotu povolenou Nařízením EP a Rady. Průměrný obsah somatických buněk byl za sledované období 289 675 v 1 ml mléka, geometrický průměr pak 258 138 buněk v 1 ml mléka. Z Tabulky č. 10 je také zřejmé, že hodnota PSB dosahovala vyšších hodnot zvláště v druhé polovině sledování. Směrodatná odchylka vykazuje vysoký rozptyl hodnot okolo průměrné hodnoty. V porovnání se složkovými ukazateli vykázal parametr PSB vyšší variabilitu. Variační koeficient dosáhl téměř 50 %.

Tabulka č. 10 Výsledky hygienických ukazatelů

Vzorek č.	Datum odběru vzorků	Počet somatických buněk v 1 ml mléka
1	03.08.2023	125 000
2	15.08.2023	77 000
3	22.08.2023	511 000
4	29.08.2023	177 000
5	21.09.2023	156 000
6	25.09.2023	229 000
7	11.10.2023	162 250
8	16.10.2023	232 000
9	26.10.2023	251 750
10	19.11.2023	189 250
11	23.01.2024	225 750
12	31.01.2024	486 750
13	06.02.2024	520 000
14	14.02.2024	409 000
15	22.02.2024	368 000
16	29.02.2024	426 500
17	12.03.2024	256 500
18	13.03.2024	285 250
19	26.03.2024	257 250
20	27.03.2024	448 250
	Průměr	289 675
	Geometrický průměr	258 138
	Medián	254 125
	Minimum	77 000
	Maximum	520 000
	Směrodatná odchylka	132108,46
	Variační koeficient (%)	46,58

## 5.4 Výsledky mikrobiologických ukazatelů

V Tabulce č. 11 jsou uvedeny hodnoty CPM v KTJ v 1 ml vzorku mléka. Hodnoty, které jsou vyznačené žlutou barvou, překročily hodnotu povolenou Nařízením EP a Rady. Průměrný obsah CPM byl pro sledované období 108 969 KTJ/ml, geometrický průměr byl pak 56 611 KTJ/1 ml. V druhé části pozorování byly pozorovány vyšší hodnoty CPM. Směrodatná odchylka má vyšší rozptyl okolo průměrné hodnoty. Variační koeficient dosáhl hodnoty 97,06 %, což vykazuje vysokou variabilitu v rozptylu dat.

Tabulka č. 11 Výsledky mikrobiologických ukazatelů

vzorek č.	Datum odběru vzorků	Celkový počet mikroorganismů (KTJ v 1 ml mléka)
1	03.08.2023	58 000
2	15.08.2023	20 050
3	22.08.2023	242 500
4	29.08.2023	19 000
5	21.09.2023	206 000
6	25.09.2023	8 476
7	11.10.2023	4 227
8	16.10.2023	65 333
9	26.10.2023	22 682
10	19.11.2023	115 000
11	23.01.2024	10 180
12	31.01.2024	158 181
13	06.02.2024	160 000
14	14.02.2024	135 000
15	22.02.2024	13 181
16	29.02.2024	5 600
17	12.03.2024	172 727
18	13.03.2024	400 000
19	26.03.2024	153 250
20	27.03.2024	210 000
	Průměr	108 969
	Geometrický průměr	53 611
	Medián	90 167
	Minimum	4 227
	Maximum	400 000
	Směrodatná odchylka	103091,12
	Variační koeficient (%)	97,06

## 6 Diskuze

Hlavním cílem této práce bylo stanovit mléčné parametry mléka tyrolského šedého skotu chovaného v České republice a porovnat je s mléčnými parametry mléka tohoto plemene chovaného v jeho domovině.

Průměrná hodnota titrační kyselosti byla 5,79 °SH, což je hodnota mimo doporučené rozmezí (6,2 až 7,8 SH) (Klimešová et al. 2022). Ježková (2016) uvádí, že nízká titrační kyselost je zaznamenána při mastitidě, kdy hodnoty mohou klesat až ke 4 °SH. Velmi nízká titrační kyselost byla zaznamenána zvláště během února a března. Na vině byla zřejmě klinická mastitida, která byla prokázána u prvotelky v březnu. Dále také v únoru proběhla úprava paznehtů kvůli kulhání několika dojníc. Dle Justové (2015) může i tento zákrok způsobit nižší titrační kyselost. Sledované pH bylo v první polovině nižší než v druhé polovině analýzy. Průměrná hodnota pH byla 7,01. Podle Šustové & Sýkory (2013) je tato hodnota mimo doporučené rozmezí 6,4 – 6,8. Vyšší hodnoty pH zaznamenané zvláště v druhé polovině měření mohou být, stejně jako u titrační kyselosti, indikátorem klinické mastitidy (Gajdůšek 1996). Studie popisující kyselost mléka tyrolského šedého skotu nebyly nalezeny.

Průměrný obsah tuku u sledovaných vzorků byl 3,82 %. Tento průměr se velmi přibližuje hodnotám obsahu tuku v mléku tyrolského šedého skotu, které uvádí například Gottardo et al. (3,95 %; 2017). Výroční zpráva od státního kontrolního ústavu v Rakousku pak uvádí, že za rok 2023 byl obsah tuku v mléku tyrolského šedého skotu 3,91 %. Oficiální italské stránky určené chovatelům tyrolského šedého skotu pak uvádí, že průměrný obsah tuku v mléku tohoto plemene byl 3,80 % za rok 2022. Velmi podobný průměr obsahu mléčného tuku (3,77 %) uvádí i oficiální švýcarské stránky tyrolského šedého skotu za období 2022/2023. (Anonym 2022; Anonym 2024c; Anonym 2024d). Bouška et al. (2006) naznačuje, že obsah tuku může být ovlivněn obsahem vlákniny v krmivu, která zabezpečuje dostatečnou produkci slin, které následně neutralizují těkavé mastné kyseliny a zvyšuje se obsah mléčného tuku, z toho to důvodu mohl mít tyrolský šedý skot v České republice nižší hodnoty.

Průměrný obsah bílkovin byl v mléce 3,35 %. Mírně vyšších hodnot v rámci obsahu bílkovin v mléku tyrolského šedého skotu dosáhli ve studii Niero et al. (2021), a to 3,57 %. Téměř stejné hodnoty obsahu bílkovin pak uvádí výroční zpráva od státního kontrolního ústavu v Rakousku 3,33 %. Průměrný obsah bílkovin tyrolského šedého skotu se rovněž velmi blížil průměru, které uvádějí italské (3,36 %) i švýcarské (3,34 %) oficiální webové stránky tohoto plemene (Anonym 2022; Anonym 2024c; Anonym 2024d). Obdobného obsahu bílkovin jako v zahraniční studii bylo zřejmě dosaženo dobře nastavenou krmnou dávkou. Jak uvádí Stádník et al. (2000) je důležité dbát na vyváženou krmnou dávku, aby se v krmivu nenacházelo větší množství tuku a aby bylo krmivo kvalitní na bílkoviny. Dále podle Veselého (2005), je obsah bílkovin ovlivnitelný krmivem, ale může být ovlivněn i plemenem a stádiem laktace.

Průměrný obsah laktózy byl 4,50 %, což se pouze mírně liší s hodnotou, kterou doporučuje Samková (2012), a to 4,8 %. U vzorku č. 2 (2,48 %) byl zaznamenán nejnižší obsah laktózy za celé sledované období, což mohlo být ovlivněno stádiem laktace, jelikož v tu dobu se na farmě otelily tři krávy. Tento možný vliv na laktózu rovněž popsali i Hanuš et al. (2010).

Dále byly v rámci složkových ukazatelů sledovány tukuprostá a celková sušina. Oba tyto parametry dosahovaly hodnot typických pro kravské mléko (Lukášová 1999; Šustové 2015).

Geometrický průměr PSB byl za sledované období 258 138 buněk v 1 ml mléka, což splňuje Nařízení EP a Rady č. 1662/2006 (č. 853/2004), které uvádí, že PSB musí být  $\leq 400\,000$  buněk v ml mléka. Ze studie od Magro et al. (2023) bylo zjištěno, že v Tyrolsku dojnice tyrolského šedého skotu produkují mléko s obsahem PSB pod 200 000 buněk/ml, což výrazně méně než v této studii. Šustová et al. (2016) uvádí, že vyšší hladiny somatických buněk mohou být způsobeny faktory jako říje, pokročilá fáze laktace či stres. V případě vzorků č. 3 a 17 se zvýšené hodnoty somatických buněk shodovaly s obdobím říje u jedné z dojnic. Kromě toho vzorek č. 13 (520 000 somatických buněk/1 ml mléka) zahrnoval dojnici, která byla nedávno po otelení, což mohlo přispět k vyšším hladinám somatických buněk. U vzorku č. 12 (486 750 somatických buněk/1 ml mléka) bylo pět krav v období před otelením, což je také spojeno s vyššími hladinami somatických buněk kvůli hormonálním změnám. Ve vzorku č. 14 (409 000 somatických buněk/1 ml mléka) bylo mléko od tří dojnic, které byly krátce po otelení, což zvyšuje riziko mastitidy. Jak uvádí Borneman & Ingham (2014), zvýšený PSB v mléce je také často známkou zánětu mléčné žlázy, obvykle způsobeného mastitidou. Když dojnice trpí zánětem nebo infekcí, její imunitní systém reaguje zvýšením počtu somatických buněk, které bojují proti infekci. Podle Nařízení EP a Rady č. 1662/2006 (č. 853/2004) by měl být obsah CPM do 100 000 KTJ v 1 ml mléka. Geometrický průměr CPM byl v této studii 53 611 KTJ/ml, což nařízení splňuje. Některé vzorky vykazaly vyšší hodnoty CPM. U vzorků č. 3 (242 500 KTJ/1 ml mléka), 12 (158 181 KTJ/1 ml mléka), 13 (160 000 KTJ/1 ml mléka) a 20 (210 000 KTJ/1 ml mléka) byly zvýšené hodnoty CPM, které kopírovaly trend PSB.



## 7 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo porovnat mléko tyrolského šedého skotu chovaného v České republice s údaji z literatury a s informacemi z jiných zemí, kde se toto plemeno běžně chová. Bylo zjištěno, že obsah tuku a bílkovin se v podstatě neliší od výsledků, které uvádějí studie popisující tyto složkové parametry mléka tyrolského šedého skotu zaměřující se na kravské mléko různých mléčných plemen. Obsah laktózy, tukuprosté sušiny a celkové sušiny odpovídaly literárním údajům. Titrační kyselost byla nižší a pH bylo vyšší, než je obvyklé, což bylo zřejmě způsobeno zdravotním stavem mléčné žlázy.

Ač byly hodnoty PSB a CPM vyšší, splňovaly limity uvedené v Nařízení EP a Rady č. 1662/2006 (č. 853/2004). Vyšší hodnoty PSB a CPM byly zřejmě způsobeny stádiem laktace, řídí, zánětem mléčné žlázy a kontaminací na podestýlce. Aby se zajistilo, že zvýšené hygienické a mikrobiologické parametry nebudou mít negativní dopad na výrobní technologii mléčných produktů, měla by se přijmout vybraná opatření eliminující například výskyt mastitid. Je nezbytné zaměřit se na zoohygienu a mikrobiální kontrolu mléka, protože to jsou klíčové oblasti, které mohou vést k vyššímu PSB a CPM. Zavést by se měla faremní kultivace následovaná identifikací patogenů v akreditované laboratoři, aby se identifikoval a odstranil případný zdroj kontaminace. Kromě toho by měla být zavedena opatření, které zajistí účinnou prevenci proti mastitidě a udržení PSB a CPM v přijatelných mezích. Důležitou součástí prevence mastitidy je důkladná dezinfekce nejen struků před a po dojení, ale i dalších částí dojícího zařízení a častější nastýlání lože a pravidelnou dezinfekci podestýlky. Následně by se měla kontrolovat hygiena zaměstnanců pracujících na dojárně.

Ze získaných výsledků vyplývá, že některé mléčné parametry mohou dosahovat stejných hodnot jako v tradičních podmínkách chovu tohoto plemene. Tento výzkum by mohla rozšířit studie zaměřující se detailněji na faremní vnější a vnitřní faktory ovlivňující zvláště PSB a CPM.

## 8 Literatura

Adam AC, Rubio-Teixeira M, Polaina J. 2004. Lactose: The milk sugar from a biotechnological perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. PubMed **44**: 7-8.

Anonym. 2019. Funktionelle Eigenschaften. LKV Tirol, Rakousko. Available from <https://www.tiroler-grauvieh.at/zucht/milchleistungskontrolle/funktionelle-eigenschaften.html> (accessed 2019).

Anonym. 2022. Caratteristiche e produzioni. Associazione nazionale allevatori bovini di azza grigio alpina, Itálie. Available from <https://www.grigioalpina.it/caratteristiche-e-produzioni/> (accessed 2022).

Anonym. 2023. O plemeni. Svaz chovatelů holštýnského skotu, Česká republika. Available from <https://www.holstein.cz/cz/o-plemeni> (accessed 2023).

Anonym. 2024a. Die Zucht. Tiroler Grauviehzuchtverband, Rakousko. Available from <https://www.tiroler-grauvieh.at/zucht.html> (accessed 2024).

Anonym. 2024b. Tiroler Grauvieh. Fleisch-reinder, Rakousko. Available from <https://www.fleischrinder.at/rassen/tiroler-grauvieh/> (accessed 2024).

Anonym. 2024c. Das Fleischrinderherdebuch. Mutterkuch Schweiz, Švýcarsko. Available from [https://www.mutterkuh.ch/content/1/Downloads/Herdebuch/DE/flhb\\_broschuere\\_d.pdf](https://www.mutterkuh.ch/content/1/Downloads/Herdebuch/DE/flhb_broschuere_d.pdf) (accessed 2024).

Anonym. 2024d. Rasse. Südtiroler Rinderzuchtverband, Itálie. Available from <https://www.rinderzuchtverband.it/rassen.html#ra-grauvieh> (accessed 2024).

Bartoš V. Majitel farmy v obci Staré Bříšťě [emailové sdělení]. Bříšťě, 11.03.2024.

Benić M, et al. 2018. Bovine mastitis: A persistent and evolving problem requiring novel approaches for its control - A review. *Veterinarski Arhiv* **88** (e116). DOI 10.24099/vet.arhiv.0116.

Bouška J, et al. 2006. Chov dojeného skotu. Profi Press, Praha. ISBN 80-86726-16-9

Čížková H. 2019. Falšování mléka a výrobků z mléka s podílem mléka. Potravinyinfo, Praha. Available from <https://www.potravinyinfo.cz/33/falsovani-jedlych-tuku-a-oleju-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EstVtRjpnQxZO0VG3EztIBakukZUzLWmsA/> (accessed January 2019).

Dewettinck K, Rombaut R, Thienpont N, Le TT, Messens K, Van Cam J. 2008. Nutritional and technological aspects of milk fat globule membrane material. *International Dairy Journal* **18**: 436-457.

- Doležal O. 2000. Mléko, dojení, dojírny. Agrospoj: informační týdeník pro podnikatele, Praha. ISSN 2464-6008.
- Dostálová J. 2003. Srovnání výživové hodnoty kravského mléka a sójových nápojů. Výživa a potraviny **58**: 2-3.
- Drögemüller C, et al. 2011. An unusual splice defect in the mitofusin 2 gene (mfn2) is associated with degenerative axonopathy in tyrolean grey cattle. PLoS ONE 6 (e18931) DOI: 10.1371/journal.pone.0018931.
- Fajfrová J. 2011. Vitaminy a jejich funkce v organismu. Interní medicína pro praxi **13**: 466-468.
- Flach LF, Kühl S, Lambertz C, Gauly M. 2021. Environmental impact and food production of small-scale mountain dairy farms at different supplementation levels. Journal of Cleaner Production 310 (e127429) DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.127429.
- Flachowsky G, Franke K, Meyer U, Leiterer M, Schöne F. 2014. Influencing factors on iodine content of cow milk. European Journal of Nutrition **53**: 351-365.
- Fox PF, McSweeney PLH. 2009. Advanced dairy chemistry Volume 3: Lactose, Water, Salts and Minor Constituents. Springer. Ireland.
- Fox PF, Mcsweeney PLH. 1998. Dairy chemistry and biochemistry. Blackie Academic & Professional. Thomson Science. Great Britain.
- Fox PF, Uniacke-Lowe T, McSweeney PLH, O'Mahony JA. 2015. Dairy Chemistry and Biochemistry Second Edition. Springer. Switzerland.
- Gajdůšek S. 2003. Laktologie. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno. ISBN 80-715-7657-3.
- Gajdůšek S. 1996. Vliv mastitidního onemocnění na mléčnou produkci, složení, kvalitu a technologické vlastnosti mlék. In: Sborník ze semináře "Kontrola mastitid při produkci mléka., VÚCHS Rapotín, 25-27 s
- Gangurde HH, Chordiya MA, Patil PS, Baste NS. 2011. Whey protein. Scholars' Research Journal **2**: 69-77
- Gottardo P, Penasa M, Righi F, Lopez - Villalobos N, Cassandro M, De Marchi M. 2017. Fatty acid composition of milk Holstein – Friedlan, Brown Swiss, Simmental and Alpine Grey cows predicted by mid – infrared. Italian Journal of Animal Science **16**:380-389
- Justová A. 2015. Vliv zdravotního stavu dojníc na množství, složení a technologické vlastnosti mléka [Bakalářská práce]. Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Brno.
- Hanuš O, Samková E, Špička J, Sojková K, Hanušová K, Kopec T, Vyletělová M, Jedelská R. 2010. Vztah koncentrace zdravotně významných skupin mastných kyselin ke složkám a

technologickým vlastnostem kravského mléka. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Meneliana Brunensis* **58**: 137-154.

Hruskar M, Vahčić N, Marković K, Banović M, Cilic Baric I. 2010. Essential minerals in milk and their daily intake though milk consumption. *Mljekarstvo* **60**: 77-85.

Ilečko T. 2020. Je mléko opravdu zdravé a vhodné pro každého? Toto byste měli vědět!. GymBeam, Německo. Available from <https://gymbeam.cz/blog/je-mleko-opravdu-zdrave-a-vhodne-pro-kazdeho-toto-byste-meli-vedet/> (accessed September 2020)

Jain B, Anuj T, Bharat BB, Jhala MK. 2012. Antibiotic resistance and virulence genes in *Streptococcus agalactiae* isolated from cases of bovine subclinical mastitis. *VETERINARSKI ARHIV* **82**: 423–432.

Ježková A. 2013b. O zdraví mléčné žlázy. *Náš chov* **2**: 49-50.

Ježková A. 2013a. Umíme vyžrát na mastitidu? *Náš chov* **8**: 36-38.

Ježková A. 2016. Vliv mastitidy na složení a kvalitu mléka a na trvanlivost mléčných výrobků. Available from <https://naschov.cz/vliv-mastitidy-na-slozeni-a-kvalitu-mleka-a-na-trvanlivost-mlecnych-vyrobku/> (accessed September 2016).

Kadlec P. 2002. *Technologie potravin II. Vysoká škola chemicko-technologická. Praha.*

Klímešová M, Nejeschlebová H, Hanuš O, Vorlová L, Necidová L, Bursová Š, Nejeschlebová L, Vondrušková E, Kopecký J. 2022. Vliv teploty na vybrané ukazatele syrového mléka. *Mlékařské listy* **194**: 16-22.

Kopáček J. 2017. Laktózová intolerance, její příznaky a nutriční řešení. *Mlékařské listy* **165**: 11-16.

Kopečný J. 2004. Konjugovaná kyselina linolová – je skutečně tak důležitá?. Osel, Praha. Available from <https://www.osel.cz/867-konjugovana-kyselina-linolova-je-skutecne-tak-dulezita.html/> (accessed August 2004).

Kopřiva V. 2002. Mléko a mlezivo-hlavní rozdíly a nutriční význam mléka ve výživě. Available from [https://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/VY\\_04\\_03.pdf](https://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/VY_04_03.pdf) (accessed 2002).

Kořínková -Seifertová E. 2018. Tyrolský skot také v Čechách. *Náš chov*. **12**: 15-17.

Kuchtík J, Šustová K, Kalhotka L, Pavlata L. 2015. Celkový počet mikroorganismů a počet somatických buněk v kozím mléce a jejich korelace. *Mlékařské listy* **152**: 19-26.

Li K, et al. 2018. The good, the bad, and the ugly of calcium supplementation: A review of calcium intake on human health. Dove Medical Press Ltd. *Clinical Interventions in Aging* **13**: 2443-2452.

- Lukášová J. 1999. Hygiena a technologie produkce mléka. VFU v Brně, Brno, ISBN 80–85114–53–4.
- Macek A, Samkové E, Hanuš O, Špička J, Sojková K, Kopecký J. 2010. Mastné kyseliny v mléčném tuku a jejich hodnocení ve vztahu k ostatním ukazatelům kvality mléka. *Mlékařské listy* **121**: 26-31
- MacGibbon AKH. 2020. Composition and Structure of Bovine Milk Lipids. In: McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., O'Mahony, J.A. (eds) *Advanced Dairy Chemistry, Volume 2*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-48686-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-48686-0_1)
- Magro S, Costa A, De Marchi M. 2023. Total and Differential Somatic Cell Count in Italian Local Cattle Breeds: Phenotypic Variability and Effect on Milk Yield and Composition. *Animals*. 13(7) (e1249) DOI 10.3390/ani13071249.
- Mancin E, Sartori C, Guzzo N, Tuliozi B, Mantovanl R. 2021. Selection response due to different combination of antagonistic milk, beef, and morphological traits in the Alpine grey cattle breed. *Animals*. 11(5) (e1340). DOI 10.3390/ani11051340.
- Ministerstvo zemědělství. 2016. Zpřesnění pravidel certifikace produktů v režimu jakosti Q1 u producentů a zpracovatelů zemědělských produktů. Available from <https://objekty.epis.cz/files/vestniky/vmze1-16-02pdf.pdf> (accessed March 2016).
- Navrátila P. 2002. Problematika reziduí inhibičních látek v syrovém kravském mléce. *Veterinářství* **52**: 478-481.
- Navrátilová P, Králová M, Janštová B, Přidalová H, Cupáková Š, Vorlová L. 2012. Hygiena produkce mléka. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Brno.
- Navrátilová P, Vyhnálková J, Jeřábková J. 2016. Rychlé specifické testy pro kontrolu přítomnosti reziduí inhibičních látek v mléce. *Mlékařské listy* **155**: 14-17.
- Evropská unie. Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. Pages 55-205 in *Úřední věstník L 139*, Lucembursko.
- Nejeschlebová H, Hanuš O, Samková E, Vorlová L, Broková M, Kučera J, Lipovský D, Tišnovská M, Hasoňová L, Hálová K, Jedelská R. 2022. Výskyt reziduí inhibičních látek v syrovém kravském mléce v České republice - možná srovnání. *Mlékařské listy* **190**: 1-8.
- Nelson CD, Lippolis JD, Reinhardt TA, Sacco RE, Powell JL, Drewnoski ME, O'Neil M, Beiz D, Weiss W. 2016. Vitamin D status of dairy cattle: Outcomes of current practices in the dairy industry. *Journal of Dairy Science*. **99**(12): 10150–10160.
- Němečková I, Pešek E, Hanušová J, Roubal P. 2012. Kultivační metody stanovení bakterií rodu *Pseudomonas* v mléce. *Mlékařské listy* **131**: 1-5

Niero G, Franzoi M, Manuelian CL, Visentin G, Penasa M, De Marchi M. 2021. Protein profile of cow milk from multibreed herds and its relationship with milk coagulation properties. *Italian Journal of Animal Science*. **20**: 2232–2242.

Nožina L. Vedoucí odboru ústřední evidence ČMSCH [emailové sdělení]. Hradištko, 27.02.2024

Ohlsson L. 2010. Dairy products and plasma cholesterol levels. Swedish Nutrition Foundation. *Food and Nutrition Research* 54 (e5124). DOI 10.3402/fnr.v54i0.5124.

Pavlata L. 2014. Diagnostika, klasifikace a terapie mastitid. In: *Nové poznatky v oblasti mastitid přežvýkavců*. Editoriál: Balbánová et al. 2014. 1. vydání. Brno. Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-178-9. 4-9 s

Park YW, Juárez M, Ramos M, Haenlein GFW. 2007. Physico – chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. **68**: 88-113.

Perlín C, Turek B. 2007. Mléko a krevní hladina cholesterolu. *Bezpečnost potravin*, Praha. Available from <https://bezpecnostpotravin.cz/mleko-a-krevni-hladina-cholesterolu/> (accessed February 2007)

Rosenquist MT, Tůma J. 2014. Rostlinné tuky ve výživě člověka. *Mlékařské listy* **147**: 23-27 s.

Ruska D, Jonkus D. 2014. Crude Protein and Non-protein Nitrogen Content in Dairy Cow Milk. *Proceedings of the Latvia University of Agriculture*. **32**: 36–40.

Sadiq U, Gill H, Chandrapala J. 2021. Casein micelles as an emerging delivery system for bioactive food components. *MDPI AG. Foods* 10 (e1965). DOI 10.3390/foods10081965.

Sambras HH. 2006. Atlas plemen hospodářských zvířat: skot, ovce, kozy, koně, osli, prasat: 250 plemen. Brázda, Praha. ISBN 80-209-0344-5.

Samková E. 2012. Mléko: produkce a kvalita. 1 vydání. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 978-80-7394-383-7.

Skalka V, Vašíčková M, Čurda L. 2014. Obsah imunoglobulinů jako indikátor kvality kolostra. *Mlékařské listy* **144**: 7-10.

Sluková M. 2016. Výroba potravin a nutriční hodnota. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha. ISBN 978-80-7080-947-1.

Stádník L, Louda F, Toušová R, Scheinherrová K. 2000. Vliv výživy dojnic na obsah bílkovin v mléce. Available from <http://www.agriz.cz/clanek/109752/> (accessed May 2000).

Stránký M, Ryšavá L. 2010. Fyziologie a patofyziologie výživy. Jihočeská univerzita v českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, České Budějovice. ISBN: 978-80-7394-478-0. 274 s.

- Štolcová M. 2020. Mastné kyseliny v kravském mléce: význam, syntéza, metabolismus a vztah k energetické bilanci dojnic. Výzkumný ústav živočišné výroby. Available from <https://www.ctpz.cz/vyzkum/mastne-kyseliny-v-kravskem-mlece-vyznam-synteza-metabolizmus-a-vztah-k-energeticke-bilanci-dojnic-1042> (accessed December 2020).
- Šustová K, Kuchtík J, Kalhotka L. 2016. Vliv zvýšeného počtu somatických buněk na kvalitu mléka. *Mlékařské listy* **154**: 13-15.
- Šustová K, Poláčková M, Kuchtík J. 2015. Možnosti detekce mastitid měřením enzymatické aktivity. *Mlékařské listy* **149**: 1-7.
- Šustová K, Sýkora V. 2013. *Mlékárenské technologie*. Mendelova univerzita v Brně, Brno. ISBN 978-80-7375-704-5.
- Tančin V, Tančinová D. 2008. *Strojé dojenie krav a kvalita mlieka*. 1. vydání. Nitra. ISBN 987-80-88872-80-1. 65-85 s.
- Toffanin V, De Marchi M, Lopez-Villalobos N, Cassandro M. 2015. Effectiveness of mid-infrared spectroscopy for prediction of the contents of calcium and phosphorus, and titratable acidity of milk and their relationship with milk quality and coagulation properties. *International Dairy Journal*. **41**: 68–73.
- Vegarud GE, Langsrud T, Svenning C. 2000. Mineral-binding milk proteins and peptides; Occurrence, biochemical and technological characteristics. CAB International. *British Journal of Nutrition* **84**: 91-98.
- Veselý K. 2005. Mléko jako ukazatel zdraví dojnic – bílkoviny. Available from <https://vetweb.cz/mleko-jako-ukazatel-zdravi-dojnic-bilkoviny/> (accessed September 2005).
- Vlčková Pelnerová I. 2023. *Grauvieh*. Český svaz chovatelů málopočetných dojných plemen skotu, Hradištko. Available from <https://www.csmdp.cz/grauvieh> (accessed 2023).
- Vohryzková J. *Majitelka farmy U krávy Amálky [ústní sdělení]*. Třešovice, 20.01.2024.
- Wattiaux M. 1998. Protein metabolism in dairy cows. *The Babcock Institute* **5**: 17-20.
- Zákon č. 154/2000 Sb. Zákon o šlechtění, plemenitbě a evidenci hospodářských zvířat a o změně některých souvisejících zákonů (plemenářský zákon) In: *Zákony pro lidi*. Available from <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-154> (accessed January 2001)
- Zanon T, König S, Gaul M. 2020. A comparison of animal-related figures in milk and meat production and economic revenues from milk and animal sales of five dairy cattle breeds reared in Alps region. *Italian Journal of Animal Science* **19**: 1318-1328.