



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů

Diplomová práce

Vyhodnocení kvalitativních parametrů mléka ve vybraném podniku

Autor práce: Bc. Vladimír Janů
Vedoucí práce: doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.
Konzultant práce: doc. MVDr. Lucie Hasoňová, Ph.D.

České Budějovice
2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Cílem této práce bylo vyhodnocení mléčné produkce a kvality syrového kravského mléka na vybrané farmě. Byly vyhodnoceny bazénové a individuální vzorky mléka. Analýza bazénových vzorků mléka byla vypracovaná na základě dat poskytnutých od vybraného podniku. Data o parametrech kvality u individuálních vzorků mléka byla získána na základě laboratorního vyšetření odebraných vzorků. Z bazénových vzorků byl zjištěn vliv roku a kalendářního měsíce jako statisticky významný u hodnot počtu somatických buněk, celkového počtu mikroorganismů, bodu mrznutí, obsahu tuku, bílkovin, tukuprosté sušiny a laktózy a pH mléka. V individuálních vzorcích mléka byl zjištěn ve složení mléka vyšší obsah bílkovin a nižší obsah kyseliny citrónové, než je jejich obvyklý obsah v mléce. Z obsahu mastných kyselin v mléčném tuku byl stanoven nejvyšší obsah nasycených mastných kyselin.

Klíčová slova: mléko, složení mléka, mikrobiologická a hygienická kvalita mléka

Abstract

The aim of this study was to evaluate milk production and quality of raw cow milk on a selected farm. Pool and individual milk samples were evaluated.

The analysis of pool milk samples was done based on the data provided from the selected farm. Data on quality parameters for individual milk samples were obtained from laboratory examination of the collected samples. From the pool samples, the effect of year and calendar month was found to be statistically significant for the values of somatic cell count, total number of microorganisms, freezing point, fat content, protein content, non-fat dry matter and lactose and pH of milk. In the individual milk samples, the protein content and citric acid content of the milk were found to be higher than the normal milk content. Of the fatty acid content of milk fat, the highest saturated fatty acid content was found.

Keywords: milk, milk composition, microbiological and hygienic quality of milk

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí diplomové práce doc. Ing. Evě Samkové, Ph.D. za poskytnuté cenné informace, konzultace a odborné vedení při psaní této diplomové práce.

Obsah

Úvod.....	7
1 Literární přehled.....	8
1.1 Mléčná produkce.....	8
1.2 Mikrobiologická a hygienická hodnota mléka.....	10
1.2.1 Celkový počet mikroorganismů	10
1.2.2 Počet somatických buněk.....	14
1.2.3 Rezidua inhibičních látek.....	16
1.3 Složení mléka	18
1.3.1 Mléčný tuk	18
1.3.2 Bílkoviny.....	21
1.3.3 Laktóza.....	22
2 Cíl.....	24
3 Materiál a metodika	25
3.1 Charakteristika podniku	25
3.1.1 Charakteristika chovaných plemen dojníc	25
3.1.2 Chov dojníc v podniku a postup dojení	25
3.1.3 Charakteristika krmné dávky	26
3.2 Odběr a analýza vzorů mléka	26
3.3 Statistické zpracování dat.....	28
4 Výsledky a diskuse.....	30
4.1 Vyhodnocení kvality bazénových vzorků mléka	30
4.1.1 Vybrané faktory ovlivňující složení mléka	30
4.1.2 Vybrané faktory ovlivňující hygienickou kvalitu mléka	40
4.2 Vyhodnocení kvality individuálních vzorků mléka	45
4.2.1 Složení mléka	45

4.2.2 Zastoupení MK mléka.....	49
Závěr	56
Seznam použité literatury.....	57
Seznam internetových zdrojů.....	63
Seznam grafů.....	65
Seznam obrázků	66
Seznam tabulek	67
Seznam použitých zkratk.....	68

Úvod

Mléko je základní potravinou vyváženou z hlediska nutričního a nezbytnou pro správnou výživu spotřebitelů. Při výrobě mléčných výrobků je důležité zajistit správnou kvalitu a složení mléka, neboť tyto ukazatele hrají klíčovou roli při jeho zpeněžování.

Složení a kvalitu mléka může ovlivnit celá řada faktorů, mezi které se řadí například zdravotní stav dojnic, krmení, individualita dojnic, stres, léčení dojnic, prostředí, kontaminace po nadojení mléka, nevhodné skladování mléka atd. Na prvním místě by měla být u producentů mléka zejména pohoda a zdraví dojnic, protože jenom spokojená a zdravá dojnice dokáže produkovat mléko ve správné kvalitě a složení. Proto je důležité dbát na čistotu ve stájích dojnic nebo správné složení krmné dávky v odpovídající kvalitě.

Mléčnou produkci v ČR zajišťují poslední dobou zejména velké podniky. Vzhledem k náročnosti mléčné produkce se menší podniky zaměřují spíše na masnou produkci nebo ukončují svou činnost podnikání.

Cílem diplomové práce bylo vyhodnocení mléčné produkce a kvality syrového kravského mléka na menší farmě.

1 Literární přehled

1.1 Mléčná produkce

Mléčná produkce je hlavním odvětvím živočišné výroby, ale zároveň jde o odvětví pracovně, organizačně i ekonomicky nejnáročnější. Navazující zpracování mléka je nejvýznamnější součástí potravinářského průmyslu. Toto konstatování platí jak pro Českou republiku (ČR), tak pro většinu zemí Evropské unie (EU). Pro chovatele dojníc je syrové kravské mléko hlavním tržním produktem a pro zpracovatele (mlékárny) je základní surovinou (Kvapilík a Syrůček, 2014).

Například v roce 2019 bylo celosvětově vyprodukováno 852 miliónů tun kravského mléka. Největším producentem mléka byla v roce 2019 Indie s roční produkcí mléka 196 miliónů tun (Veselá a kol., 2020). Z celkového množství produkce připadá 31 % na Asii, 24 % na EU, 18 % na Severní a Střední Ameriku, 9 % na Jižní Ameriku, 8 % na ostatní evropské země mimo EU, 6 % na Afriku a 4 % na Oceánii (Kopáček, 2019).

V EU je mléčná produkce praktikována v každé členské zemi a představuje významný podíl hodnoty zemědělské produkce EU. V EU se celková produkce mléka odhaduje přibližně na 155 milionů tun ročně. Hlavními producenty jsou Německo, Francie, Polsko, Itálie, Nizozemsko a Španělsko. Těchto šest zemí společně představuje téměř 70 % z celkové produkce mléka v EU. V roce 2018 byla v EU průměrná roční produkce 7 000 kg mléka na kus (EK, 2022). Největší producenti v rámci zemí EU a dále informace o ČR jsou znázorněny v tabulce 1.1.

Tabulka 1.1: Porovnání mléčné produkce největších producentů EU a ČR v letech 2016–2020

Země	Dodávky mléka (tis. t)		Obsah tuku (%)		Obsah bílkovin (%)	
	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x
Německo	2690	119	4,11	0,12	3,45	0,08
Francie	2046	126	4,03	0,12	3,25	0,07
Polsko	988	58	4,04	0,11	3,31	0,07
Itálie	1005	66	3,80	0,09	3,43	0,05
Nizozemsko	1171	47	4,40	0,14	3,56	0,07
Španělsko	594	28	3,68	0,17	3,27	0,06
ČR	239	24	3,90	0,11	3,46	0,08

Zdroj: Pokorný, 2021

V ČR bylo v roce 2021 chováno 358 719 dojných krav a za stejné období bylo vykoupeno v celkovém množství (tis. l) od producentů celkem 3 046 486 litrů mléka. V roce 2021 byl průměrný obsah tuku v mléce 4,04 % a průměrný obsah bílkovin 3,57 %. Průměrná cena za litr mléka v roce 2021 byla 9,09 Kč (MZe, 2022).

Tabulka 1.2: Nákup kravského mléka v ČR v letech 2019 – 2021

Měsíc	2019		2020		2021	
	Množství (tis. l)	Průměrná cena (Kč/l)	Množství (tis. l)	Průměrná cena (Kč/l)	Množství (tis. l)	Průměrná cena (Kč/l)
1.	250 864	9,13	265 323	8,96	255 547	8,80
2.	230 470	9,08	249 845	8,87	234 166	8,82
3.	260 118	9,02	272 422	8,84	264 511	8,84
4.	255 081	8,93	264 879	8,62	258 441	8,88
5.	264 338	8,86	274 034	8,36	268 211	8,90
6.	248 933	8,68	261 055	8,29	256 135	8,90
7.	256 793	8,61	267 751	8,25	260 990	8,86
8.	251 767	8,58	259 960	8,26	258 028	8,94
9.	238 272	8,65	248 025	8,36	245 362	9,08
10.	243 292	8,78	250 929	8,56	250 024	9,35
11.	238 756	8,90	241 196	8,71	241 873	9,63
12.	254 005	8,97	252 680	8,80	253 198	9,86

Zdroj: MZe, 2022

V tabulce 1.2 je uvedena produkce mléka v ČR za poslední 3 roky. Z tabulky vyplývá, že množství mléka v ČR se měsíčně pohybuje okolo 250 000 litrů mléka. V tabulce 1.3 jsou uvedeny průměrné měsíční hodnoty obsahu tuku a bílkovin za poslední 3 roky.

Tabulka 1.3: Průměrné hodnoty obsahu tuku a bílkovin v ČR v letech 2019 – 2021

Měsíc	2019		2020		2021	
	Tuk (%)	Bílkoviny (%)	Tuk (%)	Bílkoviny (%)	Tuk (%)	Bílkoviny (%)
1.	4,13	3,58	4,1	3,54	4,02	3,55
2.	4,08	3,54	4,04	3,50	3,96	3,50
3.	4,04	3,48	4,04	3,49	3,94	3,50
4.	3,98	3,46	4,00	3,48	3,91	3,48
5.	3,97	3,45	3,94	3,45	3,85	3,45
6.	3,83	3,36	3,91	3,42	3,80	3,41
7.	3,80	3,39	3,85	3,39	3,76	3,38
8.	3,83	3,41	3,86	3,34	3,77	3,36
9.	3,94	3,49	3,92	3,39	3,82	3,41
10.	4,04	3,57	4,05	3,49	3,93	3,49
11.	4,09	3,63	4,16	3,53	4,02	3,52
12.	4,11	3,62	4,20	3,54	4,05	3,53

Zdroj: Bucek (2021), MZe (2022)

1.2 Mikrobiologická a hygienická hodnota mléka

Mikrobiologická kvalita syrového kravského mléka má klíčový vliv na kvalitu mléka určeného pro výrobu mléčných potravin. Během posledních 30 let došlo k velkým změnám při kontrolách hygienické kvality a zdravotní nezávadnosti syrového kravského mléka. Tyto změny měly za cíl produkci mléka s co nejnižšími hodnotami celkového počtu mikroorganismů (CPM) a počtu somatických buněk (PSB). Prvovýrobci mléka se snaží dodržovat hygienické předpisy stanovené pro získávání mléka, aby dosahovali dostatečné hygienické úrovně a co nejvyšší kvality, protože jsou na hodnotách PSB a CPM ekonomicky závislí (Syrůček a kol., 2020; Klimešová a kol., 2021).

1.2.1 Celkový počet mikroorganismů

Podle Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny jsou mezi mikroorganismy řazeny bakterie, viry, plísňe, řasy, kvasinky, cizopasně prvoky, mikroskopické cizopasně helminty a jejich toxiny a metabolity. Pod

pojmem CPM se rozumí všechny mezofilní aerobní a fakultativně anaerobní mikroorganismy (bakterie, kvasinky, plísně) schopné růst za stanovených podmínek při teplotě 30 °C (Samková a kol., 2012).

Vlastnosti mléka vytváří ideální živné a ochranné médium pro mikroorganismy. Podmínky skladování syrového mléka, především teplota a délka, patří mezi významné vnější faktory ovlivňující dynamiku růstu a množení mikroorganismů. Čas zdvojení (generační doba) je poplatná teplotě, kdy při pro mikroorganismy optimální teplotě se tento čas zkracuje. Z těchto důvodů je nezbytné mléko uchovávat za takových podmínek, aby se růst mikroorganismů omezil a zamezilo se tak následnému kažení mléka, které je spojeno se senzorickými, chemickými a technologickými změnami v kvalitě mléka (Samaržija a kol., 2012).

Bakteriální kontaminace určuje celkovou bezpečnost a čistotu mléka (Palii a kol., 2020). Za hlavní preventivní opatření proti mikrobiální kontaminaci se považuje dodržování zásad správné hygienické praxe. To platí nejen při získávání mléka, ale také při ošetření mléka po nadojení, při skladování a jeho zpracování. Důležité je dodržování všech hygienických požadavků během dojení a provádění důkladné sanitace a údržby dojících zařízení (Doležal, 2000; Moatsou a Moschopoulou, 2014). Za nejdůležitější faktor lze považovat teplotu mléka, jejíž dodržování by měl respektovat i spotřebitel (Hasoňová a kol., 2017).

Mikrobiální populace kontaminující syrové mléko mohou zahrnovat bakterie technologického významu, jako jsou bakterie mléčného kvašení, které jsou zásadní, pokud se mléko využívá při výrobě sýrů (Coppola a kol., 2008). Ve většině případů se však v mléce vyskytují škodlivé bakterie včetně grampozitivních i gramnegativních bakterií se značným negativním vlivem na kvalitu mléka a mléčných výrobků. V mléce jsou zastoupeny mj. psychrotrofní mikroorganismy, především rodu *Pseudomonas*, které jsou především zodpovědné za kažení mléka a mléčných výrobků (Ercolini a kol., 2008).

Požadavky na CPM v mléce

Podle Nařízení (ES) č. 853/2004 je limitní hodnota stanovená pro CPM ≤ 100 tis. KTJ v 1 ml. Mléko s hodnotami CPM do 10 tis. v 1 ml je považováno za velmi dobré, s obsahem 10 tis. až 50 tis. za dobré, 50 tis. až 100 tis. méně dobré a nad 100 tis. za problematické (Kvapilík a Syrůček, 2013). Podle České cechovní normy (ČCN) 2016-03-18-0127 je stanovená maximální hodnota CPM v 1 ml syrového mléka na ≤ 50 tis.

Podle certifikace produktů Q CZ (SVU, 2016) je minimální požadovaná hodnota CPM v syrovém mléce stanovena na ≤ 35 tis. v 1 ml.

Zdroje kontaminace v syrovém kravském mléce

Jako kontaminující mikroflóra se v syrovém kravském mléce vyskytují početné druhy mezofilních aerobních a fakultativně anaerobních mikroorganismů. Mezi takové mikroorganismy lze zařadit *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens* a *Enterococcus faecium*. *Escherichia coli* je schopna fermentovat laktózu za vzniku kyseliny mléčné a octové, dále oxidu uhličitého a vodíku (Görner a Valík, 2004). Obecně platí, že v mléce zdravých dojnic je uvnitř mléčné žlázy jen minimální bakteriální osídlení. Ovšem ke kontaminaci mléka bakteriemi může dojít hned po nadojení. Mezi nejčastější zdroje kontaminace v prostředí mléčných farem patří ovzduší, krmivo, technologické zařízení, podestýlka a pracovníci (Lejeune a Rajala-Schultz, 2009). Další možností kontaminace je vlastní získávání mléka, skladování mléka a jeho přeprava (Millogo a kol., 2010; Bogdanovičová a kol., 2015).

Mikroorganismy se mohou do mléka dostat ještě před dojením. V tom případě se jedná o primární kontaminaci. Mikroorganismy se mohou do vemene dostat krevním oběhem (tzv. vnitřní cestou) nebo strukovým kanálkem (vnější cestou). Průnik mikroorganismů do vemene krevním oběhem je vzácný, protože průniku mikroorganismů z povrchu těla a trávicího traktu do mléka brání fagocytyjící buňky a protilátky přítomné v krvi (Navrátilová a kol., 2012). Buňka (2013) uvádí, že přes strukový kanálek se do mléčné žlázy dostávají pseudomonády, grampozitivní koky, bakterie mléčného kvašení nebo kvasinky. Za výrazné zvýšení počtu mikroorganismů v mléce je zodpovědný například zánět mléčné žlázy (mastitida). Mastitidu může způsobit celá řada mikroorganismů (např. *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus agalactiae* nebo *Escherichia coli*).

U primární kontaminace je důležité oddojit první stříky. U takto oddojeného mléka se posuzuje barva, pach nebo konzistence a na základě této kontroly se vyřadí mléko, které nevyhovuje požadavkům. To má za následek zlepšení mikrobiologické jakosti, protože při prvních střících odchází část mikroorganismů, které se nacházejí ve strukovém kanálku. Tento preventivní krok může snížit CPM až o jeden řád (Buňka, 2013).

Sekundární kontaminace může být způsobena dojícím zařízením, činností člověka, nevhodným krmivem nebo i hmyzem. Hlavním zdrojem sekundární

kontaminace syrového mléka je dojící zařízení. Mikroorganismy se hromadí hlavně na částech dojícího zařízení, které se dají hůře vyčistit a mikroorganismy zde využívají mléčné usazeniny jako zdroj výživy. Mikroorganismy se také snadno sdružují na vlhkém povrchu. V mléce se mohou vyskytovat, díky nedostatečné dezinfekci, např. grampozitivní bakterie rodu *Corynebacterium*, *Microbacter*, *Pseudomonas* a gramnegativní bakterie rodu *Flavobacterium* nebo *Enterobacter*. Další příčinou sekundární kontaminace může být špatná osobní hygiena dojiče, nedostatečná toaleta vemena či nesprávná manipulace s dojícím zařízením. Syrové mléko poté může obsahovat např. koliformní bakterie, patogenní bakterie rodu *Salmonella* nebo v něm může být přítomna bakterie *Staphylococcus aureus*. Do mléka přechází z nekvalitní siláže bakterie rodu *Clostridium*, jejichž spory způsobují u mléčných výrobků vady. Dále může z nekvalitní siláže přecházet *Listeria monocytogenes* (Buňka, 2013). Zdroje mikrobiální kontaminace zobrazuje obrázek 1.1.

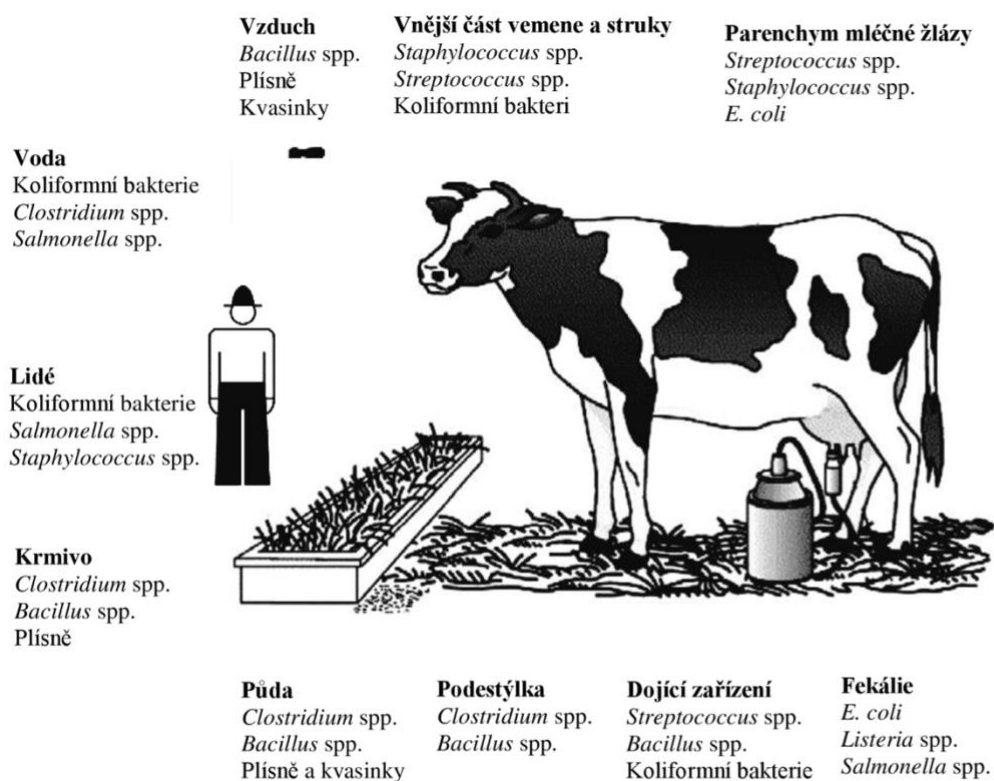
Stanovení CPM v syrovém mléce

Zjištění CPM v syrovém mléce je rutinně prováděno automatickými přístrojovými metodami přímého počítání bakteriálních buněk. Jde o povinně hodnocený mikrobiologický parametr. Pro tepelně ošetřené mléko a pro kontrolu nastavení přístrojů na přímé počítání je v laboratoři využívána kultivační metoda.

Počet koliformních bakterií je stanovován klasickou kultivační plotnovou metodou. Pro koliformní bakterie je v syrovém mléce stanoven limit <1 tis./ml mléka. Koliformní kontaminace v mléce je zjišťována zpravidla při nedostatečné hygieně struků mléčné žlázy jako důsledek fekálního znečištění.

Klasickou plotnovou metodou je stanovován i počet psychrotrofních mikroorganismů, pro které je stanoven limit <50 tis./ml mléka. Nebezpečí těchto mikroorganismů se projevuje v souvislých technologiích s nedostatečnou hygienou dojících zařízení, mléčného potrubí a chladících nádrží na mléko. Když je mléko delší dobu skladováno, tak se zvyšuje jeho kontaminace (i standardně chlazeného mléka).

Stanovení termorezistentních mikroorganismů probíhá také pomocí kultivační plotnové metody. Jejich počet v syrovém mléce je limitován na <2 tis./ml mléka. Termorezistentní mikroorganismy přežívají pasterační ohřev mléka, mohou se tedy v pasterovaném mléce množit. Jsou charakteristické tvorbou obvykle termostabilních proteolytických a lipolytických enzymů, které mlékárenské výrobky rozkládají (Českomoravská společnost chovatelů, 2021).



Obrázek 1.1: Zdroje mikrobiální kontaminace syrového mléka

Zdroj: Navrátilová a kol. (2012), upraveno

1.2.2 Počet somatických buněk

Počet somatických buněk (PSB) je klíčová hodnota vypovídající o hygienické kvalitě mléka, která vyjadřuje stav mléčné žlázy a celkový zdravotní stav dojnice s ohledem na výskyt zánětů vemene a pro bazénové kravské mléko je také ukazatelem hygienickým, který je limitován příslušnými předpisy (Vyleťlová a Hanuš, 2012; Seydlová, 2016; Hanuš a kol., 2021). Hodnota PSB určuje počet jaderných buněčných útvarů v mléce. Jejich velikost bývá obvykle >4 mikrometry (Klimešová a kol., 2019). SB jsou zastoupeny zejména leukocyty (až z 95 %), zbývající část představují epitelální buňky. Z leukocytů jsou zastoupeny zejména makrofágy (cca 60 %), lymfocyty (20–30 %) a neutrofily (5–20 %) (Seydlová, 2012; Šustová, 2016).

Požadavky na PSB v syrovém kravském mléce

Podle Nařízení EP a Rady ES, č. 853/2004 je hraniční hodnota pro PSB v syrovém kravském mléce limitována hodnotou PSB ≤400 tis./ml. Za mléko ze zdravé mléčné

žlázy se obvykle považuje mléko do 200 tis./ml. Ekonomické ztráty mohou ovšem vzniknout již při hodnotách PSB nad 100 tis./ml (Kvapilík a Syrůček, 2013). Podle ČCN 2016-03-18-0127 je stanovený maximální PSB na ≤ 300 tis./ml. Podle certifikace produktů režimu jakosti Q CZ (SVU, 2016) je stanovena hodnota PSB na ≤ 220 tis./ml.

Příčiny zvýšeného PSB v syrovém kravském mléce

PSB bývá zvyšován aktivitou patogenů v mléčné žláze, stresem, stádiem a pořadím laktace (Hanuš a kol., 2021). Mléčná žláza reaguje obranným mechanismem (v podobě různě silného zánětu) na vniknutí bakterií do vemene. Z krve se vyplavují leukocyty do alveol, aby bakterie nejdříve pohltily a následně zničily. Díky bakteriím odumírají mlékotvorné buňky, které jsou následně vyplavovány společně s bílými krvinkami z vemene ven, což je příčinou poklesu dojivosti u postižené dojnice. To má za následek zvýšenou hodnotu PSB v mléce (Jelínková, 2012; Kester a kol., 2015). Řada faktorů dokáže podnítit mléčnou žlázu k rychlejší regeneraci. Kvůli rychlejší regeneraci se začínají objevovat ve větším množství SB (Hovorková, 2007).

Z epizootologického hlediska jsou patogeny, které vyvolávají záněty mléčné žlázy, děleny na kontagiózní (infekční) a environmentální (z prostředí). Mezi patogeny vyvolávající kontagiózní mastitidy se řadí zejména *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae* a *Staphylococcus aureus*. Jejich primárním zdrojem je samotná mléčná žláza postižená infekcí a onemocnění se přenáší mezi dojnicemi při špatném hygienickém režimu dojení, nedostatečnou dezinfekcí struků před a po dojení a neošetřením mléčné žlázy antibiotiky v době zaprahování. Environmentální mastitidy způsobují patogeny, které jsou vázány na vnější prostředí. Mezi takové patogeny patří především *Streptococcus uberis*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium* a bakterie čeledi *Enterobacteriaceae*, z nichž má dominantní postavení bakterie *Escherichia coli* (Ferrero a kol., 2014; Jaglič a kol., 2014; Nejeschlebová a kol., 2018).

Streptococcus agalactiae byl považován po *Staphylococcus aureus* za druhého hlavního mastitidního patogena. Postupně je ovšem vytlačován patogenem *Streptococcus uberis*. Ten nabývá na významu a zaujímá pozici nejčastější streptokokové infekce (Nejeschlebová a kol., 2018; Klimešová a kol., 2019).

Za zdravou čtvrt' vemene lze považovat takovou, která vykazuje hodnotu PSB v mléce < 100 tis./ml (Kvapilík a kol., 2015; Klimešová a kol., 2019). V ČR se

průměrné hodnoty PSB pohybují nejčastěji v rozpětí 220–260 tis./ml. V posledních letech hodnoty PSB spíše klesají (Klimešová a kol., 2019).

V šetření, které bylo provedeno na 200 farmách v roce 2003, se zjistilo, že v období od května do září byly v mléce pozorovány vyšší hodnoty PSB a CPM než v ostatních měsících. Průměrný počet dojnic ve stádě pozitivně koreloval s úrovní PSB. Snížená hladina PSB byla spojena s následujícími faktory: používání kravských výběhů v letní sezóně, používání testu California Mastitis Test a používání jadrných krmiv v množství větším než 4 kg na krávu/den (Skrzypek, 2006).

Stanovení PSB v syrovém mléce

PSB je stanovován pomocí fluoro-opto-elektronické metody. Pro tento postup jsou SB definovány jako částice, které mají minimální intenzitu fluorescence vlivem barvení fluorescenčním barvivem. Obarvené SB vytvářejí v průtočném cytometru elektrický impuls, který je registrován. Jde tedy o nepřímou metodu a přístroj je nastavován podle referenční metody (Českomoravská společnost chovatelů, 2020). Pro stanovení orientačních hodnot PSB lze využít stájové testy, které jsou založené na Schalm-Noorlanderově viskozigenní reakci, ke které dochází po smísení mléka s reakčním činidlem (v ČR známý jako NK test). Při vyšší hodnotě PSB vznikají hustší hlenovité směsi (Klimešová a kol., 2019).

1.2.3 Rezidua inhibičních látek

Přítomnost reziduí inhibičních látek (RIL) je jedním z klíčových znaků jakosti syrového mléka. Nejvýznamnější skupinou inhibičních látek jsou veterinární léčiva, hlavně látky s antimikrobiálním účinkem (antibiotika, chemoterapeutika) (Navrátilová a kol., 2016). Jedná se o látky, které jsou problematické technologicky i zdravotně. Z důvodů zajištění bezpečnosti mléka a mléčných výrobků pro spotřebitele je kontrolována jejich přítomnost v syrovém mléce současnou legislativou, protože s výskytem RIL v mléce jsou spojena určitá rizika, mezi která patří nejčastěji alergická reakce, možnost vzniku rezistence na antibiotika a nepříznivý vliv na přirozenou mikrobiotu organismu (Navrátilová a kol., 2016; Šustová a kol., 2016). Detekce RIL má také význam v podobě zájmu zpracovatelů mléka. Hlavně antimikrobiální látky působí komplikace při výrobě mléčných výrobků, u kterých se při technologickém procesu výroby využívají čisté mlékařské kultury (Navrátilová a kol., 2016). Mezi tyto výrobky patří např. jogurt, kefír, kysané mléko, tvarohy a sýry (Navrátilová, 2002;

Šustová a kol., 2016). Mléko od léčených dojnic je možné dodávat do mlékárny až po uplynutí ochranné lhůty, která je stanovena na 3–5 (někdy i 14) dní po aplikaci léku. Délka ochranné lhůty se liší podle druhu podávaného léčiva (Šustová a kol., 2016).

Inhibiční látky přítomné v mléce lze podle původu rozdělit na primární (přirozeně se vyskytující v mléce) a sekundární (cizorodé látky). Mezi přirozené inhibiční látky patří např. specifické imunoglobuliny, laktoperoxidáza, organické kyseliny, laktoferin (Samková, 2010).

Podle Nařízení EP a Rady ES, č. 853/2004 a Certifikace produktů v režimu jakosti Q CZ (SVU, 2016) musí být RIL v mléce negativní.

Veškerou zodpovědnost za jakost mléka nese jeho dodavatel a následně i zpracovatel, který přijímá mléko a zpracovává ho na mléčné produkty. Veškeré přijímané mléko musí být v mlékárenském průmyslu kontrolováno na přítomnost RIL ještě před jeho zpracováním. Pro detekci RIL v mlékárenském průmyslu je důležité zvolit v laboratořích vhodné screeningové metody (Navrátilová a kol., 2016).

Jako screeningové metody jsou využívány mikrobiologické inhibiční metody. Ty mají nevýhodu v podobě náročné přípravy, jejich schopnosti detekovat pouze antibiotika a poměrně dlouhé inkubační doby. Z tohoto důvodu byly a jsou vyvíjeny nové specifické testy, u kterých jsou hlavními výhodami rychlé provedení, jednoduchost a citlivost. Uplatnění nachází tyto testy hlavně v mlékárenské praxi a v prvovýrobě mléka. Dle principu se dělí rychlé specifické testy na enzymatické kolorimetrické testy, receptorové testy a imunochromatografické metody (Navrátilová a kol., 2016).

Rychlé screeningové testy se řadí mezi kvalitativní metody. Výsledek poskytuje informaci o přítomnosti/nepřítomnosti dané látky nebo skupiny látek ve vzorku. Výsledek je závislý na hladině citlivosti testu, která je udávána výrobcem. Výhodou je rychlost stanovení testů, která je 1-10 minut, a také jednoduché provedení. U většiny testů je žádána inkubace ve speciálním inkubátoru při teplotách 40-56 °C, některé testy lze inkubovat při laboratorní teplotě. Vyhodnocení testů se provádí vizuálně, na základě porovnání intenzity zbarvení kontrolní a testovací linie. Některé testy se vyhodnocují pomocí čtecího zařízení, které umožňuje přesnější vyhodnocení a archivaci výsledků. Nabídka testů je v současnosti široká a je možné jejich využití na detekci různých antibiotik a chemoterapeutik. V praxi jsou nejvíce využívány testy na detekci dvou skupin léčiv současně. Vzhledem k citlivosti testů a velkému množství

veterinárních léčiv je důležité využívat k průkazu RIL v mléce více testů a navzájem je kombinovat (Navrátilová a kol., 2016).

Prevence vzniku RIL

Pro prevenci RIL ve mléce je nutné podávat antibiotika cíleně a pod kontrolou veterinárního lékaře, označovat léčené dojnice, informovat ošetřující personál, změnit technologii dojení u léčených dojnic (dojit nakonec, vyloučit potrubní dojení, dojit do konví), nemísit nádoje, vyřadit mléko od léčených dojnic, důkladně pročistit a dezinfikovat dojící jednotky po každé léčené dojnici a kontrolovat léčené dojnice před obnovením dodávky stájovým testem (Matějčková, 2019). Dále provádět kontrolu mléka na přítomnost RIL ve všech úrovních procesu zpracování mléka, dodržovat hygienické a technologické postupy v mlékařské prvovýrobě (Samková, 2010). Mezi taková opatření se řadí kontrola cisternových vzorků mléka, identifikace a nezaměnitelnost dodavatelů a vzorků, laboratorní a praktické dohledání původců příčin RIL (Matějčková, 2019).

1.3 Složení mléka

1.3.1 Mléčný tuk

Mléčný tuk je jedna z nejvýznamnějších složek ovlivňujících technologické zpracování mléka. Hlavní složkou tuku v kravském mléce jsou triacylglyceroly (97-98 % z celkového obsahu tuku) – estery glycerolu a tří mastných kyselin (MK). Diacylglyceroly tvoří pouze malý podíl obsahu tuku, buď jako produkty neúplné syntézy triacylglycerolů nebo jako důsledek poškození membrány tukové kuličky během dojení a skladování mléka. V nepatrném množství se v mléčném tuku vyskytují i monoacylglyceroly a volné MK. Vlivem lipolýzy stoupá po nadojení obsah diacylglycerolů, monoacylglycerolů a volných MK. U volných MK se může jejich obsah zvýšit z 0,1 % až na 1 % (Navrátilová a kol., 2012). Jako další doprovodné látky se v mléčném tuku vyskytují fosfolipidy, vitamíny, steroly a karotenoidy (Janštová a Navrátilová, 2014).

Složení tuku zajímá z hlediska MK nejen technology v mlékárnách, kvůli stabilitě mléčného tuku a jeho vlivu na roztíratelnost másla, ale také odborníky na humánní výživu. Celkové množství (55-75 %) nasycených MK (SFA) zajišťuje lepší stabilitu mléčného tuku a následně mléčných výrobků. Z výživového hlediska je ovšem méně akceptovatelné. Z celkového příjmu by měl být podíl SFA pod 10 % (20 g),

polyenových MK (PUFA) 7-10 %. Příjem *trans*-nenasycených MK by neměl být vyšší než 1 % (cca 2,5 g/den) (Hanuš a kol., 2015). Nejvíce zastoupenou MK je kyselina palmitová, která představuje podíl 26-41 % v mléčném tuku. Dalšími významnými kyselinami jsou kyseliny olejová (19-33 %), myristová (5-14 %), stearová (6-12 %), máselná (3-4 %) a laurová (2-5 %) (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Mléčný tuk je v mléce obsažen ve formě tukových kuliček o velikosti 0,1 až 22 µm, které tvoří emulzi olej ve vodě. Velikost tukových kuliček je ovlivněna plemenem, stádiem laktace, krmivem a způsobem ošetření mléka. Jádrem tukových kuliček je tvořeno převážně triacylglyceroly a na povrchu tukových kuliček je tenká dvojmembrána, která je složena hlavně z fosfolipidů a jednoduchých bílkovin. Fosfolipidy umožňují vznik emulze, protože snižují povrchové napětí. Bílkoviny mají silný hydratační charakter a tvoří vodní obal. V něm jsou obsaženy některé enzymy a minerální látky. Náboj na povrchu tukových kuliček je záporný, což umožňuje vzájemné odpuzování mezi kuličkami (Matějčková, 2019).

Mléčný tuk je nejvariabilnější složkou v kvantitě i v kvalitě (Navrátilová a kol., 2012). Cechovní norma zpracovaná Potravinářskou komorou ČR (ČCN 2016-03-18-0127) udává minimální požadavek na obsah tuku v mléce $\geq 3,5$ %.

MK, stejně jako mléčný tuk, se dnes mohou stanovit pomocí rutinní metody infračervené spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR), která se využívá ke stanovení parametrů pro kontrolu užitkovosti. Touto metodou se obvykle stanovují jednotlivé obsahově významné MK, hlavně kyselina myristová (C14:0), kyselina palmitová (C16:0), stearová (C18:0) a oktadecenová (C18:1), přičemž 95 % C18:1 představuje *cis*-9 izomer, tedy kyselina olejová. Dále lze stanovit skupiny MK podle délky řetězce, tj. s krátkým (SCFA, C4-C10), se středně dlouhým (MCFA, C12-C16) a dlouhým řetězcem (LCFA, C18 a delší). Dají se také stanovit MK podle stupně nasycení – nasycené (SFA), mononenasycené (MUFA) a polynenasycené (PUFA) (Štolcová a kol., 2020).

Vysokoprodukční dojnice v negativní energetické bilanci (NEB), která se objevuje na počátku laktace, mobilizují své tkáňové rezervy tuku (lipomobilizace) a tím také ovlivňují složení tuku mléka. Pokud je vyrovnaná energetická bilance, tak se MK mléčného tuku v délce 14 uhlíků a část C16:0 tvoří přímo v mléčné žláze *de novo* syntézou. LCFA a část C16:0 pochází hlavně z krmiva, případně z tukových rezerv. Další MK vznikají také pomocí bakteriální mikroflóry. V tukové tkáni jsou obsaženy zejména kyseliny palmitová, olejová a stearová (Štolcová a kol., 2020). Koncentrace

těchto MK v krvi roste při lipomobilizaci volných MK. Pokud je koncentrace volných MK v krevním séru vyšší než 0,6 mmol/l, je to považováno za hraniční diagnostiku NEB a významně se zvyšuje riziko dalších metabolických poruch souvisejících s NEB (Van Saun, 2016; Štolcová a kol., 2020).

Faktory ovlivňující složení mléčného tuku

Mezi faktory, které ovlivňují složení mléčného tuku, patří například: **plemeno dojníc** (například jerseyké plemeno obsahuje více nasycených MK a menší množství kyseliny olejové než plemeno holštýnské). Ovlivnit složení tuku může také **výživa**. Změna krmení se ve složení mléčného tuku projeví velmi rychle a poměrně dlouho doznívá. **Laktace** se do spektra MK promítá méně. Na počátku laktace obsahuje mléko méně MK s krátkým řetězcem. V období 8.-10. týdne laktace se obsah MK s krátkým řetězcem zvyšuje (kromě kyseliny máselné). Od 10. týdne je složení MK poměrně stabilní. Jako další může ovlivnit složení mléčného tuku **sezónnost** (na zastoupení MK se může projevit např. vliv pastvy). V létě se zvyšuje (kvůli pastvě) zejména obsah kyseliny olejové a klesá obsah kyseliny palmitové. To má za následek, že konzistence letního másla je měkčí než másla zimního. Jako poslední faktor ovlivňující složení tuku je řazen **zdravotní stav** (Navrátilová a kol., 2012).

Tabulka 1.4: Faktory ovlivňující obsah tuku v mléce

Faktory	Účinek/působení
Výživa	Obsah tuku se postupně sníží po přidání zmrzlých krmiv nebo v důsledku sníženého podílu vlákniny v krmné dávce. Ke snížení tučnosti mléka dojde i při přechodu ze zimního krmení na pastvu.
Fáze laktace	Ve 3-8 týdnech dosahuje laktace maxima. Se zvýšeným množstvím nadojeného mléka dojde k poklesu jeho tučnosti.
Pořadí laktace	Ve 4.-6. laktaci je obsah tuku nejvyšší.
Denní kolísání	Pokud mezi dojením nejsou stejné intervaly, tak má mléko z ranního dojení nižší obsah tuku než mléko z večerního dojení.
Zdravotní stav	Na snížený obsah tuku v mléce mají vliv metabolická onemocnění (např. acidóza). U mastitidy není jednoznačný vliv na obsah tuku.

Zdroj: Navrátilová a kol. (2012)

1.3.2 Bílkoviny

Jedná se o polymery aminokyselin vzniklých procesem proteosyntézy. Aminokyseliny jsou vzájemně spojeny amidovou vazbou -CO-NH- (někdy označována jako peptidová vazba). Mléčné bílkoviny obsahují více než 100 aminokyselin. Bílkoviny mají molekulovou hmotnost v rozmezí 10^4 až 10^6 Da. Tepelným nebo jiným typem zpracování potravin dochází u bílkovin k tzv. denaturaci. Denaturace je soubor chemických a fyzikálních změn bílkovin (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Mléčné bílkoviny jsou z technologického hlediska nejdůležitější složkou obsaženou v mléce. Bílkoviny mléka se rozdělují do dvou hlavních skupin podle jejich rozpustnosti v izoelektrickém bodě kaseinu (při pH 4,6) (Buňka a kol., 2013; Peroutková a kol., 2016). Více zastoupenou skupinu tvoří kasein (80 % mléčných bílkovin) a méně jsou zastoupeny syrovátkové bílkoviny (20 % mléčných bílkovin) (Velíšek a Hajšlová, 2009).

Podle chemického hlediska lze kaseiny rozdělit na další frakce (alfa-kasein, beta-kasein, gama-kasein a kappa-kasein). Kappa-kasein má z hlediska kaseinových micel největší význam, protože koloidní stabilita kaseinových micel tvoří základ pro většinu mlékárenských technologií. Jelikož jsou kaseiny termostabilní, tak při pasteraci a sterilaci prakticky nedenaturují, ale dochází k defosforylaci, agregaci molekul a proteolýze (Velíšek a Hajšlová, 2009). V micelách jsou obsaženy, kromě frakcí kaseinu, ještě vápník, hořčík, citráty a fosfáty (Gajdůšek, 2003). Destabilizaci kaseinových micel umožňují další faktory, z nichž jsou technologicky významné hydrolýza proteinázou (syřidlo), okyselení na pH 4,6 a vysoký tlak. Při běžném homogenizačním tlaku (do 100 MPa) nejsou kaseinové micely pozměněny, při vysokotlaké homogenizaci dochází k jejich disociaci. Homogenizace mléka při vyšším tlaku než 250 MPa může způsobit nárůst velikosti kaseinových micel. Tento jev lze vysvětlit jako tvorbu kaseinového komplexu a homogenizovaných tukových kuliček, který se chová jako velké kaseinové micely. Syřitelnost homogenizovaného mléka se zhoršuje, což je důvod proč se mléko určené na výrobu sýrů nehomogenizuje (Peroutková a kol., 2016).

Syrovátkové bílkoviny v roztoku zůstávají po vysrážení kaseinu syřidlem nebo kyselinou (Gajdůšek, 2003). Mezi syrovátkové bílkoviny řadíme alfa-laktoglobulin a beta-laktoglobulin a další sérové proteiny. Syrovátkové bílkoviny patří do skupiny termolabilních bílkovin. 50-90 % bílkovin syrovátky denaturuje po působení teploty 72-74 °C po dobu 20-40 sekund. Při zahřevu nad 60 °C denaturují syrovátkové

proteiny, ovšem při denaturaci nedochází k jejich agregaci, ale k navázání na kaseinovou micelu a vzájemné interakci. Důležitou roli zde hraje reaktivita sirných aminokyselin v beta-laktoglobulinu. Při denaturaci dochází k obnažení thiolových skupin (-SH) a prostřednictvím disulfidických můstků vznikají vazby hlavně mezi beta-laktoglobulinem a kappa kaseinem. Syrovátkové bílkoviny jsou náchylné k denaturaci při vysokotlaké homogenizaci. Syrovátkové bílkoviny jsou cenným zdrojem metioninu a cystinu. Ty působí jako antioxidanty udržující oxido-redukční prostředí v buňce (Peroutková a kol., 2016).

Asi 5 % z celkového obsahu bílkovin se nachází ve formě nebílkovinného dusíku. Nejvíce je zastoupena močovina, dále amoniak, volné aminokyseliny, kyselina močová, aminocukry atd. (Gajdůšek, 2003).

Podle normy stanovené Potravinářskou komorou ČR (ČCN 2016-03-18-0127) je minimální požadavek na obsah bílkovin v mléce $\geq 3,2$ %. Certifikace produktů v rámci režimu jakosti Q CZ (SVU, 2016) také udává minimální požadavek na obsah bílkovin v syrovém mléce na $\geq 3,22$ %. Obsah bílkovin v mléce je determinován geneticky a významně je ovlivněn výživou a úrovní bacheřové fermentace (Kudrna a kol., 1998).

Obsah bílkovin v mléce výrazně ovlivňuje tepelnou stabilitu mléka. Tepelná stabilita je definována jako schopnost mléka zachovat si své koloidní vlastnosti bez viditelné koagulace nebo gelovatění i za působení vysokých teplot. Tepelná stabilita má také velký význam při výrobě většiny mléčných výrobků (Peroutková a kol., 2016). Užitečným ukazatelem pro zjištění nutričního stavu bílkovin v organismu je stanovení koncentrace močoviny v mléce (Bendelja a kol., 2011).

1.3.3 Laktóza

Laktóza je nazývána mléčný cukr, protože se vyskytuje jenom v mléce. Jde o disacharid, který je tvořený D-glukózou a D-galaktózou vzájemně spojených beta-glykosidovou vazbou. V normálním čerstvém kravském mléce kolísá obsah laktózy mezi 4,5-5,2 %, v průměru je to přibližně 4,7 % (Kopáček, 2017). Hodnota laktózy je prakticky neměnná (Samková, 2012). Množství laktózy v mléce může ovlivnit několik faktorů, mezi které patří například stádium laktace, zdravotní stav mléčné žlázy, ale i další metabolická onemocnění dojníc (v případě zánětů mléčné žlázy dochází obvykle ke snížení jejího obsahu) (Kopáček, 2017).

Význam laktózy je nesporný. Především je zdrojem energie, mléku dodává charakteristickou nasládlou chuť, přispívá k fyzikálně-chemickým vlastnostem, jako

jsou osmotický tlak, bod mrznutí, bod varu nebo hustota. Laktóza také podporuje absorpci vápníku a přispívá k nutriční hodnotě mléka a mléčných výrobků. Může také působit jako prebiotikum podporující růst prospěšných střevních bakterií ve střevě a bránit tak současně růstu nežádoucí mikroflóry (Bohačenko a kol., 2007; Kopáček, 2017).

Některé další ukazatele složení mléka budou popsány v dalších kapitolách této práce.

2 Cíl

Cílem diplomové práce bylo vyhodnocení mléčné produkce a kvality syrového kravského mléka na vybrané farmě, určení hlavních faktorů, které tyto ukazatele ovlivňují, příp. navržení postupů vedoucích ke zlepšení dosavadního stavu.

3 Materiál a metodika

3.1 Charakteristika podniku

Mléčná farma se nachází v Jihočeském kraji, v nadmořské výšce 389 metrů. Jedná se o rodinný podnik, který hospodaří na 37 ha zemědělské půdy, a kde je hlavním zaměřením produkce mléka. Roční produkce mléka v podniku je okolo 60 000 litrů. Mléko je prodáváno Mlékařskému a hospodářskému družstvu JIH.

3.1.1 Charakteristika chovaných plemen dojníc

Na farmě jsou chovány hlavně dojnice kombinovaného plemena českého strakatého skotu (n=10), v menší míře dojnice holštýnského plemene (n=2).

Český strakatý skot je tradiční plemeno krav chovaných v České republice. Toto plemeno má výrazné znaky mléčnosti, střední až větší tělesný rámec, dobré osvalení a harmonický zevnějšek, základní parametry chovného cíle jsou uvedeny v tabulce 3.1.

Tabulka 3.1: Chovné cíle českého strakatého skotu a holštýnského skotu

Plemenné znaky	Chovný cíl	
	Český strakatý skot ¹	Holštýnský skot ²
Mléčná užitkovost (litory)	6 500-8 500	9 000-10 000
Obsah tuku (%)	4,0	3,9
Obsah bílkovin (%)	3,5	3,4
Živá hmotnost krav (kg)	650-750	580-720
Výška v kříži u krav (cm)	140-144	145-155
Mezidobí (dny)	390	397

Zdroj: ¹ Svaz chovatelů českého strakatého skotu (2022), ² Svaz chovatelů holštýnského skotu (2022)

Holštýnský skot je plemeno, které má původ v Německu, ale rozšířeno je po celém světě. Toto plemeno je zaměřeno na vysokou mléčnou užitkovost. Má velký tělesný rámec a černo-bílé zbarvení. V malém procentu se vyskytuje i v červeno-bílé barvě.

3.1.2 Chov dojníc v podniku a postup dojení

Dojení se provádí 2x denně. Ranní dojení probíhá okolo 8. hodiny a večerní okolo 20. hodiny. Na farmě je tandemová dojírna, ve které se dojí dvě dojnice najednou. Po

příchodu dojnic do dojírny jsou jim očištěny a dezinfikovány struky a jsou provedeny odstříky mléka. Dojení probíhá do konví, odkud je mléko přelito do nerezové nádrže na mléko, kde se pomocí chladicího zařízení ochlazuje. Mléko se při přelévání do nerezové nádrže přecezuje přes filtr, kvůli zabránění průchodu nečistot do celého objemu mléka. Na závěr dojení se provede čištění dojicích zařízení, nástrojů použitých při dojení a celé dojírny.

Mezitím, než jsou dojnice podojeny, se provádí čištění jejich ustájení. Je přidána podestýlka ze slámy a jsou navezeny balíky sena a senáže.

Svoz mléka je prováděn jednou denně okolo 22. hodiny, kdy pro mléko přijede mlékárenský vůz. Při odběru mléka je provedeno měření kvality mléka.

Po otelení jsou dojnice po zhruba týdnů přemístěny do ustájení pro dojnice s boxy na odpočinek. Musí se ovšem naučit přecházet mezi ustájením a dojírnou. Dojnice mají v ustájení neustálý přístup k objemným krmivům a vodě. Jadrná krmiva jsou dojnicím podávána po dojení. Dojnice zůstane v tomto ustájení zhruba do 7. měsíce březosti. Následuje její přesun do boxu pro březí dojnice. Ve stáji funguje systém odvětrávání, aby bylo zajištěno lepší mikroklima a větší pohoda zvířat.

3.1.3 Charakteristika krmné dávky

Hlavní součástí krmné dávky pro skot jsou krmiva z vlastní produkce rostlinné výroby. Na farmě jsou pěstovány pšenice, tritikale, oves, traviny a jetelotravní směsky. Krmná dávka se po celý rok nemění, občas bývá v letním období využívána pastva. Do ustájení se přidává dojnicím šrot (pšeničný, ovesný nebo tritikale). Šrot se získává semletím zrn obilovin ve šrotovacím zařízení. Dojnicím jsou podávány i lizy krmné soli a minerálních látek. Dojnice mají neustálý přístup k vodě.

Krmná dávka pro jednu dojnici obsahuje přibližně 20 kg jetelové nebo jetelotravní senáže, 6 kg sena, 3,5 kg pšeničného, ovesného šrotu nebo šrotu z tritikale, dále minerální lizy a krmnou sůl.

3.2 Odběr a analýza vzorů mléka

Ve sledovaném chovu byly odebírány bazénové i individuální vzorky mléka (tabulka 3.2). Bazénové vzorky byly odebírány v rámci pravidelných kontrol prováděných dle konkrétního ukazatele 3 – 5 × měsíčně, výjimečně i vícekrát. Rok 2021 zahrnoval vyšší počet zkoumaných vzorků, protože u obsahu tuku, bílkovin, tukuprosté sušiny a pH

jsou zahrnuta data z každého měřeného dne. V předešlých letech jsou u těchto hodnot zahrnuty průměrné měsíční hodnoty. Bazénové vzorky byly odebírány pomocí automatického odběrového zařízení, které je součástí sběrného vozidla. Po příjezdu sběrného vozidla do zpracovatelského podniku jsou bazénové vzorky vyhodnoceny v laboratořích, které provozuje přímo mlékárna Goldsteig. Například teplotu jsou schopny vyhodnotit senzory, kterými jsou vybaveny sběrné vozy, přímo na místě sběru mléka.

Odběry individuálních vzorků mléka proběhly celkem třikrát. Individuální vzorek byl odebrán od každé dojnice během ranního dojení, a to přímo z konve na dojení. Celkem bylo odebráno a vyhodnoceno 28 individuálních vzorků.

Tabulka 3.2: Počty analyzovaných bazénových a individuálních vzorků ve sledovaném chovu

Počty bazénových vzorků v jednotlivých letech								
Rok	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Počet vzorků	83	82	84	86	95	96	90	363
Počty individuálních vzorků v jednotlivých měřeních								
Odběr	1.12.2021		24.1.2022		22.2.2022		Celkem	
Počet vzorků	10		9		9		28	

Analýza bazénových vzorků mléka byla provedena na základě získaných dat od Mlékařského a hospodářského družstva JIH a Mlékárny Goldsteig.

Analýza individuálních vzorků mléka byla provedena v laboratoři v Brně - Tuřanech, kterou provozuje Českomoravská společnost chovatelů a.s. Vzorky byly vyhodnoceny pomocí metody infračervené spektroskopie ve středové oblasti s využitím Fourierových informací.

3.3 Statistické zpracování dat

Při statistickém zpracování dat byly pro výpočty výsledků využity programy Microsoft Excel a Statistica Cz 12 (Statsoft ČR). U souboru byly vyhodnoceny předpoklady pro užití parametrických metod (normalita dat, homogenita rozptylů).

Sledovanými ukazateli byly:

- u bazénových vzorků mléka:

rok (2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 a 2021)

měsíc (leden – prosinec)

počet somatických buněk v mléce (tis./ml)

celkový počet mikroorganismů v mléce (tis./ml)

obsah tuku (%)

obsah bílkovin (%)

bod mrznutí (°C)

obsah laktózy (%)

obsah tukuprosté sušiny (%)

pH mléka

- u individuálních vzorků mléka:

fáze laktace (dny)

pořadí laktace

počet somatických buněk v mléce (tis./ml)

obsah tuku (%)

obsah bílkovin (%)

obsah laktózy (%)

obsah kaseinu (%)

obsah tukuprosté sušiny (%)

aceton (mmol/l)

kyselina betahydroxymáselná (mmol/l)

kyselina citrónová (%)

volné mastné kyseliny (mmol/100 g tuku)

mastné kyseliny s krátkým řetězcem (g/100 g mléka)

mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem (g/100 g mléka)

mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (g/100 g mléka)

MUFA (g/100 g mléka)

PUFA (g/100 g mléka)
SFA (g/100 g mléka)
UFA (g/100 g mléka)
trans mastné kyseliny (g/100 g mléka)
kyselina myristová (g/100 g mléka)
kyselina palmitová (g/100 g mléka)
kyselina stearová (g/100 g mléka)
kyselina olejová (g/100 g mléka)

Mastné kyseliny získané rutinní metodou (g/100 g mléka) byly přepočítány na hodnoty odpovídající vyjádření referenční metody, tedy plynové chromatografie (g/100 g všech mastných kyselin) podle vzorce (Hanuš a kol., 2015): $(A_n * 100)/(B_n * 0,95)$, kde **A_n** je hodnota mastné kyseliny vyjádřená v g/100 g mléka, **B_n** je hodnota obsahu tuku v g/100 g mléka a 0,95 je koeficient přepočtu obsahu tuku na mastné kyseliny.

Pro analýzu nezávislých proměnných (rok, měsíc) byla použita jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA), k následnému porovnání (*post-hoc* testy) ve skupinách byl použit Fisherův LSD test. Statistická významnost byla vyhodnocena při obvyklých hladinách významnosti ($p < 0,05$; 0,01; 0,001).

Pro vyhodnocení závislostí kvantitativních proměnných byla použita korelační a regresní analýza. Významnost těsnosti závislosti vyjádřené korelačními koeficienty (*r*) je značena následujícím způsobem:

+ ($p < 0,05$)
++ ($p < 0,01$)
+++ ($p < 0,001$).

4 Výsledky a diskuse

Výsledky diplomové práce jsou členěny do dvou kapitol. V první části jsou vyhodnoceny ukazatele kvality bazénových vzorků mléka a vliv roku a kalendářního měsíce na složení a hygienickou kvalitu mléka. Ve druhé části jsou vyhodnoceny ukazatele kvality u individuálních vzorků mléka. Z individuálních vzorků je hodnoceno složení mléka a zastoupení MK v mléce a v mléčném tuku.

4.1 Vyhodnocení kvality bazénových vzorků mléka

4.1.1 Vybrané faktory ovlivňující složení mléka

Základní statistické charakteristiky složení mléka všech bazénových vzorků jsou uvedeny v tabulce 4.1. Obsah tuku, bílkovin a hodnota bodu mrznutí mají vyšší počet vzorků než ostatní ukazatele, protože jsou u nich započítány průměrné měsíční hodnoty z předchozích let. U obsahu laktózy, TPS a hodnoty pH jsou využita data pouze za rok 2021. Výsledky byly dále porovnány s průměrnými hodnotami ČR (Bucek, 2021), a to jak celkové průměrné hodnoty, tak hodnoty zjištěné v letech 2014–2021 a v jednotlivých kalendářních měsících.

Ve sledovaném chovu byla zjištěna průměrná hodnota obsahu tuku 4,11 %, která je vyšší než průměrné hodnoty obsahu tuku zaznamenané v ČR. Zjištěná hodnota obsahu tuku splnila požadavky ČCN 2016-03-18-0127, která uvádí minimální hodnotu obsahu tuku 3,5 %. Průměrná hodnota obsahu bílkovin činila 3,57 %. Tato hodnota splnila normy stanovené Potravinářskou komorou ČR (min. 3,2 %) a Certifikaci produktů v režimu Q1 (SVU, 2016) (min. 3,22 %). Zjištěná hodnota obsahu bílkovin byla ve sledovaném chovu vyšší než průměrné hodnoty obsahu bílkovin v ČR. Průměrná hodnota obsahu TPS (8,99 %) byla ve sledovaném chovu shodná s průměrnými hodnotami ČR. Zjištěná hodnota bodu mrznutí (-0,517) odpovídá požadovaným evropským limitům, ale je zde prostor pro zlepšení. Průměrné hodnoty bodu mrznutí v ČR jsou totiž výrazně nižší. Průměrná hodnota pH mléka (6,64) je shodná s hodnotou běžně se vyskytující v mléce (Kadlec a kol., 2009) a vcelku odpovídá mírně vyšším hodnotám CPM – blíže kapitola 4.1.2.

Nejvariabilnější složkou byl ve sledovaném chovu obsah tuku (6,3 %). Druhou nejvíce variabilní složkou byl obsah bílkovin v mléce (5,3 %). Obsah laktózy a TPS měl variabilitu stejnou (1,8 %). U bodu mrznutí (1 %) a pH (0,4 %) byly zaznamenány nejnižší variability ze všech složek.

Tabulka 4.1: Základní statistické charakteristiky složení mléka v bazénových vzorcích

Ukazatel	n	$\bar{x}$	s_x	min	max	V^3 (%)
Tuk (%)	447	4,11	0,26	3,48	5,07	6,3
TPS ¹ (%)	363	8,99	0,16	8,66	9,43	1,8
Bílkovina (%)	447	3,57	0,19	3,28	4,16	5,3
Laktóza (%)	363	4,66	0,08	4,39	4,88	1,8
BM ² (°C)	385	-0,517	0,005	-0,502	-0,529	1,0
pH	363	6,64	0,03	6,56	6,71	0,4

¹ tukuprostá sušina, ² bod mrznutí, ³ variační koeficient

Tabulka 4.2 udává průměrné hodnoty pro obsah tuku, obsah bílkovin a bod mrznutí v letech 2014–2021. U obsahu tuku a bílkovin bylo hodnoceno 447 vzorků a u bodu mrznutí 385 vzorků. Vliv roku na průměrné hodnoty obsahu tuku byl vyhodnocen jako statisticky nevýznamný. Statistická významnost ($p < 0,001$) však byla potvrzena u obsahu bílkovin a bodu mrznutí.

Tabulka 4.2: Vliv roku na složení mléka a pH v období 2014 – 2021

Rok	Tuk (%)		Bílkoviny (%)		Bod mrznutí (°C)	
	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x
2014	4,03	0,24	3,35 ^a	0,12	-0,523 ^a	0,004
2015	4,18	0,24	3,46 ^{ab}	0,14	-0,522 ^a	0,003
2016	4,06	0,21	3,55 ^{ab}	0,10	-0,520 ^{ab}	0,002
2017	4,23	0,31	3,50 ^{ab}	0,21	-0,520 ^{ab}	0,004
2018	4,24	0,23	3,48 ^{ab}	0,18	-0,520 ^{ab}	0,002
2019	4,25	0,27	3,37 ^a	0,19	-0,518 ^{ab}	0,002
2020	4,17	0,21	3,46 ^{ab}	0,15	-0,518 ^{ab}	0,003
2021	4,10	0,26	3,60 ^b	0,18	-0,516 ^b	0,005
<i>p</i>	0,0806		< 0,001		< 0,001	

¹statisticky nevýznamné, ^{a,b} průměry s odlišnými horními indexy ve sloupcích jsou statisticky významné na hladině $p < 0,001$

Tabulka 4.3 znázorňuje porovnání obsahu tuku mezi sledovaným chovem (4,03 – 4,25 %), průměrnými hodnotami v ČR a hodnotami požadovanými ČCN (2016, 2016-03-18-0127). Průměrné hodnoty obsahu tuku neklesly pod 4 %. Mléko tedy splňuje normu

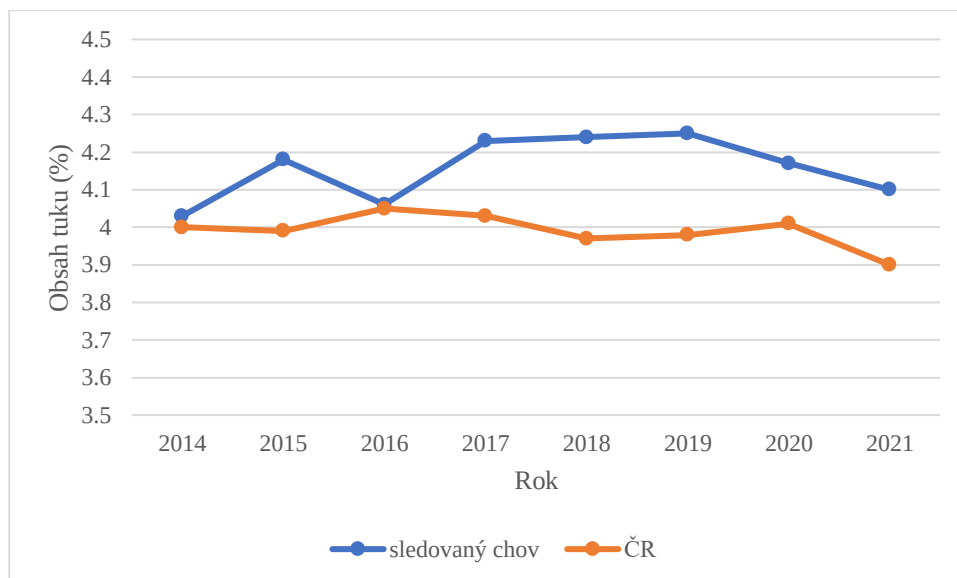
stanovenou Potravinářskou komorou ČR (ČCN 2016-03-18-0127), která udává minimální obsah tuku na 3,5 %.

Průměrné hodnoty obsahu tuku v mléce byly ve sledovaném chovu přibližně stejné nebo vyšší, než byly průměrné hodnoty obsahu tuku v ČR uváděné Buckem (2021). Nejvyšší rozdíl byl zaznamenán v letech 2018 a 2019, kdy byly průměrné hodnoty obsahu tuku v ČR relativně nižší o 6,37 % resp. 6,36 % z celkového obsahu tuku ve sledovaném chovu. Důvodem nižší tučnosti mléka v ČR může být vyšší zastoupení dojnic holštýnského plemene v ČR (viz Tabulka 3.1). V ČR je holštýnský skot včetně kříženek nejvíce zastoupenou skupinou dojnic. V kontrolním roce 2019/2020 byl jejich podíl včetně kříženek 60,31 % (209 234 dojnic) z celkového počtu dojnic v ČR. Čistokrevných černostrakatých dojnic bylo 175 699 a 6 001 červenostrakatých dojnic (Svaz chovatelů holštýnského skotu, 2022). Ve sledovaném chovu převažovaly dojnice českého strakatého skotu, které mají vyšší obsah tuku v mléce. Porovnání obsahu tuku mezi sledovaným chovem a celkovými průměrnými hodnotami ČR znázorňuje také graf 4.1.

Tabulka 4.3: Porovnání hodnot obsahu tuku (%) zjištěných ve sledovaném chovu s průměrnými hodnotami ČR a ČCN (2016-03-18-0127)

Rok	SCh ³	ČR ^{1,2}	Relativní rozdíl (%)	ČCN ⁴ (%)	Relativní rozdíl (%)
2014	4,03	4,00	+0,75	3,50	+13,16
2015	4,18	3,99	+4,55	3,50	+16,27
2016	4,06	4,05	+0,25	3,50	+13,80
2017	4,23	4,03	+4,73	3,50	+17,26
2018	4,24	3,97	+6,37	3,50	+17,46
2019	4,25	3,98	+6,36	3,50	+17,65
2020	4,17	4,01	+3,84	3,50	+16,07
2021	4,10	3,90	+4,88	3,50	+14,64

¹ Bucek (2021), ² MZe (2022), ³ sledovaný chov, ⁴ Česká cechovní norma (2016, 2016-03-18-0127)



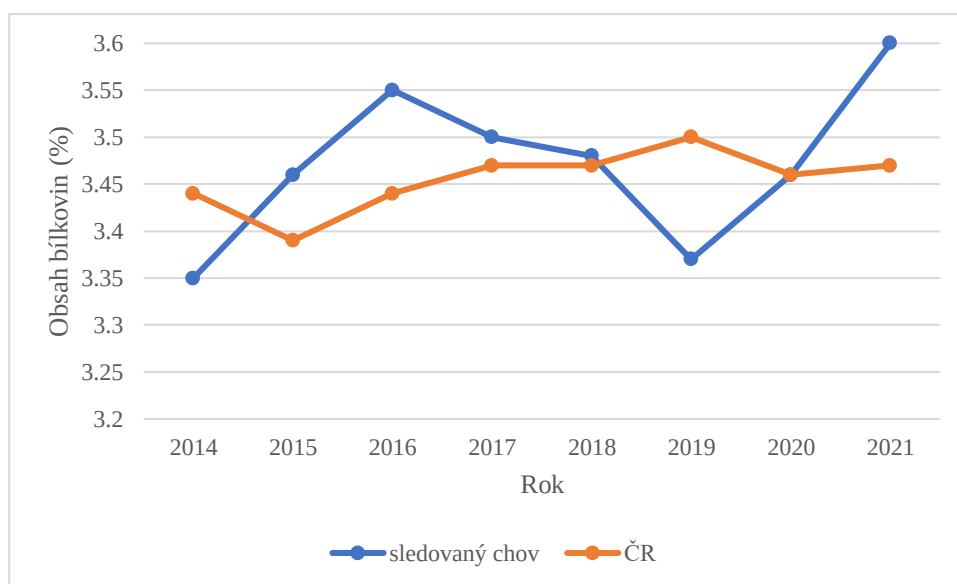
Graf 4.1: Porovnání obsahu tuku ve sledovaném chovu a ČR v období 2014–2021

Tabulka 4.4 znázorňuje porovnání průměrných hodnot obsahu bílkovin ve sledovaném chovu s průměrnými hodnotami obsahu bílkovin v ČR (Bucek, 2021; MZe, 2022) a ČCN (2016, 2016-03-18-0127). Z tabulky vyplývá, že průměrné hodnoty obsahu bílkovin byly mezi sledovaným chovem a ČR v letech 2014–2021 shodné. V roce 2021 byl relativní rozdíl obsahu bílkovin v ČR o 3,61 % nižší. Nejvyšší rozdíl byl zaznamenán v roce 2019, kdy byla ve sledovaném chovu zaznamenána průměrná hodnota obsahu bílkovin nižší o 3,71 %, než byl zjištěný průměr v ČR. Všechny průměrné roční hodnoty obsahu bílkovin ve sledovaném chovu splňují normy stanovené Potravinářskou komorou ČR (min. 3,2 % bílkovin) a certifikaci produktů v režimu jakosti Q CZ (min. 3,22 % bílkovin) (SVU, 2016). Porovnání obsahu bílkovin ve sledovaném chovu a ČR je znázorněno rovněž v grafu 4.2.

Tabulka 4.4: Porovnání hodnot obsahu bílkovin (%) zjištěných ve sledovaném chovu s průměrnými hodnotami ČR a ČCN (2016-03-18-0127)

Rok	SCh ³	ČR ^{1,2}	Relativní rozdíl (%)	ČCN ⁴ (%)	Relativní rozdíl (%)
2014	3,35	3,44	-2,68	3,2	+4,48
2015	3,46	3,39	+2,03	3,2	+7,51
2016	3,55	3,44	+3,10	3,2	+9,86
2017	3,50	3,47	+0,86	3,2	+8,58
2018	3,48	3,47	+0,29	3,2	+8,05
2019	3,37	3,50	-3,71	3,2	+5,04
2020	3,46	3,46	0,00	3,2	+7,51
2021	3,60	3,47	+3,61	3,2	+11,11

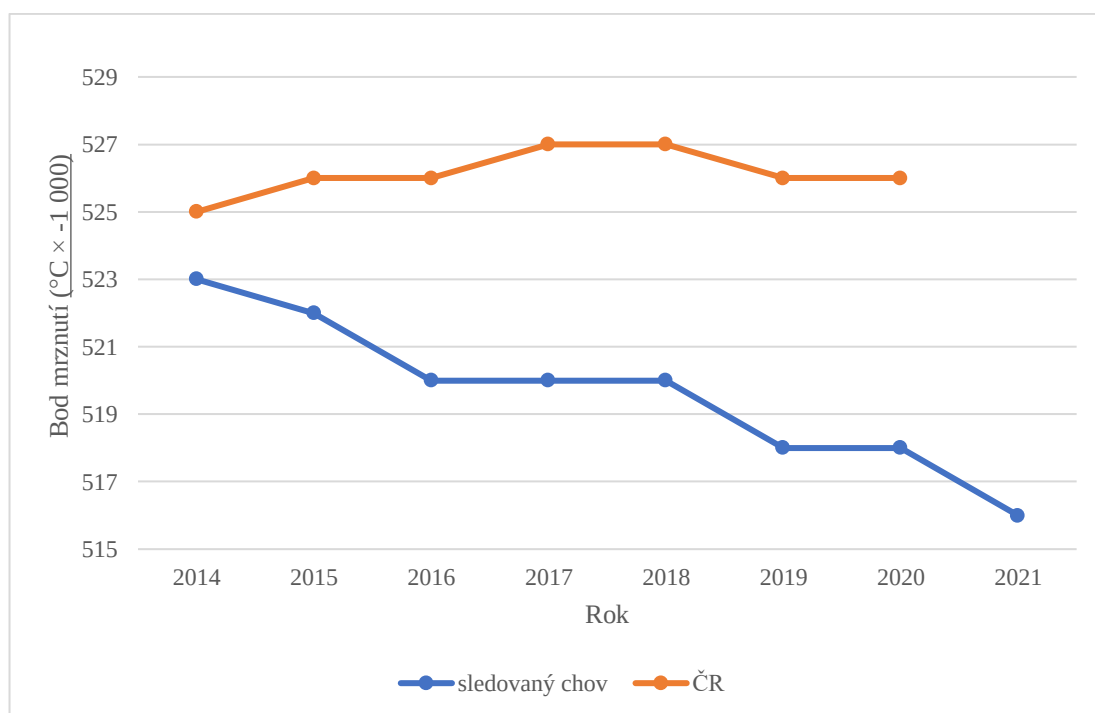
¹ Bucek (2021), ² MZe (2022), ³ sledovaný chov, ⁴ Česká cechovní norma (2016, 2016-03-18-0127)



Graf 4.2: Porovnání obsahu bílkovin ve sledovaném chovu a ČR v období 2014–2021

Ve sledovaném chovu byly zaznamenány nižší hodnoty bodu mrznutí, než jsou průměrné hodnoty zjištěné v ČR (Bucek, 2021) - (graf 4.3). Zatímco hodnoty bodu mrznutí zjištěné v ČR měly rostoucí trend (z -0,525 na -0,527 °C), ve sledovaném chovu měly tyto hodnoty klesající trend (z -0,523 na -0,516 °C). Od roku 2019 byly

ve sledovaném chovu zaznamenány hodnoty bodu mrznutí pod hranicí $-0,520\text{ }^{\circ}\text{C}$. Např. v roce 2020 byl dle Bucka (2021) průměr bodu mrznutí v ČR $-0,526\text{ }^{\circ}\text{C}$ a ve sledovaném chovu byl průměr $-0,518\text{ }^{\circ}\text{C}$. Všechny průměrné roční hodnoty však splnily pravidla režimu jakosti Q CZ ($\leq -0,515\text{ }^{\circ}\text{C}$) (SVU, 2016). Příčiny klesajícího trendu hodnot bodu mrznutí ve sledovaném chovu mezi roky 2014 a 2016 se nepodařilo stanovit. Možnou příčinou klesajícího trendu od roku 2018 bude sucho v ČR v letech 2018 a 2019. Sucho způsobilo problémy s krmnou dávkou, protože musela být snížena dávka senáže z důvodu jejího nedostatku a zejména její kvality. Nízká hodnota v roce 2021 bude způsobena horšími zaznamenanými hodnotami na konci roku (viz graf 4.8). Tyto nízké hodnoty byly pravděpodobně způsobeny vyšším počtem dní laktace (viz kapitola 4.2). Podle Gajdůška (2003) má nejčastěji vliv na hodnotu bodu mrznutí výživa a dietetické, případně metabolické poruchy. Do hodnoty bodu mrznutí se ještě může promítnout vliv plemene, sezóny a stádia laktace.



Graf 4.3: Porovnání bodu mrznutí ve sledovaném chovu a ČR v období 2014–2021

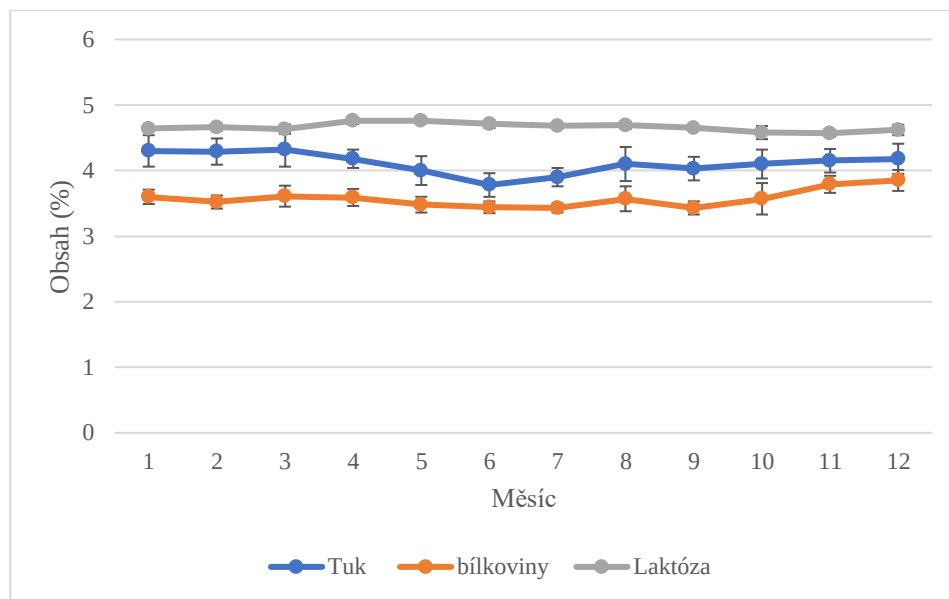
Data ČR za rok 2021 nebyla k dispozici

V grafu 4.4 jsou znázorněny průměrné měsíční hodnoty obsahu tuku, bílkovin a laktózy. Byla zjištěna vysoká statistická významnost ($p < 0,001$) vlivu měsíce na obsah tuku. Z grafu 4.4 vyplývá, že nejvyšší obsah tuku byl zaznamenán v březnu a poté nastal pokles, kdy se průměrný obsah tuku snižoval až do června. V dalších

měsících je patrný opětovný nárůst obsahu tuku. Podobný trend byl zjištěn i u průměrných hodnot obsahu tuku v ČR. Ve sledovaném chovu může být nárůst způsobený zařazováním čerstvé jetelotravní nebo travní senáže do krmné dávky. Senáž má zvýšený podíl vlákniny. Navrátilová a kol. (2012) uvádějí, že obsah tuku roste se zvýšeným příjmem vlákniny z krmiva. Vliv na obsah tuku ve sledovaném chovu mohla mít tedy i výživa. V letních měsících mohl být snížený obsah tuku v ČR způsobený pastvou, kterou některé chovy v ČR aplikují. Systém pastvy byl praktikován do roku 2017 i ve sledovaném chovu. Navrátilová a kol. (2012) také uvádějí vliv sezónnosti na obsah tuku. Porovnání průměrných měsíčních hodnot obsahu tuku mezi sledovaným chovem a ČR je uveden v grafu 4.5.

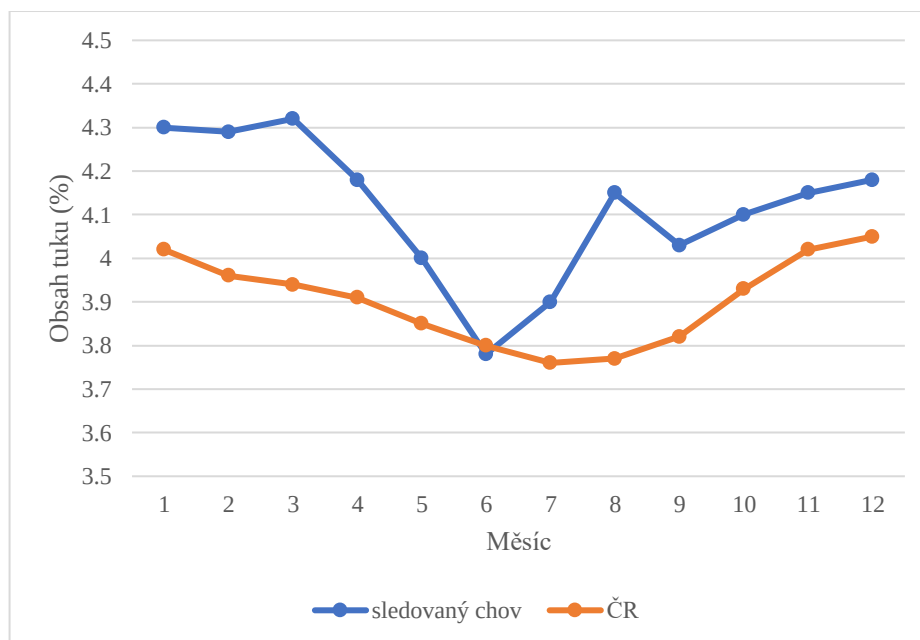
Vysoká statistická významnost ($p < 0,001$) byla potvrzena i mezi průměrnými měsíčními obsahy bílkovin. U obsahu bílkovin je opět patrný jejich pokles v letních měsících ve srovnání s měsíci zimními. Zvýšený obsah bílkovin na konci roku 2021 byl s největší pravděpodobností způsoben vyšším počtem dní laktace u dojnic v tomto období (viz kapitola 4.2). Se stoupající fází laktace stoupá i obsah bílkovin v mléce (Štolcová a kol., 2021). Obsah bílkovin je podrobně znázorněn v grafu 4.4. Porovnání průměrných měsíčních hodnot obsahu bílkovin ve sledovaném chovu a ČR znázorňuje graf 4.6.

Graf 4.4 dále znázorňuje průměrné měsíční hodnoty obsahu laktózy. U vlivu měsíce na obsah laktózy byla prokázána statistická významnost ($p < 0,001$). Obsah laktózy byl nižší, než je u mléka běžné. Podle Televicia a kol. (2021) je spojen obsah laktózy se zdravotním stavem a dojnice s obsahem laktózy vyšším než 4,7 % vykazují menší PSB. V listopadu, kdy byla zaznamenána minimální hodnota obsahu laktózy, byl zaznamenán nejvyšší PSB. Henao-Velasquez a kol. (2014) uvádějí, že obsah laktózy může ovlivnit fáze laktace. To mohlo být důvodem nižších hodnot v říjnu a listopadu, kdy byl nejnižší obsah laktózy. Ve stejném období byl i vyšší počet dní laktace u dojnic (viz kapitola 4.2).

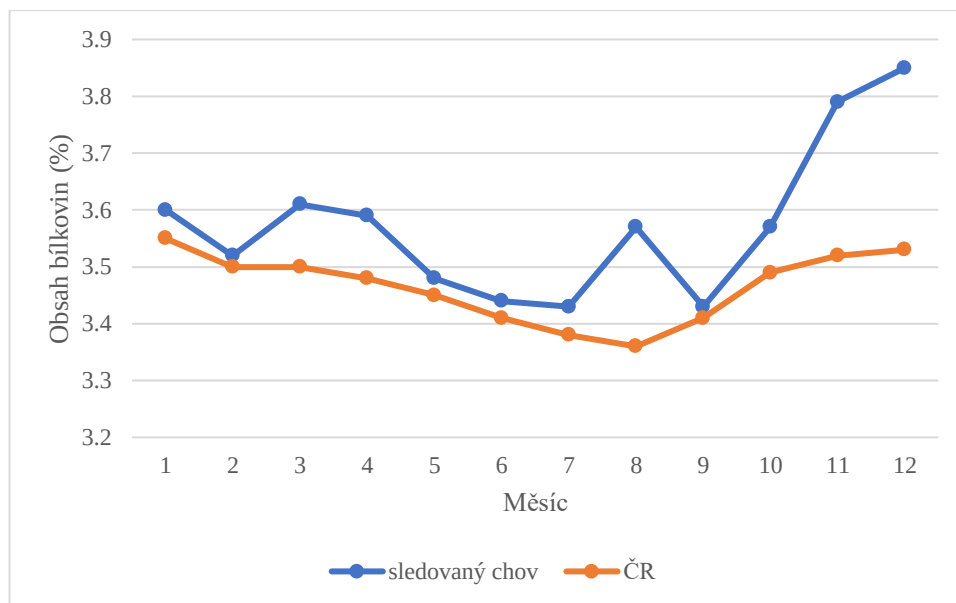


Graf 4.4: Vliv měsíce na obsah tuku, bílkovin a laktózy (%) v roce 2021

Snížené hodnoty obsahu tuku ve sledovaném chovu byly zaznamenány v letních měsících (červen, červenec), kdy hodnoty obsahu tuku klesly pod 4 %. Nejvyšší hodnoty byly ve sledovaném chovu zaznamenány v prvních třech měsících roku. Z toho lze odvodit, že na obsah tuku v mléce může mít vliv teplota prostředí a roční období (Herbut a kol., 2018).

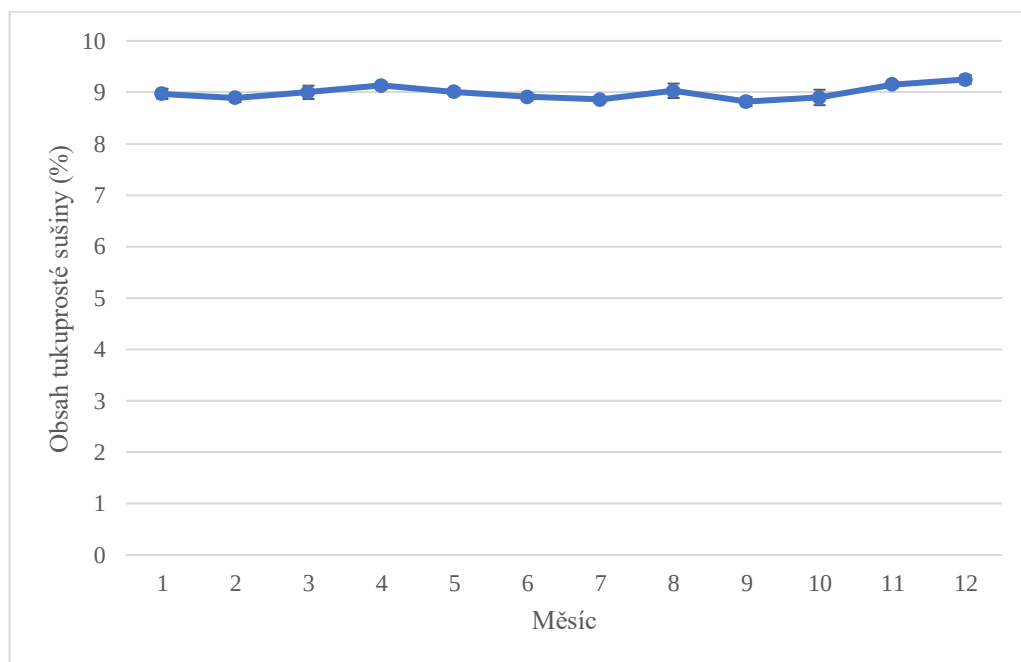


Graf 4.5: Porovnání obsahu tuku ve sledovaném chovu a ČR v roce 2021



Graf 4.6: Porovnání obsahu bílkovin ve sledovaném chovu a ČR v roce 2021

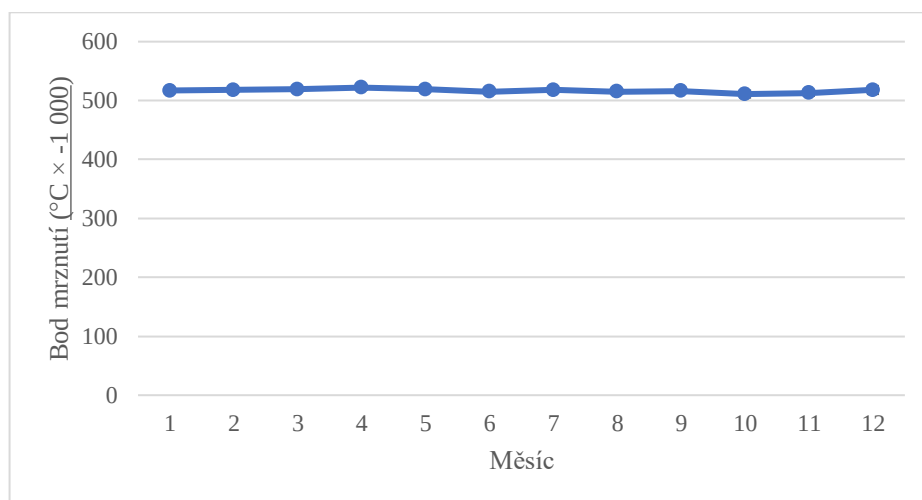
Obsah TPS se ve sledovaném chovu pohyboval na stejné úrovni jako je běžný obsah TPS v ČR (graf 4.7). U obsahu TPS byla také prokázána statistická významnost ($p < 0,001$) v závislosti na měsíci v roce.



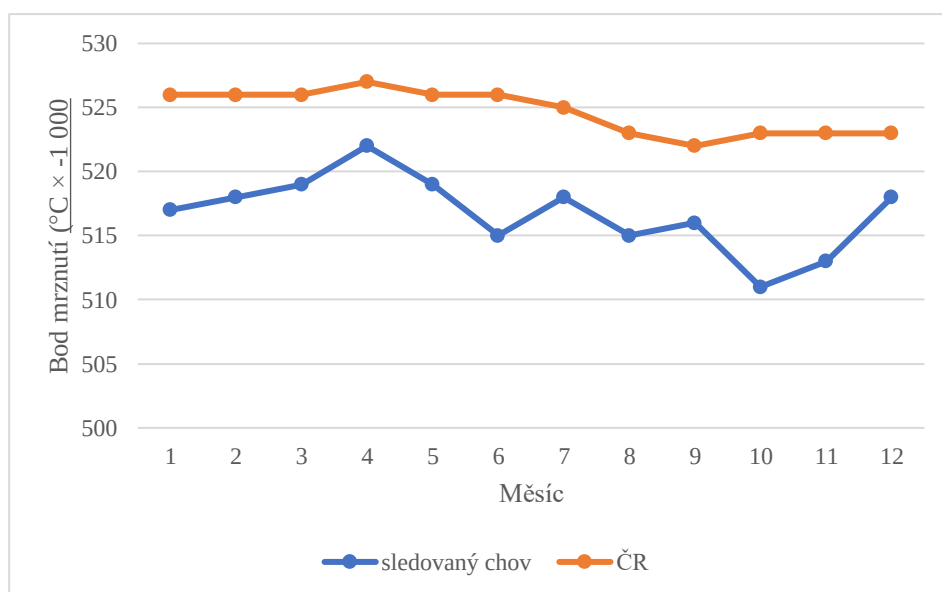
Graf 4.7: Vliv měsíce na obsah tukuprosté sušiny (%) v roce 2021

Graf 4.8 znázorňuje vliv měsíce na hodnotu bodu mrznutí mléka v roce 2021. Hodnoty bodu mrznutí se v závislosti na měsíci statisticky významně lišily ($p < 0,001$). Horší

hodnoty bodu mrznutí na konci roku mohly být způsobeny vyšším počtem dní laktace (viz kapitola 4.2). Podle Gajdůška (2003) se do hodnoty bodu mrznutí může promítnout stádium laktace. Graf 4.9 znázorňuje porovnání hodnot bodu mrznutí s průměrnými hodnotami ČR v roce 2020.



Graf 4.8: Vliv měsíce na hodnotu bodu mrznutí v roce 2021



Graf 4.9: Porovnání hodnot bodu mrznutí s průměrnými hodnotami ČR za rok 2020

4.1.2 Vybrané faktory ovlivňující hygienickou kvalitu mléka

Základní statistické charakteristiky hygienické kvality mléka v bazénových vzorcích uvádí tabulka 4.5. Hodnoty PSB byly celkem stanoveny u 375 vzorků (měsíčně se odebírají průměrně 4 vzorky). CPM byly hodnoceny u 241 vzorků (měsíčně se odebírají průměrně 3 vzorky).

Tabulka 4.5: Základní statistické charakteristiky hygienické kvality mléka v bazénových vzorcích ve sledovaném chovu za sledované období

Ukazatel		n	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}_G$	min	max	V^3 (%)
PSB ¹	(tis./ml)	375	191	99	171	60	611	51,5
	log	375	2,23	0,21		1,78	2,79	9,3
CPM ²	(tis./ml)	241	43	17	39	10	96	40,0
	log	241	1,60	0,18		1,00	1,98	11,4

¹ počet somatických buněk, ² celkový počet mikroorganismů, ³ variační koeficient

Byla zjištěna průměrná hodnota PSB 191 tis./ml mléka. Průměrná geometrická hodnota PSB (171 tis./ml) splnila požadavky všech norem stanovujících maximální limity PSB. Těmito normami jsou Nařízení EP a Rady ES, č. 853/2004 (≤ 400 tis./ml), ČCN 2016-03-18-0127 (≤ 300 tis./ml) a Certifikace produktů v režimu Q1 (SVU, 2016) (≤ 250 tis./ml). Průměr ve sledovaném chovu lze podle Kvapilíka a Syrůčka (2013) definovat jako kvalitní mléko. Průměrné hodnoty PSB v ČR byly za sledované období v intervalu 221–240 tis./ml.

Průměrná hodnota CPM byla 43 tis./ml mléka. Zjištěný geometrický průměr CPM (39 tis./ml) splňuje požadavky norem pro CPM, kterými jsou Nařízení EP a Rady ES, č. 853/2004 (≤ 100 tis./ml) a ČCN 2016-03-18-0127 (≤ 50 tis./ml), ale nesplňuje požadavky Certifikace produktů v režimu Q1 (SVU, 2016) (≤ 35 tis./ml). Vyšší počet CPM mohl být způsoben používáním skleněného potrubí na odvod mléka z dojícího zařízení do chladicí nádoby. Ve spojích skleněného potrubí mohlo docházet snadněji ke kontaminaci mléka, kvůli horšímu čištění spojů trubek. Od tohoto způsobu dojení podnik upustil v roce 2020. Předpokládá se zavedení nerezového potrubí určeného na přepravu mléka z dojícího zařízení do chladicí nádoby, což by mohlo hodnotu CPM v mléce ještě snížit.

U vzorků PSB byla zjištěna vysoká variabilita (51,5 %). Minimální hodnota byla 60 tis./ml, maximální 611 tis./ml. Variabilita u hodnot CPM byla nižší než u PSB.

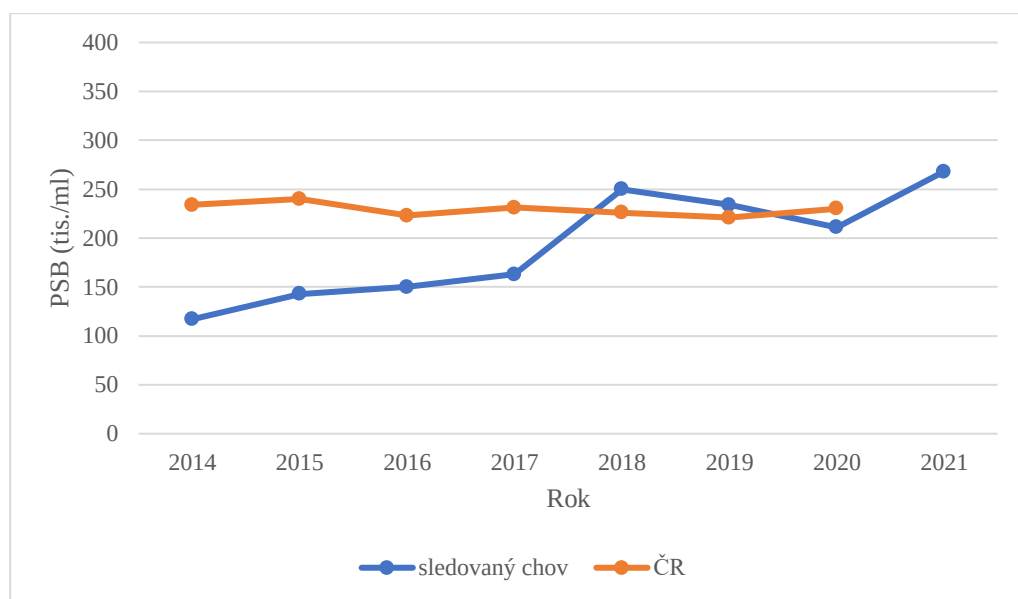
Minimální hodnota CPM byla 10 tis./ml, což lze považovat za dobrý výsledek. Maximální hodnota CPM však byla 96 tis./ml.

Tabulka 4.6: Vliv roku na hygienickou kvalitu mléka za období 2014 - 2021

Rok	n	PSB ¹				n	CPM ²			
		(tis./ml)		log			(tis./ml)		log	
		$\bar{x}$	S _x	$\bar{x}$	S _x		$\bar{x}$	S _x	$\bar{x}$	S _x
2014	47	117	54	2,04	0,15	24	43	24	1,56	0,29
2015	47	143	66	2,12	0,16	23	36	16	1,50	0,21
2016	48	150	75	2,13	0,19	24	47	19	1,64	0,17
2017	47	163	84	2,17	0,20	27	38	18	1,55	0,19
2018	47	250	79	2,37	0,15	36	38	10	1,57	0,12
2019	48	234	109	2,33	0,18	36	45	17	1,62	0,18
2020	43	211	68	2,31	0,12	35	48	16	1,66	0,14
2021	48	268	117	2,39	0,19	36	45	14	1,63	0,14
<i>p</i>				< 0,001					0,0095	

¹ počet somatických buněk, ² celkový počet mikroorganismů

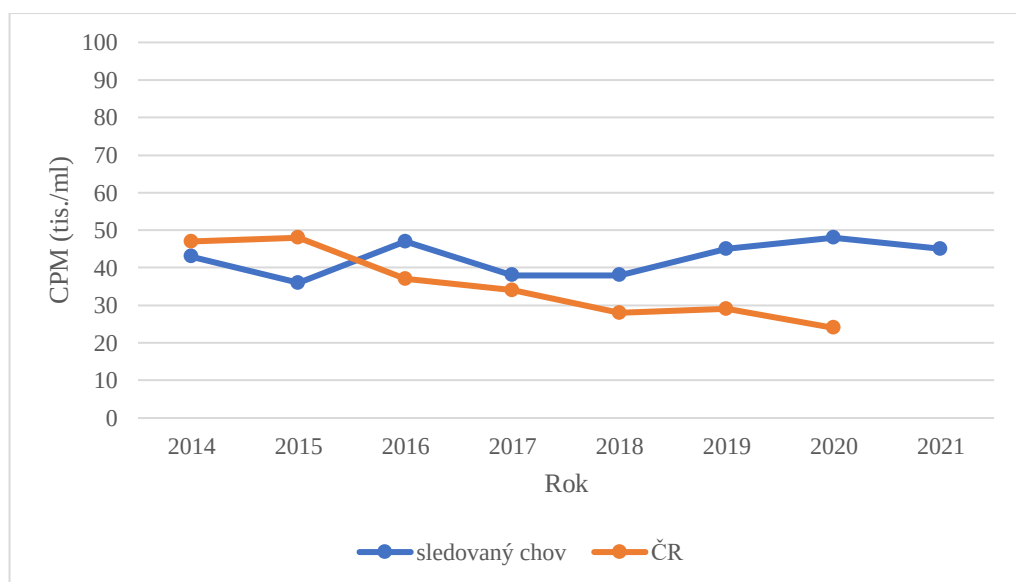
V tabulce 4.6 je uveden vliv roku na hygienickou kvalitu mléka. Hygienickou a mikrobiologickou kvalitu mléka určují ukazatele PSB, CPM a RIL. V rámci této diplomové práce byly hodnoceny pouze PSB a CPM. RIL nebyla započítána, protože po celou sledovanou dobu byla hodnota RIL ve sledovaném chovu negativní. Vliv roku byl statisticky významný u PSB ($p < 0,001$) i CPM ($p < 0,01$). Průměrné roční hodnoty PSB se pohybovaly v první polovině sledovaného období (2014–2017) mezi 100–200 tis./ml, takové mléko lze považovat za mléko ze zdravé mléčné žlázy (Kvapilík a Syrůček, 2013). Průměrné roční hodnoty PSB byly v tomto období výrazně pod průměrnými ročními hodnotami PSB v ČR, které se pohybovaly v letech 2014–2017 mezi 223 a 240 tis./ml. V roce 2018 byl u hodnot PSB zaznamenán rostoucí trend. V období 2018–2021 se pohybovaly průměrné roční hodnoty PSB ve sledovaném chovu mezi 211 a 268 tis./ml. Průměr PSB ve sledovaném chovu byl v tomto období podobný jako průměr PSB v ČR. Velký nárůst v roce 2018 mohlo způsobit velké sucho v daném roce a následné problémy s krmnou dávkou, protože musela být snížena dávka senáže z důvodu jejího nedostatku a zejména její kvality. Podrobněji jsou data znázorněna v grafu 4.10.



Graf 4.10: Porovnání počtu somatických buněk (PSB) ve sledovaném chovu a ČR za sledované roky 2014–2021

Průměrná data ČR za rok 2021 nebyla k dispozici.

V prvních dvou letech byly průměrné roční hodnoty ve sledovaném chovu nepatrně lepší než průměrné hodnoty CPM v ČR. Ovšem od roku 2015 byl u průměrných hodnot CPM v ČR zaznamenán klesající trend, zatímco ve sledovaném chovu se stále průměrné roční hodnoty CPM pohybovaly v letech 2018–2020 mezi 38 a 48 tis./ml. Průměrné hodnoty ve sledovaném chovu a v ČR znázorňuje graf 4.11.



Graf 4.11: Porovnání celkového počtu mikroorganismů (CPM) ve sledovaném chovu a ČR za sledované roky 2014–2021

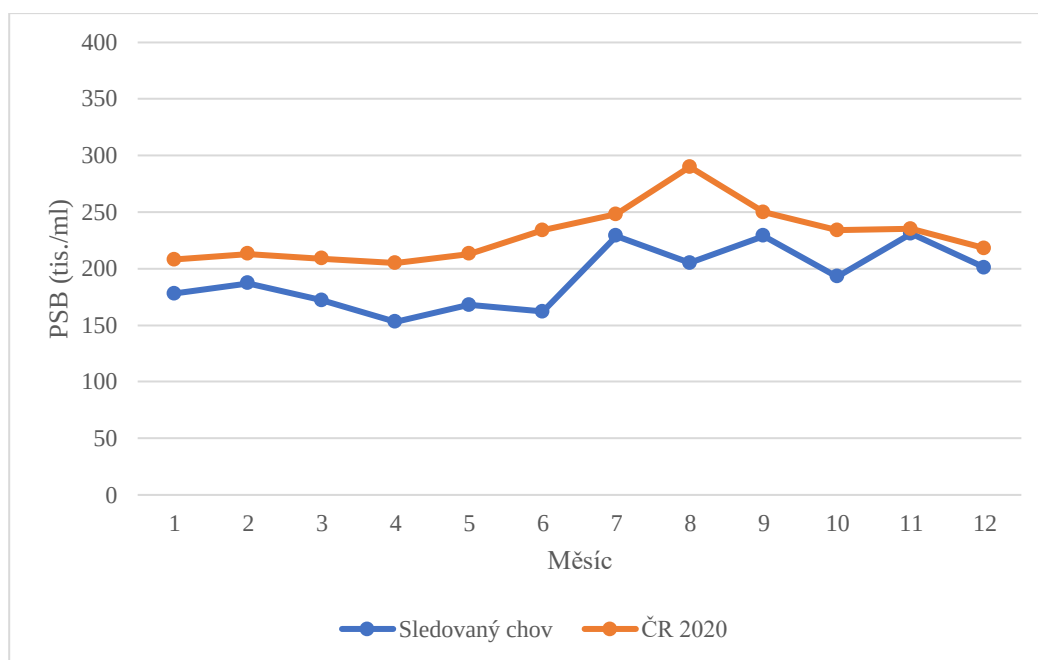
Průměrná data ČR za rok 2021 nebyla k dispozici.

Vliv měsíce na hodnoty PSB byl vyhodnocen jako statisticky významný ($p < 0,01$). Z tabulky 4.7 je patrné, že nejvyšší zaznamenaná hodnota byla v listopadu (231 tis./ml). Téměř shodné hodnoty byly zaznamenány za červenec a září (229 tis./ml). V první polovině roku jsou celkově zaznamenány nižší hodnoty PSB než ve druhé polovině roku. Lze předpokládat, že nárůst PSB v letních měsících mohly způsobit vyšší letní teploty (Skrzypek, 2006). Podobně se vyvíjel trend vlivu měsíce na PSB v ČR například v roce 2020. Vliv měsíce na PSB je znázorněn rovněž v grafu 4.12.

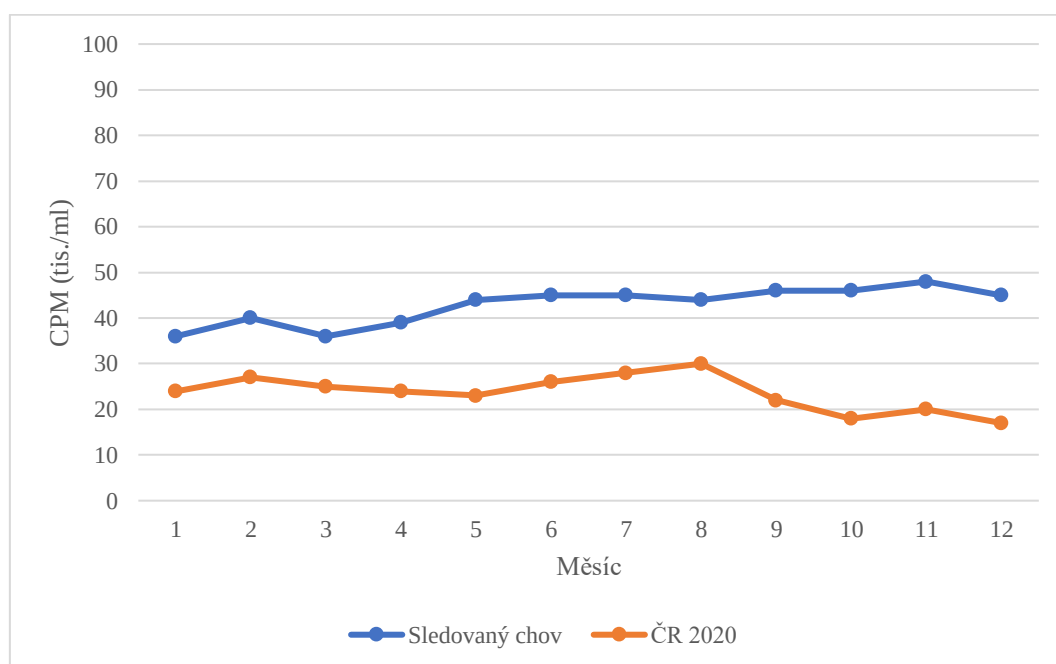
Vliv měsíce na hodnoty CPM byl vyhodnocen jako statisticky nevýznamný. Průměrná měsíční hodnota CPM nepřekročila 50 tis./ml. Nejnížší měsíční hodnoty byly zaznamenány v lednu až dubnu. V ostatních měsících se hodnota CPM pohybovala okolo 45 tis./ml. Nejvyšší hodnota byla zaznamenána stejně jako u PSB v listopadu. Ve sledovaném chovu jsou měsíční hodnoty CPM vyšší než měsíční průměrné hodnoty CPM v ČR. Vliv měsíce na CPM je znázorněn v grafu 4.13. Během sledování nebyla zaznamenána významná výkyvy v hodnotách CPM.

Tabulka 4.7: Vliv měsíce na hygienickou kvalitu mléka za období 2014 - 2021

Měsíc	Počet somatických buněk				Celkový počet mikroorganismů			
	(tis./ml)		log		(tis./ml)		log	
	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x
Leden	178	76	2,21	0,19	36	13	1,53	0,17
Únor	187	96	2,23	0,19	40	15	1,57	0,18
Březen	172	86	2,19	0,19	36	14	1,53	0,16
Duben	153	86	2,13	0,20	39	18	1,53	0,24
Květen	168	81	2,18	0,21	44	13	1,62	0,16
Červen	162	77	2,17	0,19	45	18	1,62	0,19
Červenec	229	145	2,29	0,25	45	16	1,63	0,15
Srpen	205	103	2,26	0,21	44	19	1,60	0,19
Září	229	97	2,32	0,21	46	17	1,63	0,17
Říjen	193	97	2,24	0,21	46	22	1,62	0,20
Listopad	231	102	2,32	0,19	48	19	1,65	0,17
Prosinec	201	98	2,26	0,20	45	17	1,63	0,17
p			0,0012				0,2719	



Graf 4.12: Porovnání průměrných měsíčních hodnot počtu somatických buněk (PSB) ve sledovaném chovu s průměrnými měsíčními hodnotami ČR v roce 2020



Graf 4.13: Porovnání průměrných měsíčních hodnot celkového počtu mikroorganismů (CPM) ve sledovaném chovu s průměrnými měsíčními hodnotami ČR v roce 2020

4.2 Vyhodnocení kvality individuálních vzorků mléka

4.2.1 Složení mléka

Výsledky analýz individuálních vzorků mléka jsou uvedeny v tabulce 4.8. Průměrné pořadí laktace bylo $3 \pm 1,2$, průměrný počet dní laktace 274 ± 208 dní. Tuto poměrně vysokou hodnotu ovlivnilo pravděpodobně horší zabřezávání některých dojnic. Některé měly laktaci v době odběru vzorků delší než 400 dní. K horšímu zabřezávání dojnic mohlo dojít individualitou dojnic nebo změnou inseminační technika v předešlém období. Nový inseminační technik měl horší % v počtu úspěšně provedených inseminací.

U individuálních vzorků byl zjištěn průměrný obsah tuku 3,89 %. Variabilita byla 18,9 %. Obsah tuku byl v individuálních vzorcích nižší než jeho obvyklá hodnota v bazénových vzorcích v daném podniku (kapitola 4.1). Klimešová a kol. (2021) ve své studii, kde zkoumali vzorky mléka z ranního dojení ze sedmi chovů, zjistili v chovech českého strakatého skotu hodnoty obsahu tuku 3,80 – 4,18 %. Vyleťelová-Klimešová a kol. (2014) zjistili při zkoumání vzorků mléka z chovu českého strakatého skotu tučnost 4,10 %. Samková a kol. (2020) zjistili u 345 individuálních vzorků mléka od českého strakatého a holštýnského skotu obsah tuku 4,34 %. Podle Štolcové a kol. (2021) může být nižší hodnota obsahu tuku ve sledovaném chovu způsobena vyšším počtem dní laktace. Dalším důvodem nižší tučnosti může být čas dojení, protože mléko z ranního dojení má podle Štolcové a kol. (2021) nižší obsah tuku.

V individuálních vzorcích byl zjištěn průměrný obsah bílkovin 3,68 % a obsah kaseinu 2,93 %. Variabilita obsahu bílkovin byla 14,2 %. Vyleťelová-Klimešová a kol. (2014) stanovily v chovu českého strakatého skotu obsah kaseinu na 2,88 %. Klimešová a kol. (2021) zjistili v chovech českého strakatého skotu obsah bílkovin 3,07 – 3,56 %. Samková a kol. (2018) stanovili obsah bílkovin u českého strakatého skotu 3,61 %. Samková a kol. (2020) zjistili při individuálních odběrech mléka od dojnic holštýnského a českého strakatého skotu obsah bílkovin 3,44 %. Ve sledovaném chovu může být vyšší obsah bílkovin způsobený vyšším počtem dní laktace (Štolcová a kol., 2021).

Průměrný obsah laktózy byl v individuálních vzorcích 4,81 %. Dvě nejnižší zaznamenané hodnoty laktózy byly od dojnic s nejvyšším počtem dní laktace nebo s nejvyšším zaznamenaným PSB – data v tabulce neuvedena. Klimešová a kol. (2019) stanovili u vzorků mléka obsah laktózy 4,89 – 4,98 %. Samková a kol. (2020)

zaznamenali obsah laktózy 5,03 %. Samková a kol. (2018) zaznamenali u českého strakatého skotu hodnotu obsahu laktózy 4,82 %.

Průměrný obsah TPS byl v individuálních vzorcích 9,16 %. Variability u obsahu laktózy (3 %) a TPS (5,3 %) byly nejnižší ze všech sledovaných ukazatelů. Klimešová a kol. (2021) zaznamenali u chovů českého strakatého skotu hodnoty TPS 8,87 – 9,24 %.

U PSB byl vypočten jak geometrický (80 tis./ml), tak aritmetický průměr (150 tis./ml). Nejvyšší hodnota (1014 tis./ml) byla zjištěna u dojnice holštýnského plemene při prvním měření a byla způsobena s největší pravděpodobností zánětem mléčné žlázy – data v tabulce neuvedena. Tato dojnice měla při dalších měřeních obvyklé hodnoty PSB. Jiné faktory, které mají vliv na hodnotu PSB jsou popsány v předchozích částech této práce. Kvapilík a kol. (2016) při svém sledování tří chovů českého strakatého skotu zjistili průměrnou hodnotu PSB 236 tis./ml a u deseti chovů holštýnského plemene zaznamenali průměrnou hodnotu 301 tis./ml. Klimešová a kol. (2015) zjistili při odběru mléka od 130 dojnic hodnotu PSB 221 tis./ml.

Zjištěný obsah kyseliny citrónové byl 0,091 mmol/l. Variabilita kyseliny citrónové byla stanovena na 15,2 %. Zjištěný obsah kyseliny citrónové je uveden v % a pro porovnání byl převeden na mmol/l pomocí konstanty 53,49 (Českomoravská společnost chovatelů, 2021). Obsah kyseliny citrónové byl stanoven po převedení na 4,87 mmol/l. Tato hodnota nesplnila běžný obsah kyseliny citrónové v mléce (8–10 mmol/l). Nižší hodnota kyseliny citrónové může znamenat nedostatek energie pro vyrovnaný metabolismus dojnic (Českomoravská společnost chovatelů, 2021).

Obsah volných MK (VMK) v individuálních vzorcích (0,65 mmol/100 g) byl nižší než maximální obsah VMK v mléce, který podle Českomoravské společnosti chovatelů (2021) činí 1,3 mmol/100 g. Tento parametr splnila i maximální naměřená hodnota (0,81). Klimešová a kol. (2015) zjistili obsah VMK 1,25 mmol/100 g. Zvýšený obsah VMK v individuálních vzorcích může znamenat metabolické problémy, zdravotní problémy (mastitidní onemocnění, zvýšený PSB). Podle Českomoravské společnosti chovatelů (2021) může být dalším důvodem zvýšeného obsahu VMK nevhodná manipulace s mlékem po jeho nadojení. V obsahu VMK se projevuje i výživa zvířat (Klimešová a kol., 2015).

Dalším hodnoceným faktorem byl obsah ketonů. Podle ketonů (aceton, kyselina betahydroxymásečná) v mléce lze spolehlivě, metodou neinvazivního monitoringu, posuzovat a kontrolovat výživu a zdravotní stav dojnic. Ketony jsou produktem

tukového katabolismu v počátku laktace v době energetického nedostatku. Ketony jsou považovány za nežádoucí metabolity. Ketózy zhoršují dojivost a plodnost krav, které mohou i uhynout (Hanuš a kol., 2009). Koncentrace acetonu se má v individuálních vzorcích pohybovat do 0,2 mmol/l, což průměr (0,07 mmol/l) individuálních vzorků ve sledovaném chovu splnil.

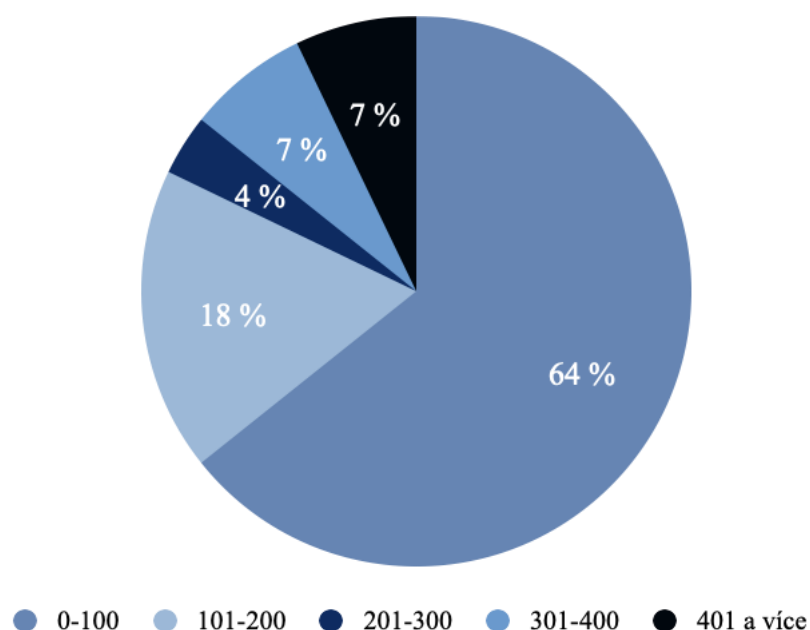
V individuálních vzorcích je obsah ketolátek (aceton – 0,07 mmol/l, kyseliny betahydroxymáselná – 0,04 mmol/l) indikátorem zdravotního stavu dojnic. Jejich zvýšený obsah může znamenat zvýšené nebezpečí vzniku onemocnění ketózy (Českomoravská společnost chovatelů, 2020). Z toho vyplývá, že i nejvyšší zaznamenaná hodnota (0,18 mmol/l) byla nižší než limit 0,2 mmol/l. Dá se tedy předpokládat, že ve sledovaném chovu je malé riziko vzniku ketózy. Hodnota acetonu však byla ve vzorcích hodně variabilní (62,2 %).

Tabulka 4.8: Základní statistická data složení mléka v individuálních vzorcích

Ukazatel	n	$\bar{x}$	s_x	min	max	V ⁶ (%)
Pořadí laktace	28	3,0	1,2	1,0	5,0	40,6
Fáze laktace	28	274	208	10	650	75,8
Tuk (%)	28	3,89	0,73	2,75	5,65	18,7
Bílkoviny (%)	28	3,68	0,52	2,79	4,94	14,2
Laktóza (%)	28	4,81	0,14	4,48	4,98	3,0
Kasein (%)	28	2,93	0,49	2,10	4,12	16,8
TPS ¹ (%)	28	9,16	0,49	8,22	10,23	5,3
PSB (tis./ml) ²	28	150/80 ⁷	219	16	1014	146,2
PSB ² log	28	1,903	0,460	1,204	3,006	24,18
Aceton (mmol/l)	26	0,07	0,04	0,01	0,18	62,2
BHB ³ (mmol/l)	24	0,04	0,02	0,01	0,09	52,6
KC ⁴ (%)	28	0,091	0,014	0,059	0,117	15,2
VMK ⁵ (mmol/100 g)	28	0,65	0,04	0,22	0,81	30,7

¹ tukuprostá sušina, ² počet somatických buněk, ³ kyselina betahydroxymáselná, ⁴ kyselina citrónová, ⁵ volné mastné kyseliny, ⁶ variační koeficient, ⁷ geometrický průměr

Z grafu 4.14 vyplývá, že 64 % individuálních vzorků vykázalo hodnotu PSB pod 100 tis./ml. 18 % vzorků dosáhlo hodnoty PSB 101–200 tis./ml, kdy mohou vzniknout ekonomické ztráty, ale mléko je považováno podle Kvapilíka a Syrůčka (2013) za mléko ze zdravé mléčné žlázy. PSB v intervalu 301–400 tis./ml bylo zaznamenáno u 7 % vzorků. Stejné procento (7 %) individuálních vzorků překonalo hranici PSB 400 tis./ml. Výsledky jednotlivých individuálních měření jsou popsány v tabulce 4.9. Z nich vyplývá, že odběr byl jako statisticky významný ($p < 0,01$) potvrzen pouze u obsahu laktózy.



Graf 4.14: Rozdělení četností hodnot počtu somatických buněk v individuálních vzorcích mléka

Tabulka 4.9: Porovnání jednotlivých individuálních měření (složení mléka)

Ukazatel	Prosinec		Leden		Únor		p
	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	
Pořadí laktace	2,8	1,2	3,1	1,3	3,1	1,3	0,8220
Fáze laktace (dny)	367	219	208	192	237	192	0,2061
Tuk (%)	4,30	0,81	3,69	0,65	3,62	0,52	0,0672
Bílkoviny (%)	3,93	0,47	3,64	0,56	3,45	0,47	0,1340
Laktóza (%)	4,69	0,13	4,90	0,08	4,84	0,13	0,0016
Kasein (%)	3,16	0,46	2,89	0,51	2,70	0,43	0,1175
TPS ¹ (%)	9,26	0,46	9,22	0,53	8,99	0,49	0,4440

PSB ² (tis./ml)	228	302	72	46	142	208	0,3097
PSB ² log	2,082	0,499	1,779	0,283	1,828	0,539	0,3097
Aceton (mmol/l)	0,09	0,05	0,05	0,04	0,07	0,03	0,2644
BHB ³ (mmol/l)	0,05	0,03	0,03	0,01	0,03	0,02	0,0555
KC ⁴ (%)	0,087	0,02	0,088	0,01	0,098	0,01	0,1433
VMK ⁵ (mmol/100 g)	0,75	0,20	0,52	0,19	0,67	0,15	0,0507

¹ tukuprostá sušina, ² počet somatických buněk, ³ kyselina betahydroxymásečná, ⁴ kyselina citrónová, ⁵ volné mastné kyseliny

4.2.2 Zastoupení MK mléka

Tuk je hlavní variabilní složkou mléka a jeho složení je ovlivněno různými faktory (Schwendel et al., 2015). Zastoupení MK v mléce je ovlivněno obsahem tuku, plemenem dojníc, výživou, fází laktace a metabolickým stavem zvířat (Plaut a Casey, 2011). Zastoupení MK v mléce mohou být také ovlivněny hladinami těkavých MK v bachoru, především acetátu. Dostupnost acetátu souvisí s bachorovými mikroorganismy a jejich metabolity (Matenchuk a kol., 2020).

Ve sledovaném chovu bylo zjištěno zastoupení SCFA 15,1 %. Variabilita byla poměrně nízká (7,3 %). Štolcová a kol. (2021), kteří zkoumali vliv času dojení na složení mléka, zjistili zastoupení SCFA z ranního dojení nižší (9,3 – 9,6 %). Dále zjistili, že se zvyšující fází laktace roste zastoupení SCFA. Ovšem Navrátilová a kol. (2012) uvádějí, že laktace se u spektra MK s krátkým řetězcem projevuje jen velmi málo a od 10. týdne je složení MK v mléčném tuku poměrně stabilní. Klotz (2019), který zkoumal složení mléka podle genotypu dojnice, zjistil zastoupení SCFA v mléčném tuku 742 dojnic v intervalu od 10,48 do 10,92 %.

Dále bylo zjištěno zastoupení MCFA v mléčném tuku (51,1 %) s variabilitou 7,4 %. Klotz (2019) ve své studii zjistil interval MCFA v mléčném tuku 44,72 – 47,10 %. Štolcová a kol. (2021) zjistili zastoupení MCFA v mléčném tuku holštýnského plemene 33 – 35,3 %.

Zastoupení LCFA v mléčném tuku bylo 25,1 % a variabilita 14,6 %. Samková a kol. (2020) zaznamenali ve své studii při odběru individuálních vzorků od 345 dojnic zastoupení LCFA 35,7 %. Štolcová a kol. (2021) ve své studii také stanovili průměrné hodnoty LCFA 35,1 – 38,7 %. Dále zjistili, že množství LCFA v mléčném tuku se

vzrůstající fázi laktace výrazně klesalo. Tento fakt může být důvodem stanovené nižší průměrné hodnoty LCFA ve sledovaném chovu.

Zastoupení SFA v mléčném tuku činilo 77,4 %. U SFA byla stanovena nízká variabilita (3,6 %). Klojda (2019) zaznamenal zastoupení SFA v mléčném tuku 70,7 – 72,4 %. Samková a kol. (2020) uvádějí zastoupení SFA v mléčném tuku 69,5 %. Samková a kol. (2018) porovnávali rozdíly ve složení mléka u holštýnského a českého strakatého skotu a uvádějí průměrnou hodnotu SFA v individuálních vzorcích 69,3 %. Macek a kol. (2010), kteří hodnotili vztah MK s ostatními ukazateli mléka, zaznamenali ve své studii u českého strakatého skotu během zimního období hodnoty SFA 66,3 – 67,4 %. Vyšší průměrné zastoupení SFA ve sledovaném chovu mohlo ovlivnit krmení dojníc, protože odběr vzorků probíhal v zimním období a nebylo možné krmení čerstvou pící. Zastoupení SFA v mléčném tuku může příznivě ovlivnit právě pastva nebo čerstvá píče (Samková a kol., 2020). Vliv sezóny na množství SFA v mléčném tuku prokázali i Ozcan a kol. (2015).

Ve sledovaném chovu bylo zastoupení UFA v mléčném tuku 22,6 % a variabilita vyšší (12,1 %) než v případě SFA. Samková a kol. (2018) ve své studii uvádějí zastoupení UFA 24,3 – 33,4 %. Hanuš a kol. (2016), kteří zkoumali vliv plemene, krmení a sezóny na složení MK v syrovém mléce, stanovili průměrné hodnoty UFA 32,5 – 34 %. Dále ve své studii prokázali vliv sezóny a krmení na množství UFA v mléčném tuku. Klojda (2019) uvádí, že čím je nižší zastoupení UFA v mléčném tuku, tím jsou více zastoupeny SFA. Poměr SFA a UFA je patrný i ve sledovaném chovu.

Zastoupení MUFA v mléčném tuku bylo ve sledovaném chovu 22,9 %. Samková a kol. (2018) zjistili hodnoty MUFA u 25 dojníc českého strakatého skotu v intervalu 21,4 – 28,7 %. Štolcová a kol. (2021) uvádějí zastoupení MUFA 26 – 27 %. Samková a kol. (2018) zjistili, že podíl MUFA v mléčném tuku byl ovlivněn individualitou dojnice z 26 % a fází laktace z 18 %.

Podíl PUFA v mléčném tuku byl ve sledovaném chovu 1,9 %. Vysoká variabilita PUFA (28,3 %) je u této skupiny MK obvyklá. Samková a kol. (2018) ve své studii stanovili u PUFA zastoupení 2,6 – 4,7 %. Štolcová a kol. (2021) stanovili hodnoty PUFA při ranním dojení na 3,2 – 3,5 %. Podle Samkové a kol. (2018) je podíl PUFA ovlivněn z 33 % individualitou dojnice. Křížová a kol. (2016), kteří zkoumali význam krmných směsí určených pro konvenční a ekologické zemědělství zjištěný při odběrech od 12 dojníc, zjistili u PUFA zastoupení 3,88 % a 4,75 %.

Průměrná hodnota C16:0 v mléčném tuku byla 33,2 %. Samková a kol. (2018) u českého strakatého skotu stanovili 26,8 – 35,7 %, Štolcová a kol. (2021) 22,8 – 25,1 %. Autoři dále zjistili, že průměrná hodnota C16:0 se zvyšovala s prodlužující se fází laktace.

Ve sledovaném chovu bylo zjištěno zastoupení C18:0 v mléčném tuku 5,7 %. Štolcová a kol. (2021) zjistili zastoupení C18:0 10,3 – 12,9 %, ale byl patrný pokles obsahu C18:0 se vzrůstající fází laktace. Macek a kol. (2010) u českého strakatého skotu zaznamenali hodnoty C18:0 9,82 – 12,96 %. Hanuš a kol. (2018), kteří zkoumali vliv krmení na složení mléka, zjistili hodnoty 7 – 12,5 %. Loften a kol. (2014) uvádějí, že změny obsahu C18:0 nemusí vypovídat o metabolickém stavu dojnice, protože C18:0 je z důvodu zachování tekutosti mléka částečně desaturována na C18:1. Ve sledovaném chovu bylo zjištěno množství C18:1 (21,9 %) shodné s výsledky Štolcové a kol. (2021). Množství C18:1 v mléčném tuku může ovlivnit plemeno, fáze laktace, krmivo nebo sezónnost (Jensen, 2002).

Tabulka 4.10 znázorňuje zjištěné zastoupení MK v mléce a mléčném tuku. Pro zjištění zastoupení MK mléčného tuku bylo nutné převést počáteční hodnoty MK ze g/100 g mléka na % (tj. g/100 g všech MK) podle Hanuše a kol. (2015).

Tabulka 4.10: Základní statistická data pro zastoupení MK v mléce a mléčném tuku v individuálních vzorcích mléka

Ukazatel	n	$\bar{x}$	s_x	min	max	V^1 (%)
MK v mléce (g/100 g mléka)						
C14:0 ²	28	0,47	0,09	0,32	0,69	18,2
C16:0 ²	28	1,22	0,21	0,89	1,75	17,2
C18:0 ²	28	0,21	0,06	0,04	0,32	30,2
C18:1 ²	28	0,81	0,21	0,49	1,27	26,3
LCFA ²	28	0,93	0,25	0,49	1,40	27,0
MCFA ²	28	1,88	0,31	1,30	2,59	16,3
SCFA ²	28	0,56	0,11	0,39	0,84	20,0
UFA ²	28	0,84	0,20	0,52	1,22	24,2
MUFA ²	28	0,85	0,20	0,56	1,27	24,1
PUFA ²	28	0,07	0,03	0,02	0,13	37,8
SFA ²	28	2,85	0,52	2,09	4,16	18,2
TFA ²	23	0,03	0,03	0,00	0,10	88,3
MK v mléčném tuku (%)						
C14:0 (%)	28	12,8	0,9	11,3	15,9	6,9
C16:0 (%)	28	33,2	2,6	28,1	39,0	7,9
C18:0 (%)	28	5,7	1,3	1,5	7,6	22,6
C18:1 (%)	28	21,9	2,9	16,6	28,2	13,3
LCFA (%)	28	25,1	3,7	17,2	31,2	14,6
MCFA (%)	28	51,1	3,8	45,9	59,4	7,4
SCFA (%)	28	15,1	1,1	13,1	18,1	7,3
UFA (%)	28	22,6	2,8	17,6	29,1	12,1
MUFA (%)	28	22,9	2,8	17,1	29,5	12,2
PUFA (%)	28	1,9	0,5	0,6	2,7	28,3
SFA (%)	28	77,4	2,8	71,0	82,4	3,6
TFA (%)	22	0,8	0,6	0,0	2,4	79,6

¹variační koeficient, ²(g/100 g mléka)

V tabulce 4.11 jsou porovnány rovněž výsledky jednotlivých individuálních měření, ze kterých vyplývá, že se zastoupení MK v rámci tří provedených odběrů statisticky významně nelišilo.

Tabulka 4.11: Porovnání jednotlivých individuálních měření (zastoupení mastných kyselin)

Ukazatel	Prosinec		Leden		Únor		<i>p</i>
	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	$\bar{x}$	s_x	
C14:0 (%)	13,2	1,2	12,6	0,6	12,5	0,6	0,1760
C16:0 (%)	32,6	2,2	33,9	2,7	33,1	3,0	0,5615
C18:0 (%)	5,0	1,6	6,1	0,7	6,1	1,1	0,0939
C18:1 (%)	22,2	2,0	21,7	3,4	21,8	3,5	0,9314
LCFA (%)	24,9	3,8	24,1	3,6	26,4	3,6	0,4189
MCFA (%)	50,9	3,7	51,3	4,2	51,2	3,9	0,9658
SCFA (%)	14,8	0,7	15,5	1,2	15,0	1,4	0,4051
UFA (%)	22,8	1,7	21,9	2,9	23,6	3,6	0,6339
MUFA (%)	22,9	1,6	22,8	2,9	22,9	3,9	0,9940
PUFA (%)	1,9	0,5	2,0	0,5	1,8	0,7	0,8424
SFA (%)	77,2	1,8	78,1	2,9	76,8	3,6	0,6439
TFA (%)	0,7	0,6	0,9	0,7	0,7	0,4	0,7089

V tabulce 4.12 jsou znázorněny vztahy mezi fází laktace, počtem somatických buněk a ostatními ukazateli. Z tabulky vyplývá, že se vzrůstající fází laktace významně narůstal obsah bílkovin v mléce ($r = 0,518$) a ovlivnil tak obsah bílkovin z 26,83 %. Podle očekávání se vzrůstajícím obsahem bílkovin stoupaly hodnoty obsahu kaseinu ($r = 0,498$). Obsah kaseinu byl ovlivněn fází laktace z 24,80 %. Fáze laktace významně pozitivně korelovala s obsahem tukuprosté sušiny ($r = 0,469$). Tukuprostá sušina byla ovlivněna fází laktace z 22 %. Z MK byly u fáze laktace zaznamenány pozitivní korelace v případě C18:1 ($r = 0,444$), MUFA ($r = 0,457$) a UFA ($r = 0,491$). Naopak významné negativní korelace fáze laktace byly zaznamenány u SFA ($r = -0,494$) a SCFA ($r = -0,483$). PSB významně pozitivně koreloval s obsahem tuku ($r = 0,376$). Významná negativní korelace PSB byla stanovena pouze u obsahu laktózy ($r = -0,443$).

Tabulka 4.12: Vztahy mezi fází laktace, resp. počtem somatických buněk a ostatními ukazateli kvality mléka u individuálních vzorků (n = 28)

Fáze laktace (dny)	r ¹	R ² x 100 (%)	PSB ³ (tis./ml)	r ¹	R ² x 100 (%)
Tuk (%)	0,115	1,32	Tuk (%)	0,376	14,14
Bílkoviny (%)	0,518	26,83	Bílkoviny (%)	0,250	6,25
Laktóza (%)	-0,238	5,66	Laktóza (%)	-0,443	19,62
Kasein (%)	0,498	24,80	Kasein (%)	0,245	6,00
TPS ²	0,469	22,00	TPS ²	0,127	1,61
PSB ³ (tis./ml) ²	0,126	1,59	C14:0 (%)	-0,002	0,00
C14:0 (%)	0,207	4,28	C16:0 (%)	-0,116	1,35
C16:0 (%)	-0,371	13,76	C18:0 (%)	-0,009	0,01
C18:0 (%)	-0,271	7,34	C18:1 (%)	0,056	0,31
C18:1 (%)	0,444	19,71	LCFA (%)	0,137	1,88
LCFA (%)	0,252	6,35	MCFA (%)	-0,085	0,72
MCFA (%)	-0,180	3,24	MUFA (%)	0,014	0,02
MUFA (%)	0,457	20,88	PUFA (%)	0,166	2,76
PUFA (%)	0,287	8,24	SFA (%)	-0,116	1,35
SFA (%)	-0,494	24,40	SCFA (%)	-0,103	1,06
SCFA (%)	-0,483	23,33	UFA (%)	0,121	1,46
UFA (%)	0,491	24,11			

¹korelace, ²tukuprostá sušina, ³počet somatických buněk

Tabulka 4.13 popisuje významné korelace obsahu tuku, bílkovin a tukuprosté sušiny. Prado a kol. (2019) sledovali vztahy mezi biochemickými ukazateli a obsahem tuku a bílkovin v mléce od 126 holštýnských dojnic. Srovnání mezi skupinami vysokoprodukčních a nízkoprodukčních dojnic ukázalo rozdíly ($p < 0,05$) v mléčné užitkovosti, obsahu tuku a poměru tuk/bílkovina, s vyššími hodnotami u vysokoprodukčních dojnic. V každé skupině byly hodnoceny korelace mezi obsahem tuku, bílkovin, poměrem tuk/bílkovina a koncentracemi biochemických ukazatelů. Obsah tuku pozitivně koreloval s obsahem cholesterolu, triacylglyceroly a kyselinou beta-hydroxymáselnou u vysokoprodukčních dojnic. Byla také zjištěna lineární závislost mezi obsahem tuku a triacylglyceroly, mezi obsahem bílkovin a močovinou

a mezi poměrem tuk/bílkovina a cholesterolem a triacylglyceroly u nízkoprodukčních dojnic.

Tabulka 4.13: Statisticky významné korelace tuku, bílkovin a tukuprosté sušiny

Tuk		Bílkoviny		TPS ²	
Proměnná	r ¹	Proměnná	r ¹	Proměnná	r ¹
Bílkoviny	0,518	Kasein	0,998	C16:0 (%)	-0,455
Kasein	0,498	TPS ²	0,995	C18:1 (%)	0,597
TPS ²	0,469	C16:0 (%)	-0,553	MUFA (%)	0,588
C18:1 (%)	0,444	C18:1 (%)	0,628	PUFA (%)	0,481
MUFA (%)	0,457	MUFA (%)	0,599	SFA (%)	-0,461
SFA (%)	-0,494	PUFA (%)	0,508	SCFA (%)	-0,420
SCFA (%)	-0,483	SFA (%)	-0,506	UFA (%)	0,459
UFA (%)	0,491	SCFA (%)	-0,417		
		UFA (%)	0,506		

¹korelace, ²tukuprostá sušina

Závěr

Cílem diplomové práce bylo vyhodnocení mléčné produkce a kvality syrového kravského mléka na vybrané farmě, určení hlavních faktorů, které tyto ukazatele ovlivňují, a navržení postupů vedoucích ke zlepšení dosavadního stavu.

Ve sledovaném podniku byla vyhodnocována kvalita bazénových a individuálních vzorků mléka. U bazénových vzorků mléka nebyly zjištěny problémy s ukazateli složení, které byly vyšší nebo shodné s průměrnými hodnotami těchto ukazatelů v ČR, a které dokonce odpovídaly přísnějším požadavkům České cechovní normy i Certifikace produktů v rámci režimu Q CZ. Rovněž počet somatických buněk (geometrický průměr 171 tis./ml) splňuje požadavky obou předpisů. Průměrné hodnoty celkového počtu mikroorganismů v ČR jsou podstatně nižší než zjištěná průměrná hodnota ve sledovaném podniku. Ovšem geometrický průměr celkového počtu mikroorganismů (39 tis./ml) zaznamenaný ve sledovaném podniku stále splňuje požadavky České cechovní normy.

U individuálních vzorků mléka také nebyly zjištěny problémy s hlavními ukazateli složení a hygienické kvality, které byly shodné nebo lepší s hodnotami těchto ukazatelů uváděných v literatuře. U zastoupení některých mastných kyselin v mléčném tuku byly zjištěny vyšší rozdíly s hodnotami uváděných v literatuře.

Ve sledovaném podniku se zatím neplánuje končit s chovem dojeného skotu. Hlavní motivací podniku neukončovat mléčnou produkci jsou ekonomické faktory a snaha pokračovat v tradici podniku. Podnik proto plánuje modernizaci dojírny, mléčnice a stájí z důvodu dalšího zlepšení hygienické kvality mléka, a tím vyššího zhodnocení mléčné produkce. Předpokládá se zavedení nerezového potrubí určeného na přepravu mléka z dojícího zařízení do chladicí nádoby, což by mohlo snížit hodnotu celkového počtu mikroorganismů v mléce.

Seznam použité literatury

1. Bendelja, D. a kol. (2011). Milk urea concentration in Holstein and Simmental cows. *Mljekarstvo*, 61(1):45-55
 2. Bogdanovičová, K. a kol. (2015). Mikrobiologická kvalita mléka z jihomoravských mléčných automatů. *Mlékařské listy*, 151:1-3.
 3. Boháčenko, I. a kol. (2007). Fermentace směsí laktosy a laktulosy kmenem *Lactobacillus acidophilus*. *Chemické listy*, 101(11):911-915.
 4. Buňka, F. (2013). *Mlékárenská technologie I*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín. ISBN 978-80-7454-254-1.
 5. Coppola, S. a kol. (2008): Dairy products. In: Cocolin, L. a Ercolini, D. (Eds.) *Molecular Techniques in the Microbial Ecology of Fermented Foods*. Springer, New York, pp. 31-90.
 6. Doležal, O. (2000). *Mléko, dojení, dojírny*. Agrospoj, Praha. ISBN 978-80-7454-254-1.
 7. Ercolini, D. a kol. (2008). Molecular identification of mesophilic and psychrotrophic bacteria from raw cow's milk. *Food Microbiology*, 26 (2009):228-231.
 8. Ferrero, F. J. a kol. (2014). Screening method for early detection of mastitis in cows. *Measurement*, 47:855-860.
 9. Gajdůšek, S. *Laktologie*. (2003). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 80-715-7657-3.
 10. Görner, F. a Valík, L. (2004). *Aplikovaná mikrobiologie poživatin*. Malé Centrum, Bratislava. ISBN 80-967-0649-7.
 11. Hanuš, O. a kol. (2010). Stanovení a interpretace koncentrace ketonů v mléce. *Mlékařské listy*, 119:22-25.
 12. Hanuš, O. a kol. (2015). Porovnání metod používaných při stanovení zastoupení zdravotně významných masných kyselin mléčného tu v bazénových vzorcích mléka dojnic. *Mlékařské listy*, 151:12-15.
 13. Hanuš, O. a kol. (2016). The effect of cattle breed, season and type of diet on the fatty acid profile of raw milk. *Archives Animal Breeding*, 59:373-380.
 14. Hanuš, O. a kol. (2018). Role of fatty acids in milk fat and the influence of selected factors on their variability—A Review. *Molecules*, 23(1636):1-32.
-

-
15. Hanuš, O. a kol. (2021). Změny technologických vlastností mléka a jeho IR spekter při významné redukci počtu somatických buněk. *Mlékařské listy*, 32(6):15-23.
 16. Hasoňová, L. a kol. (2017). Změny v hodnotách celkového počtu mikroorganismů při skladování syrového kravského mléka. *Mlékařské listy*, 28(2):1-3.
 17. Henao-Velasquez, A. F. a kol. (2014). Lactose and milk urea nitrogen: fluctuations during lactation in Holstein cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 43(9):479-484.
 18. Herbut, P. a kol. (2018). Effect of the duration of high air temperature on cow's milking performance in moderate climate conditions. *Annals of Animal Science*, 18(1):195-207.
 19. Hovorková, M. (2007). Vliv různých faktorů na vysoké počty somatických buněk. *Náš chov*, 10:23.
 20. Jaglič, Z. a kol. (2014). Prevence bakteriálních původců subklinických mastitid v České republice. *Veterinářství*, 64(2):142-145.
 21. Janštová, B. a Navrátilová, P. (2014). Produkce mléka a technologie mléčných výrobků. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Brno. ISBN 978-80-7305-712-1.
 22. Jelínková, J. (2012). Co nám říkají somatické buňky. *Náš chov*, 72(12): 56–58.
 23. Jensen, R. G. (2002). The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *Journal of Dairy Science*, 85:295-350.
 24. Kadlec, P. a kol. (2009). *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. Key Publishing, Ostrava. ISBN 978-80-7418-051-4.
 25. Kester, H. a kol. (2015). Activity and milk compositional changes following experimentally induced *Streptococcus uberis* bovine mastitis. *Journal of Dairy Science*, 98(2):999-1004.
 26. Klimešová, M. a kol. (2015). Hodnocení složkových, hygienických, fyzikálních a technologických ukazatelů syrového ovčího a kozího mléka a jejich srovnání s kravským mlékem. *Mlékařské listy*, 152:16-19.
 27. Klimešová, M. a kol. (2019). Streptokoková mastitida a počet somatických buněk. *Mlékařské listy*, 30 (2): 1-5.
-

-
28. Klimešová, M. a kol. (2021). Srovnání celkového počtu vybraných skupin mikroorganismů v syrovém mléce při odběru na farmě a po transportu do laboratoře. *Mlékařské listy*, 32(5): 5-10.
29. Klotz, M. (2019). *Polymorfismus vybraných enzymů jako faktor ovlivňující složení mléčného tuku*. Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
30. Kopáček, J. (2017). Laktózová intolerance, její příčiny, příznaky a nutriční řešení. *Mlékařské listy*, 28(6):11-16.
31. Kopáček, J. (2019). Současný stav světového mlékárenství. *Mlékařské listy*, 30(6):17-22.
32. Křížová, L. a kol. (2016). Alternative supplemental mixture for organic dairy herds to maintain desirable milk fatty acid profile throughout the indoor feeding period. *Animal Science Papers and Reports*, 34(1):25-40.
33. Kudrna, V. a kol. (1998). *Produkce krmiv a výživa skotu*. Agrospoj, Praha. ISBN 80-239-4241-7.
34. Kvapilík, J. a Syrůček, J. (2013). Počet somatických buněk a další ukazatele jakosti mléka. *Mlékařské listy*, 137:10-15.
35. Kvapilík, J. a Syrůček, J. (2014). Syrové kravské mléko a mléčné výrobky. *Mlékařské listy*, 143:7-12.
36. Kvapilík, J. a kol. (2015). Economic metaanalysis of impact of once a day milking. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21(2):419-428.
37. Kvapilík, J. a kol. (2016). Somatické buňky v mléce individuálních krav a vybrané ukazatele. *Mlékařské listy*, 27(5):5-12.
38. Lejeune, J. a Rajala-Schultz, P. J. (2009). Food safety: unpasteurized milk: a continued public health threat. *Clinical Infectious Diseases*, 48:93-100.
39. Lofton, J. R. a kol. (2014). Invited review: Palmitic and stearic acid metabolism in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 97:4661-4674.
40. Macek, A. a kol. (2010). Mastné kyseliny v mléčném tuku a jejich hodnocení ve vztahu k ostatním ukazatelům kvality mléka. *Mlékařské listy*, 121: 26-31.
41. Matenchuk, B. a kol. (2020). Sleep, circadian rhythm, and gut microbiota. *Sleep Medicine Reviews*, 53:101340.
42. Millogo, V. a kol. (2010). Raw milk hygiene at farms, processing units and local markets in Burkina Faso. *Food Control*, 21:1070-1074.
-

-
43. Moatsou, G. a Moschopoulou, E. (2014). Microbiology of raw milk. In Özer, B. a Akdemir-Evrendilek, G. (Eds.). *Dairy Microbiology and Biochemistry: Recent Developments*, První vydání. CRC Press, Velká Británie, 1-37. ISBN 978-1482235029
44. NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu.
45. NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 2073/2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny.
46. Navrátilová, P. (2002). Problematika reziduí inhibičních látek v syrovém kravském mléce. *Veterinářství*, 52:478-481
47. Navrátilová, P. a kol. (2012). *Hygiena produkce mléka*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Brno. ISBN 978-80-7305-625-4.
48. Navrátilová, P. a kol. (2016). Rychlé specifické testy pro kontrolu přítomnosti reziduí inhibičních látek v mléce. *Mlékařské listy*, 27(2):14-17.
49. Nejeschlebová, H. a kol. (2018). Vývoj mastitidních patogenů v praxi. *Mlékařské listy*, 29(1):24-26.
50. Pali, A.P. a kol. (2020). Milking and udder health assessment in industrial farming. *Ukrainian Journal of Ekology*, 10(2):375
51. Peroutková, J. a kol. (2016). Tepelná stabilita mléka obohaceného o bílkovinné preparáty. *Mlékařské listy*, 27(5):12-15.
52. Plaut, K. a Casey, T. (2011). Does the circadian system regulate lactation? *Animal*, 6:394-402.
53. Pokorný, M. (2021). *Vyhodnocení kvality syrového mléka ve vybraných zemích Evropské unie*. Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
54. Prado, O.R. a kol. (2019). Relationship between biochemical analytes and milk fat/protein in Holstein cows. *Austral Journal of Veterinary Sciences*, 51(1): 1-9.
55. Ozcan, T. a kol. (2015). The influence of the season and milking time on the properties and the fatty acid composition of the milk in different dairy cattle farms. *Mljekarstvo*, 65:9–17.
56. Samaržija, D. a kol. (2012). Psychrotrophic bacteria and milk and dairy products quality. *Mljekarstvo*, 62(2):77-95.
-

-
57. Samková, E. (2010). Inhibiční látky v mléce. In: *Farmářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků VII*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, ISBN 978-80-7375-402-0.
58. Samková, E. (2012). *Mléko: produkce a kvalita: Milk: production and quality: vědecká monografie*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice. ISBN 978-80-7394-383-7.
59. Samková, E. a kol. (2018). Joint effects of breed, parity, month of lactation, and cow individuality on the milk fatty acids composition. *Mljekarstvo*, 68(2): 98-107.
60. Samková, E. a kol. (2020). Comparison of fatty acid proportions determined by mid-infrared spectroscopy and gas chromatography in bulk and individual milk samples. *Animals*, 10(1095):1-13.
61. Seydlová, R. (2012). Nespecifické mastitidy. *Náš chov*, 72(12):52–54.
62. Seydlová, R. (2016). Hygienická kvalita mléka prvotetek. *Náš chov*, 76(2):56-60.
63. Schwendel, B.H. a kol. (2015). Invited review: Organic and conventionally produced milk - An evaluation of influence factors on milk composition. *Journal of Dairy Science* 98 (4), 2831-2831.
64. Skrzypek, R. (2006). Factors affecting somatic cell count and total microorganisms count in cow's milk. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 1(15-56): 209-213.
65. Štolcová, M. a kol. (2020). Mastné kyseliny mléčného tuku jako potencionální biomarkery negativní energetické bilance dojnic v časně laktaci. *Mlékařské listy*, 180(3): 7-10.
66. Štolcová, M. a kol. (2021). Vliv času dojení a týdne laktace na variabilitu nádoje a složení mléka u dojnic v časně laktaci. *Mlékařské listy*, 32(6):33-39.
67. Šustová, K. (2016). Vliv mastitidy na složení a kvalitu mléka a na trvanlivost mléčných výrobků. *Náš chov*, 76(9):64-66.
68. Šustová, K. a kol. (2016). Vliv zvýšeného počtu somatických buněk na kvalitu mléka. *Mlékařské listy*, 27(1):13-16.
69. Syrůček, J. a kol. (2020). Ekonomická efektivita výroby mléka v ČR v roce 2019. *Náš chov*, 80(7):14-20.
-

-
70. Televičius, M. a kol. (2021). Inline milk lactose concentration as biomarker of the health status and reproductive success in dairy cows. *Agriculture-Basel*, 11(38):1-11.
71. Toman, M. et al. (2009). *Veterinární imunologie: sborník referátů ze semináře s mezinárodní účastí*. 2., dopl. a aktualiz. vyd. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-2464-5.
72. Urban, F. a kol. (1997). *Chov dojeného skotu*. Apros, Praha. ISBN 80-901100-7-X
73. Van Saun, R. J. (2016). Indicators of dairy cow transition risks. *Tierärztliche Praxis*, 44:118-126.
74. Velíšek, J. a Hajšlová, J. (2009). *Chemie potravin 1, 3*. OSSIS, Tábor. ISBN 9788086659176.
75. Vyletělová, M. a Hanuš, O. (2012) Mastitidy a somatické buňky, *Náš chov*, 12:58-59.
76. Vyletělová-Klimešová, M. a kol. (2014). Hodnocení statistických výsledků kvalitativních ukazatelů syrového kravského mléka. *Mlékařské listy*, 146:20-24.
-

Seznam internetových zdrojů

- 1) Bucek, P. (2021). Výsledky kvality nakupovaného mléka v roce 2020. [online] [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: [https://www.cmsch.cz/getattachment/Novinky/VYSLEDKY-KVALITY-NAKUPOVANEHO-MLEKA-V-ROCE-2020-PO/Vysledky-kvality-nakupovaneho-mleka-v-roce-2020-\(3\).pdf.aspx/?lang=cs-CZ](https://www.cmsch.cz/getattachment/Novinky/VYSLEDKY-KVALITY-NAKUPOVANEHO-MLEKA-V-ROCE-2020-PO/Vysledky-kvality-nakupovaneho-mleka-v-roce-2020-(3).pdf.aspx/?lang=cs-CZ)
 - 2) Cestr.cz. O Plemeni. [online] [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: <https://www.cest.cz/cs/plemeno/o-plemeni>
 - 3) Cmsch.cz. (2020). Rozbory KU. [online] [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: <https://www.cmsch.cz/laboratore/lrm-laborator-pro-rozbor-mleka/rozbory-mleka/rozbory-ku/>
 - 4) Cmsch.cz. (2021). Rozbory zpeněžování. [online] [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: <https://www.cmsch.cz/laboratore/lrm-laborator-pro-rozbor-mleka/rozbory-mleka/rozbory-zpenezovani/>
 - 5) ČCN 2016-03-18-0127, www.cechovninormy.cz
 - 6) Eagri.cz. (2022). *Přímý nákup mléka od producentů v ČR*. [online] [cit. 2022-01-18]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/statistika/zemedelstvi/mleko/primy-nakup-mleka-od-producentu-v-cr-53.html>
 - 7) Ec.europa.eu, *Mléko a mléčné výrobky*. [online] [cit. 2022-01-08]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/animals-and-animal-products/animal-products/milk-and-dairy-products_cs
 - 8) Holstein.cz. (2021). *O plemeni - Holstein*. [online] [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: <https://www.holstein.cz/cz/o-plemeni#historie-cr>
 - 9) Matějčková, R. (2019). Mikrobiologie mléka a mléčných výrobků. [online] Vovcr.cz. [cit. 2021-7-29]. Dostupné z: <https://www.vovcr.cz/odz/tech/299/page00.html>
 - 10) Matějčková, R. (2019). Technologie mléka. [online] Vovcr.cz [cit. 2022-02-09]. Dostupné z: <https://www.vovcr.cz/odz/tech/315/page00.html>
 - 11) Svuolomouc.cz (2016). Věstník [online] [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.svuolomouc.cz/file.php?nid=15757&oid=5538425>
 - 12) Veselá, Z. a kol. (2020). Situační a výhledová zpráva – mléko. [online] [cit. 2022-03-30]. Dostupné z:
-

<https://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/publikace-a-dokumenty/situacni-a-vyhledove-zpravy/zivocisne-komodity-hospodarska-zvirata/mleko/mleko-2020.html>

Seznam grafů

Graf 4.1: Porovnání obsahu tuku ve sledovaném chovu a ČR v období 2014–2021	33
Graf 4.2: Porovnání obsahu bílkovin ve sledovaném chovu a ČR v období 2014–2021	34
Graf 4.3: Porovnání bodu mrznutí ve sledovaném chovu a ČR v období 2014–2021	35
Graf 4.4: Vliv měsíce na obsah tuku, bílkovin a laktózy (%) v roce 2021	37
Graf 4.5: Porovnání obsahu tuku ve sledovaném chovu a ČR v roce 2021	37
Graf 4.6: Porovnání obsahu bílkovin ve sledovaném chovu a ČR v roce 2021	38
Graf 4.7: Vliv měsíce na obsah tukuprosté sušiny (%) v roce 2021	38
Graf 4.8: Vliv měsíce na hodnotu bodu mrznutí v roce 2021	39
Graf 4.9: Porovnání hodnot bodu mrznutí s průměrnými hodnotami ČR za rok 2020	39
Graf 4.10: Porovnání počtu somatických buněk (PSB) ve sledovaném chovu a ČR za sledované roky 2014–2021	42
Graf 4.11: Porovnání celkového počtu mikroorganismů (CPM) ve sledovaném chovu a ČR za sledované roky 2014–2021	42
Graf 4.12: Porovnání průměrných měsíčních hodnot počtu somatických buněk (PSB) ve sledovaném chovu s průměrnými měsíčními hodnotami ČR v roce 2020	44
Graf 4.13: Porovnání průměrných měsíčních hodnot celkového počtu mikroorganismů (CPM) ve sledovaném chovu s průměrnými měsíčními hodnotami ČR v roce 2020	44
Graf 4.14: Rozdělení četností hodnot počtu somatických buněk v individuálních vzorcích mléka	48

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Zdroje mikrobiální kontaminace syrového mléka	14
--	----

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Porovnání mléčné produkce největších producentů EU a ČR v letech 2016–2020.....	8
Tabulka 1.2: Nákup kravského mléka v ČR v letech 2019 – 2021.....	9
Tabulka 1.3: Průměrné hodnoty obsahu tuku a bílkovin v ČR v letech 2019 – 2021	10
Tabulka 1.4: Faktory ovlivňující obsah tuku v mléce.....	20
Tabulka 3.1: Chovné cíle českého strakatého skotu a holštýnského skotu.....	25
Tabulka 3.2: Počty analyzovaných bazénových a individuálních vzorků ve sledovaném chovu.....	27
Tabulka 4.1: Základní statistické charakteristiky složení mléka v bazénových vzorcích	31
Tabulka 4.2: Vliv roku na složení mléka a pH v období 2014 – 2021	31
Tabulka 4.3: Porovnání hodnot obsahu tuku (%) zjištěných ve sledovaném chovu s průměrnými hodnotami ČR a ČCN (2016-03-18-0127).....	32
Tabulka 4.4: Porovnání hodnot obsahu bílkovin (%) zjištěných ve sledovaném chovu s průměrnými hodnotami ČR a ČCN (2016-03-18-0127)	34
Tabulka 4.5: Základní statistické charakteristiky hygienické kvality mléka v bazénových vzorcích ve sledovaném chovu za sledované období.....	40
Tabulka 4.6: Vliv roku na hygienickou kvalitu mléka za období 2014 - 2021.....	41
Tabulka 4.7: Vliv měsíce na hygienickou kvalitu mléka za období 2014 - 2021	43
Tabulka 4.8: Základní statistická data složení mléka v individuálních vzorcích.....	47
Tabulka 4.9: Porovnání jednotlivých individuálních měření (složení mléka)	48
Tabulka 4.10: Základní statistická data pro zastoupení MK v mléce a mléčném tuku v individuálních vzorcích mléka	52
Tabulka 4.11: Porovnání jednotlivých individuálních měření (zastoupení mastných kyselin).....	53
Tabulka 4.12: Vztahy mezi fází laktace, resp. počtem somatických buněk a ostatními ukazateli kvality mléka u individuálních vzorků (n = 28)	54
Tabulka 4.13: Statisticky významné korelace tuku, bílkovin a tukuprosté sušiny	55

Seznam použitých zkratk

BHB	kyselina betahydroxymáselná
BM	bod mrznutí
C14:0	kyseliny myristová
C16:0	kyselina palmitová
C18:0	kyselina stearová
C18:1	kyselina olejová
CPM	celkový počet mikroorganismů
ČCN	Česká cechovní norma
ČR	Česká republika
EK	Evropská komise
EU	Evropská unie
KC	kyselina citrónová
LCFA	mastné kyseliny s dlouhým řetězcem
MCFA	mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem
MUFA	mononenasycené mastné kyseliny
MK	mastné kyseliny
MZe	Ministerstvo zemědělství
PSB	počet somatických buněk
PUFA	polynenasycené mastné kyseliny
RIL	rezidua inhibičních látek
SCFA	mastné kyseliny s krátkým řetězcem
SFA	nasycené mastné kyseliny
SVU	Státní veterinární ústav
TFA	<i>trans</i> mastné kyseliny
TPS	tukuprostá sušina
UFA	nenasycené mastné kyseliny
V	variační koeficient
VMK	volné mastné kyseliny
