



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

**Analýza vybraných ukazatelů kvality mléka a jejich vliv na
výťažnost a sensorické vlastnosti čerstvých sýrů**

Autorka práce: Bc. Michaela Ploner

Vedoucí práce: prof. Ing. Eva Samková, Ph.D.

České Budějovice
2023

Prohlášení

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

V Českých Budějovicích dne

Podpis

Abstrakt

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit vliv kvality mléka na prokysávání, výtěžnost a vybrané vlastnosti čerstvých sýrů vyráběných v laboratorních podmínkách. Pro tento účel bylo ve třech pokusech vyrobeno 51 vzorků čerstvých sýrů ze 17 bazénových vzorků kravského mléka pocházejících z šesti chovů. U vzorků mléka, resp. sýrů byly provedeny vybrané analýzy a získaná data byla statisticky vyhodnocena. Chemické složení, fyzikálně-chemické a sensorické vlastnosti, hmotnost a výtěžnost čerstvých sýrů byly vyhodnoceny v závislosti na: *i)* čase prokysávání, *ii)* provedeném pokusu, resp. kvalitě mléka. Průměrné hodnoty pH, hmotnosti a výtěžnosti čerstvých sýrů se v průběhu prokysávání podle očekávání statisticky významně odlišovaly. Z kvalitativních ukazatelů mléka měly na výtěžnost a kvalitativní ukazatele čerstvých sýrů nejvyšší vliv obsah bílkovin, laktózy a počet somatických buněk. Kvalita mléka ovlivnila rovněž hodnocení sensorických vlastností, zejména intenzitu barvy a konzistenci. K dosažení požadovaného pH čerstvých sýrů (<5,00) by byla optimální doba prokysávání 15 až 16 hodin.

Klíčová slova: mléko, čerstvé sýry, chemické složení, kvalitativní ukazatele, sensorické vlastnosti, výtěžnost

Abstract

The aim of the diploma thesis was to evaluate the effect of cow's milk quality on the fermentation, yield and selected properties of fresh cheese produced in laboratory conditions. For this purpose, there were 51 fresh cheese samples produced in three trials from 17 bulk milk samples originating from six farms. For milk and cheese samples, selected analyzes were performed, and the obtained data were statistically evaluated. The chemical composition, physicochemical and sensory properties, weight and yield of fresh cheese were evaluated depending on *i*) the time of fermentation, *ii*) the milk quality. As expected, the average values of pH, weight and yield of the fresh cheeses differed during the fermentation. The protein content, lactose and somatic cell counts significantly influenced the yield and quality indicators of fresh cheese. The quality of milk also influenced the assessment of sensory properties, especially color intensity and consistency. To achieve the optimal pH of fresh cheese (<5.00), the time of fermentation should be from 15 to 16 hours.

Keywords: milk, fresh cheese, chemical composition, quality indicators, sensory properties, yield

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat všem, kteří mi se zpracováním této diplomové práce pomáhali. Především mé vedoucí diplomové práce, paní prof. Ing. Evě Samkové, Ph.D., za cenné rady, trpělivost a odborné vedení, které mi poskytla při jejím zpracování.

Dále pak paní doc. MVDr. Lucii Hasoňové, Ph.D., za cenné připomínky k literární rešerši a též Ing. Karolíně Reindl a Ing. Simoně Honesové za pomoc s výzkumem.

Též děkuji za možnost zpracování práce s podporou projektů QJ21010326 a GAJU 005/2022/Z.

Obsah

Úvod.....	8
1 Literární přehled.....	9
1.1 Kravské mléko.....	9
1.1.1 Požadavky na kvalitu kravského mléka	10
1.2 Čerstvé sýry	21
1.2.1 Proces výroby čerstvých sýrů.....	21
1.2.2 Faktory ovlivňující kvalitu a výtěžnost čerstvých sýrů.....	24
1.2.3 Senzorické vlastnosti a vady čerstvých sýrů.....	25
2 Cíl práce	28
3 Materiál a metodika.....	29
3.1 Charakteristika syrového a pasterovaného mléka	29
3.2 Postup výroby čerstvých sýrů.....	32
3.3 Analýzy mléka a sýrů	33
3.3.1 Stanovení vybraných vlastností mléka.....	33
3.3.2 Stanovení vybraných vlastností čerstvých sýrů a syrovátky	34
3.4 Metodika sensorického hodnocení	37
3.5 Statistické vyhodnocení dat.....	38
4 Výsledky a diskuse.....	41
4.1 Vyhodnocení kvalitativních parametrů syrového a pasterovaného mléka ..	41
4.2 Vlivy faktorů ovlivňujících prokysávání a kvalitativní ukazatele čerstvých sýrů a syrovátky	45
4.2.1 Vliv dynamiky prokysávání na hmotnost a výtěžnost sýrů	45
4.2.2 Vliv provedeného pokusu, resp. kvality mléka v těchto pokusech	47
4.2.3 Vliv různé úrovně kvality bazénových vzorků mléka.....	51
4.3 Vyhodnocení sensorických vlastností čerstvých sýrů.....	58
Závěr	62

Zdroje	63
Seznam obrázků	69
Seznam tabulek	70
Seznam grafů.....	71
Seznam použitých zkratk.....	72
Přílohy	73

Úvod

Mléko je komplexní potravina s vyváženým obsahem živin, vitaminů a minerálních látek. Díky vitamínu D, laktóze, kyselině mléčné a některým aminokyselinám dokáže organismus vápník efektivně využít. Mléko a mléčné výrobky, včetně sýrů jsou především významným zdrojem lehce stravitelných bílkovin s vysokou biologickou hodnotou.

Výtěžnost sýra je důležitým technologickým, ale i ekonomickým znakem v mlékárenském průmyslu. Efektivitu procesu výroby definuje i obsah jednotlivých nutri-entů v sýřenině a jejich ztráta v syrovátce.

Kvalita čerstvých sýrů, včetně jejich výtěžnosti je výrazně ovlivněna složením mléka (především obsahem bílkovin, kaseinu a tuku), ale také mikrobiologickými a hygienickými ukazateli (celkový počet mikroorganismů, počet somatických buněk, rezidua inhibičních látek).

Důležitou roli pro spotřebitele hrají také sensorické vlastnosti, které jsou obecně při výběru potravin rozhodující.

Cílem diplomové práce bylo sledovat vybrané ukazatele kvality mléka a zjistit jejich vliv na výtěžnost a sensorické vlastnosti čerstvých sýrů.

1 Literární přehled

1.1 Kravské mléko

Mléko je bílá, až slabě nažloutlá tekutina. Průměrně obsahuje 87,3 % vody a 12,7 % sušiny. Sušinu tvoří mléčný tuk (3,9 %), bílkoviny (3,4 %), laktóza (4,7 %) a ostatní organické a anorganické látky (0,7 %) (Šustová, Lužová, 2013).

Mléko obsahuje makronutrienty, mikronutrienty a enzymy důležité pro vývoj a zachování života (Kopáček, 2020). Z hlediska složení se jedná o komplexní potravinu s vyváženým obsahem živin ve vztahu k obsahu kalorií (Fernández et al., 2015). Od doby neolitu po domestikaci je mléko využíváno i pro lidskou výživu (Dostálová et al., 2014). Průmyslové zpracování mléka umožnilo přístup k širšímu obyvatelstvu a přispělo ke zlepšení zdraví (Fernández et al., 2015). Nejvyužívanější mléko pro průmyslovou výrobu a k lidské spotřebě je mléko kravské (Eurostat, 2022).

Mléko a mléčné výrobky jsou významným zdrojem vápníku. Díky vitamínu D, laktóze, kyselině mléčné, některým aminokyselinám a fosfopeptidům dokáže organismus vápník efektivně využít. Denní potřebu vápníku pokryje jeden litr mléka (Kopáček, 2020).

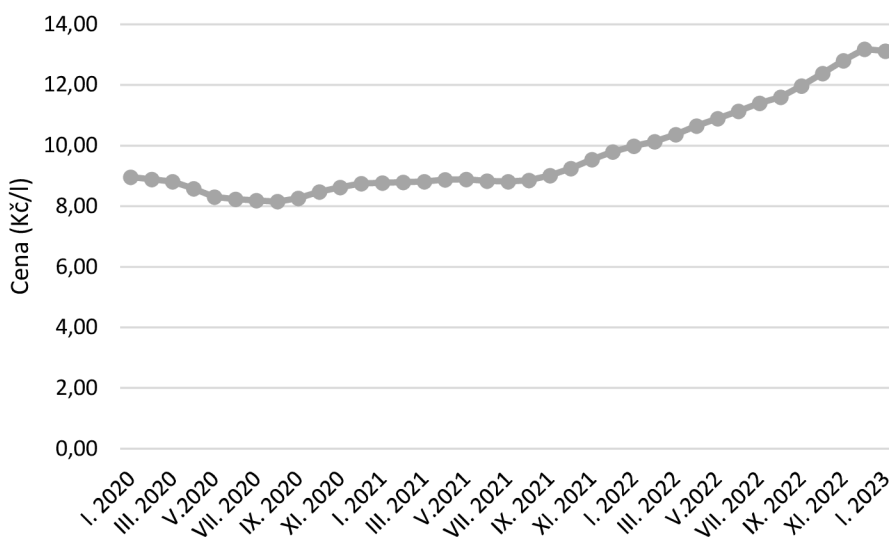
Mléko poskytuje velké množství lehce stravitelných bílkovin vysoké biologické hodnoty (Fernández et al., 2015). Uvádí se, že mléko má dokonce i detoxikační vliv při otravách. Jeho jednotlivé komponenty lze využít i zvlášť. Navíc obsahuje kyselinu orotovou, která pomáhá snižovat hladinu cholesterolu (Samková et al., 2012).

V posledních letech se diskutuje o tom, zda může mít konzumace kravského mléka vliv na rakovinu. Dle studií záleží na jejím typu. Zvýšená konzumace kravského mléka nad 1,25 litru denně zvyšuje riziko rakoviny prostaty. Pravidelná konzumace mléčných výrobků naopak chrání před rakovinou zažívacího traktu (Kaskous, 2021).

Kvalita mléka je důležitá pro spotřebitele, zpracovatele i samotného producenta mléka, resp. chovatele dojníc. Od kvality mléka se odvíjí jeho výkupní cena. V Grafu 1.1 lze vidět rostoucí tendenci průměrných cen nakupovaného mléka za poslední tři roky (ČSÚ, 2021; ČSÚ, 2022; ČSÚ, 2023).

Světová výroba mléka mezi lety 2020-2021 meziročně vzrostla o +2,1 %, ale celkově byl nárůst nižší, oproti průměru posledních deseti let (+ 2,4 %). Pro rok 2022 se odhaduje meziroční snížení výroby na zhruba 917 mil. tun mléka, především kvůli válce na Ukrajině. Celkem bylo v roce 2021 vyrobeno 931 mil. tun mléka, z toho

749 mil. tun tvořilo mléko kravské, což je 80,5 % veškerého množství mléka. Jeho meziroční míra růstu byla pouze + 1,6 % (Kopáček, 2023).



Graf 1.1: Průměrná cena nakupovaného mléka (Kč/l) v letech 2020–2023 (ČSÚ, 2021; ČSÚ, 2022; ČSÚ, 2023)

Průměrná cena (Kč/l) v jakostní třídě Q za rok 2020 byla 8,56 Kč. V roce 2021 byla průměrná nákupní cena mléka 9,04 Kč a následující rok 2022, vzrostla průměrně o 26,11 %, na cenu 11,40 Kč na litr (Kopáček, 2023).

1.1.1 Požadavky na kvalitu kravského mléka

Jakost syrového mléka musí splňovat požadavky stanovené legislativou (Janštová, 2013). Legislativa v rámci Evropské unie (EU) i České republiky (ČR) zahrnuje několik předpisů. Nejvýznamnějším evropským předpisem je v tomto kontextu Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu.

V případě ČR zahrnuje požadavky nad rámec EU Česká cechovní norma (ČCN) 2016-03-18-0127 a zpřísněná pravidla Q CZ (Tabulka 1.1). Mlékárny si zapracovávají limity z těchto předpisů do dodavatelsko-odběratelských smluv a tím určují podmínky proplácení mléka (Samková et al., 2012). Dle Janštové (2013) to je jeden z nejsilnějších způsobů, jak motivovat prodejce pro dodržování a zlepšování jakosti mléka.

Tabulka 1.1: Vymezení limitů standardní kvality syrového kravského mléka podle jednotlivých mléčných ukazatelů (Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, ČCN 2016-03-18-0127; MZe, 2016)

Ukazatel kvality mléka	Evropská legislativa	ČCN	Certifikace Q CZ
CPM	< 100 000/ml	max. 50 000/ml	≤ 35 000/ml
PSB	≤ 400 000/ml	max. 300 000/ml	≤ 220 000/ml
RIL	negativní	negativní	negativní
Obsah tuku	-neuveдено-	nejméně 35 g/l	-neuveдено-
Obsah bílkovin	-neuveдено-	nejméně 32 g/l	≥ 3,22 g/100 g

ČCN = Česká cechovní norma, CPM = celkový počet mikroorganismů, PSB = počet somatických buněk, RIL = rezidua inhibičních látek

Mikrobiální kvalita mléka

Nejvýznamnějším požadavkem na jakost je jednoznačně mikrobiální čistota syrového mléka (Kadlec et al., 2012). Stálým hlavním ukazatelem kvality kravského mléka je CPM neboli celkový počet mikroorganismů, jehož hodnota musí být ≤ 100 000 KTJ/ml mléka. Tato hodnota zahrnuje všechny mezofilní aerobní a fakultativně anaerobní mikroorganismy, které jsou schopné růst za stanovených podmínek při teplotě 30 °C.

Existují i doplňkové ukazatele, jejichž maximální hodnoty stanovovala dnes již neplatná norma ČSN 57 0529. První skupinou jsou koliformní bakterie, které jsou indikátorem fekálního znečištění. Tepelným ošetřením jsou inaktivovány. Druhou skupinou jsou termorezistentní bakterie, které jsou již odolnější a dokáží přežít pasterační záhřev. Třetí skupinou doplňkových ukazatelů jsou sporotvorné anaerobní bakterie, které ve formě spor přežívají pasterační záhřev. Pokud mléko tyto bakterie obsahuje a nedojde k jeho řádné sterilaci, způsobí tyto bakterie vady zrajících tvrdých sýrů. Psychrotrofní mikroorganismy jsou poslední skupinou. Jedná se o mikroorganismy, které se množí i při nízkých teplotách (pod 10 °C). Pasterace či sterilace je sice usmrtí, ale již vyprodukované termorezistentní proteázy a lipázy nadále zhoršují technologické vlastnosti mléka a způsobují sensorické vady výrobků z něj vyrobených (Kadlec et al., 2012).

Syrové kravské mléko musí být pravidelně kontrolováno, protože je ideálním prostředím pro rozvoj mikroorganismů, tudíž zvýšeně ohroženo kažením. Četnost vyšetřování kvalitativních ukazatelů mléka je dána předpisem, další ukazatele se kontrolují dle konkrétních dohod (Samková et al., 2012).

Množství mikroorganismů v mléce nevypovídá pouze o zdravotním stavu dojníc, ale i o dodržování hygienické praxe v prvovýrobě (Samková et al., 2012). K zabezpečení toho, aby nedocházelo k rozvoji kontaminujících mikroorganismů je potřeba zajistit hygienické podmínky dojení a vychlazení mléka na správnou teplotu (Kadlec et al., 2012). Zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu stanovuje Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kde jsou uvedeny požadavky na prostory a vybavení, na hygienu dojení během sběru a přepravy mléko, ale i požadavky na hygienu personálu.

Prostory pro dojení, skladování a chlazení mléka musí být odděleny, chráněny proti škůdcům a mít snadno čistitelný případně dezinfikovatelný povrch. Vše musí být udržováno v řádném stavu a čistotě. Všechny osoby, které přijdou do styku se syrovým mlékem musí mít vhodný čistý oděv a dodržovat osobní čistotu na vysoké úrovni.

Osoba provádějící dojení musí před dojením provést omytí struků, vemene a přilehlých částí, aby zabránila kontaminaci mléka. V mléce od každého zvířete by měly být zkontrolovány organoleptické nebo fyzikálně-chemické abnormality.

Bezprostředně po nadojení musí být mléko uchováno na čistém místě. Pokud nedojde k jeho zpracování do dvou hodin, musí být zchlazeno na teplotu nejvýše 6 °C a při této teplotě udržováno až do zpracování nebo svozu. V případě, že je mléko sváženo každý den, lze ho uchovávat při teplotě do 8 °C. Během přepravy nesmí dojít k přerušení chladicího řetězce a při dodání mléka nesmí teplota přesáhnout 10 °C (Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004).

Další klíčovou hodnotou, určující kvalitu mléka z hygienického hlediska, je počet somatických buněk neboli PSB (Moradi et al., 2021). Jedná se o krevní buňky (konkrétně bílé krvinky – leukocyty) a epitel mléčné žlázy, uvolňující se při tvorbě mléka do mléčných alveol (Samková et al., 2012). Více než 95 % somatických buněk tvoří leukocyty (Bradley, Green, 2005), z nichž přibližně 60 % představují makrofágy, 20–30 % lymfocyty, a zbylých 5–20 % neutrofilů. Hodnota PSB vypovídá o zdravotním stavu mléčné žlázy dojníc v daném stádě (Samková et al., 2012). Její maximální hodnotu stanovuje Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004.

V tomto Nařízení jsou zmíněny i podmínky pro to, které mléko lze využít k lidské spotřebě. Aby mohlo být mléko použito, nesmí dojnice vykazovat příznaky infekce pohlavního ústrojí ani zranění vemene. Zvířata musí být zdravá, tedy z chovu prostého brucelózy i tuberkulózy.

Brucelóza se vyskytuje převážně v Africe a Americe, ale výjimkou nejsou ani některé země Asie či Evropy. Je pro člověka extrémně nebezpečná. Potenciálním zdrojem tohoto infekčního onemocnění může být právě mléko a mléčné výrobky (Agoltsov et al., 2021).

Obsah reziduí inhibičních látek (RIL) v syrovém mléce musí odpovídat požadavkům stanoveným předpisy EU, tedy být negativní. Mezi látky, které vykazují inhibiční účinky na mlékařské kultury, patří veterinární léčivé přípravky, čisticí a dezinfekční prostředky, mykotoxiny, agrochemikálie (pesticidy, insekticidy, případně další látky) a těžké kovy (Samková et al., 2020).

Přítomnost vybraných chemických kontaminantů (pesticidy, polychlorované bifenylly, těžké kovy, mykotoxiny a dioxiny) ve vzorcích syrového mléka přežvýkavců kontrolovaných v letech 2005–2017 Státní veterinární správou České republiky sledovali Straková et al. (2019). Nejvyšší procento pozitivních vzorků bylo zjištěno u polychlorovaných bifenylů (25,1 %) a u dioxinů (22,7 %). Nízké procento pozitivních vzorků bylo zjištěno pro aflatoxin M1 (0,5 %) v kravském mléce. Autoři uvádějí, že přestože jsou v mléce stále zjištěny zakázané látky (např. lindan), jejich množství nepřekračují maximální limity reziduí.

Nejvýznamnější skupinou způsobující přítomnost RIL v mléce jsou bezesporu veterinární léčivé přípravky, zejména β -laktamová antibiotika (peniciliny a cefalosporiny), tetracykliny, sulfonamidy, aminoglykosidy a makrolidy (Samková et al., 2020).

Podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 musí provozovatelé potravinářských podniků zajistit, že syrové mléko nebude uvedeno na trh, pokud obsahuje rezidua antibiotik v množství, které překračuje hodnotu povolenou pro jednotlivé látky v Nařízení Rady (EHS) č. 2377/90, kterým se stanoví postup Společenství pro stanovení maximálních limitů reziduí veterinárních léčivých přípravků v potravinách živočišného původu a pokud celkový obsah reziduí všech antibiotik překračuje maximální povolenou hodnotu.

V případě onemocnění mohou být dojnicím podány pouze povolené látky či přípravky (Janštová, 2013). Mezi podáním poslední dávky léčiva dojnici a zařazením

mléka do dodávky musí uplynout předem stanovená doba. Ochranná lhůta může trvat pár dní až několik týdnů, dle lékové formy, kterou byla dojnice léčena (Velíšek, Hajšlová, 2009). Mléko léčených dojnic a dojnic v ochranné lhůtě musí být striktně odděleno od mléka zdravých dojnic. Po skončení ochranné lhůty je vhodné mléko zkontrolovat, zda již opravdu neobsahuje žádná RIL (Samková et al., 2012).

Kvalita chemického složení mléka

Další z jakostních charakteristik je chemické složení mléka. Mezi jednotlivé znaky kvality patří obsah tuku, bílkovin, laktózy, tukuprosté sušiny, vitaminů, minerálních látek, močoviny a obsah kyseliny citronové (Samková et al., 2012; Pegolo et al., 2021).

V mléce se nachází tuk ve formě kuliček v emulzi typu „olej ve vodě“. Homolipidy v mléčném tuku představují zhruba 97–98 % (Chlebo, Keresteš, 2020). Menší podíl (cca 3 %) tvoří heterolipidy a doprovodné látky.

Obsah tuku v mléce musí být dle ČCN $\geq 3,5$ g/100 ml. Mléčný tuk je tvořen triacylglyceroly, tj. estery glycerolu a mastných kyselin (MK). Ty určují technologický a nutriční význam mléčného tuku. Z Tabulky 1.2 je patrné, že nejvíce zastoupenou nenasycenou MK je kyselina olejová. Z nasycených MK to jsou kyselina palmitová, stearová a myristová.

Na složení MK má vliv převážně kvalita krmiva pro dojnice, ale i další faktory, např. nadmořská výška, ve které jsou dojnice chovány (Coppa, 2013). Yayota et al. (2013) zjistili, že MK s délkou řetězce kratší než C16, byly přítomny ve vyšších koncentracích ve vzorcích mléka z farem, kde byly dojnice krmeny travní a kukuřičnou siláží. Naopak MK s délkou řetězce delší než C18 a nenasycené MK, byly přítomny ve vyšší koncentraci ve vzorcích mléka z farem využívajících vedlejší produkty (např. pivovarské mláto).

Kalač a Samková (2010) shrnují vliv krmné dávky na zastoupení MK. Autoři zjistili, že mléčný tuk dojnic využívajících pastvu nebo krmných čerstvou pící, zejména z druhově bohatých travních porostů má výrazně vyšší podíl nenasycených MK než mléčný tuk dojnic krmných konzervovanou pící (siláž, senáž) nebo senem. Autoři konstatují, že travní a luštěninové siláže ovlivňují profil MK příznivěji než kukuřičná siláž. Hanuš et al. (2018) doplňují, že zastoupení MK je ovlivněno i dalšími faktory, např. biologickými (plemeno, pořadí a stadium laktace).

Tabulka 1.2: Zastoupení mastných kyselin (MK) mléčného tuku (^aChlebo, Keresteš, 2020; ^bSamková et al., 2012)

MK	% z celkového obsahu všech MK ^a	% z celkového obsahu všech MK ^b
máselná (C4:0)	3,84	1,8 – 4,9
kapronová (C6:0)	2,28	0,6 – 3,2
kaprylová (C8:0)	1,69	0,5 - 2,1
kaprinová (C10:0)	3,36	1,0 – 3,9
laurová (C12:0)	3,83	1,5 – 5,2
myristová (C14:0)	11,24	6,3 – 13,5
myristoolejová (9c-14:1)	-neuveдено-	0,4 – 2,1
palmitová (C16:0)	32,24	15-46
palmitoolejová (9c-16:1)	1,53	0,4 – 3,6
stearová (18:0)	11,06	3,1 – 26,9
vakcenová (11t-C18:1)	-neuveдено-	0,6 – 9,95
olejová (9c-18:1)	23,35	7 – 37
linolová (C18:2n-6)	2,41	0,5 – 13,3
rumenová (9c, 11t-18:2)	-neuveдено-	0,3 – 2,4
linolenová (C18:3n-3)	0,25	0,1 – 1,9

Mléčný tuk je dobře stravitelný a je nositelem lipofilních vitaminů a cholesterolu (Kadlec et al., 2012). Norma ČSN 57 0529 určovala i maximální limit volných MK. Pro metodu stlukem to byla maximální hodnota 1,3 mmol/100 g tuku, pro titrační metodu maximálně 3,2 mmol/100 g tuku. Zvýšená koncentrace volných MK negativně ovlivňuje technologické i senzorické vlastnosti mléka, konkrétně zhoršuje jeho kvalitu a způsobuje nahořklou pachut'. Hodnoty volných MK mohou sloužit ke kontrole zdravotního stavu dojnice a jakosti syrového mléka (Hanuš et al., 2011).

Celkové bílkoviny kravského mléka tvoří zhruba 3,2–3,5 %. Minimální požadovaný obsah je dle ČCN 3,2 g/100 ml a dle Q CZ 3,22 g/100 g. Mléčné bílkoviny jsou velmi dobře stravitelné, ale sterilací se jejich stravitelnost snižuje (Kadlec et al., 2012). Mezi čisté bílkoviny patří kasein (2,4–2,6 %), který je základem sýrařské výroby a dále sérové neboli syrovátkové bílkoviny (0,5–0,7 %). Ty po vysrážení kaseinu zůstávají v syrovátce a mají vyšší nutriční hodnotu než kasein (Samková et al., 2012). Poměr rozpustného kaseinu a nerozpustných syrovátkových bílkovin je 80:20 (Kaskous,

2021). Mezi hlavní čtyři syrovátkové bílkoviny kravského mléka patří α -laktalbumin, β -laktoglobulin, sérový albumin a imunoglobuliny (Chlebo, Keresteš, 2020).

Nebílkovinné dusíkaté látky jsou zastoupeny zhruba 5 % z celkového obsahu dusíku v mléce. Největší podíl má močovina, jejíž koncentrace v organismu během dne kolísá (Hanuš et al., 2011). Ačkoliv obsah močoviny v syrovém mléce nepatří mezi normou stanovené ukazatele kvality, její hodnota vypovídá o tom, zda má dojnice správně sestavenou krmnou dávku. Hanuš et al. (2011) uvádějí, že by se fyziologické hodnoty měly pohybovat v rozmezí od 18 do 35 mg/100 ml, Samková et al. (2012) uvádějí užší rozpětí od 20–30 mg/100 ml mléka. Nejvyšší hodnoty koncentrace močoviny lze naměřit 4 až 6 hodin po nakrmení dojnice (Hanuš et al., 2011).

Hlavním sacharidem kravského mléka je laktóza, která usnadňuje vstřebávání vápníku (Fernández et al., 2015). Její hodnota se pohybuje v rozmezí $4,7 \pm 1$ % a je prakticky neměnná (Samková et al., 2012).

Dalším ukazatelem kvality je obsah minerálních látek, jejichž obsah se v kravském mléce pohybuje od 0,8 do 1,1 % (Samková et al., 2012). Jsou přítomné ve formě organických a anorganických solí (Fernández et al., 2015). V porovnání s jinými zdroji je využitelnost minerálních látek v mléce dobrá. Obsah a forma vápníku je z technologického hlediska nejvýznamnější, protože ovlivňuje termostabilitu mléka, jeho sladké srážení i vlastnosti sýřeniny při výrobě sýrů (Kadlec et al., 2012). Tabulka 1.3 ukazuje průměrný obsah jednotlivých minerálních látek v mléce a jejich doporučenou denní dávku (Samková et al., 2012).

Tabulka 1.3: Průměrný obsah minerálních látek v mléce a jejich doporučená denní dávka (DDD) (Samková et al., 2012)

Minerální látky	DDD (mg)	Obsah v mléce (mg/kg)
Draslík	2000	1550–1600
Fosfor	700	870–980
Hořčík	375	110–140
Chlór	800	900–980
Sodík	-	480–500
Síra	-	290–330
Vápník	800	1100–1300
Zinek	10	3,4–4,7
Železo	14	0,35–0,80
Fluór	3,5	0,08–0,10
Chrom	0,04	0,002–0,02
Jód	0,15	0,016–0,75
Mangan	2	0,03–0,09
Měď	1	0,05–0,20
Molybden	0,05	0,01–0,07
Selen	0,055	0,003–0,20

Obsah vitaminů v mléce může být dalším jakostním ukazatelem. Vitaminy rozpustné ve vodě jsou v mléce poměrně stabilní (Velíšek, Hajšlová, 2009). Ovšem při tepelném ošetření, kromě vitamínu B₂, jejich stabilita klesá (Chlebo, Keresteš, 2020). Obsah vitaminů rozpustných v tucích je ovlivněn intravitálními faktory, tudíž může být kolísavý (Velíšek, Hajšlová, 2009). Tabulka 1.4 uvádí přehled vitaminů, jejich obsah v mléce a doporučené denní dávky.

Obsah kyseliny citronové v mléce je vhodným ukazatelem použitelnosti mléka v sýrařství. Její hodnota je zároveň ukazatelem energetického metabolismu dojníc a lze ji tedy využívat za účelem vybalancování krmné dávky dojníc. Fyziologické hodnoty kyseliny citronové v mléce jsou 8–10 mmol/l. Nižší hodnoty vypovídají o energetickém nedostatku, vyšší o přebytku (Hanuš et al., 2011).

Tabulka 1.4: Obsah vitaminů v mléce a jejich doporučená denní dávka (DDD) (Samková et al., 2012)

Vitaminy	DDD (mg)	Obsah v mléce (mg/kg)
Thiamin (B ₁)	1,1	0,3–0,7
Riboflavin (B ₂)	1,4	0,2–3,0
Niacin (B ₃)	16	0,8–5,0
Kyselina pantothenová (B ₅)	6	0,4–4,0
Pyridoxin (B ₆)	1,4	0,2–2,0
Biotin (B ₇)	0,05	0,01–0,09
Folacin (B ₉)	0,2	0,03–0,28
Kobalamin (B ₁₂)	2,5 µg	3–38 µg
Kyselina askorbová (C)	80	5–20
Vitamin A	0,8	0,3–1,0
+ provitamin A	-	0,1–0,6
Vitamin D	5 µg	1 µg
Vitamin E	12	0,2–1,2
Vitamin K	0,075	0,01–0,03

Senzorické vlastnosti mléka

Smyslové vlastnosti se též podílejí na výsledné kvalitě mléka. Díky senzorickým znakům, jako je barva, vůně, chuť, vzhled a konzistence si lidé často vybírají, který výrobek koupí. Tyto znaky se dohromady označují jako senzorická jakost. K jejímu hodnocení lze využít metody senzorické nebo instrumentální analýzy (Samková et al., 2012).

Norma ČCN 2016-03-18-0127 stanovuje některé základní smyslové znaky mléka. Mělo by být bílé, případně lehce nažloutlé s typickou mléčnou chutí a vůní a nemělo by obsahovat usazeniny ani cizí příměsi.

Mléko je neprůhledná bílá tekutina s lehce nažloutlým odstínem. Za neprůhlednost mléka jsou zodpovědné rozptýlené tukové kuličky a přítomnost micelárního kaseinu (Buňka et al., 2013). Nažloutlý odstín je způsoben přítomností karotenoidních barviv (xantofyly a karoteny), které pocházejí z krmiv. Nejvíce je jich obsaženo v čerstvé pici, nejméně v kukuřičné siláži (Kalač, 2011; Coppa, 2013). Plnotučné mléko má spíše smetanovou barvu, kdežto odstředěné mléko může mít nádech do modra. Barvu

mléka může ovlivnit také homogenizace nebo tepelný záhřev (Kadlec et al., 2012). Žloutnutí či červenání mléka je nežádoucí (Samková et al., 2012).

Chuť syrového mléka by měla být nasládlá (Velišek, Hajšlová, 2009). To je způsobeno obsahem laktózy (Buňka et al., 2013). Kadlec et al. (2012) dodává, že může mít jemně slaný nádech. Musí být však bez pachutí. Pokud mléko není v uzavřených nádobách, ale je vystaveno styku s okolní atmosférou, mohou tukové kuličky adsorbovat různé těkavé látky a tím dodat mléku nepříjemné pachy (Buňka et al., 2013). Příčinou hořké, ovocné či žluklé pachuti může být mikrobiální kontaminace. U sterilovaných výrobků či vysoce pasterovaných výrobků se může objevit nežádoucí vařivá chuť, případně hořkost či svíravost (Kadlec et al., 2012; Buňka et al., 2013; Riveros-Galán, Obando-Chaves, 2021).

Podle Kalače (2011) může chuť i vůni mléka negativně ovlivnit krmivo dojníc, zejména pokud jsou zkrmovány převážně nekvalitní siláže. Yayota et al. (2013) ve svém výzkumu významné rozdíly v chuti mléka z farem s různými systémy krmení neobjevili. Změna chuti mléka může být způsobena i nevhodným skladováním. Např. působením světla může vzniknout „sluneční přichuť“ (Kadlec et al., 2012). Chuť může narušit i oxidace přítomných látek, zejména mastných kyselin (Buňka et al., 2013). Příčinou změn konzistence mléka bývají nežádoucí mikroorganismy, které se do mléka dostanou jako důsledek nedostatečné hygieny při získávání nebo ošetřování mléka. Mezi vady konzistence mléka patří táhlovitost, spařenost a zkvašenost (Samková et al., 2012).

Technologické a fyzikálně-chemické vlastnosti mléka

Z technologických a fyzikálně-chemických vlastností lze u mléka hodnotit kyselost, termostabilitu, syřitelnost, kvasnost, hustotu a bod mrznutí (Kadlec et al., 2012; Buňka et al., 2013). Samková et al. (2012) navíc zmiňují obsah volných MK v mléčném tuku.

Jedním z nejdůležitějších technologických ukazatelů jakosti je kyselost mléka. Lze ji vyjádřit dvěma způsoby, jako aktivní, vyjádřenou aktivitou vodíkových iontů, a titrační (Kadlec et al., 2012). Hodnota titrační kyselosti, která je závislá na obsahu bílkovin a fosforečnanů je stanovována na základě ČSN 57 0530 titračně-neutralizačním postupem metodou dle Soxhlet Henkela (Kadlec et al., 2012). Titrační kyselost syrového mléka je uváděna v rozmezí 6,2–7,8 (Buňka et al., 2013). Pro dobrou výtěžnost sýra uvádějí Salamończyk et al. (2017) jako optimální rozpětí titrační kyselosti mléka 6,0–7,5. Titrační kyselost je důležitá pro trvanlivost konzumního mléka i pro

jeho technologické zpracování. Kysání mléka může být zapříčiněno nedostatečnou hygienou dojení nebo nevhodnými teplotami při transportu a skladování (Samková et al., 2012).

Termostabilita vyjadřuje relativní odolnost mléčných bílkovin vůči vysrážení působením vyšších teplot (Buňka et al., 2013). Samková et al. (2012) zmiňují, že se jedná o čas potřebný do počátku koagulace, zgelovatění nebo vyvločkování proteinů. Termostabilní mléko začíná koagulovat po zhruba 20 minutách při teplotě 140 °C. Optimální termostabilitu má při pH 6,5–6,6 (Kadlec et al., 2012).

Pro posouzení vhodnosti mléka k výrobě sýrů je nejdůležitější vlastností syřitelnost, tedy schopnost mléka srážet se v přítomnosti syřidla (Buňka et al., 2013; Stocco et al., 2015). Po jeho přidání začne mléko podléhat fyzikálně biochemickým změnám, které zahrnují modifikaci kaseinových micel. Syřitelnost zahrnuje časový interval od přidání syřidla do mléka až do objevení prvních vloček para- κ -kaseinu, který zvyšuje rychlost tuhnutí sýřeniny (Janštová, Navrátilová, 2014; Stocco et al., 2021). Pokud má mléko nevyhovující vlastnosti, výsledná sraženina je křehká a má nízkou výtěžnost. Maristela et al. (2015) zjistili, že z infikovaných mléčných žláz se 25–30 % mléka nesrazilo. Koagulační doba tohoto mléka se zdvojnásobila a pevnost sýřeniny byla mnohem nižší ve srovnání se vzorky z neinfikovaných mléčných žláz. Ke stejnému závěru došli ve svém výzkumu i Pegolo et al. (2021). Syřitelnost je ovlivněna i několika dalšími faktory např. chemickým složením, kyselostí mléka či jeho teplotou (Buňka et al., 2013; Maristela et al., 2015). Stocco et al. (2021) zjistili, že vápník a fosfor působí příznivě při procesu výroby sýra, kdy vápník pozitivně ovlivnil koagulaci mléka a fosfor výtěžnost. Hořčík měl opačný efekt, jeho vysoký obsah zpomaloval koagulaci a snižoval celkovou výtěžnost sýrů.

Díky kysací schopnosti mléka neboli kvasnosti mohou přidané bakterie mléčného kvašení metabolizovat přítomnou laktózu v mléce na kyselinu mléčnou (Buňka et al., 2013). Dle kvasnosti mléka lze posoudit vhodnost syrového mléka k fermentačním účelům, ale i zjistit možnou přítomnost RIL, které působí tlumivě na rozvoj a aktivitu mlékařských kultur a zákysů a tím negativně ovlivňují technologii výroby mléčných výrobků. Součástí obranného systému mléčné žlázy jsou přirozené antibakteriální látky, např. imunoglobuliny, které také mohou zapříčinit sníženou kysací schopnost mléka. Jejich koncentrace závisí na zdravotním stavu mléčné žlázy i na stadiu laktace. V mastitidním mléce i mlezivu je jejich obsah zvýšený (Samková et al., 2012).

Hustota mléka se pohybuje obvykle v rozpětí v rozmezí od 1,028 do 1,032 g/cm³. Nižší hustota může ukazovat na zvodnění (falšování) mléka (Buňka et al., 2013). Mléko bohaté na bílkoviny má vyšší hustotu než mléko bohaté na tuk, laktózu a minerální látky (Šustová, Sýkora, 2013).

Bod mrznutí (BMM) je důležitým ukazatelem kvality, který se dá využít podobně jako hustota k odhalení přidávání vody do mléka (Hanuš et al., 2011). Požadovaná hodnota pro BMM je $\geq -0,520$ °C (CMSCH.cz, 2022). Předpokládá se, že přídavek 1 % vody do mléka zvýší bod mrznutí o 0,005-0,006 °C (Buňka et al., 2013). Vzhledem k úrovni kontroly a zpeněžování mléka bývá zvodnění spíše neúnmyslné.

1.2 Čerstvé sýry

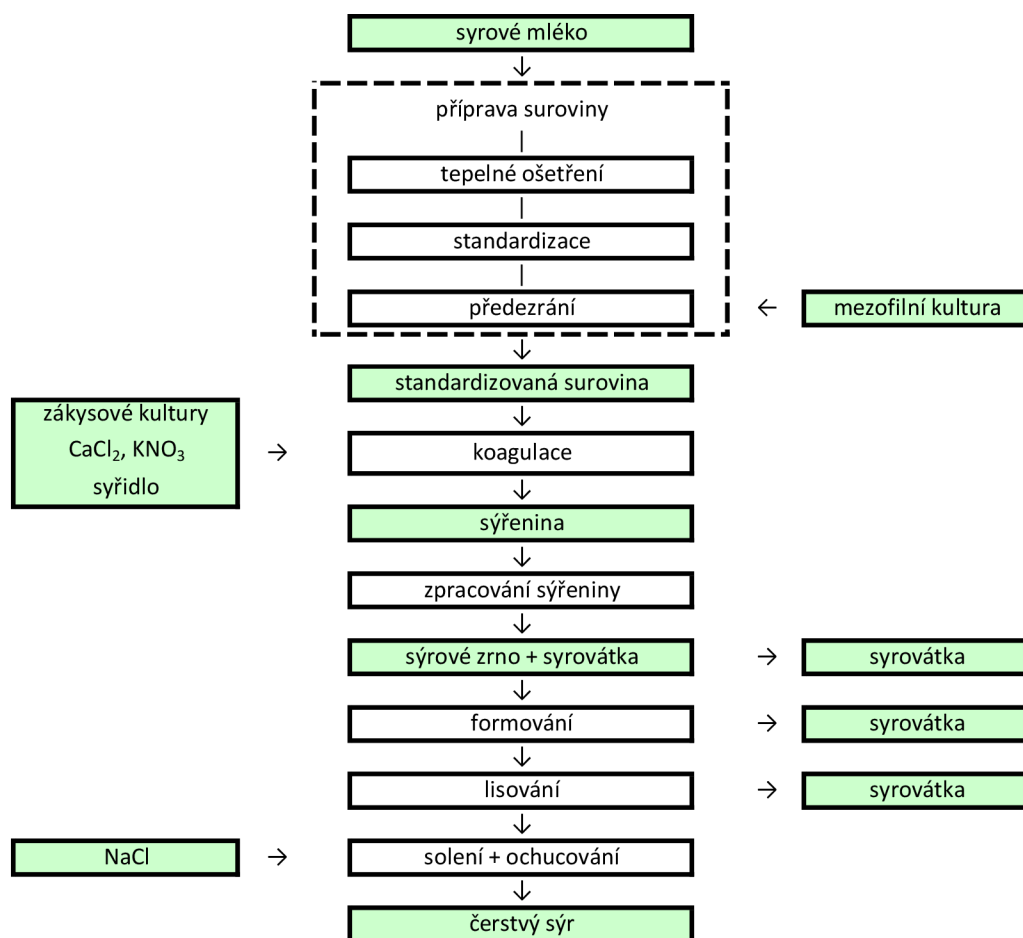
Dle Vyhlášky č. 397/2016 Sb. je sýr definován jako mléčný výrobek vyrobený vysrážením mléčné bílkoviny z mléka působením syřidla nebo jiných vhodných koagulačních činidel, oddělením podílu syrovátky a následným prokysáním nebo zráním. Požadavky na poměr bílkovin ku kaseinu doplňuje Codex Alimentarius.

Většina sýrů je vyráběna tzv. sladkým srážením, tedy srážením mléka enzymově za použití syřidla. Kyselé srážení je typicky používáno pro výrobu tvarohů, v syrařství se uplatňuje např. při výrobě Olomouckých tvarůžků (Dostálová et al., 2014). Pro výrobu čerstvých sýrů lze využít kombinaci obou metod, tedy kyselého srážení s přídavkem malého množství syřidla (Chlebo, Keresteš, 2020).

Dle Vyhlášky č. 397/2016 Sb. jsou čerstvé sýry rozděleny na čerstvé sýry nezrající a čerstvé sýry termizované (např. Lučina). Termizací se prodlužuje doba jejich trvanlivosti (Dostálová et al., 2014). Šustová a Sýkora (2013) dělí čerstvé sýry na sýry termizované, sýry italského typu, bílé sýry v solném nálevu, smetanové sýry, cottage cheese, mascarpone a tvarohové sýry. Obsah tuku u čerstvých sýrů může být velmi rozdílný. Například sýr cottage má asi 4–5 % tuku, oproti tomu mascarpone může mít až 50 % (Dostálová et al., 2014).

1.2.1 Proces výroby čerstvých sýrů

Proces výroby sýrů se skládá z řady kroků a biochemických přeměn. Začíná pasterací mléka, následuje příprava mléka na srážení, samotné srážení bílkovin, zpracování syřeniny, formování, solení, a nakonec ochucení sýrů (Obrázek 1.1).



Obrázek 1.1: Schéma výroby sýrů (Kadlec et al., 2012; Šustová, Sýkora, 2013)

Prvním krokem je příprava suroviny, tedy syrového mléka. Po jeho příjmu dochází k případnému odstranění mechanických nečistot filtrací nebo centrifugací.

Pro zajištění zdravotní nezávadnosti se mléko pasteruje (Kadlec et al., 2012). Nejčastěji je v sýraštví využívána šetná pasterace, při níž je mléko zahřáto na 72–74 °C po dobu 20–30 s. Při této teplotě dochází k úplnému usmrcení vegetativních forem patogenních bakterií. Zahřátí mléka na vyšší teplotu může negativně ovlivnit jak sensorické (chuť a vůni), tak technologické (syřitelnost a oddělování syrovátky) vlastnosti (Kadlec et al., 2012; Šustová, Sýkora, 2013). Baktofugace či mikrofiltrace redukují bakteriální spory, např. *Clostridium tyrobutyricum*, čímž umožňují omezit nebo úplně vynechat přidání dusičnanu draselného (Kadlec et al., 2012).

Na pasterační stanici dochází rovněž ke standardizaci mléka tak, aby měl výsledný sýr odpovídající hodnotu tuku v sušině. Pro výrobu některých čerstvých sýrů se využívá i homogenizace (Kadlec et al., 2012).

Po pasteraci následuje zchlazení mléka na teplotu 30–35 °C. Následně se přidá:

- zákysová kultura (3–5 % dle množství mléka),
- chlorid vápenatý
- a syřidlo (Šustová, Sýkora, 2013).

Nezbytnou složkou pro výrobu všech sýrů a tvarohů jsou zákysové kultury bakterií mléčného kvašení. Upravují pH mléka před syřením, podílí se na koagulaci, utváří sensorické vlastnosti a mají vliv na výslednou texturu a konzistenci. Mezofilní kultura je základem pro všechny sýry. Dle druhu sýra je pak doplněna dalšími kulturami. Směs se důkladně promíchá a nechá se prokysávat 30 minut (Kadlec et al., 2012). Chlorid vápenatý se přidává obvykle v dávce 15-20 g/100 kg mléka pro zlepšení jeho syřitelnosti a zpevnění vzniklého gelu.

Po prokysání se přidá syřidlo, což je enzym, pomocí něhož se sýr syří (Lukášová, 2001). To umožní koagulaci mléka. Přidává se ve formě zředěného roztoku v dávce, kterou je třeba vypočítat podle množství mléka (ml), síly syřidla (ml), teploty syření (°C) a doby srážení (min.) (Šustová, Sýkora, 2013).

Nejčastěji využívaným enzymem je chymosin, který se klasicky získává z telecích žaludků. Kvůli omezeným zdrojům se používají i jiné živočišné, rostlinné a mikrobiální enzymové preparáty (Lukášová; 2001; Kadlec et al., 2012). Doba srážení je ovlivněna dávkou syřidla, teplotou, jakostí a kyselostí mléka, obsahem rozpustných vápenatých solí a přidavkem vody (Šustová, Sýkora, 2013). Kadlec et al. (2012) uvádějí, že celková doba srážení se pohybuje od 25 do 120 minut, nejčastěji však trvá 30 minut.

Při výrobě sýrů s nižší kyselostí a pro zabránění jejich duření se při výrobě může přidávat dusičnan draselný v dávce 15 g/100 kg mléka. Snahou je však jeho používání omezit, protože může brzdit činnost zákysových kultur, reakcí s tyrosinem způsobovat barevné vady, a dokonce se může podílet i na vzniku nitrosaminů. Pro lepší barvu sýrů lze použít některá barviva a pro zlepšení chuti pak další složky např. koření, zeleninu či ořechy (Kadlec et al., 2012).

Na srážení navazuje zpracování syřeniny, které se u čerstvých sýrů zahajuje krájením syřeniny na kostky o velikosti 1,5–2 cm (Kadlec et al., 2012). Tím vzniká sýrové zrno, které se dále opatrně promíchá, aby mohlo dojít k uvolnění syrovátky, ale nedošlo k rozbití na sýrový prach (Lukášová, 2001).

Po oddělení syrovátky od sýrového zrna následuje formování, které probíhá ve tvořítkách, které se vyrábějí z nerezavějící oceli, hliníku nebo plastu a jsou různého

tvaru a velikosti. Tvořítka mají děrované stěny i dno, aby byl umožněn odtok syrovátky. Tyto sýry se lisují vlastní vahou (Lukášová, 2001; Šustová, Sýkora, 2013). Ve tvořítkách se nechá sýr po dobu 16–20 hodin prokysávat při teplotě 18–25 °C. Sýry je nezbytné několikrát obracet, aby došlo k rovnoměrnému vylučování syrovátky (Šustová, Sýkora, 2013). Při lisování vzniká finální tvar a textura sýra (Kadlec et al., 2012).

Závěrečným krokem obvykle bývá solení sýra, nicméně tento krok může být dle požadavků i vynechán. Solením se upravuje chuť a konzistence sýra, a dochází ke zpevnění jeho povrchu (Lukášová, 2001). U čerstvých sýrů se využívá solení na sucho, případně v solné lázni (Kadlec et al., 2012). Čerstvé sýry mohou být ochuceny dalšími přísadami jako jsou různé bylinky či koření. Většinou jsou tyto přísady posypány a rozetřeny po povrchu sýra (Šustová, Sýkora, 2013).

1.2.2 Faktory ovlivňující kvalitu a výtěžnost čerstvých sýrů

Výtěžnost sýra je důležitým technologickým, ale i ekonomickým znakem v mlékárenském průmyslu (Bittante et al., 2013). Efektivitu procesu výroby sýra definuje nejen výtěžnost, ale i obsah jednotlivých nutrientů v sýrenině a jejich ztráta v syrovátce (Kadlec et al., 2012).

Velmi důležitá je mikrobiologická kvalita mléka. I v pasterovaném mléce mohou zůstat mikroorganismy, které způsobují vady chuti a vůně (Dostálová et al., 2014). V posledních letech se však situace výrazně zlepšila (Fox et al., 2017).

Mléko by mělo splňovat veškeré požadované jakostní ukazatele a pocházet pouze od zdravých zvířat (Dostálová et al., 2014). Pokud dojnice trpí mastitidou, negativně se to projeví na procesu výroby, protože mléko s vysokým PSB negativně ovlivňuje koagulační, texturní i senzorické vlastnosti sýrů. Sýr vyroben z takového mléka má vyšší hodnotu pH, je citlivější na tvorbu nežádoucích příchutí, má méně pevnou sýreninu a může mít vyšší vlhkost (Moradi et al., 2021).

Dostálová et al. (2014) doplňují, že takové mléko má nižší obsah laktózy, kaseinu i narušenou rovnováhu solí. U sýrů vyrobených z mléka s vyšším PSB se vyskytují i zvýšené ztráty tuku a kaseinu do syrovátky (Moradi et al., 2021). Tím je ovlivněn výsledný obsah tuku v sušině (Dostálová et al., 2014).

Mléko obsahuje asi 60 původních enzymů. Některé z nich mají schopnost negativně ovlivnit kvalitu a výtěžnost sýra, některé jsou naopak prospěšné (Fox et al., 2017). Např. lipolytické enzymy negativně ovlivňují kvasnost mléka, čímž je ovlivněno i zrání sýrů (Dostálová et al., 2014).

Z hlediska chemického složení je výtěžnost sýrů významně ovlivněna poměrem bílkovin a tuku obsažených v použitém mléce (Bittante et al., 2013). Bylo zjištěno, že záleží i na velikosti tukových kapének. Čím jsou menší, tím je výtěžnost sýra vyšší (Martini et al., 2017).

Velikost tukových kapének má vliv rovněž na texturu sýrů. Sýry typu Camembert vyrobené z mléka s malými tukovými kapénkami vykazovaly vyšší elasticitu, než sýry vyrobené z mléka s velkými tukovými kapénkami (Michalski et al., 2003).

Na koagulační vlastnosti mléka může mít vliv velikost kaseinových micel, jejich vnitřní uspořádání a složení. Glantz et al. (2010) zjistili negativní korelační vztah (-0,45) mezi velikostí kaseinových micel a pevností sýřeniny, a podobný vztah (-0,28) uvádějí i Ketto et al. (2017).

Vyšší obsahy bílkovin a kaseinu zkrátily dobu srážení mléka syřidlem a vytvořily pevnější sýřeninu (Jõudu et al., 2008; Amalfitano et al. 2019).

Složení a výtěžnost ovlivňují i další aspekty jako je obsah vápníku a pH mléka (Fox et al., 2017; Moradi et al., 2021). Přítomnost vápenatých iontů v mléce je nezbytná. Bez nich totiž nemůže dojít k enzymovému srážení (Šustová, Sýkora, 2013).

Dalším faktorem, který má vliv na kvalitu a výtěžnost sýrů je použité syřidlo. Fox et al. (2017) zmiňují jako nejkvalitnější chymosin. Pokud se má vyrábět sýr stejné kvality, měl by být používán stejný typ syřidla, dodržována stejná teplota a pH (Stocco et al., 2015; Fox et al., 2017).

Významný vliv má i použitá startovací kultura (Fox et al., 2017). K výrobě jsou využívány především mezofilní druhy bakterií (Kadlec a kol., 2009). Oca-Flores et al. (2019) se ve svém výzkumu zabývali i sezónností a zjistili rozdíly v obsahu mléčného tuku a bílkovin, kyselosti, pevnosti sýřeniny a výtěžnosti sýrů. Sezónnost tedy ovlivnila fyzikálně-chemické a technologické vlastnosti mléka a následně i složení sýra.

Celkově lze mezi další faktory zařadit i technologický proces výroby, např. krájení sýřeniny (Verdier-Metz et al., 2001; Maristela et al., 2015).

1.2.3 Senzorické vlastnosti a vady čerstvých sýrů

U čerstvých sýrů lze posuzovat vzhled, barvu, konzistenci, chuť a vůni. Tvar by měl být pravidelný, bez deformací. Povrch sýrů čistý bez oschlých či oslzlých míst. Některé ochucené čerstvé sýry mohou být posypány nebo obaleny kořením, to může ovlivňovat jejich chuť, barvu i vůni. Barva čerstvého sýra je závislá na druhu použitého mléka a obsahu tuku ve výrobku. Pokud nebylo při výrobě použito koření, které

by ovlivňovalo barvu, měla by být mléčně až krémově bílá bez cizího odstínu (Kopáček, 2021).

Konzistence čerstvého sýra má být jemná, měkká, lehce drobivá, avšak dobře roz-tíratelná. Mohou se vyskytovat menší dutinky nebo nepatrně se uvolňující syrovátka. Konzistence však nesmí být gumovitá, táhlovitá, krupičkovitá. Vůně čerstvého sýra je mléčně nakyslá, čistá, bez cizích pachů. Nežádoucí je nahořklá, zapařená, kvasničná či jiná cizí chuť (Mrázek, 2019).

U žádného jiného výrobku z mléka se nevyskytuje tolik vad jako právě u sýrů. Jsou příčinou hospodářských ztrát a negativně ovlivňují spotřebitelův zájem o vý-sledný produkt (Kopáček, 2021).

Existuje několik druhů vad čerstvých sýrů. V Tabulce 1.5 jsou vyobrazeny ty nej-častější, včetně jejich příčin (Kopáček, 2021). Příčinou může být například mléko nevhodné jakosti, nedodržení či porušení technologického procesu či hygienických opat-ření nebo používání špatných přísad. Vady se mnohdy kombinují a navzájem spolu souvisí (Fox et al., 2017).

Tabulka 1.5: Nejčastější vady u čerstvých sýrů a jejich příčiny (Kopáček, 2021)

Zjištěná vada	Možné příčiny
Nedostatečné prokysání	<ul style="list-style-type: none"> • nekvalitní smetanová kultura • nevhodná mikrobiologická jakost mléka • nízká teplota v sýrárně
Drobivé těsto	<ul style="list-style-type: none"> • silné prokysání sýřeniny, pokud je teplota sýrárny příliš vysoká
Netytická chuť	<ul style="list-style-type: none"> • přítomnost nežádoucích kvasinek • nevhodně zvolená teplota a čas pasterace mléka • skladování sýrů v horších hygienických podmínkách
Nadouvání sýrů	<ul style="list-style-type: none"> • mikrobiální příčina (kontaminace kvasinkami nebo bakteriemi skupiny coli-aerogenes)
Prázdňá chuť	<ul style="list-style-type: none"> • nedostatečně prokysané sýry • nízký obsah aromatických látek (nízká vitalita použitého zákysu) • vyšší teplota sýrárny (rozklad aromatických sloučenin)

2 Cíl práce

Cílem práce bylo sledovat ukazatele kvality mléka a jejich vliv na prokysávání, výtěžnost a vybrané vlastnosti čerstvých sýrů vyráběných v laboratorních podmínkách.

Diplomová práce byla vypracována v rámci projektů:

- 1) QJ21010326: Možnosti ovlivňování výskytu inhibičních látek v mléce jako účinný nástroj vedoucí k podpoře zdraví zvířat a ke zvyšování kvality a bezpečnosti potravin;
- 2) GAJU 005/2022/Z One Health: genetické, environmentální a technologické faktory ovlivňující živočišnou produkci, kvalitu a bezpečnost potravin a zdraví zvířat a člověka.

3 Materiál a metodika

V prosinci 2022 a lednu 2023 byly v laboratorních podmínkách (na Katedře potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produkt, Fakulty zemědělské a technologické Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích; FZT JU) ve třech pokusech vyrobeny čerstvé sýry ze syrového kravského mléka.

3.1 Charakteristika syrového a pasterovaného mléka

Pro tři pokusy bylo použito celkem 17 bazénových vzorků mléka z šesti chovů, tak aby byla zajištěna variabilita ve složení a vlastnostech mléka. Metodika odběru vzorků a jejich charakteristika včetně charakteristiky chovů je uvedena v Tabulce 3.1, složení a vybrané vlastnosti vzorků jsou uvedeny v Tabulce 3.2.

Tabulka 3.1: Metodika odběru vzorků a charakteristika chovů

Označení vzorku	Metodika odběru			Charakteristika chovů			Charakteristika vzorků
	15.12.2022	12.01.2023	16.1.2023	Kraj	NM (m)	Plemeno	
1	x	x	x	JK	380	60 % C, 40 % H	z celodenního dojení; vrchol laktace
2	x	x	x	JK			z celodenního dojení; převaha H, prvotelky
3	x	x	x	JK			z celodenního dojení; konec laktace
4			x	JK			z večerního dojení, vrchol laktace
5			x	JK			z večerního dojení, plemeno H, prvotelky
6			x	JK			z večerního dojení, konec laktace
7	x	x		KV	643	75 % C, 25 % H	z ranního dojení
8	x	x		KV	485	C	z ranního dojení
9		x		KV	485	H	z celodenního dojení

C = české strakaté plemeno, H = Holštýnské plemeno; NM = nadmořská výška, JK = Jihočeský kraj, KV = kraj Vysočina

Tabulka 3.2: Základní charakteristiky vzorků kravského mléka

Ukaza- tel	Surové – vzorek č.									Pasterované – vzorek č.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
15.12.2022																			
Tuk (%)	3,91	3,81	3,99	-	-	-	3,61	4,23	-	3,75	3,55	3,88	-	-	-	3,46	4,13	-	
Bílko- viny (%)	3,45	3,44	3,49	-	-	-	3,56	3,63	-	3,50	3,50	3,54	-	-	-	3,58	3,67	-	
Kasein (%)	2,65	2,65	2,69	-	-	-	2,74	2,81	-	2,69	2,70	2,72	-	-	-	2,76	2,84	-	
Laktóza (%)	4,88	4,95	4,91	-	-	-	4,90	5,03	-	4,95	5,02	4,97	-	-	-	4,95	5,09	-	
TPS (%)	9,00	9,08	9,07	-	-	-	9,14	9,41	-	9,12	9,20	9,17	-	-	-	9,22	9,50	-	
Sušina (%)	12,96	12,93	13,11	-	-	-	12,79	13,56	-	12,88	12,75	13,07	-	-	-	12,71	13,56	-	
BMM (°C × 1000)	527	526	527	-	-	-	524	532	-	528	530	530	-	-	-	528	537	-	
PSB (tis./ml)	261	178	352	-	-	-	103	146	-	304	228	397	-	-	-	119	162	-	
12.01.2023																			
Tuk (%)	3,83	3,70	4,00	-	-	-	3,45	4,07	3,93	3,97	3,71	4,19	-	-	-	3,42	4,30	3,97	
Bílko- viny (%)	3,46	3,31	3,44	-	-	-	3,55	3,58	3,36	3,51	3,36	3,49	-	-	-	3,58	3,63	3,39	
Kasein (%)	2,66	2,55	2,65	-	-	-	2,74	2,75	2,58	2,70	2,60	2,69	-	-	-	2,77	2,80	2,61	
Laktóza (%)	4,88	4,94	4,88	-	-	-	4,93	4,98	4,88	4,93	5,01	4,94	-	-	-	4,99	5,03	4,93	

Ukaza- tel	Syrové – vzorek č.									Pasterované – vzorek č.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
12.01.2023																		
TPS (%)	9,04	8,97	9,02	-	-	-	9,19	9,33	8,93	9,13	9,09	9,13	-	-	-	9,29	9,44	9,02
Sušina (%)	12,98	12,79	13,12	-	-	-	12,73	13,45	12,99	13,20	12,89	13,43	-	-	-	12,80	13,78	13,11
BMM (°C × 1000)	526	528	528	-	-	-	526	530	522	531	533	534	-	-	-	532	536	527
PSB (tis./ml)	358	224	394	-	-	-	112	106	178	349	228	380	-	-	-	116	111	161
16.01.2023																		
Tuk (%)	3,89	3,7	4,04	4,29	3,85	4,19	-	-	-	4,42	4,00	4,27	4,01	2,65	4,22	-	-	-
Bílko- viny (%)	3,44	3,39	3,44	3,53	3,40	3,34	-	-	-	3,55	3,43	3,35	3,45	3,44	3,47	-	-	-
Kasein (%)	2,64	2,62	2,66	2,76	2,63	2,57	-	-	-	2,78	2,66	2,58	2,65	2,65	2,68	-	-	-
Laktóza (%)	4,81	4,87	4,83	4,84	4,86	4,82	-	-	-	4,89	4,90	4,86	4,84	4,96	4,87	-	-	-
TPS (%)	8,94	8,98	8,97	9,02	9,0	8,87	-	-	-	9,09	9,06	8,93	8,99	9,12	9,05	-	-	-
Sušina (%)	12,94	12,78	13,13	13,42	12,93	13,18	-	-	-	13,62	13,15	13,32	13,13	11,82	13,39	-	-	-
BMM (°C × 1000)	518	524	522	519	524	520	-	-	-	523	527	524	522	528	526	-	-	-
PSB (tis./ml)	448	253	614	198	304	788	-	-	-	282	317	782	468	306	665	-	-	-

TPS = tukoprostá sušina; PSB = počet somatických buněk; BMM = bod mrznutí

3.2 Postup výroby čerstvých sýrů

Vzorky syrového mléka byly pasterovány ve vodní lázni v 1000 ml kádinkách zakrytých alobalovou zátkou. Po pasteraci (72 °C s výdrží 20 sekund) byly vzorky zchlazeny na teplotu sýření (32 °C).

Z každého vzorku pasterovaného mléka byl odebrán vzorek (250 ml) pro další analýzy (viz kap. 3.3). Zbývající část mléka (750 ml) byla rozdělena po 250 ml do 600 ml kádinek. Do každé kádinky bylo přidáno 12 g smetanové kultury připravené den předem z trvanlivého mléka, zaočkovaného mlékárenskou kulturou Flora Danica (Christian Hansen, Dánsko).

Dalším krokem v procesu výroby čerstvých sýrů bylo přezrání. Kádinky byly vloženy do vodních lázní nastavených na 32 °C. Po dvaceti minutách byl do každé kádinky přidán chlorid vápenatý v množství 0,05 ml a ve stejném množství i syřidlo Laktochym (MILCOM a.s.). Po sýření (50 minut) byla sýřenina pokrájena na velikost zrna 1,5–2 cm, což odpovídalo čtyřem vodorovným a čtyřem svislým řezům v každé kádince. Kádinky byly ponechány ve vodních lázních a každých pět minut nakláněny a jejich obsah byl velmi jemně promícháván, aby došlo k uvolnění syrovátky, ale zároveň nebylo poškozeno sýrové zrno.

Po 25 minutách byla sýřenina vložena do plastových tvořítek umístěných na plastových mřížkách v Büchnerových nálevkách (Obrázek 3.1).

Po dvou hodinách byla sýřenina obrácena a takto ponechána do druhého dne.



Obrázek 3.1: Výroba čerstvých sýrů

3.3 Analýzy mléka a sýrů

Syřitelnost, vodivost, pH a RIL syrového mléka byly stanoveny v laboratoři FZT JU, základní charakteristiky syrového a pasterovaného mléka (složení, BMM a PSB) byly stanoveny v Centrální laboratoři společnosti MADETA a.s. v Českých Budějovicích.

Analýzy sýrů a syrovátky byly provedeny v laboratoři FZT JU. Aktivita vody a texturní charakteristiky byly zjištěny v laboratoři Fakulty technologické Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, a to pouze pro pokusy č. 2 a č. 3.

3.3.1 Stanovení vybraných vlastností mléka

Kvalitativní ukazatele mléka (základní složení, BMM a PSB) byly stanoveny dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005. Analýza byla provedena na přístroji COMBIFOSS FT 6000 (Foss Electric, Dánsko), který je tvořen FTIR analyzátozem Milcoscan 6000 FT a průtokovým cytometrem Fossomatic 5000.

Syřitelnost mléka byla provedena dle následujícího postupu. Do Erlenmayerových baněk bylo odměřeno 50 ml mléka a vytemperováno na 35 °C. Následně bylo přidáno 0,5 ml syřidla a obsah byl při uvedené teplotě promícháván. Byla měřena doba od přidání syřidla do mléka do okamžiku prvních známek vložkování v sekundách.

Elektrická vodivost se stanovila digitálním ručním přístrojem Milk Checker.

Stanovení pH bylo provedeno pH metrem Eutech pH 450 s kombinovanou elektrodou.

Přítomnost RIL v mléce byla sledována pomocí přístroje HeatSensor DUO - APP032 a kitu TwinSensor (E.U. Regulation) - KIT020 (Obrázek 3.2). Twinsensor BT 020 je založený na principu plošné imunochromatografie a slouží k současné detekci beta-laktamů a tetracyklinů. Test tvoří jamka obsahující receptory a protilátky navázané na částice zlata a ponorný proužek se záchytnými liniemi. Uprostřed proužku se nachází kontrolní linie, která musí být pro validní test vždy viditelná. Pod kontrolní linií se nachází testovací linie specifická pro beta-laktamy a nad kontrolní linií se nachází testovací linie specifická pro tetracykliny. Pro testování byl použit vzorek mléka o objemu 200 µl, byl resuspendován s obsahem jamky a inkubován (3 minuty při 40 °C). Po vložení proužku do jamky následovala další inkubace (3 minuty při 40 °C) a po jejím ukončení byly vizuálně vyhodnoceny výsledky. Pokud byla testovací linie pro sledovanou skupinu antibiotika výraznější než kontrolní, byl vzorek hodnocen jako negativní na přítomnost antibiotik této skupiny.



Obrázek 3.2: Testování přítomnosti RIL v mléce

3.3.2 Stanovení vybraných vlastností čerstvých sýrů a syrovátky

Stanovení aktivní a titrační kyselosti sýrů

Aktivní kyselost sýrů byla měřena ihned po vložení sýřeniny do tvořítek, tedy 0. hodinu, a následně ještě 2., 5., 7., 18. a 21. hodinu (Obrázek 3.3). K jejímu stanovení byl použit pH metr Eutech pH 450.

Titrační kyselost sýrů byla stanovena metodou podle Soxhlet-Henkela (SH) druhý den po výrobě. Před samotným měřením byl vzorek homogenizován tloučkem v porcelánové třecí misce. K 5 g homogenizovaného sýra bylo přidáno 0,5 ml indikátoru fenolftaleinu. Obsah porcelánové misky byl titrován odměrným roztokem [$c(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ mmol.l}^{-1}$] za stálého míchání do slabě růžového zbarvení s výdrží 30 s. Výsledek byl vyjádřen ve stupních SH, jako číslo spotřebovaných ml [$c(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ mmol.l}^{-1}$] na 100 ml mléka a jako látkový obsah kyselin v mmol.l^{-1} dle vzorce:

$$\frac{b \cdot c \cdot 1000}{a}, \text{ kde}$$

a množství vzorku použité k titraci (*ml*)

b spotřeba [$c(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ mmol.l}^{-1}$] při titraci 5 g vzorku (*ml*)

c koncentrace standardního vzorku (mmol.l^{-1}) = 0,25.



Obrázek 3.3: Měření aktivní kyselosti a teploty sýrů

Stanovení chemického složení sýrů a syrovátky

Základní chemické složení sýrů a syrovátky bylo stanoveno pomocí přístroje FT-NIR Master™ N500 (Büchi, Švýcarsko).

Vzorek sýra byl nejprve homogenizován, stejným způsobem jako pro stanovení titrační kyselosti. Následně byl důkladně rozetřen po Petriho misce, která byla vložena na měřicí celu přístroje.

Vzorek syrovátky byl nalit do Petriho misky a následně vložen na měřicí celu přístroje. Měření probíhalo dle instrukcí výrobce.

Stanovení aktivity vody (a_w)

Pro měření a_w byl použit přístroj AquaLab 4TE (QI Analytical). Každý vzorek byl před měřením naplněn a důkladně rozetřen do určených plastových misek do výšky cca 1 cm. Miska byla umístěna do měřicí komory, kde došlo k rovnovážnému stavu. Vlhkost v komoře tedy odpovídala vlhkosti uvnitř měřeného vzorku čerstvého sýra. Po přibližně 15 minutách bylo možné výsledek na displeji přístroje odečíst. Aktivita vody každého vzorku byla měřena dvakrát při referenční teplotě cca 25 °C. Výsledek je tedy průměrem obou hodnot.

Analýza textury sýrů

Texturní charakteristiky byly analyzovány instrumentálně pomocí texturometru TA.XT Plus (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Velká Británie), který je zobrazen na Obrázku 3.4. Texturometr slouží k zaznamenání síly potřebné k překrojení vzorku vyjádřenou v kg, což vyjadřuje tvrdost textury.

K měření byla použita taková část sýru, která nebyla poškozena vpichy po teplooměru a elektrodě pH metru. Jednalo se o tvar kvádru velký zhruba $3,5 \times 3,5 \times 1,5$ cm, který byl umístěn na podložku analyzátoru. Textura byla hodnocena kompresním testem, který spočíval ve dvojnásobném stlačení vzorku sondou o průměru 50 mm. Tvrdost je definována jako maximální síla v N dosažená během prvního stlačení.



Obrázek 3.4: Texturometr TA.XT Plus

Analýza barvy sýrů

K měření barvy byl použit přenosný spektrofotometr Coloreye XTH od firmy Gretag Macbeth (USA) (Obrázek 3.5).



Obrázek 3.5 Spektrofotometr ColorEye XTH

Barva byla měřena v systému CIE Lab, kdy hodnota „L^{*}“ určuje světlost měřeného vzorku, postavení na černobílé ose. Hodnota „a^{*}“ určuje postavení barvy na červeno-zelené ose a hodnota „b^{*}“ na ose žluto-modré.

3.4 Metodika senzoričkého hodnocení

Senzoričká analýza byla provedena na FZT JU pouze v rámci pokusu č. 1 dle požadavků a zásad senzoričkého hodnocení (ČSN EN ISO 8589 (560036) a ČSN ISO 6658 (560050)). Hodnocení se zúčastnilo deset proškolených hodnotitelů (Tabulka 3.3).

Tabulka 3.3: Charakteristika hodnotitelů při senzoričském hodnocení čerstvých sýrů

	Počet (n)	Věk			
		\bar{x}	s_x	min	max
Ženy	5	27,8	2,9	24	32
Muži	5	31,4	2,7	27	34
Celkem	10	29,6	3,3	24	34

Součástí senzoričkého hodnocení bylo vypracování senzoričkého profilu (ČSN EN ISO 13299 (560054)) a preferenční pořadová zkouška (ČSN ISO 8587 (560033)), jejímž úkolem bylo seřadit vzorky čerstvých sýrů od nejlepšího po nejhorší. Hodnocení senzoričkových znaků bylo zaznamenáváno na úsečce o délce 10 cm. Protokol senzoričkého hodnocení je přílohou diplomové práce (Příloha 1).

Hodnotitelům byly podávány vzorky čerstvého sýra o hmotnosti cca 15 g od každého vzorku ve skleněných Petriho miskách. Vzorky byly podávány pod trojmístným číselným kódem.

3.5 Statistické vyhodnocení dat

Při statistickém zpracování dat byly pro výpočty výsledků využity programy Microsoft Excel 365 a Statistica Cz 12 (Statsoft ČR). U souborů byly vyhodnoceny předpoklady pro užití parametrických metod (normalita dat, homogenita rozptylů).

Hodnoty PSB byly logaritmičcky transformovány a zároveň přepočteny na lineární skóre somatických buněk (SCS) dle vzorce: $SCS = \log_2 (SCC / 100) + 3$.

Variační koeficient je podíl směrodatné odchylky (s_x) a aritmetického průměru (\bar{x}) vyjádřený v procentech. Byl vypočten dle vzorce:

$$v(\%) = \frac{s_x}{\bar{x}} \times 100$$

Jako nezávislé proměnné byly zvoleny následující faktory:

- čas prokysávání (2., 5., 7., 18. a 21. hodina),
- provedený pokus (pokusy 1–3), resp. kvalita mléka použitého v těchto pokusech,
- úroveň kvality vybraných ukazatelů pasterovaného mléka (skupiny 1–3; Tabulka 3.4),
- pohlaví (u senzoričkého hodnocení).

Tabulka 3.4: Rozdělení bazénových vzorků mléka dle úrovně obsahu tuku, laktózy, bílkovin a hodnoty počtu somatických buněk, resp. lineárního skóre somatických buněk (PSB/SCS)

Skupina	Tuk		Bílkoviny		Laktóza		PSB/SCS	
	% vzorků	obsah (%)	% vzorků	obsah (%)	% vzorků	obsah (%)	% vzorků	obsah (%)
1	35	2,60–3,79	35	3,30–3,45	30	4,80–4,89	30	3,00–3,99
2	30	3,80–4,09	30	3,46–3,53	35	4,90–4,96	35	4,00–4,79
3	35	4,10–4,50	35	3,54–3,80	35	4,97–5,10	35	4,80–6,00

Závislými proměnnými byly:

- pro pasterované mléko:
 - ✓ obsah tuku (%),
 - ✓ obsah bílkovin (%),
 - ✓ obsah tukuprosté sušiny (TPS) (%),
 - ✓ obsah kaseinu (%),
 - ✓ obsah laktózy (%),
 - ✓ obsah sušiny (%),
 - ✓ bod mrznutí (BMM) ($^{\circ}\text{C} \times 1000$),
 - ✓ počet somatických buněk (PSB) vyjádřený v tis./ml, log hodnotách a jako SCS
 - ✓ obsah močoviny (mmol/l).

- pro čerstvé sýry:
 - ✓ aktivní kyselost (pH),
 - ✓ titrační kyselost (SH, mmol/l),
 - ✓ aktivita vody,
 - ✓ hmotnost (g),
 - ✓ výtěžnost (%) dle vzorce:
$$\text{výtěžnost} = \frac{\text{hmotnost sýra (2., 5., 7., 18., 21. hod.)}}{\text{hmotnost mléka (250 g)}} \times 100$$
 - ✓ textura (síla, lepivost, elasticita, kohezivnost, žvýkatelnost, gumovitost)
 - ✓ barva (L, a, b)
 - ✓ chemické složení: tuk (%), bílkoviny (%), laktóza (%), sacharidy (%), sůl (%), vlhkost (%), sušina (%)
 - ✓ včetně sensorických znaků uvedených takto:
 - celkový dojem za vzhled (0: velmi špatný - 10: vynikající),
 - intenzita žluté barvy (0: neznatelná – 10: velmi silná),
 - celková příjemnost vůně (0: velmi špatná - 10: vynikající),
 - konzistence (tvrdost) (0: velmi měkký – 10: pevný),
 - celková příjemnost chuti (0: velmi špatná – 10: vynikající),
 - intenzita kyselé chuti: (0: neznatelná – 10: velmi silná),
 - intenzita smetanové chuti (0: neznatelná – 10: velmi silná).

-
- pro syrovátku:
 - ✓ základní chemické složení: bílkoviny (%), tuk (%), voda (%), laktóza (%).

Pro vyhodnocení kvalitativních ukazatelů syrového, resp. pasterovaného mléka, čerstvých sýrů a syrovátky byla využita jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA). Pro porovnání (*post-hoc* testy) ve skupinách byl použit Tukeyův *HSD* test na obvyklých hladinách významnosti ($p < 0,05$; 0,01 a 0,001).

K vyhodnocení pořadového preferenčního testu byla využita neparametrická Friedmanova ANOVA a Wilcoxonův párový test.

4 Výsledky a diskuse

V rámci diplomové práce byly v laboratorních podmínkách vyráběny čerstvé sýry z pasterovaného kravského mléka z různých chovů. Byly provedeny celkem tři pokusy, použito 17 bazénových vzorků mléka z šesti chovů a vyrobeno 51 vzorků čerstvého sýra. V první části diplomové práce je uvedeno vyhodnocení kvality mléka v jednotlivých pokusech, další části se zabývají složením a vlastnostmi vyrobených čerstvých sýrů.

4.1 Vyhodnocení kvalitativních parametrů syrového a pasterovaného mléka

Různé chemické složení a mikrobiální kvalita mléka může ovlivnit kvalitu a následnou výtěžnost sýra (Šustová, Sýkora, 2013; Fox et al., 2017). Právě ta je pro výrobce sýrů velmi důležitá, zejména z ekonomického hlediska. V Tabulce 4.1 jsou zaznamenány základní statistické charakteristiky bazénových vzorků syrového i pasterovaného mléka, které byly v jednotlivých pokusech použity. Pokus č. 1 probíhal v prosinci, následující dva v lednu.

Chemické složení mléka ve třech pokusech bylo obdobné a zjištěné hodnoty odpovídaly běžným hodnotám pro kravské mléko (Gantner et al., 2015).

Rozdíly v základních ukazatelích chemického složení syrového, resp. pasterovaného mléka (obsah tuku, bílkovin a laktózy) byly sice pozorovány, avšak až na obsah laktózy ($p = 0,0048$) nebyly statisticky významné. S ohledem na jeden z nejdůležitějších ukazatelů kvality mléka v souvislosti s výrobou sýrů je nutné poznamenat, že v pokusu č. 1 byl v pasterovaném mléce zjištěn vyšší obsah bílkovin a kaseinu (3,56 a 2,74 %) v porovnání s pokusy č. 2 (3,49 a 2,70 %) a č. 3 (3,45 a 2,67 %).

Podle výzkumu Dostálové et al. (2014) má mléko s vysokým PSB nižší obsah laktózy a kaseinu. Obě tato tvrzení byla potvrzena i v rámci této diplomové práce. Mléko s nejnižšími hodnotami PSB z pokusu č. 1 mělo obsah laktózy 5,00 % oproti tomu mléko s nejvyšší hodnotou PSB z pokusu č. 3 mělo obsah laktózy 4,89 %.

Vzhledem k prokázanému vlivu pokusu na obsah laktózy v pasterovaném mléce byl zjištěn i statisticky významný vliv na BMM ($p = 0,0030$). Chládek a Čejna (2005) se zabývali vztahem BMM k ostatním složkám mléka a zjistili nejvyšší závislost BMM na obsahu laktózy a obsahu tukuprosté sušiny. Tím potvrdili výsledky Hanuše (2004), který přisuzuje obsahu laktózy nejvyšší vliv na depresi BMM.

Hodnota močoviny v pasterovaném mléce (4,69 mmol/l) byla v pokusu č. 3 statisticky významně vyšší (Tabulka 4.1). Pravděpodobně to bylo způsobeno vysokou hodnotou PSB (470 tis./ml; 2,637 log). Závislost obsahu močoviny a PSB ve svém výzkumu popisují Mazal et al. (2007). Autoři zjistili, že vysoké hodnoty PSB mají negativní vliv na obsah bílkovin, kaseinu a zároveň zvyšují obsah neproteinového dusíku, jehož převážnou část tvoří právě močovina.

Statisticky významné rozdíly byly zjištěny dále ve vybraných fyzikálně-chemických a technologických vlastnostech syrového mléka: ve vodivosti ($p = 0,0001$), syřitelnosti ($p < 0,001$) a aktivní kyselosti ($p < 0,001$). V případě syřitelnosti se statisticky významně lišila průměrná hodnota zjištěná u vzorků z pokusu č. 1. V tomto případě pravděpodobně nelze přičítat změny chemickému složení mléka, ale výsledky mohly být zkresleny i tím, že v pokusu č. 1 byla syřitelnost stanovována jinou osobou než v pokusech č. 2 a č. 3. Syřitelnost je totiž subjektivní metodou stanovující časový interval od přidání syřidla do mléka až do objevení prvních vloček (Janštová, Navrátilová, 2014).

Pro výrobu sýrů je jeden z nejdůležitějších kvalitativních parametrů přítomnost RIL (Samková et al., 2012). V rámci stanovení kvalitativních parametrů byla v mléce sledována přítomnost RIL pomocí přístroje HeatSensor DUO – APP032 a kitu Twin-Sensor, který je založený na principu plošné imunochromatografie a slouží k současné detekci beta-laktamů a tetracyklinů. Jak v syrovém, tak pasterovaném mléce byly všechny vzorky vyhodnoceny na přítomnost RIL jako negativní.

Tabulka 4.1: Základní statistické charakteristiky kvalitativních ukazatelů bazénových vzorků syrového a pasterovaného mléka použitých v jednotlivých pokusech

Ukazatel	Syrové *							Pasterované *						
	Pokus	\bar{x}	s_x	v%	min	max	<i>p</i>	\bar{x}	s_x	v%	min	max	<i>p</i>	
Tuk (%)	1	3,91	0,23	5,8	3,61	4,23	0,4747	3,75	0,27	7,1	3,46	4,13	0,7767	
	2	3,83	0,23	5,9	3,45	4,07		3,93	0,32	8,2	3,42	4,30		
	3	3,99	0,22	5,6	3,70	4,29		3,93	0,65	16,5	2,65	4,42		
Bílkoviny (%)	1	3,51	0,08	2,3	3,44	3,63	0,2348	3,56	0,07	2,0	3,50	3,67	0,1269	
	2	3,45	0,10	3,0	3,31	3,58		3,49	0,10	3,0	3,36	3,63		
	3	3,42	0,06	1,9	3,34	3,53		3,45	0,06	1,9	3,35	3,55		
Kasein (%)	1	2,71	0,07	2,5	2,65	2,81	0,3443	2,74	0,06	2,2	2,69	2,84	0,2397	
	2	2,66	0,08	3,1	2,55	2,75		2,70	0,08	3,0	2,60	2,80		
	3	2,65	0,06	2,4	2,57	2,76		2,67	0,07	2,4	2,58	2,78		
Laktóza (%)	1	4,93 ^b	0,06	1,2	4,88	5,03	0,0048	5,00 ^b	0,06	1,2	4,95	5,09	0,0048	
	2	4,92 ^b	0,04	0,9	4,88	4,98		4,97 ^b	0,04	0,9	4,93	5,03		
	3	4,84 ^a	0,02	0,5	4,81	4,87		4,89 ^a	0,04	0,9	4,84	4,96		
TPS (%)	1	9,14	0,16	1,7	9,00	9,41	0,0981	9,24	0,15	1,6	9,12	9,50	0,0519	
	2	9,08	0,15	1,7	8,93	9,33		9,18	0,15	1,7	9,02	9,44		
	3	8,96	0,05	0,6	8,87	9,02		9,04	0,07	0,8	8,93	9,12		
Sušina (%)	1	13,07	0,30	2,3	12,79	13,56	0,9153	12,99	0,35	2,7	12,71	13,56	0,7670	
	2	13,01	0,26	2,0	12,73	13,45		13,20	0,36	2,7	12,80	13,78		
	3	13,06	0,23	1,7	12,78	13,42		13,07	0,64	4,9	11,82	13,62		
BMM (°C × -1 000)	1	527 ^b	2,95	0,6	524	532	0,0037	531 ^b	3,71	0,7	528	537	0,0030	
	2	527 ^b	2,73	0,5	522	530		532 ^b	3,06	0,6	527	536		
	3	521 ^a	2,56	0,5	518	524		525 ^a	2,37	0,5	522	528		

Ukazatel	Syrové *							Pasterované *						
	Pokus	\bar{x}	s_x	v%	min	max	<i>p</i>	\bar{x}	s_x	v%	min	max	<i>p</i>	
PSB (tis./ml)	1	208	99,1	47,7	103	352	-	242	111	49,2	119	397	-	
	2	228	123	53,7	106	394		224	117	49,5	111	380		
	3	434	230	52,9	198	788		470	210	60,0	282	782		
PSB (log)	1	2,278	0,209	9,2	2,013	2,547	0,0719	2,345 ^{ab}	0,209	8,9	2,076	2,599	0,0318	
	2	2,304	0,243	10,5	2,025	2,595		2,299 ^a	0,232	10,1	2,045	2,580		
	3	2,586	0,232	9,0	2,297	2,896		2,637 ^b	0,188	7,1	2,450	2,893		
Močovina (mmol/l)	1	2,64 ^a	0,27	10,1	2,39	3,04	<0,001	2,87 ^a	0,33	11,4	2,57	3,42	<0,001	
	2	3,30 ^a	0,60	18,2	2,69	4,44		3,84 ^b	0,64	16,6	3,02	4,98		
	3	4,40 ^b	0,28	6,4	3,98	4,84		4,69 ^c	0,26	5,6	4,35	5,01		
Syřitelnost (s)	1	108 ^b	6	5,9	97	113	<0,001	-	-	-	-	-	-	
	2	89 ^a	8	8,6	80	99		-	-	-	-	-		
	3	83 ^a	5	5,7	76	90		-	-	-	-	-		
Vodivost (mS)	1	4,30 ^b	0,16	3,7	4,10	4,50	0,0001	-	-	-	-	-	-	
	2	4,12 ^b	0,21	5,2	3,90	4,50		-	-	-	-	-		
	3	3,30 ^a	0,43	13,0	2,80	3,80		-	-	-	-	-		
Hodnota pH	1	6,77 ^b	0,05	0,7	6,70	6,81	<0,001	-	-	-	-	-	-	
	2	6,58 ^a	0,02	0,4	6,54	6,61		-	-	-	-	-		
	3	6,55 ^a	0,02	0,4	6,52	6,58		-	-	-	-	-		

* 1 (n=5), 2 (n=6), 3 (n=6); \bar{x} = aritmetický průměr; s_x = směrodatná odchylka; v% = variační koeficient; *p* = hladina významnosti testu; TPS = tukuprostá sušina; PSB = počet somatických buněk; BMM = bod mrznutí mléka;

^{a,b,c} průměry s odlišnými horními indexy ve sloupcích jednotlivých ukazatelů se statisticky významně liší na hladině $p < 0,05$

4.2 Vlivy faktorů ovlivňujících prokysávání a kvalitativní ukazatele čerstvých sýrů a syrovátky

4.2.1 Vliv dynamiky prokysávání na hmotnost a výtěžnost sýrů

Průměrné hodnoty pH, hmotnost (g) a výtěžnost (%) se v průběhu prokysávání dle předpokladu statisticky významně odlišovaly. Hodnoty byly zaznamenávány 2., 5., 7., 18. a 21. hodinu po vložení sýřeniny do formiček. Zatímco v prvních hodinách (2. vs. 5. hod.) byl relativní pokles hmotnosti 18 %, v závěrečných fázích (18. vs. 21. hod.) byl pokles pouze 3 %. K podobnému závěru dospěl ve své bakalářské práci i Kořán (2013).

Tabulka 4.2: Průměrné hodnoty pH, hmotnost a výtěžnost sýrů v závislosti na délce prokysání (n=51)

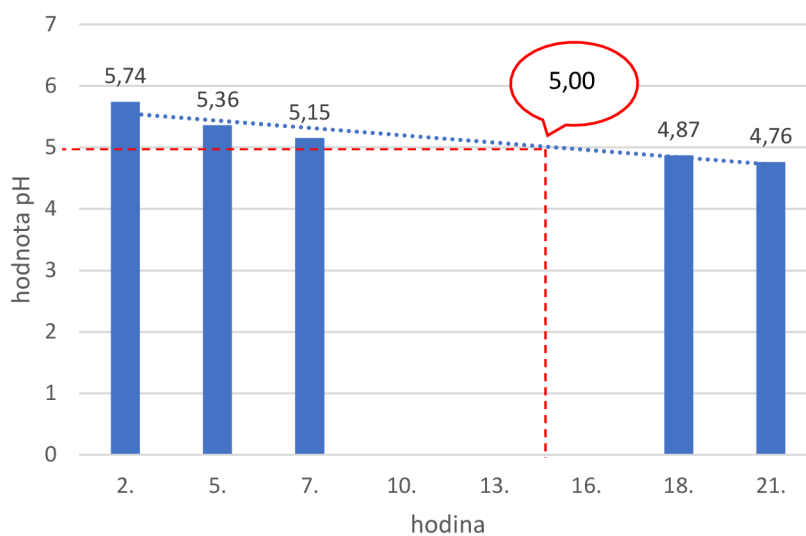
Hodina		2.	5.	7.	18.	21.	p
Hmotnost (g)	\bar{x}	119	97	89	65	63	<0,001
	s_x	12	10	8	5	5	
	v%	9,7	9,9	9,4	7,7	7,5	
	min	88	73	67	53	51	
	max	138	116	106	75	74	
Výtěžnost (%)	\bar{x}	48,2	39,1	35,8	26,2	25,1	<0,001
	s_x	4,6	3,9	3,4	2,0	1,9	
	v%	9,6	9,9	9,4	7,7	7,5	
	min	35,0	29,2	26,8	21,2	20,4	
	max	54,8	46,4	42,4	30,0	29,6	
Hodnota pH	\bar{x}	5,74	5,36	5,15	4,87	4,76	<0,001
	s_x	0,21	0,13	0,16	0,13	0,09	
	v%	3,6	2,4	3,1	2,8	1,8	
	min	5,32	5,08	4,73	4,50	4,52	
	max	6,00	5,56	5,50	5,13	4,91	

\bar{x} = aritmetický průměr; s_x = směrodatná odchylka; v% = variační koeficient

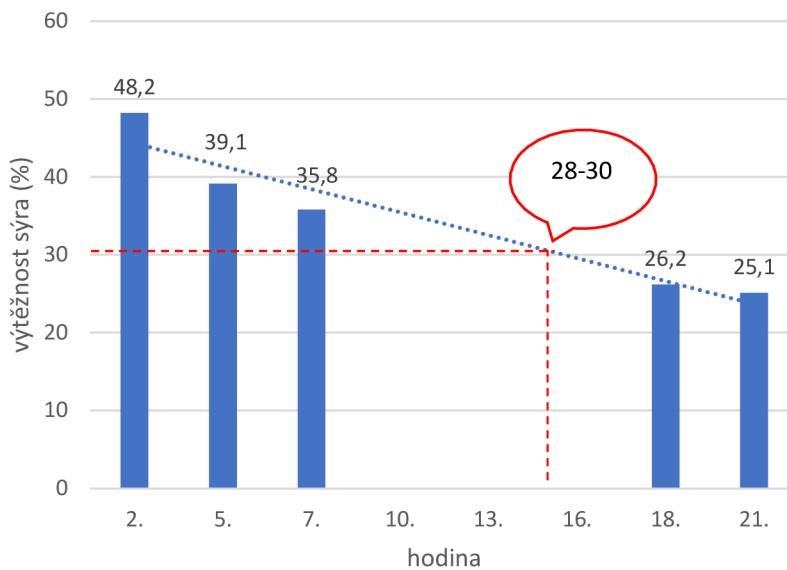
Ideální hodnota pH čerstvého sýra by se měla pohybovat v rozmezí 4,8–5,0 (Forman, 1994). V pokusech uskutečněných v rámci této diplomové práce nebyly hodnoty pH stanovovány mezi 8. až 17. hodinou. Dle trendu poklesu hodnot pH (počáteční hodnota postupně klesala z 5,74 na 4,76) však lze předpokládat, že by optimální hodnoty pH bylo dosaženo zhruba 15. až 16. hodinu (Graf 4.1). Ukončením prokysávání v tento čas by se zároveň zvýšila i výtěžnost na cca 28 až 30 % (Graf 4.2).

Prokysávání mimo jiné úzce souvisí s teplotou použitou při sýření, jak dokazuje Kořán (2013). V našem případě byla sýřicí teplota ve všech pokusech stejná

($31,9 \pm 0,1^\circ\text{C}$), takže případné rozdíly mohly vzniknout i odchylkami teploty v místnosti, kde sýry odkapávaly a prokysávaly.



Graf 4.1 Vývoj trendu pH v závislosti na délce prokysávání



Graf 4.2 Vývoj trendu výtěžnosti sýra v závislosti na délce prokysávání

4.2.2 Vliv provedeného pokusu, resp. kvality mléka v těchto pokusech

Rozdíly v hodnotách pH, hmotnosti a výtěžnosti (Tabulka 4.3) a v kvalitativních ukazatelích čerstvých sýrů (Tabulka 4.4) byly zjištěny v závislosti na provedeném pokusu, resp. kvalitě mléka použitého v těchto pokusech.

Tabulka 4.3: Průměrné hodnoty pH, hmotnost a výtěžnost sýrů v závislosti na kvalitě bazénových vzorků mléka během tří pokusů

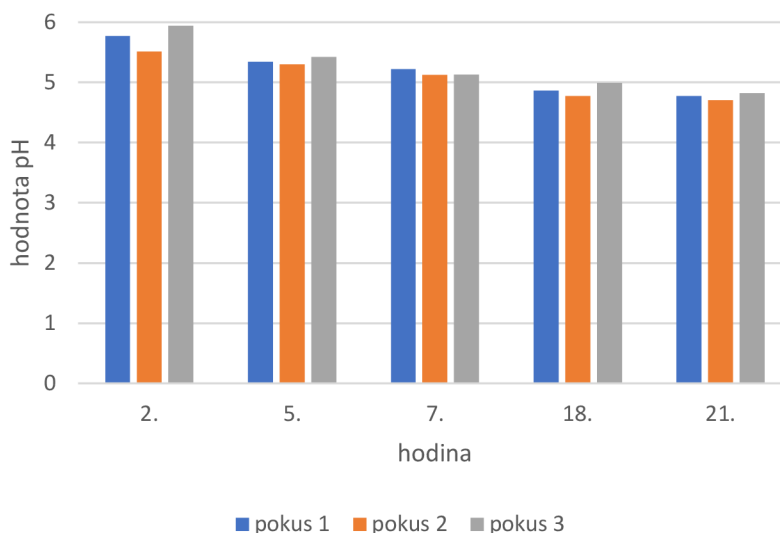
Ukazatel*		Pokus č. 1		Pokus č. 2		Pokus č. 3		p
		\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	
Teplota (°C)	před zasýřením	31,8	0,4	32,0	0,2	31,9	0,2	0,2300
	po zasýření	31,4 ^a	0,5	32,2 ^c	0,4	31,9 ^b	0,1	<0,001
	Hodina	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	p
Hodnota pH	0.	6,12 ^b	0,08	5,99 ^a	0,07	6,25 ^c	0,03	<0,001
	2.	5,77 ^b	0,11	5,51 ^a	0,12	5,94 ^c	0,03	<0,001
	5.	5,34 ^{ab}	0,12	5,30 ^a	0,16	5,42 ^b	0,05	0,0112
	7.	5,22	0,14	5,12	0,17	5,13	0,15	0,0136
	18.	4,86 ^a	0,13	4,77 ^a	0,08	4,99 ^b	0,08	<0,001
	21.	4,77 ^{ab}	0,07	4,70 ^a	0,10	4,82 ^b	0,04	0,0001
Hmotnost (g)	0.	-	-	-	-	-	-	-
	2.	128 ^b	9	111 ^a	13	119 ^b	4	<0,001
	5.	103 ^b	9	96 ^{ab}	12	94 ^a	3	0,0262
	7.	93	8	89	11	86	3	0,0821
	18.	69 ^b	4	64 ^a	6	63 ^a	2	0,0004
	21.	66 ^b	4	62 ^{ab}	6	61 ^a	3	0,0056
Výtěžnost (%)	0.	-	-	-	-	-	-	-
	2.	51,0 ^b	3,7	44,5 ^a	5,3	47,7 ^b	1,6	<0,001
	5.	41,2 ^b	3,7	38,3 ^{ab}	5,0	37,8 ^a	1,4	0,0262
	7.	37,1	3,2	35,7	4,5	34,5	1,2	0,0821
	18.	27,8 ^b	1,6	25,7 ^a	2,4	25,3 ^a	0,9	0,0004
	21.	26,3 ^b	1,4	24,8 ^{ab}	2,4	24,3 ^a	1,0	0,0056

* 1 (n=15), 2 (n=18), 3 (n=18); \bar{x} = aritmetický průměr; s_x = směrodatná odchylka; p = hladina významnosti testu;

^{a,b,c} průměry s odlišnými horními indexy v řádcích se statisticky významně liší na hladině p<0,05

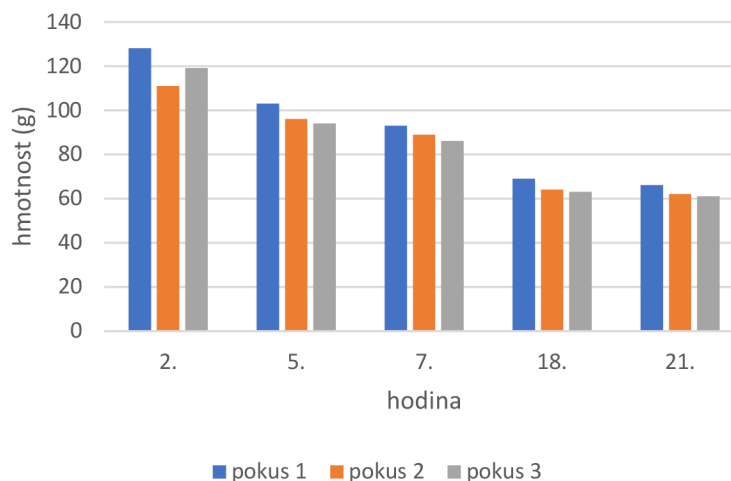
Vliv na pH, hmotnost a výtěžnost

Hodnoty pH (21. hodinu) vyrobených čerstvých sýrů v pokusu č. 2 a č. 3 se statisticky významně lišily. Nejvyšší hodnotu pH (4,82) měly sýry vyrobené v pokusu č. 3 (Tabulka 4.3, Graf 4.3), což byly sýry vyrobené z mléka s nejvyšší hodnotou PSB a zároveň nejnižší výtěžností. Moradi et al. (2021) zaznamenali, že sýr vyrobený z mléka s vysokým PSB má vyšší hodnotu pH, což výsledky zjištěné v této diplomové práci potvrzují. Stejně závěry učinili i Mazal et al. (2007).



Graf 4.3: Vývoj pH sýra v jednotlivých pokusech v závislosti na délce prokysávání

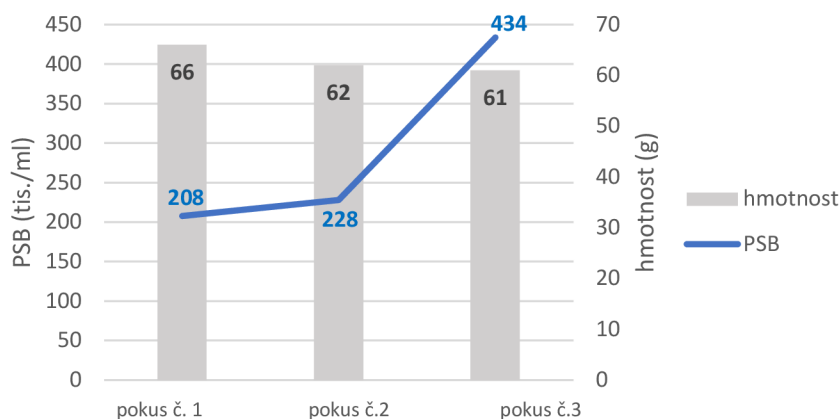
Nejvyšší hmotnosti (21. hodina: 66 g) bylo dosaženo v rámci pokusu č. 1, nejnižší (21. hodina: 61 g) během pokusu č. 3 (Graf 4.4). Pravděpodobně se zde projevil vliv základního chemického složení pasterovaného mléka a rozdíly v PSB (Tabulka 4.1). I když statisticky významný vliv byl v případě pasterovaného mléka potvrzen u obsahu laktózy ($p = 0,0048$) a PSB ($p = 0,0318$), rozdíly (statisticky nevýznamné) byly zjištěny i v obsahu bílkovin a tuku. Vyšší obsah bílkovin a laktózy a nižší hodnota PSB v pasterovaném mléce v prvním pokusu tedy zcela prokazatelně zvýšily výtěžnost vyrobených čerstvých sýrů (mezi nejvyšší a nejnižší průměrnou hodnotou o 2,0 %, tj. rel. +8 %), obsah tuku (o 2,8 %, tj. +20 %) a obsah bílkovin (o 0,7 %, tj. +6 %). Obsahy laktózy, bílkovin a PSB jako důležité faktory pro výrobu sýrů zmiňují i Fox et al. (2017).



Graf 4.4: Vývoj hmotnosti sýra v jednotlivých pokusech v závislosti na délce prokysávání

Zastoupením PSB v mléce se ve svém výzkumu zabývali i Mazal et al. (2007), kteří rovněž potvrdili jejich negativní vliv na výtěžnost. Ztráty jsou pravděpodobně způsobeny větší proteolytickou aktivitou mléka, protože proteázy ze somatických buněk napadají α -S₂-kaseiny a tím snižují výtěžnost sýra (Klei et al., 1998; Skeie, 2007).

Z Tabulky 4.1 lze vyčíst, že nejnižší průměrná hodnota PSB (208 tis. v 1 ml) byla naměřena v syrovém mléce použitém v pokusu č. 1, kdy byla výtěžnost čerstvých sýrů po celou dobu nejvyšší (Tabulka 4.3). V syrovém mléce použitém při pokusu č. 3 byl zjištěn nejvyšší průměrný obsah PSB (434 tis. v 1 ml), a s tím i nejnižší hmotnost (Graf 4.5) a výtěžnost vyrobených čerstvých sýrů. Ke stejným výsledkům dospěl ve své bakalářské práci i Kořán (2013). Autor zjistil, že u mléka s nižší hodnotou PSB (272 tis. v 1 ml) byla výtěžnost po 19. hodinách 26 %, oproti tomu u mléka s vysokou hodnotou PSB (355 tis. v 1 ml) pouze 19 %.



Graf 4.5 Vliv PSB na vývoj hmotnosti v jednotlivých pokusech

Vliv na kvalitativní ukazatele čerstvých sýrů a syrovátky

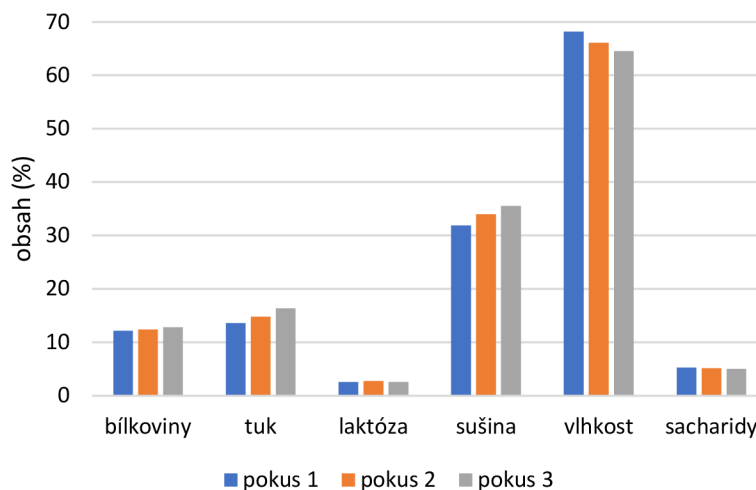
Vliv provedeného pokusu byl zjištěn i pro ukazatele chemického složení vyrobených čerstvých sýrů a syrovátky (Tabulka 4.4). Statisticky významné rozdíly byly zjištěny v obsahu vlhkosti ($p < 0,001$) a sušiny ($p < 0,001$) u vyrobených čerstvých sýrů (Graf 4.6). U syrovátky byly statisticky významné rozdíly zjištěny u obsahu vody ($p = 0,0036$) a obsahu laktózy ($p = 0,0017$).

Tabulka 4.4: Vybrané kvalitativní ukazatele sýrů a syrovátky v závislosti na kvalitě bazénových vzorků mléka během tří pokusů

Ukazatel*			Pokus č. 1		Pokus č. 2		Pokus č. 3		p
			\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	
Sýr	TK	(SH)	95,6	5,1	97,1	7,5	95,1	3,3	0,5384
		(mmol/l)	239	13	243	19	238	8	
	Chemické složení (%)	Sacharidy	5,28	0,41	5,16	0,66	5,04	0,49	0,4509
		Laktóza	2,58	0,24	2,71	0,59	2,57	0,16	0,4956
		Sůl	0,41 ^a	0,06	0,62 ^b	0,13	0,67 ^b	0,10	<0,001
		Tuk	13,57 ^a	1,11	14,79 ^b	1,32	16,34 ^c	0,64	<0,001
		Bílkoviny	12,15	0,89	12,40	1,35	12,80	0,72	0,1942
		Vlhkost	68,17 ^c	2,03	66,07 ^b	2,22	64,50 ^a	1,37	<0,001
		Sušina	31,86 ^a	2,03	33,97 ^b	2,20	35,52 ^c	1,37	<0,001
	Barva	L*	90,85	4,10	88,52	3,22	89,50	1,44	0,1016
		a*	-0,49 ^a	0,63	-0,36 ^b	0,38	0,37 ^b	0,22	<0,001
b*		10,32 ^a	1,83	8,87 ^a	1,98	12,10 ^b	1,51	<0,001	
Syravátka	Chemické složení (%)	Bílkoviny	2,53	0,11	2,50	0,14	2,52	0,09	0,8266
		Tuk	1,81	0,25	1,83	0,32	1,71	0,20	0,4026
		Voda	93,13 ^{ab}	0,62	92,84 ^a	0,65	93,54 ^b	0,52	0,0036
		Laktóza	4,53 ^a	0,13	4,71 ^{ab}	0,31	4,83 ^b	0,18	0,0017

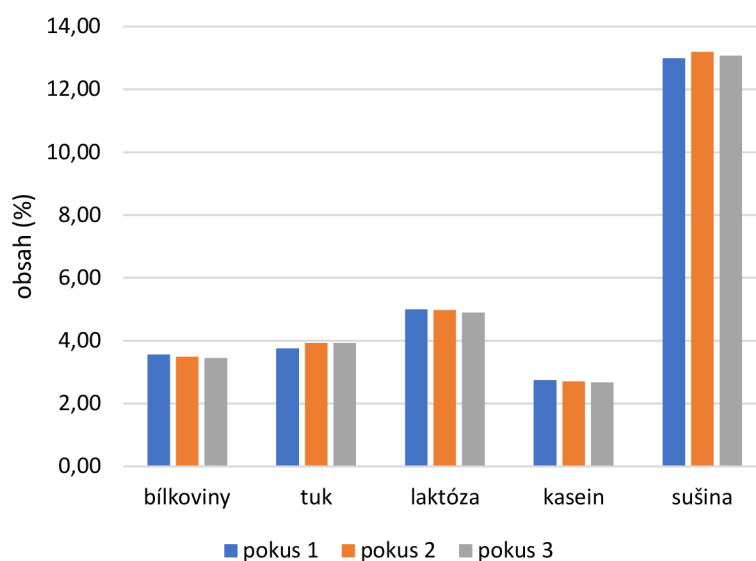
* 1 (n=15), 2 (n=18), 3 (n=18); \bar{x} = aritmetický průměr; s_x = směrodatná odchylka; p = hladina významnosti testu; TK = titrační kyselost;

^{a,b,c} průměry s odlišnými horními indexy v řádcích se statisticky významně liší na hladině $p < 0,05$



Graf 4.6: Porovnání vybraných ukazatelů chemického složení čerstvých sýrů v jednotlivých pokusech

Obsah tuku ve vyrobených čerstvých sýrech se rovněž statisticky významně lišil ve všech třech pokusech ($p < 0,001$) i přes to, že tuk v pasterovaném mléce použitém pro jednotlivé pokusy nebyl významně rozdílný (Tabulka 4.1; Graf 4.7).



Graf 4.7: Porovnání vybraných ukazatelů kvality pasterovaného mléka v jednotlivých pokusech

4.2.3 Vliv různé úrovně kvality bazénových vzorků mléka

Jak již bylo zmíněno, kvalita mléka má velký vliv na vývoj prokysávání a následně i výtěžnost sýrů. V této souvislosti bylo zkoumáno, zda různá úroveň jednotlivých

ukazatelů kvality mléka bude mít vliv na hmotnost, výtěžnost, pH a kvalitativní ukazatele sýrů.

Z tohoto důvodu byly vytvořeny pro každý ukazatel (tuk, bílkoviny, laktóza, hodnota PSB, resp. SCS) tři skupiny dle různé úrovně obsahu daného ukazatele (Tabulka 3.4). Průměrné hodnoty byly zaznamenány do Tabulky 4.5, statistická významnost pro tyto skupiny pak do Tabulky 4.6.

Ze zjištěných hodnot statistické významnosti (Tabulka 4.6) je patrné, že nejvyšší vliv měl obsah bílkovin a hodnota PSB. Obsah tuku měl z vybraných ukazatelů na vyrobené čerstvé sýry nejmenší vliv. Statisticky významně ovlivnil pouze obsah sacharidů ($p = 0,0234$) a tuku ($p = 0,0044$) v čerstvých sýrech, a také hodnotu b^* ($p = 0,0041$), která znázorňuje barvu na žluto-modré ose.

Obsah laktózy statisticky významně ovlivnil výslednou hodnotu pH čerstvých sýrů ($p = 0,0241$). Laktóza dále ovlivnila i obsahy tuku ($p < 0,001$), vlhkosti ($p = 0,0013$) a sušiny ($p = 0,0013$) vyrobených sýrů. Ze sensorických vlastností pak měla vliv na texturu, resp. žvýkatelnost a gumovitost a barvu v hodnotách a^* i b^* . Statistická významnost se při přísnějších *post-hoc* testech, sledujících rozdíly mezi jednotlivými skupinami nepotvrdila. Různá úroveň obsahu laktózy se podle očekávání podílela i na chemickém složení syrovátky – resp. na obsahu vody ($p = 0,0032$) a obsahu laktózy ($p = 0,0331$).

PSB, resp. SCS měl vliv na výslednou hodnotu pH ($p = 0,0368$), titrační kyselost ($p < 0,001$), obsah vody v syrovátce ($p = 0,0002$) a sensorické vlastnosti jako je síla, lepivost, elasticita, žvýkatelnost a barva v hodnotách a^* i b^* .

Kvalitativní ukazatele čerstvých sýrů, jejich pH, hmotnost a výtěžnost nejvíce ovlivnil obsah bílkovin v použitém pasterovaném mléce. Úroveň obsahu bílkovin měla tedy vliv na hodnotu pH ($p = 0,0020$), hmotnost ($p = 0,0467$), výtěžnost ($p = 0,0467$), obsah soli ($p = 0,0003$), titrační kyselost ($p = 0,0022$) a barvu v hodnotě a^* ($p = 0,0003$) i b^* ($p = 0,0306$). Statisticky významný vliv měly bílkoviny i na texturní vlastnosti (sílu, elasticitu, žvýkatelnost a gumovitost), ale stejně jako u laktózy nebyly přísnějšími *post-hoc* testy potvrzeny.

Jõudu et al. (2008) a Amalfitano et al. (2019) zjistili, že sýry vyrobené z mléka s vyšším obsahem bílkovin a kaseinu tvoří pevnější sýřeninu. Z této diplomové práce vyplývají stejné závěry. Mléko s nejnižší úrovní obsahu bílkovin (3,30-3,45) mělo sílu (tvrdość) 0,87 N, oproti tomu mléko s nejvyšší úrovní obsahu bílkovin (3,54-3,80) mělo sílu 1,10 N.

Složení a výtěžnost může ovlivňovat rovněž obsah vápníku v mléce, neboť přítomnost vápenatých iontů je nezbytná pro správné enzymové srážení (Fox et al., 2017; Šustová, Sýkora, 2013; Moradi et al., 2021). Obsah vápníku však nebyl v rámci pokusů sledován.

Tabulka 4.5: Hodnoty pH, hmotnost, výtěžnost a kvalitativní ukazatele sýrů a syrovátky v závislosti na složení mléka

Ukazatel*		Ukazatel úrovně obsahu											
		Tuk (%)*			Bílkoviny (%)*			Laktóza (%)*			PSB/SCS*		
		(n=18)	(n=15)	(n=18)	(n=18)	(n=15)	(n=18)	(n=15)	(n=18)	(n=18)	(n=15)	(n=18)	(n=18)
		2,60- 3,79	3,80- 4,09	4,10- 4,50	3,30- 3,45	3,46- 3,53	3,54- 3,80	4,80- 4,89	4,90- 4,96	4,97- 5,10	3,00- 3,99	4,00- 4,79	4,80- 6,00
21. hodina	Hodnota pH	4,76	4,74	4,78	4,79 ^b	4,70 ^a	4,79 ^b	4,81 ^b	4,73 ^a	4,76 ^{ab}	4,80 ^b	4,76 ^{ab}	4,73 ^a
	Hmotnost (g)	63	62	63	61 ^a	65 ^b	63 ^{ab}	61	63	64	60	64	63
	Výtěžnost (%)	25,1	24,7	25,2	24,3 ^a	25,9 ^b	25,1 ^{ab}	24,3	25,2	25,5	24,2	25,5	25,3
Sýr-TK	SH	96,9	95,5	95,5	95,2 ^a	93,0 ^a	99,3 ^b	94,9	95,6	97,3	101,5 ^b	92,6 ^a	94,7 ^a
	mmol/l	242	239	239	238 ^a	232 ^a	248 ^b	237	239	243	254 ^b	232 ^a	237 ^a
Sýr-chemické složení (%)	Sacharidy	5,42 ^b	5,01 ^{ab}	4,99 ^a	5,13	5,39	4,98	4,98	5,23	5,22	4,93	5,40	5,09
	Laktóza	2,51	2,69	2,68	2,55	2,60	2,72	2,57	2,71	2,58	2,74	2,45	2,70
	Sůl	0,56	0,58	0,59	0,68 ^b	0,51 ^a	0,53 ^a	0,64	0,58	0,53	0,54	0,60	0,58
	Tuk	14,13 ^a	15,08 ^{ab}	15,74 ^b	15,65	14,52	14,68	16,47 ^b	14,64 ^a	14,07 ^a	15,04	14,72	15,18
	Bílkoviny	12,73	12,31	12,33	12,53	12,27	12,57	12,74	12,37	12,33	12,95	12,31	12,22
	Vlhkost	66,78	66,15	65,47	65,32	66,54	66,61	64,37 ^b	66,57 ^a	67,16 ^a	65,75	66,53	66,06
	Sušina	33,26	33,87	34,55	34,72	33,49	33,42	35,65 ^b	33,45 ^a	32,88 ^a	34,28	33,50	33,97

Ukazatel*		Ukazatel úrovně obsahu											
		Tuk (%)*			Bílkoviny (%)*			Laktóza (%)*			PSB/SCS*		
		(n=18)	(n=15)	(n=18)	(n=18)	(n=15)	(n=18)	(n=15)	(n=18)	(n=18)	(n=15)	(n=18)	(n=18)
		2,60- 3,79	3,80- 4,09	4,10- 4,50	3,30- 3,45	3,46- 3,53	3,54- 3,80	4,80- 4,89	4,90- 4,96	4,97- 5,10	3,00- 3,99	4,00- 4,79	4,80- 6,00
Sýr a _w		0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Sýr-textura*	Síla	0,94	1,01	0,92	0,87	0,98	1,10	0,88	0,96	1,07	1,14 ^b	0,84 ^a	0,94 ^{ab}
	Lepivost	-0,09	-0,07	-0,09	-0,08	-0,07	-0,10	-0,09	-0,07	-0,10	-0,08 ^{ab}	-0,10 ^a	-0,07 ^b
	Elasticita (čas)	0,53	0,56	0,54	0,47	0,61	0,62	0,47	0,57	0,62	0,65 ^b	0,44 ^a	0,56 ^{ab}
	Kohezivnost	4,50	4,36	4,59	4,40	4,83	4,33	4,22	4,78	4,55	4,30	4,58	4,54
	Žvýkatelnost	2,38	2,67	2,31	1,86	3,07	3,01	1,76	2,83	3,07	3,26	1,74	2,53
	Gumovitost	4,16	4,41	4,23	3,80	4,75	4,74	3,73	4,57	4,78	4,83	3,87	4,26
Sýr-barva	L*	89,57	89,06	89,95	89,00	90,43	89,36	89,39	89,27	89,96	89,71	90,09	88,88
	a*	-0,36	-0,01	-0,02	0,06 ^b	0,11 ^b	-0,55 ^a	0,41 ^b	-0,24 ^a	-0,50 ^a	-0,90 ^a	0,09 ^b	0,27 ^b
	b*	9,22 ^a	10,51 ^{ab}	11,59 ^b	10,26 ^{ab}	11,62 ^b	9,63 ^a	12,47 ^b	9,84 ^a	9,34 ^a	8,03 ^a	10,87 ^b	12,01 ^b

Ukazatel*		Ukazatel úrovně obsahu											
		Tuk (%)*			Bílkoviny (%)*			Laktóza (%)*			PSB/SCS*		
		(n=18)	(n=15)	(n=18)	(n=18)	(n=15)	(n=18)	(n=15)	(n=18)	(n=18)	(n=15)	(n=18)	(n=18)
		2,60- 3,79	3,80- 4,09	4,10- 4,50	3,30- 3,45	3,46- 3,53	3,54- 3,80	4,80- 4,89	4,90- 4,96	4,97- 5,10	3,00- 3,99	4,00- 4,79	4,80- 6,00
Syravátka-chem. složení (%)	Bílkoviny	2,49	2,52	2,54	2,50	2,50	2,54	2,53	2,48	2,54	2,54	2,53	2,48
	Tuk	1,78	1,77	1,79	1,73	1,80	1,82	1,73	1,72	1,89	1,81	1,83	1,71
	Voda	93,19	93,26	93,08	93,35	93,25	92,93	93,57 ^b	93,18 ^{ab}	92,81 ^a	92,63 ^a	93,47 ^b	93,35 ^b
	Laktóza	4,67	4,72	4,71	4,74	4,76	4,62	4,80 ^b	4,73 ^{ab}	4,58 ^a	4,63	4,65	4,80

* textura (sýr) - měřeno pouze u pokusu č. 2 a 3, tzn. n=36; p = hladina významnosti testu; TK = titrační kyselost; SCS = lineární skóre somatických buněk;

^{a,b,c} průměry s odlišnými horními indexy v řádcích u jednotlivých ukazatelů se statisticky významně liší na hladině $p < 0,05$

Tabulka 4.6: Statistická významnost některých ukazatelů

Ukazatel*		P			
		Tuk	Bílkoviny	Laktóza	PSB/SCS*
21. hodina	Hodnota pH	0,3821	0,0020	0,0241	0,0368
	Hmotnost (g)	0,7675	0,0467	0,1659	0,0911
	Výtěžnost (%)	0,7675	0,0467	0,1659	0,0911
Sýr-TK	SH	0,7145	0,0022	0,4466	<0,001
	mmol/l	0,7145	0,0022	0,4466	<0,001
Sýr-chemické složení (%)	Sacharidy	0,0234	0,0861	0,3466	0,2931
	Laktóza	0,2978	0,3893	0,4999	0,0555
	Sůl	0,8728	0,0003	0,1328	0,4798
	Tuk	0,0044	0,0627	<0,001	0,6617
	Bílkoviny	0,4103	0,6827	0,47558	0,0954
	Vlhkost	0,2600	0,1989	0,0013	0,6446
	Sušina	0,2649	0,1908	0,0013	0,6478
Sýr – textura	Síla	0,6723	0,0343	0,1528	0,0105
	Lepivost	0,0927	0,4307	0,2510	0,0462
	Elasticita (čas)	0,9126	0,0432	0,1138	0,0230
	Kohezivnost	0,6638	0,1682	0,0631	0,5889
	Žvýkatelnost	0,8118	0,0378	0,0417	0,0459
	Gumovitost	0,8668	0,0258	0,0285	0,1320
Sýr-barva	L*	0,7270	0,4121	0,7892	0,5081
	a*	0,1185	0,0003	<0,001	<0,001
	b*	0,0041	0,0306	<0,001	<0,001
Sýrovátka – chemické složení (%)	Bílkoviny	0,4183	0,5013	0,2488	0,2311
	Tuk	0,9821	0,5357	0,1073	0,3403
	Voda	0,7285	0,1430	0,0032	0,0002
	Laktóza	0,8319	0,2123	0,0331	0,0941

p = hladina významnosti testu; PSB = počet somatických buněk; SCS = lineární skóre somatických buněk

4.3 Vyhodnocení sensorických vlastností čerstvých sýrů

Senzorická analýza byla provedena pouze u čerstvých sýrů z pokusu č. 1. Vzorky z následujících dvou lednových pokusů (č. 2 a č. 3) byly využity pro hodnocení texturních vlastností.

Proškolených hodnotitelů, kteří se zúčastnili sensorického hodnocení, bylo deset, z toho pět mužů a pět žen. Bylo posuzováno pět vzorků čerstvého sýra z mlék různé kvality (Tabulka 4.7).

Tabulka 4.7: Vybrané kvalitativní ukazatele mléka a sýrů u jednotlivých vzorků mléka

Vzorek č.	Pasterované mléko				Čerstvý sýr					
	Tuk (%)	Bílkoviny (%)	Laktóza (%)	Sušina (%)	pH	Tuk (%)	Bílkoviny (%)	Laktóza (%)	Sušina (%)	b*
1	3,75	3,50	4,95	12,88	4,76	14,91	13,32	2,34	34,55	12,0
2	3,55	3,50	5,02	12,75	4,71	12,65	11,48	2,47	30,58	11,0
3	3,88	3,54	4,97	13,07	4,70	12,77	11,33	2,74	30,24	11,2
7	3,46	3,58	4,95	12,71	4,78	13,05	12,40	2,78	31,18	7,3
8	4,13	3,67	5,09	13,56	4,87	14,49	12,22	2,57	32,74	10,2

b* = hodnota na žluto-modré ose stanovená přístrojem ColorEye XTH

Celkem bylo hodnoceno sedm sensorických ukazatelů (Tabulka 4.8, Graf 4.8). Statisticky významné rozdíly byly hodnotiteli zaznamenány pouze v hodnocení intenzity žluté barvy ($p = 0,0011$) a konzistence ($p = 0,0184$), což může souviset nejen s výslednými ukazateli kvality sýrů (zejména při hodnocení intenzity žluté barvy (b^*)), ale v případě hodnocení konzistence i s obsahem sušiny v pasterovaném mléce (Tabulka 4.7). Za nejintenzivněji žlutě zbarvený sýr byl respondenty označen sýr ze vzorku mléka č. 1, nejméně žlutý byl sýr ze vzorku mléka č. 7. Tyto dva vzorky se mezi sebou statisticky významně lišily.

V konzistenci jako nejměkčí (4,29) byl vybrán hodnotiteli sýr ze vzorku mléka č. 3 (Tabulka 4.8, Graf 4.8), který měl dle hodnot stanovených přístrojem NIR skutečně nejmenší obsah sušiny (30,24 %) (Tabulka 4.7). Jako nejtvrdší (6,72) byl označen sýr ze vzorku mléka č. 8, jehož obsah sušiny činil 32,74 %. Na druhé straně, hodnoty sušiny stanované přístrojem NIR byly nejvyšší u vzorku č. 1 (34,55 %), tedy se

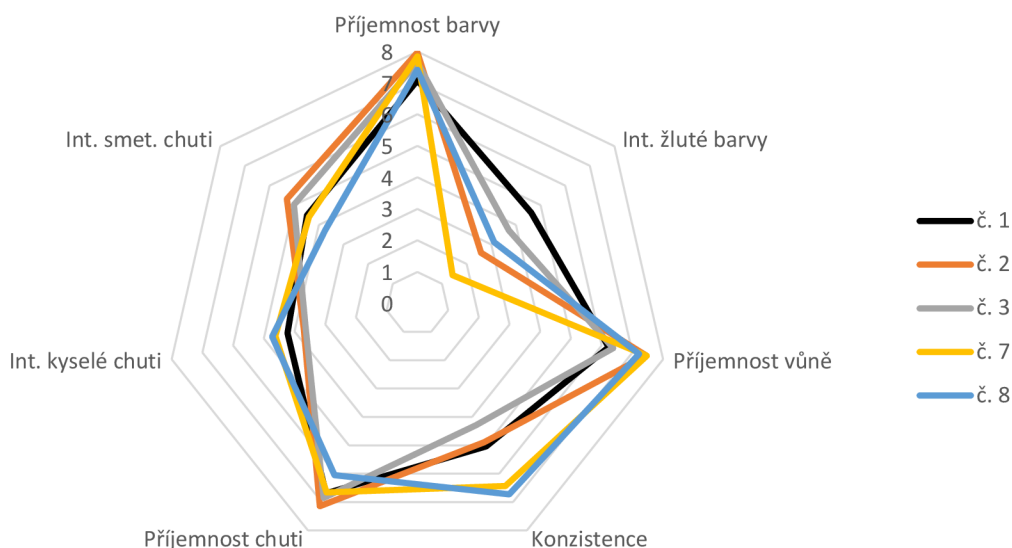
senzorickým hodnocením v tomto případě nekorespondovaly. Senzorické hodnocení konzistence vzorku č. 1 bylo 5,04.

Tabulka 4.8: Vyhodnocení senzoričských vlastností čerstvých sýrů vyrobených z jednotlivých bazénových vzorků mléka v prvním pokusu ve sledované skupině hodnotitelů (n = 10)

Ukazatel	Vzorek č.										p
	1		2		3		7		8		
	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	
Celková příjemnost barvy	7,08	2,04	7,97	0,75	7,64	1,47	7,85	1,24	7,42	1,30	0,6511
Intenzita žluté barvy	4,62 ^b	1,80	2,58 ^{ab}	1,38	3,71 ^b	1,75	1,43 ^a	1,34	3,12 ^{ab}	1,75	0,0011
Celková příjemnost vůně	6,23	1,12	7,44	1,50	6,37	2,36	7,46	0,85	7,21	1,45	0,2206
Konzistence (tvrdost)	5,04 ^{ab}	1,85	4,89 ^{ab}	1,60	4,29 ^a	2,08	6,43 ^{ab}	1,86	6,72 ^b	1,67	0,0184
Celková příjemnost chuti	6,69	0,90	7,14	1,74	6,85	1,64	6,65	1,55	6,05	1,70	0,6117
Intenzita kyselé chuti	4,23	1,45	3,70	1,74	3,63	1,12	4,63	1,15	4,73	1,69	0,3102
Intenzita smetanové chuti	4,48	1,53	5,31	0,96	5,02	1,43	4,40	1,99	3,74	1,33	0,1739

\bar{x} = aritmetický průměr; s_x = směrodatná odchylka; p = hladina významnosti testu;

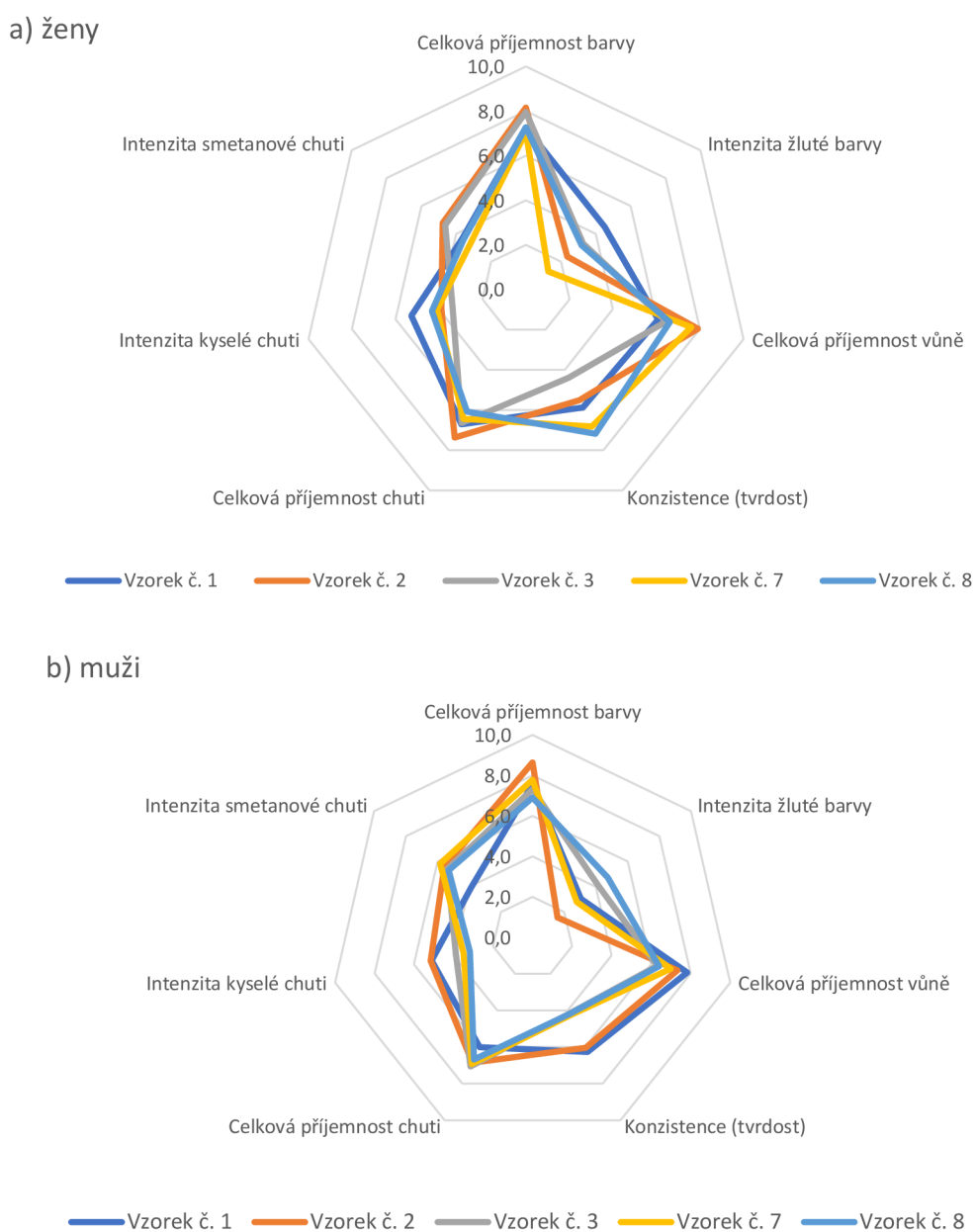
^{a,b} průměry s odlišnými horními indexy v rádcích se statisticky významně liší na hladině $p < 0,05$



Graf 4.8: Vyhodnocení vybraných senzoričských vlastností čerstvých sýrů v závislosti na kvalitě jednotlivých vzorků pasterovaného mléka

Při sledování rozdílů v sensorickém hodnocení mužů a žen bylo zjištěno, že největší rozdíly v jejich hodnocení byly u intenzity žluté barvy a v konzistenci (Graf 4.9). Mírnější rozdíly byly zaznamenány i u celkové příjemnosti chuti, což bylo pravděpodobně ovlivněno intenzitou kyselé a smetanové chuti.

Odlišné vnímání mezi oběma skupinami bývá časté. Tuto skutečnost potvrzuje např. i Koubová (2013), která se zabývala sensorickým hodnocením polotvrdých sýrů, konkrétně Eidamů.



Graf 4.9: Vyhodnocení vybraných sensorických vlastností čerstvých sýrů v závislosti na kvalitě jednotlivých vzorků pasterovaného mléka a) ženy b) muži

Ženy byly navíc v rozeznávání barvy na rozdíl od mužů přesnější, neboť určily rozdíly v intenzitě barvy hodnocených sýrů zcela ve shodě s výsledky naměřenými spektrofotometrem ColorEye XTH (Tabulka 4.7). Straková et al. (2020) potvrzují, že ženy v porovnání s muži obecně vnímají předložené vzorky jako barevně výraznější.

V pořadové preferenční zkoušce byly zjištěny mezi vzorky nevýznamné rozdíly ($p = 0,7358$). Hodnotitelům nejvíce chutnal čerstvý sýr vyrobený z mléka č. 2 (Tabulka 4.9), což bylo mléko od prvotetek s převahou holštýnského plemene (Tabulka 3.1). Tento sýr měl nejpříjemnější vůni a barvu a co se týká intenzity žlutého odstínu, patřil k těm světlejším, méně žlutým vzorkům. Také obsahoval nejmenší množství tuku, ale zároveň byl hodnotiteli označen jako vzorek s nejintenzivnější smetanovou chutí.

Tabulka 4.9: Vyhodnocení pořadové preferenční zkoušky čerstvých sýrů vyrobených z jednotlivých bazénových vzorků mléka v pokusu 1 ve sledované skupině hodnotitelů ($n = 10$)

Vzorek č.	Součet pořadí	\bar{x}	s_x
1	35,00	3,50	1,65
2	25,00	2,50	1,08
3	30,00	3,00	1,25
7	30,00	3,00	1,49
8	30,00	3,00	1,70
p	0,7358		

\bar{x} = aritmetický průměr; s_x = směrodatná odchylka; p = hladina významnosti testu

Nejméně preferovaným sýrem byl čerstvý sýr vyrobený ze vzorku mléka č. 1, což bylo mléko od dojnic českého strakatého a holštýnského plemene z vrcholu laktace. Tento sýr měl nejintenzivnější žlutou barvu, která byla hodnocena jako méně příjemná. Tento sýr také obsahoval nejvíce tuku a sušiny (Tabulka 4.7).

Závěr

Diplomová práce se zabývala vlivem vybraných ukazatelů kvality mléka na prokysávání, výtěžnost a senzorické vlastnosti čerstvých sýrů. V rámci tří laboratorních pokusů bylo vyrobeno celkem 51 vzorků čerstvých sýrů ze 17 bazénových vzorků mléka pocházejících z šesti různých chovů. V průběh prokysávání (2., 5., 7., 18., a 21. hodinu) byla u čerstvých sýrů měřena aktivní kyselost (pH), stanovena hmotnost a následně vypočítána výtěžnost. Dle trendu poklesu pH lze předpokládat, že optimálních hodnot (<5,00) by mohly čerstvé sýry dosáhnout již 15. až 16. hodinu, čímž by se zvýšila výtěžnost na cca 28–30 %.

Bylo potvrzeno, že chemické složení a hygienická kvalita mléka použitého pro výrobu čerstvých sýrů měla významný vliv na výtěžnost, složení a ovlivnila i senzorické vlastnosti sýrů. Významnou roli sehrály především obsah bílkovin a laktózy a hodnota PSB. Vyšší obsah bílkovin a laktózy a nižší hodnota PSB v pasterovaném mléce zcela prokazatelně zvýšily výtěžnost sýrů, obsah tuku a obsah bílkovin. Výtěžnost se však lišila i v závislosti na obsahu kaseinu, tuku a močoviny.

Mléko bylo posuzováno i z hlediska různé úrovně kvality bazénových vzorků, přičemž bylo zjištěno, že největší vliv na kvalitativní ukazatele sýrů a syrovátky měl obsah bílkovin. Tento faktor byl statisticky významný pro dvanáct z 25 posuzovaných ukazatelů. Obsah laktózy a PSB měly vliv na deset kvalitativních ukazatelů a obsah tuku pouze na 3 ukazatele.

Kvalita mléka, ze kterého byly čerstvé sýry vyráběny, ovlivnila i vnímání senzorických vlastností. Hodnotiteli byly zaznamenány rozdíly v hodnocení intenzity žluté barvy a konzistence, což může souviset nejen s výslednými ukazateli kvality sýrů (zejména při hodnocení intenzity žluté barvy (b^*)), ale v případě hodnocení konzistence i s obsahem sušiny v pasterovaném mléce.

Diplomová práce byla vypracována v rámci projektu QJ21010326 a její výsledky budou dílčími výstupy rozsáhlého experimentu sledujícího mimo jiné technologickou kvalitu syrového kravského mléka.

Zdroje

1. Agoltsov, V.A. et al. (2021). Biochemical and physicochemical indicators of the quality of milk and meat obtained from cows with brucellosis. *Veterinary World*, 14(8): 2118-2123.
2. Amalfitano, N. et al. (2019). Milk protein fractions strongly affect the patterns of coagulation, curd firming, and syneresis. *Journal of Dairy Science*, 102:2903–2917.
3. Bittante, G. (2013). Genetic parameters of different measures of cheese yield and milk nutrient recovery from an individual model cheese-manufacturing process. *Journal of Dairy Science*, 96(12): 7966–7979.
4. Bittante, G. et al. (2011). Monitoring of sensory attributes used in the quality payment system of Trentingrana cheese. *Journal of Dairy Science*, 94(11):5699-5709.
5. Bradley A. J. a M. J. Green (2005). Use and interpretation of static cell count data in dairy cows. *In Practice*, 27: 310-315.
6. Buňka, F. et al. (2013). *Mlékárenská technologie I*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně – Fakulta technologická. Zlín. ISBN 978-80-7454-254-1.
7. CMSCH.cz (2022). *Rozbory mléka: Rozbory zpeněžení*. [online]. [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <https://www.cmsch.cz/laboratore/lrm-laborator-pro-rozbor-mleka/rozbory-mleka/rozbory-zpenezovani/>
8. Coppa, M. (2013). Prediction of bulk milk fatty acid composition based on farming practices collected through on-farm surveys. *Journal of Dairy Science*, 96(7): 4197–4211.
9. ČCN 2016-03-18-0127, (2016). Syrové kravské mléko. Praha: Potravinářská komora ČR.
10. ČSN 57 0529. Syrové kravské mléko pro mlékárenské ošetření a zpracování.
11. ČSN EN ISO 8589 (560036) Senzorická analýza – Obecné pokyny pro uspořádání senzorického pracoviště.
12. ČSN ISO 6658 (560050) Senzorická analýza – Metodologie – Obecný návod.
13. ČSN ISO 8587 (560033) Senzorická analýza – Metodologie – Pořadová zkouška.
14. ČSN EN ISO 13299 (560054) Senzorická analýza – Metodologie – Obecný návod pro vytvoření senzorického profilu.
15. ČSÚ (2021). Živočišná výroba. Mléko a mléčné výrobky. Český statistický úřad. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/cris/zemedelstvi-4-ctvrtleti-a-rok-2020>

-
16. ČSÚ (2022). Živočišná výroba. Mléko a mléčné výrobky. Český statistický úřad. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/cri/zivocisna-vyroba-4-ctvrtleti-a-rok-2021#>
 17. ČSÚ (2023). Živočišná výroba. Mléko a mléčné výrobky. Český statistický úřad. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/cri/zivocisna-vyroba-4-ctvrtleti-a-rok-2022>
 18. Dostálová, J. et al. (2014). *Potravinářské zboží: technologie potravin*. Key Publishing, Ostrava. ISBN 978-80-7418-208-2.
 19. Eurostat (2022). Milk and milk product statistics: Production and use of milk, 2022. Statistics Explained [online]. [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Milk_and_milk_product_statistics
 20. Fernández, E. F. et al. (2015). Documento de Consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche. *Nutrición Hospitalaria*, 31(1): 92-101 ISSN 0212-1611.
 21. Forman, L. et al. (1994). Mlékárenská technologie II., Praha: VŠCHT. ISBN 8070802502.
 22. Fox P. f. et al. (2017): Factors that Affect Cheese Quality. In: *Fundamentals of Cheese Science*, Springer, New York, pp. 533-542. ISBN 978-1-4899-7679-6.
 23. Gantner, V. et al. (2015). The overall and fat composition of milk of various species. *Mlékarstvo*, 65(4): 223-23.
 24. Glantz, M., et al. (2010). Importance of casein micelle size and milk composition for milk gelation. *Journal of Dairy Science*, 93:1444-1451.
 25. Hanuš, O. et al. (2011). Význam sledování minoritních složek mléka pro zdraví zvířat a analytické možnosti jejich monitoringu. *Mlékařské listy*, 127: 14-19.
 26. Hanuš, O. et al. (2018). Role of fatty acids in milk fat and the influence of selected factors on their variability. A review. *Molecules*, 23(7):1636.
 27. Chiofalo, V. et al. (2000). Chemical composition and coagulation properties of modicana and holstein cows' milk. *Annales de zootechnie*, 49(6):497-503.
 28. Chládek, G. a Čejna, V. (2005). The relationship between freezing point of milk and milk components and its changes during lactation in Czech Pied and Holstein cows. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, LIII(5):63–70.
 29. Chlebo, P. a J. Keresteš (2020). *Zdravie a výživa ľudí 2*. 2. vyd., CAD PRESS, Bratislava. ISBN 978-80-88969-89-1.

-
30. Ivanov, G. Y. et al. (2021). Effect of somatic cell count of cow's milk on the lipolysis and fatty acid profile of farmer cheese. *International Food Research Journal*, 28(6): 1171–1178.
31. Janštová, B. (2013). Kvalita syrového mléka, In: Sýkora et al. (Eds.). *Farmářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků X. Sborník referátů ze semináře s mezinárodní účastí*, Mendelova univerzita v Brně, Brno, pp. 7-11. ISBN 978-80-7375-755-7.
32. Janštová, B. a Navrátilová, P. (2014). *Produkce mléka a technologie mléčných výrobků*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. ISBN 978-80-7305-713-2.
33. Jōudu, I. et al. (2008). The effect of milk protein contents on the rennet coagulation properties of milk from individual dairy cows. *International Dairy Journal*, 18:964–967
34. Kadlec, P. et al. (2012). *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Key Publishing, Ostrava. ISBN 978-80-7418-145-0.
35. Kalač, P. (2011). The effects of silage feeding on some sensory and health attributes of cow's milk: A review. *Food Chemistry*, 125: 307-317.
36. Kalač, P. a Samková, E. (2010). The effects of feeding various forages on fatty acid composition of bovine milk fat: A review. *Czech Journal of Animal Science*, 55:521-537.
37. Kaskous, S. (2021). Cow's milk consumption and risk of disease. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 33(1):1-11.
38. Ketto, I. A. et al. (2017). Effects of milk protein polymorphism and composition, casein micelle size and salt distribution on the milk coagulation properties in Norwegian Red cattle. *International Dairy Journal*, 70:55–64.
39. Khastayeva A. Z. et al. (2021) Qualitative indicators of milk of Simmental and Holstein cows in different seasons of lactation. *Veterinary World*, 14(4): 956-963.
40. Klei L. et al. (1998). Effects of milk somatic cell count on cottage cheese yield and quality. *Journal of Dairy Science*, 81:1205-1213.
41. Kopáček, J. (2020) Mlieko a Pitný režim. In: Keresteš, J. (Eds.). *Zdravie a výživa ľudí 1*. 2. vyd. CAD PRESS, Bratislava, pp. 346-352. ISBN 978-80-88969-88-4.
42. Kopáček, J. (2021). Nové přístupy a metody analýzy pro zajištění kvality, bezpečnosti a zdravotní nezávadnosti sýrů, optimalizace jejich výroby a zefektivnění procesů hygieny a sanitace při současném snížení zátěže životního
-

-
- prostředí odpadními vodami [online]. Starfos [cit. 2022-11-30]. Dostupné z: <https://starfos.tacr.cz/cs/pro-ject/QK1710156>
43. Kopáček, J. (2023). Situace na trhu s mlékem. *Mlékařské listy*, 196(34): 4-7.
 44. Kopáček, J. (2023). Současný stav světového mlékárenství a sýrařství. In: *Ingrový dny 2023*. Mendelova Univerzita, Brno, 132-142.
 45. Kořán, J. (2013). *Výroba čerstvého sýra v závislosti na vybraných faktorech*. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
 46. Koubová, K. (2013). *Senzorické hodnocení vybraných druhů polotvrdých sýrů*. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.
 47. Lukášová, J. et al. (2001). *Hygienu a technologie mléčných výrobků*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita. ISBN 80-7305-415-9.
 48. Maristela, R. et al. (2015). Effect of subclinical intramamary infection on milk quality in dairy sheep: I. Fresh-soft cheese produced from milk of uninfected and infected glands and from their blends. *Small Ruminant Research*, 125: 127–136.
 49. Martini, M. et al. (2017). Influence of fat content on quality of cow's milk. *Italian Journal of Food Science*, 29: 138-144.
 50. Mazal, G. et al. (2007). Effect of Somatic Cell Count on Prato Cheese Composition. *Journal of Dairy Science*, 90(2):630-636.
 51. Metz M. et al. (2020). Use of indicator bacteria for monitoring sanitary quality of raw milk cheeses – A literature review. *Food Microbiology*. 85 (103283).
 52. Moradi, M. et al. (2021). The relationship between milk somatic cell count and cheese production, quality and safety: A review. *International Dairy Journal*, 113: 104884.
 53. Mrázek, J. (2019). Návodů na výrobu mléčných výrobků. [online]. Inovace VOV [cit. 2022-11-30]. Dostupné z: <https://www.vovcr.cz/odz/tech/313/page09.html>
 54. MZe (2016). Zpřesnění pravidel certifikace produktů v režimu jakosti Q1 u producentů a zpracovatelů zemědělských produktů CZ. In Věstník MZe, ročník 2016, částka 1. [online] [cit. 2023-02-10]. Dostupné na: <http://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/legislativa/vestniky-mze/?pos=10>.
 55. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu.
 56. Nařízení Rady (EHS) č. 2377/90, , kterým se stanoví postup Společenství pro stanovení maximálních limitů reziduí veterinárních léčivých přípravků v potravinách živočišného původu
-

-
57. Oca-Flores E. M. et al. (2019). Technological and physicochemical properties of milk and physicochemical aspects of traditional Oaxaca cheese. *Rev Mex Cienc Pecu*, 10(2):367-378.
58. Pegolo, S. et al. (2021). Genetic parameters of differential somatic cell count, milk composition, and cheese-making traits measured and predicted using spectral data in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 104(10): 10934-10949.
59. Pytel, R. a K. Šustová (2017). Vliv chloridu vápenatého a chloridu sodného na syřitelnost mléka a následnou výtěžnost sýřeniny. *Mlékařské listy*, 28(4):1-5.
60. Riveros-Galán D.S. a Obando-Chaves M. (2021) Mastitis and its impact on dairy-product quality ... An omission in Colombia?: A review. *Rev Colomb Cienc Pecu*. 34(4): 241–253.
61. Salamończyk, E. et al. (2017). Yield of acid curd cheese produced from cow's milk from different lactation periods. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 16(2): 149-156.
62. Samková, E. et al. (2012). *Mléko: produkce a kvalita*. JU ZF, České Budějovice. ISBN 978-80-7394-383-7.
63. Samková et al. (2020). *Kvalita vybraných zemědělských produktů*. JU ZF, České Budějovice. ISBN 978-80-7394-840-5.
64. Sant'ana, A. M. S. et al. (2013). Nutritional and sensory characteristics of Minas fresh cheese made with goat milk, cow milk, or a mixture of both. *Journal of Dairy Science*, 96(12):7442-7453.
65. Skeie S. (2007). Characteristics in milk influencing the cheese yield and cheese quality. *Journal of Animal Feed Science*, 16(1):130-142.
66. Státní zemědělský intervenční fond (2022). Zpráva o trhu s mlékem a mlékárenskými výrobky. *Tržní informační systém České republiky*, 10(7):1-14.
67. Státní zemědělský intervenční fond (2023). Zpráva o trhu s mlékem a mlékárenskými výrobky. *Tržní informační systém České republiky*, 21(2):1-14.
68. Stocco, G. et al. (2015) Milk skimming, heating, acidification, lysozyme, and rennet affect the pattern, repeatability, and predictability of milk coagulation properties and of curd-firming model parameters: A case study of Grana Padano. *Journal of Dairy Science*, 98(8): 5052–5067.
69. Stocco, G. (2021). The mineral profile affects the coagulation pattern and cheese-making efficiency of bovine milk. *Journal of Dairy Science*, 104(8): 8439–8453.
-

-
70. Straková, K. et al. (2018). *Senzorické hodnocení polotvrdých sýrů o různé tučnosti v závislosti na pohlaví*. In Ingrový dny 2018. Sborník XLIV. konference o jakosti potravin a potravinových surovin. Brno: Mendelova univerzita 2018, s. 198-204. ISBN 978-80-7509-542-8.
71. Straková, K. et al. (2019). An occurrence of some chemical contaminants in milk of ruminants during 2005–2017 in the Czech Republic. *MendelNet*, 26:191-195.
72. Šustová K. a T. Lužová (2013). *Technologie zakysaných mléčných výrobků*. Mendelova univerzita, Brno. ISBN 978-80-7375-735-9.
73. Šustová, K. a V. Sýkora (2013). *Mlékárenské technologie*, Mendelova univerzita, Brno. ISBN 978-80-7375-704-5.
74. Trukhachev, V. et al. (2017). Daily dynamics of milk quality indicators, In: *The 8th International Scientific Conference Rural Development 2017: Bioeconomy Challenges*. Aleksandro Stulginskio universitetas, Lithuania.
75. Velíšek, J. a Hajšlová J. (2009). *Chemie potravin II*. 3. vyd. OSSIS, Tábor. ISBN 978-80-8665-916-9.
76. Verdier-Metz, I. et al. (2001). Relationship between milk fat and protein contents and cheese yield. *Animal Research*, 50(5): 365-371.
77. Vyhláška č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, ve znění pozdějších předpisů.
78. Yayota, M. (2013). Milk composition and flavor under different feeding systems: A survey of dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 96(8): 5174–5183.

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Schéma výroby sýrů (Kadlec et al., 2012; Šustová, Sýkora, 2013)	22
Obrázek 3.1: Výroba čerstvých sýrů.....	32
Obrázek 3.2: Testování přítomnosti RIL v mléce.....	34
Obrázek 3.3: Měření aktivní kyselosti a teploty sýrů	35
Obrázek 3.4: Texturometr TA.XT Plus.....	36
Obrázek 3.5 Spektrofotometr ColorEye XTH	37

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Vymezení limitů standardní kvality syrového kravského mléka podle jednotlivých mléčných ukazatelů (Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, ČCN 2016-03-18-0127; MZe, 2016)	11
Tabulka 1.2: Zastoupení mastných kyselin (MK) mléčného tuku (^a Chlebo, Keresteš, 2020; ^b Samková et al., 2012)	15
Tabulka 1.3: Průměrný obsah minerálních látek v mléce a jejich doporučená denní dávka (DDD) (Samková et al., 2012)	17
Tabulka 1.4: Obsah vitaminů v mléce a jejich doporučená denní dávka (DDD) (Samková et al., 2012)	18
Tabulka 1.5: Nejčastější vady u čerstvých sýrů a jejich příčiny (Kopáček, 2021)	27
Tabulka 3.1: Metodika odběru vzorků a charakteristika chovů	29
Tabulka 3.2: Základní charakteristiky vzorků kravského mléka	30
Tabulka 4.1: Základní statistické charakteristiky kvalitativních ukazatelů bazénových vzorků syrového a pasterovaného mléka použitých v jednotlivých pokusech	43
Tabulka 4.2: Průměrné hodnoty pH, hmotnost a výtěžnost sýrů v závislosti na délce prokysání (n=51)	45
Tabulka 4.3: Průměrné hodnoty pH, hmotnost a výtěžnost sýrů v závislosti na kvalitě bazénových vzorků mléka během tří pokusů	47
Tabulka 4.4: Vybrané kvalitativní ukazatele sýrů a syrovátky v závislosti na kvalitě bazénových vzorků mléka během tří pokusů	50
Tabulka 4.5: Hodnoty pH, hmotnost, výtěžnost a kvalitativní ukazatele sýrů a syrovátky v závislosti na složení mléka	54
Tabulka 4.6: Statistická významnost některých ukazatelů	57
Tabulka 4.7: Vybrané kvalitativní ukazatele mléka a sýrů u jednotlivých vzorků mléka	58
Tabulka 4.8: Vyhodnocení sensorických vlastností čerstvých sýrů vyrobených z jednotlivých bazénových vzorků mléka v prvním pokusu ve sledované skupině hodnotitelů (n = 10)	59
Tabulka 4.9: Vyhodnocení pořadové preferenční zkoušky čerstvých sýrů vyrobených z jednotlivých bazénových vzorků mléka v pokusu 1 ve sledované skupině hodnotitelů (n = 10)	61

Seznam grafů

Graf 1.1: Průměrná cena nakupovaného mléka (Kč/l) v letech 2020–2023 (ČSÚ, 2021; ČSÚ, 2022; ČSÚ, 2023).....	10
Graf 4.1 Vývoj trendu pH v závislosti na délce prokysávání	46
Graf 4.2 Vývoj trendu výtěžnosti sýra v závislosti na délce prokysávání	46
Graf 4.3: Vývoj pH sýra v jednotlivých pokusech v závislosti na délce prokysávání	48
Graf 4.4: Vývoj hmotnosti sýra v jednotlivých pokusech v závislosti na délce prokysávání	49
Graf 4.5 Vliv PSB na vývoj hmotnosti v jednotlivých pokusech	49
Graf 4.6: Porovnání vybraných ukazatelů chemického složení čerstvých sýrů v jednotlivých pokusech.....	51
Graf 4.7: Porovnání vybraných ukazatelů kvality pasterovaného mléka v jednotlivých pokusech.....	51
Graf 4.8: Vyhodnocení vybraných sensorických vlastností čerstvých sýrů v závislosti na kvalitě jednotlivých vzorků pasterovaného mléka	59
Graf 4.9: Vyhodnocení vybraných sensorických vlastností čerstvých sýrů v závislosti na kvalitě jednotlivých vzorků pasterovaného mléka a) ženy b) muži	60

Seznam použitých zkratk

BMM	bod mrznutí
CPM	celkový počet mikroorganismů
ČSN	Česká státní norma
ČCN	Česká cechovní norma
ČSÚ	Český statistický úřad
EP	Evropský parlament
KTJ	kolonie tvořící jednotky
MK	mastné kyseliny
MZe	Ministerstvo zemědělství České republiky
PSB	počet somatických buněk
RIL	rezidua inhibičních látek
SCS	lineární skóre somatických buněk
SH	stupně nebo kyselost podle Soxhlet-Henkela při titraci mléka
TK	titrační kyselost
TPS	tukuprostá sušina

Přílohy

Příloha 1: Protokol senzoričkého hodnocení

Senzoričké hodnocení čerstvých sýrů

Věk: _____ **Pohlaví:** muž žena **Datum hodnocení:** _____

Celková příjemnost barvy

velmi špatná (nepříjemná) | uspokojivá | dobrá | velmi dobrá | vynikající (příjemná)

Intenzita barvy (žluté)

neznatelná | slabá | střední | silná | velmi silná

Celková příjemnost vůně

velmi špatná (nepříjemná) | uspokojivá | dobrá | velmi dobrá | vynikající (příjemná)

Konzistence (tvrdost)

velmi měkký | | měkký | | pevný

Celková příjemnost chuti

velmi špatná (nepříjemná) | uspokojivá | dobrá | velmi dobrá | vynikající (příjemná)

Intenzita kyselé chuti

neznatelná | slabá | střední | silná | velmi silná

Intenzita smetanové chuti

neznatelná | slabá | střední | silná | velmi silná

Pořadová zkouška: seřadte vzorky od nejlepšího (Pořadí 1) po nejhorší (Pořadí 5.), příp. uveďte důvody

Pořadí 1.	Vzorek č. ...	
Pořadí 2.	Vzorek č. ...	
Pořadí 3.	Vzorek č. ...	
Pořadí 4.	Vzorek č. ...	
Pořadí 5.	Vzorek č. ...	