

**Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta**

Ústav technologie potravin



**Vliv podmínek zpracování suroviny na průběh výroby
a výsledný mlékárenský produkt**

Disertační práce

Vedoucí práce:
prof. Ing. Květoslava Šustová, Ph.D.

Vypracovala:
Ing. Daniela Strnadová

Brno 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Vliv podmínek zpracování suroviny na průběh výroby a výsledný mlékárenský produkt vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych si dovolila poděkovat vedoucí disertační práce prof. Ing. Květoslavě Šustové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a především za trpělivost během celého studia a psaní disertační práce a v neposlední řadě za předání znalostí o problematice výroby sýrů a jejich zrání, které jsem uplatnila v této práci a bez nichž by nebylo možné dojít k naměřeným výsledkům.

Dále mé poděkování patří odborné asistentce a mé kamarádce Ing. Táně Lužové, Ph.D., laborantkám z Ústavu technologie potravin, především Ladislavě Pospíškové a spolužačkám a kamarádkám Ing. Haně Konečné a Ing. Monice Kozelkové, Ph.D. za spolupráci, výpomoc v laboratořích a podporu během celého studia. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Miroslavu Jůzlovi, Ph.D. za jeho ochotu vždy poradit a za pomoc se statistickým zpracováním výsledků.

Děkuji také rodičům za podporu během mých dlouhých studií a mému manželovi a našim dětem, kteří mě podporovali v dokončení studia.

Poděkování patří také Interní grantové agentuře AF Mendelovy univerzity v Brně za financování projektu pod číslem TP 10/2010 s názvem Technologické a mikrobiologické parametry vstupní suroviny a jejich vliv na průběh zrání a výslednou jakost tvarůžků a NAZV KUS QJ1210302 Technologické postupy a složení mléčných výrobků umožňující prodloužení údržnosti, zvýšení bezpečnosti nebo zvýšení nutričních a zdravotních benefitů prostřednictvím bioaktivních látek přirozeně se vyskytujících v potravinách.

ABSTRAKT

Tato práce je rozdělena na dvě části. První se zabývá ovčím a kozím mlékem a studiem, zda je možné podchlazovat či zamrazovat mléko po určitou dobu a později použít pro výrobu sýrů bez ovlivnění průběhu výroby a výtěžnosti sýrů s cílem překonání sezónního nedostatku mléka. Podle našich výsledků můžeme doporučit zamrazení ovčího mléka v běžném domácím mrazáku, při teplotě $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu až 3 měsíců, v případě že mléko bude použito na výrobu čerstvého sýra. Zamrazení mléka by dalo farmářům možnost výroby ovčích sýrů i mimo laktační období a tím si udržet místo na trhu po celý rok, ale také možnost docílení standardního výrobku během celého roku, při kombinování mléka z různých stádií laktace. Při použití takto zamrazeného kozího mléka na výrobu sýrů byla výtěžnost sýra nižší a u některých vzorků nebylo vůbec možné sýr vyrobit. Zamrazení kozího mléka tedy není vhodné.

Druhá část práce byla věnována českému výrobku, který je všeobecně znám pod názvem Olomoucké tvarůžky. Cílem práce bylo zjistit, zda dochází k statisticky průkazným rozdílům mezi tvarůžky z jarního a letního období, ale také zda ovlivňuje průběh zrání odlišné umístění tvarůžků ve zracím sklepu. Byl hodnocen také vliv podmínek skladování hotového výrobku, který se dostane ke spotřebiteli. Tyto změny byly sledovány u tvarůžků formovaných do tvaru koleček a tyčinek. Z výsledků porovnání rozdílů mezi jarními a letními tvarůžky je patrné, že na začátku doby, kdy se tvarůžky dostanou do tržních sítí, se spotřebiteli dostává rozdílná kvalita výrobků v jarní a letním období a ta se srovnává až v průběhu dalšího zrání do konce doby trvanlivosti. Spotřebiteli se tedy dostává standardní výrobek až ke konci doby minimální trvanlivosti. Při sledování vlivu umístění tvarůžků ve zrací místnosti bylo zjištěno, že v jarním období vstupování do místnosti nemá žádný vliv na průběh zrání Olomouckých tvarůžků umístěných na stojanu u dveří, ve srovnání s tvarůžky na stojanu dále od dveří. V letním období se vyskytly průkazné rozdíly v obsahu soli a titrační kyselosti. Při posouzení rozdílů podmínek uchování Olomouckých tvarůžků ve fázi po expedici až do konce doby minimální trvanlivosti (teploty uchování $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ nebo $20\text{ }^{\circ}\text{C}$), bylo z výsledků zjištěno, že v některých případech existují statisticky průkazné rozdíly, avšak výsledky odpovídají požadavkům výrobce.

Klíčová slova: ovce, kozy, sýr, skladování, Olomoucké tvarůžky, zrání, kvalita

ABSTRACT

This thesis is divided into two parts. The first part deals with sheep and goat milk. We investigated whether undercooling or freezing of milk for some period of time is possible in order to use this milk for cheese production without affecting the course of production and yielding of cheese in order to overcome the seasonal shortage of sheep milk. Based on our results we can recommend freezing of sheep milk in a common freezer with the temperature of -18°C for the period of 3 months in case the milk will be used for a production of fresh cheese. Frozen milk would provide the farmer's with the ability of producing the cheese even out of the lactational period. As a consequence, farmers would be able to sell their products throughout the whole year. Another outcome would be the whole year's production of a standard product created by the combination of different milk taken from different stages of lactation. The Yield of cheese produced using such kind of frozen goat milk was lower and for several samples it was even impossible to produce cheese. Therefore, freezing of goat milk is not suitable.

In the latter part the thesis copes with the typical Czech product called Olomouc cake of cheese. The aim of the study was to determine whether there are a statistically demonstrable differences between cheese from spring and summer seasons, but also whether a different location of Olomouc cake of cheese in cellar for ageing affects the course of cheese ripening. The effect of storage conditions of a finished product on the ageing until the end of the minimum durability was also evaluated. These changes were observed in the cheese formed into the shape of wheels and sticks. From the results comparing the spring and summer Olomouc cake of cheese it is evident that at the beginning a consumer obtains a product with a different quality. The quality is adjusted during further aging until the date of minimum durability. The consumer gets the standard product up to the end of the minimum durability. A different location of cheese in the cellar for ageing does not affect the quality in the spring season. However, there were significant differences in the content of salt and in titratable acidity in the summer season. In some cases there were statistically significant differences in cheese caused by various storage conditions (temperature set to 5°C or 20°C). But the results correspond with the manufacturer needs.

Key words: sheep, goat, cheese, storage, Olomouc cake of cheese, ageing, quality

Obsah

1	ÚVOD.....	8
2	CÍL PRÁCE.....	9
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
3.1	Chov skotu, ovcí a koz na území ČR	10
3.1.1	Vybraná plemena ovcí s mléčnou a kombinovanou užitkovostí	11
3.1.2	Vybraná plemena koz	14
3.2	Mléko, základní surovina pro výrobu sýrů	14
3.2.1	Fyzikální, chemické a technologické vlastnosti mléka.....	17
3.2.2	Ovčí a kozí mléko v porovnání s kravským	20
3.2.3	Uchování mléka	24
3.3	Výroba sýrů.....	29
3.3.1	Historie výroby sýrů	30
3.3.2	Požadavky na mléko k výrobě sýrů	31
3.3.3	Tepelné ošetření mléka	32
3.3.4	Úprava obsahu tuku v mléce.....	32
3.3.5	Přídavek roztoku vápenatých solí	33
3.3.6	Přídavek bakterií mléčného kysání	33
3.3.7	Koagulace (srážení mléka).....	34
3.3.8	Zrání sýrů.....	40
3.4	Výtěžnost sýrů.....	41
3.4.1	Vliv bílkovin na výtěžnost sýrů	43
3.4.2	Vliv obsahu sušiny a tuku v sušině na výtěžnost sýrů.....	43
3.4.3	Vliv tepelného ošetření mléka na výtěžnost sýrů	43
3.4.4	Vliv způsobu zpracování sýřeniny, tvarování a solení sýrů na výtěžnost	44
3.5	Vybrané druhy sýrů.....	44
3.5.1	Čerstvý sýr	46

3.5.2	Sýry zrající pod mazem	46
4	MATERIÁL A METODIKA.....	53
4.1	Materiál	53
4.1.1	Ovčí, kozí a kravské mléko.....	54
4.1.2	Čerstvé ovčí, kozí a kravské sýry	56
4.1.3	Olomoucké tvarůžky.....	57
4.2	Metodika	59
4.2.1	Rozbory ovčího, kozího a kravského mléka.....	59
4.2.2	Ovčí, kozí a kravské sýry.....	62
4.2.3	Rozbory Olomouckých tvarůžků	65
4.2.4	Statistické vyhodnocení	66
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	67
5.1	Vliv uchování mléka na výrobu sýrů	67
5.2	Sledování chemických parametrů Olomouckých tvarůžků v průběhu jejich výroby a zrání	94
6	ZÁVĚR	108
7	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY.....	111
8	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	123
9	SEZNAM TABULEK	124
10	SEZNAM ZKRATEK	126
11	PŘÍLOHY	127

1 ÚVOD

V České republice se stále zvyšuje zájem o chov ovcí a koz a to zejména na malých farmách. Chovatelé často vyrábí z mléka těchto malých přežvýkavců mléčné výrobky, které poskytují možnou alternativu výrobků z kravského mléka, což oceňují zejména lidé s alergií na kravské mléko. Mají však specifickou vůni, chuť i texturu. Tyto výrobky se doposud prodávají převážně na farmářských trzích, nebo „ze dvora“, avšak v supermarketech je jejich sortiment zatím stále nízký. Sýry z ovčího a kozího mléka patří mezi naše nejstarší a stále velmi oblíbené sýry.

Sýry jsou v České republice pevnou součástí každodenního jídelníčku. Sýr je velmi cenný pro svou trvanlivost, vysoký obsah bílkovin, tuku, vápníku a fosforu. Sýr je obecný název pro skupinu potravinářských, fermentovaných mléčných výrobků, které se vyrábí po celém světě ve velké rozmanitosti chuti, textury a formy.

Výrobce Olomouckých tvarůžků se snaží, aby kvalita sýrů byla celoročně vyrovnaná, aby spotřitel dostával standardní jakost těchto našich tradičních výrobků. Je tedy třeba pravidelně sledovat průběh zrání a posuzovat možné příčiny, které by mohly narušit standardnost výrobku. Těmi mohou být například teplotní rozdíly vlivem ročního období, poloha umístění ve zracím sklepu, ale také tvar výrobku.

2 CÍL PRÁCE

Disertační práce se věnovala problematice vlivu nakládání se surovinou a jejím zpracováním na finální produkt. Práce byla členěna na dvě hlavní suroviny: mléko pro výrobu čerstvého sýra a tvaroh určený na výrobu tvarůžků.

Cílem disertační práce bylo:

1. Skladování mléka a výroba sýrů
 - a. Zjistit, zda teploty skladování a zamražení mléka ovlivňují syřitelnost mléka a následnou výrobu a výtěžnost sýrů a zda případný vliv způsobu skladování je stejný u kravského, ovčího i kozího mléka.
2. Tvaroh a výroba Olomouckých tvarůžků
 - a. Zaměřit se na sledování vlivu ročního období na změny fyzikálně chemických vlastností tvarůžků během zrání.
 - b. Porovnat vliv umístění Olomouckých tvarůžků ve zracím sklepu na průběh prozrávání.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Chov skotu, ovcí a koz na území ČR

Historicky procházel chov ovcí v České republice mnoha změnami. Posledních 30 let, po období krize českého ovčáctví (období 1990 až 2000), je možno období od roku 2000 do současnosti nazvat jako období opětovného rozvoje tohoto chovu u nás. Zatímco v roce 1990 byl početní stav ovcí a beranů na území ČR 430 000 a dále se snižoval, až do roku 2000 kdy dosáhl pouhých 84 000 kusů, v dalších letech se zájem o chov ovcí a beranů na území České republiky opět zvyšoval (Kuchtík, 2013). V roce 2014 dosáhl počtu 225 000 kusů (Bucek et al., 2014). Obecně jsou pro období od roku 2000 do současnosti charakteristické tyto trendy:

- Postupné zvyšování počtu ovcí a chovatelů ovcí.
- Postupné zlepšování parametrů užitkovosti.
- Růst zájmu spotřebitelů o jehněčí maso.
- Rozvoj chovu dojných ovcí.
- Růst zájmu drobnochovatelů o chov ovcí.
- Radikální nárůst počtu ovcí na ekologických farmách (Kuchtík, 2013).

Chov ovcí na území ČR zažívá tedy v posledních letech značný rozmach. Ovce je hospodářské zvíře, které se využívá k produkci (maso, mléko, chovné zvíře) a současně udržuje a oživuje krajinu. Pro chov ovcí jsou u nás vhodné podmínky a díky rozmanitosti plemen ovcí si může chovatel vybrat vhodné plemeno pro svůj podnikatelský záměr. Z těchto důvodů se v posledních letech počty chovaných ovcí v naší republice zvyšují. Rozšíření chovu ovcí je podporováno i zvyšujícím se zájmem o jehněčí maso (David, 2008).

V letech 2013 a 2014 pokračovalo zvyšování početních stavů ovcí. Přetrvává zaměření chovu ovcí na plemena s masnou a kombinovanou užitkovostí. Chov ovcí a koz je soustředěn na malých farmách a mléko se zpracovává na mléčné výrobky přímo na nich. V České republice není mlékárna, která by vykupovala ovčí či kozi mléko (Bucek et al., 2014).

Přehled o početních stavech ovcí, koz a skotu v ČR je uveden v tabulce 1. Z vykazovaných údajů je patrné, že v letech 2008 až 2014 došlo k významnému nárůstu početních stavů ovcí a beranů a ke stagnaci a kolísání početních stavů skotu. Stavky koz a kozlů se také zvýšily (Bucek et al., 2014).

Podle ročenky chovu skotu v České republice se k 1. dubnu 2015 meziročně zvýšily stavky skotu celkem o 2,4 %, z toho dojníc o 0,9 %. Pozitivní vliv na ukazatele chovu dojníc mělo především zvýšení nákupní ceny mléka z 8,50 Kč v roce 2013 na 9,37 Kč za rok 2014. Došlo také ke zvýšení průměrné dojivosti na 7705 litrů/krávu. (Kvapilík et al., 2015).

Tabulka 1: Početní stavky ovcí a skotu v České republice (tisíc kusů) k 1. dubnu daného roku (Bucek et al., 2013; Bucek et al., 2014)

Kategorie	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ovce a beraní celkem	184	183	197	209	221	221	225
Skot celkem	1402	1363	1349	1344	1354	1353	1374
Kozy celkem	16627	16674	21709	23263	23620	24042	24348

Produkce mléka na ovci za laktaci je ve srovnání s produkcí kozího či kravského mléka výrazně nižší. Například v našich chovech činila v roce 2009 průměrná dojivost ovce za laktaci 263 kg (Horák et al., 2012).

V letech 2009 až 2013 byla vykázána nízká spotřeba kozího mléka (0,3 litru na obyvatele a rok), došlo však k nárůstu tržní produkce kozího mléka a produkce kozích sýrů (Bucek et al., 2014).

3.1.1 Vybraná plemena ovcí s mléčnou a kombinovanou užitkovostí

Východofrišská ovce

Polojemnovlnné plemeno s vysokou plodností a vynikající mléčnou užitkovostí. Bylo vyšlechtěno v Německu ve Fríské oblasti z původních severských maršových ovcí.

Plodnost na obahněnou ovci je 170 – 200 %, živá hmotnost jehňat ve 100 dnech věku 30 – 35 kg, produkce mléka za laktaci se pohybuje v rozmezí 300 – 400 l (<http://www.schok.cz/plemena-ovci/plemena-mlecna>; Horák, 2012).



Obrázek 1: Východofríská ovce

(http://sites.zf.jcu.cz/projekty/atlasHZ/czech/ovce_vychodofriska.html)

Lacaune

Polojemnovlnné bezrohé plemeno ovcí, středního až většího tělesného rámce, pocházející z oblasti Lacaune v jižní Francii. Lacaune je nejrozšířenější dojné plemeno ovcí ve Francii. Především jde o plemeno ovcí, jehož mléka se používá při výrobě sýra Roquefort. Průměrná produkce mléka za laktaci je 250 l. Průměrná plodnost na bahnici je 159 %. Živá hmotnost jehňat ve 100 dnech věku dosahuje průměrně 27,85 kg (Horák, 2012; <http://www.lacaune.cz/plemeno-dojnych-ovci-lacaune>).



Obrázek 2: Lacaune (http://www.thueringer-schafzucht.de/r_lacaune.html)

Cigája

Polojemnovlnné plemeno, středního tělesného rámce s trojstrannou užitkovostí (maso, mléko, vlna). Pochází z Balkánského poloostrova a patří k nejstarším kulturním plemenům. Plodnost na obahněnou ovci je 140 – 150 %, živá hmotnost jehňat ve 100 dnech věku je 27 – 32 kg, dojivost za laktaci průměrně 120 – 150 l mléka. Chov tohoto plemene má na našem území dlouholetou tradici a i v dnešní době neztrácí na významu za předpokladu, že se využívá mléčná užitkovost (<http://www.schok.cz/plemena-ovci/plemena-mlecna>, Horák et al., 2012).



Obrázek 3: Cigája (<http://www.schok.cz/plemena-ovci/plemena-mlecna/cigaja>)

3.1.2 Vybraná plemena koz

Chov plemen, která produkují především mléko s odpovídajícími procenty tuku, je náročné na čas i péči. Aby se výroby sýra vyplatila, měla by koza nadojit za rok nejméně 600 l mléka (Kühnemann, 2000).

Bílá krátkosrstá koza

Je nejpočetnějším plemenem v České republice, s nejvyšší mléčnou užitkovostí. Průměrná roční produkce mléka je 1000 kg. Tučnost mléka je 3,5 – 4 %, průměrný obsah bílkovin 2,7 %. Plodnost je kolem 200 %. (Kühnemann, 2000). Živá hmotnost kůzlat v 70 dnech věku je 15 kg, denní přírůstek v odchovu a výkrmu činí 180 – 200 g (<http://www.schok.cz/plemena-koz/plemena-mlecna/koza-bila-kratkosrsta-b>).

Hnědá krátkosrstá koza

Toto plemeno je odolné, přizpůsobené drsnějším klimatickým podmínkám. Jsou nejčastěji chované v podhorských oblastech (Kühnemann, 2000). Roční produkce mléka je 800 – 900 kg. Průměrný obsah tuku v mléce 3,6 %, bílkovin 2,7 %. Plodnost je 170 – 190 %, živá hmotnost kůzlat v 70 dnech věku 15 kg, denní přírůstek v odchovu a výkrmu 170 – 190 g (<http://www.schok.cz/plemena-koz/plemena-mlecna/koza-hneda-kratkosrsta-h>).

3.2 Mléko, základní surovina pro výrobu sýrů

Produkce kravského mléka v České republice se meziročně zvýšila z 2775 mil. litrů v roce 2013 na 2856 mil. litrů v roce 2014. Spotřeba mléka se v roce 2014 meziročně snížila z 62,2 kg na 60 kg a spotřeba sýru zvýšila z 12,7 na 12,8 kg (Kvapilík et al., 2015).

Mléko je definováno jako sekret mléčné žlázy savců, jehož primární přirozenou a nezastupitelnou funkcí je výživa mláďat (Walstra et al., 2006), jejichž trávicí trakt

není schopen trávit pevnou stravu (Pulina, 2004). Mléko některých zvířat, zejména kravské, bůvolí, kozí a ovčí, se používá také pro lidskou výživu, a to buď jako takové nebo ve formě různých mléčných výrobků (Walstra et al., 2006).

Pulina (2004) popisuje mléko jako komplex látek vyskytující se v roztoku (sacharidy, minerální látky, nebílkovinné dusíkaté látky a vitaminy rozpustné ve vodě), suspenzi (bílkoviny, minerální soli vázané na kasein micely) nebo jako emulze (tuky a vitaminy rozpustné v tucích).

Mléko chrání novorozence i dospělé proti patogenům a nemocem tím, že dodává širokou škálu biologicky aktivních sloučenin, jako jsou imunoglobuliny, antibakteriální peptidy, antimikrobiální proteiny, oligosacharidy a lipidy a spousta dalších složek obsažených v nízkých koncentracích (tzv. minoritní složky, ale značně užitečné) (Park, 2009). Jednou z mnoha cenných složek mléka je také vysoká hladina vápníku, který je důležitý pro vývoj, sílu a hustotu kostí u dětí a v prevenci osteoporózy u starších lidí. Také bylo prokázáno, že vápník je prospěšný při snižování hladiny cholesterolu a při kontrole tělesné hmotnosti a krevního tlaku (Gobbetti et al., 2007).

Obecný význam mléka ve výživě člověka je možno shrnout do následujících bodů (Belitz et al., 2004; Samková et al., 2012)

- jedna z nejlépe vyvážených potravin,
- vynikající zdroj vápníku,
- dobře stravitelná potravina,
- dobrý substrát pro kulturní mikroorganismy,
- jednotlivé komponenty mléka se mohou využít i zvlášť,
- detoxikační vliv při otravách,
- v mléce přítomná kyselina orotová snižuje hladinu cholesterolu.

Sezónní změny ve složení a kvalitě mléka jsou považovány za klíčové faktory, ovlivňující kvalitu mléčných výrobků (Law, Tamime, 2010). Variabilita obsahových složek mléka je především výsledkem klimatických změn, odrazem sezónnosti výživy (množství a druh krmiva), průběhu a stádia laktace a méně sezónnosti telení. Výrazné zhoršení složení a vlastností mléka se zjišťuje obvykle na konci zimního resp. na začátku letního krmného období. Kolísavé je složení mléka i v letních měsících a v přechodném období z letního typu výživy na zimní. Koncem letního období,

tj. v září, dosahují jednotlivé složky mléka průkazně nejvyšší hodnoty. V září bývá zjišťováno navýšení obsahu tuku o 0,20 %, celkových bílkovin o 0,15 %, kaseinu o 0,18 %, čistých bílkovin o 0,11 %, laktózy o 0,10 % a celkové sušiny o 0,29 % (Šustová et al., 2003).

Mléčný tuk je významným zdrojem esenciálních mastných kyselin, lipofilních vitaminů a aromatických látek. Mléčný tuk je svým charakterem nasyceným tukem, pro který je specifický vyšší obsah těkavých mastných kyselin, které obvykle chybí v ostatních tucích. Vysoká nasycenost mléčného tuku je z hlediska dětské populace metabolicky výhodná. Pro dospělou populaci však znamená riziko negativního ovlivnění hladiny LDL cholesterolu v krevní plazmě. Naopak bylo prokázáno, že nižší pH, MK s krátkým řetězcem a vitamin D snižují proliferaci kolonocytů v tlustém střevě, a tím se podílí na prevenci karcinomu tlustého střeva (Samková et al., 2012). Z praktického hlediska jsou mléčné lipidy velice důležité pro své výživové, texturní a sensorické vlastnosti u široké škály mléčných výrobků, jako mléko, sýr, zmrzlina, máslo a jogurt (Tamime, 2009). Podle ČSN 57 0529 (1993) byl požadován obsah tuku v kravském mléce nejméně 33 g/l. Podle doporučených metodických postupů zkoušení jakosti nakupovaného mléka a činnosti centrálních laboratoří (1996) je požadován obsah tuku 3,6 %.

Bílkoviny mléka jsou až na výjimky (sérový albumin, imunoglobuliny) produktem syntézy mléčné žlázy, a proto jsou jedinečné a plnohodnotné (Belitz et al., 2004). Biologická hodnota mléčných bílkovin je vyšší (pro kasein 86, pro syrovátkové bílkoviny 120) než biologická hodnota bílkovin masa (76) nebo bílkovin rostlinného původu (obiloviny 61, sója 48). Biologická hodnota vyjadřuje kvalitu bílkovin a udává podíl vstřebaných bílkovin z bílkovin přijatých ve stravě, přičemž za základ je považována vaječná bílkovina (100) (Samková et al., 2012). Bílkoviny mléka podmiňují rovněž hlavní technologické vlastnosti mléka: kvasnost a syřitelnost mléka (Zdražil, 2002). Podle ČSN 57 0529 (1993) musí být obsah bílkovin v kravském mléce nejméně 28 g/l. Obsah bílkovin je jedním z hlavních kvalitativních kritérií pro zpeněžování mléka v mnoha zemích (Raynal-Ljutovac et al., 2005; Pirisi et al., 2007). Nicméně, poměr kaseinu (hlavní složky sýra) k celkovému obsahu bílkovin se může lišit mezi druhy a podle zvířete a stádia laktace (Barrucand a Raynal-Ljutovac, 2007). Surovátkové bílkoviny mohou narušit výrobu sýrů (výtěžek sýrů a odlučování surovátky, zejména u tepelně ošetřeného mléka), ale jejich profily aminokyselin jsou

zajímavé z pohledu vysokého obsahu esenciálních aminokyselin (např. tryptofan a lysin) (Raynal-Ljutovac et al., 2008).

Sacharidy mléka zahrnují laktózu jako jedinou podstatnou složku, neboť ostatní sacharidy (glukóza, galaktóza, oligosacharidy) jsou přítomny v zanedbatelném množství. Laktóza je z pohledu potravin unikátním sacharidem, který je schopna syntetizovat pouze mléčná žláza (Samková et al., 2012). Laktóza je cenná živina, protože podporuje absorpci Ca, Mg, P ve střevech a využití vitamínu D (Campbell, Marshall, 1975).

3.2.1 Fyzikální, chemické a technologické vlastnosti mléka

3.2.1.1 Hustota

Hustota mléka (specifická nebo měrná hmotnost) je výslednicí hustot jeho tří hlavních složek: vody, tukuprosté sušiny (bílkovin, laktózy a solí) a tuku, které jsou v běžném mléce obsaženy v poměru 87:9:4. S jakoukoliv změnou jedné ze složek se hustota mléka mění. Obecně platí, že s rostoucím obsahem tuku a s klesajícím obsahem sušiny hustota mléka klesá. Hustota mléka je rovněž ovlivněna teplotou, kdy s rostoucí teplotou hustota mléka klesá. Čerstvě nadojené kravské mléko dosahuje hustoty $1,0277 - 1,0320 \text{ g/cm}^3$, která se rychle mění se změnou obsahu plynů v mléce (Snášelová et al., 2009). Měrná hmotnost ovčího mléka činí 1,02 až $1,05 \text{ g/cm}^3$ (Kuchtík, 2007). Haenlein, Wendorff (2006) pak uvádí hustotu ovčího mléka $1,0347 - 1,0384 \text{ g/cm}^3$. Park (2007) uvádí hustotu kozího mléka $1,029 - 1,039 \text{ g/cm}^3$. Dále může hustota záviset i na plemeni dojnic a fázi laktace. Sterilizace, pasteurace ani homogenizace nemají na hustotu mléka vliv (Snášelová et al., 2009). Měření se provádí pomocí speciálního hustoměru (areometru), tzv. laktodenzimetru, cejkovaného pro teplotu $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.2.1.2 Aktivní kyselost mléka

Kravné mléko má pH 6,5 až 6,8. Hodnota pH závisí především na obsahu citrátů, fosfátů a solí kaseinu (Zadrazil, 2002). Měření pH se provádí specifickými elektrodami potenciometricky a pH metr je pravidelně kalibrován na hodnoty standardních pufrů (nejčastěji 4, 7 a 9) (Samková et al., 2012). Hodnota pH u ovčího mléka je 6,51 – 6,85 (Fox et al., 2000). Park (2007) uvádí pH koziho mléka v rozmezí 6,5 – 6,8.

3.2.1.3 Titrační kyselost mléka

Titrační kyselost se stanovuje titračně-neutralizačním postupem podle normy ČSN 57 0530 (1972). Titrační kyselost je významná pro technologické zpracování mléka (pro sýrařství, fermentované mléčné výrobky), ale i pro trvanlivost konzumního mléka. Platná (nezávazná) norma ČSN 57 0529 (1993) určuje titrační kyselost standardního mléka v rozmezí od 6,2 do 7,8 SH (Soxhlet-Henkel).

3.2.1.4 Termostabilita mléčných proteinů

Termostabilita je velice důležitým parametrem při hodnocení kvality syrového mléka, a to zejména z hlediska zpracování s náročnějším tepelným ošetřením mléka. Je to schopnost mléčných bílkovin přežít bez vysrážení vysokoteplný záhřev (Samková et al., 2012; Chramostová et al., 2014). Vyjadřuje se jako čas, za který došlo ke sražení mléka při 140 °C (Singh, 2004).

3.2.1.5 Kysací schopnost mléka

Stanovení kysací schopnosti mléka má význam pro posouzení vhodnosti syrového mléka k fermentačním technologiím (jogurty, acidofilní mléka, kefíry, jiné zakysané nápoje, sýry), ale také pro zjištění možné přítomnosti reziduí inhibičních látek, zejména antibiotik v mléce. Norma ČSN 57 0529 (1993) definuje limit pro kysací schopnost standardního mléka minimálně 25 SH, jako doplňkový ukazatel kvality (Samková et al.,

2012). Kysací schopnost mléka (kvasnost mléka) je souhrn vlastností, na kterých závisí aktivita bakterií mléčného kvašení, pro něž je mléko zdrojem substrátů pro výživu a jejichž růst je do jisté míry ovlivňován přístupností živin. Limitujícím faktorem růstu mohou být volné aminokyseliny nebo nízkomolekulární peptidy, fosforečnany, citráty, Mn^{2+} , Mg^{2+} (Janštová et al., 2012).

3.2.1.6 Syřitelnost mléka

Syřitelnost mléka je velmi důležitou technologickou vlastností, jejíž stanovení má význam pro posouzení vhodnosti syrového mléka k výrobě sýrů. Je to schopnost mléka poskytnout po přidavku koagulačního prostředku sýřeninu. Syřitelnost mléka ovlivňuje především obsah kaseinu a jeho jednotlivých frakcí, velikost a stav kaseinových micel, obsah a formy vápníku a fosforu v mléce, kyselost mléka a jeho teplota. Negativně na syřitelnost působí špatná výživa dojnice, metabolické poruchy či záněty mléčné žlázy, z technologických vlivů pak teplota a doba skladování mléka (Šustová, Sýkora, 2013).

Tyto vlastnosti jsou také ovlivněny genetickým typem dojnic a fází laktace (mlezivo i mléko starodojných krav vykazují zhoršenou syřitelnost). Krmný režim spolu se zdravotním stavem dojnic, které vedou ke sníženým obsahům vápníku, hořčíku, fosfátů, citrátů a k vyšším obsahům Na^+ , Cl^- , mají za následek porušenou syřitelnost mléka. Chlazením mléka se zhoršuje syřitelnost mléka v důsledku změn rovnováhy bílkovin a minerálních látek, záhřevem mléka v důsledku snížení rozpustnosti vápenatých solí za vzniku nerozpustného fosforečnanu vápenatého. Kaseinové frakce, na rozdíl od bílkovin syrovátky, nenedaturují teplem, ale při ohřevu mléka dochází k vzájemné interakci denaturovaného β -laktoglobulinu a κ -kaseinu a to má za následek snížení přístupnosti κ -kaseinu jakožto hlavního substrátu pro působení syřidla. Vzniklý komplex zpomaluje i fyzikálně-chemickou koagulaci mléka po destabilizaci kaseinového komplexu syřidlem. Změny v syřitelnosti mléka lze ovlivnit jen částečně a to úpravou pH mléka před kysáním, přidavkem vápenatých solí a dávkou syřidla. Teploty sýření lze upravovat jen velmi omezeně vzhledem k požadovanému charakteru sýření a k typu vyráběných sýrů (Forman, 1996; Janštová et al., 2012).

Dobrá syřitelnost mléka závisí na jeho neporušeném složení, na obsahu kaseinových bílkovin, jejich složení a genetickém typu na obsahu minerálních látek

a jejich rovnováže s bílkovinami, na formě minerálních látek, tj. rozpustné, ionizované a koloidní formě a na přirozeném pH mléka, které s těmito faktory přímo souvisejí (Forman, 1996). Čím je titrační kyselost vyšší a tedy pH nižší, tím je doba sýření kratší. Doba sýření ovlivňuje také obsah bílkovin, čím je vyšší, tím kratší je doba sýření (Horák et al., 2012).

3.2.2 Ovčí a kozí mléko v porovnání s kravským

Na rozdíl od krav lze ovce dojit jen po relativně krátké období v roce a rovněž výnos je poměrně nízký (Callec, 2002). Na produkci mléka má vliv plemeno, rodiče, početnost vrhu, výživa, klimatické podmínky a mnohé další činitele. Trvání laktace je rozdílné v závislosti na plemeni, v průměru však 200 – 210 dní. Na délku laktace má vliv také užitkové zaměření, věk, výživa a klimatické podmínky (období sucha) (Keresteš, 2008).

Průměrný obsah základních složek ovčího mléka za laktaci je závislý především na plemeni, výživě a zdravotním stavu zvířete. Obsah všech složek, s výjimkou laktózy, je podstatně vyšší než u ostatních druhů mlék, především obsahuje vyšší množství bílkovin a tuku. Ovčí mléko je tedy vhodnější pro výrobu sýrů, protože bílkovina je zodpovědná za vysoký výnos sýrů (Casu, Marcialis, 1966; Ricordeau, Mocquot, 1967; Horák et al., 2012), tuk ovlivňuje jak výnos sýrů (Campus, 1991), tak organoleptické vlastnosti mléčných výrobků (Pulina, 2004). Výsledkem sezónního charakteru produkce ovčího mléka jsou rozdíly ve výrobě sýrů (Fox et al., 2004).

Tabulka 2: Orientační obsah základních složek jednotlivých druhů mlék. (Park et al., 2007; Horák et al., 2012)

Ukazatel	Ovčí mléko	Kravské mléko	Kozí mléko
Sušina (%)	19,9	12,6	12,7
Tuk (%)	7,9	3,6	3,8
Bílkoviny (%)	6,2	3,2	3,4
Kasein (%)	4,2	2,6	2,4
Laktóza (%)	4,9	4,7	4,1
Popeloviny (%)	0,9	0,7	0,8

Ovčí mléko je vodnatá, bílá nebo lehce nažloutlá (krémově zbarvená) tekutina s charakteristicky natrpklou chutí (Vaněk, Štolc et al., 2002; Zadražil, 2002), která je mírně nasládlá a v porovnání s kravským mlékem bohatší a krémovější (Horák et al., 2012). Specifická vůně ovčího mléka je vyvolána mastnými kyselinami – kaprylovou a kaprinovou (Zadražil, 2002). Složením se ovčí mléko značně liší od mléka kravského. Vzhledem k vysokému obsahu tuku a bílkovin je výživná hodnota ovčího mléka téměř 2x vyšší než mléka kravského (Vaněk, Štolc et al., 2002). Ovčí mléko obsahuje vysoký podíl biotinu (vitamin B₁₂), vitamínu A a kyseliny askorbové (vitamin C) (Zadražil, 2002). Ovčí mléko má vyšší specifickou hmotnost, viskozitu, index lomu, titrační kyselost a nižší bod mrazu, než kravské mléko (Haenlein, Wendorff, 2006). Technologické vlastnosti ovčího mléka jsou v podstatě srovnatelné s kozím nebo kravským mlékem (Horák et al., 2012).

Tabulka 3: Změny vybraných složek mléka a dojivosti v průběhu laktace (Kuchtík et al., 2008)

Ukazatel	Den laktace					
	33.	67.	95.	129.	158.	191.
Sušina (%)	15,59	16,41	17,42	18,10	19,04	20,68
Tuk (%)	4,96	5,19	6,07	6,71	6,97	7,80
Bílkoviny (%)	4,69	5,23	5,55	5,90	6,28	6,66
Kasein (%)	3,35	3,66	4,01	4,21	4,61	4,94
Laktóza (%)	4,87	4,98	4,79	4,43	4,68	5,00
Denní dojivost (kg)	1,19	1,16	1,01	0,82	0,64	0,42

Dynamika změn základních složek ovčího mléka v průběhu laktace je zpravidla následující: obsah sušiny, tuku a bílkovin se od mlezivového období do asi 30. – 40. dne laktace snižují v důsledku zvyšování dojivosti. Následně se v důsledku postupného snižování dojivosti jejich obsahy postupně zvyšují, a to až do konce laktace (tabulka 3). Obsah laktózy je v průběhu laktace nejvyrovnanější, podle některých studií se ale ve druhé polovině laktace její obsah snižuje (Pavić et al., 2002; Keresteš et al., 2008; Horák et al., 2012). Celková tendence zvyšování obsahu sušiny během laktace je až

o 10 % v důsledku zvýšení obsahu tuku, bílkovin a popelovin i navzdory poklesu laktózy (Keresteš et al., 2008).

Obsah složek mléka je tedy závislý na ročním období a druhu přijímaných krmiv zvířaty. Změna obsahových složek mléka ovlivňuje syřitelnost a kvalitu výsledného produktu. Velmi důležité jsou ve vztahu k syřitelnosti zejména obsah bílkovin, tuku, pH a obsah vápenatých iontů v mléce. Obsah těchto složek se zvyšuje zejména ke konci laktace (Staněk, 2009).

Spotřeba ovčího mléka na výrobu 1 kg sýra je v průměru 5 litrů. Na počátku laktace, kdy jsou nižší obsahy bílkovin a tuků, činí spotřeba až 6 litrů. Naproti tomu na konci laktace, kdy obsahy bílkovin a tuků jsou nejvyšší, se spotřeba mléka snižuje, a to až na 3 – 4 l/kg sýra. Dalším faktorem ovlivňujícím výtěžnost sýra je obsah sušiny v sýru (Kuchtík, 2013).

Složení kozího mléka je podobné mléku kravskému, avšak kozí mléko může obsahovat více tuku, bílkovin a minerálních látek a naopak méně laktózy a kaseinu. Nižší obsah kaseinu v kozím mléce, v porovnání s mlékem kravským, úzce souvisí s pomalejším srážením mléka a s nižší výtěžností sýřeniny během výroby sýrů (Solaiman, 2010). Kozí mléko obsahuje 5 základních proteinů α_{s2} -kasein, β -kasein, κ -kasein, β -laktoglobulin a α -laktoglobulin. Místo α_{s2} -kaseinu je v mléce některých individuálních koz obsažen jako minoritní bílkovina α_{s1} -kasein, zatímco u kravského mléka je tento kasein jako hlavní bílkovina (Park, 2006). V kozím mléce je hlavní bílkovinnou frakcí β -kasein. Kaseinové micely kozího mléka jsou méně rozpustné, méně tepelně stabilní, uvolňují β -kasein snadněji než micely kravského mléka (Juárez, Ramos, 1986).

Sušina, tuk a bílkoviny v kozím mléce jsou nejvyšší na začátku laktace, druhý až třetí měsíc laktace jsou jejich obsahy nejnižší. Ke konci laktace se opět zvyšují. Je tedy významný vztah mezi výnosem mléka a procentuálním obsahem těchto složek mléka (Schmidt, 1971).

Bylo prokázáno, že řádně nadojené a chlazené kozí mléko je bez zápachu a těžké rozlišit od kravského mléka v chuti a vůni (Campbell, Marshall, 1975; Mowlem, 1988).

3.2.2.1 Mikrobiální kvalita mléka

Mléko je vzhledem k svému složení jedním z nejlepších živných prostředí pro mikroorganismy, které ho mohou různě měnit (např. zkvašovat). Některé mikroorganismy obsažené v mléce mohou mléko znehodnotit, jiné mikroorganismy se však využívají v mlékárenském průmyslu při výrobě mléčných výrobků. Mikroflóru mléka tvoří především bakterie, ojediněle se v mléce vyskytují kvasinky (Kavina, 1995).

Produkcí syrového mléka je věnována velká pozornost. Kritéria hodnocení syrového mléka se liší v závislosti na druhu zvířat.

Požadavky na jakost syrového kravského mléka pro mlékárenské ošetření a zpracování uvádí - doporučuje - ČSN 570529 (1993, 1998).

- Počet somatických buněk (PSB) - limit do 400 000 v 1 ml.
- Celkový počet mikroorganismů (CPM) - limit do 100 000 v 1 ml.
- Inhibiční látky negativní.
- Počet psychrotrofních mikroorganismů do 50 000 v 1 ml.
- Počet termorezistentních mikroorganismů do 2 000 v 1 ml.
- Počet koliformních bakterií nejvýše 1 000 v 1 ml.
- Sporotvorné anaerobní bakterie v 0,1 ml negativní.

V mléce malých přežvýkavců (ovce, koza) je limitován pouze celkový počet mikroorganismů, který nemá překročit hodnotu 1 500 000 na ml (při +30 °C). Při jeho použití pro výrobu sýrů bez tepelné úpravy pak úroveň 500 000 na ml (nařízení Evropského parlamentu a Rady ES č. 853/2004) (Malá, Švejcárová, 2009). V České republice neexistuje norma pro ovčí mléko, která by uváděla kritickou hranici pro počet somatických buněk v mléce. Podle Horák et al. (2012) by počet somatických buněk v 1 ml (v bazénovém vzorku) neměl překročit hranici 750 000. Pokud je nižší hladina než 400 000 somatických buněk v 1 ml vzorku ovčího mléka od konkrétní bahnice, je možné považovat tuto bahnici za klinicky prostou infekčního zánětu vemene. Somatické buňky v mléce mohou být ukazatelem možného výskytu mastitidy. Mezi nejvýznamnější faktory, jež ovlivňují PSB v ovčím mléce, patří věk, pořadí a fáze laktace, zdravotní stav mléčné žlázy, stres a klimatické podmínky (Vivar-Quintana et al., 2006). Čím vyšší je počet somatických buněk, tím nižší jsou obsahy tuku, sušiny,

kaseinu a laktózy a také výtěžnost sýra je nižší. Doba sýření a pevnost sýřeniny jsou také negativně ovlivněny (Wendorff, 2001; Horák et al., 2012).

Mléko po nadojení je vystaveno sekundární kontaminaci. Jejimi hlavními zdroji jsou znečištěné povrchy mléčné žlázy i jejího okolí, ruce a oblečení dojiče, prostředí stáje nebo dojírny, dojící zařízení, voda a také další manipulace s mlékem. Hlavním důsledkem sekundární kontaminace (zvýšeného počtu celkových mikroorganismů, koliformních bakterií, počtu somatických buněk aj.) je snížení kvality syrového ovčího mléka s následným negativním vlivem na zpracování mléka a snížení jeho výtěžnosti. Může docházet rovněž ke změnám chemického složení ovčího mléka nebo může vznikat nepříjemná „žluklá“ příchut', která odradí většinu potenciálních zákazníků. To vše má negativní ekonomické důsledky pro producenta (Malá, Švejcarová, 2009).

3.2.3 Uchování mléka

Kvalitní syrové mléko musí být získáváno za dodržení sanitárních podmínek při dojení, a poté rychle ochlazen na teplotu zastavující mikrobiální růst a působení mléčných enzymů, jako jsou lipázy a proteázy (Park, Haenlein, 2006). V mnoha oblastech je čerstvé mléko běžně chlazen na cca 5 °C. U tekutých mléčných výrobků se chlazením může prodloužit trvanlivost na několik dnů nebo týdnů. Chlazení mléka se používá také pro zvláštní účely, jako je například vyvolání krystalizace tuků (Walstra et al., 2006).

Bezprostředně po nadojení musí být mléko uchováno na čistém místě, které je navrženo a vybaveno tak, aby se zamezilo jeho kontaminaci. Účelem chlazení je zabránit rozvoji kontaminujících mikroorganismů a zachovat původní jakost až do okamžiku spotřeby nebo zpracování. Mléko po nadojení má teplotu cca 36 °C a je nutné, aby bylo vychlazen na legislativou předepsanou teplotu co nejrychleji. S chlazením je započato od začátku dojení. Chlazení probíhá v mléčnici, samostatné místnosti oddělené od dojírny i stájových prostor a vybavené chladicími úchovnými nádržemi – tanky na mléko. Prostory mléčnice mohou být používány pouze pro činnosti související se zacházením s mlékem. Stěny místnosti musejí být snadno čistitelné, taktéž podlahy položené způsobem usnadňujícím odvod tekutin. V prostorách mléčnice musí být odpovídající větrání a osvětlení a musí být oddělena od veškerých zdrojů kontaminace (Janštová et al., 2012).

3.2.3.1 Chlazení mléka

Podle ČSN 5705 29 (1993) pokud mléko není svezeno do 2 hodin po nadojení, musí být zchlazeno na teplotu 4 – 8 °C při denním svozu, nebo na teplotu 4 – 6 °C při obdenním svozu a při těchto teplotách uchováno až do svozu.

Rychlé snížení teploty mléka (z 36 °C po nadojení) pod 10 °C zvyšuje účinnost tzv. baktericidní fáze mléka, což je přirozená schopnost mléka bránit se po určitou omezenou dobu sekundární kontaminaci (Zadrazil, 2002). Podle Murphy a Boor (2000) je nutné ochlazení mléka na teplotu 7 °C a nižší do dvou hodin po ukončení dojení. Tato teplota musí být zajištěna až do následné pasterizace a zpracování mléka. Nicméně kvalita syrového mléka je mnohem lepší, když je mléko ochlazeno a uchováno při teplotách 4 °C a nižší.

Informací o tom, jak se mléko chová během skladování při teplotách pod 4 °C, které se běžně používají v zahraničí, nebo při zamrazení a následně jak se mění technologické vlastnosti mléka důležité pro výrobu mléčných výrobků, není mnoho. Chlazení mléka způsobuje několik změn, z nichž nejdůležitější jsou tyto:

- Růst většiny mikroorganismů je mnohem pomalejší, ne-li zcela zastaven.
- Téměř všechny chemické a enzymatické reakce jsou zpomaleny.
- Autooxidace lipidů, ať už vyvolaná světlem nebo Cu^{2+} , se zvyšuje, pravděpodobně proto, že činnost enzymu superoxid dismutázy je snížena.
- Dochází ke změnám v rozpustnosti a navazování solí. Snižuje se celkové množství micelárního fosforečnanu vápenatého a pH se zvyšuje.
- Micely kaseinu dosahují vyšší objemnosti a část kaseinu, zejména β -kasein, přechází do rozpustné formy. To má za následek zvýšení viskozity a zvýšení citlivosti na plazmin.
- Membrána tukové globule ztrácí některé složky a její struktura se změní. Tyto změny jsou nevratné.
- Dochází k shlukování tukových kapének.
- Dochází k částečné krystalizaci triglyceridů v tukových kapénkách (Walstra et al., 2006).

Nízké teploty skladování mají vliv na micelární systém. Na rozdíl od kravského mléka, kde během skladování při teplotě 4 °C dojde k odštěpení β -kaseinu z kaseinové

micely, ten se pak společně s fosforečnanem vápenatým stane rozpustný a zmenší se velikost micely, fyzikálně-chemické vlastnosti ovčího mléka nejsou významně ovlivněny během skladování v chladu (Fox et al., 2000; Raynal, Remeuf, 2000; Roginski et al., 2003). Studie prokázaly, že skladování kravského mléka při chladničkových teplotách zvyšuje čas srážení, snižuje pevnost sýřeniny a výtěžnost sýrů je také nižší (Ali et al., 1980; Walstra, Vliet, 1986). Po 48 hodinách skladování ovčího mléka v chladu, bylo zjištěno mírné zvýšení rozpustného vápníku, nicméně vlastnosti sýření byly beze změny (Raynal, Remeuf, 2000). β -kasein kozího mléka je více rozpustný při ochlazení, než β -kaseinu v mléce kravském (O'Connor, Fox, 1973). Při 20 ° C, má kozí mléko 10 % a kravské mléko 1% rozpustného kaseinu. Při 5 ° C pak 25 a 10 % (Juárez, Ramos, 1986).

3.2.3.2 Mražení mléka

Vychlazené kravské mléko začíná mrznout při teplotě -0,540 °C. Koncentrované mléko, tedy i ovčí mléko má přirozeně nižší bod mrazu -0,570 °C. Při zamrazování mléka se nejprve vytvoří čistý led, zbylé mléko zhoustne a bod mrazu se ještě sníží. Čím nižší teplota, tím vyšší je podíl vody, která zmrzne. Dochází ke značné změně zbývajícího roztoku (Walstra et al., 2006). Bod mrznutí kozího mléka uvádí Juárez, Ramos (1986) v rozmezí -0,540 až -0,573 °C.

Je-li koncentrované mléko zamrazeno a skladováno, dochází k destabilizaci koloidního kaseinu a vzniká vločkovitá sraženina. Tato vada může být řízena skladováním při nízkých teplotách, obohacením výrobku cukrem, nebo snížením koncentrace vápníku iontovou výměnou nebo komplexotvorným činidlem. Toto srážení kaseinu je doprovázeno ztrátami rozpustného vápníku, fosforu a citrátu. Destabilizace proteinu předchází krystalizaci laktózy ve zmrazeném mléce (Wells, Leeder, 1963). Když dojde ke krystalizaci laktózy a zmrazené mléko je následně rozmrazeno, je často vidět agregace micel kaseinu, pravděpodobně v důsledku vysolování a ukládání fosforečnanu vápenatého v micelách. Když není agregace příliš silná, může být často mícháním při nízkých teplotách (např. 5 °C) vratná, ale zmrazené mléko, které bylo skladováno po dlouhou dobu, při teplotě -18 °C ukazuje po rozmrazení nevratnou agregaci. Pokud bylo zabráněno krystalizaci laktózy rychlým zamražením, nedochází

k agregaci. Mrazení a rozmrazování plnotučného mléka nebo smetany způsobuje částečné shlukování tukových kuliček, vzhledem k rostoucím ledovým krystalům, které stlačují tukové globule dohromady. Tomu může být zabráněno předchozí homogenizací a rychlým zamrazením (Walstra et al., 2006). Stabilita mraženého mléka a mléčných výrobků je snížena také, pokud je mléko nejdříve uchováno chlazením, a poté zamraženo (Wells, Leeder, 1963).

Vzhledem k sezónnosti a nízké produkci mléka, a také s cílem zajistit stabilní dodávky nebo akumulovat dostatek mléka pro zpracování, může být syrové ovčí mléko zamrazeno po dobu několika týdnů či měsíců (Wendorff, 2001). Zamražení mléka však může mít kromě nepříznivého vlivu na kvalitu mléka a stabilitu vlastností, jako je oddělování tuku a vločkování bílkovin (Muir, 1984; Needs, 1992), vliv také na výnos a kvalitu mléčných výrobků jako jsou sýry a jogurty (Wendorff, 2001).

Syrové ovčí mléko je tedy často na farmách zamraženo po dobu než se nadojí dostatečné množství mléka na další zpracování. Mléko by mělo být ochlazené a zamraženo tak rychle, jak je to jen možné, aby se zpomalil růst mikroorganismů a snížila se enzymatická aktivita. Odborné práce z roku 1997 uvádějí studie, které zjistily problém s narušením kaseinu v ovčím mléce, pokud bylo uchováno v mrazáku. Narušený kasein nereagoval v koagulačním procesu a byla zde významně nižší výtěžnost sýrů. Autoři také zjistili, že mléko získává žluklou vůni (Wendorff, 2003).

Anifantakis et al. (1980) doporučují zmrazení v tenkých blocích (2 cm silné), které jsou na rozdíl od tlustých bloků (7 cm silné) rychleji zamrazeny a jsou tak méně náchylné k rozvoji žluklé chuti. U mléka zamrazovaného při vyšších teplotách nebo s delším časem zmrznutí dochází k tvorbě větších krystalů ledu, které mají tendenci být více destruktivní k bakteriím a membránám tukových globulí (Jay, 2000). Horák (2012) a Young (1985) doporučují pro získání stabilního syrového ovčího mléka, jeho zmrazení v pětilitrových blocích, ne silnějších než 7 cm.

Studie na Universitě ve Wisconsinu (Wendorff, Rauschenbergers, 2001) hodnotila zmrazení ovčího mléka v 13,5 kg polyethylenových kbelících s 2 mm silnou stěnou. Jedna sada kbelíků byla zamrazena a uložena v domácí mrazničce při -15 °C. Další sada byla zamrazena a uložena při -27 °C v obchodním mrazáku. V tříměsíčních intervalech byl odebrán vždy jeden kbelík z každého mrazáku a rozmrazen v chladničce při 4 °C. Celkový počet mikroorganismů i koliformní bakterie byly nižší u mléka

skladovaného při teplotě $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Větší ledové krystalky vzniklé u mléka zamrazeného při teplotě $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ byly více ničivé pro bakterie, než menší krystalky ledu, které vznikly v mléce zmrazeném při $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Větší ledové krystaly v mléce zmrazeném při $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ mohou poškodit některé membrány globulí mléčného tuku, o čemž svědčí vyšší hodnoty volných mastných kyselin v tomto mléce. Toto zvýšení lipolýzy u zamrazeného ovčího mléka bylo zjištěno i jinými autory (Anifantakis et al., 1980; Needs, 1992). Hlavní vadou, která se vyskytuje ve zmrazeném mléce po šesti měsících skladování při $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, je destabilizace proteinu. Toto mléko vykázalo 20% ztrátu bílkovin ve formě bílkovinného sedimentu usazeného na dně nádoby po rozmrazení. Vzorky zamrazené při teplotě $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ vykazovaly stabilitu proteinu po celých 12 měsících skladování (Wendorff, 2001; Wendorff, 2003). Horák et al. (2012) doporučují dobu skladování v průmyslových mrazících zařízeních s teplotou asi $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ne déle než jeden rok.

Podobnou studii zamrazení ovčího mléka a výrobu sýrů provedli také Zhang et al. (2006), kteří zamrazili mléko při teplotách $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ a takto mléko uchovávali 6 měsíců, přičemž každý měsíc provedli jeho analýzu a výrobu sýrů. Při vizuální prohlídce mléko zamrazené na $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ nevykazovalo ani po 6 měsících uchování žádné změny, u mléka zamrazeného na $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ docházelo již po třech měsících k agregaci bílkovin, avšak tato reakce byla vratná zahřátím mléka na $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 30 minut. Obsah sušiny, bílkovin, kaseinu, nebílkovinných dusíkatých látek ani laktózy nebyl zamrazením mléka ovlivněn. Obsah mléčného tuku v průběhu uchování mléka klesal u obou skupin vzorků, výrazněji však u mléka zamrazeného při $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Důvody pro pokles mléčného tuku však nejsou zcela objasněny. Je možná teorie, že ledové krystalky vzniklé při zamrazení mléka poškodily tukové globule, které jsou přirozeně chráněny bílkovinou membránou a fosfolipidy (Keenan a Mather, 2003). Velké ledové krystaly, které vznikají při pomalejším mražení, jsou zřejmě více destruktivní pro mléčný tuk (Koschak et al., 1981; Needs, 1992).

Další studie na destabilizaci bílkoviny v zmrazeném mléce v domácích podmínkách ukázaly jako primární příčinu destabilizace bílkovin vyšší obsah vápníku u ovčího mléka (Wendorff, 2001). Stabilizační účinky vysoké viskozity a nízké kinetické energie omezují u mléka zamrazeného při teplotě $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ krystalizaci laktózy a agregaci bílkovin (Johnson, 1970). Na základě výsledků těchto i dalších studií (Anifantakis et al., 1980; Bastian, 1994; Park, 1985), se pro maximální stabilitu proteinu doporučuje, aby ovčí mléko bylo zchlazeno, rychle zamrazeno a skladováno při teplotě $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ nebo nižší.

Pokud podmínky umožňují skladování mléka pouze v domácím mrazáku, měla by být doba skladování omezena maximálně na 3 měsíce (Wendorff, 2001; Wendorff, 2003; Park, Haenlein, 2006; Horák et al., 2012). Po této době dochází v mléce k destabilizaci bílkovin (Horák et al., 2012).

3.3 Výroba sýrů

Sýr je koncentrovaný bílkovinný gel, který váže tuk a vlhkost. Jeho výroba patří k nejnáročnějším mlékárenským technologiím. Během výroby sýrů podléhají všechny složky mléka řadě fyzikálně-chemických i biochemických změn (Forman, 1996; Janštová et al., 2012). Proces výroby sýra tedy probíhá částečně biologicky (pomocí bakterií mléčného kvašení a enzymů), kdy dochází ke gelovatění mléka, dehydrataci gelu, vzniku sýřeniny a částečně mechanicky, při zpracování sýřeniny (např. krájení, míchání a lisování) (Callec, 2002). Lisovaná sýřenina může být spotřebována čerstvá (krátce po výrobě, například v rozmezí jednoho týdne) nebo může dále zrát po dobu 2 týdnů, ale i 2 let (Law, Tamime, 2010).

Stejně jako se liší složení ovčího mléka od kravského a kozího, je rozdílná také výroba sýrů. Parametry sýření pro výrobu sýrů z ovčího mléka jsou ovlivněny fyzikálně-chemickými vlastnostmi, včetně pH, většími kaseinovými micelami, větším množstvím vápníku na hmotnost kaseinu a minerálními látkami v mléce, které způsobují rozdíly v rychlosti srážení, pevnosti sýřeniny a potřebném množství syřidla (Ramos, Juarez, 2003; Park et al., 2007). Všechny hlavní frakce kaseinu vyskytující se v kravském mléce jsou přítomny i u mléka ovčího. Struktura kaseinové micely je podobná v kravském, kozím, i ovčím mléce, ale kaseiny ovčího mléka jsou bohatší na obsah vápníku než kaseiny mléka kravského (Alichanidis, Polychroniadou, 1996) a při výrobě sýrů není potřeba přidávat chlorid vápenatý do ovčího mléka, tak jako se přidává do mléka kravského (Park, Haenlein, 2006). Vzhledem k tomu, že je kasein kritickou složkou mléka, která tvoří strukturu sýřeniny, srážení mléka ovlivní výslednou strukturu sýra (Park, Haenlein, 2006). Ovčí mléko je velmi citlivé na syřidlo a vzhledem k jeho vyššímu poměru β/α_s -kaseinu probíhá srážení rychleji než v kravském mléce (Muir et al., 1993), vytváří pevnější sýřeninu, protože tuk a bílkoviny v mléce zvyšují pevnost gelu (Guinee et al., 1997). Ovčí mléko tedy vyžaduje pro získání stejného času srážení

méně syřidla než kravského mléko (Kalantzopoulos, 1993). Synereze u ovčího mléka je však pomalejší než u mléka kravského (Muir et al., 1993). Tento rozdíl je důsledkem vyššího obsahu kaseinu a koloidní vápníku v ovčím mléce (Storry, Ford, 1982).

Ovčí mléko má vyšší obsah tuku, bílkovin a sušiny než mléko kravské nebo kozí. Vzhledem k tomu, že sýřenina obsahuje především tuk a kasein, výtěžnost sýrů z ovčího mléka je výrazně vyšší než u sýrů z mléka kravského a kozího (Anifantakis, 1986; Wendorff, 2003).

Bylo zjištěno, že síla srážení se zvyšuje s Ca v mléce, ale mírný pokles byl nalezen při vysoké hladině tuků v mléce, tj. 5 – 10 % (Storry et al., 1983). Prodlouženou dobu srážení při zvýšené koncentraci mléčného tuku zmiňují také autoři Beeby, 1959; Johnston, Murphy, 1984 a Marshall, 1982. Mateo et al. (2008) zkoumali vliv mléčného tuku na srážení syřidlem a následné složení sýra a zjistili, že zvýšení koncentrace mléčného tuku má za následek zvýšené ztráty mléčného tuku v syrovátce. Srážení mléka probíhá rychleji také při nižší hodnotě pH. Bencini (2002) uvádí, že když se snížilo pH ovčího mléka z 6,65 na 6,16, čas sýření se snížil ze 17 na 7 minut. Zvýšená koncentrace bílkovin u ovčího mléka také snižuje čas sýření. Pevnost sýřeniny z ovčího mléka je ve velké míře ovlivněna teplotou, zejména při nižším pH (Bencini, 2002). Významné korelace existují mezi obsahem kaseinu a podílu α_{S1} -kaseinu a mezi obsahem kaseinu a úrovní koloidního vápníku a anorganického fosforu, a mezi stupněm hydratace micel a jejich mineralizací. Koncentrace kaseinu v mléce má velký vliv na reologické vlastnosti sýřeniny, rychlost srážení a na pevnost sýřeniny (Remeuf, Lenoir, 1986). Existuje pozitivní korelace mezi obsahem kaseinu a množstvím syrovátky zadržené v sýřenině. Sýřenina z kozího mléka není tak pevná, jako z mléka kravského při stejném obsahu kaseinu (Storry et al., 1983).

3.3.1 Historie výroby sýrů

Sýry se údajně vyvinuly v Íráku mezi Eufratem a Tigrisem před 8000 lety během tzv. „Zemědělské revoluce“, kdy byly některé rostliny a živočichové domestikovány jako zdroj potravy. Mezi nejčastější domácí zvířata patřily kozy a ovce, které sloužily pro získání masa, mléka, kůže a vlny (Fox et al., 2000). Mléko domácích zvířat se zpočátku pravděpodobně pilo čerstvé. Při bojových výpravách nebo na dlouhé cesty se však

mléko kvůli převozu nalévalo do kožených vaků ze žaludků mladých domácích zvířat, které se zavěšovaly na hřbety koní. Tekuté a čerstvé mléko se tak vlivem zbytků enzymů ze zvířecích žaludků, natřásání za jízdy a slunečních paprsků proměnilo v bledou, nakyslou tekutinu, v níž plavaly husté chuchvalce sýřeniny. Pevnou a hutnou sýřeninu považovali tito lidé za vhodný doplněk stravy a tekutou syrovátku zase za prostředek k uhašení žízně (Callec, 2002).

Počátky sýrařství tedy sahají svými kořeny až do dob prehistorických. Již tehdy lze sledovat dva směry v sýrařství – starší sýrařství kyselé, spočívající ve vysrážení mléčné bílkoviny kyselinou a mladší sladké, kde je k vysrážení použito syřidlových preparátů (Knězová-Legarová, 2010). Sýry patří k nejhodnotnějším potravinám z pohledu svého složení. V průběhu století se u jednotlivých národů vyvinula řada charakteristických typů sýrů ovlivněných druhem zpracovávaného mléka (ovčí, kozí, kravské), klimatickými podmínkami a konzumními zvyklostmi obyvatel. Průmyslový charakter výroby sýrů umožnila konstrukce a výroba strojů a zařízení, což se plně projevilo až v letech poválečné obnovy evropských zemí. Mezitím se výroba sýrů, zejména čedarového typu a tavených sýrů rozšířila do USA a Austrálie (Forman, 1996).

3.3.2 Požadavky na mléko k výrobě sýrů

Výroba sýra začíná výběrem mléka vysoké mikrobiologické a chemické kvality. Základním požadavkem je, aby mléko pro výrobu sýrů bylo od zdravých, správně krmených a ošetřovaných dojnic. Toto mléko musí vyhovovat požadavkům příslušných norem a zdravotní nezávadnosti. Pro výrobu sýrů je zvláště důležité, aby mléko obsahovalo co nejmenší celkový počet mikroorganismů, koliformních, proteolytických a lipolytických bakterií náležejících převážně do skupiny psychrotrofních mikroorganismů. Dále musí obsahovat co nejnižší počet sporulujících mikroorganismů, z nichž nejnebezpečnější pro sýry s dobou zrání nad 1 měsíc a při teplotách 18 – 24 °C jsou spory *Clostridium tyrobutyricum* původci pozdního duření sýrů. Je požadováno mléko s převahou kyselinotvorných bakterií nad alkaligenními. Mléko musí být s vysokým obsahem kaseinu, s rovnováhou minerálních látek, zejména vápníku, hořčíku a fosforu a bez reziduí inhibičních látek (Zadrazil, 2002; Janštová et al., 2012).

Mléko pro výrobu sýrů musí mít vhodné technologické vlastnosti - kysací schopnost a syřitelnost (viz kapitola 3.2.1.5 a 3.2.1.6).

3.3.3 Tepelné ošetření mléka

Tradičně se všechny sýry vyráběly ze syrového mléka. Dokonce i dnes, je značné množství sýrů v Evropě vyráběné ze syrového mléka. Avšak pro většinu sýrů je použití syrového mléka nežádoucí z důvodu přítomnosti mikroorganismů, které mohou způsobovat vady chuti a vůně, a také mohou být nebezpečné pro zdraví (Fox et al., 2000).

Pro výrobu sýrů, především tvrdých, se nejčastěji používá šetrná pasteurace 72 – 73 °C, po dobu 15 sekund (Wilbey et al., 2012). Vyšší teploty znamenají, že v syřenině se zvyšuje podíl syrovátkových bílkovin, které neodcházejí do syrovátky, což má příznivý vliv na zvyšování výtěžnosti, avšak opačný vliv na možnost dosažení vyšší sušiny sýru, která je jedním ze základních parametrů jejich kvality (Forman, 1996). Při použití teploty 80 °C po dobu 15 sekund dochází u kravského mléka k denaturaci více než 15 % syrovátkových bílkovin a zhoršuje se srážení mléka pomocí syřidel. Toto mléko je pak nevhodné pro komerčně vyráběné sýry. U kravského mléka zahřátého na teplotu 90 °C po dobu 10 minut, dochází k denaturaci 80 – 90 % syrovátkových bílkovin a mléko se vůbec nesrazí syřidlem (Fox et al., 2000; Roginski et al., 2003). U ovčího mléka toto tepelné ošetření (90 °C, 10 minut) zpomaluje proces srážení, ale i přesto dochází ke vzniku pevné syřeniny. Důvodem pro tyto rozdílné reakce je pravděpodobně skutečnost, že micely v ovčím mléce dosahují 1,75× větších rozměrů než micely v kravském mléce při zahřátí na 85 – 90 °C (Roginski et al., 2003).

3.3.4 Úprava obsahu tuku v mléce

Obsah tuku se upravuje dle druhu vyráběného sýra. Provádí se buď přidávkem smetany, nebo odstředěného mléka (Wilbey et al., 2012). Nutné je sledovat návaznost obsahu bílkovin zejména kaseinu, protože při vyšším obsahu kaseinu je nutno zvýšit obsah tuku ve standardizovaném mléce (Šustová, Sýkora, 2013).

3.3.5 Příkladavek roztoku vápenatých solí

Hlavním významem přídatku vápenatých solí je zlepšení syřitelnosti a kvality sýřeniny, která je pevnější. Je také zabráněno tvorbě sýrašského prachu (Fox, 2000; Herian, 2001). Během tepelného ošetření se mění forma vápenatých solí v mléce z rozpustné na nerozpustnou. Přidáním roztoku vápenatých solí se tedy znovu zvyšuje obsah rozpustné formy. Nejčastěji se používá roztok chloridu vápenatého v množství 20 – 40 g na 100 litrů mléka. Vyšší dávky způsobují hořknutí sýrů (Šustová a Sýkora, 2013).

3.3.6 Příkladavek bakterií mléčného kysání

Přidavkem bakterií mléčného kysání dochází k fermentaci mléčného cukru laktózy (při fakultativně anaerobních podmínkách) za vzniku kyseliny mléčné a dalších organických kyselin, které snižují pH mléka (Beresford, 2003). Zpočátku bylo k okyselení užíváno přirozené mikroflóry mléka, ta však byla proměnlivá, což mělo za následek různou kvalitu sýrů. Z tohoto důvodu byly komerčně zavedeny bakterie mléčného kysání pro výrobu sýrů a ty se stále zdokonalují a vylepšují (Fox et al., 2000). Tyto bakterie mléčného kysání, nazývané „Čisté mlékařské kultury“, se přidávají do mléka za stálého míchání 30 – 45 minut před sýřením mléka (Janštová et al., 2012), v množství 0,05 až 5 % v závislosti na aktivitě kultury a způsobu výroby sýra (Wilbey et al., 2012). Jejich hlavní funkcí je produkce kyseliny mléčné, v některých případech také produkce chuťových látek, zejména kyseliny octové, acetaldehydu a diacetylu. Produkce kyseliny mléčné má tři funkce: podporuje činnost syřidla, napomáhá k uvolnění syrovátky ze sýřeniny, čímž se sníží obsah vlhkosti v sýřenině a brání růstu nežádoucích bakterií v sýrech (Fox et al., 2000).

K fermentaci laktózy se používají primární (startovací) kultury, které se obvykle dělí na:

- mezofilní – pro sýry, u kterých nedochází k dohřívání sýřeniny na více než 40 °C (optimální teplota působení 30 °C) (Nath, 2006; Hui, 2006).

Složení mezofilní kultury: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*,

Leuconostoc mesenteroides subsp. *cremoris*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum* (Janštová et al., 2012).

- termofilní – pro sýry s teplotou dohřívání syřeniny na 50 – 55 °C (optimum působení při 42 °C) (Nath, 2006; Hui, 2006).

Složení termofilní kultury: *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactobacillus delbruecki* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus delbruecki* subsp. *laris*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus casei* (Janštová et al., 2012).

Dále se pak přidávají při výrobě sýrů sekundární kultury, označované jako NSLAB (nестartovací bakterie mléčného kysání), jejichž hlavní funkcí je rozvoj chuti, barvy a textury u speciálních druhů sýrů (Bockelmann, 2001). Sýry obsahují laktózu ve velmi nízkých koncentracích, proto NSLAB využívají sacharidy z glykomakropeptidů kaseinů a z glykoproteinů membrán tukových globulí (Broadbent et al., 2011). NSLAB mají také probiotický potenciál a působí prospěšně na střevní sliznici (Burns et al., 2012). Jako sekundární kultury se používají: kultury propionového kvašení (pro sýry s vysokodohřívanou syřeninou a s tvorbou ok v těstě, např. Ementál), kultury pro sýry s nízkodohřívanou syřeninou (sýry holandského typu), plísňové kultury (Roquefort, Niva, Camembert, Hermelín), kultury pro sýry zrající pod mazem (Romadúr, Pivní sýr, Olomoucké tvarůžky).

3.3.7 Koagulace (srážení mléka)

Koagulace je základním krokem při výrobě všech druhů sýrů, kdy dochází k tvorbě gelu z kaseinu mléka a současně zachycení tuku (Fox et al., 2000; Roginski et al., 2003). Srážení mléka může být vyvoláno:

- selektivní hydrolýzou peptidové vazby κ -kaseinu mezi fenylalaninem 105. – methioninem 106. aminokyselinou, přidáním kyselé proteinázy, nazývané jako syřidlo (chymosin, pepsin) (Law, Tamime, 2010; Roginski et al., 2003);
- okyselením (pomocí startovací kultury nebo potravinářské průmyslové kyseliny), při teplotě 20 – 40 °C, na hodnotu pH kaseinu v blízkosti izoelektrického bodu, tj. 4,6 (Fox et al., 2000; Law, Tamime, 2010; Roginski et al., 2003);

- kombinací kyseliny a tepla, například ohřev mléka při pH 5,6 a 90 °C (Law, Tamime, 2010), resp. pH 5,2 a teplota 90 °C (Fox et al., 2000; Roginski et al., 2003).

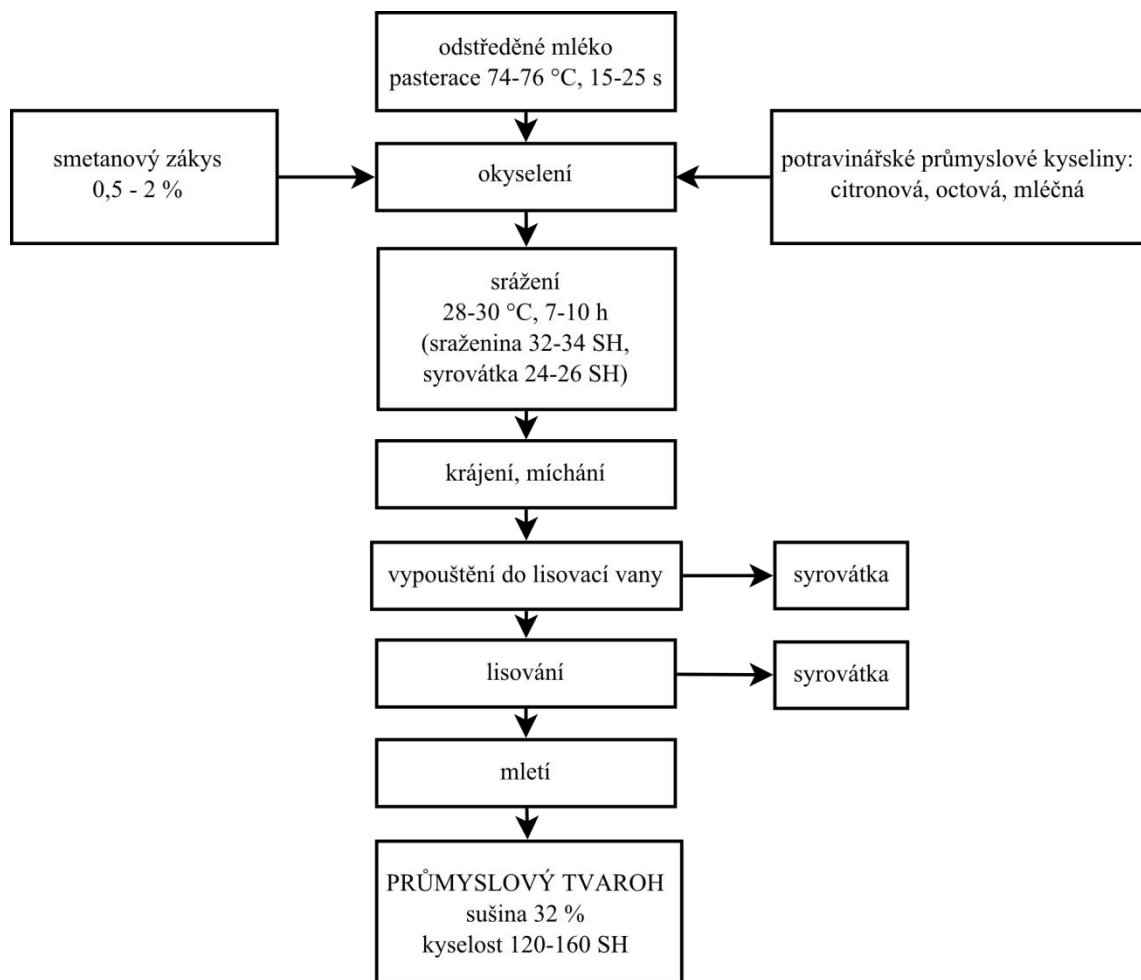
Srážení mléka pomocí syřidla vykazuje lepší synerezi (uvolňování syrovátky) než kyselé srážení a umožňuje vyrobit stabilnější sýry s nižší vlhkostí. Proto se syřidlové srážení stalo hlavním mechanismem pro výrobu sýrů a zaujímá 75 % ze světové produkce výroby sýrů (Fox et al., 2000; Roginski et al., 2003).

3.3.7.1 Kyselé srážení kaseinu

Kaseiny v mléce jsou nerozpustné ve svém izoelektrickém bodě (pH 4,6) při teplotě vyšší než 8 °C (Mulvihill, 1992). Tato vlastnost je využívána u kyselých srážených sýrů, jako je tvaroh, cottage sýr nebo smetanový sýr (Fox et al., 2004), ale také sýry vyrobené z tvarohu, jako jsou Olomoucké tvarůžky (Keresteš, 2007). Výroba zahrnuje pomalé okyselení mléka na izoelektrický bod kaseinu pH 4,6, při teplotě 20 – 30 °C, kdy se všechny čtyři kaseinové frakce sráží (Zadrazil, 2002; Fox et al., 2004; Law, Tamime, 2010). Syrovátkové bílkoviny zůstávají v mléčném séru. Vytváří se gel, který je stabilizován vodíkovými můstky, hydrofobními interakcemi a Van der Waalovými silami (Janštová et al., 2012). Při teplotě pod 6 °C zůstávají kaseinové frakce více či méně v roztoku. Se zvýšením teploty se sraženina kaseinu tvoří rychleji, je hrubší, při vyšších teplotách gumovitější (Forman, 1996). Při tepelném a kyselém srážení se micelární kalcium fosfát (CCP) rozpouští a je zcela rozpuštěn při pH nižším než 4,9. Proteozopeptonová frakce zůstává při pH 4,6 v roztoku (Zadrazil, 2002). Destabilizace kaseinových micel nastává již při pH nižším než 5,5. Při pH pod 5,2 ztrácí kaseinové micely koloidní kalcium fosfát a tím svoji soudržnost. Při pH 4,6 β a κ -kasein, které se uvolnily z micely, získají kladný náboj a readsorbují se na povrch α_s -kaseinu, který je negativně nabitý. To vede k tvorbě částic odlišných od původní micely. V souvislosti se zmenšením velikosti náboje kaseinu, při dalším snížení elektrického potenciálu, začínají nově vytvořené částice agregovat ve formě řetězců a svazků za tvorby gelu. Pasterací mléka je narušena rovnováha solí a denaturovaný β -laktoglobulin se váže na povrch kaseinových micel. V důsledku toho se zhoršuje a zpomaluje jejich spojování. Na druhé

straně tyto micely lépe váží vodu a při synerezi se ze sraženiny uvolňuje syrovátka (Janštová et al., 2012).

Při kyselém srážení kaseinu je zadržováno velké množství syrovátky, která je odstraněna po koagulaci pomocí odstředivé separace a ultrafiltrace (Fox et al., 2004).



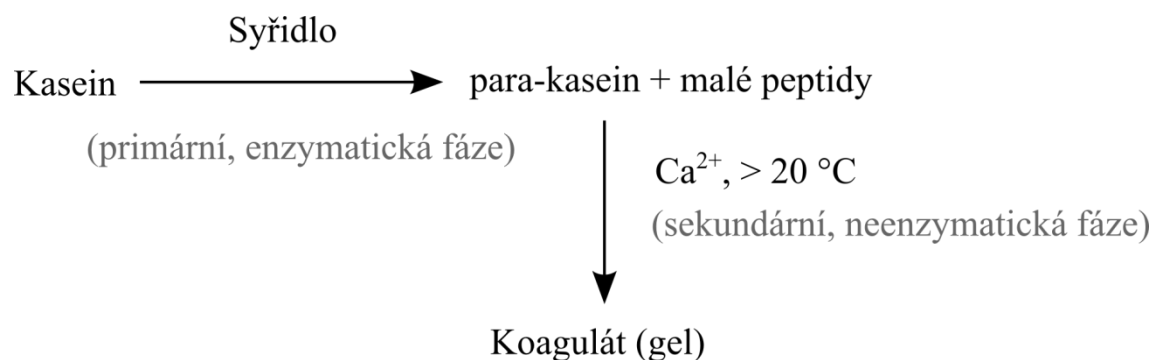
Obrázek 4: Výroba průmyslového tvarohu kyselým srážením mléka (upraveno podle Zadražil, 2002; Šustová a Sýkora, 2013).

3.3.7.2 Syřidlové srážení mléka

Jak již bylo uvedeno v kapitole 3.3.7, pro většinu druhů sýrů se mléko sráží působením syřidla. Proces působení syřidla rozdělujeme na primární, sekundární a terciální fázi.

V primární fázi probíhá částečná a velmi specifická hydrolýza κ -kaseinu, (který je tvořen řetězcem 169 aminokyselin), štěpením vazby Phe-Met 105. – 106. aminokyselina. Rozštěpení na hydrofobní para κ -kasein (1. – 105. aminokyselina) a hydrofilní κ -kaseinoglykomakropeptid (106. – 169. aminokyselina) (Forman, 1996), který je uvolněn do syrovátky (Law, Tamime, 2010). Tato hydrolýza probíhá za přítomnosti Ca^{2+} a při teplotě okolo 20 °C (Fox et al., 2000). V první části srážení dochází nejprve ke snížení viskozity mléka, částečnou disagregací micel, následuje spojování do nových micelárních útvarů, micely se sníženou odpudivou silou začínají znovu agregovat, polymerovat za současné stabilizace hydrofobními vazbami.

V sekundární fázi se po vyvločkování dokončí trojrozměrná struktura souvislého gelu sýřením. Důležitou funkci má hydrofobní para κ -kasein, který působí jako tmel nově spojených micelárních útvarů (Forman, 1996). Tvorba gelu je doprovázena zvyšující se viskozitou a elasticitou, které jsou měřítkem pevnosti gelu. Průběh sekundární fáze je možný pouze v přítomnosti volných Ca^{2+} a při teplotách minimálně 18 °C (Fox et al., 2000). Sekundární fáze pokračuje synerezí, což je smršťování gelu sýřeniny za současného uvolňování syrovátky. To je podpořeno teplotou v rozsahu 20 – 53 °C, snížením pH a krájením sýřeniny a u tvrdých sýrů dále opakovaným dohříváním a dosoušením (Zadrazil, 2002).

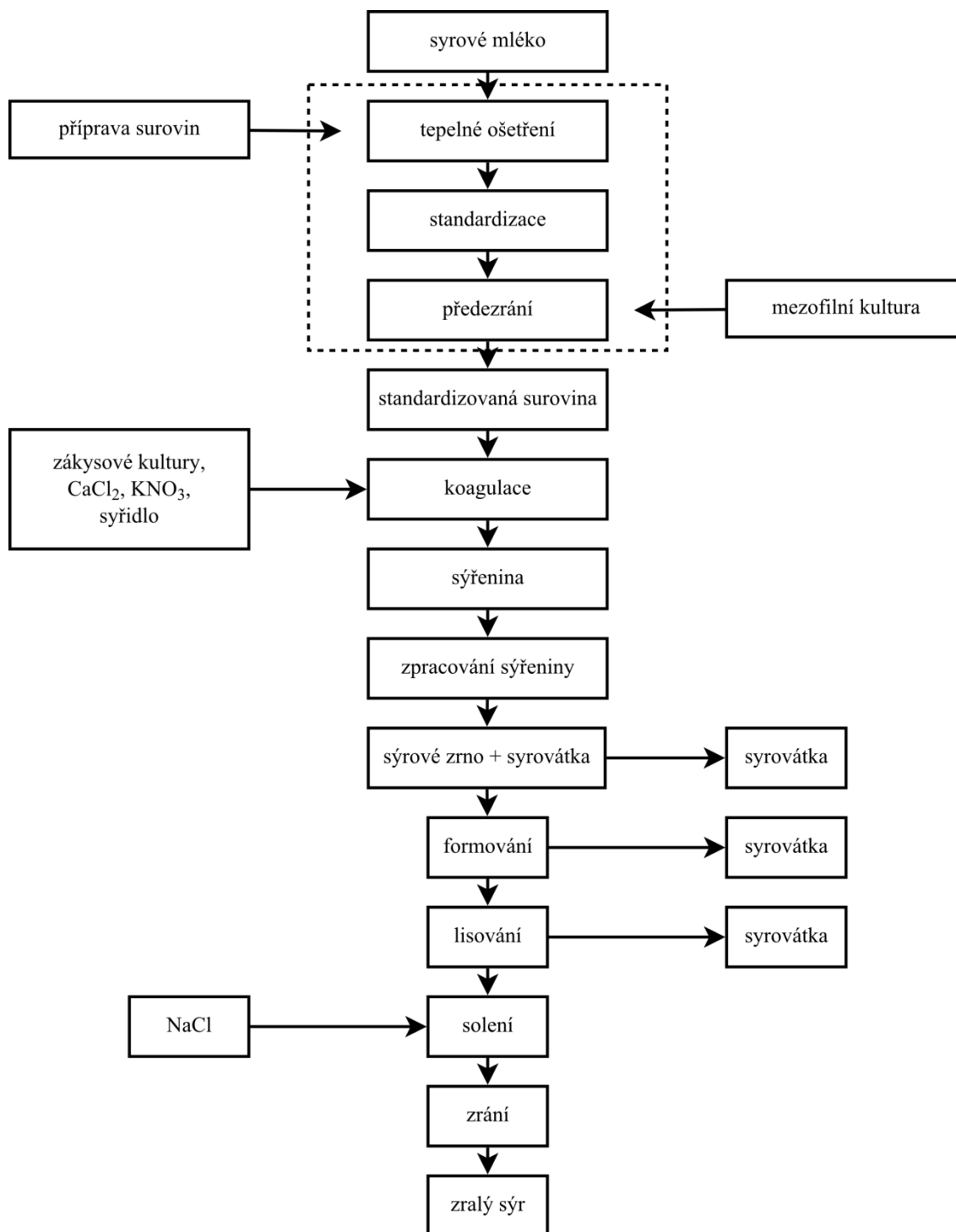


Obrázek 5: Syřidlové srážení mléka (Fox et al., 2000)

Terciální fáze je pokračující proteolýzou kaseinu účinkem zbytkové aktivity syřidlových enzymů v sýřenině, kdy jsou kromě κ -kaseinu štěpeny také α -kasein a β -

kasein (Šustová, Sýkora 2013). Rychlost terciální fáze je závislá kromě koncentrace syřidla na jeho substrátové specifitě a proteolytické aktivitě (Zadrazil, 2002).

Sýry vyráběné srážením pomocí syřidla obvykle dále zrají za dodržení specifických podmínek teploty, vlhkosti a doby.



Obrázek 6: Výroba sýra sladkým srážením (podle Fox, McSweeney, 2004; Walstra, 2006; Šustová, Sýkora, 2013).

Zvyšováním koncentrace syřidla se dosáhne vyšší tuhosti sýřeniny, ale sýřenina je křehčí a při vyšších dávkách, než odpovídá tuhosti pro daný typ sýra, se vytvoří více drobného zrna, sýrového prachu, což má za následek zvýšení vazby vody, vady při zrání, snížení výtěžnosti výroby s únikem sýřeniny do syrovátky. Při extrémní tuhosti sýrového zrna nelze dosáhnout rozkrájení sýřeniny na požadovanou velikost, obtížněji se pak dosahuje sušina sýrů, v důsledku zvýšeného obsahu vody se mění i průběh zrání, sýry obsahují více laktózy, mají tendenci k překysání, větší tvorbě ok i nepravidelných ok, mají kratší těsto, světlejší barvu a pomaleji prozrávají, mohou se tvořit praskliny (Forman, 1996).

Faktory ovlivňující primární a sekundární fázi sýření mléka:

- Pevnější sýřenina zrychluje dobu sýření.
- Homogenizace mléka urychluje sýření mléka (sýřenina však obsahuje více syrovátky a je měkčí konzistence).
- Vyšší obsah tuku v mléce zpomaluje rychlost sýření, jakož i rychlost oddělování syrovátky.
- Snížení pH v rozmezí 6,8 – 6,0 zrychluje koagulaci a zvyšuje pevnost gelu.
- Vyšší dávky syřidla zrychlují rychlost srážení, jakož i tuhost gelu.
- Vyšší koncentrace Ca^{2+} znamená zrychlení sekundární fáze a synereze.
- Pokles teploty sýření zpomaluje dobu sýření.
- Pasterace mléka prodlužuje dobu sýření (oproti syrovému mléku), sýřenina je měkčí. Vysoká pasterace (85 °C) zvyšuje zadržování bílkoviny syrovátky a zvyšuje výtěžnost sýřeniny (Zadrazil, 2002).
- Chlazení mléka způsobuje zpomalení primární i sekundární fáze v důsledku zvýšení pH o 0,2, zvýšením rozpustnosti β -kaseinu, ztrátu koloidního kalciumfosfátu z micelární struktury, tvoří se méně pevná sýřenina s horší synerezí.

3.3.8 Zrání sýrů

Zrání sýrů je charakterizováno jako soubor mikrobiologických, biochemických, chemických a fyzikálních procesů, při kterém dochází ke změně složení a struktury sýrů. Vznikají charakteristické sensorické vlastnosti, tj. vzhled, textura, chuť a vůně, které jsou přičítány přeměně laktózy, bílkovin, tuku a v některých sýrech i citrátů (Janštová et al., 2012).

Biochemické změny, které nastanou v průběhu zrání, jsou způsobeny následujícími činiteli:

- koagulant,
- přirozené mléčné enzymy, zvláště proteinázy a lipázy,
- startovací bakterie a jejich enzymy,
- sekundární mikroorganismy a jejich enzymy (Roginski et al., 2003; Fox et al., 2004).

Rozeznáváme tzv. **předběžné zrání**, při kterém dochází k přeměně laktózy v kyselinu mléčnou a mění se i bílkoviny. Předběžné zrání probíhá během úpravy mléka a sýření, během zpracování sýřeniny, formování, lisování a solení. Ovlivňuje strukturu, konzistenci a další průběh zrání. Některé sýry prodělávají pouze zrání předběžné např. máslový sýr. Dále je to **vlastní zrání** sýrů, při kterém se rozkladem bílkovin a částečně také hydrolýzou tuku v sýrech po vysolení vytvoří typické chuťové a aromatické látky. Vlastní zrání se dělí na primární (anaerobní) a sekundární (aerobní) (Kněz, Sedláčková, 1992).

Primární zrání - anaerobní, probíhající v celé hmotě sýrů působením bakterií mléčného kvašení, konečným rozkladným produktem mléčných bílkovin jsou aminokyseliny.

Sekundární zrání - probíhá od povrchu dovnitř za přítomnosti vzduchu a na povrchu sýra vytváří maz. Původcem jsou aerobní mikroorganismy rozkládající bílkoviny až na amoniak, oxid uhličitý a vodu (Šustová, 2007).

Doba zrání se obvykle pohybuje v rozmezí 2 – 4 týdny pro měkké sýry (sýry typu camembert), až 2 roky pro některé tvrdé sýry (typu parmazán). Během tohoto období se uskuteční řada fyzikálně-chemických změn, které promění gumovitou texturou

čerstvého sýra na hotový sýr s požadovanými vlastnostmi charakteristickými pro konkrétní druh sýra. Tyto fyzikálně-chemické změny zahrnují:

- Glykolýzu – přeměna zbytkové laktózy na kyselinu mléčnou, pomocí startovací kultury a dále přeměna kyseliny mléčné na další sloučeniny, jako je například kyselina octová a propionová, pomocí sekundárních startovacích kultur, jako *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* v sýru Ementálského typu.
- Proteolýzu – hydrolýza kaseinu na peptidy a volné aminokyseliny pomocí proteináz a peptidáz přítomných v sýru (zbytková syřidla; plasmin a proteinázy a peptidázy z buněk startovací kultury a bakterie mléčného kvašení NSLAB).
- Lipolýzu – hydrolýza triacylglycerolů na volné mastné kyseliny, di- a monoacylglyceroly, pomocí lipáz a esteráz z různých zdrojů, včetně mléka nebo sekundární kultury (Law, Tamime, 2010).

3.4 Výtěžnost sýrů

Definice výtěžnosti sýrů je důležitá ze dvou hlavních důvodů:

1. měření účinnosti a určení ekonomické uskutečnitelnosti jednotlivých kroků při výrobě sýrů,
2. měření výsledků experimentů, které jsou nezbytné pro vyhodnocení potenciálu užitečnosti určitého procesu nebo důvodem pro změnu v technologii (Fox et al., 2000).

Výtěžnost sýrů může být definována několika způsoby. Nejjednodušší je hmotnost sýra v kg vyrobená ze 100 kg mléka. Tato základní definice má však omezenou hodnotu pro porovnávání efektivity výroby, pokud není upravena tak, aby zohlednila proměnlivost obsahu vlhkosti v sýru. Výnos sýrů může být přesněji vyjádřen jako množství sýra o daném obsahu sušiny vyrobený ze stanoveného množství mléka definovaného obsahu bílkovin a tuků (McSweeney, 2007). Vzorce pro výpočet jsou nejčastěji odvozovány ze vztahů, zjištěných v praktických provozních podmínkách. Tyto vzorce jsou pro praxi velice užitečné, ale je třeba znát i teoretické podklady, na kterých je výpočet založen a s rozvojem nových poznatků provádět jejich revize a zpřesňování (Fox et al., 2000).

Skutečná výtěžnost může být spočítána dle vzorce:

$$\text{skutečná výtěžnost} = 100 \times \frac{\text{váha sýra}}{\text{váha mléka} + \text{startovací kultura} + \text{sůl}}$$

Jednotka skutečné výtěžnosti se uvádí v kg/100 kg, případně v procentech (Fox et al., 2000; McSweeney, 2007).

Zhang (2006) uvádí teoretickou výtěžnost podle vzorce Van Slyke and Price (1949):

$$\text{teoretická výtěžnost} = \frac{(0,93T + (C - 0,1)) \times 1,09}{100 - V}$$

T...tuk (%), C...kasein (%), V...vlhkost (%)

Rozhodujícím činitelem při výrobě sýrů je jakost použitého mléka, která je dána senzoryckými, mikrobiologickými, chemickými a fyzikálními vlastnostmi mléka (Kněz, 1972). Výše spotřeby litrů mléka na 1 kg sýra ovlivňují následující faktory:

1. vyráběný druh sýra, především jeho obsah sušiny, obsah tuku v sušině a dodržování jejich průměrných, normovaných hodnot;
2. složení a jakost zpracovaného mléka, především jeho tučnost a obsah bílkovin, zvláště kaseinu;
3. způsob úpravy a ošetření mléka před sýřením (skladování mléka, standardizace mléka, tepelné ošetření mléka, homogenizace);
4. typ syřidla, pevnost sýřeniny při krájení, způsob zpracování sýřeniny (obsah tuku a bílkovin v syrovátce), tvarování a solení sýrů (výše ztrát při tvarování a solení);
5. způsob zrání a ošetření sýrů a výše ztrát zráním (Wendorff, 2001; Šustová, 2007).

Je tedy důležité dbát na průběh celé výroby sýrů již od získávání mléka a jeho skladování, až po vhodné podmínky během zrání, které jsou závislé na druhu vyráběného sýra.

3.4.1 Vliv bílkovin na výtěžnost sýrů

Obsah bílkovin se mění během ročního období, způsobem krmení, druhem krmiva, atd. Výtěžnost výrobku závisí na obsahu bílkovin, speciálně kaseinu. Čím vyšší je obsah bílkovin v mléce, tím nižší je spotřeba litrů mléka na 1 kg sýra za jinak stejných výrobních podmínek a tím vyšší tučnost směsi mléka musíme volit, má-li se dodržet předepsaný obsah tuku v sušině. Proto vyrábí-li sýrař jednotlivé druhy sýrů po celý rok při stejné tučnosti mléka, může se stát, že v některých měsících plýtvá tukem, ale naopak v jiných měsících nedosahuje předepsaného obsahu tuku v sušině (Kněz, 1960). Pokles obsahu bílkovin v mléce o 0,1 % představuje zvýšení spotřeby mléka na 1 kg sýra v průměru o 0,3 až 0,5 litrů (Kněz, 1972; Gajdušek, 1997). Bílkoviny mléka jsou ovlivněny také teplotami skladování. Jak už bylo popsáno v kapitole 3.2.3, chlazení vede k částečné rozpustnosti koloidního fosforečnanu vápenatého a β -kaseinu. Tyto změny v mléce jsou odpovědné za změny při výrobě sýrů a to zejména za pokles výtěžnosti sýra (O'Connor, Fox, 1973).

3.4.2 Vliv obsahu sušiny a tuku v sušině na výtěžnost sýrů

Spotřeba mléka je přímo úměrná sušině sýra a nepřímo úměrná jeho tučnosti (Fisk, Thom, 2014). Čím vyšší je sušina sýrů (např. u tvrdých), tím vyšší musí být tučnost směsi mléka, aby bylo dosaženo požadovaného obsahu tuku v sušině (Kněz, 1972). Dodržení optimálního obsahu sušiny je požadavkem a předpokladem jakosti. Sušina charakterizuje typ a druh sýra (Kněz, 1960).

3.4.3 Vliv tepelného ošetření mléka na výtěžnost sýrů

Výše teploty a doba zahřívání mléka se především projevuje ve snížení obsahu rozpustných solí, jejichž obsah má zásadní význam pro syřitelnost mléka a konzistenci těsta zralých sýrů, zvláště tvrdých, a dále na vysrážení syrovátkových bílkovin (mléčného albuminu a globulinu), které rovněž nepříznivě ovlivňují konzistenci sýrů (Šustová, 2007). Pasterací mléka na 72 °C 15 sekund se denaturuje 5 % syrovátkových

bílkovin, které v komplexu s κ -kaseinem zůstávají v sýřenině a zvyšují tak výtěžnost sýra o 0,1 – 0,4 % (McSweeney, 2007).

3.4.4 Vliv způsobu zpracování sýřeniny, tvarování a solení sýrů na výtěžnost

Výtěžnost sýrů kolísá v závislosti na způsobu mechanického zpracování sýřeniny od 85 do 93% (Gajdůšek, 2000). Při zpracování sýřeniny má hlavní vliv na vyšší spotřebu mléka na 1 kg sýra tučnost a obsah bílkovin v syrovátce, ztráta sýrového zrna v syrovátce. Správné a šetrné zpracování stejnorodé sýřeniny má zásadní význam pro další rozvoj a jakost sýrů i pro ekonomiku jejich výroby.

Nesprávný průběh solení nepříznivě ovlivňuje spotřebu mléka tím, že se zvyšují ztráty na váze sýra solením a zvyšuje se sušina sýrů po vysolení. Při solení sýrů v solných lázních je důležité dodržování optimální teploty, kyselosti a koncentrace solné lázně ve vztahu k velikosti bochníku, druhu sýra a době solení. Čím vyšší jsou tyto hodnoty, tím je rychlejší solení sýrů, vytváří se přesolená vrstva a po uzrání jsou sýry nedosolené. Přitom se zvyšují ztráty zráním vlivem zvýšení sušiny sýrů a naopak nižšího obsahu soli u sýrů (Šustová, 2007).

3.5 Vybrané druhy sýrů

Vyhláška 77/2003 Sb. uvádí: Sýr je mléčný výrobek vyrobený vysrážením mléčné bílkoviny z mléka působením syřidla nebo jiných vhodných koagulačních činidel, prokysáním a oddělením podílu syrovátky.

Sýry tvoří širokou skupinu výrobků odlišujících se zpracováním sýřeniny, způsobem zrání, složením a samozřejmě sensorickými vlastnostmi. Výroba sýrů má v některých zemích dlouholetou tradici, proto se používají i názvy jako sýry typu švýcarského (ementál), holandského (eidam, gouda), anglického (čedar), italského (parmazán) atd. (Janštová et al., 2012).

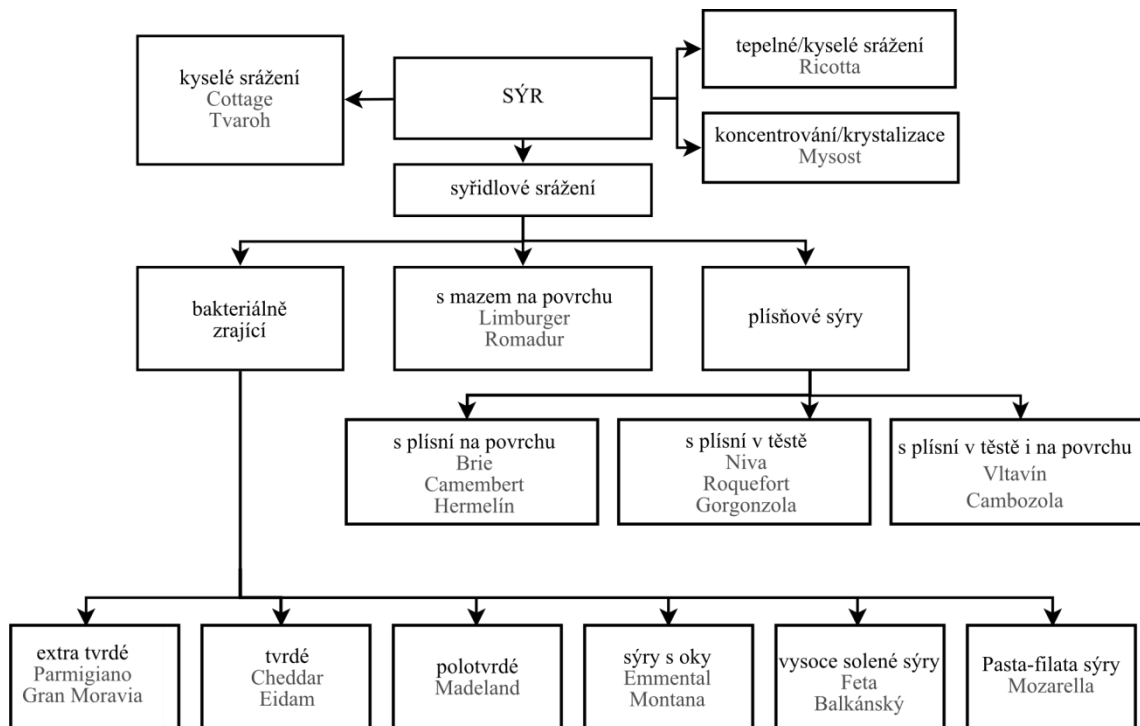
Sýry se dělí podle mnoha kritérií, (která jsou často odlišována v jednotlivých zemích), nelze proto vytvořit jednotný ucelený systém klasifikace sýrů. Sýry můžeme

rozdělit na přírodní a tavené. Jako základní dělení sýrů se často uvádí způsob, jakým dochází ke srážení mléčných bílkovin. Podle zrání se přírodní sýry dělí na nezrající (čerstvé a termizované) a zrající (plísňové, sýry zrající pod mazem a sýry s anaerobním zráním v celé hmotě). Samotnou skupinou jsou pak sýry tavené, které se vyrábí tavením sýrů přírodních pomocí tavících solí (Knězová – Legarová, 2010).

Tabulka 4: Dělení sýrů a tvarohů dle vyhlášky č. 77/2003

Druh	Skupina	Podskupina
Tvaroh	Měkký nebo odtučněný Nízkotučný nebo jemný Polotučný, tučný	Termizovaný
	Tvrký nebo na strouhání Ke strouhání	
Sýr	Přírodní	Nezrající Termizovaný
		Zrající Zrající pod mazem Zrající v celé hmotě S plísní na povrchu S plísní uvnitř hmoty Dvouplísňový V solném nálevu, bílý
		Extra tvrdý (ke strouhání) Tvrký Polotvrký Poloměkký Měkký
	Tavený	Nízkotučný (roztíratelný) Vysokotučný (roztíratelný)
	Syrovátkový	

Fox et al. (2000) pak uvádí schema dělení sýrů podle způsobu srážení a zrání (Obr. 7).



Obrázek 7: Schéma třídění sýrů (upraveno podle Fox et al., 2000)

3.5.1 Čerstvý sýr

Čerstvý sýr je nezrající sýr, tepelně neošetřený po prokysání (Vyhláška 77/2003 Sb.), vyrobený koagulací mléka, smetany nebo syrovátky za použití kyseliny, kombinace kyseliny a syřidla nebo kombinací kyseliny a tepla. Po vysrážení mléka, pokrácení sýřeniny a odkapání syrovátky se zformované sýry solí. Čerstvé sýry jsou připraveny pro spotřebitele bezprostředně po výrobě. Ve většině zemí a kultur, je nějaká tradiční forma výroby čerstvých sýrů (Fox et al., 2004).

3.5.2 Sýry zrající pod mazem

Sýry zrající pod mazem, nebo tzv. omývané sýry se odlišují od jiných skupin tím, že zrají krátkou dobu (Havlíček, 1975). Jsou charakteristické mazem, který se za aerobních podmínek tvoří na jejich povrchu (Janštová et al., 2012). Kromě vlivu fyzikálních

a chemických parametrů mléka a startovacích bakterií, přispívají ke zrání sýrů, rozvoji vůně a konečnému vzhledu také sekundární kultury pro mazové sýry (Bockelmann et al., 2005).

Složení mazové kultury: *Brevibacterium linens*, *Micrococcus roseus*, *Torulopsis candida*, *Kluyveromyces lactis*, *Candida utilis*.

Kvasinky za přítomnosti vzdušného kyslíku oxidují organické kyseliny vzniklé při prokysávání, čímž snižují kyselost povrchu sýra k neutrálnímu bodu. Jsou také zdrojem vitamínů skupiny B. *Brevibacterium linens* na odkyseleném povrchu dobře roste, proteolytickými enzymy způsobuje aerobní zrání, tomu napomáhá *Micrococcus roseus* i jiné mikroorganismy kultury. Spolu se podílí na tvorbě aromatu a chuti (Janštová et al., 2012).

Brevibacterium linens má střední až vysoké proteolytické účinky. (Law, Tamime, 2010), je přísně aerobní, optimální teplota růstu je 20 – 30 °C (Janštová et al., 2012), pH 6,5 – 8,5 (Motta, Brandelli, 2008), je halotolerantní (snese až 4 % NaCl) (Janštová et al., 2012). Podle Pintado et al. (2014) je schopna růst i při obsahu 15 % NaCl (a_w 0,916). Produkuje inhibující látky proti *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, některým kvasinkám a plísním (Janštová et al., 2012). Některé kmeny *Brevibacterium* inhibují *Listerii* (Law, Tamime, 2010).

Je nezbytné dodržet vysokou úroveň hygieny a pochopit požadavky povrchové mikroflóry během zrání, které probíhá v nesterilních podmínkách. Pokud by byla narušena rovnováha sýrové mikroflóry, okamžitě by začaly růst nežádoucí kontaminanty. Pochopení mikrobiální ekologie povrchově zrajících sýrů je nezbytným předpokladem pro rozvoj kultur a kontrolu povrchového zrání sýrů (Bockelmann et al., 2005). Složení povrchové mikroflóry ovlivňují faktory prostředí jako je hodnota pH, obsah soli a také obsah sušiny. Změny těchto faktorů spolu s různým ošetřením mléka (pasterizované či syrové), typ startovací kultury (původní mikroflóra nebo komerční preparáty), stupeň záhřevu, lisování a solení sýřeniny před tvarováním a frekvence mytí během zrání, zrací teplota, relativní vlhkost a délka zrání, vedly k rozvoji celé škály sýrů s mazem, z nichž jen málo bylo prostudováno podrobně (Fox et al., 2004).

Typický charakter sýrů s mazem na povrchu se vyvíjí teprve s pokračující zralostí. Pak se pohybuje konzistence sýra od měkce vláčné až po roztékavé. Sýry zrající pod

mazem jsou typické svou pikantní chutí, stávají se skvělým doplňkem ke konzumaci piva nebo vína (Mair-Waldburg, 1990).

Sýry s mazem na povrchu jsou ve velkém množství vyráběny ve státech západní Evropy (Görner, Valík, 2004). Jsou známy pod názvy Tylsit (Německo), Limburger (Belgie), Chaumes (Francie) a další (Smit, 2003). V České republice jsou to například aromatické sýry Romadur, Limburský, Pivní sýr a kyselým srážením mléka vyrobené Olomoucké tvarůžky. V Německu se jedná o kyselé srážené sýry pod názvem Handkäse, Bauernhandkäse, Korbkäse (Callec, 2002). Mazové sýry jsou v zahraničí rozšířené a vyhledávané.

Zvláštní skupinou sýrů s mazem na povrchu jsou pak kyselé sýry, které se vyrábějí z netučného dohřívaného tvarohu. Při jeho výrobě se ke srážení bílkovin mléka nepoužívají syřidla obsahující srážecí enzymy, ale je vyroben pomocí *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (Smit, 2003). Tvaroh má sušinu nad 30 % (Smit, 2003; Law, Tamime, 2010) jiní autoři uvádí alespoň 32 % a drobivou konzistenci (Lund et al., 2000; Zadražil, 2002; Bockelmann et al., 2005). Výroba tvarohu a z něj vyrobených kyselých sýrů probíhá obvykle v jiném podniku. Zrající sýry vyrobené kyselým srážením mléka, jsou převážně mazové sýry, zrající pod mazovou kulturou (Keresteš, 2007) z kvasinek a bakterií (Brennan et al., 2002). Charakteristickým mikroorganismem podílejícím se na povrchovém zrání těchto sýrů je *Brevibacterium linens* (Motta, Brandelli, 2008). Zrání probíhá postupně od povrchu do středu sýra. Správně vyzrálé mazové sýry by měly být na povrchu mírně mazové od ušlechtilé mazové kultury a v celém objemu sýra rovnoměrně prozralé, tj. měly by mít rovnoměrnou žlutou a mírně průsvitnou barvu, na povrchu trochu do červena. Jejich konzistence je přitom jemná, až rozplývavá, neměla by být tvarohovitá, ale jednolitá, měkká, pružná a elastická. I přes výraznou chuť po mazové kultuře, je chuť těchto sýrů, při optimálním vyzrání velmi jemná a lahodná (Keresteš, 2007). Tyto měkké sýry, s oranžovočervenou kůrou, vynikají při zrání silnou vůní, kterou ne všichni oceňují (Callec, 2002).

Olomoucké tvarůžky

Pravé Olomoucké tvarůžky dnes úspěšně vyrábí jediná společnost A.W. spol. s r.o. v Lošticích již od roku 1876, nicméně věhlas jejich výroby na Hané zasahuje dokonce až do 15. století. Tvarůžky jsou výchozí surovinou i způsobem výroby však natolik spojeny s mlékem a vesnickým domovem, že pravděpodobně nebude možné nikdy určit chvíli, kdy se poprvé objevily na jídelníčku (Kopáček, 2010). I nejstarší zprávy je uvádějí jako běžné jídlo, jak Kuxova zmínka z roku 1452, tak soupis pozůstalosti z Olomouce z roku 1583, kde se poprvé objevuje pojmenování tvarůžky (<http://www.tvaruzky.cz/O-tvaruzkach.aspx>).

Díky svým nutričním hodnotám - nízké energetické hodnotě (tzn. nízkému obsahu tuku) a obsahu plnohodnotných bílkovin a vápníku, se Olomoucké tvarůžky řadí na první místo mezi sýry. Při výrobě Olomouckých tvarůžků se nepoužívají geneticky modifikované suroviny. Vyrábějí se bez přídavku syřidel, barviv, aromat a stabilizátorů. Obsahují alergen – tvaroh vyrobený z pasterizovaného kravského mléka. Neobsahují látky, které způsobují celiakii a jsou tedy vhodné pro bezlepkovou dietu. Rovněž neobsahují látky způsobující fenylketonurii (dědičné metabolické onemocnění spočívající v poruše přeměny aminokyseliny fenylalaninu na tyrosin, jenž u zdravých lidí katalyzuje jaterní enzym fenylalaninhydroxyláza) (<http://www.tvaruzky.cz/O-tvaruzkach.aspx#chapter3>).

Olomoucké tvarůžky jsou tradiční zrající kyselé sýry vyráběné z průmyslového (nesýřeného) tvarohu, který se získává kyselým srážením z odstředěného mléka, proto i tvarůžky prakticky neobsahují tuk (Callec, 2002; <http://www.tvaruzky.cz/O-tvaruzkach.aspx#chapter3>). Vlastní výroba Olomouckých tvarůžků spočívá v několika hlavních krocích – příprava suroviny, formování, sušení, koupání (omývání), zrání (Kalhotka et al., 2012).

Průmyslový tvaroh, ze kterého se Olomoucké tvarůžky vyrábí má kyselost 120 až 160 SH. Tato kyselost je způsobená kyselinou mléčnou a kaseinem. Vysoká kyselost tvarohu je pro další mikrobiologické procesy nevhodná, proto se snižuje neutralizací kyselým uhličitánem sodným, anebo uhličitánem vápenatým (Görner, Valík, 2004) v množství 0,5 – 1,5 % (Lund et al., 2000). Poměr kyselého uhličitánu sodného a uhličitánu vápenatého je dán jakostí suroviny, ročním obdobím a teplotou při zrání. V teplém období se používá převaha uhličitánu vápenatého, který se váže na

kyselinu mléčnou, brzdí roztékavost a zpomaluje zrání. V zimě se naopak přidává více hydrogenuhličitanu sodného, který zlepšuje vazbu vody na bílkoviny, změkčuje konzistenci a podporuje zrání tvarůžků (Böhmová et al., 1990). Podle Görner, Valík, (2004) se však nesmí neutralizovat veškerá kyselina mléčná, kyselost tvarohu má klesnout na hodnotu asi 115 SH, což odpovídá také požadavkům výrobce, který uvádí, že se tvarohy různě kombinují podle vlastností jednotlivých tvarohů tak, aby se dosáhlo co nejlepší směsi vhodné k formování (titrační kyselost formovací směsi 105 až 115 SH, obsah NaCl 4,5 – 5,5 %, sušina 32 – 34 %, konzistence pevná, spojitá, nelepivá, jemná). Rovněž Kněz (1960) uvádí, že upravená kyselost má mít hodnotu 110 až 115 SH. Kdyby klesla pod 95 SH, došlo by k rozvoji hnilobné mikroflóry. Tvaroh se tedy nejprve upravuje rozemletím a přidavkem regulátoru kyselosti, dále 3 – 5 % soli, mlékařských kultur a pitné vody (Svobodová, 2006; Kalhotka et al., 2012), a poté se krátkodobě skladuje 1 – 2 týdny (Gajdůšek, 2000). Během této doby nastává fyzikálně chemické zrání, které se nejvýrazněji projevuje dosažením vhodné konzistence tvarohu k výrobě tvarůžků. Lépe se spojuje a je tuhý (Kněz, 1960). Přídavek soli chrání před růstem nežádoucích mikroorganismů a jejich činností, zlepšuje chuť a zpevňuje pokožku sýra, ovlivňuje konzistenci a reguluje obsah vody (Svobodová, 2006).

Následuje formování tvarůžků do požadovaného tvaru a sušení. Při sušení je nutno provádět výměnu vzduchu větráním, jinak dojde ke vzniku zatuchlé a nečisté příchuti tvarůžků. Tvarůžky se suší 2 – 4 dny při teplotě 25 – 32 °C a při relativní vlhkosti 50 – 90 %. Tímto krokem se dosáhne sušiny tvarůžků 36 – 38 % a požadované povrchové proteolytické mikroflóry (Svobodová, 2006). Činností oxidační mikroflóry vzniká pružná vrstva o tloušťce min. 1,5 mm jako znak charakteristického zrání. Odvětráním povrchu tvarůžků dojde k jeho zpevnění, které je nutné s ohledem na další technologický krok. Sušením začíná první fáze zrání tvarůžků (Kalhotka et al., 2012).

Po dosažení optimálního pH 6,4, se tvarůžky musí zbavit povrchové oxidační mikroflóry (kvasinky rodu *Candida*) omytím povrchu, čímž dojde ke snížení povrchové kyselosti a koncentrace soli a také se zvýší vlhkost důležitá pro tvorbu mazu (Kalhotka et al., 2012). Tvarůžky dále zrají 4 – 8 dní při teplotě, která by se měla pohybovat od 15 °C do 20 °C a relativní vlhkost vzduchu by měla být nejméně 95 %, přičemž se rozmnožují bakterie *Brevibacterium linens*. Je třeba se vyhnout nadměrnému větrání (Kammerlehner, 1995; Kalhotka et al., 2012).

Tvarůžky se balí prozřalé do 1/3 na řezu (Spreer, 1998; Nedomová, Cwиковá, 2006; Kalhotka et al., 2012), s obsahem sušiny min. 34 % a soli max. 5,5 %. Zabalené balíčky se po kontrole dopravují do chladiřenského skladu, kde dále dozrávají. Expedují se týden po zabalení. Datum minimální trvanlivosti je 35 dnů od data výroby (Nedomová, Cwиковá, 2006; Kalhotka et al., 2012).

Tvarůžky pak získají zcela ojedinělou pikantní chuť, typickou vůni, povrch se zlatožlutým mazem a soudržnou poloměkkou až měkkou konzistenci s patrným světlejším jádrem. Stupeň prozrání je v symetrických vrstvách od povrchu ke středu. Tloušťka vrstev se mění v průběhu zrání. Z počátku, kdy je datum minimální trvanlivosti (DMT) více než tři týdny, jsou tvarůžky tužší s patrným tvarohovým jádrem ("mladý" sýr). V následujícím období (2 týdny do konce DMT) dále pomalu postupuje zrání sýrů s vývojem výraznějšího mazu a chuti, přičemž nejintenzivnější rozvoj a prozrání až k jádru sýra nastává jeden týden do konce DMT (<http://www.tvaruzky.cz/O-tvaruzkach.aspx#chapter3>). Tvar má zpravidla podobu kotoučků, kroužků, tyčinek nebo nepravidelných kousků.



Obrázek 8: Olomoucké tvarůžky (foto: František Petrák)

3.5.2.1 Působení mikroflóry během výroby

Během výrobního procesu se rozmnožují bakterie *Brevibacterium linens*, přidávané jako sekundární kultura do nasoleného tvarohu na začátku výroby (Jůzl et al., 2010). Růstu *Brevibacterium linens* na povrchu sýrů předchází růst oxidačních kvasinek (rodu *Torulopsis* a *Candida*) a plísní, které za pomoci vzdušného kyslíku zužitkují přítomný laktát v tvarohu a neutralizují povrch tvarůžků ($\text{pH} > 6$) (Görner, Valík, 2004). Laktát je metabolizován na CO_2 a H_2O a na alkalické metabolity jako amoniak (Corsetti et al., 2001), které vedou k odkyselení povrchu sýra, což umožňuje růst halotolerantních, katalasapozitivních, grampozitivních a oxidasanegativních bakterií, jako *Brevibacterium linens* a dalších bakterií, které nakonec pokrývají celý povrch sýra (Olšanský, 1958; Görner, Valík, 2004; Mounier et al., 2006). Činností těchto proteolytických aerobních bakterií dochází k rozkladu bílkovin (Olšanský et al., 1956). Proteolýza je mnohem silnější na povrchu sýra, nežli v jeho jádře (Bockelmann et al., 1998). Počet bakterií během zrání může být vyšší než $10^9/\text{cm}^2$, zatímco kvasinky jsou obvykle v množství $10^7/\text{cm}^2$ (Fox et al., 2004).

Rozvoj povrchové mikroflóry je ovlivňován také přítomností nebo absencí kyslíku. Když police, na kterých sýry zrají, nejsou pórovité, sýry musí být pravidelně otáčeny. Nepravidelné otáčení limituje množství kyslíku dosažené na povrchu sýra v kontaktu s policí, čímž limituje mikrobiální aktivitu na vrchní hraně sýra (Fox et al., 2004; McSweeney, 2007). Opakované otáčení sýrů a povrchové úpravy jsou nejdůležitější pro zrání (Bockelmann, Hoppe-Seyler, 2001). V případě použití dřevěných regálů, mohou police působit jako rezervoár mazové mikroflóry. Jakákoliv změna v použitých policích nebo v hygienických postupech může ovlivnit přenos mikroflóry na povrch zrajících sýrů (McSweeney, 2007). Obsah soli, vody a pH také ovlivňují složení povrchové mikroflóry (Fox et al., 2004).

Při výrobě tvarůžků je nezbytně nutné dbát na kvalitu vstupní suroviny a dodržovat technologické potupy, které zamezí kontaminaci nežádoucími mikroorganismy, neboť jakékoliv porušení těchto základních pravidel vede u tvarůžků ke vzniku vad a snížení jejich jakosti. Tvarůžky jsou typickou potravinou, která získává ideální vlastnosti až po určité době zrání. Tyto vlastnosti jsou určující pro spotřebitele, který rozhoduje o úspěchu výrobku (Jůzl et al., 2010).

4 MATERIÁL A METODIKA

Práce byla řešena ve spolupráci s výrobcí ovčích sýrů a s výrobcem Olomouckých tvarůžků.

Výrobci ovčích sýrů, řeší problematiku stálosti výroby sýrů ve stejném objemu po celý rok. Z důvodu nestálé laktace ovcí během roku, která trvá v průměru 200 dní, je třeba vyřešit problém s dodáním výrobků po zbytek roku. Řešením by bylo právě možné zamrazení mléka po určitou dobu a následně jeho použití pro výrobu sýrů. Bylo však zapotřebí zjistit, zda je tato varianta použitelná i v praxi. Na malých farmách, kde se chovají ovce, jsou obvykle jen malé prostory pro výrobu mléčných výrobků a i finanční prostředky na vybavení a provoz nejsou příliš vysoké. Je tedy nutností najít metodu, která bude použitelná v téměř domácích podmínkách. Tedy s použitím běžně dostupného mrazicího zařízení, které mrazí na teplotu $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Také je třeba určit vhodnou nádobu k zamrazení mléka, především její rozměry, od kterých se odvíjí síla vrstvy zamrazovaného mléka. Samozřejmostí je pak optimalizovat maximální možnou dobu pro uchování mléka v mrazicím zařízení tak, aby se nezměnila jeho technologická kvalita k horšímu.

Výrobci Olomouckých tvarůžků měli zájem o porovnání změn v chemickém složení tvarůžků v jednotlivých fázích výroby. Pro porovnání byly použity vzorky z jarního a letního období, které podle výrobce vykazují největší variabilitu ve složení. Protože se vyrábí mnoho tvarů, byly porovnávány rozdíly během zrání u tvaru koleček a tvaru tyčinek. Posuzoval se tedy rozdíl mezi jarním a letním obdobím, ale také rozdíly vlivu umístění tvarůžků během zrání, které probíhá ve zracím sklepu, na stojanech různě vzdálených od vstupních dveří.

4.1 Materiál

Ovčí mléko bylo odebráno z farmy Brníčko v České republice a farmy Velká Lúka na Slovensku, kozí mléko bylo odebráno z kozího dvorku v Olešence v České republice. Kravské mléko sloužící pro porovnání bylo zakoupené v automatu na mléko v České republice. Z ovčího mléka z farmy Brníčko, z kozího mléka a z kravského mléka byl dále pro analýzy vyroben sýr.

K druhé části laboratorních analýz byly použity vzorky průmyslového tvarohu pro výrobu Olomouckých tvarůžků a vzorky tvarůžků odebírané v průběhu jejich výroby v Lošticích.

4.1.1 Ovčí, kozí a kravské mléko

Vzorky ovčího mléka ze Slovenské republiky byly odebrány na farmě soukromě hospodařícího rolníka Ing. Vladimíra Sedliaka obhospodařujícího 440 hektarů půdy v obci Velká Lúka, okres Zvolen. Počet ovcí ve stádě je 640, z toho 150 kusů roček a 490 kusů v druhé až páté laktaci. Jedná se o bahnice křížených plemen Cigája a Lacaune. Ovce jsou celoročně ustájeny v ovčíně na hluboké podestýlce, kterou tvoří seno a sláma, přistýlané podle potřeby. Ročně do stáda přibyde asi 150 kusů mláďat. Bahnice jsou dojené dvakrát denně (ráno, večer). Ing. Sedliak využívá potrubní dojící zařízení od firmy Alfa Laval zakoupené v roce 2004 z dotací Evropské unie. Krmná dávka bahnic se skládá v letních měsících hlavně z trvalých travnatých porostů. Ovce se pasou denně 6 hodin v dopoledních hodinách a 3 hodiny ve večerních hodinách. Při dojení ovce dostávají jaderné krmivo složené z ovsa a ječmene. V zimních měsících je krmná dávka složená ze sena, senáže (travní, jetelové či ovesné) a také jaderného krmiva (oves a ječmen). Po celý rok mají zvířata přístup k minerálnímu lisu a vodě ad libitum.

Vzorky byly odebrány ke konci laktace bahnic. Pro analýzu byly použity dva vzorky směsného ovčího mléka:

- vzorek 1SR3.8.2010
- vzorek 2SR 22.9.2010

Odběr vzorků se uskutečnil vždy po večerním dojení 490 kusů bahnic v druhé až páté laktaci (Zveřejněno také v diplomové práci Ottmára, 2011).

Vzorky ovčího mléka z České republiky pochází z farmy Ing. Michala Hrdličky obhospodařujícího 25 hektarů pastvin a 3 hektary lesa. Farma se nachází v Brníčku u Zábřehu na Moravě. Ovce jsou skupinově ustájeny na hluboké podestýlce. Počet dojných ovcí ve stádě je 66, z toho 60 čistokrevných Lacaune a 6 křížených s plemenem

Východofríské ovce. Dále 30 roček a 20 plemenných beranů, 9 masných krav, 5 dojných prvotetek, 9 koní. Krmná dávka ovcí v letních měsících ad libitum na pastvě, k tomu na dojrně volně přístupná senáž, minerální liz (3 díly odpadu ze sladového ječmene + 1 díl sladového květu, celkem na den 26 kg), 5 kg kukuřičného šrotu a 20 kg melasy. V zimních měsících ad libitum travní senáž a možnost výběhu na pastviny, k tomu melasu až do porodu. Po porodu senáž a jadrné krmivo. V 5 týdnech při 15 kg váhy probíhal odstav jehňat.

V průběhu laktace v roce 2011 byly pro analýzu odebrány 4 vzorky bazénového ovčího mléka v Brníčku:

- vzorek 1ČR 6.4.2011
- vzorek 2 ČR 1.6.2011
- vzorek 3 ČR 10.8.2011
- vzorek 4 ČR 19.10.2011

Vzorky byly vždy odebírány po večerním dojení od 9 bahnic v první až třetí laktaci.

Vzorky syrového kozího mléka, byly získány z kozího dvorku Ing. Jana Dvorského a Věry Dvorské, který se nachází v Olešence u Přibyslavi. Momentálně se zde chová přibližně 100 českých hnědých krátkosrstých koz. Celý rok mají neomezený přístup na pastvu a přes zimu jsou ve skupinovém, volném a vzdušném ustájení na hluboké podestýlce.

V průběhu laktace v roce 2011 byly pro analýzu odebrány 4 vzorky bazénového kozího mléka:

- vzorek 1KZ...duben 2011
- vzorek 2KZ...červen 2011
- vzorek 3KZ...srpen 2011
- vzorek 4KZ...říjen 2011

Vzorky ovčího mléka z farmy Veľká Lúka, okres Zvolen, Slovenská republika a z farmy Brníčko v České republice, a také vzorky kozího mléka z kozího dvorku

v Olešence, byly po odběru převezeny v chladících boxech do laboratoří Ústavu Technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně a ochlazeny na běžnou chladničkovou teplotu (v 1,5 litrových pet lahvích). Druhý den byly analyzovány.

V automatu na mléko byly zakoupeny také dva vzorky kravského mléka, pro porovnání jak se kravské mléko chová při stejných podmínkách, které byly použity u mléka ovčího.

- vzorek 1KR 3.4.2011
- vzorek 2KR 8.6.2011

Vzorky kravského mléka byly zakoupeny v ranních hodinách a ještě tentýž den použity pro analýzy.

4.1.2 Čerstvé ovčí, kozí a kravské sýry

Čerstvé sýry byly vyrobeny z ovčího mléka z farmy Brníčko, z kozího mléka z Olešenky a z kravského mléka z automatu. Sýry byly vyrobeny v prostorách Ústavu Technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně, kde je dostupné veškeré potřebné vybavení pro výrobu tohoto typu sýra. Pro výrobu sýrů byl kromě mléka použit i následující materiál:

CaCl₂ – chlorid vápenatý – 36% roztok. Výrobce: MILCOM a.s., závod Tábor, Soběslavská 841, Tábor. Držitel certifikátu ČSN EN 9001 : 2001

Zákysová kultura – sušená smetanová kultura Laktoflora, určena pro přípravu kysaných mléčných potravin. Složení: mléko, sušené mléko, laktóza, mikrobiální kmeny *Lc. lactis subsp. lactis*, *Lc. lactis subsp. cremoris*, *Lc. lactis subsp. diacetylactis*. Výrobce: MILCOM a.s., Ke Dvoru 12a, 16000 Praha 6.

Syřidlo – tekutý LAKTOCHYM – přírodní syřidlo živočišného původu určené k syření mléka o síle 1:5000. Složení: syřidlový koncentrát, voda, sůl, líh čistý, eugenol, thymol.

Výrobce: MILCOM a.s., závod Tábor, Soběslavská 841, Tábor. Držitel certifikátu ČSN EN 9001 : 2001.

4.1.3 Olomoucké tvarůžky

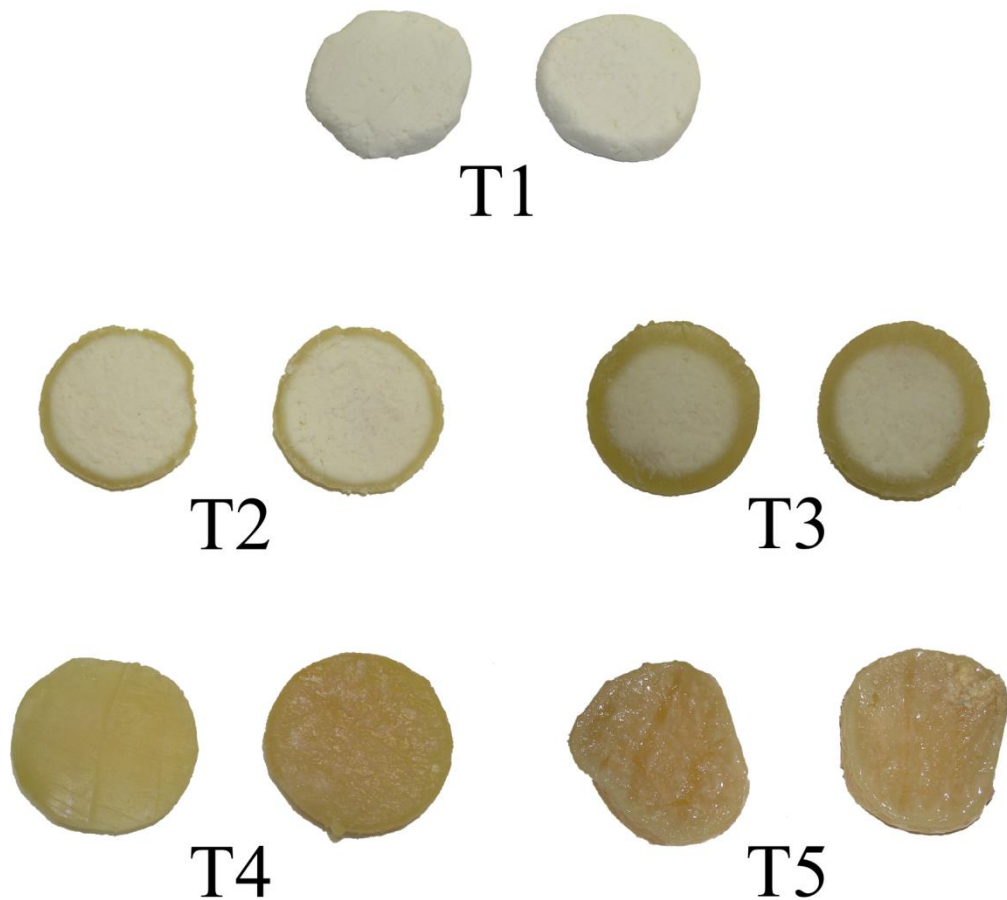
Vzorky průmyslového tvarohu a Olomouckých tvarůžků poskytla firma A. W. spol. s r. o. v Lošticích, kde se Olomoucké tvarůžky vyrábějí od r. 1876. Základním a jediným výrobním sortimentem jsou zde Olomoucké tvarůžky – jediný původní český sýr. Ty se vyrábějí ve více než třiceti různých tvarových a hmotnostních variantách. Jedinou vlastností Olomouckých tvarůžků se v srpnu 2010 dostalo vysokého uznání Evropskou komisí udělením chráněného zeměpisného označení.

Pro chemické analýzy byly odebírány tvarohy i tvarůžky přímo v potravinářském podniku A.W. spol. s.r.o. v Lošticích. Byly odebírány celkem 4 skupiny vzorků :

- kolečka jaro ... od 3.5.
- tyčinky jaro ... od 8.6.
- kolečka léto ... od 13.7.
- tyčinky léto ... od 7.9.

zahrnující 7 technologických fází výroby. Každá tato skupina vzorků byla brána z jedné šarže.

- PT1 – vzorky průmyslového tvarohu
- PT2 – vzorky průmyslového tvarohu po nasolení
- T1 – vzorky směsi tvarohů po nasolení, přidavku kultur a formování (tj. 6. den od začátku výroby)
- T2 – vzorky tvarůžků po sušení a odvětrávání (tj. 7. – 8. den)
- T3 – vzorky tvarůžků na konci výrobního procesu, připravené k balení a expedici (tj. 9. – 11. den)
- T4 – hotový výrobek zabalený, uchovávaný při 5°C na konci doby trvanlivosti (tj. 38. – 45. den)
- T5 – hotový výrobek zabalený uchovávaný při 20°C na konci doby trvanlivosti (tj. 38. – 45. den).



Obrázek 9: Olomoucké tvarůžky v jednotlivých fázích zrání

Průmyslový tvaroh (PT1), si výrobce sám nevyrábí, ale odkupuje již hotový. Firma odebrala tři druhy průmyslového tvarohu od různých výrobců, které po nasolení smíchá podle požadavků na daný výrobek. Do tvarohů byla nejprve tedy přidána sůl a tyto nasolené průmyslové tvarohy dodány jako další vzorky (PT2). Pro analýzy byly použity vždy 3 vzorky PT1 a PT2. Následně byly tvarohy smíchány ve vhodném poměru a byly přidány mlékařské kultury pro sýry s mazem na povrchu. Tato směs se formovala do tvarů tyčinek/koleček (T1). Pro analýzu byl dodán 1 vzorek T1. V další fázi výroby probíhalo zrání ve zracím sklepu (T2, T3), kde byly tvarůžky umístěny na dvou stojanech blíže či dále od vstupních dveří a na spodní, střední a horní polici. Z každého stojanu byly odebrány 3 vzorky. Celkem tedy 6 vzorků ve fázi T2 i T3. Posledními vzorky byly Olomoucké tvarůžky na konci doby minimální trvanlivosti (T4 a T5), které

byly dodány v balení, ve kterém se dostávají do tržní sítě. Bylo dodáno vždy 6 balíčků, se zachováním rozlišení, které bylo určeno při odběru vzorků ze zracího sklepa.

4.2 Metodika

4.2.1 Rozbory ovčího, kozího a kravského mléka

Ze všech vzorků ovčího, kozího i kravského mléka byla potřebná část mléka:

1. vychlazená na teplotu 6 – 8 °C,
2. krátkodobě podchlazená při teplotě 0 – 4 °C,
3. zamrazená při teplotě -18 °C.
 - a. Vzorky ovčího mléka ze Slovenska byly zamrazeny (v 1 litrových pet lahvích) po dobu jednoho měsíce.
 - b. Vzorky ovčího mléka z České republiky, kozího mléka, a také vzorky kravského mléka z automatu byly zamrazeny (v 1,5 litrových pet lahvích) po dobu 3 měsíců.

Mléko vychlazené na teplotu 6 – 8 °C se nejprve vytemperovalo na 35 – 40 °C a důkladně promíchalo, aby byly všechny jeho složky v celém vzorku stejnoměrně rozděleny. Platí to zejména o tuku, který se snadno odděluje a vytváří vrstvu smetany. Poté se mléko ochladilo na teplotu 20 °C, což je teplota požadovaná pro chemické analýzy. U takto připravených vzorků mléka byly referenčními metodami stanoveny následující parametry: sušina, obsah bílkovin, tuku a laktózy, titrační kyselost. Dále byl proveden N- test, změřeno pH a stanovena hustota mléka. Poté bylo mléko použito pro stanovení syřitelnosti, hodnocení jakosti vzniklé sýřeniny, zjištění hmotnosti a stanovení sušiny vzniklé sýřeniny.

Vzorky mléka, které byly nejdříve krátkodobě podchlazeny na teplotu 0 – 4 °C, a také vzorky mléka zamrazené na -18 °C, byly následně vytemperovány na teplotu 37 °C, přičemž část každého ze vzorků byla ihned po vytemperování stanovena a část mléka se takto temperovala po dobu jedné hodiny. U těchto vzorků mléka bylo

provedeno stanovení titrační kyselosti a syřitelnosti. Dále byla posouzena jakost sýřeniny a stanovena hmotnost a sušina sýřeniny.

Sušina – Vzorek mléka byl stanoven vázkovou metodou podle normy ČSN ISO 6731 (2010). Mléko bylo sušeno v sušárně Binder při teplotě 102 °C do konstantní hmotnosti.

Tuk – Obsah tuku v mléce byl stanoven acidobutyrometrickou metodou podle Gerbra ČSN ISO 2446 (2010)

Bílkoviny – Celkový obsah dusíku v mléce byl stanoven dle ČSN EN ISO 8968-1(2002). Ke stanovení byl použit přístroj Kjeltex™ 8100/8200 od firmy Tecator. Na analytických vahách byl odvážen 1 ml mléka. Do mineralizační tuby se vzorkem mléka byly přidány 2 tablety Cu katalyzátoru a 12 ml koncentrované kyseliny sírové. Do porovnávací tuby (tzv. blank), byly vloženy pouze 2 tablety katalyzátoru a kyselina sírová. Tuby byly vloženy do Tecator Digester a hodinu mineralizovány při teplotě 420 °C. Poté byly tuby vyjmuty a přeneseny do analyzátoru Kjeltex 8200, kde byl parní destilací přenesen dusík z mineralizátu do předlohy (4% kyselina boritá s indikátory – methylenová červeň a bromkresolová zeleň). Předloha byla titrována 0,1 mol HCl o známém faktoru do změny barvy.

Laktóza – Obsah mléčného cukru byl stanoven polatrimetricky podle ČSN 57 0530 (1972).

SH – Titrační kyselost mléka byla stanovena podle ČSN 57 0530 (1972). Titrační kyselost byla stanovena titračně metodou dle Soxhlet-Henkela. Je dána spotřebou odměrného roztoku NaOH (0,25 mol.l-1) potřebného k neutralizaci všech kyselých reagujících látek na indikátor fenolftalein ve 100 ml mléka (GAJDŮŠEK, 1997).

pH – Aktivní kyselost byla proměřena na pH metru WTW 95 s elektrodou WTW SenTix 97, který byl předem kalibrován ústojným roztokem o pH 7 a pH 4 (ČSN 57 0530 (1972)).

Hustota – Měrná hmotnost (laktodenzimetrie) byla stanovena podle ČSN 57 0530 (1972).

N-test – U každého vzorku mléka byl informativně proveden N-test za účelem vyloučení onemocnění zánětem mléčné žlázy a s tím spojenými změnami ve složení mléka. Projev změny ve viskozitě vzniklého gelu, je dán počtem buněčných elementů v mléce. Popis reakcí N-testu je uveden v tabulce 5.

Tabulka 5: Popis reakcí N-testu (GAJDŮŠEK, 1997)

N-test	Popis reakcí N-testu
0 (negativní)	V šikmo dopadajícím světle se netvoří ulpívající film se zvlněným povrchem. V kolmém pohledu nepozorujeme tvorbu závoje na dně misky. Při krouživých pohybech se směs s nezměněnou konzistencí rozprostírá po obvodu misky.
+ (1)	V šikmo dopadajícím světle, při střídavém naklánění misky pozorujeme na dně ulpívající a opožděně stékající film se zvlněným povrchem. Tento stav má tendenci během 60 s vymizet. V kolmém pohledu nepozorujeme tvorbu závoje na dně misky. Při krouživých pohybech se směs rovnoměrně rozprostírá po obvodu misky
++ (2)	V šikmo dopadajícím světle pozorujeme při naklánění misky výrazněji odlišitelný, na dně ulpívající a opožděně stékající film se zvlněným povrchem. V kolmém pohledu pozorujeme tvorbu závoje na dně misky. Při krouživých pohybech se směs rovnoměrně rozprostírá po obvodu misky. Uvedené příznaky přetrvávají déle než 1 min s výraznou tendencí k úbytku intenzity.
+++ (3)	V šikmo dopadajícím světle pozorujeme při naklánění misky velmi výraznou tvorbu na dně ulpívajícího, opožděně stékajícího filmu se zvlněným povrchem. V kolmém pohledu pozorujeme výrazný závoj při krouživých pohybech se směs rovnoměrně rozprostírá po obvodu misky. Uvedené příznaky nejeví tendenci ke snížení výraznosti intenzity.
++++ (4)	V šikmo dopadajícím světle pozorujeme při naklánění misky velmi výraznou tvorbu na dně ulpívajícího, opožděně stékajícího filmu se zvlněným povrchem. V kolmém pohledu pozorujeme na dně misky tvorbu velmi výrazného závoje. Při krouživých pohybech se silně viskózní směs shlukuje uprostřed misky.

Syřitelnost – schopnost mléka srážet se syřidlem, určená jako doba (s), za kterou dojde k vytvoření prvních vloček sýřeniny působením syřidla přidaného k mléku ve vodní lázni při 35 °C (Gajdůšek, 1999).

Jakost sýřeniny – se posuzovala po inkubaci zasýřeného mléka 1 h v termostatu INCUCCELL 55 (od firmy BMT a.s. Brno – Cejl 48/50 65660) při 35 °C. Jakost sýřeniny se posuzovala po vyklopení na Petriho misku. Podle vzhledu a pevnosti vzniklé sýřeniny a vzhledu syrovátky byla hodnocena jakost sýřeniny jako I nejlepší až V nejhorší (tab. 6) (Gajdůšek, 1997).

Tabulka 6: Hodnocení kvality sýřeniny (Gajdůšek, 1997)

Třída jakosti	Vzhled sýřeniny a syrovátky
I	Sýřenina je velmi pevná, po vyklopení zachovává tvar. Syrovátka je čirá.
II	Sýřenina je méně pevná, méně zachovává tvar. Vylučování syrovátky není dokonalé.
III	Sýřenina je měkká, částečně se rozpadá.
IV	Sýřenina se rozpadá, vůbec nedrží tvar.
V	Nezřetelné, nebo žádné vyvločkování kaseinu.

Hmotnost sýřeniny – byla stanovena na digitálních vahách po 2 minutách odkapu syrovátky.

Sušina sýřeniny – byla stanovena v sušárně Binder referenční metodou podle ČSN ISO 5534 (2005).

4.2.2 Ovčí, kozí a kravské sýry

Výroba sýrů i jejich analýza proběhla v laboratořích Ústavu Technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně.

4.2.2.1 Postup výroby sýrů

Po provedení výše zmíněných stanovení byl z 1 litru mléka vyroben sýr. Nejprve se provedla pasterace mléka, která je vhodná pro výrobu sýrů (72 °C, 20 – 30 sec). K pasteraci mléka byl využit Mini pasterizátor FJ 16 na mléko a smetanu vyrobený pouze z oceli AiSi 304 (paster dodala firma Ketris). Po ochlazení mléka na 35 °C, bylo přidáno vypočítané množství tekutého chloridu vápenatého (36%), odpovídající 20 ml 40% CaCl₂ na 100 litrů mléka, dále byla přidána předem připravená smetanová kysaná kultura. Přídavek kultury byl vždy ve stejném množství, a to 4 % z hmotnosti mléka. Byla použita sušená smetanová kysaná kultura Laktoflora, určena pro přípravu kysaných mléčných potravin (výrobce MILCOM a.s.). Mléko s přidanou kysanou kulturou bylo vloženo do termostatu INCUCCELL 55. Termostat měl konstantní teplotu 35 °C a mléko zde bylo ponecháno do dosažení titrační kyselosti 8,5 SH, což odpovídalo času 30 – 40 minut. Nakonec bylo přidáno syřidlo.

Pro určení dávky syřidla byla nejprve vypočtena síla syřidla (S) podle vzorce (Gajdůšek, 1997):

$$S = \frac{V \times 2400}{T}$$

V – objem mléka v ml,

T – čas koagulace (srážení) v sekundách

Dávka syřidla (D) pak byla vypočtena podle vzorce (Gajdůšek, 1997):

$$D = \frac{M}{S} \times \frac{35}{t} \times \frac{40}{T}$$

S – síla syřidla podle Soxhleta, která je definována jako množství mléka v ml, které srazí 1 ml (resp. 1 g) syřidla za 40 minut (2400 s) při 35 °C.

M – množství syřeného mléka v ml,

t – teplota syření ve °C,

T – doba srážení v minutách.

Vypočtená dávka syřidla byla zředěna v poměru 1:1 s vodou, z důvodu lepšího rozptýlení v mléce a zabránění nesouměrnému srážení v mléce. Syřidlo bylo rychle rozmícháno do celého objemu a takto připravené zasýřené mléko bylo vloženo opět do termostatu na 35 °C po dobu 40 minut. Vzniklá sraženina byla pokrájena na kostičky přibližně 3 x 3 cm. Poté se sýřenina nechala asi 3 minuty v klidu a následovalo přetahování sýřeniny, které podpořilo uvolňování syrovátky. Přetahování sýřeniny se dělalo 3 x po 3 minutách. Pokrájené a přetahované sýrové zrno bylo naplněno do formiček a ty pak byly 5 x v přibližně 15 ti minutových intervalech otáčeny. Zde byl při výrobě ovčích sýrů postup upraven, protože 15 ti minutové intervaly nebyly u ovčích sýrů dostačující pro uvolnění syrovátky a slehnutí sýřeniny tak, aby bylo možno formy otočit a zachovat tvar sýrů. Ovčí sýry byly otáčeny po 30 minutách. Takto připravené sýry se nechaly do druhého dne prokysat při pokojové teplotě (cca 23 °C). Sýr prokysával 18h.

4.2.2.2 Rozbory ovčích, kozích a kravských sýrů

Po prokysání sýrů byla zjištěna celková hmotnost sýrů a hmotnost uvolněné syrovátky. Poté se provedlo stanovení pH, titrační kyselosti, sušiny, tuku a bílkovin u sýrů i syrovátky. Pro stanovení syrovátky byly použity stejné metody jako u stanovení mléka (viz kapitola 4.2.1). Sýry byly stanoveny dle následujících metod.

Aktivní kyselost – potenciometricky pomocí digitálního pH metru WTW pH 95 s elektrodou WTW SenTix 97, který byl předem kalibrován ústojným roztokem o pH 7 a pH 4. Pro stanovení bylo použito 10 g nastrohaného vzorku sýra, který se nechal vyluhovat 30 minut v 40 ml destilované vody (ČSN 57 0107, 1980).

Titrační kyselost – byla stanovena titrací 10 g vzorku, roztokem NaOH ($c = 0,25 \text{ mol/l}$), na indikátor fenolftalein do růžového zbarvení (ČSN 57 0107, 1980).

Sušina – byla stanovena v sušárně Binder, vážkovou metodou při $102 \pm 2 \text{ °C}$, do konstantní hmotnosti. Navážka 3 g homogenního vzorku nastrohaného sýra (ČSN ISO 5534, 2005).

Tuk – stanovení podle van Gulika. Rozpuštění netukových látek v sýru kyselinou sírovou, uvolněný tuk se oddělí v butyrometru odstředivou silou. Při této metodě se vyžadují speciální van Gulikovy butyrometry pro navážku 3,00 g sýru (ČSN EN ISO 1735, 2005).

Bílkoviny – Stanovení bylo provedeno podle ČSN EN ISO 8968-1 (2002). Ke stanovení byl použit přístroj Kjeltex™ 8100/8200 od firmy Tecator. Na analytických vahách bylo naváženo 0,5 g sýra a dále bylo stanovení provedeno stejně jako u vzorku mléka.

4.2.3 Rozbory Olomouckých tvarůžků

Druhá část disertační práce byla věnována sledování změn v chemickém složení Olomouckých tvarůžků v jednotlivých fázích výroby a zároveň také posouzení, zda změny v chemickém složení během výrobního procesu probíhají v jarním i letním období bez statisticky průkazných změn, tedy za stejných podmínek. Dále bylo posuzováno, zda má různé umístění tvarůžků ve zracím sklepu vliv na průběh zrání. Ve zracím sklepu se tvarůžky umísťují na zrací stojany, které jsou různě vzdálené od vstupních dveří. Posuzovány pak byly vzorky tvarůžků ze stojanu umístěného přímo u dveří (stojan 1) s tvarůžky ze stojanu umístěného nejdále od dveří (stojan 2). Cílem bylo zjistit, zda výměna vzduchu probíhající u vstupních dveří, a tedy u prvního stojanu s Olomouckými tvarůžky, může ovlivňovat průběh jejich zrání. Tyto změny byly sledovány u tvarůžků formovaných do tvaru koleček a tyčinek.

Vzorky byly vždy předem postrouhány a důkladně homogenizovány, a poté stanoveny ve třech opakováních.

U vzorků byla stanovena sušina, titrační kyselost a aktivní kyselost dle stejných postupů, které uvádí kapitola 4.2.2.2 a dále byl stanoven obsah chloridu sodného.

Obsah chloridu sodného – byl stanoven přímou titrací výluhu roztokem dusičnanu stříbrného ($c = 0,1 \text{ mol/l}$) dle normy ČSN 57 0107-12:1982, ČSN EN ISO 5943 (2007).

4.2.4 Statistické vyhodnocení

Pro statistické vyhodnocení byl použit program UNISTAT 5.1. Pro zjištění, zda se jedná o statisticky významný rozdíl, byl proveden Tukeyův test. Hladiny významnosti byly vyznačeny do příslušných tabulek.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Disertační práce byla členěna na dvě části:

Zjištění, zda je možné dlouhodobé uchování ovčího a koziho mléka a jeho následné použití pro výrobu čerstvých sýrů bez změn ve výrobě a výtěžnosti sýrů.

Sledování výroby tvarůžků od vstupní suroviny, kterou je průmyslový tvaroh, až po výrobek na konci doby minimální trvanlivosti. Zjišťování, zda roční období, poloha umístění ve zracích skladech, ale také tvar výrobku, ovlivňují průběh zrání.

5.1 Vliv uchování mléka na výrobu sýrů

Cílem práce bylo zjistit, zda teploty skladování a zamražení mléka ovlivňují syřitelnost mléka a následnou výrobu a výtěžnost sýrů a zda případný vliv způsobu skladování je stejný u kravského, ovčího i koziho mléka.

Vzhledem ke krátkému laktačnímu období ovcí bylo cílem zjistit, zda je možné zejména ovčí mléko zamrazit po dobu několika měsíců v běžném mrazícím zařízení určeném především pro domácnost a toto mléko později použít ke zpracování na výrobu sýrů bez významných změn a to především technologických vlastností mléka důležitých při výrobě sýrů. Chov ovcí na území České republiky se zaměřením na produkci mléka a mléčných výrobků je stále více oblíbený a pro malé farmáře je tedy důležité udržet si místo na trhu i v měsících mimo laktační období.

Stejný zájem o udržení si místa na trhu je ale i u farmářů s výrobky z koziho mléka. Proto byla všechna stanovení provedena taktéž s mlékem kozím.

U vzorků ovčího a koziho mléka odebíraných v průběhu laktace a také u vzorků kravského mléka z automatu jsme nejprve provedli základní stanovení (tabulka 7), jako jsou sušina, tuk, bílkoviny, laktóza, titrační kyselost, aktivní kyselost, hustota, N-test. Tato stanovení byla provedena u mléka vytemperovaného na 20 °C, tak jak uvádí příslušné normy pro analýzu základních složek mléka.

Tabulka 7: Základní parametry vzorků testovaného mléka (n = 12)

Vzorek	S %	T %	B %	L %	SH	pH	H °L	N-test
1SR	18,34*	7,35*	6,07*	4,31**	10,07**	6,55*	33,6**	2**
2SR	18,79**	8,8**	7,08**	3,02*	8,61*	6,60**	32,8*	0*
Průměr	18,57	8,08	6,58	3,67	9,34	6,58	33,2	1
s_x	0,32	1,03	0,71	0,91	1,03	0,04	0,57	1,41
1ČR	18,44	7,67	5,23	4,81**	9,42	6,50	33,7	2*
2ČR	18,11*	7,27*	5,12*	4,51	13,68**	5,77*	33,6	2*
3ČR	20,28	8,77	6,06	4,15	9,02*	6,51	32,6*	2*
4ČR	26,19**	12,62**	8,27**	3,37*	9,52	6,61**	34,6**	3**
Průměr	20,76	9,08	6,17	4,21	10,41	6,35	33,6	2,25
s_x	3,75	2,44	1,46	0,62	2,19	0,39	0,82	0,5
1KZ	12,11	3,69	2,78	4,49	5,25*	6,62	27,9	1*
2KZ	10,85*	2,73*	2,79	4,69**	5,65	6,56*	26,8	2-3**
3KZ	11,05	3,21	2,70*	4,20*	5,55	6,60	26,4	2
4KZ	12,14**	3,79**	3,36**	4,36	7,24**	6,63**	27,5	2-3**
Průměr	11,54	3,36	2,91	4,44	5,92	6,60	27,15	2
s_x	0,68	0,49	0,30	0,21	0,89	0,03	0,68	0,71
1KR	12,47**	3,74**	2,96*	4,66*	7,14**	6,66*	28,7*	1*
2KR	12,13*	3,36*	3,13**	4,79**	6,14*	6,72**	29,7**	2**
Průměr	12,3	3,55	3,05	4,73	6,64	6,69	29,2	1,5
s_x	0,24	0,27	0,12	0,09	0,71	0,04	0,71	0,71

SR...ovčí mléko Slovensko, ČR...ovčí mléko Česká republika, KZ...kozí mléko, KR...kravské mléko, S...sušina mléka (%), T...tuk mléka (%), B...bílkoviny mléka (%), L...laktóza mléka (%), SH...titrační kyselost, pH...aktivní kyselost, H...hustota mléka (°L), *...minimum, **...maximum, s_x...směrodatná odchylka.

Mléko ovčí

Z tabulky 7 je zřejmé, že naměřené údaje u vzorků ovčího mléka z České republiky i ze Slovenska mají u hodnoty sušiny, tuku i bílkoviny zvyšující se tendenci, naproti tomu dochází k mírnému poklesu obsahu laktózy. Tyto změny během laktace uvádí také autoři Pavić et al. (2002); Keresteš et al. (2008) a Horák et al. (2012). Celková

průměrná sušina stanovovaných vzorků mléka byla (18,57 resp. 20,76 %). Průměrné hodnoty jednotlivých složek jsou však u hodnoty tuku (8,08 resp. 9,08 %) a bílkovin (6,58 resp. 6,17 %) vyšší, než uvádí Vaněk, Štolc et al. (2002), Park et al. (2007), Raynal-Ljutovac et al. (2008) i Horák et al. (2012), naopak obsah laktózy (3,67 resp. 4,21 %) jsme naměřili nižší. Autoři Raynal-Ljutovac et al. (2008) uvádí průměrné hodnoty pro ovčí mléko za roky 1973 – 2005, kde byla sušina 18,1 %, tuk 6,82 %, bílkoviny 5,59 % a laktóza 4,88 %. Podle dostupných zdrojů má ovčí mléko 2x více tuku a o 40 % více bílkovin než kravské nebo kozí mléko (Wendorff, 2003), což potvrzují i výsledné hodnoty našich vzorků mléka.

U vzorku ovčího mléka z farmy Brníčko (2ČR), nedochází ke zvyšování obsahu základních složek mléka, oproti vzorku 1ČR, tak jak by tomu mělo být v průběhu laktační periody, ale naopak dochází k jejich snížení a může nám to tedy signalizovat změny v kvalitě složení mléka. Toto potvrzuje také hodnota titrační kyselosti, která byla značně zvýšená (13,68 SH). Podle Paviče et al. (2002), je průměrná titrační kyselost 9,30 SH. Námi naměřená průměrná hodnota titrační kyselosti byla 10,41 SH, avšak bez výše zmíněného vzorku (2ČR) byla 9,32 SH. Průměrná titrační kyselost vzorků ovčího mléka ze Slovenska byla 9,34 SH.

Aktivní kyselost ovčího mléka ze Slovenska byla 6,58, což odpovídá rozmezí 6,51 – 6,85, které uvádí Fox et al. (2000), pH ovčího mléka z České republiky je nižší 6,35. Tato hodnota je však opět ovlivněna hodnotou pH u vzorku 2ČR, stejně jako tomu bylo u titrační kyselosti mléka.

Průměrná hustota vzorků ovčího mléka je 33,2 resp. 33,6 °L. Naše vzorky měly tedy nižší hustotu, než uvádí autoři Haenlein a Wendorff (2006), kteří naměřili 34,7 – 38,4 °L.

U stanovení N-testu, tedy orientačního stanovení somatických buněk v mléce, můžeme vidět zhoršení u vzorku ovčího mléka 4ČR. Tyto zvýšené hodnoty somatických buněk mohou způsobovat problémy při zpracování mléka. Námi stanovené hodnoty N-testu u ovčího mléka však nemusí znamenat, že by u ovcí probíhala mastitida, i když současně naměřený nižší obsah laktózy tomu nasvědčuje. Nicméně vyšší hodnoty somatických buněk bývají u ovčího mléka naměřeny často. Počty somatických buněk by neměly překročit hranici 750 000 v 1 ml bazénového vzorku

(Horák et al., 2012). V České republice však neexistuje norma pro ovčí mléko určující limitní hodnotu PSB.

Mléko kozí

Složení kozího mléka vykazovalo na začátku a na konci laktace vyšší hodnoty sušiny, tuku a bílkovin, zatímco uprostřed laktace byly tyto hodnoty nižší. Tyto změny obsahových složek v průběhu laktace potvrzuje také Schmidt (1971). Snížení obsahových složek v letních měsících je z důvodu vyšší dojivosti, při opětovném snížení dojivosti ke konci laktace jsou hodnoty sušiny, tuku i bílkovin opět navýšeny. Průměrné hodnoty sušiny (11,54 %), tuku (3,36 %) a bílkovin (2,91 %) u sledovaných vzorků kozího mléka jsou nižší než hodnoty, které uvádí Park et al. (2007) (viz kapitola 3.2.2), naopak průměrný obsah laktózy (4,44 %) je vyšší, nedosahuje však hodnoty uvedené v publikaci Hui (2006), který uvádí obsah laktózy v kozím mléce 4,8 %. Raynal-Ljutovac et al. (2008) uvádí sušinu kozího mléka v rozmezí 11,6 až 14,8 %, tedy také vyšší než u našich vzorků mléka. Přidalová et al. (2009) stanovila tučnost kozího mléka nižší 3,06 % a obsah laktózy vyšší 4,5 % než u našich vzorků. Obsah bílkovin pak stanovil Fekadu (2005) 2,92 %, což je hodnota srovnatelná s našimi výsledky. Hui (2006) uvádí obsah bílkovin v kozím mléce vyšší 3,8 %, stejně tak i obsah tuku 5,6 %.

Titrační kyselost kozího mléka byla v průměru 5,92 SH, což je vyšší, než hodnota od Gajdůška (2002) 5,66 SH, stejně jako od Kouřimské a Charvátové (2008) 6,85 SH.

Naměřená hodnota pH 6,6 kozího mléka odpovídá průměru, který uvádí Park et al. (2007) 6,5 – 6,8.

Hustota kozího mléka byla v průměru 27,15 °L. Podle Park et al. (2007) by měla být hustota kozího mléka vyšší, v rozmezí 29 až 39 °L. Tato nižší hodnota hustoty mléka souvisí s nižším zastoupením tuku a bílkovin ve stanovovaných vzorcích kozího mléka.

Vzhledem k neexistujícím standardizovaným limitům somatických buněk v kozím mléce, stejně tak jak je tomu u ovčího mléka, byly somatické buňky stanoveny orientačně N-testem. Podle popisů reakcí N-testu, které uvádí Gajdůšek (1997), bylo mléko vyhodnoceno v průměru číslem 2. U kozího mléka je běžné, že vykazují horší výsledky PSB nežli mléko kravské.

Mléko kravské

Stanovené hodnoty kravského mléka odpovídaly hodnotám uvedeným v ČSN 57 0529 (1993) i průměrnému složení mléka podle Park et al. (2007), kteří uvádějí, že průměrná sušina kravského mléka je 12,6 %, tuk 3,6 %, bílkoviny 3,2 % a laktóza 4,7 %.

Průměrná hodnota titrační kyselosti u vzorků kravského mléka byla 6,64 SH, což odpovídá hodnotám titrační kyselosti dle ČSN 57 0529 (1993), která uvádí rozmezí 6,2 – 7,8 SH, stejně jako hodnotám 6,6 – 8,3 SH uvedeným autory McSweeney a Fox (2009).

Aktivní kyselost kravského mléka by se měla podle ČSN 57 0529 (1993) pohybovat v rozmezí 6,5 – 6,7 pH, podobně uvádí i Zadražil (2002) 6,5 – 6,8 pH, čemuž také odpovídají hodnoty našich vzorků kravského mléka.

Hustota kravského mléka byla v průměru 29,2 °L. Čerstvě nadojené mléko dosahuje hustoty 27,7 až 32,0 °L, která se rychle mění se změnou obsahu plynů v mléce (Snášelová et al., 2009).

Po provedení základních rozborů, byla u mléka stanovena syřitelnost, jakost vzniklé sýřeniny, hmotnost sýřeniny a sušina sýřeniny. Pro tato stanovení byly použity vzorky mléka uchovávané a temperované podle popisu v kapitole 4.2.1. Tedy část mléka vytemperovaná na 20 °C, část podchlazená na 0 – 4 °C a poté temperovaná na 37 °C a část byla zamrzána při teplotě -18 °C po dobu 3 měsíce (resp. 1 měsíc) a následně vytemperovaná. Podchlazení mléka bylo použito pro potvrzení či vyvrácení tvrzení některých autorů, že u mléka kravského dochází při podchlazení pod 4 °C k odštěpení β -kaseinu z kaseinové micely, fosforečnan vápenatý se stane rozpustný a zmenší se velikost micely (Fox et al., 2000; Raynal, Remeuf, 2000; Roginski et al., 2003), což způsobuje problémy při výrobě sýrů. U ovčího mléka by toto podchlazení nemělo ovlivnit fyzikálně chemické vlastnosti. Zamrazení mléka nás zajímá z důvodu možného uchování mléka pro použití v období mimo laktační období, případně pro míchání mlék z různého stádia laktace, za účelem vyrovnání obsahových složek mléka a standardizaci mléčných produktů.

Autoři Storry, et al. (1983) uvádějí, že srážení mléka probíhá rychleji se zvyšujícím se obsahem Ca v mléce, ale mírný pokles byl nalezen při vysoké hladině tuků v mléce, tj. 5-10 %. Několik jiných autorů taktéž prokázalo, že zvýšená koncentrace mléčného tuku prodlužuje dobu srážení (Beeby, 1959; Johnston a Murphy, 1984; Marshall, 1982; Mateo, 2008). Tato tvrzení nám vysvětlují prodlužující se dobu srážení ovčího mléka z farmy Velká Lúka (tabulka 8), která se prodlužovala se zvyšujícím se obsahem tuku 295 a 485 sekund, ale i vzorky z farmy Brničko (tabulka 9), kde se syřitelnost pohybovala od 61 do 182 sekund v průběhu laktace, s výjimkou druhého vzorku mléka (2ČR), které bylo sražené za 25 sekund zřejmě vlivem zvýšené kyselosti mléka. To nám potvrzuje autor Bencini (2002), který uvádí vztah mezi pH a syřitelností mléka. Čím nižší pH, tím kratší doba srážení mléka, což se prokázalo u všech analyzovaných vzorků mléka. Na základě našich výsledků syřitelnosti můžeme tedy potvrdit, že u ovčího mléka se v průběhu laktace zvyšuje obsah bílkovin a tuku, což má za následek prodloužení doby srážení mléka syřidlem.

Stejný vztah mezi obsahem tuku a rychlostí sýření ukazují také výsledky syřitelnosti mléka kozího (tabulka 10). Při nejvyšším obsahu tuku 3,79 % bylo mléko zasýřeno za 180 sekund, naopak při nejnižším obsahu tuku 2,73 % se mléko sýřilo pouze 140 sekund. Autoři Parkash, Jenness (1968) a Remeuf, Lenoir (1986) ve svých publikacích uvádí, že rychlost sýření kozího mléka je kratší než u kravského mléka. Toto tvrzení naše výsledky nepotvrdily. Rychlost srážení kozího mléka se pohybovala od 140 do 180 sekund, kdežto u mléka kravského byla syřitelnost 105 a 127 sekund. Naším výsledkům odpovídá tedy spíše vztah, který popisuje Solaiman (2010) ve své publikaci, že nižší obsah kaseinu v kozím mléce, v porovnání s mlékem kravským, úzce souvisí s pomalejším srážením mléka a s nižší výtěžností sýřeniny během výroby sýrů.

U mléka kravského byl pouze nepatrný rozdíl v obsahu tuku a doba srážení mléka se zde neprodlužovala (tabulka 11), naopak u vzorku s nižším obsahem tuku, byla doba srážení delší. Tyto rozdíly však nebyly tak významné jako u mléka ovčího. Kravské mléko nevykazuje tak výrazné změny ve složení mléka v průběhu laktace a nevznikají tedy významné změny při výrobě mléčných výrobků.

U všech vzorků ovčího mléka (ČR i SR) byla jakost vzniklé sýřeniny velmi dobrá, nebo dobrá, pevná, po vyklopení zachovávala tvar. Podle autorů Guinee et al. (1997) lze říci, že tuk a bílkoviny v mléce zvyšují pevnost gelu. Což bylo možné pozorovat

u 4 vzorků ovčího mléka z farmy Brníčko, u kterých byla patrná zvyšující se pevnost sraženiny v průběhu laktace, kdy se současně zvyšoval obsah tuku a bílkovin. Na jakost sýřeniny má vliv také koncentrace kaseinu v mléce, který podle Remeuf, Lenoir (1986) ovlivňuje reologické vlastnosti sýřeniny, rychlost srážení a na pevnost sýřeniny. Existuje pozitivní korelace mezi obsahem kaseinu a množstvím syrovátky zadržené v sýřenině. Čím více kaseinu mléko obsahuje, tím méně je zadrženo syrovátky v sýřenině (Storry et al., 1983). U čtvrtého vzorku ovčího mléka z farmy Brníčko (4ČR) byla zjištěna horší jakost sýřeniny oproti ostatním vzorkům ovčího mléka, ale i tak byla hodnocena jako dobrá. V chemickém složení tohoto vzorku mléka byl značně vyšší obsah sušiny, tuku i bílkovin oproti ostatní vzorkům. Po orientačním stanovení N testem byla zjištěna horší kvalita mléka z pohledu somatických buněk, což je podle některých autorů důvodem právě zhoršené jakosti sýřeniny. Horák et al. (2012) uvádí, že jakost sýřeniny je ovlivněna především počtem somatických buněk, jejichž rostoucí počet zhoršuje finální jakost sýřeniny.

Sýřenina z kozího mléka byla hodnocena jako nejméně pevná, měkká až rozpadavá. Storry et al. (1983) uvádí, že sýřenina kozího mléka není tak pevná, jako z mléka kravského při stejném obsahu kaseinu. Podle Foxe (2004) mají sýry z kozího mléka méně pevnou sýřeninu a výtěžnost syra je také nižší, díky nižšímu obsahu α_{S1} -kaseinu.

U vzorku mléka kravského byla jakost vzniklé sýřeniny dobrá, ne však tak pevná, jako u mléka ovčího. Toto potvrzuje také Wendorff (2003), že ovčí mléko vytváří pevnější sýřeninu, než mléko kravské.

Syrovátka, která se uvolnila po zasýření vzorků ovčího mléka byla čirá a měla žlutozelenou barvu. V některých případech však vylučování syrovátky nebylo dokonalé. Toto se projevovalo například u vzorku ovčího mléka z farmy Brníčko na konci stádia laktace (4ČR), kdy byla pevná sýřenina, avšak nedokonalé uvolňování syrovátky, která měla bělavou barvu. U vzorku kravského mléka byla syrovátka čirá, místy s uvolněnými sraženými kousky. Syrovátka z kozího mléka byla mírně zakalená.

U vzorků ovčího mléka z farmy Brníčko docházelo se zvyšujícím se množstvím tuku a bílkovin v mléce, také ke zvýšení hmotnosti vzniklé sýřeniny, která byla na začátku laktace 54,14 g a na konci laktace 82,72 g (tabulka 9). U zasýřeného vzorku mléka z farmy Velká Lúka byla naopak hmotnost vzniklé sýřeniny nižší u vzorku s vyšším zastoupením tuku a bílkovin, avšak není zde příliš veliký rozdíl mezi

hodnotami. U kravského mléka byla vyšší hmotnost sýřeniny u prvního vzorku 47,44 g, kde byl nepatrně vyšší obsah sušiny a tuku. Druhý vzorek kravského mléka měl hmotnost vzniklé sýřeniny 27,99 g. Z výsledků hmotnosti vzniklé sýřeniny je patrné, že z ovčího mléka se získá téměř dvojnásobné množství sýřeniny, než z mléka kravského, v závislosti na stádiu laktace, tedy na obsahu tuku a bílkovin v mléce. U kozího mléka byla zjištěna nejvyšší hmotnost sýřeniny 31,39 g na začátku laktace (1KZ), kdy byla zároveň i nejlépe hodnocena jakost sýřeniny I – II, naopak nejmenší hmotnost sýřeniny 21,92 g byla zjištěna u vzorku (2KZ) s nejhorší jakostí sýřeniny IV, která se rozpadala.

Sušina sýřeniny byla u čerstvého ovčího mléka mezi hodnotami 21,12 až 28,96 %. Výjimkou byl vzorek ovčího mléka z farmy Brníčko (2ČR). U tohoto mléka byla sušina sýřeniny 34,56 %, tedy výrazně vyšší, zřejmě z důvodu vysoké titrační kyselosti, která byla také důvodem rychlejšího zasýření mléka. U mléka kravského byla sušina sýřeniny 17,01 a 23,13 %. Sušina sýřeniny z kozího mléka se pohybovala od 21,34 do 24,57 %. Nejvyšší sušina sýřeniny byla u vzorku (2KZ), kde docházelo k rozpadání sýřeniny, současně zde byla nejnižší váha sýřeniny. Toto může být také důvod pro nejvyšší sušinu, protože při rozpadání sýřeniny a následném dvouminutovém odkapu pro zjištění hmotnosti se odloučí také více syrovátky, nežli u pevnější sýřeniny, která syrovátku uvolňuje pomaleji.

Tabulka 8: Vliv uchování ovčího mléka na průběh sýření a kvalitu vzniklé sýřeniny (farma Velká Lúka) (n = 10)

Označení vzorku	Uchování mléka	6-8 °C	Podchlazení 0-4 °C		Zamrazení 1 měsíc při -18 °C	
		20 °C	37 °C krátce	37 °C po dobu 1 hod.	37 °C krátce	37 °C po dobu 1 hod.
1SR	SH	10,07	9,88	10,27	9,58	9,88
	Syř. (s)	295	269	251	246	213
	Jakost sýř.	I	I-II	I	I-II	I
	H. Sýř. (g)	75,54	78,07	72,17	75,47	72,01
	S. sýř. (%)	21,12	21,19	22,02	21,43	23,47
2SR	SH	8,61	8,59	8,61	8,86	8,66
	Syř. (s)	485	478	415	431	389
	Jakost sýř.	I-II	I-II	I-II	II	II
	H. Sýř. (g)	71,80	51,98	81,18	71,82	74,31
	S. sýř. (%)	25,15	27,06	21,73	23,91	23,01

SH...titrační kyselost, Syř....syřitelnost (v sekundách), Jakost sýř...jakost sýřeniny (I-V), H. sýř....hmotnost sýřeniny, S. sýř...sušina sýřeniny (%)

(Výsledky ovčího mléka ze Slovenska byly zveřejněny také v diplomové práci Otmára, 2011)

Tabulka 9: Vliv uchování ovčího mléka na průběh sýření a kvalitu vzniklé sýřeniny (farma Brničko) (n = 20)

Označení vzorku	Uchování mléka	6 – 8 °C	Podchlazení 0 – 4 °C		Zamrazení 3 měsíce při -18 °C	
	Temperace před stanovením	20 °C	37 °C krátce	37 °C po dobu 1 hod.	37 °C krátce	37 °C po dobu 1 hod.
1ČR	SH	9,42	9,22	9,52	10,11	11,39
	Syř. (s)	61	56	39	25	35
	Jakost sýř.	I-II	I	I	I	I-II
	H. Sýř. (g)	54,14	70,65	63,07	66,82	65,70
	S. sýř. (%)	27,52	23,70	25,01	23,64	24,34
2ČR	SH	13,68	15,27	19,23	13,88	17,65
	Syř. (s)	25	18	16	21	16
	Jakost sýř.	II	I-II	I-II	I-II	I
	H. Sýř. (g)	33,47	56,09	47,56	45,13	44,99
	S. sýř. (%)	34,56	25,99	29,54	33,14	30,72
3ČR	SH	9,02	8,82	8,82	8,33	8,43
	Syř. (s)	88	91	85	79	96
	Jakost sýř.	I-II	I	I	II	I-II
	H. Sýř. (g)	69,34	82,16	76,98	72,04	74,84
	S. sýř. (%)	25,47	22,83	23,65	24,89	24,14
4ČR	SH	9,52	9,52	9,72	10,51	9,81
	Syř. (s)	182	177	164	384	279
	Jakost sýř.	II	II	II	I-II	I-II
	H. Sýř. (g)	82,72	86,75	88,64	86,99	94,69
	S. sýř. (%)	28,96	27,64	27,59	28,51	28,45

SH...titrační kyselost, Syř....syřitelnost (v sekundách), Jakost sýř...jakost sýřeniny (I-V), H. sýř....hmotnost sýřeniny, S. sýř....sušina sýřeniny (%)

Tabulka 10: Vliv uchování koziho mléka na průběh sýření a kvalitu vzniklé sýřeniny (kozí dvorek Olešenka) (n = 20)

Označení vzorku	Uchování mléka	6 – 8 °C	Podchlazení 0 – 4 °C		Zamrazení 3 měsíce při -18 °C	
		20 °C	37 °C krátce	37 °C po dobu 1 hod.	37 °C krátce	37 °C po dobu 1 hod.
1KZ	SH	5,25	5,35	5,15	5,45	5,55
	Syř. (s)	155	150	154	161	155
	Jakost sýř.	I-II	III	II-III	II	II-III
	H. Sýř. (g)	31,39	29,24	28,68	29,55	30,92
	S. sýř. (%)	22,95	22,65	25,42	24,48	22,84
2KZ	SH	5,65	5,55	5,55	5,25	5,25
	Syř. (s)	140	140	127	130	125
	Jakost sýř.	IV	III	III-IV	I-II	I-II
	H. Sýř. (g)	21,92	29,06	22,16	26,91	32,88
	S. sýř. (%)	24,57	26,08	20,99	24,44	21,04
3KZ	SH	5,55	5,50	5,50	5,45	5,15
	Syř. (s)	155	157	150	1370	1520
	Jakost sýř.	II-III	II	III	I-II	II
	H. Sýř. (g)	30,08	26,97	23,45	21,51	34,64
	S. sýř. (%)	21,34	22,72	22,87	23,25	17,73
4KZ	SH	7,24	7,04	7,04	4,96	5,06
	Syř. (s)	180	171	161	445	600
	Jakost sýř.	II	I-II	I-II	V	V
	H. Sýř. (g)	28,34	32,1	41,31	4,47	4,61
	S. sýř. (%)	22,80	20,94	19,01	-	-

SH...titrační kyselost, Syř....syřitelnost (v sekundách), Jakost sýř...jakost sýřeniny (I-V), H. sýř....hmotnost sýřeniny, S. sýř....sušina sýřeniny (%)

Tabulka 11: Vliv uchování kravského mléka na průběh syření a kvalitu vzniklé sýřeniny (n = 10)

Označení vzorku	Uchování mléka	6 – 8 °C	Podchlazení 0 – 4 °C		Zamrazení 3 měsíce při -18 °C	
	Teperace před stanovením	20 °C	37 °C krátce	37 °C po dobu 1 hod.	37 °C krátce	37 °C po dobu 1 hod.
1KR	SH	7,14	6,74	6,64	6,94	7,04
	Syř. (s)	105	90	96	94	108
	Jakost sýř.	II	I-II	I-II	I-II	I-II
	H. Sýř. (g)	47,44	50,78	51,81	51,81	41,25
	S. sýř. (%)	17,01	17,68	18,07	17,37	20,76
2KR	SH	6,14	6,05	5,95	5,85	5,85
	Syř. (s)	127	120	122	133	129
	Jakost sýř.	II	I-II	I-II	II	II-III
	H. Sýř. (g)	27,99	34,16	38,17	59,88	40,96
	S. sýř. (%)	23,13	19,90	19,00	15,45	19,14

SH...titrační kyselost, Syř....syřitelnost (v sekundách), Jakost sýř...jakost sýřeniny (I-V), H. sýř....hmotnost sýřeniny, S. sýř...sušina sýřeniny (%)

Zamrazení mléka slouží pro zjištění možného vzniku změn v syřitelnosti, která je velice důležitá pro výrobu sýrů a následnou výtěžnost. Teperace zamrazeného mléka na 37 °C byla zvolena pro posouzení případné návratnosti změn způsobených během podchlazení či zamrazení mléka. Byly zvoleny dva způsoby teperace, a to na 37 °C, kdy bylo mléko hned po dosažení této teploty použito k analýzám a druhý způsob teperace na 37 °C po dobu jedné hodiny.

Při vizuální kontrole zamrazeného mléka bylo možné pozorovat sraženinu (agregaci bílkovin). Podle Walstra et al. (2006) je agregace vratná mícháním při nízkých teplotách (např. 5 °C), v případě že mléko nebylo zamrazeno po dlouhou dobu a agregace není příliš silná. Zhang et al. (2006) prováděli pokusy se skladováním mléka a zjistili, že dle

vizuální kontroly, mléko skladované při $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ mělo dobrou stabilitu a homogenitu po dobu 6 měsíců zamrazení, ale mléko skladované při teplotě $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ prokázalo srážení proteinu po 3 měsících. Homogenita tohoto mléka však byla obnovena po pasteraci při $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 30 minut. K těmto výsledkům došel také Wendorff (2001). Tvrzení těchto autorů se shoduje také s vizuální kontrolou našich vzorků rozmrazeného mléka, kdy bylo možné u některých vzorků pozorovat agregaci bílkovin. Agregace však byla vratná následnou temperací mléka. U našich vzorků bylo nejprve mléko pozvolna rozmrazeno v chladničce, poté vytemperováno. U vzorku koziho mléka 4KZ, tedy z konce laktace došlo při zamrazení k silné agregaci, která již nebyla vratná ani při pomalém rozmrazování mléka při nízkých teplotách, ani při pasteraci mléka. Toto mléko poté vykazovalo problémy při zjištění syřitelnosti, která se nedala přesně určit, a pro výrobu sýrů bylo mléko nevhodné.

Podchlazení a zamrazení mléka nemělo významný vliv na titrační kyselost téměř u žádné skupiny vzorků. Vyjímkou byl vzorek koziho mléka 4KZ, který po zamrazení vykazoval silnou agregaci, která byla nevratná a zřejmě měla vliv také na titrační kyselost mléka, která byla nižší (4,96 resp. 5,06 SH) než u vzorku mléka chlazeného na $6 - 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (7,24 SH) a podchlazeného na $0 - 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (7,04 SH).

Při posuzování vlivu podchlazení a zamrazení mléka na syřitelnost bylo zjištěno, že teplota uchování mléka měla vliv na rychlost srážení mléka. U obou skupin vzorků ovčího mléka vedla změna teploty uchování mléka k rychlejšímu srážení, s výjimkou vzorku 4ČR z farmy Brníčko, kde došlo po zamrazení k prodloužení doby syření. Což lze zřejmě dávat do souvislosti se zhoršenými výsledky N-testu, kde zvýšené počty somatických buněk po zamrazení ovlivnily dobu syření. Při zamrazování somatické buňky praskají a jejich enzymy mohou způsobovat problémy při zpracování mléka. Nejdelší čas srážení mléka byl u vzorku 4ČR zřejmě také proto, že zde byla naměřena zvýšená koncentrace mléčného tuku, která snižuje rychlost srážení, jak potvrzují také autoři Beeby (1959); Johnston and Murphy (1984); Marshall (1982); Lukášová et al. (1999); Mateo (2008).

U vzorků mléka kravského nemělo podchlazení ani zamrazení mléka vliv na rychlost srážení.

U mléka koziho byla všeobecně delší doba potřebná k zasýření mléka. U vzorku 1KZ a 2KZ nebyly významné rozdíly v syřitelnosti mezi mlékem chlazeným,

podchlazeným, či zamrazeným. U vzorku 3 KZ byla potřeba dlouhá doba pro zasýření mléka, avšak mléko se zasýřilo s výslednou lepší jakostí sýřeniny, než mléko chlazené či podchlazené. Na konci laktace 4 KZ se u mléka zamrazeného objevila silná a nevratná agregace mléka. Ačkoliv se sýření tohoto mléka provádělo, bylo velice těžké rozpoznat změnu již sraženého mléka a v tabulce 10 jsou tedy uvedeny časy, za které pravděpodobně došlo k zasýření mléka. Jakost sýřeniny pak byla hodnocena stupněm V, odpovídající nezřetelnému vyvločkování kaseinu.

Z výsledků analýz jsme potvrdili, že vlastnosti ovčího mléka nejsou významně ovlivněny během skladování, tak jak uvádí ve své publikaci Raynala and Remeufa (2000). Naopak nebyly potvrzeny studie autorů Ali et al. (1980) a Walstra and Vliet (1986), kteří uvádí, že skladování kravského mléka při chladničkových teplotách zvyšuje čas srážení. Stejně tak tvrzení autorů Lukášová et al. (1999), kteří uvádí, že hluboké zchlazení či zmrazení mléka vede ke změnám, především u součástí s hydrofobními vazbami, které mají při nízkých teplotách nižší stabilitu. Větší množství takových vazeb mají kaseiny. Hydrofobní vazby působí při tělesné teplotě asociaci kaseinových micel a submicel. Se snižováním teploty klesá pevnost hydrofobních vazeb a asociáty se rozpadají na menší částice. To způsobuje mimo jiné zřetelné zhoršení syřitelnosti mléka (Lukášová et al., 1999).

Zamrazení na teplotu $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 3 měsíce (resp. 1 měsíc), ani krátkodobé podchlazení na teplotu $0 - 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ nemá vliv na syřitelnost ovčího a kravského mléka a v mléce nedochází k tak výrazným změnám, jak uvádí výše zmínění autoři. Tato studie nám tedy ukazuje, že ze začátku laktační periody zamrazení nemělo vliv na zhoršení syřitelnosti, naopak u 1ČR a 3ČR vzorku mléka vykazovalo nejlepší syřitelnost mléko zamrazené a po vytemperování na $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ ihned analyzované. U vzorku 4ČR však byla doba potřebná k zasýření mléka nejdélší, což potvrzuje, že zvýšená koncentrace mléčného tuku snižuje rychlost srážení. Na základě našich výsledků by se dalo shrnout, že ze začátku, kdy je nižší zastoupení bílkovin a tuku v mléce nemá zamrazení po dobu 3 měsíce negativní vliv na syřitelnost, avšak na konci laktace, při značně zvýšeném obsahu těchto složek a ještě pokud je zvýšená také hodnota PSB v mléce, dochází k většímu poškození mléka během zamrazení a je ovlivněna syřitelnost mléka negativně. U vzorku kozího mléka byly pozorovány problémy s uchováním mléka při $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a následnou syřitelností u vzorku 3KZ. Vzorek 4KZ vykazoval problém již při vizuální kontrole po rozmrazení.

Hmotnost vzniklé sýřeniny u vzorků 1SR a 2SR nevykazovala výrazné změny při podchlazení či zamrazení mléka, stejně jako sušina sýřeniny (tabulka 8). U ovčího mléka z České republiky bylo znatelné zvýšení hmotnosti sýřeniny u všech vzorků podchlazených, stejně jako u všech zamrazených vzorků. Opačně tomu bylo u obsahu sušiny, která se mírně snižovala při podchlazení a zamrazení mléka (tabulka 9). To znamená, že vzorky mléka, u kterých bylo provedeno zamrazení, v sobě zadržují více vody. Tyto hodnoty by souvisely s případnou kvalitou a výtěžností sýrů, které jsou dle Wendorffa (2001) zamrazením negativně ovlivněny. Současně je zde vidět, že se zvyšujícím se obsahem bílkovin a tuku v mléce se zvyšuje také hmotnost vzniklé sýřeniny. Stejně tak se chovalo i mléko kravské, kde také byla vyšší hmotnost sýřeniny u podchlazeného a zamrazeného mléka. Sušina sýřeniny se u prvního vzorku mléka zvyšovala podchlazením i zamrazením, naopak u druhého vzorku došlo ke snížení sušiny sýřeniny (tabulka 11).

Vliv podchlazení, zamrazení a následné temperace mléka na titrační kyselost, syřitelnost, jakost, hmotnost a sušinu sýřeniny za laktační období a porovnávání mezi ovčím, kozím a kravským mlékem pak ukazují obrázky uvedené v přílohách.

Pro důkladnější posouzení vlivu zamrazování mléka na jeho zpracování na mléčné výrobky byly z mléka vyrobeny sýry. Sýry byly vyrobeny z ovčího mléka z farmy Brníčko, z kozího mléka z Olešenky a pro porovnání také z kravského mléka z automatu. Pro výrobu bylo použito mléko chlazené při 6-8 °C a mléko zamrazené po dobu 3 měsíců při -18 °C. Sýry byly vyrobeny současně s prováděnými analýzami těchto vzorků mléka.

Stejně jako se liší složení ovčího mléka od kravského a kozího, je rozdílná také výroba sýrů z těchto mlék. Ovčí mléko je více citlivé na syřidlo, sráží se rychleji, vytváří pevnější sýřeninu a získává se vyšší výtěžnost sýra na jednotku mléka, než u mléka kravského (Wendorff, 2003). Toto potvrzují také námi naměřené výsledky, kde je nejvíce viditelný rozdíl v hmotnosti vyrobeného sýra, která je u mléka ovčího značně vyšší, než u mléka kravského a kozího (tabulka 12,14 a 15). Je zde tedy i vyšší výtěžnost sýra (tabulka 16).

Při výrobě sýrů z ovčího, kozího a kravského mléka, byl pro všechny 3 druhy mlék použit stejný postup výroby, se zohledněním dávky syřidla podle zjištěné syřitelnosti. Bylo možné pozorovat rozdíly v pevnosti sýřeniny, kde sýřenina ovčího mléka byla

znatelně pevnější. Po pokrájení sýřeniny a nalití do forem zde však bylo nutno použít jiné časové odstupy v otáčení forem, a to tak, že kravské a kozí sýřeniny byly poprvé otáčeny přibližně po 15 ti minutách, kdežto sýřeniny z ovčího mléka potřebovaly delší čas pro uvolnění syrovátky a slehnutí sýřeniny ve formě, tak aby bylo možné sýřeninu otočit a zachovat jejich tvar. Tento pozorovaný rozdíl se shoduje i s citací autorů Muir et al. (1993), kteří uvádí, že tvorba sýřeniny je u ovčího mléka rychlejší než u mléka kravského, avšak synereze je zde pomalejší. Stejně tak Wendorff (2003) uvádí rozdíly ve výrobě sýrů z kravského a ovčího mléka s výsledkem, že ovčí mléko je více citlivé na syřidlo, sráží se rychleji, vytváří pevnější sýřeninu a získává se vyšší výtěžnost sýra na jednotku mléka. Solaiman (2010) pak uvádí, že nižší obsah kaseinu v kozím mléce, v porovnání s mlékem kravským, úzce souvisí s pomalejším srážením mléka a s nižší výtěžností sýrů, což také bylo potvrzeno při našich analýzách.

U vyrobených sýrů a vzniklé syrovátky nebyly zjištěny žádné statisticky průkazné rozdíly mezi ovčím sýrem vyrobeným z čerstvého mléka (uchované při 6 – 8 °C) a sýrem vyrobeným z mléka skladovaného při -18 °C po dobu 3 měsíce. Toto zjištění je velmi významné pro farmáře, kteří vyrábí sýry a řeší jak si udržet místo na trhu i v období, kdy neprobíhá laktace ovcí, ale i pro ty, co mají zájem o standardizaci výrobků v průběhu laktace, zejména v obsahu tuku a bílkovin. Znamená to tedy, že mohou vyrábět sýry ze zamrazeného mléka, bez významně zhoršených technologických parametrů mléka až do nastoupení další laktace.

Tabulka 12: Vliv zamrazení ovčího mléka z farmy Brničko na výrobu sýrů (n = 16)

	Označení vzorku	Sýr		Syróvátka	
		Čerstvé mléko	Po zamrazení	Čerstvé mléko	Po zamrazení
Hmotnost (g)*	1ČR	359	-	610	-
	2ČR	339	301	592	685
	3ČR	400	397	581	528
	4ČR	504	568	413	330
Titrační kys. SH	1ČR	84,76	-	23,38	-
	2ČR	90,70	83,76	24,78	25,38
	3ČR	86,24	77,32	9,62	10,01
	4ČR	70,38	76,33	16,65	26,96
pH	1ČR	4,71	-	4,75	-
	2ČR	4,67	4,90	4,74	4,82
	3ČR	4,66	4,62	5,68	5,89
	4ČR	5,02	4,87	5,42	5,14
Sušina %	1ČR	39,17	-	8,54	-
	2ČR	38,11	38,87	8,28	8,92
	3ČR	40,72	39,11	7,91	10,04
	4ČR	43,04	39,75	10,54	11,72
Tuk %	1ČR	23,50	-	0,33	-
	2ČR	20	20,25	1,19	1,25
	3ČR	21,25	21	0,90	1,10
	4ČR	24,50	24	1,67	1,65
Bílkoviny %	1ČR	12,78	-	1,51	-
	2ČR	14,69	14,45	1,02	1,70
	3ČR	14,78	13,77	0,96	2,15
	4ČR	14,77	13,36	3,06	3,51

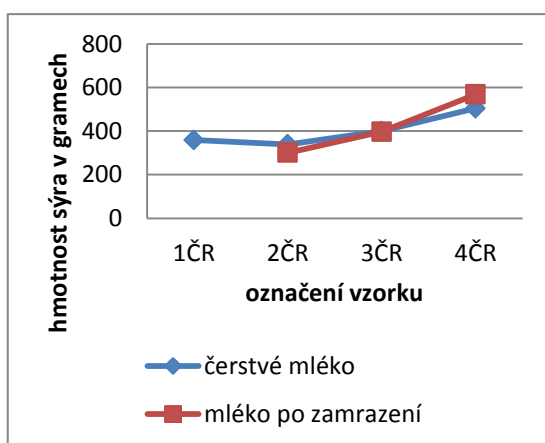
*...Hmotnost získaná z 1 litru mléka, -...sýr nebyl vyroben

Tabulka 13: Vliv zamrazení ovčího mléka z farmy Brničko na výrobu sýrů - průměrné hodnoty

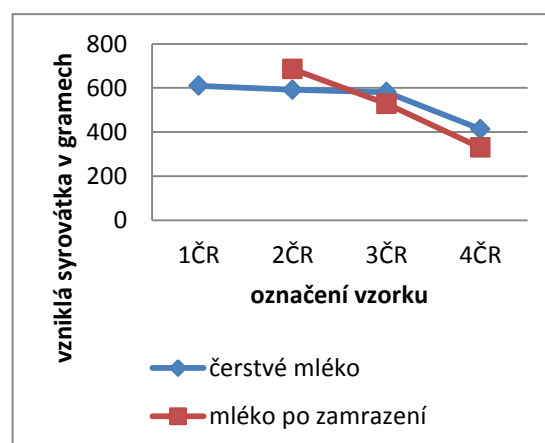
		Sýr		Syrówka	
		Čerstvé mléko	Po zamrazení	Čerstvé mléko	Po zamrazení
H (g)	Průměr	400,5	422	549,3	514
	Min.	359	301	413	330
	Max.	504	568	610	685
	s_x	73,52	135,24	91,45	177,89
SH	Průměr	83,02	79,14	18,61	20,78
	Min.	70,38	76,33	9,62	10,01
	Max.	90,70	83,76	24,78	26,96
	s_x	8,80	4,03	6,96	9,36
pH	Průměr	4,77	4,80	5,15	5,28
	Min.	4,66	4,62	4,74	4,82
	Max.	5,02	4,90	5,68	5,89
	s_x	0,17	0,15	0,48	0,55
S (%)	Průměr	40,26	39,25	8,82	10,23
	Min.	38,11	38,87	7,91	8,92
	Max.	43,04	39,75	10,54	11,72
	s_x	2,14	0,46	1,17	1,41
T (%)	Průměr	22,31	21,75	1,02	1,33
	Min.	20	20,25	0,33	1,1
	Max.	24,5	24	1,67	1,65
	s_x	2,06	1,98	0,56	0,28
B (%)	Průměr	14,26	13,86	1,64	2,45
	Min.	12,78	13,36	0,96	1,70
	Max.	14,78	14,45	3,06	3,51
	s_x	0,98	0,55	0,98	0,94

H...hmotnost získaná z 1 litru mléka, SH...titrační kyselost, pH...aktivní kyselost, S...sušina (%), T...tuk (%). B...bílkoviny (%)

V tabulce 13 můžeme vidět, že průměrná hmotnost vyrobeného ovčího sýra z 1 litru čerstvého mléka byla 400,5 g a hmotnost sýra vyrobeného z mléka po zamrazení byla 422 g. Z průměrných výsledků bychom tedy mohli říci, že ze zamrazeného ovčího mléka lze vyrobit více sýra, než z mléka čerstvého. Když se však podíváme na jednotlivé výroby sýrů z ovčího mléka v průběhu laktace, tak bylo naopak mírně vyšší množství vyrobeného sýra z mléka čerstvého (obrázek 10), s výjimkou posledního vzorku, kde byl vyšší obsah bílkovin a tuku a vyrobilo se zde větší množství sýra ze zamrazeného mléka a díky tomuto vzorku se zvýšil i celkový průměr. V průběhu laktace se zvyšujícím se obsahem jednotlivých složek mléka se zvyšovalo množství vyrobeného sýra. U vzorku ovčího mléka 2ČR, se mírně snížilo množství vyrobeného sýra v důsledku nižšího obsahu bílkovin a tuku. Z těchto naměřených výsledků se však nedá říci, že by zamrazení mělo negativní vliv na množství vyrobeného čerstvého ovčího sýra a tím tedy na výtěžnost sýra, což nám ukazuje také obrázek 10, kde jsou spojnice grafu téměř totožné u obou výrob ovčího sýra. Zamrazení ovčího mléka po dobu 3 měsíců tedy nemá negativní vliv na pozdější výrobu sýra z pohledu hmotnosti vyrobeného sýra. Tak jak nám v průběhu laktace stoupalo množství vyrobeného ovčího sýra, množství vzniklé syrovátky nám naopak klesalo (obrázek 11). Zhang et al. (2006) dospěl ke stejnému vzájemnému vztahu, že se zvyšující se hmotností vyrobeného sýra klesá hmotnost syrovátky.

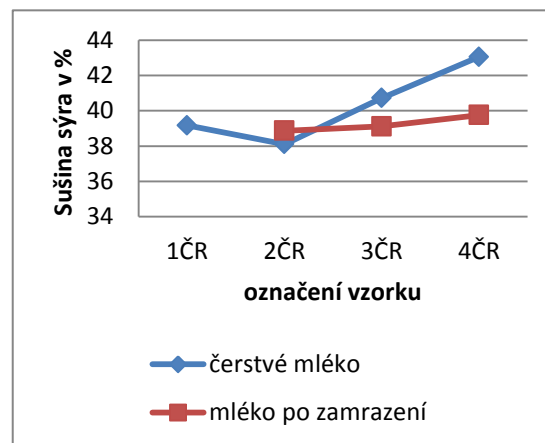
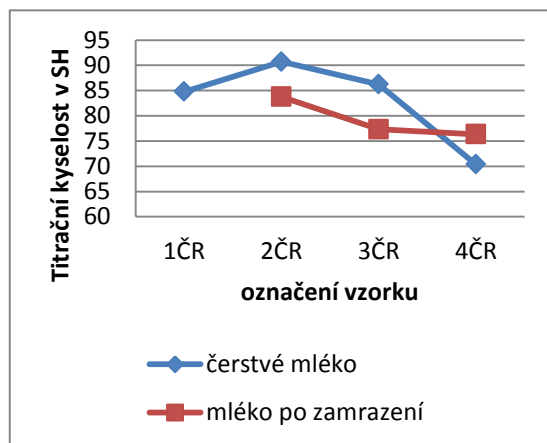


Obrázek 10: Hmotnost vyrobeného ovčího sýra



Obrázek 11: Vzniklá syrovátka (ovčí mléko)

Titrační kyselost u sýra vyrobeného z čerstvého ovčího mléka měla průměrnou hodnotu 83,02 SH (tabulka 13). U sýra vyrobeného ze vzorku mléka 2ČR, u kterého byla stanovena titrační kyselost mléka 13,68 SH (tabulka 7), bylo tedy velmi kyselé, oproti ostatním vzorkům mléka, byla titrační kyselost sýra také vyšší a to 90,70 SH. U sýra vyrobeného ze zamrazeného mléka byla nižší průměrná titrační kyselost 79,14 SH.

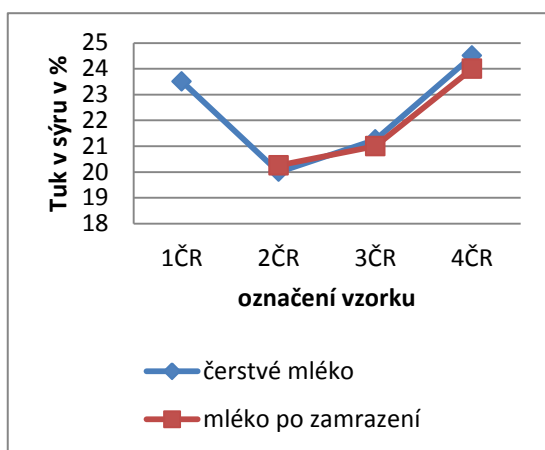


Obrázek 12: Titrační kyselost ovčího sýra Obrázek 13: Sušina ovčího sýra

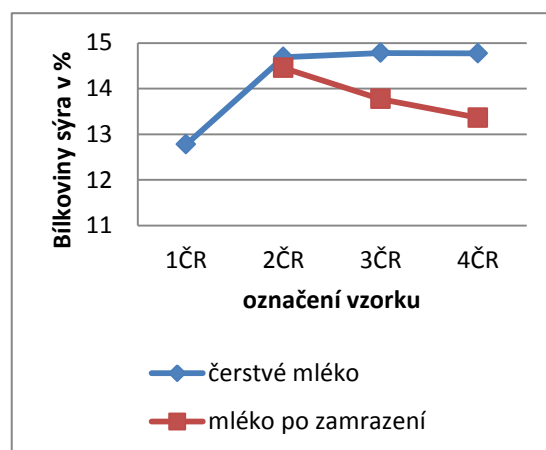
Sušina sýra z čerstvého ovčího mléka je nepatrně vyšší, v průměru 40,26 %, než u sýra vyrobeného z mléka zamrazeného, kde byl průměr 39,25 % (tabulka 13) a v průběhu laktace se zvyšuje (obrázek 13). Výjimkou byl opět vzorek 2ČR, kde došlo k mírnému snížení sušiny. Naopak tomu bylo u sušiny syrovátky, kde je vyšší hodnota po zamrazení mléka 10,23 % než u syrovátky z mléka čerstvého 8,82 %.

Vzhledem k tomu, že se jednalo o nezrající sýr, je možné, že by se výraznější vliv zamrazování mléka projevil, pokud bychom se zaměřili na výrobu sýrů polotvrdých nebo tvrdých zrajících. U těchto sýrů by mohlo zadržování syrovátky vyvolávat právě změny v průběhu zrání. Tomuto tématu se věnovali již autoři Zhang et al. (2006), kteří vyráběli sýr cheddar z mléka zamrazeného po dobu až 6 měsíců při teplotě -15 a -25 °C a došli k závěrům, že sušina syrovátky se snižovala s délkou zamrazení mléka, kdežto sušina sýra se zvyšovala. Tyto změny však byly průkazné až po více než 3 měsících zamrazení mléka.

Obsah tuku v sýrech vyrobených z čerstvého ovčího mléka měl průměrnou hodnotu 22,31 %, z mléka zamrazeného byl průměrný obsah tuku v sýrech 21,75 % (tabulka 13). Byl zde tedy jen nepatrně vyšší obsah tuku v sýrech z mléka čerstvého. Na obrázku 14 je vidět zvyšování obsahu tuku v sýrech v průběhu laktace. U obsahu tuku v syrovátce tomu bylo naopak a vyšší zde byly hodnoty u vzorků vyrobených ze zamrazeného mléka 1,33 %, než z mléka čerstvého 1,02 %. Z těchto výsledků je tedy zřejmé, že po zamrazení mléka jsou větší ztráty tuku do syrovátky. U vzorku ovčího mléka 4ČR, které mělo vysoký obsah tuku (12,62 %), byl výrazně zvýšený i obsah tuku v syrovátce. Z toho vyplývá, že zvýšená koncentrace tuku v mléce způsobuje vyšší ztráty tuku do syrovátky, což potvrzují taktéž autoři Mateo et al. (2008).



Obrázek 14: Tuk v ovčím sýru



Obrázek 15: Bílkovina v ovčím sýru

Obsah bílkovin vykazuje vyšší hodnoty u sýra vyrobeného z čerstvého ovčího mléka, v průměru 14,26 %, než u mléka zamrazeného 13,86 %. U sýra vyrobeného ze zamrazeného mléka přechází znatelně vyšší množství bílkovin do syrovátky 2,45 %, u sýrů z mléka čerstvého pouze 1,64 % (tabulka 13), což nám ukazuje větší uvolňování důležitých složek mléka do syrovátky při použití mraženého mléka. Vzhledem k důležitosti bílkovin mléka pro výrobu sýrů je tedy možné, že při výrobě zrajících sýrů s vyšší sušinou by tyto rozdíly v obsahu bílkovin byly výraznější a výtěžnost sýrů by se tedy snižovala. U vzorku ovčího mléka 4ČR, který měl zhoršený N-test, bylo výrazné zvýšení obsahu bílkovin v syrovátce jak při výrobě z čerstvého mléka 3,06 %, tak i z mléka zamrazeného 3,51 % oproti ostatním vzorkům mléka. Tuto syrovátku by tedy bylo vhodné dále využívat například pro výrobu syrovátkového ovčího sýra Urdu.

U obsahu sušiny, tuku a bílkovin v sýru byla mírně vyšší průměrná hodnota u sýra vyrobeného z čerstvého ovčího mléka než v sýru z mléka zamrazeného. Naopak tomu bylo u syrovátky, kde byly u těchto stanovovaných parametrů zjištěny vyšší hodnoty u syrovátky ze zamrazeného ovčího mléka (tabulka 13). Z výsledků je patrné, že se tyto důležité složky mléka při výrobě sýrů ze zamrazeného mléka více uvolňují do syrovátky a tedy snižují výtěžnost sýra. Při zamrazení na dobu 3 měsíce rozdíly však nebyly statisticky průkazné.

Tabulka 14: Vliv zamrazení kozího mléka na výrobu sýrů ($n = 16$)

	Označení vzorku	Sýr		Syravátka	
		Čerstvé mléko	Po zamrazení	Čerstvé mléko	Po zamrazení
Hmotnost (g)*	1KZ	171	-	807	-
	2KZ	177	163	779	-
	3KZ	182	151	774	586
	4KZ	202	N	744	N
	Průměr	183	157	776	586
	s_x	13,44	8,49	25,81	-

*...Hmotnost získaná z 1 litru mléka, -...sýr nebyl vyroben, syrovátka nebyla zvážena, N...mléko nevhodné pro výrobu sýrů

Výroba sýrů z kozího mléka byla vždy lepší při použití mléka čerstvého, kdy se v průměru vyrobilo 183 g sýra z 1 litru mléka, z mléka zamrazeného se vyrobilo v průměru 157 g sýra. V případě vzorku 4KZ se mléko zamrazením srazilo a tato agregace byla již nevratná. Toto mléko bylo na výrobu sýrů nevhodné, protože při zkoušení syřitelnosti mléka se nepodařilo zasýřit.

Tabulka 15: Vliv zamrazení kravského mléka na výrobu sýrů (n = 8)

	Označení vzorku	Sýr		Syróvátka	
		Čerstvé mléko	Po zamrazení	Čerstvé mléko	Po zamrazení
Hmotnost (g)*	1KR	182	185	769	742
	2KR	199	184	693	685
	Průměr	190,5	184,5	731	713,5
	s_x	12,02	0,7	53,74	40,31
Titrační kys. SH	1KR	84,26	87,23	16,85	12,09
	2KR	90,21	89,22	11,3	17,24
	Průměr	87,24	88,23	14,08	14,67
	s_x	4,21	1,41	3,92	3,64
pH	1KR	4,73	4,55	5,18	5,42
	2KR	4,58	4,68	5,64	5,58
	Průměr	4,66	4,62	5,41	5,50
	s_x	0,11	0,09	0,33	0,11
Sušina %	1KR	41,31	35,38	7,84	7,67
	2KR	35,92	36,91	7,30	7,35
	Průměr	38,61	36,15	7,57	7,51
	s_x	3,81	1,08	0,38	0,22
Tuk %	1KR	22,5	18,5	0,23	0,42
	2KR	18	22	0,23	0,13
	Průměr	20,25	20,25	0,23	0,28
	s_x	3,18	2,47	0	0,21
Bílkoviny %	1KR	15,25	13,17	0,89	0,94
	2KR	14,44	14,52	0,67	1,01
	Průměr	14,85	13,85	0,78	0,98
	s_x	0,57	0,95	0,16	0,05

*...Hmotnost získaná z 1 litru mléka, -...sýr nebyl vyroben, s_x...směrodatná odchylka

U sýrů z mléka kravského (tabulka 15), byla pozorována vyšší průměrná hmotnost u sýra z čerstvého mléka 190,5 g, oproti sýru z mléka zamrazeného 184,5 g. Tyto

výsledky by nám mohly říci, že zamrazení kravského mléka po dobu 3 měsíce při -18 °C také nemá zásadní vliv na výrobu a výtěžnost čerstvých sýrů. Množství vzniklé syrovátky při výrobě kravského sýra bylo u vzorků ze zamrazeného mléka nepatrně nižší, než u vzorků z mléka čerstvého a stejně jako u ovčího mléka se v průběhu laktace snižovalo.

Sušina sýra z čerstvého kravského mléka je stejně jako u ovčího mléka v průměru vyšší 38,61 % než u sýra z mléka zamrazeného 36,15 % (tabulka 15).

Titrační kyselost sýra a syrovátky z mléka kravského byla vždy vyšší u vzorků vyrobených po zamrazení mléka (tabulka 15).

U sýrů z mléka kravského byl průměrný obsah tuku stejný u obou vzorků 20,25 %. V syrovátce z mléka čerstvého bylo v průměru 0,23 % tuku. U syrovátky ze zamrazeného mléka pak byla vyšší a to 0,28 %.

Bílkoviny u sýra vyrobeného z kravského mléka vykazovaly stejné poměry, tedy vyšší obsah bílkovin u sýrů z mléka čerstvého 14,85 % než z mléka po zamrazení 13,85 % (tabulka 15). U syrovátky byl naopak vyšší obsah bílkovin po zamrazení mléka 0,98 %, než u syrovátky z mléka čerstvého 0,78 %.

Pro porovnání, zda existuje významný rozdíl mezi sýrem vyrobeným z čerstvého mléka a sýrem vyrobeným z mléka zamrazeného po dobu 3 měsíce je tedy vhodné posoudit ještě výtěžnost sýra, kterou nám ukazuje tabulka 16. Pro výpočet výtěžnosti je celá řada vzorců od různých autorů. Pro náš pokus jsme si zvolili vzorec:

$$\text{skutečná výtěžnost} = 100 \times \frac{\text{váha sýra}}{\text{váha mléka} + \text{startvací kultura} + \text{sůl}}$$

Jednotka skutečné výtěžnosti se uvádí v kg/100 kg, případně v procentech (Fox et al., 2000).

Tabulka 16: Výtěžnost sýrů a syrovátky v %

Označení vzorku	Výtěžnost sýrů v %		Výtěžnost syrovátky v %	
	Čerstvé mléko	Mléko po zamrazení	Čerstvé mléko	Mléko po zamrazení
1ČR	33,34	-	58,65	-
2ČR	31,48	27,95	56,92	65,87
3ČR	37,18	36,90	55,87	50,77
4ČR	46,76	52,70	39,71	31,73
průměr	37,19	39,18	52,79	49,46
s_x	6,81	12,53	8,79	17,11
1KR	16,98	17,26	73,94	71,35
2KR	18,55	17,15	66,63	65,87
průměr	17,77	17,21	70,29	68,61
s_x	1,11	0,08	5,17	3,87
1KZ	16,44	-	77,60	-
2KZ	17,02	15,67	74,90	-
3KZ	17,50	14,52	74,42	56,35
4KZ	19,42	-	71,54	-
průměr	17,6	15,1	74,62	-
s_x	1,29	0,81	2,48	-

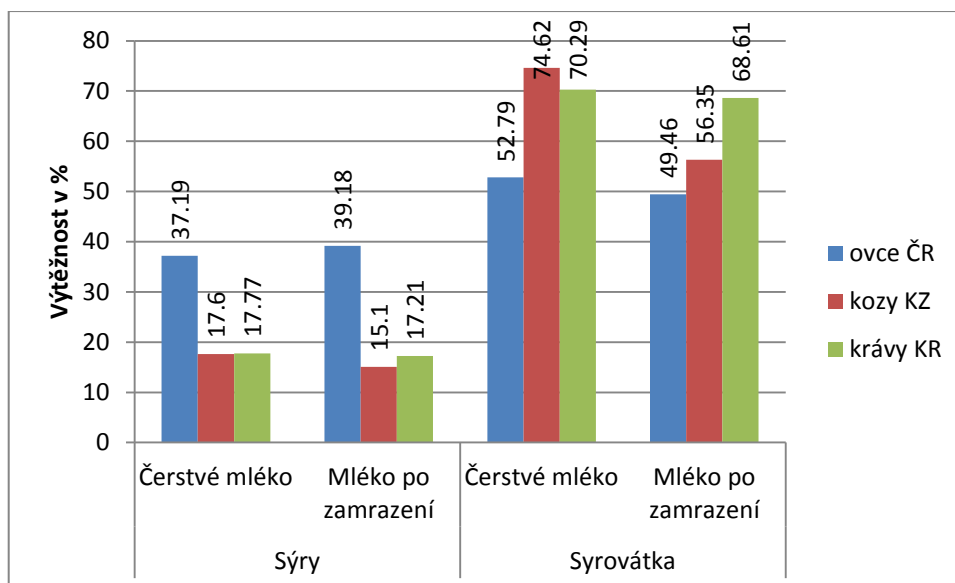
-...ze vzorku mléka nebyl vyroben sýr, s_x...směrodatná odchylka

Výtěžnost ovčího sýra byla po zamrazení vyšší pouze u vzorku ovčího mléka 4ČR, kde byl horší N-test, ale u tohoto sýra byla podle tabulky 8 nižší sušina, tedy vyšší obsah vody. V praxi by tedy bylo vhodné zahrnout do výpočtu výtěžnosti také sušinu a zastoupení jednotlivých složek sýra. U mléka kravského došlo ke stejné situaci u vzorku mléka 1KR. Byla zde tedy vyšší výtěžnost sýra z mléka zamrazeného, ale tento sýr měl nižší sušinu, než-li sýr z mléka čerstvého.

Rozdíly výtěžnosti mezi ostatními sýry z mléka čerstvého a mléka zamrazeného, nebyly příliš významné a ani průkazné. Když porovnáme složení mléka, jakožto vstupní suroviny a výslednou výtěžnost sýrů, můžeme vidět několik důležitých souvislostí

a vztahů. U vzorku mléka 2ČR, kde byla vysoká titrační kyselost, díky které se mléko výrazně rychleji zasyřilo, byla ve výsledku nejnižší výtěžnost sýra. U vzorku ovčího mléka 4ČR, pak byl vysoký obsah tuku a bílkovin v mléce, díky tomu sýření mléka probíhalo pomaleji, ale výtěžnost sýra zde byla nejvyšší. U tohoto vzorku také vidíme výrazné zvýšení obsahu tuku a bílkovin v syrovátce. I z důvodu těchto ztrát důležitých složek mléka do syrovátky by zamrazení mléka a namíchání mlék z jednotlivých stádií laktace mohlo mít příznivý vliv jednak na standardizaci výrobků, v našem případě tedy sýrů, ale i pozitivní vliv na minimalizaci ztrát tuku a bílkovin do syrovátky.

Výsledky výtěžnosti sýrů, nám potvrdily vztah mezi obsahem tuku, bílkovin a sušiny k výtěžnosti sýrů, který uvádí Anifantakis (1986). Ovčí mléko má vyšší zastoupení těchto složek, nežli mléko kozí a kravské. Vzhledem k faktu, že sýřenina obsahuje především tuk a kasein, je tedy výtěžnost sýrů z ovčího mléka výrazně vyšší, což potvrzují také autoři Campus (1991), Wendorff (2003), Horák et al. (2012) a mnoho dalších. Zhang et al. (2006) ve své studii uvádí, že zamrazení mléka na teploty $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ nemá vliv na výtěžnost sýrů po dobu zamrazení mléka 2 měsíce. Při délce zamrazení mléka na 3 – 5 měsíců byla výtěžnost sýrů snížena o 4 %, při zamrazení na 6 měsíců pak o 8 %.



Obrázek 16: Porovnání výtěžnosti sýrů a syrovátky

Výtěžnost sýrů z kozího mléka byla při použití čerstvého mléka srovnatelná s výtěžností sýrů z mléka kravského, jak můžeme vidět na obrázku 16. Nepotvrdilo se tedy, že kozí sýry mají nižší výtěžnost než sýry kravské, díky nižšímu obsahu α_{s1} -kaseinu, což uvádí Fox et al. (2004). Při výrobě kozích sýrů ze zamrazeného mléka se však výtěžnost snížila a v případě vzorku mléka 4KZ bylo zamražením mléka znemožněno sýr vyrobit.

Podle našich výsledků můžeme tedy doporučit zamrazení ovčího mléka v běžném domácím mrazáku, při teplotě $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu až 3 měsíců, v případě že mléko bude použito na výrobu čerstvého sýra, který je jedním z nejčastěji vyráběných farmářských výrobků na ovčích farmách v České republice. Zamrazení mléka může mít pro farmáře dvě výhody, které převyšují minimální ztráty výtěžnosti a to:

1. Možnost výroby ovčích sýrů i mimo laktální období a tím si udržet místo na trhu po celý rok.
2. Možnost docílení standardního výrobku během celého roku, při kombinování mléka z různých stádií laktace a tím ustálit obsah hlavních složek důležitých pro výrobu sýrů (tuku a bílkovin) a menší ztráty těchto složek do syrovátky.

Skutečností ovšem zůstává, že v době, kdy probíhaly analýzy, bylo opravdu obtížné v našich podmínkách zajistit kvalitní ovčí mléko a v dostatečném množství. Tato situace se ovšem v posledních letech mění. Začínají vznikat větší ovčí farmy se sofistikovanější produkcí kvalitního ovčího mléka a do budoucna by určitě stálo za úvahu věnovat se této problematice více a zaměřit se na vliv delšího uchování ovčího mléka zamrazováním (až v rozsahu 6 měsíců) a mléko poté použít na výrobu sýrů tvrdých a polotvrdých.

5.2 Sledování chemických parametrů Olomouckých tvarůžků v průběhu jejich výroby a zrání

Tato část disertační práce byla věnována sledování změn v chemickém složení Olomouckých tvarůžků vznikajících v průběhu jejich výroby a skladování. Bylo posuzováno, zda dochází k statisticky průkazným rozdílům mezi tvarůžky z jarního a letního období, ale také zda ovlivňuje průběh zrání odlišné umístění tvarůžků ve zracím sklepu, tedy na stojanu u dveří (stojan 1), oproti stojanu umístěnému nejdále od dveří (stojan 2), ve zrací místnosti. Tyto změny byly sledovány u tvarůžků formovaných do tvaru koleček a tyčinek.

Výroba Olomouckých tvarůžků začíná nejprve výrobou průmyslového tvarohu. Ten si však v Lošticích nevyrábí sami, ale odkupují již hotový tvaroh. Pro naše vzorky Olomouckých tvarůžků byly nejprve dodány 3 druhy průmyslového tvarohu a v další fázi byly tyto 3 tvarohy nasolené. U tvarohů se pak provedlo stanovení sušiny, pH, SH a u nasolených vzorků také stanovení NaCl. Výsledky stanovení byly zprůměrovány a uvedeny v tabulce 17. Poté byly tyto 3 druhy nasoleného průmyslového tvarohu smíchány. Jak uvádí výrobce, průmyslové tvarohy se kombinují podle vlastností, aby se dosáhlo co nejlepší směsi vhodné k formování. Do tvarohu byla dále přidána kultura a následovalo formování do příslušných tvarů a zrání tvarůžků (tabulka 18 a 19).

Tabulka 17: Vzorky průmyslového tvarohu ($n = 24$)

		Pro tvar koleček		Pro tvar tyčinek	
		Jaro	Léto	Jaro	Léto
Průmyslový tvaroh (PT1)	Sušina (%)	30,42	30,33	29,39	29,84
	pH	4,06	4,26	3,88	3,89
	SH	129,52	119,85	130,18	146,59
Průmyslový tvaroh nasolený (PT2)	Sušina (%)	34,95	34,11	35,85	35,52
	pH	4,32	4,51	4,07	4,15
	SH	139,75	125,06	160,71	156,97
	NaCl (%)	3,69	4,59	3,90	3,79

V tabulce 17 jsou uvedeny průměrné hodnoty vzorků průmyslového tvarohu dodaného pro výrobu Olomouckých tvarůžků. Sušina průmyslového tvarohu má mít dle Zdražila (2002) i podle Bockelmann et al. (2005) 32 %. Eur-Lex (2009) požaduje sušinu průmyslového tvarohu alespoň 32 %, stejnou hodnotu uvádí také Lund et al. (2000). Nými naměřené výsledky mají nižší sušinu, která se pohybovala okolo 30 %, k čemuž došli také Smit (2003), ale i Law a Tamime (2010).

Aktivní kyselost průmyslového tvarohu je podle Smit (2003) v rozmezí 3,7 – 4,1 pH. Tomuto rozmezí pH odpovídají všechny vzorky tvarohu kromě vzorku PT1 z letního období pro tvarůžky ve tvaru koleček, kde bylo naměřeno pH 4,26. Eur-Lex (2009) uvádí aktivní kyselost průmyslového tvarohu 4,2 pH a nižší.

Průmyslový tvaroh má dle autorů Görner, Valík (2004) titrační kyselost 120 až 160 SH, čemuž odpovídá i titrační kyselost našich vzorků. Tato kyselost se upravuje přidávkou NaHCO_3 a CaCO_3 na hodnotu vhodnou pro formování (105 – 115 SH). Spreer (1998) uvádí neutralizaci průmyslového tvarohu na 110 – 130 SH. Podle Lund et al. (2000) je tvaroh neutralizován na pH 4,8 – 4,9.

Do tvarohu se dále přidává 3 – 5 % soli, čemuž také odpovídají nými naměřené hodnoty. Přídavek 3 – 4 % soli do průmyslového tvarohu uvádí také Lund et al. (2000), Spreer (1998) pak pouze 2 – 3 % soli. Takto nasolený tvaroh nejprve zraje, přičemž se mění konzistence až do potřebné tuhosti vhodné pro tvarování.

Vzhledem k rozdílnému složení počáteční suroviny, především titrační kyselosti u průmyslového tvarohu, byly dále sledovány změny jak během zrání jednotlivých vzorků, tak posouzení rozdílů mezi jarními a letními vzorky a tedy potvrzení nebo vyvrácení, zda zákazník dostává stále stejný výrobek.

V tabulkách 18 (tvar koleček) a 19 (tvar tyčinek) jsou uvedeny statisticky významné rozdíly právě mezi jednotlivými fázemi výroby Olomouckých tvarůžků. Jednotlivé fáze výroby jsou popsány v kapitole 4.1.3, kde jsou zároveň zobrazeny také fotografie vzorků koleček použitých pro naše analýzy v konkrétní fázi výroby. Fotografie ukazují vizuální změnu struktury, kdy se zformovaný tvaroh během zrání změní v plně prozrálý Olomoucký tvarůžek, tabulky poté ukazují fyzikálně chemické změny ve složení. Pro tato stanovení byl dodán 1 vzorek z fáze T1 a 6 vzorků tvarůžků z fáze T2, T3, T4 a T5. Vzorky byly analyzovány a jejich průměrné hodnoty jsou v tabulkách 18, 19, 20 a 21.

Tabulka 18: Změny sledovaných parametrů Olomouckých tvarůžků během zrání (tvar koleček) (n = 50)

	T1	T2	T3	T4	T5
Sušina (%)					
Jaro	35,65 ± 1,31	38,20 ± 0,86	37,31 ± 0,58 ^a * ^a	39,15 ± 1,83 ^b	37,94 ± 0,72 ^b * ^a
Léto	34,77 ± 1,19	37,66 ± 0,36	37,25 ± 0,67	37,62 ± 1,41	38,59 ± 1,15
pH					
Jaro	4,65 ± 0,72 ^A	5,53 ± 0,05 ^B	6,22 ± 0,06 ^C * ^C	6,75 ± 0,26 ^D	7,16 ± 0,13 ^E * ^D
Léto	5,03 ± 0,70 ^a	5,58 ± 0,06 ^b	6,03 ± 0,04 ^C * ^C	6,90 ± 0,35 ^D	7,06 ± 0,21 ^D * ^D
SH					
Jaro	136,12 ± 14,41 ^A	89,18 ± 5,24 ^B	71,41 ± 4,29 ^C * ^C	42,08 ± 8,23 ^D	49,91 ± 9,29 ^D * ^D
Léto	106,64 ± 4,74 ^A	76,72 ± 3,21 ^B	63,27 ± 5,71 ^C * ^C	45,74 ± 6,15 ^D	65,06 ± 1,61 ^E * ^C
NaCl (%)					
Jaro	4,27 ± 0,70 ^A	5,49 ± 0,03 ^B	5,91 ± 0,10 ^C * ^c	6,20 ± 0,46 ^c	6,94 ± 0,33 ^D * ^D
Léto	5,30 ± 0,84	4,99 ± 0,38	5,10 ± 0,22	5,98 ± 1,04	6,10 ± 0,95

a,b,c,d,e – index ukazující statisticky významný rozdíl mezi sloupci (P < 0,05)

A,B,C,D,E – index ukazující vysoce statisticky významný rozdíl mezi sloupci (P < 0, 001)

* - statistický rozdíl (P < 0,05) nebo (P < 0,001) mezi sloupci T3 a T5

T1 – vzorky směsi tvarohů po nasolení, přidavku kultur a formování, (tj. 6. den od začátku výroby)

T2 – vzorky tvarůžků po sušení a odvětrávání, (tj. 7. – 8. den)

T3 – vzorky tvarůžků na konci výrobního procesu, připravené k balení a expedici. (tj. 9. – 11. den)

T4 – hotový výrobek zabalený, uchovávaný při 5°C na konci doby trvanlivosti, (tj. 38. – 45. den)

T5 – hotový výrobek zabalený uchovávaný při 20°C na konci doby trvanlivosti, (tj. 38. – 45. den)

Tabulka 19: Změny sledovaných parametrů Olomouckých tvarůžků během zrání (tvar tyčinek) (n = 50)

	T1	T2	T3	T4	T5
Sušina (%)					
Jaro	35,49 ± 1,43	37,29 ± 0,38	37,85± 0,95 ^a	37,69 ± 11,07 ^b	38,28 ± 0,70 ^b
Léto	34,80 ± 1,09 ^a	36,67 ± 0,52 ^b	36,00 ± 0,73 ^{b *b}	36,15 ± 0,94 ^b	36,21 ± 0,28 ^{b *b}
pH					
Jaro	4,91 ± 0,42	5,60 ± 0,13	5,56 ± 1,19 ^{A *A}	7,33 ± 0,37 ^B	7,52 ± 0,19 ^{B *B}
Léto	5,19 ± 0,60	5,72 ± 0,05	6,17 ± 0,11 ^{a *a}	7,17 ± 0,74 ^b	7,66 ± 0,24 ^{b *B}
SH					
Jaro	112,36 ± 7,21 ^A	81,67 ± 6,91 ^B	57,99 ± 2,67 ^{C *C}	30,49 ± 4,35 ^D	39,79 ± 3,35 ^{e *D}
Léto	97 ± 8,42 ^a	73,70 ± 3,09 ^b	51,60 ± 3,45 ^{C *C}	34,31 ± 16,20 ^D	44,29 ± 6,07 ^{D *C}
NaCl (%)					
Jaro	4,44 ± 0,65	5,81 ± 0,08	5,91 ± 0,13	4,64 ± 1,59	5,47 ± 1,95
Léto	4,64 ± 0,74	5,05 ± 0,07	5,11 ± 0,07	5,75 ± 0,34	6,39 ± 0,16

a,b,c,d,e – index ukazující statisticky významný rozdíl mezi sloupci (P < 0,05)

A,B,C,D,E – index ukazující vysoce statisticky významný rozdíl mezi sloupci (P < 0,001)

* - statistický rozdíl (P < 0,05) nebo (P < 0,001) mezi sloupci T3 a T5

T1 – vzorky směsi tvarohů po nasolení, přidavku kultur a formování, (tj. 6. den od začátku výroby)

T2 – vzorky tvarůžků po sušení a odvětrávání, (tj. 7. – 8. den)

T3 – vzorky tvarůžků na konci výrobního procesu, připravené k balení a expedici. (tj. 9. – 11. den)

T4 – hotový výrobek zabalený, uchovávaný při 5°C na konci doby trvanlivosti, (tj. 38. – 45. den)

T5 – hotový výrobek zabalený uchovávaný při 20°C na konci doby trvanlivosti, (tj. 38. – 45. den)

Sušina Olomouckých tvarůžků se v průběhu zrání pohybovala v rozmezí 34,77 – 39,15 %. Z tabulky 18 a 19 je zřejmé, že v průběhu výrobního procesu docházelo k jejímu zvyšování, avšak tyto změny ve většině případů nebyly statisticky průkazné, v některých případech se změna pohybovala na hranici průkaznosti ($P < 0,05$). Před sušením (T1) tvarůžky vykazovaly průměrnou sušinu 34,98 % (průměrná hodnota zahrnuje hodnoty tvaru koleček i tyčinek a současně jarní i letní období). Tato hodnota je mírně zvýšena oproti požadavkům uvedených výrobcem Olomouckých tvarůžků 32 – 34 %. Po sušení a odvětrání (T2) procento sušiny vzrostlo až na průměrnou hodnotu 37,46 %, což odpovídá požadavkům výrobce. Ten uvádí, že cílem tohoto výrobního kroku je, časově vymezeným pobytem polotovaru v sušárně (prostředí s definovaným rozmezím teplot a vlhkostí) dosáhnout pomocí výměny vzduchu žádoucího obsahu sušiny 36 – 38 % a rozvoje proteolytické mikroflóry na povrchu polotovaru, stejnou hodnotu sušiny ve fázi T2 uvádí také Svobodová (2006). Tomuto rozmezí sušiny odpovídají i všechny sledované vzorky samostatně, tedy tvary koleček i tyčinek v jarním i letním období. V další fázi výrobního procesu (T3) došlo k opětovnému snížení sušiny na 37,10 %. Toto snížení je způsobeno praním tvarůžků, které je součástí výrobního procesu. Svobodová (2006) a Kalhotka et al. (2012) uvádí, že se tvarůžky musí zbavit povrchové oxidační mikroflóry (kvasinky rodu *Candida*) omytím povrchu (odstranění šumu), tím dojde ke snížení povrchové kyselosti a koncentrace NaCl a také se zvýší vlhkost důležitá pro tvorbu mazu. Opět zde došlo ke snížení sušiny ve všech sledovaných vzorcích, jak lze vidět v tabulkách 18 a 19. Nedomová a Cwíková (2006) uvádí, že sušina Olomouckých tvarůžků připravených k balení a expedici má být minimálně 34 %. Podle Hui (2006) má být sušina vyzrálého Olomouckého tvarůžku 31 – 39 %. Na konci doby trvanlivosti (T4, T5) se při aplikaci obou teplot uchování sušina opět zvýšila, a to na 37,65 % (T4) a 37,76 % (T5). Mezi hodnotami T4 a T5 nebyl u žádného ze vzorků statisticky průkazný rozdíl ($P > 0,05$). Dle výrobce má být sušina na konci doby trvanlivosti 35 – 40 %. Tyto hodnoty splňují tvarůžky ve tvaru koleček i ve tvaru tyčinek, v jarním i letním období a u obou teplotních způsobů uchování. Eur-Lex (2009) uvádí sušinu pro kyselé zrající sýr Handkäse 31,4 – 44,8 %.

Hodnota titrační kyselosti tvarůžků se během výrobního procesu značně mění, má klesající tendenci. Tyto změny jsou statisticky průkazné. Na začátku výroby v jarním období byla zaznamenána vyšší titrační kyselost tvarůžků ve tvaru koleček. Tvarůžky po formování (T1) měly vyhovující titrační kyselost pouze u dvou vzorků, a to letního

vzorku koleček (106,64 SH) a jarního vzorku tyčinek (112,36 SH), tyto hodnoty odpovídají požadavkům výrobce, který uvádí, že titrační kyselost vhodná pro formování tvarůžků je 105 – 115 SH. Podobnou hodnotu uvádí také Kněz (1960) 110 až 115 SH. Naproti tomu v jarním období u tvaru koleček byla kyselost 136 SH a směs tvarohu k formování tedy nebyla dostatečně zneutralizovaná. U vzorku tyčinek z letního období byla naopak titrační kyselost pouze 97 SH, což se blíží k hraniční hodnotě 95 SH, pod kterou by podle Kněze (1960) došlo k rozvoji hnilobné mikroflóry. Což může být v některých případech příčinou kažení hotových výrobků. Během sušení a odvětrávání (T2) titrační kyselost klesá až na průměrnou hodnotu 85,43 SH v jarním období a 75,21 SH v letním období. Toto klesání je způsobeno pomnožením oxidačních kvasinek, které neutralizují povrch tvarůžků. Jak popisuje Olšanský (1958) a další autoři viz kapitola 3.5.2, hodnota pH by měla stoupat až nad hodnotu pH 6, čemuž odpovídají námi naměřené hodnoty pH ve fázi T3. Toto pH pak umožňuje růst *Brevibacterium linens* a dalším bakteriím, které nakonec pokrývají celý povrch sýra. Ve fázi T3 se tedy titrační kyselost stále snižuje a pH naopak stoupá. V této fázi můžeme pozorovat výrazněji se snižující titrační kyselost u tvarůžků ve tvaru tyčinek a zřejmě tedy i rychlejší prozrávání tvarůžků. U hotových tvarůžků na konci doby trvanlivosti je vyšší hodnota SH u tvarůžků skladovaných při 20 °C (T5), oproti tvarůžkům skladovaných při 5 °C (T4), to je zřejmě způsobeno pomnožením bakterií mléčného kvašení, které spotřebovávají laktózu a převádějí ji na kyselinu mléčnou, čímž se zvyšuje kyselost tvarůžků. Ke stejným závěrům došel také Olšanský (1958).

Vzhledem ke klesajícím hodnotám titrační kyselosti v průběhu výroby, by měly hodnoty pH naopak stoupat, což také potvrzují výsledky v tabulce 18 a 19.

Olomoucké tvarůžky mají obsahovat max. 5,5 % NaCl. Sůl se přidává již do tvarohu, před vlastní výrobou tvarůžků, a dále se již během výrobního procesu nepřidává. Z výsledků je patrné, že obsah soli se v průběhu výroby zvyšuje, vlivem zvyšující se sušiny tvarůžků, tyto změny však u většiny případů nejsou statisticky průkazné. Z hodnot obsahu soli na konci doby trvanlivosti je patrné, že sůl přesáhla hodnotu požadovanou výrobcem, tedy 5,5 %, u téměř všech vzorků tvarůžků, s výjimkou vzorků tyčinek z jarního období.

Při posuzování statisticky průkazných rozdílů u vzorků Olomouckých tvarůžků ve fázi zrání, kdy se již dostávají ke spotřebiteli, byly hodnoceny dva způsoby uchování.

První vzorky tvarůžků byly uchovány při teplotě 5 °C a druhé vzorky byly uchovány při pokojové teplotě 20 °C. U tvaru koleček byl v jarním období vysoce statisticky průkazný rozdíl v hodnotě NaCl a pH. Hodnota pH není v případě sýrů tak určující, jako hodnota titrační kyselosti. V letním období byl statisticky vysoce průkazný rozdíl právě v hodnotě SH. U tvaru tyčinek byl v jarním období statisticky průkazný rozdíl v hodnotě titrační kyselosti.

Tabulka 20: Mezisezónní rozdíly stanovovaných parametrů u vzorků tvarůžků ve tvaru koleček (n=48)

		pH	SH	NaCl (%)	Sušina (%)
T2	Jaro	5,53 ± 0,05	89,18 ± 5,24	5,49 ± 0,03	38,20 ± 0,86
	Léto	5,58 ± 0,06	76,72 ± 3,21	4,99 ± 0,38	37,66 ± 0,36
	Průkaznost	SN	**	**	SN
T3	Jaro	6,22 ± 0,06	71,41 ± 4,29	5,91 ± 0,10	37,31 ± 0,38
	Léto	6,03 ± 0,04	63,27 ± 5,71	5,10 ± 0,22	37,25 ± 0,67
	Průkaznost	**	*	**	SN
T4	Jaro	6,75 ± 0,26	42,08 ± 8,23	6,20 ± 0,46	39,15 ± 1,83
	Léto	6,90 ± 0,35	45,74 ± 6,15	5,98 ± 1,04	37,62 ± 1,41
	Průkaznost	SN	SN	SN	SN
T5	Jaro	7,16 ± 0,13	49,91 ± 9,29	6,94 ± 0,33	37,94 ± 0,72
	Léto	7,06 ± 0,21	65,06 ± 1,61	6,10 ± 0,95	38,59 ± 1,15
	Průkaznost	SN	**	SN	SN

SN...neexistuje statisticky průkazný rozdíl (P > 0,05)

*...existuje statisticky průkazný rozdíl (P < 0,05)

**...existuje vysoce statisticky průkazný rozdíl (P < 0,01)

T2 – vzorky tvarůžků po sušení a odvětrávání, (tj. 7. – 8. den)

T3 – vzorky tvarůžků na konci výrobního procesu, připravené k balení a expedici. (tj. 9. – 11. den)

T4 – hotový výrobek zabalený, uchovávaný při 5°C na konci doby trvanlivosti, (tj. 38. – 45. den)

T5 – hotový výrobek zabalený uchovávaný při 20°C na konci doby trvanlivosti, (tj. 38. – 45. den)

Tabulka 21: Mezisezónní rozdíly stanovovaných parametrů u vzorků tvarůžků ve tvaru tyčinek (n=48)

		pH	SH	NaCl (%)	Sušina (%)
T2	Jaro	5,60 ± 0,13	81,67 ± 6,91	5,81 ± 0,08	37,29 ± 0,38
	Léto	5,72 ± 0,06	73,70 ± 3,21	5,05 ± 0,38	36,67 ± 0,52
	Průkaznost	SN	*	***	*
T3	Jaro	5,56 ± 1,19	57,99 ± 2,67	5,91 ± 0,13	37,85 ± 0,95
	Léto	6,17 ± 0,11	51,60 ± 3,45	5,11 ± 0,07	36,00 ± 0,73
	Průkaznost	SN	**	***	**
T4	Jaro	7,33 ± 0,37	30,49 ± 4,35	4,64 ± 1,59	37,69 ± 11,07
	Léto	7,17 ± 0,74	34,31 ± 16,20	5,75 ± 0,34	36,15 ± 0,94
	Průkaznost	SN	SN	SN	*
T5	Jaro	7,52 ± 0,19	39,79 ± 3,35	5,47 ± 1,95	38,28 ± 0,70
	Léto	7,66 ± 0,24	44,29 ± 6,07	6,39 ± 0,16	36,21 ± 0,28
	Průkaznost	SN	SN	SN	***

SN...neexistuje statisticky průkazný rozdíl (P > 0,05)

*...existuje statisticky průkazný rozdíl (P < 0,05)

**...existuje vysoce statisticky průkazný rozdíl (P < 0,01)

***...existuje velmi vysoce statisticky průkazný rozdíl (P < 0,001)

T2 – vzorky tvarůžků po sušení a odvětrávání, (tj. 7. – 8. den)

T3 – vzorky tvarůžků na konci výrobního procesu, připravené k balení a expedici. (tj. 9. – 11. den)

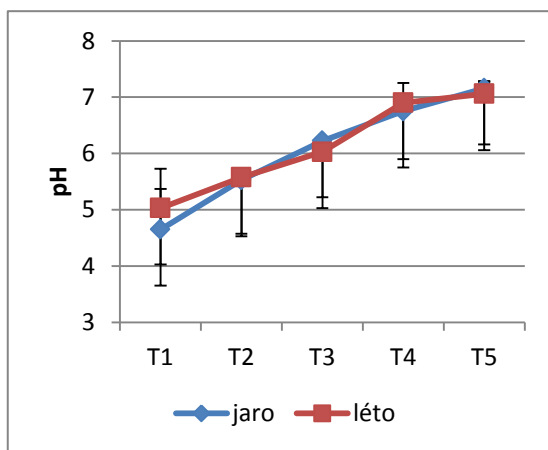
T4 – hotový výrobek zabalený, uchovávaný při 5°C na konci doby trvanlivosti, (tj. 38. – 45. den)

T5 – hotový výrobek zabalený uchovávaný při 20°C na konci doby trvanlivosti, (tj. 38. – 45. den)

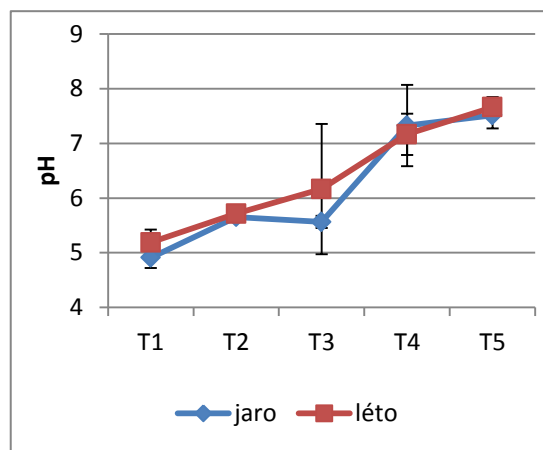
Při porovnávání statisticky průkazných rozdílů v jednotlivých fázích výroby mezi tvarůžky vyráběnými v jarním období s tvarůžky z letního období (tabulky 14 a 15) byly použity vzorky od fáze T2 (vzorky tvarůžků po sušení a odvětrávání), které už jsou v určité fázi zrání a jsou to tedy vzorky již ze zracích sklepů. V této fázi byl statisticky vysoce průkazný rozdíl (P < 0,01) u hodnot titrační kyselosti a obsahu soli u tvaru koleček. Tvar tyčinek měl v obsahu soli dokonce velmi vysoce statisticky průkazný rozdíl (P < 0,001). Nejvíce nás však zajímá fáze T3 a T4, což jsou vzorky, které už se

dostanou ke spotřebiteli a je tedy důležité, aby si výrobky udržovaly stále stejné vlastnosti. Ve fázi T3, tedy tvarůžky na konci výrobního procesu připravené k balení a expedici, byly nalezeny statisticky průkazné rozdíly u obou hodnocených tvarů. U vzorku tyčinek byl v obsahu soli velmi vysoce statisticky průkazný rozdíl, stejně jako tomu bylo ve fázi T2 a dále zde byl v této fázi vysoce statisticky průkazný rozdíl také v sušině a titrační kyselosti. U vzorku koleček byl ve fázi T3 vysoce statisticky průkazný rozdíl v obsahu soli a statisticky průkazný rozdíl v titrační kyselosti. Ve fázi T4, tedy na konci doby trvanlivosti a uchování tvarůžků v chladničce byl statistický rozdíl pouze v sušině tvarůžků u vzorku tyčinek, ostatní hodnoty v této fázi byly statisticky neprůkazné.

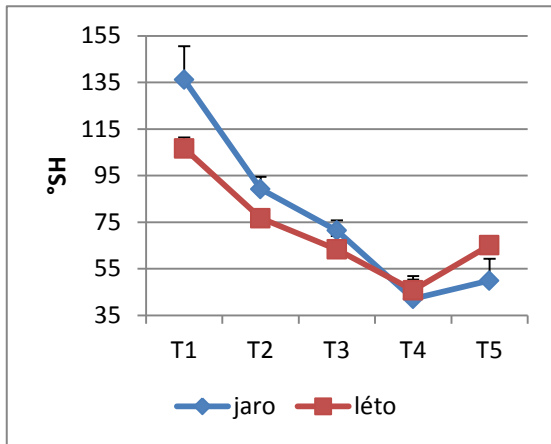
Z výsledků je tedy patrné, že na začátku doby, kdy se tvarůžky dostanou do tržních sítí, se spotřebiteli dostává rozdílná kvalita výrobků v jarní a letním období a ta se srovnává až v průběhu dalšího zrání do konce doby minimální trvanlivosti. Spotřebiteli se tedy dostává standardní výrobek až ke konci doby minimální trvanlivosti. Toto vyplývá z faktu, že mazové kultury prozrávají sýry velmi rychle a v konečné fázi jsou schopny nastartovat stejný průběh rozkladu bílkoviny.



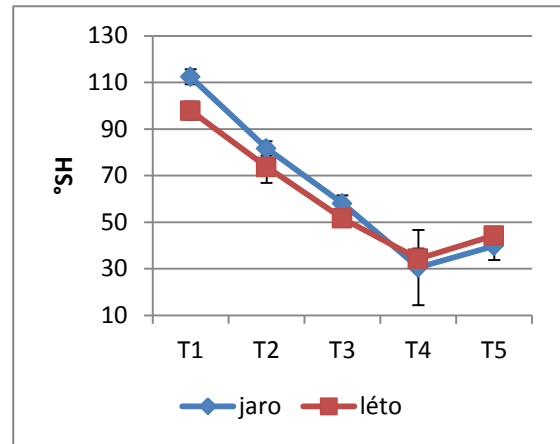
Obrázek 17: pH koleček během zrání



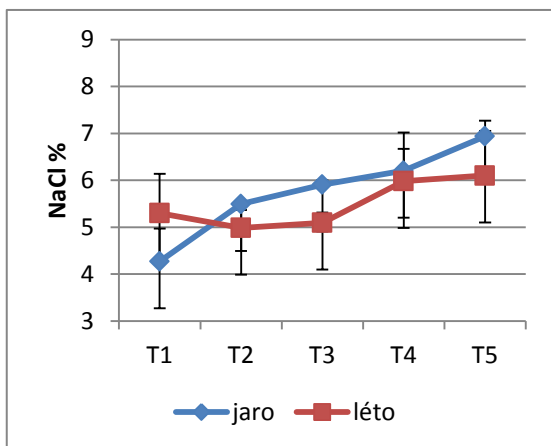
Obrázek 18: pH tyčinek během zrání



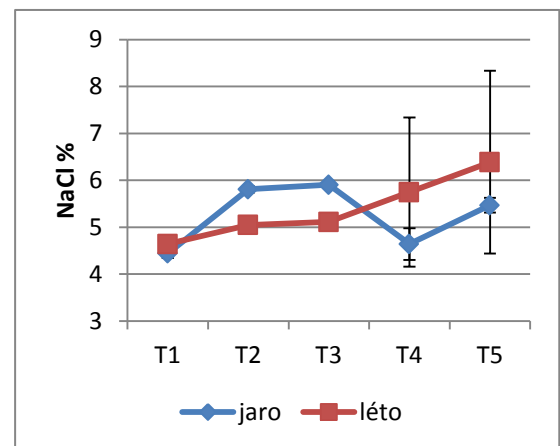
Obrázek 19: SH koleček během zrání



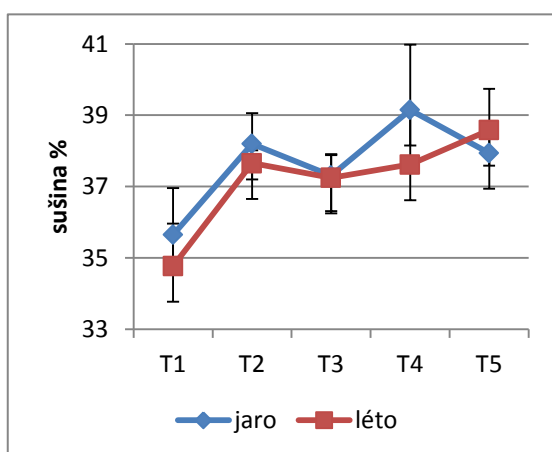
Obrázek 20: SH tyčinek během zrání



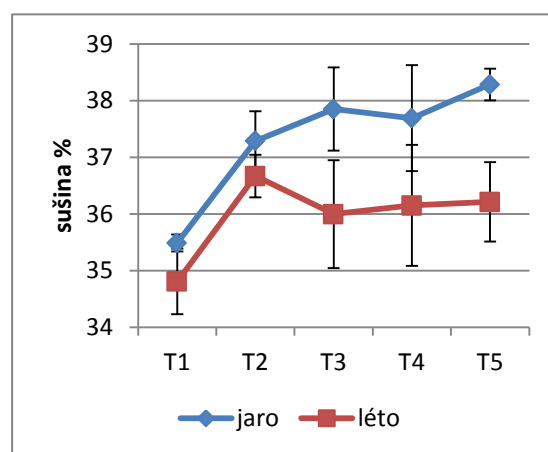
Obrázek 21: NaCl koleček během zrání



Obrázek 22: NaCl tyčinek během zrání



Obrázek 23: Sušina koleček během zrání



Obrázek 24: Sušina tyčinek během zrání

Na obrázcích 17 – 24 můžeme pro lepší představu vidět graficky znázorněné rozdíly v dozrávání tvarůžků a porovnání jarního a letního vzorku. Grafy pro aktivní kyselost (17,18) a pro titrační kyselost (19, 20) mají stejný průběh a spojnice jsou téměř totožné pro jarní i letní období. Je zde malá odchylka v hodnotě pH ve fázi T3 u tvaru tyčinek, tato hodnota je však statisticky neprůkazná. Grafy znázorňující obsah soli v Olomouckých tvarůžcích (21, 22) mají značné odchylky ve spojnicích, toto může být způsobeno odlišným přidavkem soli do průmyslového tvarohu již na začátku výroby. Tyto hodnoty však byly statisticky průkazné pouze ve fázích T2 a T3. Na obrázcích 23 a 24 pozorujeme grafické znázornění obsahu sušiny. U tvaru koleček byl obsah sušiny ve všech fázích výroby statisticky neprůkazný mezi jarními a letními vzorky, je zde vidět pouze výraznější rozdíl ve fázi T4. U tvaru tyčinek, byl statisticky průkazný rozdíl mezi jarními a letními tvarůžky, v celém průběhu výroby. Ve fázích T2 a T4 byl rozdíl ve významnosti ($P < 0,05$), ve fázi T3 významnost ($P < 0,01$) a u vzorku T5, který byl uchovaný při 20 °C byl dokonce velmi vysoce statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,001$). I přesto, že všechny tyto hodnoty splňují požadavky výrobce pro obsah sušiny (35 – 40 %), vyskytují se zde velké rozdíly mezi jarními a letními vzorky tvarůžků.

Dále bylo cílem zjistit, zda existuje statisticky průkazný rozdíl ve fyzikálně chemických parametrech Olomouckých tvarůžků při odlišném umístění ve zrací místnosti. Porovnávány byly tvarůžky ze stojanu u dveří (stojan 1), oproti stojanu

umístěnému nejdále od dveří (stojan 2). Posuzovány byly rozdíly ve výrobní fázi T2 po sušení a odvětrávání (tabulka 22 a 23) a dále ve fázi T3 po ukončení výrobního procesu, připravené k balení a expedici (tabulka 24 a 25). Z každého stojanu byly odebrány 3 vzorky a každý z těchto vzorků byl stanoven ve třech opakováních. Z výsledků pak byl udělán průměr.

Tabulka 22: Vliv umístění Olomouckých tvarůžků ve zracím sklepu (fáze T2) v jarním období (n = 12)

	Kolečka				Tyčinky			
	pH	SH	NaCl (%)	Sušina (%)	pH	SH	NaCl (%)	Sušina (%)
Stojan 1	5,51	92,90	5,50	38,02	5,59	81,84	5,75	37,45
Stojan 2	5,55	85,47	5,49	38,38	5,61	81,51	5,86	37,13
Významnost	0,4309	0,0698	0,8105	0,6566	0,9173	0,9608	0,0576	0,3549
Vyhodnocení	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN

SN ... neexistuje statisticky průkazný rozdíl ($P > 0,05$)

Tabulka 23: Vliv umístění Olomouckých tvarůžků ve zracím sklepu (fáze T2) v letním období (n = 12)

	Kolečka				Tyčinky			
	pH	SH	NaCl (%)	Sušina (%)	pH	SH	NaCl (%)	Sušina (%)
Stojan 1	5,54	75,49	4,98	37,66	5,71	73,38	4,99	36,53
Stojan 2	5,61	77,94	4,99	37,66	5,72	74,03	5,1	36,81
Významnost	0,1686	0,4094	0,9928	0,9989	0,8522	0,8279	0,0453	0,5784
Vyhodnocení	SN	SN	SN	SN	SN	SN	*	SN

SN ... neexistuje statisticky průkazný rozdíl ($P > 0,05$)

* ... existuje statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$)

Tabulka 24: Vliv umístění Olomouckých tvarůžků ve zracím sklepu (fáze T3) v jarním období (n = 12)

	Kolečka				Tyčinky			
	pH	SH	NaCl (%)	Sušina (%)	pH	SH	NaCl (%)	Sušina (%)
Stojan 1	6,23	69,40	5,91	37,51	6,05	57,25	5,90	37,29
Stojan 2	6,21	73,42	5,91	37,11	6,08	58,74	5,91	38,41
Významnost	0,7449	0,2966	1,0000	0,4634	0,5145	0,5559	0,9387	0,1656
Vyhodnocení	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN

SN ... neexistuje statisticky průkazný rozdíl (P > 0,05)

Tabulka 25: Vliv umístění Olomouckých tvarůžků ve zracím sklepu (fáze T3) v letním období (n = 12)

	Kolečka				Tyčinky			
	pH	SH	NaCl (%)	Sušina (%)	pH	SH	NaCl (%)	Sušina (%)
Stojan 1	6,05	58,21	5,23	36,82	6,21	50,38	5,09	35,73
Stojan 2	6,00	68,32	4,96	37,67	6,12	52,82	5,14	36,26
Významnost	0,0792	0,0014	0,1404	0,1251	0,3783	0,4478	0,4586	0,4389
Vyhodnocení	SN	**	SN	SN	SN	SN	SN	SN

SN ... neexistuje statisticky průkazný rozdíl (P > 0,05)

** ... existuje vysoce statisticky průkazný rozdíl (P < 0,01)

Z výsledků vyplývá, že u vzorků Olomouckých tvarůžků ve tvaru koleček, stejně jako ve tvaru tyčinek v jarním období, neexistuje žádný statisticky průkazný rozdíl ve všech sledovaných parametrech (tabulka 24 a 25). Můžeme tedy říci, že v jarním období vstupování do místnosti nemá žádný vliv na průběh zrání Olomouckých tvarůžků umístěných na stojanu u dveří, ve srovnání s tvarůžky na stojanu dále od dveří. V jarním

období tvarůžky zrají ve stejných teplotních podmínkách ve všech částech zrací místnosti.

Při statistickém porovnání zrání Olomouckých tvarůžků v letním období se vyskytly dva průkazné rozdíly. Statisticky průkazný rozdíl v obsahu soli u tvarůžků ve tvaru tyčinek, ve fázi po sušení a odvětrávání a vysoce statisticky průkazný rozdíl u hodnoty titrační kyselosti (SH) u tvaru koleček, ve fázi po dokončení výrobního procesu, připravené k balení a expedici.

Hodnota kyselosti tvarůžků se během výrobního procesu značně mění, má klesající tendenci a to u obou tvarů. Během sušení a odvětrávání (T2) titrační kyselost klesá, což je podle Görner, Valík (2004) způsobeno pomnožením oxidačních kvasinek rodu *Torulopsis* a *Candida*. Tyto kvasinky za pomoci vzdušného kyslíku zoxidují nadbytečnou kyselinu mléčnou na CO_2 a H_2O . Toto potvrzuje i Olšanský (1958), který rovněž udává, že působením oxidační mikroflóry dochází k poklesu titrační kyselosti. Hodnota titrační kyselosti na konci výrobního procesu byla na stojanu 1 statisticky vysoce průkazně nižší, než hodnota titrační kyselosti na stojanu 2. V tomto případě rozdíl může být způsoben změnou teplot, které se pohybují ve zracím sklepu v rozmezí 15 – 20 °C. V letním období, kdy jsou venkovní teploty značně vyšší, než teplota ve zracím sklepe může dojít k změně teploty v blízkosti dveří a tím ke změně průběhu zrání. Při porovnání titrační kyselosti v této výrobní fázi s tvarůžky z jarního období je zřejmé, že stojan 1 z letního období vykazuje nižší hodnoty titrační kyselosti, než ostatní stojany z jarního i letního období. Snížení titrační kyselosti je však typické pro další skladování v chladničkových teplotách, proto je pravděpodobné, že u stojanu v blízkosti dveří docházelo spíše ke snížení zrací teploty. Stojan dál od dveří měl v létě vyšší teplotu, nedocházelo u něj k ochlazení tak jako u dveří.

Sůl se přidává do tvarohu před vlastní výrobou tvarůžků a dále se již během výrobního procesu nepřidává. U statisticky průkazného rozdílu v hodnotě obsahu soli bych tento výsledek přikládala spíše chybou měření, nežli vlivem změny teplot zrání. Stanovení soli argentometrickou titrací má svoji chybu měření. Statisticky průkazný rozdíl zřejmě bude vlivem této chyby.

6 ZÁVĚR

První část práce byla věnována vlivu podchlazení a zamrazení mléka na syřitelnost a následné zpracování na výrobu čerstvého sýra. Z výsledků práce můžeme říci, že zamrazení ovčího mléka na dobu 1 měsíce při $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ zlepšilo syřitelnost mléka a významně neovlivnilo jakost, hmotnost ani sušinu sýřeniny. Při zamrazení mléka na dobu 3 měsíce při $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ se rovněž zlepšila syřitelnost u většiny vzorků v průběhu laktace. Problematické může být, pokud má vzorek vyšší obsah tuku a bílkovin a zhoršenou kvalitu z hlediska výskytu PSB, u takového vzorku byla zhoršena syřitelnost jak u čerstvého mléka, tak u mléka po zamrazení. Sýr z tohoto mléka měl významně vyšší výtěžnost než u ostatních vzorků ovčího mléka, ale byly zde také pozorovány výraznější ztráty tuku a bílkovin do syrovátky, jak u výroby z mléka čerstvého, tak z mléka zamrazeného.

Při použití zamrazeného ovčího a kravského mléka na výrobu sýrů, nebyly pozorovány významné rozdíly ve výtěžnosti mezi sýry z mléka čerstvého a mléka zamrazeného. Podle naměřených výsledků můžeme tedy doporučit zamrazení syrového ovčího mléka na dobu 3 měsíce do běžného mrazicího zařízení při teplotě $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pro zamrazení je vhodné použít 1,5 litrové pet lahve. Toto mléko po rozmrazení pak můžeme použít při výrobě čerstvých sýrů v době mimo laktační období, aniž by vznikly statisticky významné rozdíly ve výtěžnosti sýrů, nebo můžeme nakombinovat mléko z různých fází laktace a tím zajistit větší standardnost výrobků a menší ztráty tuku a bílkovin do syrovátky. Dříve než budeme zamrazené mléko zpracovávat na sýry, je vhodné ho nejprve pozvolna rozmrazit v chladničce a poté vytemperovat na teplotu $37\text{ }^{\circ}\text{C}$. Teprve potom dávat vypočtenou dávku smetanové kultury a následně syřidla podle aktuální syřitelnosti mléka. Takto upravené mléko po zamrazení mělo srovnatelnou výtěžnost s mlékem čerstvým. V případě, že jsou u mléka zjištěny zvýšené hodnoty N-testu, ale jinak mléko nevykazuje změny související s mastitidou, je vhodné toto mléko namíchat s mlékem s lepšími výsledky N-testu k zajištění optimální výroby sýrů. V opačném případě je třeba počítat s tím, že se bude uvolňovat do syrovátky více bílkovin a tuku a sýry budou mít nižší sušinu z důvodu zadržování vyššího podílu vody.

Zamrazení kozího mléka způsobilo u některých vzorků silnou a nevratnou agregaci bílkovin. Syřitelnost mléka pak byla zhoršená oproti čerstvému mléku a také výtěžnost

sýrů byla horší. U některých vzorků zamraženého kozího mléka nebylo vůbec možné sýr vyrobit. Zamrazení kozího mléka tedy není vhodné.

Protože se doposud problematikou zpracování zamraženého ovčího a kozího mléka na výrobu sýrů nezaobíralo příliš mnoho výzkumů, bylo by vhodné se do budoucna zaměřit na sledování vlivu takto uchovávaného mléka na zpracování na sýry polotvrdé a tvrdé. Pro rozšíření této práce a zjištění přesnějších výsledků by bylo vhodné dále zkoušet výrobu sýra z mléka zamraženého po dobu delší než 3 měsíce (např. 6 měsíců), aby bylo zjištěno, do jaké doby zamrazení je možné vyrobit sýr bez statisticky průkazných rozdílů ve složení a výtěžnosti sýrů. Nemělo by se však zapomínat také na sensorické hodnocení vyrobených sýrů, u kterého by se mohly vyskytovat výraznější rozdíly například ve struktuře sýra, ale i v jeho chuti.

V druhé části práce jsme se věnovali sledování chemických parametrů Olomouckých tvarůžků a posouzení rozdílů mezi odlišnými podmínkami zrání. Při posouzení rozdílů podmínek uchování Olomouckých tvarůžků ve fázi po expedici až do konce doby minimální trvanlivosti (teploty uchování 5 °C nebo 20 °C), bylo z výsledků zjištěno, že v některých případech existují statisticky průkazné rozdíly, avšak výsledky odpovídají požadavkům výrobce. Jen spotřebitel tedy rozhoduje a preferenci chuti, která je závislá na teplotách zrání a s nimi souvisejícím složením tvarůžků.

Z výsledků porovnání statistických rozdílů mezi jarními a letními tvarůžky je patrné, že v průběhu zrání, které probíhá mnohdy již u spotřebitele, případně v obchodech, tedy období mezi fázemi na konci výrobního procesu, kdy jsou tvarůžky připraveny k balení a expedici (T3) a výrobkem na konci DMT (T4) se v některých případech vyskytují statistické rozdíly. Ve fázi T3, tedy tvarůžky na konci výrobního procesu připravené k balení a expedici, byly nalezeny statisticky průkazné rozdíly v obsahu soli, sušiny a v titrační kyselosti. Ve fázi T4, tedy na konci doby trvanlivosti a uchování tvarůžků při 5 °C byl statistický rozdíl pouze v sušině tvarůžků u vzorku tyčinek, ostatní hodnoty v této fázi byly statisticky neprůkazné. Z výsledků je tedy patrné, že na začátku doby, kdy se tvarůžky dostanou do tržních sítí, se spotřebiteli dostává rozdílná kvalita výrobků v jarní a letním období a ta se srovnává až v průběhu dalšího zrání do konce doby minimální trvanlivosti. Spotřebiteli se tedy dostává standardní výrobek až ke konci doby minimální trvanlivosti.

Sezónnost suroviny, která souvisí s kvalitou mléka, ze kterého se vyrábí, ovlivní výslednou jakost tvarůžku. Aby spotřebitel dostával standardní výrobek, musel by se k němu dostávat až ke konci doby trvanlivosti.

Při sledování vlivu umístění tvarůžků ve zrací místnosti bylo zjištěno, že v jarním období vstupování do místnosti nemá žádný vliv na průběh zrání Olomouckých tvarůžků umístěných na stojanu u dveří, ve srovnání s tvarůžky na stojanu dále od dveří. V jarním období tvarůžky zrají ve stejných teplotních podmínkách ve všech částech zrací místnosti. V letním období se vyskytly dva průkazné rozdíly. Statisticky průkazný rozdíl v obsahu soli u tvarůžků ve tvaru tyčinek, ve fázi po sušení a odvětrávání a vysoce statisticky průkazný rozdíl u hodnoty titrační kyselosti u tvaru koleček, ve fázi po dokončení výrobního procesu, připravené k balení a expedici. Titrační kyselost byla výrazně nižší u tvarůžků umístěných na stojanu u dveří a je tedy pravděpodobné, že zde byla snížena teplota zrání.

Měla by být tedy důsledně prováděna kontrola standardizace vstupní suroviny. Přestože jsou tvarohy upravovány, v letním období se objevily tvarůžky, které měly hraniční hodnotu kyselosti, což může být problematické při rozvoji například hnilobné mikroflóry, či jiného způsobu kažení výrobku. Stejně tak důsledně by mělo být prováděno dávkování soli, aby byly dodrženy deklarované hodnoty na obalu.

Výrobci jsou tlačeni do levných produktů a samozřejmě cena se navyšuje, pokud výrobek zraje přímo u výrobce, jak se ale ukazuje, výrobek dosahuje standardní kvality až ke konci doby minimální trvanlivosti.

7 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

ALI A.E., ANDREWS A.T., CHEESEMAN G.C., 1980: Influence of storage of milk on casein distribution between the micellar and soluble phases and its relationship to cheese-making parameters. In: *Journal of Dairy Research*, 47 (03): 371-382. ISSN 1469-7629.

BEEBY R., 1959: A method for following the syneresis of the rennet coagulum in milk. In: *Australian Journal of Dairy Technology*, 14: 77-87.

Belitz H.-D., Grosch W., Schieberle P., 2005: Food Chemistry, 3rd ed. In: *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. Springer-Verlag. 382 (1): 10-11. ISSN 1618-2642.

BENCINI R., PULINA G., 1997: The quality of sheep milk: A review. In: *Animal Production Science*, 37: 485-504. ISSN 1836-0939.

BENCINI R., 2002: Factors affecting the clotting properties of sheep milk. In: *Journal of the Science of Food and Agriculture*. John Wiley & Sons, Ltd. 82 (7): 705-719.

BERESFORD T.P., 2003: Non-starter lactic acid bacteria (NSLAB) and cheese quality. In: SMIT G. (ed.), *Dairy Processing: Improving Quality*. CRC Press/Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK. s. 448-469.

BOCKELMANN W., HOPPE-SEYLER T., 2001: The surface flora of bacterial smear-ripened cheeses from cow's and goat's milk. In: *International Dairy Journal*, 11 (4-7): 307-314. ISSN 0958-6946.

BOCKELMANN W., WILLEMS K.P., NEVE H., HELLER K.H., 2005: Cultures for the ripening of smear cheese. In: *International Dairy Journal*. 15 (6-9): 719-732.

BRENNAN N. M., WARD A. C., BERESFORD T. P., FOX P. F., GOODFELLOW M., & COGAN T. M., 2002: Biodiversity of the bacterial flora on the surface of a smear cheese. In: *Applied and Environmental Microbiology*. 68: 820-830.

BROADBENT J.R., BUDINICH M.F., STEELE J.L., 2011: Non starter acid lactic bacteria. In: J.W. FAQUAY (Ed.) *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Elsevier Science. London, UK. s. 639-644.

BURNS P., CUFFIAA F., MILESIA M., VINDEROLA G., MEINARDIA C., SABBAGH N., HYNESA E., 2012: Technological and probiotic role of adjunct cultures of non starter lactobacilli in soft cheese. In: *Food Microbiology*. 30 (1): 45-50.

BUCEK P., KVAPILÍK J., KÖLBL M., MILERSKI M., PINĎÁK A., MAREŠ V., KONRÁD R., ROUBALOVÁ M., ŠKARYD V., 2014: *Ročenka chovu ovcí a koz v České republice za rok 2013*. Českomoravská společnost chovatelů, a.s. Svaz chovatelů ovcí a koz v ČR.

BUCEK P., KVAPILÍK J., KÖLBL M., MILERSKI M., PINĎÁK A., MAREŠ V., KONRÁD R., ROUBALOVÁ M., ŠKARYD V. (eds.), 2013: *Ročenka chovu ovcí a koz v České republice za rok 2012*. Českomoravská společnost chovatelů, a.s. Svaz chovatelů ovcí a koz v ČR.

CALLEC CH., 2002: *Encyklopedie sýrů*. Rebo Productions CZ, spol. s.r.o. 256 s. ISBN 80-7234-225-8.

CAMPBELL J.R., MARSHALL R. T., 1975: *The Science of Providing Milk for Man*. In: *Agricultural Sciences Series*. McGraw-Hill Ryerson, New York, USA. 801 s. ISBN 978-0-07-009690-5.

CORSETTI A., ROSSI J., GOBBETTI M., 2001: Interactions between yeasts and bacteria in the smear surface-ripened cheeses. In: *International Journal of Food Microbiology*. 69: 1-10.

ČSN 570107, 1980: *Metody zkoušení přírodních a tavených sýrů*. Stanovení kyselosti. Český normalizační institut, Praha. s. 17-18.

ČSN 570107, 1980: *Metody zkoušení přírodních a tavených sýrů*. Stanovení pH potenciometricky – rozhodčí metoda. Český normalizační institut, Praha. 18 s.

ČSN ISO 2446 (570543), 2010: *Mléko – stanovení obsahu tuku*. Český normalizační institut, Praha. 16 s.

ČSN ISO 5943, 2007: *Sýry a tavené sýrové výrobky – Stanovení obsahu chloridů*. Potenciometrická titrační metoda. Český normalizační institut, Praha. 8 s.

ČSN ISO 5534, 2005: *Sýry a tavené sýry - Stanovení obsahu celkové sušiny (Referenční metoda)*. Český normalizační institut, Praha. 12 s.

ČSN EN ISO 1735, 2005: *Sýry a tavené sýrové výrobky - Stanovení obsahu tuku - gravimetrická metoda (Referenční metoda)*. Český normalizační institut, Praha. 20 s.

ČSN EN ISO 8968-1, 2002: *Mléko – Stanovení obsahu dusíku - Část 1: Metoda dle Kjeldahla*. Český normalizační institut, Praha.

ČSN 57 0529, 1993: *Sýrové kravské mléko pro mlékárenské ošetření a zpracování*. Praha: Český normalizační institut.

DAVID P., 2008: *Rukověť chovatele ovcí*. Spolek poradců v ekologickém zemědělství ČR. Brno.

FEKADU B., SORYAL K., ZENG S., VAN HEKKEN D., BAH B., VILLAQUIRAN M., 2005: Changes in goat milk composition during lactation and their effect on yield and quality of hard and semi-hard cheeses. In: *Small Ruminant Research*. 59(1): 56-63.

FISK W.W., THOM CH., 2014: *The Book of Cheese: Revised Edition of Original Version*. 332 s. ISBN 9783956766633.

FONTECHA J., BELLANATO J., JUAREZ M., 1993: Infrared and raman spectroscopic study of casein in cheese: Effect of freezing and frozen storage. In: *Journal of Dairy Science*. 76 (11): 3303-3309.

FORMAN L. (ed.), 1996: *Mlékárenská technologie II*. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, 217 s., ISBN 80-7080-250-2.

FOX P.F., MCSWEENEY, P.L.H., 1998: *Dairy Chemistry and Biochemistry*. Springer, New York, USA. 496 s. ISBN 9780412720000.

FOX P.F., GUINEE T.P., COGAN T.M., MCSWEENEY P.L.H., 2000: *Fundamentals of Cheese Science*. Springer, 588 s. ISBN 978-0-8342-1260-2.

FOX P.F., MCSWEENEY P.L.H., COGAN T.M., GUINEE T.P., 2004: *Cheese, Chemistry, Physics and Microbiology*. Elsevier Academic press. 434 s. ISBN 978-0-12-263653-0.

GAJDŮŠEK S., 1997: *Mlékařství II (cvičení)*. MZLU Brno. 84 s. ISBN 80-7157-278-0.

GAJDŮŠEK S., 1999: *Mlékařství II (cvičení)*. VŠZ Brno.

GAJDŮŠEK S., 2000: *Mlékařství II*. Ediční středisko Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně. 142 s. ISBN 80-7157-342-6.

GOBBETTI M., MINERVINI F., RIZZELLO C. G., 2007: Bioactive Peptides in Dairy Products. s. 489-517. In: *Handbook of Food Products Manufacturing*. John Wiley & Sons, New York, USA. 2308 s. ISBN 9780470049648

GUINEE T.P., GORRY C.B., O'CALLAGHAN D.J., O'KENNEDY B.T., O'BRIEN N., FENELON M. A., 1997: The Effects of Composition and Some Processing Treatments on the Rennet Coagulation Properties of Milk. In: *International Journal of Dairy Technology*. 50: 99-105.

HAENLEIN G.F.W., WENDORFF W. L., 2006: Sheep Milk. s. 137-194. In: *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. Iowa, USA: Blackwell Publishing Professional. 472 s. ISBN-13: 978-0-8138-2051-4.

HAVLÍČEK Z., 1975: *Praktikum sýrařské výroby*. Řada potravinářské literatury. Praha: SNTL. 271 s.

HERIAN K., 2001: Súhrnné odporúčania k zabezpečeniu kvality syrov a syrárskych špecialit. In: HERIAN K., *Problematika zabezpečenia kvality syrov a ich kontrola (čerstvých, zrejúcich bez obalu, parených, tavených): Zborník prednášok zo školenia*. Žilina, s. 61-64.

HORÁK F. (ed.), 2012: *Chováme ovce*. Praha: Nakladatelství Brázda, s.r.o. 412 s. ISBN 978-80-209-0390-7.

HUI Y.H., 2006: *Dairy Science and Technology Handbook: Product manufacturing*. 2nd ed. 440 s. ISBN 978-0-470-12707-0.

HUI Y.H., 2006: *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*. 928 s. ISBN 9780849398476.

CHRAMOSTOVÁ, J., VRZÁKOVÁ, Z. , NĚMEČKOVÁ, I. , ČURDA, L., Termostabilita Mléka a Faktory, Které ji Ovlivňují, In: *Mlékařské listy* 146: 14-17.

JANŠTOVÁ B., VORLOVÁ L., NAVRÁTILOVÁ P., KRÁLOVÁ M., NECIDOVÁ L., MAŘICOVÁ E., 2012: *Technologie mléka a mléčných výrobků*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. 141 s. ISBN 978-80-7305-637-7.

- JAY J.M., 2000: Modern Food Microbiology. In: *Food Science Text Series*. 6th ed. Springer, USA. 679 s. ISBN 9781461544272
- JOHNSTON D.E., MURPHY R.J., 1984: Effects of Fat Content on Properties of Rennet Induced Milk-gels. In: *Milchwissenschaft* 39: 585-587.
- JOHNSON C.E., 1970: *Some Factors Affecting the Storage Stability of Frozen Milk Concentrate*. Ph.D. Thesis, University of Wisconsin, Madison, USA.
- JUÀREZ M., RAMOS M., 1986: Physico-chemical characteristics of goat milk as distinct from those of cow milk. In: *International Dairy Bulletin* 202: 54-57.
- JŮZL M., BUBENÍČKOVÁ A., KOZELKOVÁ M., KONEČNÁ H., KRUPKOVÁ D., 2010: Jakostní parametry Olomouckých tvarůžků v jednotlivých fázích výroby. s. 40. In: *III. Vedecká konferencia: Stretnutie mladých vedeckých pracovníkov v potravinárstve*. STU Bratislava. ISBN 978-80-227-3411-0.
- KALANTZOPOULOS G.C., 1993: Cheeses from Ewes' and Goats' Milk. In: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol. 2, 2nd ed. 507-543. Chapman and Hall, London, UK.
- KALHOTKA L., JŮZL M., BUBENÍČKOVÁ A., HŮLOVÁ M., KONEČNÁ H., KRUPKOVÁ D., KOZELKOVÁ M., PETIROVÁ E., 2012: Olomoucké tvarůžky – tradice, která zavazuje a inspiruje. In: *Výživa a potraviny* 1/2012. 67 (22-24), ISSN 1211-846X.
- KAVINA J., 1995: *Zbožiznalství potravinářského zboží pro 2 .ročník*. IQ 147, Praha. 261 s.
- KEENAN T.W., MATHER I.H., 2003: Milk fat globule membrane. In: FUQUAY J.W., FOX P.F. (eds.), *Encyclopedia of Dairy Science*, vol. 3. Academic Press, New York. s. 1568-1576.
- KERESTEŠ J., 2007: *Syry, výživa a zdravie*. Považská Bystrica. ISBN 80-969693-6-4.
- KERESTEŠ J. (ed.), 2008: *Ovčiarstvo na Slovensku*. Považská Bystrica: NIKA. ISBN 80-969840-5-3.

KNĚZ V., 1960: *Výroba sýrů*. Řada potravinářské literatury. Státní nakladatelství technické literatury. 377 s. LCCN 61031424.

KNĚZ V. (ed.), 1972: Kontrola spotřeby a výtěžnosti při výrobě sýrů. In: *Technické publikace Střediska informací potravinářského průmyslu v Praze*. Mlékárenský průmysl, Praha. 182 s.

KNĚZ V., SEDLÁČKOVÁ H., (1992): *Sýry a příprava sýrových pokrmů*. 1st ed. Praha: Státní nakladatelství technické literatury. 336 s.

KNĚZOVÁ-LEGAROVÁ V., 2010: *Sýry a jejich podávání*. Mlékařské listy, Výzkumný ústav mlékařenský v Praze ve spolupráci s Českomoravským svazem mlékařenským a s Českým národním komitétem IDF. 3 s. ISSN 1212- 950X.

KOPÁČEK J., 2010: *Evropské sýry s chráněným označením – 4. část*. Mlékařské listy, Výzkumný ústav mlékařenský v Praze ve spolupráci s Českomoravským svazem mlékařenským a s Českým národním komitétem IDF. ISSN 1212- 950X.

KOUŘIMSKÁ L., CHARVÁTOVÁ R., 2008: *Kyselost kozího mléka v průběhu laktačního období*. In: *Farmářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků*. Sborník referátů ze semináře s mezinárodní účastí. Mendelova univerzita v Brně, s. 23-24.

KÜHNEMANN H., 2011: *Chováme kozy*. VÍKEND s. r. o. 96 s. ISBN 978-80-7433-039-1.

KUCHTÍK J., 2013: *Chov ovcí*. [6.8.2015]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=1040

KVAPILÍK J., RŮŽIČKA Z., BUCEK P., (eds.), 2012: *Ročenka - Chov skotu v České republice*. Českomoravská společnost chovatelů, a. s., Praha, Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Praha-Uhřetěves, Svaz chovatelů českého strakatého skotu, Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR, o. s., Český svaz chovatelů masného skotu. ISBN 978-80-87633-04-5.

KVAPILÍK J., RŮŽIČKA Z., BUCEK P. (eds.), 2014: *Ročenka - Chov skotu v České republice*. Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2014. Českomoravská společnost chovatelů, a. s., Praha, Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Praha-Uhřetěves, Svaz chovatelů českého strakatého skotu, Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR, o. s.,

Český svaz chovatelů masného skotu. [6.8.2015]. Dostupné z: <http://www.cmsch.cz/store/rocenka-chovu-skotu-2014.pdf>

LAW B.A., TAMIME A.Y., 2010: *Technology of Cheesemaking*. 2nd ed. Blackwell Publishing. 512 s. ISBN 978-1-4051-8298-0.

LUKÁŠOVÁ J. (ed.), 1999: *Hygiena a technologie produkce mléka*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Ediční středisko VFU. 101 s. ISBN 80-85114-53-4.

LUKÁŠOVÁ J. (ed.), 2000: *Praktická cvičení z hygieny a technologie mléka*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Ediční středisko VFU. 51 s.

LUND B., BAIRD-PARKER T.C., GOULD G.W., 2000: *The Microbiological safety and quality of food*. Aspen Publishers. ISBN 0-8342-1323-0, 2024 s.

MAIR-WALDBURG H. (ed.), 1998: *Sýry - velká encyklopedie*. Perfekt, Bratislava. 255 s. ISBN 80-8046-101-5

MALÁ G., ŠVEJCAROVÁ M., 2010: *Kvalita mléka ovčí a prostředí chovu*. [6.8.2015]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/kvalita-mleka-ovci-a-prostredi-chovu/>

MARSHALL R. J., 1982: An Improved Method for Measurement of the Syneresis of Curd Formed by Rennet Action on Milk. In: *Journal of Dairy Research*. 49 (2): 329-336.

MATEO M.J., EVERARD C.D., FAGAN C.C., O'DONNELL C.P., CASTILLO M., PAYNE F.A., O'CALLAGHAN D. J., 2009: Effect of Milk Fat Concentration and Gel Firmness on Syneresis During curd Stirring in Cheese-making. In: *International Dairy Journal*. 19 (4): 264-268.

MCSWEENEY P.L.H. (ed.), 2007: Cheese Problems Solved. In: *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*. Elsevier. 424 s. ISBN 978-1-4200-4394-5.

MCSWEENEY P.L.H., FOX P.F., 2009: Advanced Dairy Chemistry. Volume 3. In: *Lactose, Water, Salts and Minor Constituents*. 3rd ed. Springer-Verlag, New York, USA. 778 s. ISBN 978-0-387-84864-8.

MOWLEM A., 1992. *Goat Farming*. Farming Press, Ipswich, UK. 183 s. ISBN 9780852362358.

MOTTA A.S., BRANDELLI A., 2008: Properties and antimicrobial activity of the smear surface cheese coryneform bacterium *Brevibacterium linens*. In: *European Food Research & Technology*, 227: 1299-1306.

MOUNIER J., GOERGES S., GELSOMINO R., VANCANNEYT M., VANDEMEULEBROECKE K., HOSTE B., BRENNAN N.M., SCHERER S., SWINGS J., FITZGERALD G.F., COGAN T.M., 2006: Sources of the adventitious microflora of smear-ripened cheese. In: *Journal of Applied Microbiology*. ISSN 1364-5072.

MOUNIER J., GELSOMINO R., GOERGES S., VANCANNEYT M., VANDEMEULEBROECKE K., HOSTE B., SCHERER S., SWINGS J., FITZGERALD G.F., COGAN T.M., 2005. Surface Microflora of Four Smear-Ripened Cheeses. In: *Applied and Environmental Microbiology*. 71(11): 6489-6500. PMID: PMC1287636

MUIR D.D., 1984: Reviews of the Progress of Dairy Science: Frozen Concentrated Milk. In: *Journal of Dairy Research*. 51 (4): 649-664.

MUIR D.D., HORNE D.S., LAW A.J.R., SWEETSUR A.W.M., 1993: Ovine milk. 2. Seasonal changes in indices of stability. In: *Milchwissenschaft*. 48: 442-445.

MURPHY S.C., BOOR K.J., 2000: Trouble-shooting sources and causes of high bacteria counts in raw milk. In: *Dairy, Food Environ. Sanitation*. 20 (8): 606-611. ISSN 1043-3546.

NATH K. R., 2006: Cheese. In: *Dairy Science and Technology Handbook: Product manufacturing*, Volume 2. Hui Y.H. 440 s. ISBN 978-0-470-12707-0.

NEDOMOVÁ Š., CWIKOVÁ O., 2006: *Změny senzorických a texturních vlastností olomouckých tvarůžků v průběhu zrání*. *Výživa a potraviny* 5/2006.

NEEDS E.C., 1992: Effects of Long-term Deep-freeze Storage on the Condition of the Fat in Raw Sheep's Milk. In: *Journal of Dairy Research*. 59.1: 49-55.

O tvarůžkách. A. W. spol. s.r.o. [6.8.2015]. Dostupné z: <http://www.tvaruzky.cz/O-tvaruzkach.aspx#chapter3>.

O'CONNOR P., FOX P.F., 1970. Temperature dependent dissociation of casein micelles from the milk of various species. In: *Milk and Dairy Journal*. Neth. 27 (213):199-217

OTTMÁR J., 2011: *Vyhodnocení variability složení směsného ovčího mléka*. Diplomová práce (nepubl., dep. Knihovna Mendelovy university v Brně), Mendelova univerzita Brno, Ústav technologie potravin.

PARK Y.W., 1985: The Freezing of Sheep Milk for Storage and Transport. In: *Sheep Dairy News*. 2(2): 7-8.

PARK Y.W., 2009: *Bioactive Components in Milk and Dairy Products*. Blackwell Publishing. 440 s. ISBN 978-0-8138-1982-2.

PARK Y.W., JUÁREZ M., RAMOS M., HAENLEIN G.F.W., 2007: Physico-chemical Characteristics of Goat and Sheep Milk. In: *Small Ruminant Research*. Science direct. 68 (1-2): 88-113. ISSN 0921-4488.

PARK Y.W., HAENLEIN G. F.W., 2006: *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. Blackwell Publishing Professional, Iowa, USA. ISBN 978-0-8138-2051-4.

PAVIĆ V., ANTUNAC N., MIOČ B., IVANKOVIĆ A., HAVRANEK J.L., 2002: Influence of Stage of Lactation on the Chemical Composition and Physical Properties of Sheep Milk. In: *Czech Journal of Animal Science*, 47 (2): 80-84.

Plemena mléčná. Svaz chovatelů ovcí a koz. Schok. [6.8.2015]. Dostupné z: <http://www.schok.cz/plemena-ovci/plemena-mlecna>

PŘIDALOVÁ H., JANŠTOVÁ B., DRAČKOVÁ M., NATRÁTILOVÁ P., VORLOVÁ L., 2009: Sledování vybraných parametrů mléka bílých krátkosrstých koz ze dvou farem v České republice. In: *Mlékařské listy*, 116: 23-26.

PULINA G. (ed.), 2004: *Dairy Sheep Nutrition*. CABI Publishing. ISBN 0-85199-681-7.

- RAMOS M., JUAREZ M., 2003. Sheep milk. s. 2539-2545. In: ROGINSKI H., FUQUAY J.W., FOX P.F. (eds.), *Encyclopedia of Dairy Sciences*, vol. 4. Academic Press, Amsterdam, The Netherlands.
- RAYNAL K., REMEUF F., 2000: Effect of Storage at 4 °C on the Physicochemical and Renneting Properties of Milk: a Comparison of Caprine, Ovine and Bovine Milks. In: *Journal of Dairy Research*. 67(2): 199-207.
- RAYNAL-LJUTOVAC K., GABORIT P., LAURET A., 2005: The relationship between quality criteria of goat milk, its technological properties and the quality of the final products. In: *Small Ruminant Research*. 60 (1-2): 167-177.
- RAYNAL-LJUTOVAC K., LAGRIFFOUL G., PACCARD P., GUILLET I., CHILLIARD Y., 2008: Composition of goat and sheep milk products: An update. In: *Small Ruminant Research*. 79 (1): 57-72.
- ROGINSKI H., FUQUAY J.W., FOX P.F. 2003: *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Academic Press, London, England. 2799 s. ISBN 0-12-227238-2.
- SAMKOVÁ E. (ed.), 2012: *Mléko: produkce a kvalita*. Vědecká monografie. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 240 s. ISBN 978-80-7394-383-7.
- SCHMIDT G.H., 1971. *Biology of Lactation*. A Series of books in animal science. Freeman and Co., San Francisco, USA. s. 182-195. ISBN 978-0716708216.
- SINGH H., 2004: Heat stability of milk. In: *International Journal of Dairy Technology*. 57: 111-119.
- SMIT G., 2003: *Dairy processing – Improving quality*. Woodhead Publishing. 536 s. ISBN 978-1-85-573707-5.
- SNÁŠELOVÁ J., MOTYČKOVÁ M., ZIKÁN V., 2009: *Mlékařské listy č. 113/114*, [6.8.2015], Dostupné z: http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2009/113;114_s._18-21.pdf.
- SOLAIMAN S.G., 2010: *Goat Science and Production*. Wiley-Blackwell. 444 s. ISBN 978-0-8138-0936-6.

SPREER E., 1998: *Milk and Dairy product Technology*. Marcel Dekker. 483 s. ISBN 0-8247-0094-5.

STANĚK S., 2009: *Ovčí mléko a mléčné výrobky*. Dostupné z: <http://www.zootechnika.cz/clanky/chov-ovci/dojeni-ovci/ovci-mleko-a-mlecne-vyrobky.html>

STORRY J.E., FORD G.D., 1982: Some Factors Affecting the Post Clotting Development of Coagulum Strength in Renneted Milk. In: *Journal of Dairy Research*. 49 (3): 469-477. ISSN 1469-7629.

STORRY J.E., GRANDISON A.S., MILLARD D., OWEN A.J., FORD G.D., 1983: Chemical Composition and Coagulating Properties of Renneted Milks from Different Breeds and Species of Ruminant. In: *Journal of Dairy Research*. 50 (2): 215-229. ISSN 1469-7629.

STRNADOVÁ D., 2012: Evaluation of Quality Measurement of Olomouc Cake of Cheese (Olomoucké tvarůžky) During Ripening. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 60 (5): 205 - 210. ISSN 1211-8516.

ŠUSTOVÁ K., 2007: *Hodnocení variability bílkovin mléka ve vztahu k výrobě sýrů*. Evaluation of Milk Quality Concerning Production of Cheese. Habilitační práce (nepubl., dep. Knihovna Mendelovy university v Brně). MZLU v Brně, Agronomická fakulta, ústav Technologie potravin.

ŠUSTOVÁ K., 2009: Jaké sýry zařadit do našeho jídelníčku? Farmářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků VI. In: *Sborník referátů ze semináře s mezinárodní účastí*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. s. 4-6. ISBN 978-80-7375-300-9.

ŠUSTOVÁ K., SÝKORA V., 2013: *Mlékárenské technologie*. Mendelova univerzita v Brně. 223 s. ISBN 978-80-7375-704-5.

TAMIME A.Y., 2009: Dairy Fats and Related Products. In: *Society of Dairy Technology series*. Blackwell-Wiley Publishing. ISBN 978-1-4051-5090-3.

VAN SLYKE L.L., PRICE W.V., 1949: *Cheese*. Orange Judd Publishing Co. Inc., New York, USA. 522 s. ISBN 978-0917930317.

- VANĚK D., ŠTOLC L. (eds.), 2002: *Chov skotu a ovcí*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Agronomická fakulta a ISV nakladatelství. ISBN 80-86642-11-9.
- VIVAR-QUINTANA A.M., BENEITEZ DE LA MANO E., REVILLA I., 2006: Relationship between somatic cell counts and the properties of yoghurt made from ewes' milk. In: *International Dairy Journal*. 16: 262-267.
- WALSTRA P., VLIET T., 1986: The Physical Chemistry of Curd Making. In: *Netherlands Milk Dairy Journal*. 40: 241-259. ISSN 0028-209X.
- WALSTRA P., WOUTERS J.T.M., GEURTS T.J., 2006: *Dairy Science and Technology*, 2nd ed. CRC Press Taylor & Francis Group. ISBN 978-0-8247-2763-5.
- WEELS P.R., LEEDER J.G., 1963: Changes Related to Casein Precipitation in Frozen Concentrated Milk. In: *Journal of Dairy Science*. Elsevier. 46 (8): 789-798.
- WENDORFF W.L., 2001: Freezing Qualities of Raw Ovine Milk for Further Processing. In: *Journal of Dairy Science*. Elsevier. 84: 74-78.
- WENDORFF W.L., RAUSCHENBERGER S.L., 2001: Effect of Freezing on Milk Quality. In: *Proceedings of 7th Great Lakes Dairy Sheep Symposium*, Dept. of Anim. Sci., Univ. Of Wisconsin, Madison. s. 156-164.
- WENDORFF B., 2003: Milk Composition and Cheese Yield. In: *Proceedings of the 7th Great Lakes Dairy Sheep Symposium*. s. 1-3.
- WILBEY R.A., SCOTT J.E., ROBINSON R.K., 2012: *Cheesemaking practice*, 3rd ed. 449 s. ISBN 978-0-7514-0417-3.
- ZADRAŽIL K., 2002: *Mlékařství. Živočišná výroba*. Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 80-86642-15-1
- ZHANG R.H., MUSTAFA A.F., NG-KWAI-HANG K.F., ZHAO X., 2006: Effects of Freezing on Composition and Fatty Acid Profiles of Sheep Milk and Cheese. In: *Small Ruminant Research*. 64 (3): 203-210. ISSN 0921-4488.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Východofříská ovce	12
Obrázek 2: Lacaune (http://www.thuringer-schafzucht.de/r_lacaune.html).....	13
Obrázek 3: Cigája (http://www.schok.cz/plemena-ovci/plemena-mlecna/cigaja)	13
Obrázek 4: Výroba průmyslového tvarohu kyselým srážením mléka (upraveno podle Zadražil, 2002; Šustová a Sýkora, 2013).....	36
Obrázek 5: Syřidlové srážení mléka (Fox et al., 2000)	37
Obrázek 6: Výroba sýra sladkým srážením (podle Fox, McSweeney, 2004; Walstra, 2006; Šustová, Sýkora, 2013).....	38
Obrázek 7: Schéma třídění sýrů (upraveno podle Fox et al., 2000)	46
Obrázek 8: Olomoucké tvarůžky (foto: František Petrák).....	51
Obrázek 9: Olomoucké tvarůžky v jednotlivých fázích zrání	58
Obrázek 10: Hmotnost vyrobeného ovčího sýra.....	85
Obrázek 11: Vzniklá syrovátka (ovčí mléko)	85
Obrázek 12: Titrační kyselost ovčího sýra	86
Obrázek 13: Sušina ovčího sýra.....	86
Obrázek 14: Tuk v ovčím sýru	87
Obrázek 15: Bílkovina v ovčím sýru	87
Obrázek 16: Porovnání výtěžnosti sýrů a syrovátky	92
Obrázek 17: pH koleček během zrání.....	102
Obrázek 18: pH tyčinek během zrání	102
Obrázek 19: SH koleček během zrání.....	103
Obrázek 20: SH tyčinek během zrání	103
Obrázek 21: NaCl koleček během zrání	103
Obrázek 22: NaCl tyčinek během zrání	103
Obrázek 23: Sušina koleček během zrání	104
Obrázek 24: Sušina tyčinek během zrání.....	104

9 SEZNAM TABULEK

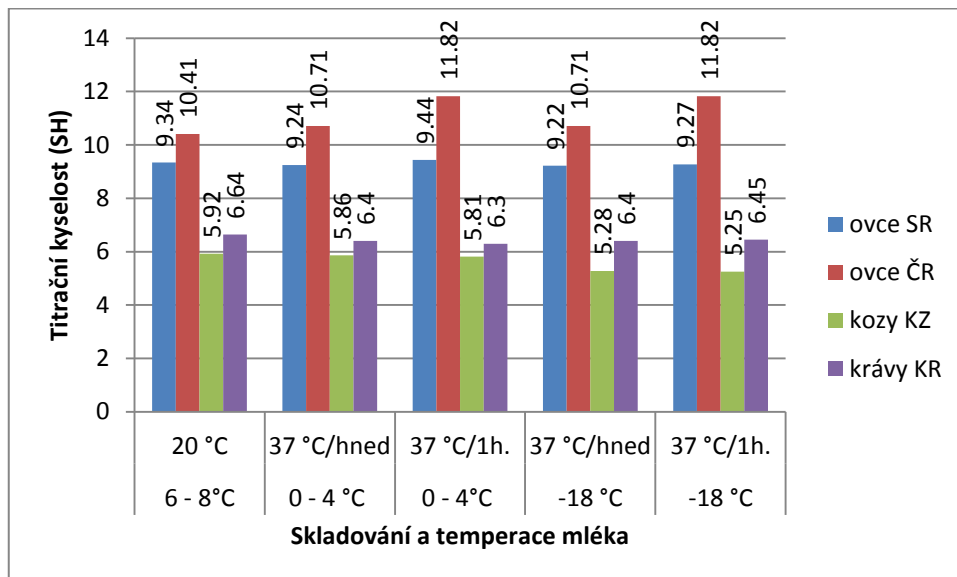
Tabulka 1: Početní stavy ovcí a skotu v České republice (tisíc kusů) k 1.dubnu daného roku (Bucek et al., 2013; Bucek et al., 2014)	11
Tabulka 2: Orientační obsah základních složek jednotlivých druhů mlék. (Park et al., 2007; Horák et al., 2012)	20
Tabulka 3: Změny vybraných složek mléka a dojivosti v průběhu laktace (Kuchtík et al., 2008)	21
Tabulka 4: Dělení sýrů a tvarohů dle vyhlášky č. 77/2003	45
Tabulka 5: Popis reakcí N-testu (GAJDŮŠEK, 1997)	61
Tabulka 6: Hodnocení kvality sýřeniny (Gajdůšek, 1997)	62
Tabulka 7: Základní parametry vzorků testovaného mléka (n = 12)	68
Tabulka 8: Vliv uchování ovčího mléka na průběh sýření a kvalitu vzniklé sýřeniny (farma Velká Lúka) (n = 10)	75
Tabulka 9: Vliv uchování ovčího mléka na průběh sýření a kvalitu vzniklé sýřeniny (farma Brníčko) (n = 20)	76
Tabulka 10: Vliv uchování kozího mléka na průběh sýření a kvalitu vzniklé sýřeniny (kozí dvorek Olešenka) (n = 20)	77
Tabulka 11: Vliv uchování kravského mléka na průběh sýření a kvalitu vzniklé sýřeniny (n = 10)	78
Tabulka 12: Vliv zamrazení ovčího mléka z farmy Brníčko na výrobu sýrů (n = 16) ...	83
Tabulka 13: Vliv zamrazení ovčího mléka z farmy Brníčko na výrobu sýrů - průměrné hodnoty	84
Tabulka 14: Vliv zamrazení kozího mléka na výrobu sýrů (n = 16)	88
Tabulka 15: Vliv zamrazení kravského mléka na výrobu sýrů (n = 8)	89
Tabulka 16: Výťažnost sýrů a syrovátky v %	91
Tabulka 17: Vzorky průmyslového tvarohu (n = 24)	94
Tabulka 18: Změny sledovaných parametrů Olomouckých tvarůžků během zrání (tvar koleček) (n = 50)	96
Tabulka 19: Změny sledovaných parametrů Olomouckých tvarůžků během zrání (tvar tyčinek) (n = 50)	97
Tabulka 20: Mezisezónní rozdíly stanovovaných parametrů u vzorků tvarůžků ve tvaru koleček (n=48)	100

Tabulka 21: Mezisezónní rozdíly stanovovaných parametrů u vzorků tvarůžků ve tvaru tyčinek (n=48).....	101
Tabulka 22: Vliv umístění Olomouckých tvarůžků ve zracím sklepu (fáze T2) v jarním období (n = 12)	105
Tabulka 23: Vliv umístění Olomouckých tvarůžků ve zracím sklepu (fáze T2) v letním období (n = 12)	105
Tabulka 24: Vliv umístění Olomouckých tvarůžků ve zracím sklepu (fáze T3) v jarním období (n = 12)	106
Tabulka 25: Vliv umístění Olomouckých tvarůžků ve zracím sklepu (fáze T3) v letním období (n = 12)	106

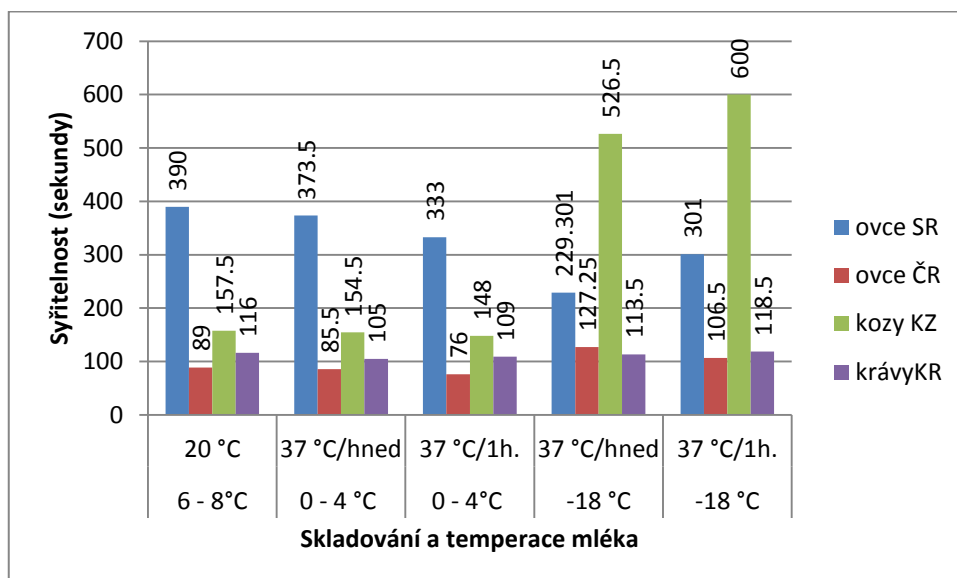
10 SEZNAM ZKRATEK

AK	aminokyseliny
B	bílkoviny
CCR	micelární kalcium fosfát
CPM	celkový počet mikroorganismů
ČMK	čisté mlékařské kultury
ČR	Česká republika
ČSN	Česká státní norma
DMT	doba minimální trvanlivosti
KTJ	kolonie tvořících jednotek
L	laktóza
Met.	Metionin
MK	mastné kyseliny
Mze	Ministerstvo zemědělství
NSLAB	nestartovací bakterie mléčného kvašení
pH	aktivní kyselost
Phe.	Fenylalanin
PSB	počet somatických buněk
S	sušina
SH	titrační kyselost
T	tuk

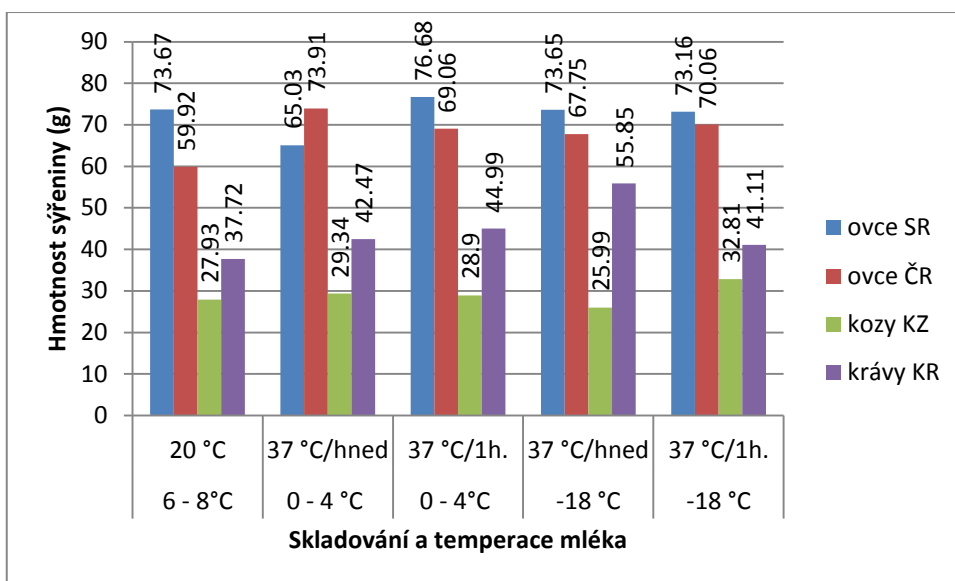
11 PŘÍLOHY



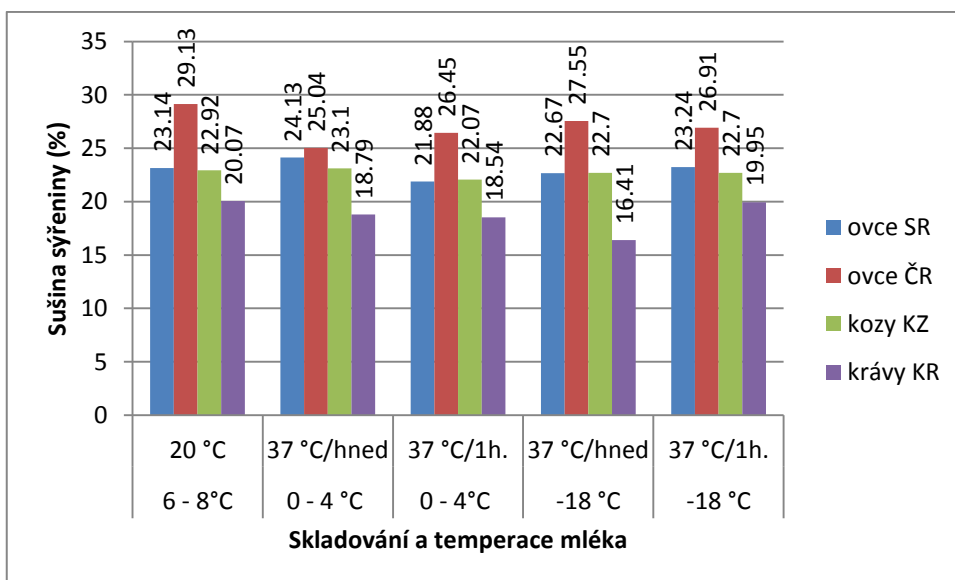
Obrázek 1: Porovnání titrační kyselosti mlék



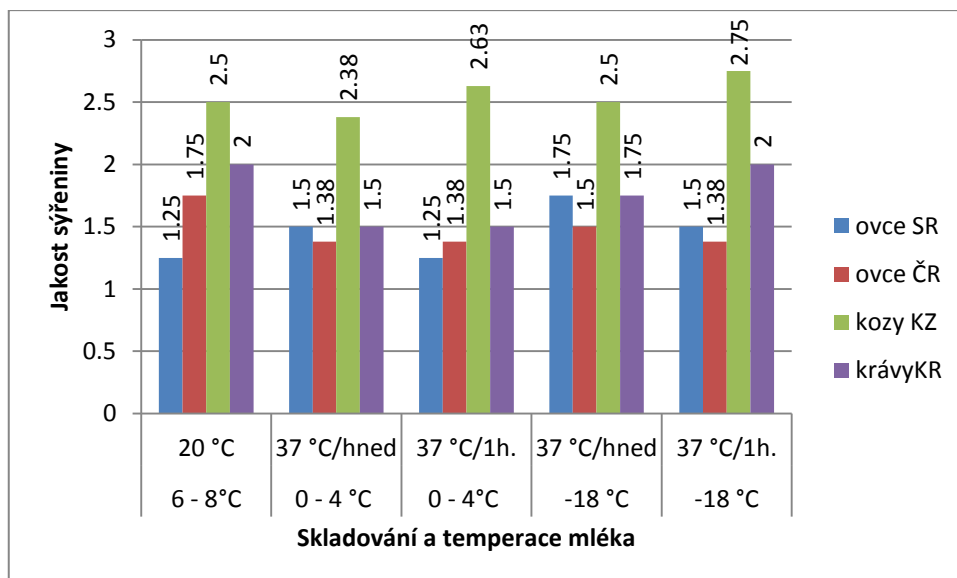
Obrázek 2: Porovnání syřitelnosti mlék



Obrázek 3: Porovnání hmotnosti sýřeniny



Obrázek 4: Porovnání sušiny sýřeniny



Obrázek 5: Porovnání jakosti sýřeniny