

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Studijní program: B4131

Studijní obor: Agropodnikání

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Výroba čerstvého sýra v závislosti na vybraných faktorech**

(Processing of fresh cheese depending on selected factors)

Vedoucí bakalářské práce:

Doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.

Autor bakalářské práce

Jakub Kořán

Konzultant bakalářské práce:

MVDr. Lucie Hasoňová, Ph.D.

**České Budějovice**

**2013**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Fakulta zemědělská  
Akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub KOŘÁN**  
Osobní číslo: **Z10136**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Agropodnikání**  
Název tématu: **Výroba čerstvého sýra v závislosti na vybraných faktorech**  
Zadávající katedra: **Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů**

### Zásady pro vypracování:

Sýry patří mezi nejstarší mléčné výrobky, přičemž čerstvé sýry tvoří nezanedbatelnou položku jídelníčku konzumentů.

Cílem bakalářské práce bude sledovat některé jakostní ukazatele čerstvého sýra v závislosti na různých podmínkách fermentace mléčkárenské suroviny.

**Bakalářská práce je součástí řešení projektu OP VK CZ.1.07/2.3.00/09.0081 a bude vypracována na základě pokynů uvedených na [www.zf.jcu.cz/studenti/informace-pro-studujici/](http://www.zf.jcu.cz/studenti/informace-pro-studujici/) podle následující osnovy:**

1. Úvod - význam řešené problematiky včetně uvedení cílů práce
2. Literární přehled - současné poznatky o dané problematice zpracované na základě studia vědecké a odborné literatury
3. Materiál a metodika - popis použitých metod včetně metod statistických
4. Výsledky a diskuse - tabulkové a grafické zpracování získaných dat navazující na cíl práce, jejich statistické vyhodnocení
5. Závěr - shrnutí výsledků práce a doporučení vyplývající z řešené problematiky
6. Summary - přehled a nejdůležitější výsledky včetně klíčových slov (v anglickém jazyce)
7. Seznam literatury - podle zásad ČSN 01 0197, ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2

Rozsah grafických prací: Tabulky a grafy dle vlastního uvážení

Rozsah pracovní zprávy: 30-50 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- EVERARD, C.D. et al.: Effects of milk composition, stir-out time, and pressing duration on curd moisture and yield. *Journal of Dairy Science*, 2011, 94 (6): 2673-2679.
- KADLEC, P. a kol.: *Technologie potravin II. 1.vyd. Praha: VŠCHT, 2002. 236 s. ISBN 80-7080-510-2.*
- KRISTUNAITĚ, T. et al.: Composition and renneting properties of raw bulk milk in Estonia. *International Dairy Journal*, 2012, 23 (1): 45-52.
- KUMAR S. et al.: Effect of different degree of heat treatments on sensory and biochemical characteristics of buffalo Feta type cheese during ripening. *Milchwissenschaft-Milk Science International*, 2011, 66 (3): 290-293.
- VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J.: *Chemie potravin. 1 ed. Tábor: OSSS 2009.*
- Databáze WOS, Česká zemědělská bibliografie, CAB Abstracts, PROQUEST, dostupné na: <http://www.lib.jcu.cz/cs/databaze>
- Vědecké a odborné publikace v časopisech *Mlékařské listy*, *Výživa a potraviny* a ve sbornících z odborných konferencí - př. *Ingrovy dny (Brno: MENDELU)* a *Mléko a sýry (Praha: VŠCHT)*
- *Zákony, vyhlášky a nařízení legislativy ČR a EU týkající se zásad a požadavků na jakost produktů živočišného původu*

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

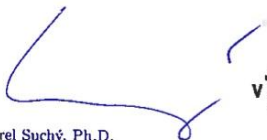
Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Konzultant bakalářské práce: MVDr. Lucie Hasoňová, Ph.D.


Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Datum zadání bakalářské práce: 26. března 2012

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2013

  
Ing. Karel Suchý, Ph.D.  
proděkan pověřený vedením ZF

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13  
370 05 České Budějovice

  
prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 26. března 2012

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně na základě vlastních poznatků a s použitím pramenů, uvedených v seznamu literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním mé bakalářské práce, v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, 10. dubna 2013

Podpis studenta.....

## **PODĚKOVÁNÍ**

Touto cestou bych chtěl poděkovat všem, kteří mi se zpracováním této bakalářské práce pomáhali.

Velké díky patří paní Ing. Evě Samkové, Ph.D., vedoucí bakalářské práce, za cenné rady a odborné vedení, které mi poskytla při zpracování této bakalářské práce.

A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům, kteří při mně stáli po celou dobu mého studia. Podporovali mě jak psychicky, tak mi i dávali optimismus a sílu k dalším výkonům.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá tématem faktorů ovlivňujících výrobu čerstvých sýrů. Pro tento účel byly laboratorně vyráběny sýry, u kterých byly některé z těchto faktorů sledovány. Provedené pokusy ukazují, jaký vliv má na výrobu čerstvých sýrů složení mléka, správný postup výroby a různá teplota fermentace. Tento vliv se projevuje především v celkové výtěžnosti sýra, hmotnosti sýřeniny, rychlosti uvolňování syrovátky a pH sýřeniny. Z provedených pokusů lze vyvodit, že každý z těchto faktorů má vliv na celkovou jakost sýřeniny. Z pohledu výrobců čerstvých sýrů je důležité tyto faktory sledovat, protože dodržování správného postupu a vyvarování se faktorům snižujícím výtěžnost bude mít pozitivní ekonomický dopad.

**Klíčová slova:** sýr, čerstvý sýr, výroba sýra, faktory, mléko

## **SUMMARY**

Bachelor thesis is focused on processing of fresh cheese depending on selected factors. The cheeses were made in laboratory for this purpose and some factors influencing cheese making were tested. The performed experiments show the effect on cheese yield, milk composition, good manufacturing process and different fermentation temperature. This influence is particularly evident in the overall yield of cheese curd, weight of curd, release rate of whey and pH of curd. The performed experiments can lead to conclusion that each of these factors affects the overall quality of the curd. From the perspective of producers of fresh cheeses is important to monitor these factors as compliance with proper procedure and avoiding the factors reducing yield, will have a positive economic impact.

**Keywords:** cheese, fresh cheese, cheese making, factors, milk

# OBSAH

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Literární přehled</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>Čerstvé sýry</b> .....	<b>9</b>
2.1.1	Obecná charakteristika .....	9
2.1.2	Proces výroby .....	9
<b>2.2</b>	<b>Faktory ovlivňující výrobu sýra</b> .....	<b>12</b>
2.2.1	Složení mléka .....	13
2.2.2	Mikrobiologické a hygienické ukazatele .....	17
2.2.3	Ostatní vlastnosti mléka .....	18
2.2.4	Postupy při výrobě čerstvých sýrů .....	19
<b>3</b>	<b>Materiál a metodika</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1</b>	Cíl práce .....	22
<b>3.2</b>	Charakteristika syrového mléka .....	22
<b>3.3</b>	Postup výroby čerstvého sýra .....	22
<b>3.4</b>	Sledované ukazatele .....	23
<b>3.5</b>	Statistické vyhodnocení .....	23
<b>4</b>	<b>Výsledky a diskuse</b> .....	<b>24</b>
<b>4.1</b>	Vliv jednotlivých pokusů a složení mléka na sledované ukazatele .....	24
<b>4.2</b>	Vliv teploty fermentace na výtěžnost .....	29
<b>4.3</b>	Vliv sýřící teploty na aktivní kyselost .....	33
<b>5</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>Seznam literatury</b> .....	<b>36</b>
<b>7</b>	<b>Seznam tabulek a grafů</b> .....	<b>40</b>
<b>7.1</b>	Seznam tabulek .....	40
<b>7.2</b>	Seznam grafů .....	40

# 1 ÚVOD

Sýry jsou považovány za jednu ze základních složek potravy. Spotřeba sýrů se zvedá s kupní silou spotřebitelů a s vědomím významného zdroje bílkovin, vápníku, vitamínů B<sub>2</sub>, A, E, D, K a stopových prvků (zinek, jód, železo) pro lidský organismus.

Rostoucí spotřeba sýrů způsobuje vyšší počet subjektů v odvětví sýrařství a tím vyšší konkurenci. Tato situace nutí výrobce hledat způsoby, jak vyrobit na jednu stranu kvalitní výrobek a na druhou stranu co nejlevnější výrobek s co nejmenšími ztrátami během výroby tak, aby celý proces výroby byl ekonomicky výhodný.

Výroba čerstvých sýrů je z pohledu nákladů oproti ostatním druhům sýrů levnější, protože zde není potřeba dlouhého skladování ve zracích sklepích. Avšak pokud by nebyl dodržen správný proces výroby, docházelo by nejen k nižší výtěžnosti, ale také k ovlivnění výsledné jakosti sýra.

Cílem bakalářské práce bylo sledování problematiky výroby čerstvých sýrů a vyhodnocení některých jakostních ukazatelů v závislosti na různých podmínkách výroby.



## 2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 ČERSTVÉ SÝRY

Čerstvé sýry jsou definované jako nezrající sýry, které jsou tepelně neošetřené po prokysání. Mezi nezrající sýry patří i tvaroh, zde ale převládá výroba kyselým srážením nad sladkým srážením (srážení pomocí syřidla) (**Šustová a Sýkora, 2013**).

#### 2.1.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA

Samotný sýr definuje **Vyhláška 77/2003 Sb.** jako mléčný výrobek vyrobený vysrážením mléčné bílkoviny z mléka působením syřidla nebo jiných vhodných koagulačních činidel, prokysáním a oddělením podílu syrovátky.

Čerstvé sýry můžeme dále rozdělit na sýry termizované, sýry italského typu, bílé sýry v solném nálevu, smetanové sýry, cottage cheese, mascarpone a tvarohové sýry (**Šustová a Sýkora, 2013**).

Tvarohové sýry jsou z tučného tvarohu, solené či nesolené, některé jsou ochucené. Minimální obsah tuku v sušině (TVS) je u těchto sýrů 40 %. Konzistence je velmi jemná a tvar může být různorodý dle formy (kelímku), do které byl sýr vkládán. Nevýhodou čerstvých sýrů je krátká doba trvanlivosti a nutnost uchovávání při 5 °C. K prodloužené trvanlivosti vede až proces termizace sýra s obsahem 70 % TVS. Sýr je tzv. termizován (výrobek je plněn za horké teploty), zchlazen na 10 °C, tím se dosáhne krátké lomivé konzistence (Lučina).

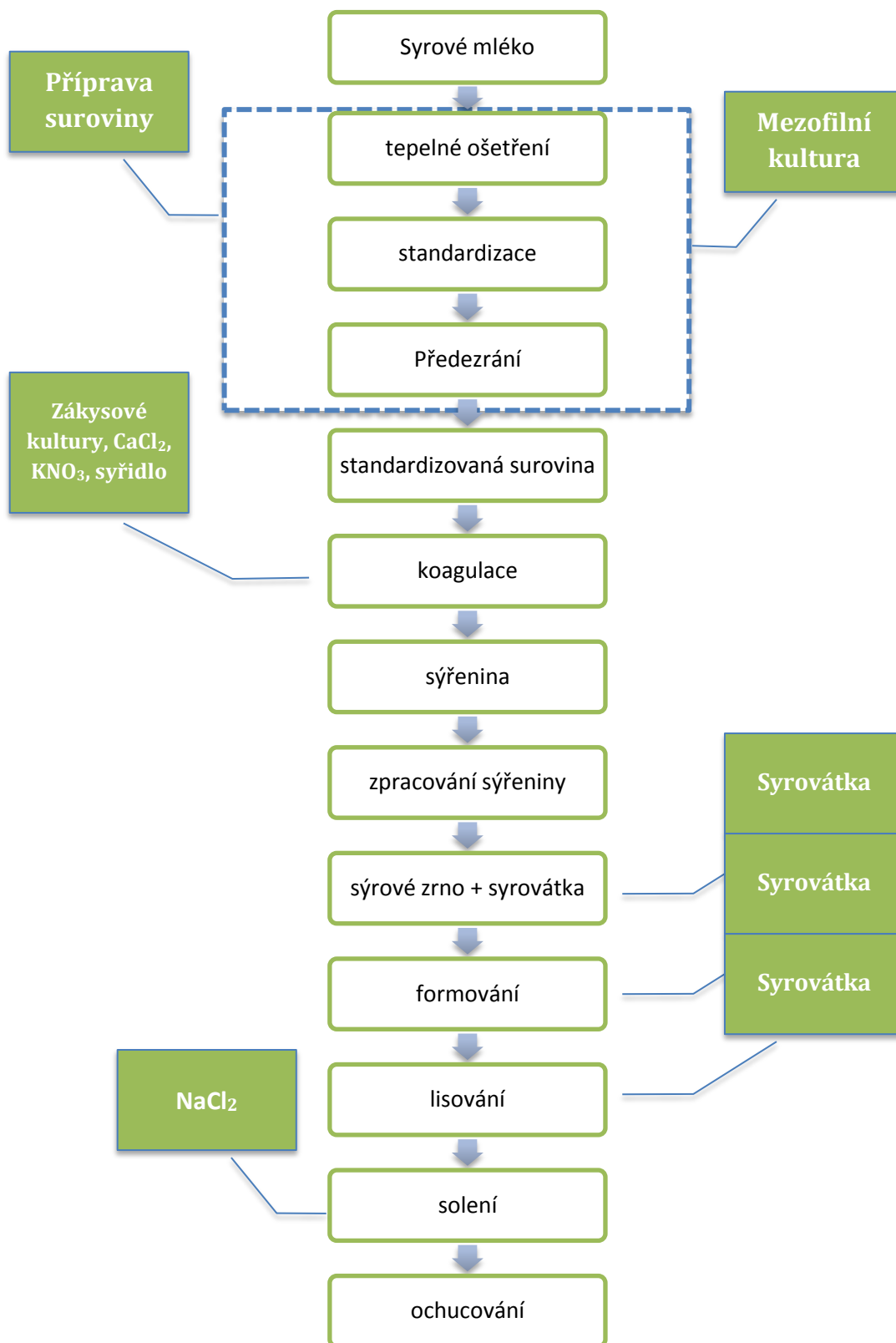
Zcela odlišná je charakteristika cottage cheese a mascarpone. Cottage cheese je vyráběn z odtučněného mléka, na druhou stranu mascarpone je vyráběn ze smetany, což vede až k 75 % obsahu TVS.

Mezi nejznámější sýr italského typu patří bezesporu mozzarella, jejíž kolébkou je Itálie a originál je vyráběn z buvolího mléka. Tvar tohoto sýra i jeho hmotnost se mohou lišit v závislosti na místě výroby.

#### 2.1.2 PROCES VÝROBY

Při výrobě sýrů je důležité dodržet následující postup procesů – pasterace, příprava mléka na srážení, srážení bílkovin mléka, zpracování sraženiny, formování, solení a ochucení (obrázek 1).

OBRÁZEK 1: SCHÉMA VÝROBY SÝRA SLADKÝM SRÁŽENÍM (ŠUSTOVÁ A SÝKORA, 2013)



Prvotní úpravou je tepelné ošetření mléka pasterizací. Jejím účelem je zničení choroboplodných zárodků v mléce tak, aby nedošlo ke změně fyzikálních a biologických vlastností mléka. Lze využít několik způsobů pasterizace lišících se použitou teplotou.

Pokud se použije proces krátkodobé šetrné pasterace, která je u výroby sýrů nejžádanější, tak mléko zahřejeme na 72 – 74 °C (přesněji 72,1 °C) po dobu 20 – 30 s. Při této teplotě dochází k úplnému usmrcení vegetativních forem patogenních bakterií včetně *Mycobacterium tuberculosis*. Pokud ovšem mléko zahřejeme na více než 74 °C, může docházet ke změnám jeho chutě a vůně. K denaturaci bílkovin dochází pouze částečně, zrno je jemnější a sýřenina měkčí.

Možné je využít i dlouhodobou pasteraci, což znamená zahřát mléko na teplotu 63 – 65 °C pod dobu nejméně 20 – 30 minut. Mléko ošetřené touto pasterací se téměř neliší od mléka čerstvého. Sýřenina je plnější a k denaturaci bílkovin už téměř nedochází.

Je možné využít i tzv. částečnou pasteraci, která se používá v sýrařství ve Francii. Tento druh pasterace probíhá při 63 °C (10 minut) nebo při 68 °C (25 sekund). Tento způsob nese velké riziko přítomnosti bakterie *Listeria monocytogenes* (Pijanowski, 1977; Šustová a Sýkora, 2013).

Po pasteraci následuje zchlazení mléka na teplotu 30 – 35 °C, přidání chloridu vápenatého (0,3 ml.l<sup>-1</sup>), zakysané smetany či podmáslí (3 – 5 % vůči množství mléka) a syřidla. Syřidlo má největší účinnost při pH mléka 6 – 6,5. Množství použitého syřidla spočítáme z následujícího vztahu:

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

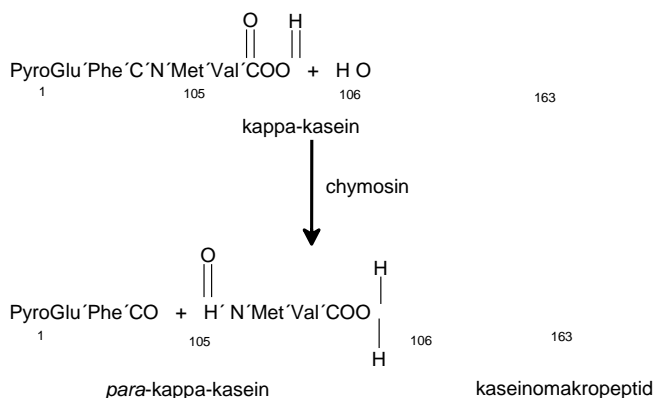
kde S je síla syřidla dle Soxhleta, M je množství sýřeného mléka v ml, t – teplota sýření v °C a T – doba srážení v minutách. Síla syřidla S je definována jako množství mléka v ml, které srazí 1 ml (respektive 1 g) syřidla za 40 minut (2400 s) při 35 °C. Principem je zjištění času, za který dojde k vytvoření prvních vloček sýřeniny působením syřidla. (Šustová a Sýkora, 2013).

Proces sýření probíhá po dobu 40 minut s ohledem na druh a kvalitu syřidla. Dobu srážení ovlivňuje dávka syřidla, teplota mléka, kyselost mléka, obsah rozpustných vápenatých solí v mléce, přídavek vody a jakost zpracovávaného mléka. Při tomto procesu dochází k vysrážení kaseinových bílkovin ve formě pevné hmoty.

Srážení mléka definoval Pijanowski (1977) jako přechod mléka z koloidního roztoku do stavu sraženiny. Podstatnou roli zde hrají kasein a stupeň jeho hydratace

úměrný k elektrickému náboji. Při sražení sýřeniny syřidlem nedochází k velké změně kyselosti díky enzymu renninu, který je složkou syřidla. Chemicky během srážení dochází k přeměně kaseinátu vápenatého na parakaseinát vápenatý. Samotná sýřenina má nezvratný charakter.

**OBRÁZEK 2: ODDĚLENÍ PARA KASEINU OD KASEINU (MAHIR TURHAN A MEHMET MUTLU, 1998)**



Dalším krokem je zpracování sýřeniny. Začíná krájením (rozdrobením) sýřeniny a vytvořením sýrařského zrna. U čerstvých sýrů se zrno krájí spíše na větší velikost (s klesající velikostí se zvyšuje výsledná sušina sýra). Během tohoto přechodu dochází k vylučování čiré syrovátky. Při sladkém srážení dochází k tvorbě nejvyššího množství syrovátky a s její tvorbou se odvádí 0,8 – 1 % bílkovin a 0,01 - 0,7 % tuků, což ovlivňuje výrobu. Rozdrobená sýřenina se poté tzv. přetahuje, aby došlo k vyplavení i posledních zbytků syrovátky (**Kadlec a kol., 2009**).

Rozdrobená sýřenina je naběračkou vkládána do připravených mističek s otvory, tak aby mohlo dojít k samovolnému vyplavení úplně posledních zbytků syrovátky a sýřenina mohla získat pevný charakter. V těchto mističkách se nechá sýr po dobu 24 hodin prokysávat při teplotě 20 – 30 °C. Při nízkých teplotách je odkap syrovátky pomalejší. Sýry je nutné během odkapávání několikrát převrátit, aby došlo k rovnoměrnému vylučování syrovátky a k stejnoměrnému tvaru sýra. Po uplynutí této doby se sýry osolí, ochutí a mohou být konzumovány (**Šustová a Sýkora, 2013**).

## 2.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VÝROBU SÝRA

Základní složkou čerstvých sýrů je mléko, které je sráženo syřidlem a s přidáním různých kultur mikroorganismů dochází k procesu zrání. Samotná výroba

ovšem vyžaduje nejvyšší kvalitu mléka, syřidla, mlékařských kultur a dalších pomocných látek jako je například chlorid vápenatý (**Čepička a kol., 1995**).

Kvalita mléka je definována níže uvedenými jakostními ukazateli, které se navzájem ovlivňují (**Samková a kol., 2012**), což se může odrážet ve výsledných technologických vlastnostech mléka:

- chemické složení (obsah tuku, bílkovin, tukuprosté sušiny a další)
- fyzikální vlastnosti (bod mrznutí a další)
- mikrobiologické vlastnosti (celkový počet mikroorganismů, počet psychrotrofních, koliformních, mezofilních a sporotvorných anaerobních mikroorganismů)
- počet somatických buněk (PSB), rezidua inhibičních látek (RIL)
- smyslové vlastnosti (barva, chuť, vůně, konzistence, vzhled)
- technologické vlastnosti (kyselost, kysací schopnosti, syřitelnost a další)
- obsah základních živin, energetická hodnota a další

Technologie výroby sýra je zkoumána posledních 50 let intenzivněji a hlavním cílem je zvýšit výtěžnost, a tím snížit náklady. Výrobu ovlivňuje kvalita a zdravotní nezávadnost mléka a technologie použitá při zpracování mléka (**Abd El-Gawad a Ahmed, 2011**).

### 2.2.1 SLOŽENÍ MLÉKA

Složení mléka je ovlivněno řadou faktorů, které působí na kvalitu i výtěžnost sýra. Mléko by mělo pocházet od zdravých zvířat a splňovat veškeré požadované jakostní ukazatele. V mléce by měl být nízký obsah PSB, neboť proteázy somatických buněk svým negativním působením na kasein snižují výtěžnost (viz kapitola 2.2.2). Obsah volných mastných kyselin (MK) by měl být také nízký, protože tyto jsou schopné navázat  $Ca^{2+}$ , a tím snižovat koagulační vlastnosti mléka. Navíc volné MK jsou původcem žluklé chuti sýra (**Skeie, 2007**).

**Guo a kol. (2004)** zjistili, že množství tuku a bílkovin v mléce ovlivňuje z velké části především výtěžnost sýra. Tuk se v mléce vyskytuje v podobě tukových kapének různé velikosti. Současně s bílkovinami se podílí na konečné podobě sýra, především pak ovlivňuje vůni, chuť a texturu výsledného produktu (**Šustová a Sýkora, 2013**).

S ohledem na přenos jednotlivých složek mléka do složení sýra je důležité sledovat a odhadnout množství bílkovin přecházejících do sýřeniny a jejich případné ztráty odlučovanou syrovátkou. Samotný obsah kaseinu totiž pozitivně ovlivňuje

pevnost sraženiny, zadržování vody, kvalitu a zvyšuje výtěžnost (**Abd El-Gawad a Ahmed, 2011**).

**Aleandri a kol. (1989)** uvádějí, že výroba sýrů a výtěžnost jsou na obsahu kaseinu přímo závislé, neboť  $\kappa$ -kasein má vliv na velikost kaseinových micel, a tím pádem ovlivňuje koagulační vlastnosti. Sýřenina má díky tomu pevnější strukturu, čímž se zvyšuje její výtěžnost.

Při výzkumu bylo prokázáno, že existuje vztah mezi složením mléka (bílkoviny a tuk) nebo složením sýra (bílkoviny, tuk a obsah vody) a výtěžností u různých druhů sýrů (**Brito a kol., 2002; Abd El-Gawad a Ahmed, 2011**).

**St-Gelais a Haché (2005)** zkusili mléko na výrobu sýra obohatit o  $\beta$ -kasein v prášku. Zkoumali při tom koagulační vlastnosti mléka, složení a zrání. Obsah kaseinu v kontrolním vzorku mléka byl 2,5 %, zkoumané vzorky obohatili o  $\beta$ -kasein na obsahy 2,7 %, 2,9 % a 3,1 %. Mléko s vyšší koncentrací  $\beta$ -kaseinu mělo horší koagulační vlastnosti, obsah vody, obsah popelovin a vápníku klesl, zatímco obsah bílkovin a  $\beta$ -kaseinu se zvýšil. Výsledkem byla vyšší tvrdost obohacených sýrů v porovnání se sýrem kontrolním.

## Druh mléka

Složení mléka je značně odlišné v závislosti na druhu hospodářského zvířete (tabulka 1). Vysoké obsahy hlavních složek (tuku, bílkovin) mají především mléka ovčí a buvolí. Druh mléka má tedy vliv na výtěžnost. Nejvyšší výtěžnost vykazuje mléko buvolí, naopak mléko kozí má výtěžnost nejnižší (**Abd El-Gawad a Ahmed, 2011**).

**TABULKA 1: SLOŽENÍ MLÉKA HOSPODÁŘSKÝCH ZVÍŘAT**

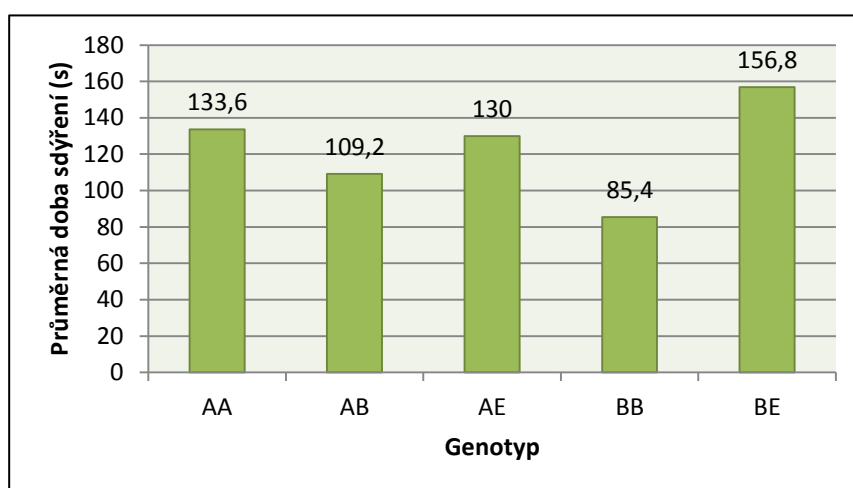
Složka (%)	Druh mléka			
	Kravské <sup>1</sup>	Ovčí <sup>1</sup>	Kozí <sup>1</sup>	Buvolí <sup>2</sup>
Tuk	3,67	7,62	3,80	7,97
Tukuprostá sušina	9,02	10,33	8,68	*
Laktóza	4,78	3,70	4,08	5,41
Bílkoviny	3,23	6,21	2,90	4,36
Kasein	2,63	5,16	2,47	*
Syrovátkové bílkoviny	0,60	0,81	0,43	*
Minerální látky	0,73	0,90	0,79	0,81
Ca	0,184	0,160	0,194	*
P	0,235	0,145	0,270	*
Cl	0,105	0,270	0,154	*

\* neuvedeno; <sup>1</sup> Jandal,1996; <sup>2</sup> Mahmood a Usman, 2010

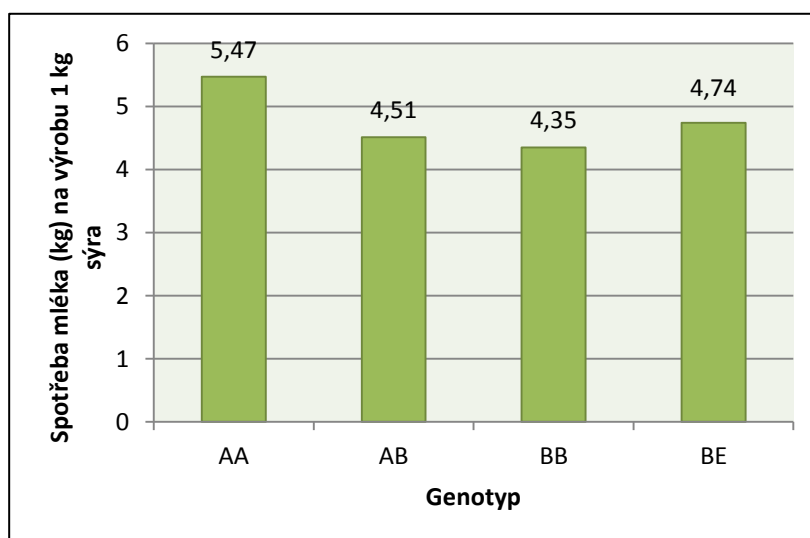
## Genetické varianty mléčných bílkovin

Kasein je mléčná bílkovina, která zahrnuje tři typy kaseinů a to  $\alpha$ -,  $\beta$ - a  $\kappa$ -kasein. Kappa-kasein se vyskytuje v několika genetických variantách, které mohou rozhodovat o rychlosti sýření mléka (graf 1) i spotřebě mléka na výrobu sýrů (graf 2). U dojnic s genotypem AA je na výrobu 1 kg sýra nutné vyšší množství mléka (5,47 l), takže pro zpracování sýrů bude pravděpodobně vhodnější chovat dojnice s genotypem BB, u jejichž mléka byla zjištěna vyšší výtěžnost (spotřeba na 1 kg byla 4,35 l) (Genomia.cz, 2008-2012).

GRAF 1: PRŮMĚRNÁ DOBA SÝŘENÍ MLÉKA PRO RŮZNÉ GENOTYPY DOJNIC (GENOMIA.CZ, 2008-2012)



GRAF 2: SPOTŘEBA MLÉKA NA VÝROBU SÝRA PRO RŮZNÉ GENOTYPY DOJNIC (GENOMIA.CZ, 2008-2012)



Varianty mléčných bílkovin  $\beta$ -laktobulinu a  $\beta$ -kaseinu se nadále zkoumají, protože se zjistilo, že jsou spojeny s vyšší koncentrací bílkovin a tuku v mléce. V mlékárenském průmyslu jsou schopny zvýšit účinnost, jsou spojeny s vyšší dojivostí a lepšími vlastnostmi sýra (**Ng-Kwai-Hang, 2006**).

### **Laktační fáze**

Během laktace se mění složení mléka, a to především na začátku a na konci laktace. V prvním měsíci dochází k rychlým změnám, především v prvních 2 až 72 hodinách po porodu, kdy postupně dochází ke snížení obsahu tukuprosté sušiny a ke zvýšení podílu mléčného tuku. Další změny probíhají během prvních čtyř až pěti dnů, kdy dochází ke změně obsahu minerálních látek (Na, Zn, Cu, Fe, Ca, Mg, P, Se a K). Po pátém dni se už výraznější změny během laktace nevyskytují (**Kráčmar a kol., 2003; Kráčmar a Zeman, 2004; Kráčmar a kol., 2005**).

Na druhé straně **Sapru a kol. (1997)** zjistili, že u kravského mléka vyprodukovaného na konci laktace v porovnání s mlékem vyprodukovaným na začátku laktace dochází k relativnímu většímu úbytku tuku a bílkovin během výroby sýrů. **Šustová (2012)** uvádí, že se snižuje především obsah  $\alpha_s$ -kaseinu,  $\kappa$ -kaseinu a  $\alpha$ -laktalbuminu, na druhou stranu obsah  $\beta$ -kaseinu se mírně zvyšuje.

### **Sezónní složení mléka**

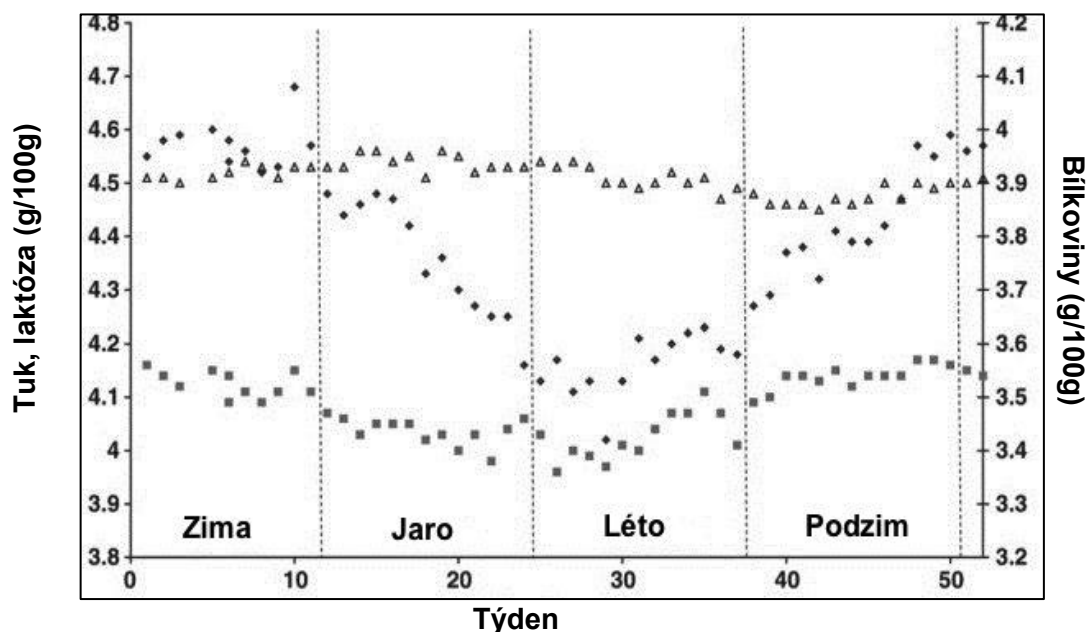
Složení mléka (obsah bílkovin, příp. obsah tuku) ovlivňuje především složení krmné dávky, která se sezónními vlivy může souviset (graf 3). Změny v obsazích hlavních složek mohou mít následně vliv i na výtěžnost jednotlivých druhů sýrů (**Paolo a kol., 2008**).

**Banks a Tamime (1987)** zjistili, že obsah tuku nabývá maximálních hodnot v měsíci květnu a minimálních hodnot v prosinci a lednu. Autoři rovněž uvádějí, že na obsah tuku a kaseinu v mléce může mít rozhodující vliv fyziologický stav dojníc, což následně výrazně ovlivňuje výtěžnost.

Sezónní rozdíly se mohou projevit i při srovnání sensorických vlastností mléka od zvířat chovaných na pastvě a ve stáji. Zatímco u zvířat chovaných ve stáji bývá zjišťována vyšší dojivost, sensorické vlastnosti mléka a následně sýrů bývají lepší u zvířat pasených. Výrazný vliv zde hraje chuť rostlinných složek a druh půdy, na které se zvíře pase (**Šustová a Sýkora, 2013**).



GRAF 3: SLOŽENÍ MLÉKA S OHLEDEM NA JEDNOTLIVÁ ROČNÍ OBDOBÍ (HECK A KOL., 2009)



bílkoviny(■), tuk (◆), laktóza (Δ); v g/100 g mléka

## 2.2.2 MIKROBIOLOGICKÉ A HYGIENICKÉ UKAZATELE

Mléko používané k výrobě sýra musí mít vynikající mikrobiologickou kvalitu. Patogenní bakterie se v něm nesmí objevit (Skeie, 2007).

Evropská legislativa předepisuje (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004) následující kvalitativní ukazatele pro syrové kravské mléko k mlékárenskému zpracování:

- celkový počet mikroorganismů (CPM)  $\leq 100\ 000$  KTJ/ml (KTJ=kolonie tvořící jednotky)
- počet somatických buněk (PSB)  $\leq 400\ 000$ /ml
- rezidua inhibičních látek (RIL) – bez nálezu

### Celkový počet mikroorganismů (CPM)

CPM je celkový počet mezofilních mikroorganismů a je stálým ukazatelem hygieny mléka a kritériem pro proplácení mléka. Do této skupiny mikroorganismů patří všechny aerobní a fakultativně anaerobní mikroorganismy schopné růst za stanovených podmínek při teplotě 30 °C (Samková a kol., 2012).

Při výrobě sýrů je ale důležitý také nízký počet ostatních skupin mikroorganismů. Psychrotrofní bakterie obsahují lipázy a proteázy, které mohou na

jednu stranu snížit výtěžnost a na stranu druhou způsobit nežádoucí příchut' sýra (Skeie, 2007).

### Počet somatických buněk (PSB)

Mléko pocházející od krav postižených mastitidou má vyšší obsah somatických buněk. Výzkumy ukazují, že v mléku s vysokým obsahem somatických buněk dochází k větší ztrátě bílkovin, a proto k menší pevnosti sýrů (Barbano a kol., 1991; Klei a kol., 1998; Silva a kol., 2012).

Změny ve složení mléka a zvýšení PSB na konci laktace vedly ke snížení obsahu kaseinu, a tím ke snížení výtěžnosti (Sapru a kol., 1997; Abd El-Gawad a Ahmed, 2011).

Auldist a kol. (1996) zjistili, že v mléku s vysokým PSB (> 500 000 buněk na ml mléka) se snižuje výtěžnost sýra kvůli vyšší proteolytické aktivitě, nižší koncentraci tuků a kaseinu a vyššímu obsahu syrovátkových bílkovin, zejména sérového albuminu a imunoglobulinu. Barbano a kol. (1991) uvedli, že horní hranicí PSB pro výrobu sýrů by mělo být 100 000 na ml mléka, neboť při vyšších hodnotách se snižovala výtěžnost.

### 2.2.3 OSTATNÍ VLASTNOSTI MLÉKA

Syřitelnost mléka je definována jako schopnost mléka reagovat s přidaným syřidlem a vytvářet gelovitou sraženinu. V první fázi dojde k limitní proteolýze k-kaseinu, v druhé fázi potom ke koagulaci frakcí kaseinu za přítomnosti vápenatých iontů. Mezi faktory ovlivňující syřitelnost patří variabilita v chemickém složení mléka. Nejvýznamnějšími jsou obsah kaseinu a zastoupení jeho frakcí, dále velikost a stav kaseinových micel, obsah a formy vápníku a fosforu v mléce, pH mléka a teplota (Ingr a kol., 2003; Šustová a Sýkora, 2013).

Kysací schopnost umožňuje v mléce vytvářet vhodné podmínky pro tvorbu žádaných mikroorganismů. Tyto bakterie jsou vysoce náročné na vnější prostředí. Inhibiční efekt způsobují především cizorodé látky obsažené v mléce, jako jsou např. antibiotika nebo čistící a dezinfekční látky. Ovšem inhibiční vliv mají i přirozené látky obranného systému mléčné žlázy (imunoglobuliny, leukocyty a další nespecifické antimikrobiální látky). Ke zhoršeným kysacím schopnostem může docházet i z důvodu změn složení mléka způsobených zdravotními a metabolickými poruchami dojníc nebo dlouhodobým a hlubokým chlazením mléka (Ingr a kol., 2003).

Titrační kyselost mléka by se měla dle normy ČSN 57 0529 pohybovat okolo 6,2 – 7,8 SH. K narůstání kyselosti dochází při vyšším obsahu kyseliny mléčné. Mléko

s vyšší titrační kyselostí než 8 SH by už nemělo být používáno v mlékárenském průmyslu s ohledem k náchylnosti ke srážení vlivem tepla. Aktivní kyselost bývá u mléka uváděna v rozmezí od 6,4 do 6,8 pH (**Šustová a Sýkora, 2013**).

Hustota mléka je odvislá především na obsahu základních složek, jako jsou bílkoviny, tuk, laktóza a minerální látky. Ideální hodnoty jsou 1,028 – 1,032 g.cm<sup>-1</sup>. Bílkoviny hustotu především zvyšují a všechny ostatní významné látky ji snižují (**Šustová a Sýkora, 2013**).

## 2.2.4 POSTUPY PŘI VÝROBĚ ČERSTVÝCH SÝRŮ

### Skladování mléka

Mléko musí být do 150 minut od začátku dojení zchlazeno a uchováno do odvozu při teplotě 4 – 8°C. S rozvojem chladicího zařízení došlo k prodloužení doby skladování mléka přímo na farmách. Díky tomu, že je mléko delší dobu chlazené, dochází k solubilizaci (vyplavení) kaseinu z micel, které mají tendenci zvyšovat možnosti proteolytických enzymů produkovaných psychrotrofními bakteriemi a somatickými buňkami. Použití tohoto mléka způsobí slabší kvalitu sýřeniny, nižší výtěžnost a větší ztrátu tuku do syrovátky. Většinou však před samotnou výrobou tepelným ošetřením mléka dojde k opětovnému začlenění kaseinu do struktury mléka a tím nedochází k výraznému ovlivnění výtěžnosti (**Abd El-Gawad a Ahmed, 2011**).

### Standardizace mléka

**Scott (1998)** uvedl, že standardní mléko umožňuje producentovi ovlivnit složení sýra s cílem dosáhnout předepsané složení, a tím zlepšit výtěžnost. Mimo to použití takového mléka neumožní výrobu sýra s přebytečným množstvím tuku a minimalizuje ztráty tuku a kaseinu vyplavením do syrovátky.

Způsoby úpravy mléka (**Šustová a Sýkora, 2013**):

- smícháním plnotučného mléka nebo smetany s odstředěným mlékem
- standardizačním zařízením (odstředivka)
- kontinuální standardizací.

### Použitá startovací kultura

Na výtěžnost a kvalitu sýra má významný vliv druh použité mlékařské kyselivé kultury (**Najaf a kol., 2008**). K výrobě jsou využívány především mezofilní druhy bakterií, jako jsou např. *Lactococcus lactis*, subsp. *lactis* a *Lactococcus lactis*, subsp. *cremoris* (**Kadlec a kol., 2009**).

**EI-Abd a kol. (2003)** zjistili, že přidáním některých bakterií mléčného kvašení lze pozitivně ovlivnit čas koagulace, výtěžnost a obsah vody u sýru Domiati.

### **Tepelné ošetření mléka**

Obvyklé pasterační režimy používané při výrobě sýrů jsou blíže popsány v kapitole 2.1.2. **Abd El-Gawad a Ahmed (2011)** uvádějí, že při vyšší tepelné úpravě mléka (>90°C) dochází k denaturaci syrovátkových proteinů, a tím je způsobena ve srovnání s klasickou pasterizací (72,5°C/20 s) vyšší výtěžnost sýra. Mléko pro výrobu sýrů je ale většinou tepelně opračováno při teplotě 72,5 °C po dobu 20 s.

### **Homogenizace mléka**

Homogenizací lze docílit nižšího vyvstávání mléčného tuku při skladování mléka. Během tohoto procesu se mechanicky rozbíjejí a zmenšují tukové kuličky pod 1 µm (**Kadlec a kol., 2002**).

**Abd El-Gawad a Ahmed (2011)** uvádějí, že při použití homogenizace může dojít ke zvýšení výtěžnosti syrovátky. Uvádějí také, že až 8 % kaseinu v mléce je v podobě usazeniny, což je způsobeno aglutininy v odstředěném mléce. Pokud se odstředěné mléko zhomogenizuje, zničí se tyto aglutininy a tím se zvýší výtěžnost až o 5 %.

### **Typ používaných syřidel**

Pro zasýření se používají specifické proteolytické enzymy, ve většině případů chymozin (získaný z žaludků sajících telat nebo jehňat), pepsinová syřidla (získaná z hovězích a vepřových žaludků) nebo tzv. vegetariánská syřidla. K jejich výrobě se používají plísně, bakterie a kvasinky, které produkují proteolytické enzymy. Mezi ně patří zástupci rodů *Mucor spp.*, *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.*, *Streptococcus spp.* a dále *Bacillus subtilis* nebo *Kluyveromyces lactis* (**Šustová a Sýkora, 2013**).

Bylo prokázáno, že není významný rozdíl ve výtěžnosti při použití enzymu druhů *Mucor spp.* a *Endothia parasitica* ve srovnání s klasickým syřidlem. **Emmons a Binns (1990)** porovnali bílkovinné ztráty (tabulka 2) v syrovátce při výrobě sýra za použití různých typů syřidel a zjistili, že v porovnání s klasickým syřidlem nejsou ve výtěžnosti významné ztráty mezi jednotlivými syřidly za předpokladu stejného obsahového složení sýra.

**TABULKA 2: TYP KOAGULANTU A JEHO PROCENTUÁLNÍ BÍLKOVINÁ ZTRÁTA V SYROVÁTCE OPROTI SYŘIDLU Z TELECÍCH ŽALUDKŮ (EMMONS A BINNS, 1990)**

Typ koagulantu	Procentuální ztráta
Pepsin skotu	- 0,14 %
Kuřecí pepsin	- 0,44 %
<i>Mucor miehei</i>	- 0,63–0,68 %
<i>Mucor pusillus</i>	- 0,49 %
<i>Endothia parasitica</i>	- 1,24 %

Delší doba sýření vede k pevnější sýřenině při krájení, většímu obsahu vody a výtěžnosti (Johnson a kol., 2001). Výtěžnost mozzareilly vyrobené pomocí mikrobiálního syřidla *Mucor miehei*, je nejnižší v porovnání s použitím jiného typu mikrobiálního syřidla (Abd El-Gawad a Ahmed, 2011).

### Začlenění syrovátkových proteinů

O začlenění syrovátkových bílkovin do složení sýru roste zájem s ohledem na ekonomiku výroby, protože syrovátka obsahuje 0,6 % bílkovin. Začlenění syrovátkové bílkoviny by mělo zvýšit výtěžnost, snížit náklady a tím zvýšit zisk. Musí se však brát v potaz náklady na vybavení výroby a možnou nižší kvalitu sýra, což by mělo opačný ekonomický vliv (Jensen a Stapelfeldt, 1993).

Abd El-Gawad a Ahmed (2011) uvádějí, že pokud se při výrobě sýra Domiati během tepelné úpravy vysráží z osolené syrovátky syrovátkové bílkoviny do sýřeniny. Výtěžek sýra obsahujícího tyto syrovátkové bílkoviny je vyšší než u sýra bez uvolněných syrovátkových bílkovin a ztráty hmotnosti během skladování jsou mnohem menší.

### Použití ultra filtrovaného mléka

Ultrafiltraci (UF) vynalezli Maubois a Mocquot (1971). Jedná se o filtraci koloidních látek přes polopropustnou membránu, která umožní průchod pouze malých molekul. Proces UF má velký úspěch především v mlékárenském průmyslu ve výrobě sýrů. Zvyšuje výtěžnost sýra v porovnání s výrobou bez použití UF (Salhab, 1998).

## 3 MATERIÁL A METODIKA

### 3.1 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo sledovat některé jakostní ukazatele čerstvého sýra v závislosti na různých podmínkách fermentace mlékárenské suroviny. Bakalářská práce byla součástí řešení projektu OP VK CZ.1.07/2.3.00/09.0081.

### 3.2 CHARAKTERISTIKA SYROVÉHO MLÉKA

Pro laboratorní pokusy bylo využito syrové kravské mléko odebrané od dojníc při ranním dojení, ve třech různých termínech na farmě Haklovy Dvory Školního zemědělského podniku Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (tabulka 3). Základní jakostní charakteristiky mléka byly určeny spektrofotometricky přístrojem MilkoScan 4000 (Foss Electric).

TABULKA 3: CHEMICKÉ SLOŽENÍ A POČET SOMATICKÝCH BUNĚK (PSB) U SYROVÉHO KRAVSKÉHO MLÉKA

	Vzorek 1 Listopad 2012	Vzorek 2 Únor 2013	Vzorek 3 Březen 2013
PSB (tis./1 ml)	355	314	272
Tuk (%)	3,48	4,58	4,15
Tukuprostá sušina (%)	9,33	8,73	8,83
Bílkoviny (%)	3,33	3,15	3,22
Kasein (%)	2,68	2,47	2,55
Laktóza (%)	5,28	4,92	4,95
Sušina (%)	12,73	13,39	13,07
Bod mrznutí (°C)	-0,547	-0,528	-0,530
Močovina (mmol.l <sup>-1</sup> )	2,4	2,3	3

### 3.3 POSTUP VÝROBY ČERSTVÉHO SÝRA

Syrové kravské mléko bylo pasterováno v mini-pasterizéru FJ 16 (Ketris ČR) na teplotu 72 °C po dobu 20 sekund. Po částečném vychlazení byl připraven příslušný počet vzorků mléka do kádinek (tabulka 4). Objem mléka činil 500 ml.

Kádinky se vzorky vytemperovaného mléka byly následně vloženy do vodních lázní nastavených na příslušné fermentační teploty (30, 32 a 34 °C). Jako přídavek kyselobakterické kultury bylo použito do každého vzorku podmáslí o 1% obsahu tuku v 5%

množství. Po deseti minutách byly přidány chlorid vápenatý (0,06 %) a 0,08 % syřidla (Laktochym, Milcom). Doba srážení (koagulace) činila 40 minut. Zpracování sýřeniny spočívalo v pokrájení sýřeniny nožem na kostičky o velikosti 2 x 2 cm. Pokrájená sýřenina byla ponechána 20 minut ve vodní lázni a poté byla vkládána naběračkou do formiček.

**TABULKA 4: POČTY VZORKŮ PRO JEDNOTLIVÉ POKUSY A TEPLoty SÝŘENÍ**

Teplota	1. pokus	2. pokus	3. pokus	4. pokus
30 °C	2	3	6	4
32 °C	2	6	3	4
34 °C	3	2	3	7

### 3.4 SLEDOVANÉ UKAZATELE

U jednotlivých vzorků vyráběného čerstvého sýra byly sledovány následující ukazatele, a to 1., 4., 7., 19., 22., 25. a 28. hodinu po vložení sýřeniny do formiček:

- hmotnost sýra (g)
- hmotnost syrovátky (g)
- výtěžnost (%) = (hmotnost sýra/hmotnost syrového mléka) x 100
- pH sýřeniny/sýra (*vzhledem ke konzistenci sýřeniny bylo první měření prováděno 18. hodinu*)

### 3.5 STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ

Při statistickém zpracování dat byly pro výpočty výsledků využity programy Microsoft Excel a Statistica Cz 6.0 (Statsoft ČR).

U souboru byly vyhodnoceny předpoklady pro užití parametrických metod a k analýze vlivů (pokus, teplota) byla použita jednofaktorová analýza rozptylu. Pro porovnání (post-hoc testy) ve skupinách byl použit Fisherův LSD test na obvyklých hladinách významnosti (0,05; 0,01; 0,001)

## 4 VÝSLEDKY A DISKUSE

V rámci bakalářské práce byly v celkem čtyřech pokusech vyráběny čerstvé sýry z pasterovaného kravského mléka. Celkem bylo vyrobeno 45 vzorků při různých fermentačních teplotách (30, 32 a 34 °C) a z mlék různého složení. Sledované ukazatele i faktory jsou pouze jedny ze základních vstupních údajů tohoto průzkumu, který stále pokračuje a jehož kompletní výsledky by měly být předloženy v diplomové práci.

### 4.1 VLIV JEDNOTLIVÝCH POKUSŮ A SLOŽENÍ MLÉKA NA SLEDOVANÉ UKAZATELE

Čerstvé sýry patří mezi nezrající sýry, které se již po procesu prokysání mohou konzumovat. Při jejich výrobě je nutné dodržet přesný postup výroby, neboť každý jednotlivý krok může ovlivnit výslednou jakost sýra (**Šustová a Sýkora, 2013**). Postup výroby čerstvých sýrů včetně kvality mléka také velmi ovlivňuje důležitý ekonomický ukazatel, kterým je výtěžnost (**Fenelon a Guinee, 1999**).

V rámci jednotlivých pokusů bylo vyrobeno celkem 45 vzorků čerstvých sýrů, u kterých byly během prokysávání sýřeniny zjišťovány hmotnosti sýra a syrovátky pro stanovení výtěžnosti a aktivní kyselost. Základní statistické charakteristiky hmotností sýra zjištěných v průběhu prokysávání (1. až 28. hodinu) jsou uvedeny v tabulce 5 a grafu 4. Jak v tabulce, tak v grafu je patrný výrazný pokles hmotností vyráběných sýrů v průběhu prvních sedmi hodin po vložení sýrů do formiček. První hodinu byly průměrné hmotnosti sýra v jednotlivých pokusech 167 až 216 g, sedmou hodinu 113 až 167 g. Po sedmé hodině docházelo dále ke snižování hmotnosti, s výjimkou 4. pokusu však nebyly tyto poklesy tak výrazné. Poslední zjišťovanou hodnotou byly hmotnosti sýra 28. hodinu, kde byly naměřeny průměrné hmotnosti od 110 do 130 g.

TABULKA 5: VÝVOJ HMOTNOSTÍ SÝRA BĚHEM PROKYSÁVÁNÍ V JEDNOTLIVÝCH POKUSECH

Hmotnost sýra v g po 1. hodině					
	1.pokus	2.pokus	3.pokus	4.pokus	Celkem
Počet měření	7	12	11	15	45
Průměrná hmotnost	167 <sup>b</sup>	197 <sup>a</sup>	191 <sup>a</sup>	216 <sup>c</sup>	197
Směrodatná odchylka	13	18	17	10	22
Minimum	150	178	168	204	150
Maximum	188	242	224	244	244



*pokračování tabulky 6*

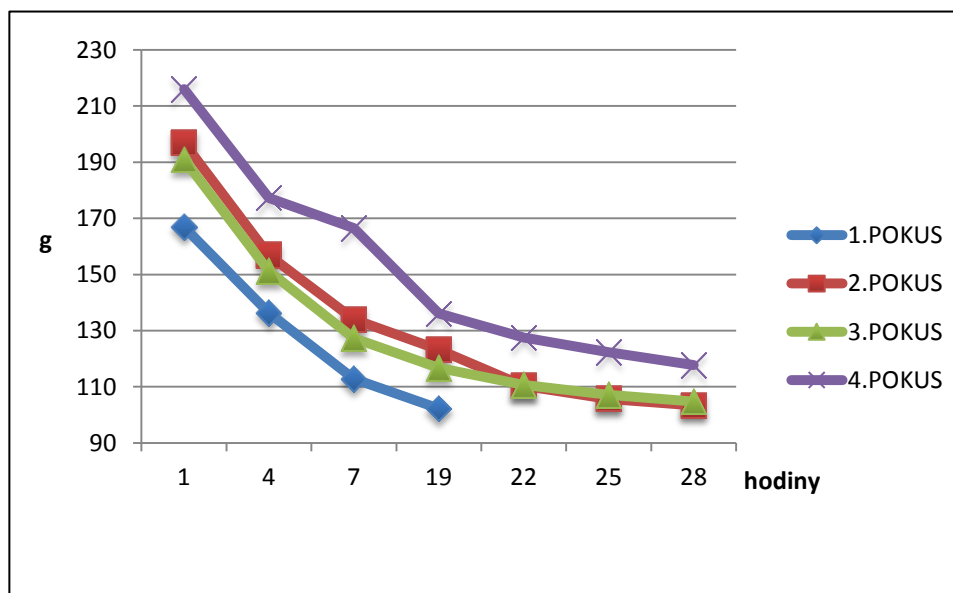
<b>Hmotnost sýra v g po 4. hodině</b>					
	<b>1. pokus</b>	<b>2.pokus</b>	<b>3.pokus</b>	<b>4.pokus</b>	<b>Celkem</b>
<b>Počet měření</b>	7	12	11	15	45
<b>Průměrná hmotnost</b>	136 <sup>b</sup>	157 <sup>a</sup>	151 <sup>a</sup>	177 <sup>c</sup>	159
<b>Směrodatná odchylka</b>	12	18	9	10	19
<b>Minimum</b>	120	136	140	150	120
<b>Maximum</b>	156	202	168	188	202
<b>Hmotnost sýra v g po 7. hodině</b>					
	<b>1. pokus</b>	<b>2.pokus</b>	<b>3.pokus</b>	<b>4.pokus</b>	<b>Celkem</b>
<b>Počet měření</b>	7	12	11	15	45
<b>Průměrná hmotnost</b>	113 <sup>b</sup>	134 <sup>a</sup>	127 <sup>a</sup>	167 <sup>c</sup>	140
<b>Směrodatná odchylka</b>	14	7	9	11	22
<b>Minimum</b>	98	126	114	138	98
<b>Maximum</b>	138	148	146	180	180
<b>Hmotnost sýra v g po 19. hodině</b>					
	<b>1. pokus</b>	<b>2.pokus</b>	<b>3.pokus</b>	<b>4.pokus</b>	<b>Celkem</b>
<b>Počet měření</b>	7	12	11	15	45
<b>Průměrná hmotnost</b>	102 <sup>a</sup>	123 <sup>c</sup>	117 <sup>b</sup>	136 <sup>d</sup>	123
<b>Směrodatná odchylka</b>	5	7	4	9	14
<b>Minimum</b>	96	114	110	114	96
<b>Maximum</b>	110	136	124	150	150
<b>Hmotnost sýra v g po 22. hodině</b>					
	<b>1. pokus</b>	<b>2.pokus</b>	<b>3.pokus</b>	<b>4.pokus</b>	<b>Celkem</b>
<b>Počet měření</b>	-	12	11	15	38
<b>Průměrná hmotnost</b>	-	110 <sup>a</sup>	111 <sup>a</sup>	128 <sup>b</sup>	117
<b>Směrodatná odchylka</b>	-	6	4	9	11
<b>Minimum</b>	-	102	108	106	102
<b>Maximum</b>	-	122	120	142	142

pokračování tabulky 6

Hmotnost sýra v g po 25. hodině					
	1. pokus	2.pokus	3.pokus	4.pokus	Celkem
Počet měření	-	12	11	15	45
Průměrná hmotnost	-	106 <sup>a</sup>	107 <sup>a</sup>	122 <sup>b</sup>	113
Směrodatná odchylka	-	5	4	9	10
Minimum	-	100	102	106	100
Maximum	-	118	114	136	136
Hmotnost sýra v g po 28. hodině					
	1. pokus	2.pokus	3.pokus	4.pokus	Celkem
Počet měření	-	12	11	15	45
Průměrná hmotnost	-	103 <sup>a</sup>	105 <sup>a</sup>	118 <sup>b</sup>	109
Směrodatná odchylka	-	5	3	8	9
Minimum	-	98	102	100	98
Maximum	-	116	110	130	130

<sup>a, b, c</sup> průměry s odlišnými horními indexy se statisticky významně liší na hladině  $p < 0,05$

GRAF 4: VÝVOJ HMOTNOSTÍ SÝRA (G) BĚHEM PROKYSÁVÁNÍ V JEDNOTLIVÝCH POKUSECH



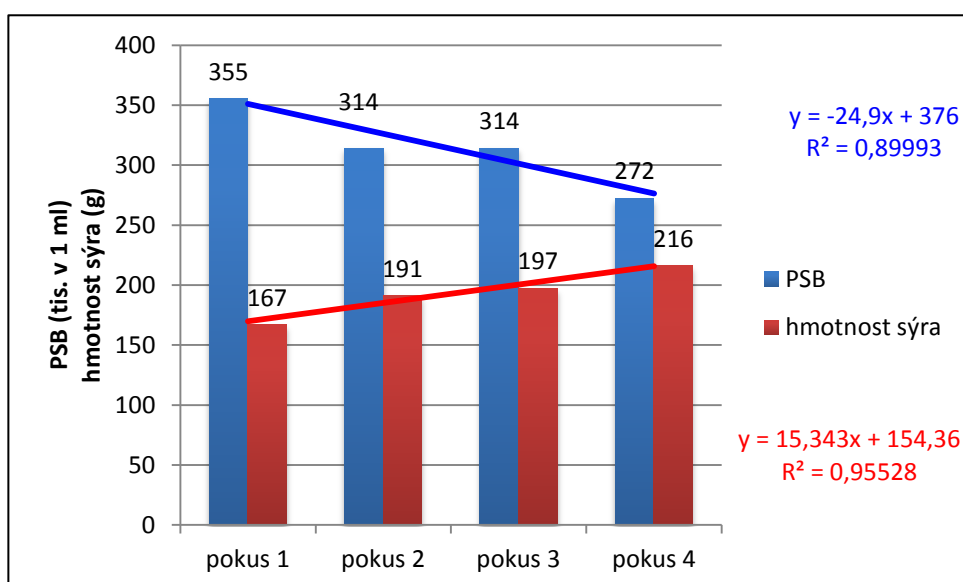
I když vývoj hmotností v jednotlivých pokusech se mezi 1. a 28. hodinou prakticky neliší, přesto byly v hmotnostech sýra mezi pokusy zjištěny statisticky významné rozdíly (tabulka 5). Tuto skutečnost zapříčinila pravděpodobně odlišná

složení použitého mléka (viz tabulka 3), protože ze statistických analýz vyplynulo, že mezi pokusy 2 a 3, kde bylo použito mléko stejného složení, statisticky významné rozdíly zjištěny nebyly.

Složení mléka je určitě jedním z faktorů, který může výtěžnost sýra ovlivnit (Skeie, 2007). Výtěžnost ovlivňuje především obsah tuku a bílkovin (Šustová a Sýkora, 2013). U sledovaných vzorků se tyto hodnoty značně lišily, avšak předpoklad (Guo a kol., 2004), že např. nejvyšší obsah bílkovin/kaseinu bude znamenat také vyšší výtěžnost, se nenaplnil. U vzorku 1 použitého k pokusu byl v porovnání s ostatními dvěma vzorky obsah bílkovin, resp. kaseinu nejvyšší (3,33 %, resp. 2,68 %), přesto zde byly zjišťovány nejnižší hmotnosti. V případě hmotnosti sýra po 1. hodině to byla průměrná hmotnost 167 g, zatímco u pokusu 2 to byla hmotnost 197 g, u pokusu 3 hmotnost 191 g a v pokusu 4 dokonce 216 g.

Faktorem, který v tomto případě mohl ovlivnit hmotnosti sýra a následně i výtěžnost, byl počet somatických buněk (PSB) (graf 5). Jak uvádí Sapru a kol. (1997), při zvýšeném obsahu PSB ke snížení výtěžnosti dochází. U mléka použitého při pokusu 1 (vzorek 1) byl také zjištěn nejvyšší obsah PSB (355 tis. v 1 ml), zatímco u mléka (vzorek 2) použitého k pokusu 2 a 3 byla zjištěna hodnota 314 tis. v 1 ml a u mléka použitého k pokusu 4 hodnota 272 tis. v 1 ml.

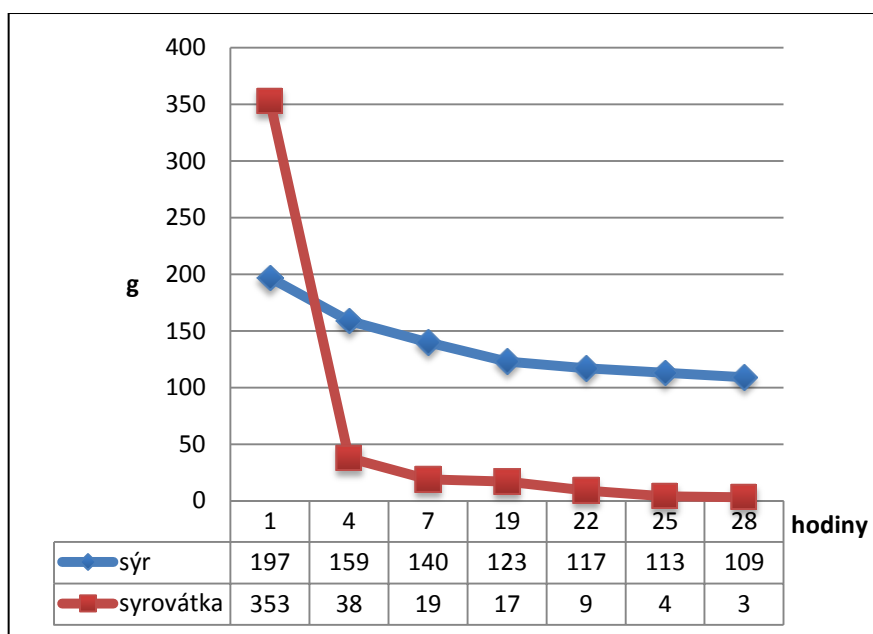
**GRAF 5: PRŮMĚRNÁ HMOTNOST (g) SÝRA 1. HODINU VE VZTAHU K POČTU SOMATICKÝCH BUNĚK (PSB)**



Pro účely orientačního trendu závislosti výtěžnosti na PSB byly pokusy seřazeny vzestupně podle počátečních hmotností zjištěných 1. hodinu.

S hmotností sýra samozřejmě úzce souvisí hmotnost odkapané syrovátky (**Kadlec a kol., 2009**). Během uvolňování syrovátky může docházet k uvolňování tuku a kaseinu ze sýřeniny, což může vést k negativnímu účinku na následnou výtěžnost (**Abd El-Rafee a Abd El-Gawad, 2002**). Největší množství syrovátky se uvolnilo v průběhu prvních čtyřech hodin (graf 6), v dalších hodinách byl pokles v množství syrovátky mírný. Graf 6 zaznamenává celkové průměrné hmotnosti sýra a syrovátky naměřené ve všech čtyřech pokusech.

**GRAF 6: VÝVOJ HMOTNOSTÍ SÝRA (g) A SYROVÁTKY (g) BĚHEM PROKYSÁVÁNÍ**

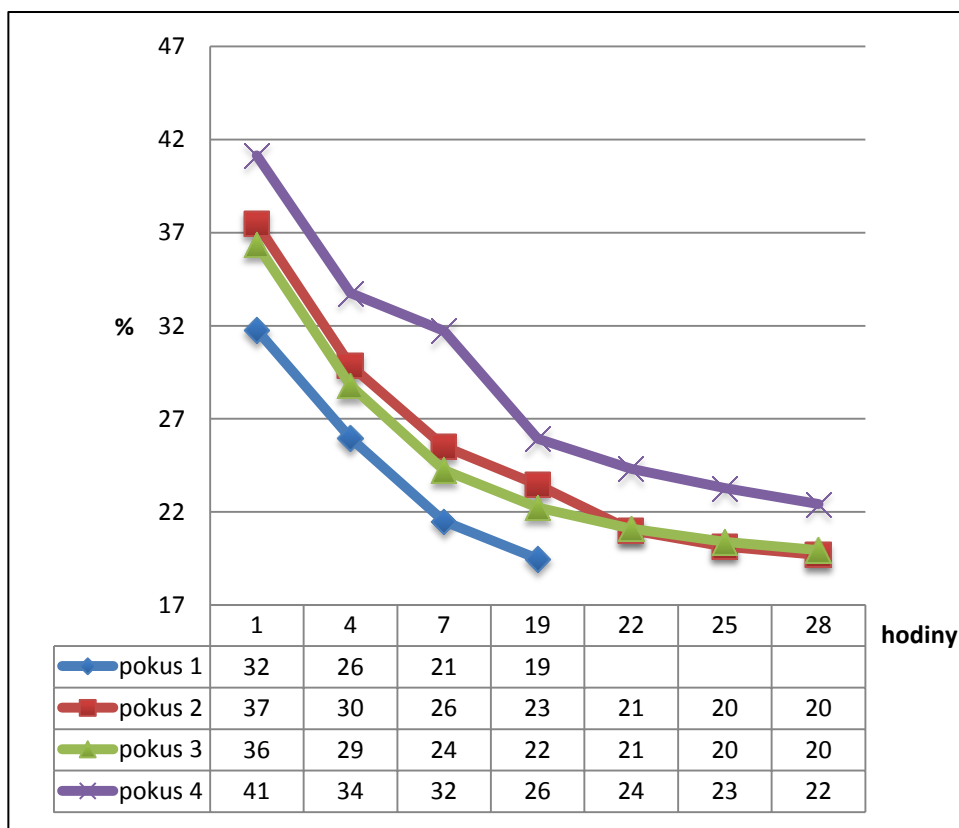


Výtěžnost je zkoumána posledních 50 let intenzivněji a hlavním cílem je snížit náklady (**Abd El-Gawad a Ahmed, 2011**). V praxi se nejčastěji vypočítává výtěžnost sýra ze 100 kg mléka a pro tyto výpočty slouží různé vzorce, které většinou zohledňují složení mléka – obsah tuku a kaseinu (**Pijanowski, 1977**). V této bakalářské práci byla výtěžnost zjišťována orientačně z hmotnosti sýra k původnímu objemu mléka a je vyjádřena procentuálně v grafu 7.

Změny ve výtěžnosti tedy odpovídají hodnotám zjištěných hmotností a v průběhu prvních hodin dochází v rámci jednotlivých pokusů k prudkému poklesu výtěžnosti. Po 1. hodině prokysávání byly výtěžnosti 32 až 41 %. Je zajímavé, že v případě nejnižší zjištěné výtěžnosti v tomto období (32 %) v pokusu 1 byla stejná jako výtěžnost zjištěná v pokusu 4 až po 7. hodině prokysávání. V těchto výsledcích se

pravděpodobně opět odráží vliv složení mléka, především vliv PSB. K poklesu výtěžností dochází až do 19. hodiny, poté jsou až do 28. hodiny nevýrazné.

**GRAF 7: ZMĚNY VE VÝTĚŽNOSTI (%) SÝRA V PRŮBĚHU PRVNÍCH 28 HODIN**



## 4.2 VLIV TEPLoty FERMENTACE NA VÝTĚŽNOST

Dalším faktorem, který byl v bakalářské práci sledován, byl vliv sýřící teploty. Ta může mít vliv jak na výtěžnost, tak i na výsledné jakostní charakteristiky sýra (**Yun a kol., 1993; Madadlou a kol., 2006**).

Základní statistické charakteristiky hmotností sýra zjištěné v průběhu prokysávání (1. až 28. hodinu) v závislosti na teplotě použité při sýření jsou uvedeny v tabulce 6 a grafu 8. První hodinu byly průměrné hmotnosti sýra, kde byla použita sýřící teplota 30 °C nejvyšší (201 g), naopak při 34 °C byly nejnižší (190 g). Naopak 28. hodinu měl nejvyšší průměrnou hmotnost sýr, u kterého byla použita sýřící teplota 34 °C (130 g).

Rozdíly v hmotnostech sýrů však nebyly statisticky významné až do 19. hodiny. Od této doby se již naměřené hmotnosti sýrů lišily výrazněji, přičemž statisticky

významné rozdíly byly shledány pouze mezi použitou sýřící teplotou 34 °C a teplotami nižšími (30 a 32 °C). Naopak statisticky významné rozdíly mezi teplotami 30 a 32 °C zjištěny nebyly.

**TABULKA 6: VÝVOJ PRŮMĚRNÝCH HMOTNOSTÍ SÝRA V ZÁVISLOSTI NA SÝŘÍCÍ TEPLOTĚ**

<b>Hmotnost sýra v g po 1. hodině</b>			
	<b>30 °C</b>	<b>32 °C</b>	<b>34 °C</b>
<b>Počet měření</b>	15	15	15
<b>Průměrná hmotnost</b>	201	200	190
<b>Směrodatná odchylka</b>	22	19	24
<b>Minimum</b>	174	170	150
<b>Maximum</b>	244	242	218
<b>Hmotnost sýra v g po 4. hodině</b>			
	<b>30 °C</b>	<b>32 °C</b>	<b>34 °C</b>
<b>Počet měření</b>	15	15	15
<b>Průměrná hmotnost</b>	156	163	157
<b>Směrodatná odchylka</b>	13	18	25
<b>Minimum</b>	144	140	120
<b>Maximum</b>	186	202	188
<b>Hmotnost sýra v g po 7. hodině</b>			
	<b>30 °C</b>	<b>32 °C</b>	<b>34 °C</b>
<b>Počet měření</b>	15	15	15
<b>Průměrná hmotnost</b>	137	140	143
<b>Směrodatná odchylka</b>	14	19	32
<b>Minimum</b>	120	114	98
<b>Maximum</b>	168	176	180
<b>Hmotnost sýra v g po 19. hodině</b>			
	<b>30 °C</b>	<b>32 °C</b>	<b>34 °C</b>
<b>Počet měření</b>	15	15	15
<b>Průměrná hmotnost</b>	120 <sup>a</sup>	123 <sup>ab</sup>	125 <sup>b</sup>
<b>Směrodatná odchylka</b>	7	12	19
<b>Minimum</b>	108	102	96
<b>Maximum</b>	130	140	150

*pokračování tabulky 6*

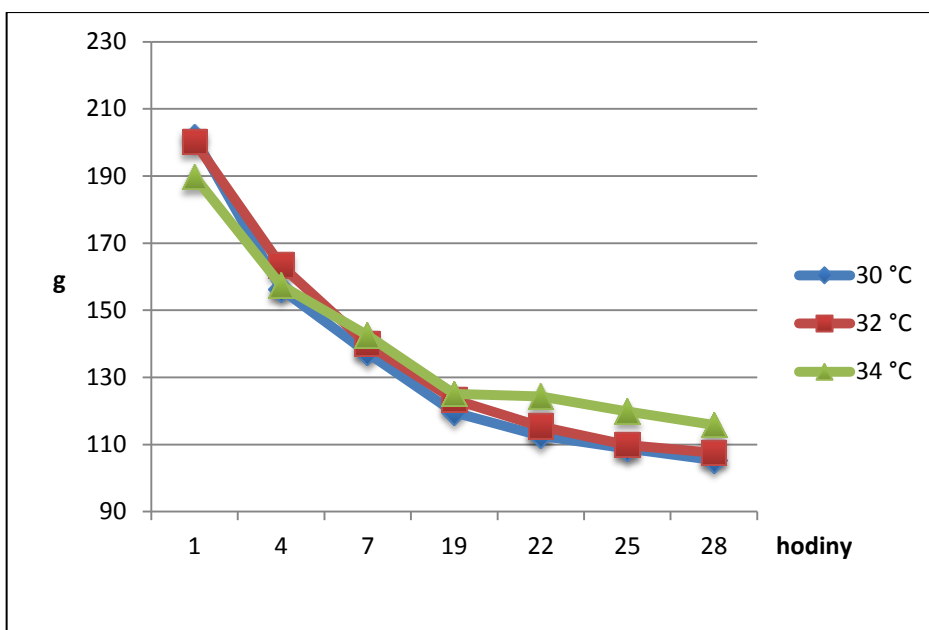
<b>Hmotnost sýra v g po 22. hodině</b>			
<b>Počet měření</b>			
<b>Průměrná hmotnost</b>			
<b>Směrodatná odchylka</b>			
<b>Minimum</b>			
<b>Maximum</b>			
<b>Hmotnost sýra v g po 25. hodině</b>			
	<b>30 °C</b>	<b>32 °C</b>	<b>34 °C</b>
<b>Počet měření</b>	13	13	12
<b>Průměrná hmotnost</b>	109 <sup>a</sup>	110 <sup>a</sup>	120 <sup>b</sup>
<b>Směrodatná odchylka</b>	5	8	13
<b>Minimum</b>	102	100	100
<b>Maximum</b>	116	124	136
<b>Hmotnost sýra v g po 28. hodině</b>			
	<b>30 °C</b>	<b>32 °C</b>	<b>34 °C</b>
<b>Počet měření</b>	13	13	12
<b>Průměrná hmotnost</b>	105 <sup>a</sup>	108 <sup>a</sup>	116 <sup>b</sup>
<b>Směrodatná odchylka</b>	5	7	11
<b>Minimum</b>	100	98	100
<b>Maximum</b>	112	118	130

<sup>a, b, c</sup> průměry s odlišnými horními indexy se statisticky významně liší na hladině  $p < 0,05$

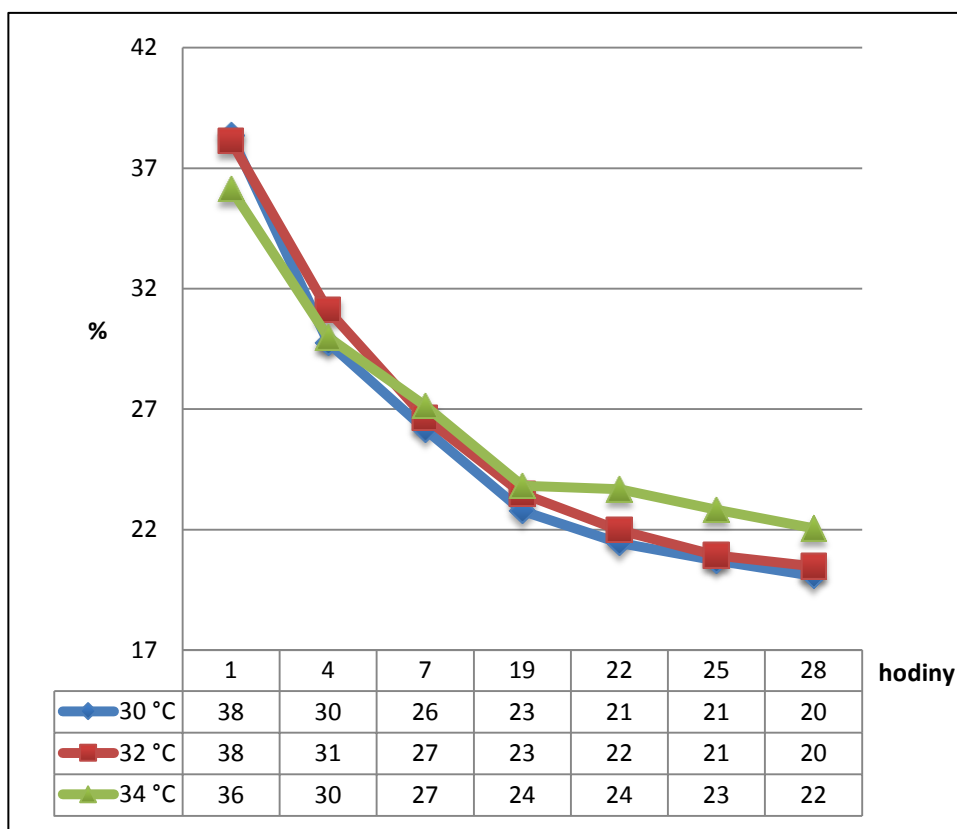
V práci byla výtěžnost také zjišťována orientačně z hmotnosti sýra k původnímu objemu mléka v závislosti na sýřící teplotě a je vyjádřena procentuálně v grafu 9.

Změny ve výtěžnosti tedy odpovídají hodnotám zjištěných hmotností a v průběhu prvních hodin dochází v rámci jednotlivých teplot k prudkému poklesu výtěžností. Po 1. hodině prokysávání byly výtěžnosti 36 až 38 %. Je zajímavé, že v průběhu prvních 19 hodin není mezi výtěžnostmi významný statistický rozdíl. Po 19 hodině je významný statistický rozdíl mezi teplotami 30 °C, 32 °C a 34 °C.

**GRAF 8: VÝVOJ PRŮMĚRNÝCH HMOTNOSTÍ (g) V ZÁVISLOSTI NA SÝŘÍČÍ TEPLOTĚ**



**GRAF 9: ZMĚNY VE VÝTĚŽNOSTI (%) SÝRA V PRŮBĚHU PRVNÍCH 28 HODIN V ZÁVISLOSTI NA TEPLOTĚ**





### 4.3 VLIV SÝŘÍCÍ TEPLoty NA AKTIVNÍ KYSELOST

**Štípková (1990)** uvádí, že průběh mléčného kysání (štěpení laktózy) je nejdůležitějším pochodem, který ovlivňuje výslednou jakost sýrů.

Laktóza v mléce je poměrně stálý ukazatel ( $4,7 \pm 0,1$  %) a její přítomnost je také důležitou podmínkou pro růst startovacích kultur, pro které je hlavní živinou (**Samková a kol., 2012**). V první fázi výroby sýra tyto kultury narůstají a produkují kyselinu mléčnou, což je důležité pro výslednou kyselost a jí ovlivněnou senzoryckou kvalitu.

V průběhu odkapávání sýrů dochází k výrazné změně pH sýřeniny. **Forman (1994)** uvádí, že do 24 hodin je potřeba dosáhnout u měkkých sýrů kyselosti pH 4,8 – pH 5. Čerstvé sýry mají kyselejší charakter a pH by se mělo pohybovat v rozmezí pH 4,5 – pH 4,8 (**Pijanowski, 1977**).

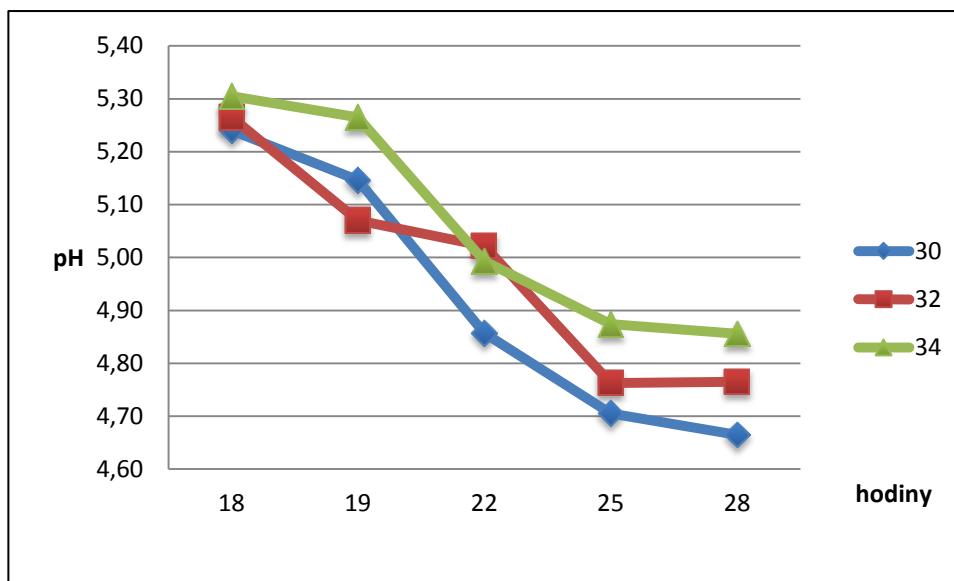
V rámci práce bylo měřeno pH sýra v rozmezí od 18. do 28. hodiny (tabulka 7, graf 10). Z uvedených výsledků je patrné, že aktivní kyselost se v 18. hodině po prokysávání příliš nelišila v závislosti na jednotlivých sýřících teplotách (5,24; 5,27; 5,31). Devatenáctou hodinu se pak rozdíl v pH zvětšily a pH zjištěné u sýrů s použitou sýřící teplotou 34 °C bylo statisticky významně vyšší v porovnání s pH při sýřících teplotách 30 a 32 °C. Od 22. hodiny se pak aktivní kyselost lišila mezi všemi použitými sýřícími teplotami. K největšímu prokysání došlo při sýřící teplotě 30 °C, neboť je zde 28. hodinu pH nejnižší (4,67). Po 22. hodině se však aktivní kyselost všech vzorků pohybovala v hodnotách pod pH 5. Nejméně prokysané byly vzorky sýra, kde byla použita sýřící teplota 34 °C.

**TABULKA 7: VÝVOJ PRŮMĚRNÉ AKTIVNÍ KYSELOSTI (pH) OD 18. DO 28. HODINY V ZÁVISLOSTI NA TEPLOTĚ**

Teplota	Hodiny									
	18		19		22		25		28	
	pH	Sx	pH	Sx	pH	Sx	pH	Sx	pH	Sx
30 °C	5,24	0,04	5,15 <sup>a</sup>	0,05	4,70 <sup>a</sup>	0,20	4,71 <sup>a</sup>	0,03	4,67 <sup>a</sup>	0,02
32 °C	5,27	0,01	5,07 <sup>a</sup>	0,06	4,78 <sup>b</sup>	0,25	4,76 <sup>b</sup>	0,03	4,77 <sup>b</sup>	0,03
34 °C	5,31	0,02	5,27 <sup>b</sup>	0,01	4,91 <sup>c</sup>	0,15	4,87 <sup>c</sup>	0,02	4,86 <sup>c</sup>	0,04

<sup>a, b, c</sup> průměry s odlišnými horními indexy se statisticky významně liší na hladině  $p < 0,05$

**GRAF 10: VÝVOJ PRŮMĚRNÉ KYSELOSTI (pH) OD 18. DO 28. HODINY V ZÁVISLOSTI NA TEPLOTĚ**



## 5 ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývala faktory, které ovlivňují výrobu čerstvého sýra. Samotný sýr definuje Vyhláška č. 77/2003 Sb. jako mléčný výrobek vyrobený vysrážením mléčné bílkoviny z mléka působením syřidla nebo jiných vhodných koagulačních činidel, prokysáním a oddělením podílu syrovátky. Čerstvé sýry jsou definované jako nezrající sýry, které jsou tepelně neošetřené po prokysání.

V rámci laboratorních pokusů bylo vyrobeno celkem 45 vzorků čerstvých sýrů, u kterých byly během prokysávání zjišťovány hmotnosti sýra a syrovátky pro stanovení výtěžnosti, neboť tento ukazatel velmi úzce souvisí s ekonomikou výroby. Pro posouzení správného procesu sýření byla sledována rovněž aktivní kyselost, která významnou měrou ovlivňuje výslednou senzorickou jakost sýra.

Z výsledků vyplynulo, že v hmotnostech zjišťovaných v průběhu prokysávání, resp. ve výtěžnostech byly mezi jednotlivými provedenými pokusy shledány statisticky významné rozdíly. Odlišné výsledky byly s největší pravděpodobností způsobené jakostí mléka použitého k výrobě, a to zejména počtem somatických buněk. Vzorky sýra vyrobené z mléka s nejvyšším počtem somatických buněk totiž vykazovaly nejnižší výtěžnost.

V práci byly zjištěny statisticky významné rozdíly také v závislosti na použité sýřící teplotě (30, 32 a 34 °C), ale teprve od 19. hodiny prokysávání. Statisticky významně nižší hmotnosti byly zjištěny pro sýry, kde byla použita teplota 30 °C a 32 °C, v porovnání se sýry, kde byla použita teplota 34 °C. Průměrné hmotnosti sýra 28. hodinu byly v rozmezí od 105 g do 116 g, což znamená výtěžnosti od 20 do 22 %. Rovněž sledovaná aktivní kyselost se statisticky významně lišila poprvé až 19. hodinu prokysávání, přičemž nejvyšší kyselost byla zjištěna pro sýřící teplotu 30 °C, nejnižší pro teplotu 34 °C. Průměrné hodnoty aktivní kyselosti sýrů se však již 25. hodinu pohybovaly pod požadovanou hodnotou pH 5.

Závěrem je nutné říci, že v současné době, kdy je kladen stále větší důraz na ekonomiku výroby a výslednou jakost, je daná problematika stále aktuální a je důležité se jí zabývat i v budoucnu. Zjištěné výsledky mohly zároveň přispět k pochopení problematiky výroby sýrů u producentů s malým objemem výroby.

## 6 SEZNAM LITERATURY

1. ABD EL-GAWAD, M.A.M. a N.S. AHMED. Cheese yield as affected by some parameters. Review. *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria*. 2011, roč. 10, č. 2, s. 131-153. ISSN 1644-0730.
2. ABD EL-RAFEE S. a ABD EL-GAWAD M.A.M. Effect of milk types on the properties of Provolone cheese. *Egyptian Journal Of Dairy Science*. 2002, č. 30, s. 243-252. ISSN 0378-2700.
3. ALEANDRI, R., J.C. SCHNEIDER a L.G. BUTTAZZONI. Evaluation of milk for cheese production based on milk characteristics and formagraph measures. *Journal of Dairy Science*. 1989, roč. 72, č. 8, s. 1967-1975. ISSN 0022-0302.
4. AULDIST, M.J., S. COATS, B.J. SUTHERLAND, J.J. MAYES, G.H. MCDOWELL a G.L. ROGERS. Effects of somatic cell count and stage of lactation on raw milk composition and the yield and quality of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Research*. 1996, roč. 63, č. 02, s. 269-. ISSN 0022-0299.
5. BANKS, J. M. a A.Y. TAMIME. Seasonal trends in the efficiency of recovery of milk fat and casein in cheese manufacture. *International Journal Of Dairy Technology* [Online]. roč. 40, č. 3, s. 64-66 [cit. 2013-04-17]. ISSN 1364-727X.
6. BARBANO, D.M., R.R. RASMUSSEN a J.M. LYNCH. Influence of milk somatic cell count and milk age on cheese yield. *Journal Of Dairy Science* [Online]. roč. 74, č. 2, s. 369-388 [cit. 2013-04-17]. ISSN 0022-0302.
7. BRITO, C., L. NIKLITSCHKE, L.H. MOLINA a I. MOLINA. Evaluation of mathematical equations to predict the theoretical yield of Chilean Gouda cheese. *International Journal of Dairy Technology*. 2002, roč. 55, č. 1, s. 32-39. ISSN 1364-727x.
8. ČEPIČKA, J. *Obecná potravinářská technologie*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1995, 246 s. ISBN 80-708-0239-1.
9. ČSN 57 0529 (1993). *Syrové kravské mléko pro mlékárenské ošetření a zpracování*, Praha, 1993.
10. EMMONS, D.B. a M. BINNS. Cheese yield experiments and proteolysis by milk-clotting enzymes. *Journal of Dairy Science*. 1990, roč. 73, č. 8, s. 2028-2043. ISSN 0022-0302.
11. EL-ABD M.M., ABD EL-FATTAH A.M., OSMAN S.G. a ABD EL-KADER R.S. Effect of some lactic acid bacteria on the properties of low salt Domiati cheese. *Egyptian Journal Of Dairy Science*. 2003, č. 31, s. 125-138. ISSN 0378-2700.

12. FENELON, M.A. a T.P. GUINEE. The effect of milk fat on cheddar cheese yield and its prediction, using, modifications of the Van Slyke cheese yield formula. *Journal of Dairy Science*. 1999, roč. 82, č. 11, s. 2287-2299. ISSN 0022-0302.
13. FORMAN, L. a kol. *Mlékárenská technologie II*. 1994, 1. vyd. Praha: VŠCHT, 217 s.
14. Genomia.cz, © 2008-2012. [cit. 2013-04-08]. Dostupné na: <https://genomia.cz/cz/test/dna-profile-for-cappa-casein/>
15. GUO, M., Y.W. PARK, P.H. DIXON, J.A. GILMORE, P.S. KINDSTEDT a R.J. FITZGERALD. Relationship between the yield of cheese (Chevre) and chemical composition of goat milk. *Small Ruminant Research*. 2004, roč. 52, 1-2, s. 103-107. ISSN 0921-4488.
16. HECK, J.M.L., H.J.F. VAN VALENBERG, J. DIJKSTRA a A.C.M. VAN HOOIJDONK. Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. *Journal of Dairy Science* [Online]. 2009, roč. 92, č. 10, s. 4745-4755 [cit. 2013-04-04]. ISSN 0022-0302.
17. INGR, I. *Zpracování zemědělských produktů*. 2. nezměněn. vyd., Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001, 249 s. ISBN 80-715-7520-8.
18. JANDAL, J.M. Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 1996, č. 22, s. 177-185.
19. JOHNSON, M.E., C.M. CHEN a J.J. JAEGGI. Effect of rennet coagulation time on composition, yield, and quality of reduced fat Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science* [Online]. roč. 84, č. 5, s. 1027-1033 [cit. 2013-04-17]. ISSN 0022-0302.
20. KADLEC, P. *Technologie potravin II*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002, 236 s. ISBN 80-708-0510-2.
21. KADLEC, P., K. MELZOCH a M. VOLDŘICH. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: Technologie potravin*. 1.vyd., Ostrava: Key Publishing, 2009, 536 s. monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-051-4.
22. KLEI, L., J. YUN, A. SAPRU, J. LYNCH, D. BARBANO, P. SEARS a D. GALTON. Effects of milk somatic cell count on Cottage cheese yield and quality. *Journal of Dairy Science*. 1998, roč. 81, č. 5, s. 1205-1213. ISSN 0022-0302.
23. KRÁČMAR S., GAJDUŠEK S., JELÍNEK P. a ILLEK J., Changes in contents of some macro- and microelements in goat's colostrum within the first 72 h after parturition. *Small Ruminant Research*, 2003, ISSN 0921-4488.
24. KRÁČMAR S., KUČTIK J., BARAN M., VARADYOVÁ Z., KRÁČMAROVÁ E., GAJDUŠEK S. a JELÍNEK P. Dynamics of changes in contents of organic and anorganic substances in sheep colostrum within the first 72 h after parturition. *Small Ruminant Research*, 2005, ISSN 0921-4488.

25. KRÁČMAR, S. a ZEMAN, L.: Změny základního složení kravského mleziva v průběhu prvních 72 hodin po porodu. In *Sborník Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně*. Brno : [s.n.], 2004. s. 129-136.
26. MADADLOU, A., A. KHOSROSHAHI, S.M. MOUSAVI a Z.E. DJOME. Microstructure and rheological properties of iranian white cheese coagulated at various temperatures. *Journal of Dairy Science* [Online]. 2006, roč. 89, č. 7, s. 2359-2364 [cit. 2013-04-12]. ISSN 0022-0302.
27. MAHMOOD, A. a S. USMAN. A comparative study on the physicochemical parameters of milk samples collected from buffalo, cow, goat and sheep of Gujrat, Pakistan. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2010, roč. 12, č. 9, s. 1192-1197, ISSN 1680-5194.
28. NAJAF, M., A. KOOCHEKI a M. MAHDIZADEH. Studies on the effect of starter culture concentration and renneting pH on the Iranian brine cheese yield. *American-Eurasian Journal of Agricultural Environment Science*. 2008, roč. 3, č. 3, s. 325-332.
29. NG-KWAI-HANG, K. Genetic variants of milk proteins and their effects on the yield and quality of cheese. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*. 2006, roč. 1, č. 056, ISSN 1749-8848.
30. PAOLO, F., S. ANDREA, M. MASSIMO a M. PRIMO. Cheese yield: Factors of variation and predictive formulas. A review focused particularly on Grana type cheeses. *Ann. Fac. Med. Vet. Parma*. 2008, č. 28, s. 211-232.
31. PIJANOWSKI, E. *Základy chémie a technológie mliekárstva. I. Díl*. Přel. Š. Semjan, V. Palo, J. Gazdík. 1.vyd. Bratislava : Príroda, 1977. Orig.: Zarys chemii i technologii mleczarstwa, tom I.
32. SALHAB H.H., The application of ultrafiltration in the manufacture of cream cheese. 1998, M. Sc. Thesis. Fac. Grad. Studies Res. Edmonton, Alberta, Canada.
33. SAPRU, A., D. M. BARBANO, J. JOSEPH YUN, L.R. KLEI, P. A. OLTENACU a D. K. BANDLER. Cheddar cheese: Influence of milking frequency and stage of lactation on composition and yield. *Journal of Dairy Science*. 1997, roč. 80, č. 3, s. 437-446. ISSN 0022-0302.
34. SAMKOVÁ, E. a kol. *Mléko: produkce a kvalita: Milk: production and quality: Vědecká monografie*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2012, 240 s. ISBN 978-80-7394-383-7.
35. SCOTT, R., R. ROBINSON a R. WILBEY. *Cheese making practice*. 3rd ed. Gaithersburg, Md.: Aspen Publication, 1998, xxiii, 449 p. ISBN 07-514-0417-9.

36. SILVA, N.M.A., L.P.F. BASTOS, D.L.S. OLIVEIRA, M.C.P.P. OLIVEIRA a L.M. FONSECA. Influence of somatic cell count and total bacterial counts of raw milk in cheese yield using small-scale methodology. *ARQUIVO Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia* [Online]. 2012, roč. 64, č. 5, s. 1367-1372 [cit. 2013-04-08]. ISSN 0102-0935.
37. SKEIE, S. Characteristics in milk influencing the cheese yield and cheese quality. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2007, roč. 16, č. 1, s. 130-142. ISSN 1230-1388.
38. ST-GELAIS, D. A S. HACHÉ. Effect of Beta-Casein concentration In Cheese Milk on Rennet coagulation properties, cheese composition and cheese ripening. *Food research international* [Online]. 2005, roč. 38, č. 5, s. 523-531 [cit. 2013-04-04]. ISSN 0963-9969.
39. ŠTÍPKOVÁ, J. Problematika výroby a jakosti tvrdých sýrů. In *Sborník přednášek Sýrařské dny*, Praha: MP PVTOS, 1990, str. 453, ISBN 80-02-00614-3.
40. ŠUSTOVÁ, K., V. SÝKORA. *Mlékárenské technologie*. Brno: Mendelova univerzita, 2013, 223 s. ISBN 978-80-7375-704-5.
41. TURHAN, M. A M. MUTLU. Kinetics of K-Casein/Immobilized Chymosin Hydrolysis. *Enzyme and Microbial Technology* [Online]. 1998, roč. 22, č. 5, s. 342-347 [cit. 2013-02-24]. ISSN 01410229.
42. YUN, J. JOSEPH, L. JOSEPH KIELY, DAVID M. BARBANO A PAUL S. KINDSTEDT. Mozzarella cheese: impact of cooking temperature on chemical composition, proteolysis and functional properties. *Journal Of Dairy Science* [Online]. 1993, roč. 76, č. 12, s. 3664-3673 [cit. 2013-04-12]. ISSN 0022-0302.

## 7 SEZNAM TABULEK A GRAFŮ

### 7.1 SEZNAM TABULEK

1. Tabulka 1: Složení mléka hospodářských zvířat	14
2. Tabulka 2: Typ koagulantu a jeho procentuální bílkovinná ztráta v syrovátce oproti syřidlu z telecích žaludků (emmons a binns, 1990)	21
3. Tabulka 3: Chemické složení a počet somatických buněk (psb) u syrového kravského mléka	22
4. Tabulka 4: Počty vzorků pro jednotlivé pokusy a teploty syření	23
5. Tabulka 5: Vývoj hmotností sýra během prokysávání v jednotlivých pokusech	24
6. Tabulka 6: Vývoj průměrných hmotností sýra v závislosti na syřicí teplotě	30
7. Tabulka 7: Vývoj průměrné aktivní kyselosti (ph) od 18. do 28. hodiny v závislosti na teplotě	33

### 7.2 SEZNAM GRAFŮ

1. Graf 1: Průměrná doba syření mléka pro různé genotypy dojníc (genomia.cz, 2008-2012)	15
2. Graf 2: Spotřeba mléka na výrobu sýra pro různé genotypy dojníc (genomia.cz, 2008-2012)	15
3. Graf 3: Složení mléka s ohledem na jednotlivá roční období (heck a kol., 2009)	17
4. Graf 4: Vývoj hmotností sýra (g) během prokysávání v jednotlivých pokusech	26
5. Graf 5: Průměrná hmotnost (g) sýra 1. hodinu ve vztahu k počtu somatických buněk (psb)	27
6. Graf 6: Vývoj hmotností sýra (g) a syrovátky (g) během prokysávání	28
7. Graf 7: Změny ve výtěžnosti (%) sýra v průběhu prvních 28 hodin	29
8. Graf 8: Vývoj průměrných hmotností (g) v závislosti na syřicí teplotě	32
9. Graf 9: Změny ve výtěžnosti (%) sýra v průběhu prvních 28 hodin v závislosti na teplotě	32
10. Graf 10: Vývoj průměrné kyselosti (pH) od 18. do 28. hodiny v závislosti na teplotě	34