

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ**  
**AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BRNO 2015**

**PETRA LAPČÍKOVÁ**

**Mendelova univerzita v Brně**

**Agronomická fakulta**

**Ústav Technologie potravin**

---



**Kontrola jakosti syrovátky jako suroviny pro  
zpracovatele**

Diplomová práce

*Vedoucí práce:*  
Ing. Miroslav Jůzl, Ph.D.

*Vypracovala:*  
Bc. Petra Lapčíková

---

Brno 2015

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci Kontrola jakosti syrovátky jako suroviny pro zpracovatele 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**

Děkuji vedoucímu práce, panu Ing. Miroslavu Jůzlovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, ochotu a pomoc. Dále děkuji paní Ing. Lence Dostálové a panu Ing. Lukáši Dvořákovi za poskytnutí cenných informací, které navazují na projekt Zpracování syrovátky do potravin a produktů za pomocí konzervačních metod využívající účinné látky z rostlin na ÚTP Mendelovy univerzity v Brně.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce v teoretické části uvádí informace, které se týkají složení sladké a kyselé syrovátky, zejména syrovátkových bílkovin. Jsou zde popsány možnosti zpracování syrovátky sušením a dále možnosti jejího využití v konkrétních potravinách. Kapitoly, které se týkají zpracování a uchovávání syrovátky popisují faktory, které mohou negativně ovlivnit její stabilitu.

V rámci diplomové práce bylo provedeno sledování kozí syrovátky pocházející z farmy v Šošůvce s cílem ověřit její kvalitu z hlediska změn pH a titrační kyselosti v čase. Bylo zjišťováno, zda nastávají barevné změny v průběhu skladování. Praktická část také zahrnuje vyhodnocení skupin mikroorganismů, které byly přítomny syrovátce. Stanovování všech parametrů bylo prováděno v měsících červen až říjen roku 2014 na Ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně a navazují na projekt Zpracování syrovátky do potravin a produktů za pomoci konzervačních metod využívající účinné látky z rostlin.

Klíčová slova: kozí syrovátka, kozí farmy, sušení syrovátky, udržitelnost

## **ABSTRACT**

There is information about the contents of sweet and sour whey, mainly the whey protein, in my diploma thesis. This work also includes whey processing (drying) and the possibilities of its use in certain foodstuff. There are chapters related to whey processing and storage, and also related to factors that can influence the stability of whey in a negative way.

My work includes the research of goat whey from the farm of Šošůvka. The aim of the research was to prove quality of the whey, pH changes and titratable acidity in a period of time. I had to find out if there are some colour changes during the storage time. The practical part of my thesis includes the presence of microorganisms in the whey. The parameter was determined between June and October 2014 in the Institute of Food technology of the Mendel's University in Brno. It is connected to the project Whey processing for foodstuff with the help of preservative methods, using some effective plant stuff.

Key words: goat whey, goat farm, whey drying, sustainability

## OBSAH

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>ÚVOD</b> .....                                    | <b>8</b>  |
| <b>2</b> | <b>CÍL PRÁCE</b> .....                               | <b>9</b>  |
| <b>3</b> | <b>LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....                       | <b>10</b> |
| 3.1      | Získávání syrovátky .....                            | 10        |
| 3.2      | Složení syrovátky.....                               | 10        |
| 3.2.1    | Syrovátkové bílkoviny .....                          | 11        |
| 3.2.1.1  | <i>Laktalbumin</i> .....                             | 11        |
| 3.2.1.2  | <i>Beta-laktoglobulin</i> .....                      | 11        |
| 3.2.1.3  | <i>Bovinní sérový albumin</i> .....                  | 12        |
| 3.2.1.4  | <i>Imunoglobuliny</i> .....                          | 12        |
| 3.2.1.5  | <i>Laktoferin</i> .....                              | 12        |
| 3.2.1.6  | <i>Laktoperoxidáza</i> .....                         | 12        |
| 3.2.2    | Látky nebílkovinné povahy .....                      | 13        |
| 3.2.3    | Tuk v syrovátce.....                                 | 13        |
| 3.2.4    | Minerální látky.....                                 | 13        |
| 3.2.5    | Vitamíny .....                                       | 14        |
| 3.2.6    | Laktóza.....   | 15        |
| 3.3      | Technologické operace při zpracování syrovátky ..... | 16        |
| 3.3.1    | Fermentace syrovátky .....                           | 16        |
| 3.3.2    | Úprava syrovátky před dalším zpracováním .....       | 17        |
| 3.3.3    | Demineralizace .....                                 | 18        |
| 3.3.3.1  | <i>Elektrodialýza</i> .....                          | 18        |
| 3.3.3.2  | <i>Gelová filtrace</i> .....                         | 18        |
| 3.3.3.3  | <i>Iontoměničová chromatografie</i> .....            | 19        |
| 3.3.3.4  | <i>Membránové techniky</i> .....                     | 19        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 3.3.4     | Krystalizace laktózy.....                                       | 20        |
| 3.3.5     | Zahušťování syrovátky .....                                     | 21        |
| 3.3.6     | Sušení syrovátky .....  | 21        |
| 3.3.7     | Problémy spojené se sušením syrovátky .....                     | 23        |
| 3.3.8     | Podmínky uchovávání syrovátky.....                              | 25        |
| 3.4       | Využití syrovátky v potravinářství .....                        | 26        |
| 3.5       | Kozí syrovátka od malých výrobců .....                          | 29        |
| 3.5.1     | Složení a vlastnosti kozího mléka.....                          | 30        |
| 3.5.2     | Hygienické požadavky na kozí mléko .....                        | 31        |
| 3.5.3     | Kozí farmy .....  | 32        |
| 3.5.4     | Výroba kozích sýrů a získávání syrovátky na farmě .....         | 33        |
| 3.5.5     | Ostatní výrobky z kozího mléka .....                            | 35        |
| <b>4</b>  | <b>MATERIÁL A METODIKA .....</b>                                | <b>37</b> |
| 4.1       | Materiál.....   | 37        |
| 4.2       | Použité metody hodnocení jakosti syrovátky .....                | 38        |
| <b>5</b>  | <b>VÝSLEDKY A DISKUSE .....</b>                                 | <b>41</b> |
| 5.1       | Vyhodnocení pH a titrační kyselosti kozí syrovátky v čase ..... | 41        |
| 5.2       | Vyhodnocení barvy.....  | 50        |
| 5.3       | Vyhodnocení skupin mikroorganismů v kozí syrovátce.....         | 54        |
| <b>6</b>  | <b>ZÁVĚR.....</b>   | <b>65</b> |
| <b>7</b>  | <b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>                          | <b>67</b> |
| <b>8</b>  | <b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>                                     | <b>78</b> |
| <b>9</b>  | <b>SEZNAM TABULEK.....</b>                                      | <b>79</b> |
| <b>10</b> | <b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>                                      | <b>80</b> |

## 1 ÚVOD

Syrovátka byla dříve využívána spíše jako krmivo, ale v posledních letech nachází stále větší uplatnění v potravinářském průmyslu a lidské výživě. Světová produkce činí 180 – 190 mil. tun. Syrovátka se stala velmi populární kvůli řadě příznivých účinků na zdraví člověka. Je to především nízkokalorická potrava. Působí detoxikačně, podporuje metabolismus, pozitivně ovlivňuje funkci střev a trávení. Často bývá doplňkem stravy při regulaci hmotnosti a redukční dietě a je vhodná i pro těhotné ženy. Syrovátku mají také v oblibě sportovci, protože při zvýšené fyzické aktivitě, syrovátkové bílkoviny podporují nárůst svalové hmoty a dodávají energii. V potravinářství se stala trendem pro výrobu funkčních a wellness potravin. Syrovátku v její tekuté i sušené formě, lze přidávat do nápojů, pečiva, tavených sýrů, mražených krémů, cukrovinek, kojenecké výživy apod. Nevhodnou potravou je naopak pro osoby s alergií na mléčný cukr a syrovátkové bílkoviny. Sušená syrovátka také není určena pro výživu kojenců do 12 měsíců. V budoucnu se naskytuje zajímavá možnost využití syrovátky pro výrobu bioplynu, který slouží k produkci tepla a elektřiny.

Využití v potravinářství a výživě nemá jen kravská syrovátka, ale stále více i kozí. Kozí syrovátka je získávána především na kozích farmách. V současné době dochází ke zvyšování počtu koz a ke vzniku nových farem v rámci ekologického zemědělství. Pozitivní je i zájem o chov koz ze strany mladých chovatelů. Problémem je však snižování počtu koz u malochovatelů a nezájem průmyslu o mléko. V posledních letech byl zaregistrován větší rozvoj ekofarem. Silným faktorem ekologického způsobu chovu koz jsou především poskytované dotace do tohoto systému. Důležitým pozitivem je i rostoucí zájem spotřebitelů o produkty z kozích farem. Chov koz má svoji perspektivu spíše v turisticky zajímavých oblastech, kde jsou produkovány regionální kozí výrobky, které mohou přispět ke zviditelnění daného regionu.

Diplomová práce se zaměřuje na sledování vývoje aktivní a titrační kyselosti a barvy kozí syrovátky v závislosti na délce skladování. Stanovení probíhala instrumentálními metodami. Jednou z použitých technik byla i FT-NIR. Cílem bylo zjistit, kdy je syrovátka ještě vhodnou surovinou pro zpracování do výrobků. Součástí je i sledování a vyhodnocení přítomných skupin mikroorganismů v čase.



## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem diplomové práce bylo:

- shromáždit a prostudovat informace týkající se syrovátky,
- vypracovat literární rešerši o složení, výrobě a použití syrovátky v potravinářství,
- vyhodnotit vývoj pH, titrační kyselosti, mikroorganismů a barvy kozí syrovátky v čase.

### 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

#### 3.1 Získávání syrovátky

Dle legislativy je syrovátka mléčný výrobek, který vzniká jako vedlejší produkt při výrobě sýrů, včetně tvarohů a kaseinů (Vyhláška č. 77/2003 Sb. v aktuálním znění). Složení a vlastnosti syrovátky závisí na technologii výroby konečného produktu a na kvalitě použitého mléka. V závislosti na typu koagulace kaseinu, může být syrovátka sladká nebo kyselá (Jeličic et al., 2008). Sladká syrovátka s pH 6 vzniká při výrobě tvrdých a polotvrdých sýrů např. eidam, čedar a ementál. Ke sladkému srážení dochází po přidání syřidla do mléka. Kyselá syrovátka, kde dochází ke kyselému srážení mléka jeho kysáním nebo přidávkem kyseliny např. citronové, má pH 4,6 a vzniká při výrobě tvarohů nebo sýrů jako cottage, žervé nebo smetanové sýry. Její zpracování bývá obtížnější (Šustová a Sýkora, 2013).

#### 3.2 Složení syrovátky

Tekutá syrovátka obsahuje přibližně 93 % vody a téměř 50 % z celkového množství pevných částic přítomných v mléce. Proteiny představují méně než 1 % celkových pevných látek (Jeličic et al., 2008).

Tab. 1 Složení sladké a kyselé syrovátky v  $g.l^{-1}$  (Jelen, 2002)

| Složka         | Sladká syrovátka | Kyselá syrovátka |
|----------------|------------------|------------------|
| Celková sušina | 63 – 70          | 63 – 70          |
| Laktóza        | 46 – 52          | 44 – 46          |
| Bílkoviny      | 6 – 10           | 6 – 8            |
| Laktáty        | 2                | 6,4              |
| Vápník         | 0,4 – 0,6        | 1,2 – 1,6        |
| Fosfáty        | 1 – 3            | 2 – 4,5          |
| Chloridy       | 1,1              | 1,1              |

Syrovátka obsahuje 50 % sušiny mléka. Její složení závisí na složení mléka a především na použitých podmínkách výrobního procesu. Hlavními složkami jsou bílkoviny a laktóza. Bílkoviny tvoří asi 10 % sušiny a jsou to alfa-laktalbumin, beta-laktoglobulin, sérový albumin, imunoglobuliny a laktoferin. Laktóza tvoří 70 – 80 % sušiny (Informační centrum bezpečnosti potravin, 2012).

### **3.2.1 Syrovátkové bílkoviny**

Nutriční význam syrovátkových bílkovin spočívá především v jejich snadné stravitelnosti a v příznivém složení aminokyselin. Příznivý účinek vykazují štěpné produkty bílkovin – peptidy. Syrovátkové bílkoviny obsahují všechny esenciální kyseliny. V porovnání s jinými zdroji bílkovin obsahují více aminokyselin s rozvětveným řetězcem (valin, leucin, izoleucin). Tyto aminokyseliny se označují jako BCAA = Branched Chain Amino Acids. Také obsahují sирné aminokyseliny jako metionin a cystin (Informační centrum bezpečnosti potravin, 2012).

Sérové bílkoviny se třídí na albuminy a globuliny. Mezi albuminy patří alfa-laktalbumin, beta-laktoglobulin a sérový albumin. Globuliny tvoří různorodou skupinu protilátek pocházejících z krevního séra dojnic a označují se jako imunoglobuliny IgG<sub>1</sub>, IgG<sub>2</sub>, IgA a IgM (Suková, 2006).

#### **3.2.1.1 Laktalbumin**

Představuje asi 25 % z celkového obsahu bílkovin v kravském mléce. Je podobný vaječnému i krevnímu albuminu. V mléce se nachází ve formě koloidního roztoku (Walzem, 1999). Biologická funkce alfa-laktalbuminu podporuje biosyntézu laktózy a to jak v lidském, tak i v kravském mléce. Je nejdůležitější bílkovinou v lidském mléce a nepostradatelná pro novorozence (Wit, 2001). Alfa-laktalbumin je bohatý na aminokyseliny jako je leucin, lysin, treonin, tryptofan a cystin. Je velmi lehce stravitelný. Frakce alfa se často používá jako čistý zdroj bílkovin pro vysoce kvalitní kojenecké výživy. U dospělých lidí se používá při poruchách trávení. Má také protirakovinné účinky, protože obsahuje antioxidant glutation. Glutation se vyrábí z aminokyselin v syrovátce a je to hlavní antioxidant produkovaný v lidském těle (Shugarman, 2000).

#### **3.2.1.2 Beta-laktoglobulin**

Tvoří asi 50 – 60 % v syrovátkové bílkovině. Je významný z hlediska retinolu (provitamin A), protože ho váže a transportuje. Je také významným zdrojem cysteinu důležitého pro syntézu glutationu (Suková, 2006). Vykazuje vysokou stabilitu vůči kyselinám a proteolytickým enzymům v trávicím traktu. Tato skutečnost je dána biologickou funkcí beta-laktoglobulinu odolávat ve vodě nerozpustnému nosiči retinol (Wit, 2001).

### **3.2.1.3 Bovinní sérový albumin**

Albumin je protein, jehož molekula obsahuje 585 aminokyselin. Je to jeden z mála plasmatických proteinů, který není glykosylován. Je produkován jaterními buňkami. Albumin je také důležitým transportním proteinem. Pomocí vazby na albumin je distribuována celá řada mastných kyselin, aminokyselin, steroidních hormonů, těžkých kovů i některých léčiv (Fusek et al., 2008). Na sérový albumin se v organismu savců též váže bilirubin a tím se snižuje jeho toxicita. Bilirubin je produktem metabolismu červeného krevního barviva hemu. Je nerozpustný ve vodě ale rozpustný v lipidech. Je tak schopen pronikat do buněčných membrán a porušovat metabolické procesy v buňce. Vazba bilirubinu na albumin může být ovlivněna léky, což způsobuje problémy při léčení novorozenců a pacientů s onemocněním jater (Schwarz a Goncharova, 2013).

### **3.2.1.4 Imunoglobuliny**

Imunoglobulinová frakce tvoří asi 2 – 3 % syrovátky a propůjčuje jí imunologickou aktivitu. Zahrnují skupinu proteinů IgG, IgM, IgA a sekreční IgA. Kojencům imunoglobuliny dodávají pasivní imunitu a pomáhají vytvořit imunitní systém. Některé studie prokázaly, že syrovátkový protein bohatý na imunoglobuliny, byl úspěšný v léčbě u některých typů průjmů, kde původcem byla *E. coli* (Shugarman, 2000).

### **3.2.1.5 Laktoferin**

Laktoferin váže železo, zajišťuje jeho transport, působí antibakteriálně, váže toxiny, stimuluje růst příznivých střevních bakterií apod. V některých zemích se přidává do mléčné kojenecké výživy, protože zvyšuje podobnost bílkovin kravského mléka s mateřským a zvyšuje absorpci železa, aniž by způsobil zácpu (Suková, 2006). Bylo také prokázáno, že laktoferin má protinádorové a antimikrobiální účinky. Jeho hepatoprotektivní účinky byly použity při léčbě jater. Léčba s použitím laktoferinu ale výrazně zvýšila tělesnou hmotnost a index jater. Laktoferin snížil hladinu mRNA a alfa-aktinu hladkého svalstva a potlačil obsah hydroxyprolinu. Jaterní rozborů prokázaly, že nízké dávky laktoferinu (100 mg.kg<sup>-1</sup> tělesné hmotnosti) nebo vysoké dávky (300 mg.kg<sup>-1</sup> tělesné hmotnosti), mohou významně snížit výskyt jaterních lézí vyvolaných indukovaným jaterním poškozením (Tung et al., 2014).

### **3.2.1.6 Laktoperoxidáza**

Laktoperoxidáza jen enzym oxidoreduktáza. Je tepelně stabilní a inaktivována při teplotě 78 °C po dobu 15 s. V kombinaci s peroxidem vodíku a thiokyanátem může být

použita pro bělení mléčných výrobků, především syrovátky. K syrovátce vyrobené ze sýru čedar, bylo přidáno barvivo Norbixin. Optimální bělení laktoperoxidázou v tekuté syrovátce bylo po přidání 20 mg peroxidu vodíku.kg<sup>-1</sup> syrovátky. Bělení syrovátky peroxidem vodíku bylo nejúčinnější při teplotě 50 °C, kdy došlo k největší destrukci Norbixinu (Campbell et al., 2012).

### **3.2.2 Látky nebílkovinné povahy**

Do syrovátky přechází z mléka i většina nebílkovinných dusíkatých látek, jsou to především puriny. Představují 5 – 7 % veškerého dusíku v mléce. Jedná se o příměsi močoviny, xantinu, guaninu, hypoxantinu, adeninu, kreatinu, kreatininu, alantoinu, amoniaku, rhodanidů apod. (Suková, 2006).

### **3.2.3 Tuk v syrovátce**

Základními složkami mléčného tuku jsou mono-, di- a triacylglyceroly, volné mastné kyseliny, fosfolipidy, steroly, estery sterolů, uhlovodíky a v tucích rozpustné vitamíny. Převážná část lipidů se v mléce nachází ve formě tukových globulí. Průměr těchto globulí je v rozmezí 2 – 6 μm. Malá část lipidů je vázána na kaseinových micelách. Jsou to membrány tukových kuliček. Tukové kuličky nejsou v mléce volné, ale jsou obaleny membránou, která se skládá z komplexu fosfolipidy – bílkoviny (Šustová a Sýkora, 2013). Tuk se v syrovátce vyskytuje jen v nepatrném množství nebo vůbec v případě dokonalého odstředění syrovátkového smetany (Suková, 2006). Zhruba 50 % mléčného tuku v odstředěné syrovátce je přítomno v mléčných globulích menších než 1 μm v průměru. Zbývající množství tuku je vázáno na bílkovinný materiál. Membrána tukové globule obsahuje povrchově aktivní složky a enzymy, které ji obklopují. Tato membrána snižuje rozdíl v hustotě mezi vodou a tukem v malých globulích na úroveň téměř stejnou jako u vody. To zabraňuje odstředivému oddělení zbývajícího tuku ze syrovátky v množství stanoveném pro průtok odstředivky (Wit, 2001).

### **3.2.4 Minerální látky**

V syrovátce jsou minerální látky zastoupeny ve formě organických a anorganických sloučenin. Jsou to soli kyseliny fosforečné, mléčné, uhličitě, citronové, sírové a chlorovodíkové. Největší část tvoří vápenaté a draselné soli. Kyselá syrovátka z tvarohu

má vyšší podíl vápníku, protože během výroby se část vápníku váže na kasein a následně přechází do sýra (Suková, 2006).

Tab. 2 *Obsah minerálních látek v syrovátce (Suková, 2006)*

| Minerální látka | Obsah                      |
|-----------------|----------------------------|
| Draslík         | 130 mg.100 g <sup>-1</sup> |
| Hořčík          | 8 mg.kg <sup>-1</sup>      |
| Vápník          | 60 mg.kg <sup>-1</sup>     |
| Sodík           | 42 mg.100 g <sup>-1</sup>  |
| Zinek           | 0,3 mg.100 g <sup>-1</sup> |
| Síra a chlor    | -                          |
| Železo          | 67 μg.100 g <sup>-1</sup>  |
| Jód             | 8,6 μg.100 g <sup>-1</sup> |
| Měď             | 1,0 μg.100 g <sup>-1</sup> |
| Kobalt          | 0,8 μg.100 g <sup>-1</sup> |

Mnoho potravinářských společností se snaží omezit množství sodíku. Permeát ze syrovátky nebo mléka se proto ultrafiltruje. Tento proces slouží k náhradě soli. Modely permeátu byly vytvořeny z NaCl, KCl, kyseliny mléčné, kyseliny citronové, kyseliny hippurové, kyseliny močové, kyseliny orotové a močoviny. Sensorický test s roztokem chloridu sodného potvrdil, že slaná chuť v permeátu se sníženým obsahem laktózy není způsobená jen sodíkem. Ke slané chuti přispívali zejména NaCl, KCl, kyseliny mléčná a orotová (Frankowski et al., 2014).

### 3.2.5 Vitamíny

Syrovátka obsahuje především vitamíny skupiny B – B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> a B<sub>12</sub>. Tato skupina vitamínů se nejvíce podílí na žlutozelené barvě syrovátky. Dále jsou zastoupeny vitamíny C, E a H (Informační centrum bezpečnosti potravin, 2014). Riboflavin (B<sub>2</sub>) je rozpustný ve vodě a podílí se na aktivitách řady enzymů. Přispívá k udržení zdravé pokožky, vlasů a nehtů. Účastní se tvorby krvinek, zárodečných buněk a nukleových kyselin. Ovlivňuje činnost nervové soustavy a mozku (Arndt, 2008). Biotin (H) je ve vodě rozpustný vitamín. Je připojen v aktivním místě pěti savčích enzymů známých

jako karboxyláz. Připevnění biotinu na jinou molekulu jako je protein se označuje biotinylace. Doporučená denní dávka biotinu je  $30 \mu\text{g}\cdot\text{den}^{-1}$  pro dospělé (Higdon, 2004).

Tab. 3 *Obsah thiaminu a riboflavinu v různých druzích mléka (Suková, 2003)*

| Druh mléka | Vitamin B <sub>1</sub> ( $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ) | Vitamin B <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ) |
|------------|---|---|
| Kravske    | $0,581 \pm 0,069$   | $1,036 \pm 0,117$   |
| Kozí       | $0,567 \pm 0,076$   | $0,860 \pm 0,210$   |
| Ovčí       | $0,671 \pm 0,097$   | $2,755 \pm 0,404$   |

### 3.2.6 Laktóza

Laktóza je disacharid složený z monosacharidů glukózy a galaktózy. Navzájem jsou spojeny beta 1, 4-glykosidovou vazbou. Přirozeně se vyskytuje v mléce savců, kde je významným zdrojem energie. Laktóza ve srovnání se sacharózou je méně sladká, hůře rozpustná ve vodě a pomaleji vstřebatelná v trávicím traktu. Obsah laktózy v sušené syrovátce je přibližně  $74 \text{ g}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$  syrovátky (Březková a Matějová, 2010). Laktóza tvoří 70 – 80 % z celkové sušiny mléka. V těle musí být nejdříve rozštěpena na monosacharidové jednotky a pak může být resorbována z tenkého střeva dále do krve. Ke štěpení dochází v tenkém střevě, kde je laktóza rozkládána enzymem laktázou. Pokud se sníží nebo úplně zmizí produkce tohoto enzymu v kartáčovém lemu tenkého střeva, pak dochází k laktózové intoleranci. Zlepšená tolerance laktózy je především při konzumaci fermentovaných výrobků. Fermentace syrovátky mikrobiálními kulturami je jedním z možných řešení jak částečně snížit obsah laktózy a zlepšit sensorický profil syrovátkových produktů (Legarová a Kouřimská, 2011).

Tab. 4 *Porovnání obsahu laktózy v kravském, kozím, ovčím a lidském mléce (Legarová a Kouřimská, 2011)*

| Druh mléka | Obsah laktózy v % hmotnosti |
|------------|-----------------------------|
| Kravske    | 4,8                         |
| Kozí       | 4,4                         |
| Ovčí       | 5,1                         |
| Lidské     | 7,2                         |

### 3.3 Technologické operace při zpracování syrovátky

Cílem výroby syrovátky je získat využitelné produkty a zároveň zajistit, aby materiál nezatěžoval odpadní vody a aby nebylo třeba ke krmným účelům přepravovat větší množství vody. Syrovátku lze zpracovat kombinací různých technologických operací podle toho, k jakému účelu má výrobek sloužit. Tradiční způsob zpracování syrovátky zahrnuje fermentaci, odpařování, sušení a srážení syrovátkových bílkovin po tepelném ošetření (Suková, 2006). Syrovátka se používá v původním stavu na pití, pro výrobu nápojů nebo ke krmným účelům. Pro vysoký obsah vody má omezenou trvanlivost, proto se často zpracovává na zahuštěný syrovátkový koncentrát a sušenou syrovátku. Ze syrovátky je možné izolovat albumin, globulin a také rozkladné produkty kaseinu. Získané bílkoviny se srážejí teplem 95 °C a pH 4,65. Vysrážené bílkoviny mají asi 20 % sušiny a stabilizují se sušením. Dalším cílem zpracování syrovátky je získávání mléčného cukru. Surový mléčný cukr dostáváme z koncentráту, který zůstane po vysrážení bílkovin. Krystalizací a sušením se získává technická laktóza, která se dále rafinuje (Šlesinger, 2011).

#### 3.3.1 Fermentace syrovátky

Celosvětově se získává 110 milionů tun syrovátky při výrobě sýrů. Pouze 55 % syrovátky se dále zpracovává. Její likvidace je náročná a nákladná z důvodu vysoké biologické spotřeby kyslíku. Ke snížení výdajů na nakládání s odpady slouží nové technologie a produkty s vysokou přidanou hodnotou. Fermentace syrovátky je proto jedním ze způsobů jak ji využít do výrobků s přidanou hodnotou. Použití syrovátky nebo permeátu jako fermentačního médium snižuje obsah laktózy a tím dochází ke snížení i biologické spotřeby kyslíku a nákladů na likvidaci. Při fermentaci nejdříve dochází k částečné hydrolýze bílkovin a následně se hydrolyzovaná syrovátka zkvašuje s *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. Tyto bakterie produkují exopolysacharidy (EPS). Pasterovaná syrovátka se smísila s hydrolyzovanými proteiny a došlo k fermentaci při teplotě 38 °C a pH 5. Nebyly zjištěny žádné významné rozdíly v množství EPS produkovaných během fermentace syrovátky. Fermentace nehydrolyzované syrovátky má za následek nižší spotřebu laktózy a produkci kyseliny mléčné než fermentace hydrolyzované syrovátky. Výsledkem je, že nehydrolyzovaná syrovátka je špatné fermentační médium pro růst *Lactobacillus delbrueckii* ssp.



*bulgaricus*. Tento kmen bakterií prokázal lepší růst na médiu hydrolyzované syrovátky a tím došlo i ke zvýšení množství EPS (Briczinski a Roberts, 2002).

Laktóza přítomná v syrovátce, případně rozštěpená na glukózu a galaktózu, může sloužit k produkci biomasy nebo ke krmným účelům. Dále ji lze využít k produkci etanolu, bioplynu, vitamínů, enzymů, polysacharidů, ochucovacích látek, organických kyselin nebo k výrobě nápojů (Suková, 2006). Pro výrobu etanolu lze použít kvasinky *Kluyveromyces marxianus*. Tyto kvasinky byly použity pro syrovátku, která nebyla ošetřena pasterací, a kvasinky byly schopné soutěžit s bakteriemi mléčného kvašení. Kvasinky jsou schopny převzít výrobu etanolu ze zbývajících množství laktózy. Fermentace prokázala výtěžek etanolu 0,50 g.g laktózy<sup>-1</sup> při teplotě 30 °C a 40 °C a pH 4,5. Bylo prokázáno, že kvasinky *Kluyveromyces marxianus* jsou velmi vhodné pro průmyslovou výrobu etanolu (Christensen et al., 2011).

### **3.3.2 Úprava syrovátky před dalším zpracováním**

Pro další zpracování syrovátky je nutné odstranit nežádoucí zbytky sraženin, především sýrařský prach. Negativně by mohly ovlivnit další procesy, rozpustnost, vůni a chuť produktu (Suková, 2006). Úroveň čištění koncentráту syrovátkových bílkovin ovlivňuje koncentrace vápníku. Zvýšená koncentrace vápníku má vliv i na tepelnou vodivost vkládané suroviny, režim toku tekutiny a může také měnit strukturu suroviny při průtoku znečištěnými vrstvami (Khaldi et al., 2015).

Pro uspokojujivý průběh ultrafiltrace, která se používá pro zahušťování syrovátky, nesmí surovina obsahovat protipěňivé látky. Syrovátka by měla obsahovat nejvýše 0,06% tuku. Proces je možné provést i při vyšším obsahu tuku, ale snižuje se tím kvalita výsledného produktu a hospodárnost procesu. Při sníženém obsahu tuku z 0,06 % na 0,05% se zároveň snižuje i spotřeba vody o 35 %. Pokud dojde k dostatečnému odstranění tuku, tak se umožní bezztrátová výroba laktózy (Suková, 2006).

Dalším krokem pro zachování nezbytné mikrobiologické jakosti syrovátky je pasterace. Všeobecně je to klasický způsob uchování potravin, který snižuje počet vegetativních buněk patogenních mikroorganismů, zabraňuje kažení potravin a prodlužuje jejich trvanlivost. Podle amerického ministerstva zemědělství, je to jakýkoliv postup, ošetření nebo jejich kombinace pro snížení počtu nejodolnějších mikroorganismů (Silva et al., 2014). Pasterace obvykle probíhá za teploty 72 – 78 °C po dobu 15 – 20 s. Před pasterací musí být syrovátka krátkodobě uchována při teplotě do

5°C (Šustová a Sýkora, 2013). Během pasterace může dojít k přežití některých bakteriofágů, které mohou negativně ovlivnit další výrobu sýrů a následně syrovátky. Kontaminace syrovátky způsobuje další problémy v sýrových továrnách, protože uvolňování syrovátky vede k aerosolovému přenášení fágů a kontaminaci prostor továrny. Zneškodnění fágů může být provedeno jednak tepelnou úpravou, ale také ultrafialovým zářením a membránovou filtrací (Atamer et al., 2013).

### **3.3.3 Demineralizace**

Syrovátku je možné použít přímo nebo po další úpravě. Jedním ze způsobů úpravy je demineralizace, kdy jsou ze syrovátky odstraněny minerální látky a syrovátka se lépe technologicky zpracovává. Nejčastěji se k demineralizaci používá elektrodialýza, což je membránový proces separace látek. Syrovátka se tak dělí na diluát (odsolená syrovátka) a na koncentrát (Janštová et al., 2012). Mezi další techniky odsolení patří gelová filtrace, použití iontoměničů a další membránové techniky. Odsolená syrovátka představuje 90 – 95 % původní suroviny a koncentrát solí 5 – 10 % (Suková, 2006).

#### **3.3.3.1 Elektrodialýza**

Elektrodialýza je metoda, kde se zařízení skládá z elektrodialýzových zásobníků ve kterých jsou katexové a anexové výměnné membrány. Těsnění je uspořádáno střídavě. Součástí těsnění jsou mezerníky, které zabraňují míchání roztoků z obou membrán. Elektrodialyzér a cirkulační nádrž jsou hlavní pracovní jednotky, přes které se recykluje odsolený roztok. Za účelem zvýšení poměru odsolení, je proces vícestupňový (Tanaka, 2015).

#### **3.3.3.2 Gelová filtrace**

Gelová (permeační) chromatografie je separační a čistící metoda. Umožňuje separaci sloučenin s podobnou molekulovou hmotností. Látky jsou po separaci zředěny a musí být zkoncentrovány (Poustka, 2007). Nejdříve se získává frakce bílkovinného koncentrátu a poté roztok laktózy a minerálních solí. Separace probíhá na zbobtnalých částicích gelu. Výhodou je získávání frakce alfa-laktalbuminu, která se používá pro obohacení kojenecké výživy. Naopak nevýhodou je zanesení kolony fosforečnanem vápenatým (Suková, 2006).

### **3.3.3.3 Iontoměničová chromatografie**

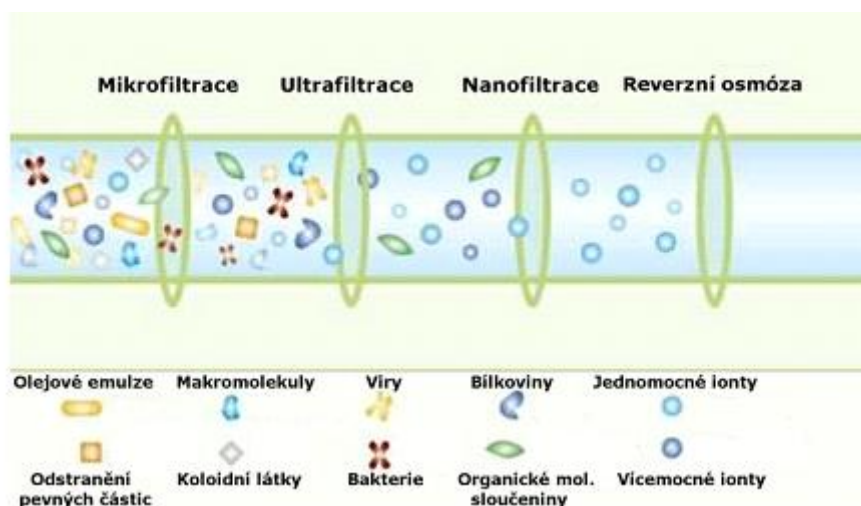
Tato metoda umožňuje dělit nízkomolekulární a vysokomolekulární látky. Stacionární fází je ionex, kam se váží ionty opačného náboje dělené látky. Nevýhodou je, že mohou odpadávat silné kyseliny a báze při regeneraci ionexů. Při oddělování bílkovin se syrovátka okyselí a bílkoviny získávají pozitivní náboj. Surovátka se smíchá s umělou pryskyřicí, která je nabitá negativně. Bílkoviny, které se na pryskyřici nenačly, jsou vymyty. Zvýší se hodnota pH, aby se uvolnily volné bílkoviny. Ty se zahustí pomocí ultrafiltrace a následně se suší (Suková, 2006).

### **3.3.3.4 Membránové techniky**

Často používanou membránovou technikou je nanofiltrace (NF). Tento proces je prostředníkem mezi reverzní osmózou a ultrafiltrací. Základem jsou membrány, které zachytávají soli a přitom v syrovátce zanechávají všechny bílkoviny a většinu laktózy. Nanofiltrace může být provozována při vyšší rychlosti proudění vzduchu než reverzní osmóza a je vynikajícím způsobem pro demineralizaci syrovátky. Demineralizace při vysoké koncentraci solí může být dosaženo i přidáním vody v průběhu filtračního procesu. Odsolený syrovátkový retentát se může vrátit do hlavního proudu, kde dojde k odpaření syrovátkového permeátu a tím k obnovení pevných solí (Law, 1999). Nanofiltrace stejně jako ultrafiltrace (UF) se využívá také k oddělení určitých komponentů ze syrovátky, nejčastěji jde o laktózu a proteiny. Tento proces se provádí hlavně z toho důvodu, že syrovátka je po dlouhou dobu považována za mlékárenský odpad a nedocházelo k využití a obnově složek. Měření laktózy bylo provedeno metodou polarimetrie. Její nevýhodou však bylo rušení měření ostatními opticky aktivními komponenty. Možné je použít i gravimetrii, ale ta však může být narušena sníženým obsahem sacharidů a nemusí dojít k jejich rozlišení. Metoda HPLC sice umožňuje rozlišení mezi sacharidy, ale jde o poměrně drahou metodu. Jako nejúčelovější se osvědčila infračervená spektroskopie (IR). Tato technika má typické způsoby vibrací kovalentních vazeb v molekulách a obsahuje tak informace o všech prvcích, které absorbují infračervené záření. Cílem bylo zhodnotit IR ve střední infračervené oblasti pro sledování laktózy a bílkovin v každém kroku jejich získávání ultrafiltrací nebo nanofiltrace. K tomu byla použita Fourierova transformace (FT-IR) v infračervené oblasti (Solis-Oba et al., 2011).

Další membránovou technikou je ultrafiltrace. Jedná se o frakcionační operaci, kde jsou získávány částice o molekulové hmotnosti 1000 – 10 000. Jsou oddělovány bílkoviny, polysacharidy, bakterie a pevné a koloidní částice. Na jedné straně membrány se nachází zahuštěný substrát, což je bílkovinný koncentrát označovaný jako retentát. Na druhé straně membrány zůstává permeát, který obsahuje laktózu, minerální látky a nebílkovinné dusíkaté látky. Pracuje se s tlakem 10 bar (Suková, 2006). Kyselý syrovátkový koncentrát získaný po ultrafiltraci, je možné usušit a použít jako nástroj pro modelování vlastností pšenice, žitného těsta nebo chleba. Chleby, které obsahovaly tento koncentrát, vykazovaly zvýšený obsah celkových minerálů, laktózy a kyseliny mléčné. Koncentrát také pozitivně ovlivňuje barvu kůrky, hořkou a kyselou chuť a zejména žvýkavost chleba (Wronkowska et al., 2015).

Mikrofiltrace je další technikou, která patří mezi membránové procesy. Tato metoda slouží pro odstranění bakterií a tuku ze syrovátky. Používají se membrány s poměrně širokými póry více jak 0,1  $\mu\text{m}$  (Wit, 2001). Mikrofiltrace syrovátkových bílkovin se provádí pomocí trubkových keramických membrán za stálého tlaku. Jedná se o tzv. cross – flow mikrofiltraci. Velikost póru membrány je 0,8  $\mu\text{m}$  a zajišťuje vysokou propustnost proteinu (Mourouzidis - Mourouzis a Karabelas, 2008).



Obr. 1 Schematické znázornění mikrofiltrace, ultrafiltrace, nanofiltrace a reverzní osmózy (Česká membránová platforma, 2012)

### 3.3.4 Krystalizace laktózy

Laktóza se v mléčných výrobcích vyskytuje ve dvou krystalických formách alfa-hydrát a beta-anhydrát a nebo může být amorfni. Krystalizace je dvoustupňový proces,

který zahrnuje růst jádra v makro velikosti. Pyramidy a hranolové tvary jsou nejčastější formy laktózy. Důležitým faktorem při krystalizaci je také hodnota pH. Má vliv na rychlost mutarotace. Hodnotu pH může také zvyšovat přídavek laktátu vápenatého (Gänzle et al., 2008). Krystalizace probíhá při teplotě 20 – 35 °C po dobu 2 – 24 hodin v krystalizačním tanku. Vytvoří se tak malé krystalky, které nezpůsobují větší problémy při sušení. Dojde tak i ke snížení podílu bezvodé amorfní laktózy, která způsobuje lepení prášku na stěny, jeho hygroskopičnost, tvrdnutí a problémové rozpouštění (Suková, 2006).

### **3.3.5 Zahušťování syrovátky**

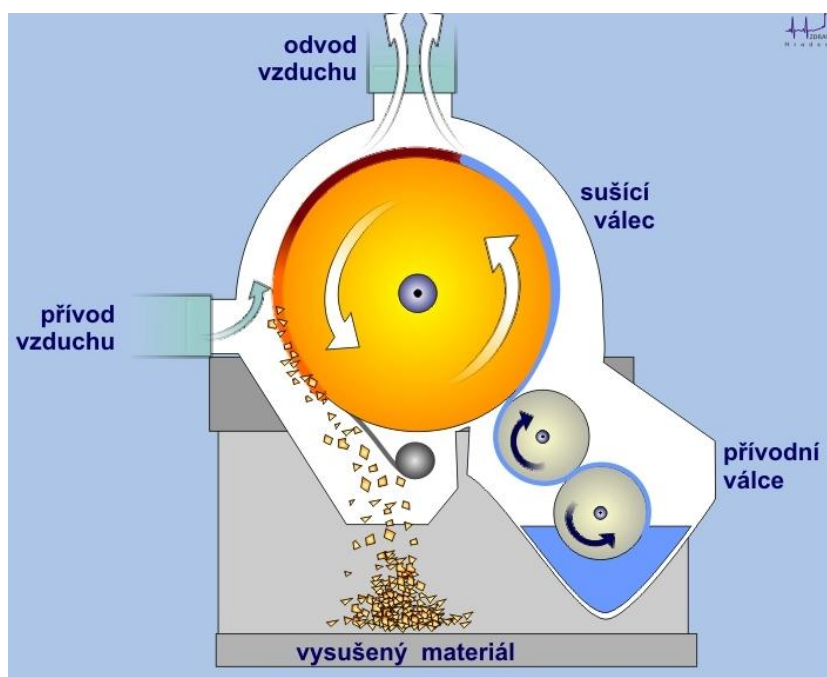
Pro zahušťování se nejčastěji používá odpařování na odparkách nebo v trubkových vakuových odparkách při teplotě 45 – 50 °C. Teploty u vícestupňových odparek jsou v rozmezí 39 a 68 °C. Moderním způsobem zahušťování je reverzní osmóza. K oddělení vody se pracuje s tlakem 30 – 40 bar za teploty 25 – 33 °C. Používají se membrány, které snesou teplotu až 80 °C a jsou odolné proti sanitačním prostředkům (Suková, 2006). V mlékárenském průmyslu jsou známy odparky s klesajícím filmem. Skládají se ze svazku trubek, které vytváří žlab. V tomto žlabu protéká syrovátka jako tenký film. Voda a kondenzované páry jsou odstraněny na spodní straně trubek. Cyklon páry je umístěn na výstupu z výparníku a odděluje páry z koncentrátu syrovátky. Zařízení je složeno ze tří výparníků, ale může jich být připojeno i více. Část koncentrované syrovátky je oddělována z páry a čerpána do druhého výparníku. Zde je vyšší vakuum, což odpovídá nižší teplotě varu pro další koncentraci syrovátky. Vysoké teploty varu nebo delší časy odpařování, jsou využívány k produkci tzv. vysoce tepelně ošetřené syrovátky (Wit, 2001).

### **3.3.6 Sušení syrovátky**

Principem sušení je odstranění vody z emulze při nejnižší teplotě a v co nejkratším čase, aby se minimalizovalo tepelné poškození vzhledem k mléčné sušině. Toho se dosáhne rozstříkáváním emulze ve formě velmi jemných kapiček do trysek nebo rozprašovače do horkého vzduchu 180 – 220 °C (Donz et al., 2014).

## Válcové sušárny

Válcové sušárny pracují na principu kontaktního sušení. Tato sušárna je tvořena jedním nebo dvěma rotujícími válci. Na válce se nanáší tenká vrstva sušeného materiálu. Po odpaření vody na stěně válce zůstává tenký film sušeného materiálu a seškrábne se nožem (Hovorka, 2005). Získaný produkt má díky vysoké teplotě dobrou mikrobiologickou kvalitu a je trvanlivější než produkt sušený rozprašovací způsobem. Produkt má ale zhoršenou rozpustnost a nutriční hodnotu (Gajdůšek, 1998).



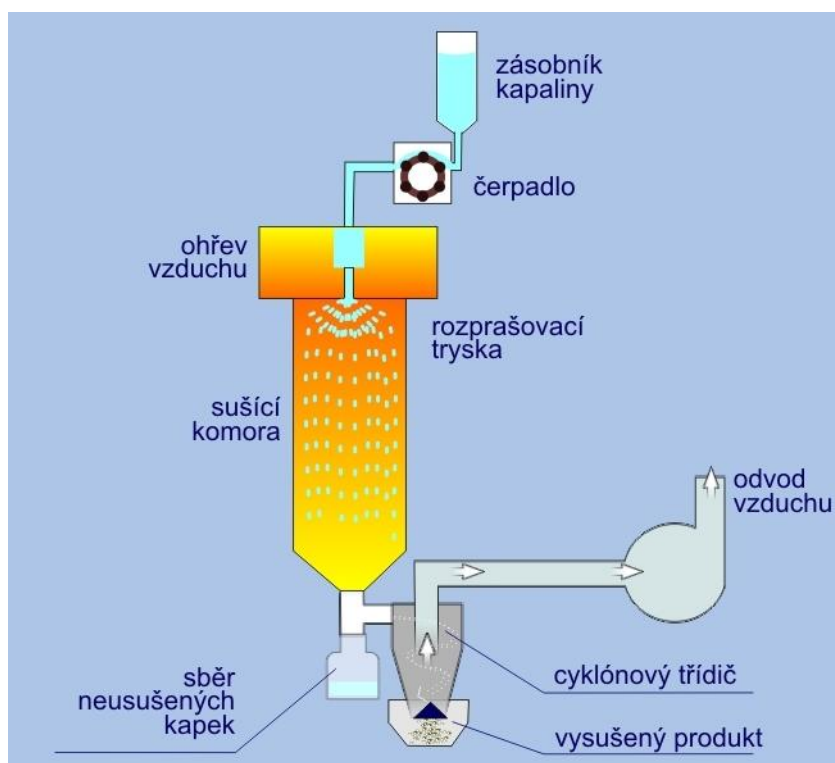
Obr. 2 Válnová sušárna (Černá a Šklubalová, 2014)

## Rozprašovací sušárny

Sušení rozprašovací způsobem je rozděleno do tří fází. Tekutá syrovátka vstupuje do komory rozprašovací sušárny a vychází ven v její spodní části ve formě prášku. Cyklonová separace odstraňuje suchý podíl z vlhkého vzduchu přes vortex, kde působí rotační efekty a gravitace. Tento proces se provádí jedním nebo více cyklony umístěnými mimo sušárnu, aby se snížily ztráty prášku z horkého vzduchu. Ke konečnému sušení a chlazení dochází ve fluidní vrstvě, kde se sbíhá prášek z konce sušárny a prášek z cyklonu (Donz et al., 2014). Při rozprašování se používá teplota 160 – 220 °C. Surovátka získaná sprejovým sušením je světlejší barvy. Má krémově béžovou barvu, lehce nasládlou chuť, je sypká a velmi dobře absorbuje vlhkost a vytváří

tak hrudky. Tím, že je hygroskopická, se snadno spéká a tvrdne (Šustová a Sýkora, 2013).

Syrovátka nebo jogurt ve formě prášku jsou důležitým produktem sprejového sušení. Jsou významným exportním artiklem. Minimální doba skladování těchto potravin je obecně delší než jeden rok. Aby byla zajištěna jejich dlouhodobá kvalita, je nutné v praxi analyzovat a sledovat jejich základní termodynamické parametry jako je aktivita vody, teplota, teplota sorpce, volná vlhkost materiálu a také parametry, které se týkají teploty vzduchu (Štencl et al., 2010).



Obr. 3 Rozprašovací sušárna (Černá a Šklubalová, 2014)

### 3.3.7 Problémy spojené se sušením syrovátky

Během sušení, zejména při použití rozprašovacího způsobu sušení, ovlivňuje vysoká teplota pěnicí vlastnosti globulárního proteinu. Proteiny byly uznány jako potravinářská pěnídla, která se používají při pečení, výrobě teplých nápojů, cukrovinek apod. Ochranný účinek může mít přídavek povrchově aktivních látek. Povrchově aktivní látky se přidávají zejména do syrovátkových proteinových koncentrátů, které mají být použity k výrobě horkých nápojů. Teploty nad 70 °C mohou vyvolat změny proteinu, které souvisí s jeho rozkládáním. Povrchově aktivní látky interagují s aktivními místy a zabraňují vločkování nebo shlukování kapek. Výsledky studie ukázaly, že pěnívé

stability bylo dosaženo, když sušení probíhalo rozprašovacím způsobem při teplotě 210°C a koncentrace povrchově aktivní látky byla 1,50 g.100 g<sup>-1</sup> proteinu (Osorio et al., 2014).

Syrovátkové proteiny se běžně používají jako složky potravin pro jejich výborné funkční a nutriční vlastnosti. Charakteristický je jejich jemný chuťový profil, ale některé operace, zejména sušení, mohou negativně ovlivňovat chuťové vlastnosti. Chuť sušeného syrovátkového proteinového koncentrátu může ovlivňovat účinek pevných látek v tekutém retentátu nebo zvolená teplota v rozprašovací sušárně. Byla použita syrovátka, získaná při výrobě sýra čedar. Syrovátkový koncentrát byl získán ultrafiltrací. Tekutý retentát se zředil deionizovanou vodou na koncentrace pevných látek 25 %, 18 % a 10 %. Takto připravené koncentráty se sušily při teplotě 180 °C, 200°C a 220 °C. U koncentrátu s podílem pevných látek 10 %, se během sušení zvýšila intenzita celkového aroma, lepenkové chuti a chuti po zelí (Park et al., 2014).

Chemické bělení tekuté syrovátky a retentátu peroxidem vodíku probíhá při koncentraci 100 – 500 mg peroxidu.kg<sup>-1</sup>. Bylo zjištěno, že během bělení mohou vznikat nežádoucí příchutě. Tekutá syrovátka a retentát, který obsahoval 80 % proteinu, byly získány ze sýru čedar. Bělení probíhalo při teplotě 4 °C. Vedle chemického bělení, bylo provedeno i enzymatické bělení laktoperoxidázou také při teplotě 4 °C. Rozprašováním sušený syrovátkový koncentrát získaný z bělené syrovátky, byl charakterizován nedostatkem sladkých aromatických a máslových chutí s přítomností lepenkové chuti (Campbell a Drake, 2013).

Možné negativní účinky na účinnost rozprašovacího sušení a skladovací stabilitu prášků, mohou mít nízkomolekulární disacharidy, zejména laktóza. Tyto nežádoucí účinky bývají vyváženy přítomností intaktních mléčných bílkovin. Hydrolýza bílkovin však může poškodit tyto ochranné účinky a způsobuje ztrátu užitekosti. Hydrolyzované nebo nehydrolyzované syrovátkové proteiny nebo laktóza se suší za účelem přezkoumání účinků hydrolýzy na chování a lepivost prášků. Syrovátkové proteiny obsahovaly nehydrolyzovaný syrovátkový izolát a pro kontrolu byly použity tři hydrolyzované syrovátkové prášky se stupněm hydrolýzy 8, 11 a 32. U prášků obsahujících hydrolyzované bílkoviny byla zjištěna vyšší vlhkost a byly více náchylné k lepení ve srovnání s intaktními bílkovinami. Pokrytí povrchu proteiny nebo peptidy



bylo nižší u prášků obsahujících hydrolyzované syrovátkové proteiny, což přispělo k vyšší citlivosti prášků k lepení (Hogan a O'Callaghan, 2013).

### **3.3.8 Podmínky uchování syrovátky**

Sušená syrovátka, stejně jako ostatní mléčné výrobky ošetřené za vysokých teplot, se skladuje, přepravuje a uvádí do oběhu při teplotě do 24 °C. Sušené mléčné výrobky jsou skladovány při relativní vlhkosti vzduchu do 70 % (Vyhláška č. 77/2003 Sb. v aktuálním znění).

Důležitým nástrojem pro stabilitu produktu při skladování a plánování dopravy a zpracovatelských technologiích jsou znalosti reologických a termofyzikálních vlastností syrovátky. Kromě toho jsou nezbytné pro tok dopravy přesná měření reologických dat, jako je třídění, čerpadla a potrubí. Reologické vlastnosti jsou určeny k tomu, aby definovaly chování roztoků, suspenzí a směsí. Základní parametr získaný v průběhu reologického studia kapalných potravin je viskozita, která se používá k charakterizování kapalné textury (Severa et al., 2010).

Sušené výrobky jsou při odstranění vody stabilnější. Zpomalují se nebo vůbec neprobíhají mikrobiologické a enzymatické procesy. Během skladování, expedice a distribuce musí být uvedeny do stavu, kdy nedochází k jejich kažení a změnám vlastností. Skladovatelnost závisí na obsahu kyslíku, teplotě, druhu a kvalitě použitého obalu (Gajdůšek, 1998). Při skladování tekutého retentátu, mohou vznikat nežádoucí pachutě. Retentát může být uložen v nádržích s kontrolovanou teplotou po dobu 48 hodin před sušením. V průběhu této doby může dojít k chemické reakci, která způsobuje vznik pachutí při sušení. Jedná se o oxidaci lipidů a vznik jejich produktů (hexanal, heptanal, oktanal). Vznikají i rozkladné produkty síry (dimethylsulfid, dimethyldisulfid). Retentát byl vyroben ze sýrů čedar a mozzarella. Retentát byl skladován při teplotě 3 °C po dobu 0, 6, 12, 24 a 48 hodin. Následně bylo provedeno sušení. Prášek se dále skladoval při teplotě 21 °C. Lepenkové příchutě se objevily u obou druhů prášků a příchut' po zelí vzrostla u prášku získaného ze sýru čedar. Pro maximální kvalitu a trvanlivost by měl být retentát uchováván méně než 12 hodin před sušením (Whitson et al., 2011).

Další faktor, který omezuje skladovatelnost sušeného mléka a sušené syrovátky je Maillardova reakce. Syrovátkové prášky obsahují vysoké koncentrace laktózy (přibližně 73 %), proteinu (12 %) a mají i vyšší obsah lysinu. Tyto složky se ve vlhkém prostředí

účastní Maillardových reakcí. Reakce je ovlivněna koncentrací počátečních reakčních druhů, pH, obsahem vody a přítomností látek jako jsou smáčedla a hydrogensířičitan. Některé fyzikální faktory jako je zpracování a skladovací teplota, atmosférický kyslík a balení, mohou tuto reakci také ovlivnit. Mezi škodlivé účinky neenzymatického hnědnutí patří snížení nutriční hodnoty ztrátou bílkovin, vůně a chuti, nežádoucí vývoj barvy, snížená rozpustnost, změny textury, ztráta vitamínů a zvýšení kyselosti. Reakce neenzymatického hnědnutí se značně zvyšuje u uzavřených vzorků než u vzorků skladovaných v otevřených systémech. Syrovátkový prášek má trvanlivost delší než 12 měsíců, což je typická doba použitelnosti, kterou vykazují komerční dodavatelé (Sithole et al., 2005).

Pro ověřování jakosti sušené syrovátky se nejčastěji používá metoda NIR spektroskopie. Jedná se o rychlou metodu, která umožňuje stanovení většího počtu vzorků s minimální spotřebou chemikálií. Metodu je možné použít pro stanovení vlhkosti a titrační kyselosti sušeného mléka a syrovátky (Růžičková a Šustová, 2007).

### **3.4 Využití syrovátky v potravinářství**

Syrovátkové produkty se uplatňují v různém sortimentu potravin, často jako náhrada sušeného mléka. Syrovátka se využívá především pro snížení nákladu na výrobky, pro zlepšení texturních vlastností, snižuje zatížení odpadních vod a její složky mají nutriční význam. V Evropě se používá zejména při výrobě dětské výživy, dietetických výrobků, mléčných výrobků, čokolády, pečiva, krmiv apod. Své využití má i v kosmetickém a farmaceutickém průmyslu, kde se používá k výrobě laktoferrinu, sfingomyelinu a osteopontinu (Šustová a Sýkora, 2013).

#### **Syrovátkové sýry**

Typickým syrovátkovým sýrem italského typu je sýr ricotta. Získává se tepelnou koagulací bílkovin v syrovátce. Vyrábí se zejména ve Středomořských zemích a je nejstarším sýrem vyráběným ze syrovátky, zejména ovčí. Dále mohou být přidány i další suroviny jako je mléko a smetana. Syrovátka má obvykle pH 6,5 a zahřívá se na 78 – 80 °C. Dochází ke koagulaci bílkovin a po 10 minutách se vzniklý koagulát shrábne a umístí do plastové kuželové formy na 8 – 24 hodin v chladné místnosti. Po tuto dobu odkapává přebytečná vlhkost. Sýr se pak ihned balí a je připraven ke spotřebě (Salvatore et al., 2014). Ovčí syrovátka se vyznačuje také vyšším obsahem proteinů

v porovnání z kozí nebo kravskou syrovátkou. Má vyšší obsah beta-laktoglobulinu. Ověí syrovátka je vhodná i pro výrobu syrovátkových proteinových koncentrátů a hydrolyzátů (Mišún et al., 2008).

Mezi sýry norského typu patří např. Mysost, Brunost, Gjetost, Primost a Gudbrandsdalsost. Při jejich výrobě se k syrovátce přidává smetana a kozí mléko (Šustová a Sýkora, 2014). Dochází ke karamelizaci mléčného cukru a srážení zbylých syrovátkových bílkovin. Vedlejším produktem je vodní pára. Pro kontrolu kvality těchto sýrů se používá technika infračervené spektroskopie s Fourierovou transformací (FT-NIR). Na základě této metody byla doporučena doba skladování 10 týdnů při chladničkové teplotě 4 – 8 °C (Dvořák et al., 2015).

### **Využití v pekařství**

Přídavkem sušené syrovátky do pekařských výrobků se zvyšuje jejich nutriční hodnota a zlepšují se jakostní parametry. Syrovátka zvyšuje obsah bílkovin v pečivu díky lyzinu, zadržuje vlhkost, zlepšuje texturu výrobků. Syrovátkové bílkoviny mají emulgační schopnosti a spoří tuk. Kombinace laktóza a bílkovina přispívá k hnědnutí výrobků s nízkým obsahem cukru. Sušená syrovátka použitá místo fermentovatelných cukrů zachovává aroma a chuť (Suková, 2006). Sušená sladká syrovátka se využívá i jako náhražka cukru při výrobě chleba francouzského typu a sušenek. Tato syrovátka se suší válcovým způsobem při teplotě 140 °C. Náhražka může tvořit 25 %, 50 % i 75 % celkových cukrů (Mustafa et al., 2014).

### **Syrovátkové nápoje**

Výroba syrovátkových nápojů začala v roce 1970 a nejstarším nápojem byla Rivella ze Švýcarska. Nápoje se vyrábí z přírodní sladké nebo kyselé syrovátky, denaturované nebo zředěné syrovátky, kysané syrovátky nebo ve formě prášku. Na trhu se vyskytují i alkoholické nápoje (pivo, víno). Zpracování je obtížnější, protože kvůli vysokému obsahu vody je čerstvá syrovátka náchylná k mikrobiálnímu kažení (Jelićić et al., 2008). Syrovátkové nápoje obsahující proteiny mají buď neutrální nebo nízké pH. U nápojů s nízkým pH se často vyskytuje trpká chuť. Nápoje vyráběné v neutrálním pH zhruba 6,8, mají většinou příchut' čokolády, pomeranče nebo vanilky. Kyselé nápoje, kde je pH méně než 3,5, mívají zpravidla ovocné příchutě. Nízké pH umožňuje lepší tepelné zpracování a skladování (Beecher et al., 2008). Populární jsou i fermentované nápoje, při jejichž výrobě se používají startovací a probiotické kultury bakterií mléčného

kvašení. V případě alkoholového kvašení se používají kvasinky *Kluyveromyces*. Probiotické syrovátkové nápoje snižují hladinu cholesterolu, zlepšují metabolismus laktózy, snižují krevní tlak a stimulují imunitní systém. Nejčastěji používané kmeny pro fermentaci jsou *Lactobacillus reuteri* a *Bifidobacterium bifidum* (Jeličić et al., 2008).

Hlavní syrovátkový protein beta-laktoglobulin, bývá hlavní příčinou alergií na mléko. Snahou tedy je formulovat fermentované nápoje s použitím vybrané bakterie produkující kyselinu mléčnou a syrovátkového koncentrátu s obsahem 35 % proteinů pro získání fermentovaného výrobku s nízkým obsahem laktózy a beta-laktoglobulinu a vysokou koncentrací esenciální aminokyseliny. Byly použity kmeny *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*. Tyto kmeny se smíchaly s koncentrátem a probíhala inkubace po dobu 24 hodin a teplotě 37 °C. Fermentovaný koncentrát se smíchal s broskvovou šťávou a laktátem vápenatým a uskladnil se na 28 dní při teplotě 10 °C. Všechny kmeny byly schopny degradovat beta-laktoglobulin v rozmezí 41 – 85 % za 12 hodin inkubace (Pescuma et al., 2010).

### **Použití do mléčných výrobků**

Syrovátku je možné použít při výrobě jogurtů. Syrovátkové bílkoviny slouží jako stabilizátory. Bílkoviny mají schopnost poutat vodu a umožňují snížit podíl sušiny odtučněného mléka (Suková, 2006). Obohacení odtučněných jogurtů syrovátkovými bílkovinami má také vliv na jejich texturní a senzorické vlastnosti a na fyzikálně-chemické změny během skladování. Bílkoviny ovlivňují pH, titrační kyselost, kapacitu zadržování vody a barevné hodnoty zejména po 14 dnech skladování (Delikanlı a Ozcan., 2014). Jedním z nejdůležitějších kroků při výrobě jogurtů s nízkým obsahem tuku, je zvýšit celkový obsah pevného podílu, aby nedošlo ke zhoršení pevnosti gelu a oddělování syrovátky na povrchu. Pro zpevnění se může používat běžné odstředěné sušené mléko, kaseinát vápenatý, kaseinát sodný, syrovátkový proteinový koncentrát nebo izolát. Izolát obsahuje velmi málo nebo žádný tuk a laktózu a má vysoký obsah aminokyselin jako je leucin, izoleucin a valin. Je také dobrým zdrojem biologicky dostupného vápníku a minerálů. Zlepšuje strukturní vlastnosti jogurtů, včetně pevnosti a viskozity (Isleten a Karagul-Yuceer, 2006).

Syrovátku je také možné použít pro výrobu syrovátkového másla. Syrovátkové máslo vzniká oddělením zbytků smetany od syrovátky odkapané z tvarohu. Takové

máslo má výraznou slanou a sýrovou chuť (Svět potravin, 2011). Syrovátkové máslo se vyrábí stloukáním v máselnici při teplotě o 1 – 2 °C nižší než při výrobě konzumního másla. Má nízký obsah tuku a proto je málo trvanlivé. Využívá se pro výrobu přepouštěného másla nebo k úpravě tučnosti tavených sýrů (Šlesinger, 2011).

### **Použití v masném průmyslu**

Syrovátkové bílkoviny mají výbornou schopnost vázat vodu a tvořit pevné gely. Bílkoviny mají také dobré emulgační vlastnosti hlavně za tepla. Jsou chuťově neutrální. Při výrobě mělněných masných výrobků nejsou tyto bílkoviny využívány tak jako např. sójové bílkoviny, protože jsou relativně drahé (Budig a Mathauser, 2007).

Bílkoviny mají i další výhody. Antioxidační vlastnosti hydrolyzovaného syrovátkového bílkovinného izolátu, byly využity během přípravy vepřových vařených paštik. Mleté vepřové maso bylo smícháno se 1,5 % soli a syrovátkovým izolátem nebo sójovým izolátem v množství 20 %. Oba izoláty byly použity v hydrolyzované i nehydrolyzované formě. Paštiky se vařily při teplotě do 70 °C ve fólii, která propouští kyslík. Skladovaly se při teplotě 4 °C. Veškeré bílkoviny v hydrolyzované i nehydrolyzované formě, snižovaly ztráty zapříčiněné tepelným opracováním a potlačily oxidaci lipidů během skladování (Hvízdalová, 2006).

### **3.5 Kozí syrovátka od malých výrobců**

Kozy patří mezi čtvrtou nejrozšířenější skupinu hospodářských zvířat na světě. V České republice je nejčastěji chovaným plemenem Bílá krátkosrstá koza, zejména na produkci mléka sýrů. Kozí mléko je vhodnou alternativou pro jedince trpící alergií na kaseinovou bílkovinu kravského mléka, protože má odlišné složení kaseinových bílkovin (Navrátilová et al., 2012).

### 3.5.1 Složení a vlastnosti kozího mléka

Kozí mléko má bílou barvu, protože organismus kozy má omezenou schopnost vstřebávat beta-karoten.

Tab. 5 *Stupnice pro stupeň neshody dvou barev (Zmeškal et al., 2002)*

| $\Delta E^*_{ab}$ (CIE 1994) | rozdíl               | $\Delta E^*_{ab}$ (CIE 1994) | rozdíl         |
|------------------------------|----------------------|------------------------------|----------------|
| 0,0 až 0,2                   | nepostřehnutelný     |                              |                |
| 0,2 až 0,5                   | velmi slabý          | 0,2 až 0,1                   | postřehnutelný |
| 0,5 až 1,5                   | slabý                | 1,0 až 2,0                   | rozeznatelný   |
| 1,5 až 3,0                   | jasně postřehnutelný | 2,0 až 4,0                   | ještě nerušící |
| 3,0 až 6,0                   | střední              | 4,0 až 8,0                   | mírně rušící   |
| 6,0 až 12,0                  | výrazný              |                              |                |
| 12,0 až 16,0                 | velmi výrazný        |                              |                |
| větší než 16,0               | rušící               |                              |                |

Chuť a vůně mléka je typická po kozině, protože má vyšší obsah kyseliny kapronové a kaprinové (Kopáček, 2014). Kozí mléko se od kravského odlišuje především tím, že v kozím mléce zcela chybí nebo je zastoupen jen v malém množství alfaS<sub>1</sub> – kasein. Proto lidé alergičtí na mléčnou bílkovinu kravského mléka, lépe snáší mléko kozí. Kozí mléko také obsahuje více aminokyselin jako je glycin, cystein, leucin, izoleucin, kyselina glutamová, threonin, valin a lysin (Navrátilová et al., 2012). Kozí mléko má i nepatrně vyšší obsah tuků a minerálních látek jako fosfor, vápník, draslík, hořčík a mangan. Vyznačuje se i vyšším obsahem vitamínu A, B<sub>2</sub> a niacinu. Rozdíly jsou i ve složení a struktuře tuku. Kozí mléko obsahuje tukové kuličky menší a lépe rozptýlené (chybí aglutinin), proto je lépe stravitelný (Informační centrum bezpečnosti potravin, 2012). V porovnání s kravským mlékem má kozí mléko větší množství nenasycených mastných kyselin jako je kyselina linolová a linolenová. Mléko obsahuje i více syrovátkových a bezdušíkatých bílkovin (Šustová, 2008 - 2009).

Tab. 6 *Složení jednotlivých druhů mlék v % (Navrátilová et al., 2012)*

| Obsahové složky (%) | Kozí mléko | Ovčí mléko | Kravské mléko | Mateřské mléko |
|---------------------|------------|------------|---------------|----------------|
| Voda                | 87,8       | 80,1       | 87,7          | 87,7           |
| Sušina              | 12,2       | 19,9       | 12,3          | 12,3           |
| Tuk                 | 3,8        | 7,9        | 3,6           | 4,0            |
| Bílkoviny           | 3,5        | 6,2        | 3,3           | 1,2            |
| Laktóza             | 4,1        | 4,9        | 4,6           | 6,9            |
| Popel               | 0,8        | 0,9        | 0,7           | 0,2            |

### 3.5.2 Hygienické požadavky na kozí mléko

Podle Nařízení EP a Rady (ES) č. 853/2004, musí mléko jiné než kravské splnit kritéria na obsah mikroorganismů při teplotě 30 °C  $\leq$  1 500 000 v ml mléka. Pokud je mléko určeno k výrobě výrobků ze syrového mléka, pak syrové mléko musí splňovat kritérium na obsah mikroorganismů při teplotě 30 °C  $\leq$  500 000 v ml mléka (Nařízení č. 853/2004). Limitní hodnota pro počet somatických buněk není pro kozí mléko stanovena. Bylo zjištěno, že je možné zlepšit kvalitu kozího mléka výběrem koz s vhodnou strukturou vemene i struků. Celkem bylo sledováno 32 koz maďarského plemene. Hodnocení bylo prováděno asi 100. den laktace před ranním dojením. Dále byla hodnocena i hloubka a upnutí vemene, tloušťka, délka a směr struku. Hodnocení somatických buněk bylo prováděno asi 160. den laktace současně s hodnocením morfologických parametrů. Bodování probíhalo dle 9-ti bodového systému. Kozy s hodnocením 7 – 9 bodů vykazovaly menší počet somatických buněk 5,44 – 5,56 log.cm<sup>-3</sup>. Kozy hodnocené 1 – 3 body vykazovaly vyšší obsah somatických buněk 5,99 – 6,07 log.cm<sup>-3</sup>. Navíc u koz, jejichž délka struku získala 4 – 6 bodů a směr struku 7 – 9 bodů, měly v mléce také nižší počet somatických buněk. (Pajor et al., 2011).

Ke změnám mikroflóry mléka dochází i v průběhu laktace. Na kvalitu mléka má vliv celkový počet mikroorganismů, psychrotrofní mikroorganismy, koliformní bakterie, bakterie mléčného kvašení, sporotvorné anaerobní bakterie, enterokoky apod. K posouzení kvality mléka byly odebírány vzorky kozího mléka ze dvou farem. Odebírání vzorků bylo prováděno v průběhu 24 hodin z ranního dojení, odpoledního a ranního následujícího dne. Sledování probíhalo po dobu 5 měsíců (7 – 11 měsíc). Stanovovány byly všechny výše uvedené mikroorganismy (Kalhotka et al., 2010).

Tab. 7 Průměrné počty mikroorganismů v KTJ.ml<sup>-1</sup> za celé sledované období (Kalhotka et al., 2010)

| Chov | CPM                 | BMK                 | Koliformní b.       | Psychrotrofní m.    | Enterokoky          |
|------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| I    | 1,8.10 <sup>5</sup> | 1,1.10 <sup>3</sup> | 2,3.10 <sup>3</sup> | 1,5.10 <sup>4</sup> | 3,1.10 <sup>3</sup> |
| II   | 1,1.10 <sup>6</sup> | 1,9.10 <sup>3</sup> | 2,9.10 <sup>2</sup> | 6,0.10 <sup>5</sup> | 6,0.10 <sup>2</sup> |

Vzorky z chovu I splnily požadovaný limit na celkový počet mikroorganismů. Vzorky z chovu II překročily legislativou daný limit pouze v 9. měsíci. Počet psychrotrofních mikroorganismů by neměl přesáhnout 50 000 KTJ.ml<sup>-1</sup>. Vzorky z chovu I tento limit překročily v 11. měsíci a vzorky z chovu II 9. a 10. měsíci. Vyšší

počet koliformních bakterií byl zjištěn u vzorků z chovu I. Počet bakterií mléčného kvašení byl za sledované období relativně nízký. Enterokoky měly tendenci vzrůstat v druhé polovině sledovaného období, což mohlo být zapříčiněno silící kontaminací prostředí (Kalhotka et al., 2010).

### **3.5.3 Kozí farmy**

V roce 1945 bylo na našem území registrováno asi 1 600 000 kusů koz a v roce 1960 asi 600 000 koz. V tomto období byla většina koz chována jen v malochovech a produkce sloužila především pro samozásobení. Po roce 1960 došlo k výraznému poklesu početních stavů, který se zastavil až v roce 2003, kdy bylo u nás chováno 12 779 kusů koz (Kuchtík, 2008 - 2009).

Kozí farmy jsou zpravidla rodinné farmy o menší rozloze a s možností pastvy. U většiny farem mají farmáři tendenci se zařadit do ekologického režimu. Farmy se také snaží být samozásobitelné z pohledu krmiv a to především z ekonomických důvodů. Ustájení koz bývá celoroční a většinou skupinové. Dojení pak probíhá v jednoduše zařízených dojárnách a mléko se zpracovává přímo na farmě, většinou na sýry (Kuchtík, 2008 – 2009). Syrové nepasterované a nehomogenizované mléko lze prodávat na farmě už do dvou hodin od nadojení. Pokud je mléko zchlazeno tak ho lze na farmě prodávat celý den. Velkou výhodou faremního mléka je, že mléko nebylo homogenizováno. Homogenizací je porušena struktura tukových částic, které mají na sebe navázány např. vitamíny a také se zhoršuje vstřebávání tuku do organismu (Valeška, 2008).

Na kvalitu kozího mléka, zejména na kvalitu mastných kyselin, má vliv i kvalita pastvin. Vzorky pícnin byly shromažďovány v letech 2008 a 2009, v měsících červenci, srpnu, září a říjnu. Vzorky kozího mléka pak byly odebírány ve stejných dnech v obou letech a navíc ještě v květnu. Nejvyšší obsah bílkovin a tuku byl zjištěn v červenci a říjnu. Důvodem byl vysoký obsah jetelovin a bylin na pastvinách. Snížil se obsah nasycených mastných kyselin a naopak zvýšil se obsah mononenasycených mastných kyselin. Udržitelné pastviny se nachází v méně příznivých oblastech a nabízí dobré podmínky pro sezonní pastvu. Kvalitní pastva by se měla skládat z 60 – 70 % z trav, 20 – 25 % z jetele a 10 – 15 % by měly tvořit byliny (Čermák et al., 2013).



Tab. 8 *Chov koz (Rozsypal, 2011)*

| Ekofarmy                | Faremní zpracování<br>2009 | Faremní zpracování<br>2011 | Prodej mléka ze<br>dvora/vlastní spotřeba<br>2011 |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|---|
| Počet ekofarem          | 14                         | 21                         | 39  |
| Počet chovaných koz     | 1599                       | 1876                       | 511   |
| Dojivost (l/kus/den)    | 2,49                       | 3,21                       | 3,21  |
| Roční dojivost (l/kus)  | 743                        | 770,2                      | 770,6   |
| Mléčný tuk (%)          | 3,48                       | 3,43                       | 3,20  |
| Bílkoviny (%)           | 3,10                       | 3,03                       | 3,30  |
| Denní produkce (l)      | 4950                       | 6020                       | 1642  |
| Roční produkce (tis. l) | 1188                       | 1445                       | 394   |

### 3.5.4 Výroba kozích sýrů a získávání syrovátky na farmě

Výroba sýrů na farmě je poměrně jednoduchá. Na výrobu 1 kg sýru je potřeba 10 l mléka. Jedna koza denně nadojí asi 3 l s tučností okolo 3 %. Mléko se po nadojení zahřeje na 70 °C po dobu 30 s. Proběhne pasterace a zničí se tak nežádoucí zárodky patogenních mikroorganismů. Takové mléko se sráží pomocí sýřeniny na tužší hmotu, která se svou konzistencí podobá tvarohu. Jako sýřeninu lze použít rozemletý žaludek mláďat savců (telata, kůzlata) v sušené podobě nebo sýřeninu syntetickou. Dále je možné přidat různé koření, bylinky apod. podle druhu sýru. Hmotu se plní do formiček, ve kterých sýr odkapává asi 6 hodin. Formičky mají na spodní straně otvory, kde odtéká syrovátka. Sýry se konzumují buď čerstvé, nebo se nechávají zrát několik měsíců až dva roky (Pulíček, 2014).

Syrovátka je významný vedlejší produkt při výrobě sýrů. Představuje 80 – 90 % objemu transformovaného mléka. Rozdíl je ovšem v obsahu tuku a proteinu v syrovátce vyráběné v sýrařských továrnách a syrovátce vyráběné na farmě. Složení syrovátkového proteinu bylo analyzováno elektroforeticky a složení mastných kyselin pomocí plynové chromatografie. Syrovátka z farmy vykazovala vyšší obsah sušiny 70,6 g.l<sup>-1</sup> syrovátky a také vyšší procento tuku 10,5 %. Proteiny získané ze syrovátky produkované na farmě, obsahovaly vyšší koncentraci laktoferrinu 0,4 mg.ml<sup>-1</sup> syrovátky a sérového albuminu 0,6mg.ml<sup>-1</sup> syrovátky. Rozdíly ve složení mastných kyselin nebyly zjištěny. Původ kozí syrovátky ovlivňuje celkové složení a profil proteinu, ale ne profil mastné kyseliny (Moreno - Indias et al., 2009).

V posledních letech se zvýšila popularita výrobků zakoupených na farmářských trzích. Výrazně se také zlepšila dostupnost mléka jiného než kravského. V evropských půdách se nachází nedostatek selenu a středoevropské půdy jsou chudé i na jód. Kozí i ovčí mléko při krmení stejným způsobem, obsahují vyšší množství jódu než mléko kravské. Mnoho farem v České republice používá nějaký minerální doplněk. Většina jódu v mléce je ve formě jodidu a je přítomen v syrovátce nebo je vázán do kaseinu. Selen se v mléce vyskytuje ve formě selenomethioninu, který je vázán na bílkovinné frakce. Selen a jód byly analyzovány v kozím mléce pocházejícího ze tří podniků orientovaných na východ (farma A) a jih Čech (farma B, C). Průměrná úroveň jódu v mléce z farmy A byla  $393,6 \pm 111,2 \mu\text{g.kg}^{-1}$  mléka, z farmy B  $584,9 \pm 186,9 \mu\text{g.kg}^{-1}$  mléka a z farmy C  $397,6 \pm 223,4 \mu\text{g.kg}^{-1}$  mléka. Průměrná hladina selenu v mléce z farmy A byla  $9,19 \pm 2,17 \mu\text{g.kg}^{-1}$  mléka, z farmy B  $6,20 \pm 0,53 \mu\text{g.kg}^{-1}$  mléka a z farmy C  $6,57 \pm 2,29 \mu\text{g.kg}^{-1}$  mléka. Průměrně 76,6 % jódu v mléce bylo převedeno do frakce syrovátky a v případě selenu bylo převedeno 23,8 % do frakce syrovátky (Rozenská et al., 2013).

### Sortiment kozích sýrů

Kozí sýry nejsou z důvodu jejich zvláštních sensorických vlastností příliš oceňovány. V posledních letech ale jejich obliba v mnoha evropských zemích roste a výroba podporuje venkovskou ekonomiku. Kozí sýry nemají standardizovaný výrobní proces, jsou vyrobeny bez startovacích kultur tradičními metodami. Kvalitativní a kvantitativní složení mikroflóry záleží na oblasti produkce, na krmivu, podmínkách životního prostředí apod. (Franzetti et al., 2013).

Tab. 9 Rozdělení kozích sýrů (Lužová a Šustová, 2008)

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Dle sortimentu           | -přírodní sýry<br>-tavené sýry<br>-tzv. filled cheese     |
| Dle způsobu srážení      | -sladké, kyselé kombinované                               |
| Dle konzistence          | -extra tvrdý, tvrdý, polotvrdý, poloměkký, měkký          |
| Dle obsahu tuku v sušině | -vysokotučný, plnotučný, polotučný, nízkotučný, odtučněný |
| Dle zrání                | -zrající, nezrající                                       |

### 3.5.5 Ostatní výrobky z kozího mléka

#### Jogurt

Základní surovinou pro výrobu kozího jogurtu, je pasterované mléko, které je následně zakysáno jogurtovou kulturou. Jogurt má lehce nakyslou chuť a jeho konzistence není tak pevná jako u jogurtu vyrobeného z mléka kravského. Jogurt obsahuje asi 3 % tuku a je vhodný pro spotřebitele a alergií na kravskou bílkovinu (Biofarma DoRa, 2014).

Životaschopnost startovacích kultur je možné sledovat během skladování. Probioticky prostý jogurt byl smíchán s ovocným. Ovocné jogurty byly vyrobeny pomocí kultur jako je *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* a *Propionibacterium jensenii*. Produkty byly skladovány při teplotě 4 °C po dobu 4 týdnů. Největší životaschopnost prokázala *Propionibacterium jensenii* ve všech typech jogurtu po celou dobu skladování (Ranadheera et al., 2012).

#### Kefír

Kefír vyrobený z kozího mléka, se běžně připravuje fermentací keřirových zrn. Zrna obsahují mléčné bakterie, především laktobacily, laktokoky a leukonostoky. Dále obsahují octové bakterie a kvasinky. Typicky kyselou a pichlavou chuť způsobuje oxid uhličitý (Purnomo a Muslimin, 2012).

Koncentrace minerálních látek jako je vápník, fosfor, hořčík a železo jsou výrazně vyšší u keříru vyrobeného z kravského mléka. Keřír má také vyšší hladinu draslíku a sodíku. Nicméně keřír vyrobený z kozího mléka je obecně lepším zdrojem minerálů jako je vápník, fosfor, draslík, sodík a hořčík (Turker et al., 2013).

#### Máslo

Kozí máslo je zcela bílé barvy. Z hlediska výživy se velmi cenní, protože obsahuje mastné kyseliny, které příznivě ovlivňují funkci jater. Podíl mastných kyselin tvoří asi 84 % (Pulíček, 2014). Zajímavým druhem másla je máslo Karin, které se vyznačuje tím, že se balí do bachoru kozy nebo ovce. Karin se používá jako obalový materiál a dodává máslu lepší aroma a chuť (Gokce et al., 2010).

### **Syrovátkové nápoje**

Zajímavým výrobkem na trhu je syrovátkový nápoj Sydora. Obsahuje 60 % kozí BIO syrovátky a 40 % jablečného BIO moštu. Pravidelná konzumace podobných nápojů je výborná při léčbě dermatitid (Biofarma DoRa, 2014).

V současné době dochází k pokročilému vývoji nápojů z kozí syrovátky s přidavkem guava želé. Syrovátkové nápoje s přidavkem guava želé byly skladovány při teplotě 7°C po dobu 28 dní a následně byly hodnoceny fyzikálně – chemické, reologické a senzorické parametry. Nápoje z kozí syrovátky vykazovaly vyšší hodnoty pH, vyšší obsah laktózy a nižší viskozitu (Gomes et al., 2013).

### **Kosmetické přípravky**

Kozí mléko se používá na výrobu kosmetických produktů ve formě mastí, gelů, pleťových krémů, produktů do koupele apod. Všechny tyto výrobky podporují vláčnost a pružnost pokožky a zpomalují stárnutí pleti (Voříšková, 2015).

## 4 MATERIÁL A METODIKA

Diplomová práce se zaměřila na sledování změn pH, titrační kyselosti a barvy v rámci kozí syrovátky v období jejího získávání. V práci je také zpracován přehled mikroorganismů, které se v syrovátce vyskytovaly. Sledování a zpracování výsledků je dílčím experimentem v rámci projektu IGA AF č. 10/2014 Zpracování syrovátky do potravin a produktů za pomoci konzervačních metod využívající účinné látky z rostlin, který byl řešen na ÚTP Mendelovy univerzity v Brně.

### 4.1 Materiál

Vzorky kozí syrovátky byly získány z farmy dojných a kašmírských koz Sedlák v Šošůvce. Syrovátka pocházela od bílých krátkosrstých koz (131 ks, denní nádoj 325 l, pastva od 1. 6. 2015 do 30. 10. 2014). Vzorky byly skladovány při teplotě 4 – 6 °C. Stanovení a pasterace probíhaly na ÚTP AF MENDELU.

Pro stanovení barvy kozí syrovátky byl použit stejný materiál jako pro stanovení pH a titrační kyselosti. Všechna stanovení se prováděla u syrovátky pasterované i nepasterované. Všechny vzorky byly odebrány v roce 2014 v termínech uvedených v tabulce č. 10. V každém uvedeném měsíci probíhala 4 měření.

Pro stanovení mikroorganismů byla použita syrovátka z výroby tvarohů od kašmírských koz z farmy v Šošůvce. Analýzy byly prováděny u nepasterované a pasterované syrovátky. Syrovátka byla pasterována v laboratorních podmínkách ve vodní lázni při teplotě 85 °C a 10 minut.

Tab. 10 *Termíny odběru vzorků*

|        | Datum odběru vzorků |        |        |       |        |        |       |        |       |        |
|--------|---------------------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|
| Měření | 9. 6.               | 17. 6. | 18. 6. | 7. 7. | 22. 7. | 23. 7. | 4. 8. | 26. 8. | 8. 9. | 23. 9. |
| 1      | MO                  | pH,SH  | barva  | MO    | pH,SH  | barva  | MO    | pH,SH  | MO    | pH,SH  |
| 2      | MO                  | pH,SH  | barva  | MO    | pH,SH  | barva  | MO    | pH,SH  | MO    | pH,SH  |
| 3      | MO                  | pH,SH  | barva  | MO    | pH,SH  | barva  | MO    | pH,SH  | MO    | pH,SH  |
| 4      | MO                  | pH,SH  | barva  | MO    | pH,SH  | barva  | MO    | pH,SH  | MO    | pH,SH  |

Pozn.: MO – mikroorganismy

## 4.2 Použité metody hodnocení jakosti syrovátky

### Stanovení pH a titrační kyselosti

V rámci diplomové práce byla titrační kyselost syrovátky stanovena metodou podle Soxhlet-Henkela. Kyselost je dána počtem mililitrů NaOH o koncentraci  $0,25 \text{ mol.l}^{-1}$  spotřebovaného při titraci 100 ml syrovátky za přídavku fenolftaleinu (indikátor). Dále byla stanovována aktivní kyselost syrovátky elektrometricky pomocí pH metru KNICK PORTAMESS 911 Ph. Kyselost je dána koncentrací vodíkových iontů. Kalibrace proběhla pomocí pufrů o hodnotách pH 7 a pH 4. Po každém měření byla elektroda opláchnuta destilovanou vodou a osušena buničinou.

Výsledky měření byly zpracovány v programu Excel. Ze získaných hodnot byly sestaveny sloupcové grafy. Pod grafy jsou uvedeny tabulky s naměřenými hodnotami. Vzorky jsou označeny jako syrovátka pasterovaná a nepasterovaná. V tabulce č. 12 a 13 jsou uvedeny směrodatné odchylky měření.

Součástí práce je i použití metody FT-NIR, která byla původně použita ke zjištění, zda dokáže oddělit vzorky syrovátky v závislosti na době skladování. Jedná se o infračervený spektroskop s Fourierovou transformací Antaris. Cílem bylo zjistit, zda je metoda FT-NIR použitelná i pro měření pH a titrační kyselosti. Kalibrace, které byly nastaveny pro tuto metodu, byly použity i pro kalibraci pH a titrační kyselosti. Princip přístroje spočívá v tom, že využívá wolfram-halogenové žárovky jako zdroj záření a děliče paprsků z KBr. Srovnávacím paprskem je helium-neonový laser. Spektroskop je napojen na počítač, který má ovládací softwaru Omnic verze 7.3 a Result integration verze 3.0. Každý vzorek syrovátky byl měřen 2x. Pro vyhodnocení průměrného spektra, které vzniklo z obou měření, byl použit ovládací program TQ Analyst verze 7.2. Spektrometr byl nastaven na režim reflektance na integrační sféře. Měření vzorků probíhalo v kompresní kyvetě pomocí transflektanční kyvety. Optická dráha byla 0,2 mm při 100 scanech a rozlišení 8. Naměřené hodnoty byly zpracovány pomocí programu TQ Analyst, který pracuje na principu metody nejmenších čtverců. Následně byla provedena cross-validace a byla využita diagnostika funkce PRESS. Funkce PRESS by měla mít klesající charakter a musí být využito optimální množství faktorů (2 – 15). Výsledky byly dále zpracovány s využitím diskriminační analýzy na hladině pravděpodobnosti  $\alpha = 95$ . Výsledkem jsou diskriminační kříže (obr. 13 – 15).

## Stanovení barvy

Pro stanovení barvy byly provedeny 2 odběry kozí syrovátky. Měření probíhalo spektrofotometricky v barevném prostoru CIELAB. Spektrofotometr Konica Minolta CM-3500d je připojen na počítač, kde se nachází softwarový program CW-100s (obr. 4), ve kterém je možné nastavit režimy ke zpracování dat a zvolit veličiny, které chceme měřit ( $L^*a^*b^*$ ). V grafickém vyhodnocení je uváděna hodnota  $L^*$ , která charakterizuje světlost barvy.

Světlost  $L^*$  se pohybuje v intervalu 0 (černá) až 100 (bílá). Barevný prostor tvoří i dvě chromatické osy  $a^*$  a  $b^*$ , kdy osa  $a^*$  vede od zelené barvy k červené a osa  $b^*$  od modré barvy ke žluté. Systém CIELAB umožňuje také vypočítat objektivní odchylky mezi jednotlivými barvami, především rozdíl barev označovaný jako  $\Delta E_{ab}$  (Zmeškal et al., 2002).

Výsledky měření byly zpracovány v programu Excel. Ze získaných hodnot byly sestaveny sloupcové grafy. Pod grafy jsou uvedeny tabulky s naměřenými a zprůměrovanými hodnotami. Vzorky jsou označeny jako syrovátka pasterovaná a nepasterovaná. Pro zpřesnění výsledků barveného rozdílu, byla vypočítána hodnota  $\Delta E_{ab}$  podle vzorce

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} .$$

Vypočítané hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 16 a 17.



Obr. 4 Přístrojové vybavení pro stanovení barevného prostoru CIELAB (Foto: Jůzl)

## Stanovení mikroorganismů

Pro stanovení mikroorganismů byla syrovátka skladována ve sterilních vzorkovnicích. Skladování probíhalo při teplotě 6 °C po dobu čtyř týdnů, kdy probíhaly analýzy. Rozbor se prováděl vždy druhý den po přípravě vzorku. Na Petriho misku se pipetoval 1 ml vzorku a následně se zalil příslušnou rozehřátou a zchlazenou kultivační půdou. Při stanovení termorezistentních mikroorganismů se část vzorku odebrala a pasterovala za stejných laboratorních podmínek uvedených výše, aby došlo k usmrcení vegetativních forem mikroorganismů. Celkem byly provedeny 4 odběry v měsících červen, červenec, srpen a září. V každém měsíci probíhala 4 měření. Sledované skupiny mikroorganismů, použitá živná půda a podmínky kultivace jsou uvedeny v tabulce č. 11. Pro stanovení byly použity živné půdy od výrobce Biokar Diagnostics.

Po kultivaci byly odečítány narostlé kolonie a jejich počet je vyjádřen v  $\text{KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$ . Vyhodnocení probíhalo u pasterované i nepasterované syrovátky. Získané hodnoty jsou zlogaritmovány. Počty jednotlivých skupin mikroorganismů jsou vyhodnoceny pomocí sloupcových grafů (obr. 20 – 27) v programu Excel. Pod každým grafem je uveden počet mikroorganismů v logaritmických hodnotách. Pokud se v tabulce uvádí počet kolonií 0, znamená to, že jejich přítomnost nebyla detekována.

Tab. 11 *Kultivační podmínky pro vybrané skupiny mikroorganismů*

| Skupina mikroorganismů | Živná půda                   | Podmínky kultivace             |
|------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| <b>Koli</b>            | VRBL                         | 37 °C/24 h                     |
| <b>Ent</b>             | Compass Enterococcus Agar    | 45 °C/24 h                     |
| <b>TMR an</b>          | PCA with skimmed milk        | 30 °C/48 h, anaerobní podmínky |
| <b>TMR ae</b>          | PCA with skimmed milk        | 30 °C/48 h                     |
| <b>BMK</b>             | MRS                          | 30 °C/72 h                     |
| <b>CPM</b>             | PCA with skimmed milk        | 30 °C/72 h                     |
| <b>Kv/Pl</b>           | Chloramphenicol Glucose Agar | 25 °C/120 h                    |
| <b>Ps</b>              | PCA with skimmed milk        | 6 °C/240 h                     |

Pozn.: Koli – koliformní, Ent – enterokoky, TMR an – termorezistentní anaerobní, TMR ae – termorezistentní aerobní, BMK – bakterie mléčného kvašení, CPM – celkový počet mikroorganismů, Kv/Pl – kvasinky/plísňe, Ps – psychrotrofní mikroorganismy

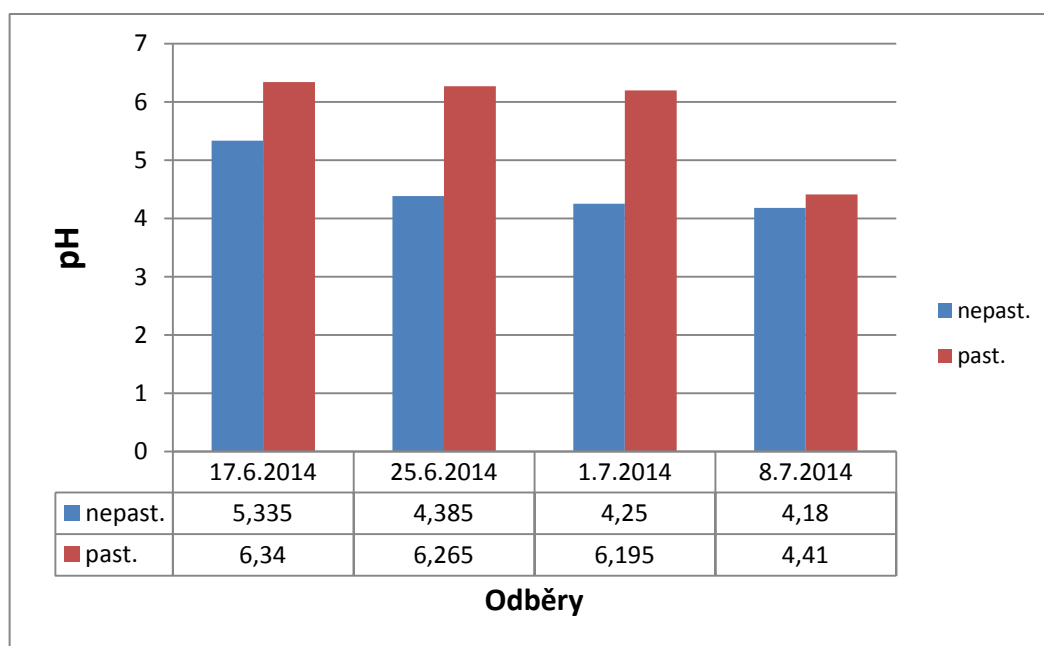


## 5 VÝSLEDKY A DISKUSE

### 5.1 Vyhodnocení pH a titrační kyselosti kozí syrovátky v čase

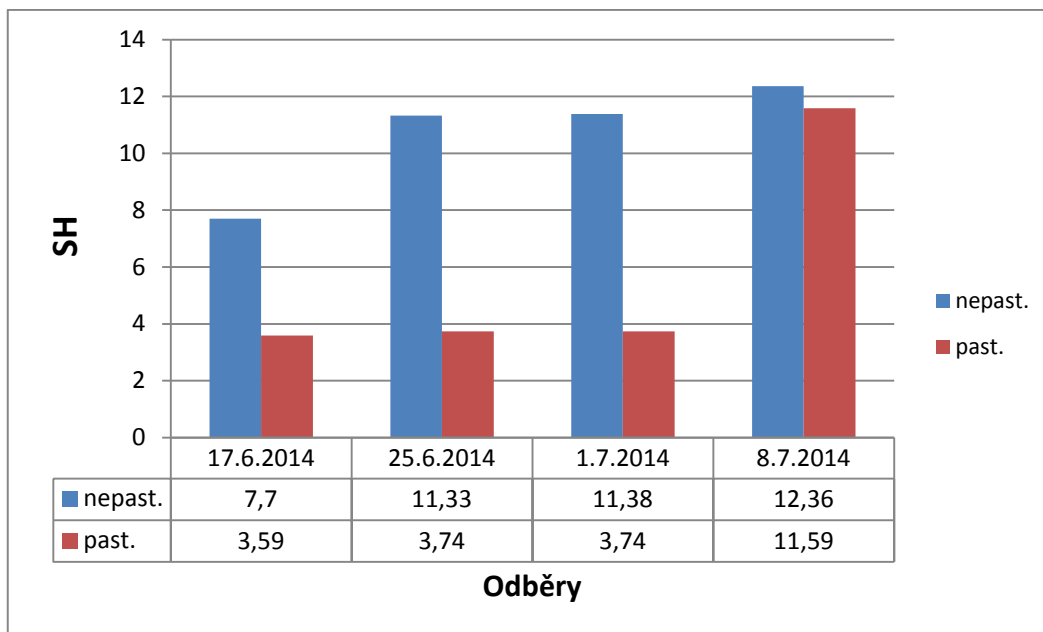
Syrovátka je živočišný produkt, který stejně jako ostatní podléhá kažení. Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit, kdy je kozí syrovátka ještě vhodná pro zpracovatelské účely a naopak kdy už se stává nepoužitelnou surovinou. Dynamika změn pH a titrační kyselosti byla sledována především v letních měsících.

Kyselost kozího mléka má další vliv na jeho zpracování na sýry a tvarohy. Kyselost čerstvého kozího mléka se pohybuje v rozmezí 5,91 – 7,88 SH. S vyšší kyselostí sýrů roste i kyselost syrovátky. Sledování kyselosti je pro farmáře dobrou kontrolou jakosti a správně provedeného technologického procesu. Změnou kyselosti mléka se také výrazně mění jeho chuť, vůně a konzistence. Kyselost čerstvého mléka bývá ovlivněna množstvím plynů, především CO<sub>2</sub>, jehož obsah postupně klesá. Ke snížení kyselosti dochází také po pasteračním procesu (Kouřimská et al., 2007).



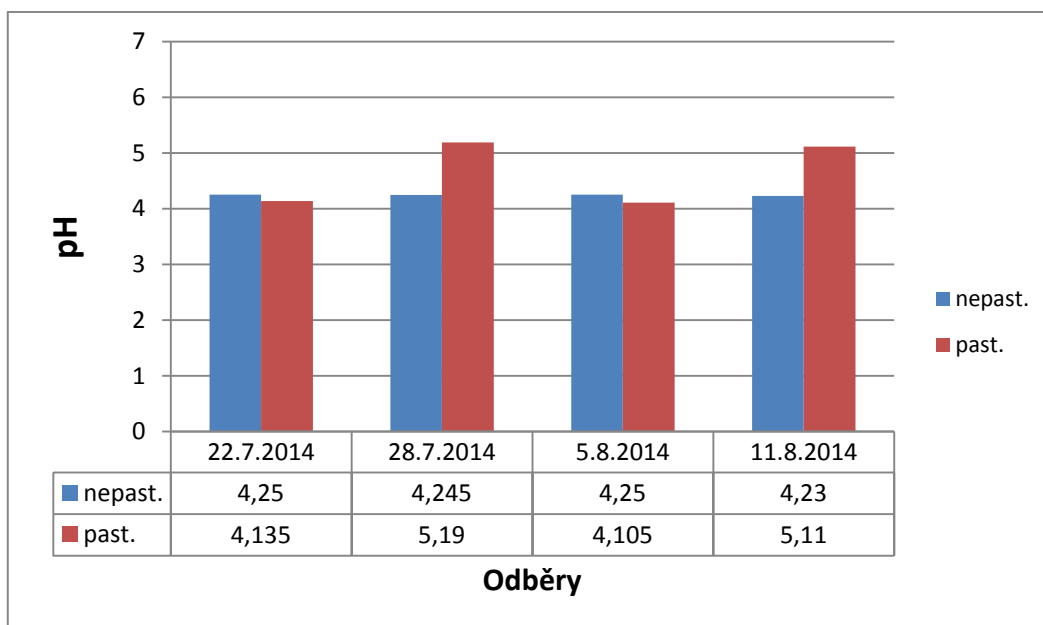
Obr. 5 Vyhodnocení pH v týdnu od 17. 6. 2014

Pasterovaná syrovátka ve všech čtyřech měření vykazovala vyšší hodnoty pH než syrovátka nepasterovaná. V posledním měření došlo k většímu poklesu pH pasterované syrovátky. Důvodem mohou být vyšší letní teploty i dlouhá doba skladování. Lze říci, že při skladování déle jak 4 týdny se syrovátka stává kyselejší.



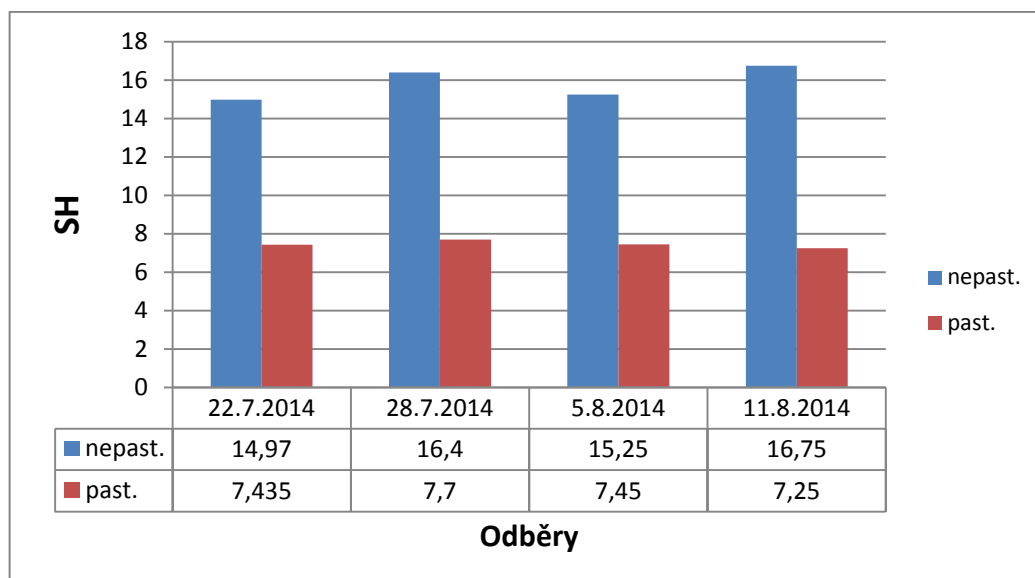
Obr. 6 Vyhodnocení titrační kyselosti v týdnu od 17. 6. 2014

V tomto období jsou hodnoty titrační kyselosti velmi rozdílné. Nejvyšší kyselosti dosahují obě syrovátky ve čtvrtém týdnu skladování.



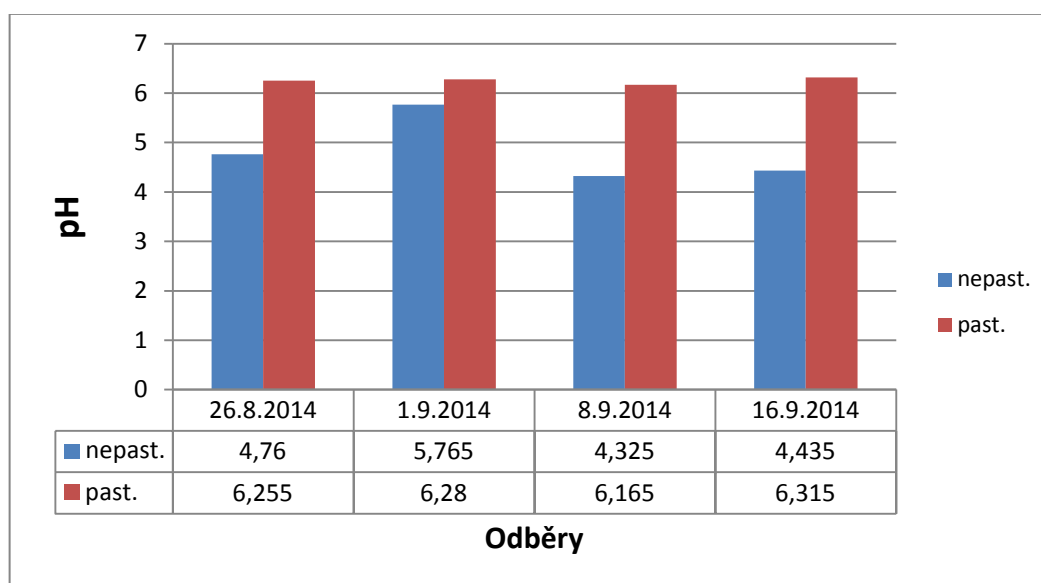
Obr. 7 Vyhodnocení pH v týdnu od 22. 7. 2014

V druhé polovině července až srpna bylo pH pasterované i nepasterované syrovátky dosti vyrovnané. K výraznějším změnám došlo ve druhém a čtvrtém týdnu skladování.



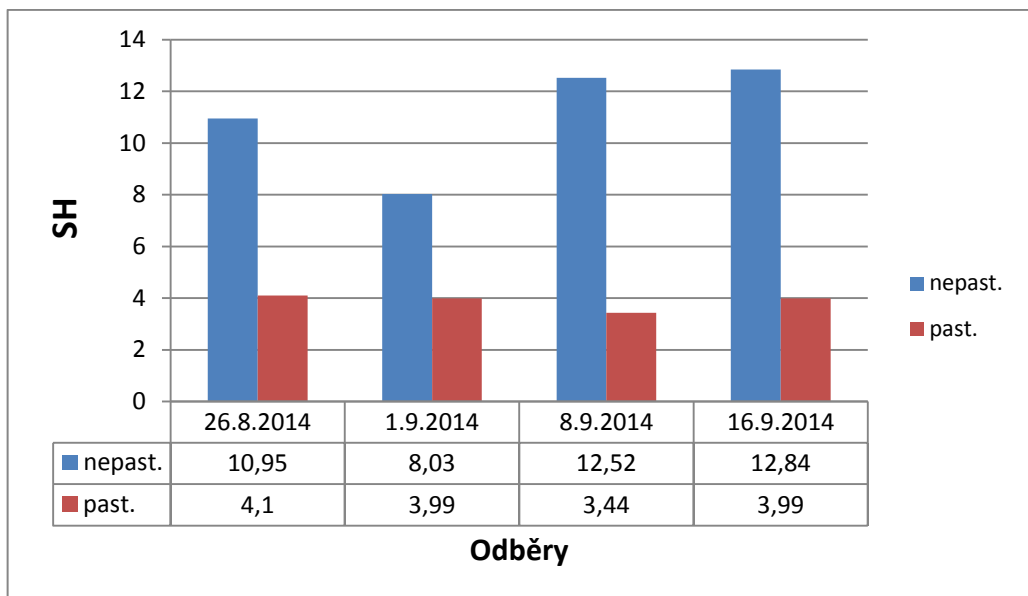
Obr. 8 Vyhodnocení titrační kyselosti v týdnu od 22. 7. 2014

Titrační kyselost nepasterované syrovátky prokazuje vyšší hodnoty. Pasterací došlo k výraznému snížení kyselosti a hodnoty se po celou dobu skladování pohybovaly okolo 7 SH.



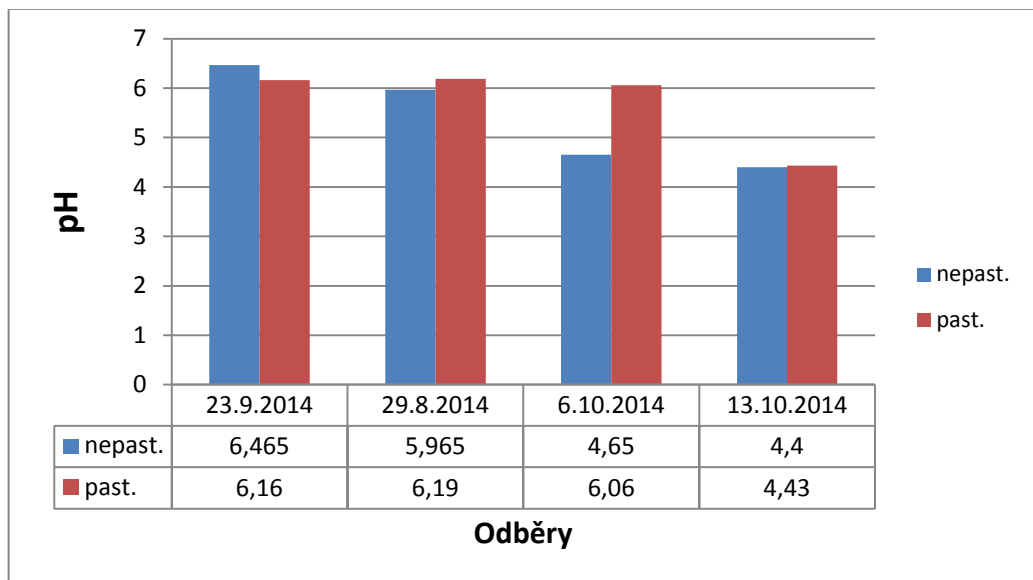
Obr. 9 Vyhodnocení pH v týdnu od 26. 8. 2014

V září by pro farmáře byla vhodnější syrovátka nepasterovaná. Kyselost pasterované syrovátky se výrazně liší, hodnoty pH se pohybují okolo 6. Taková syrovátka by nebyla vhodná pro výrobu nápojů.



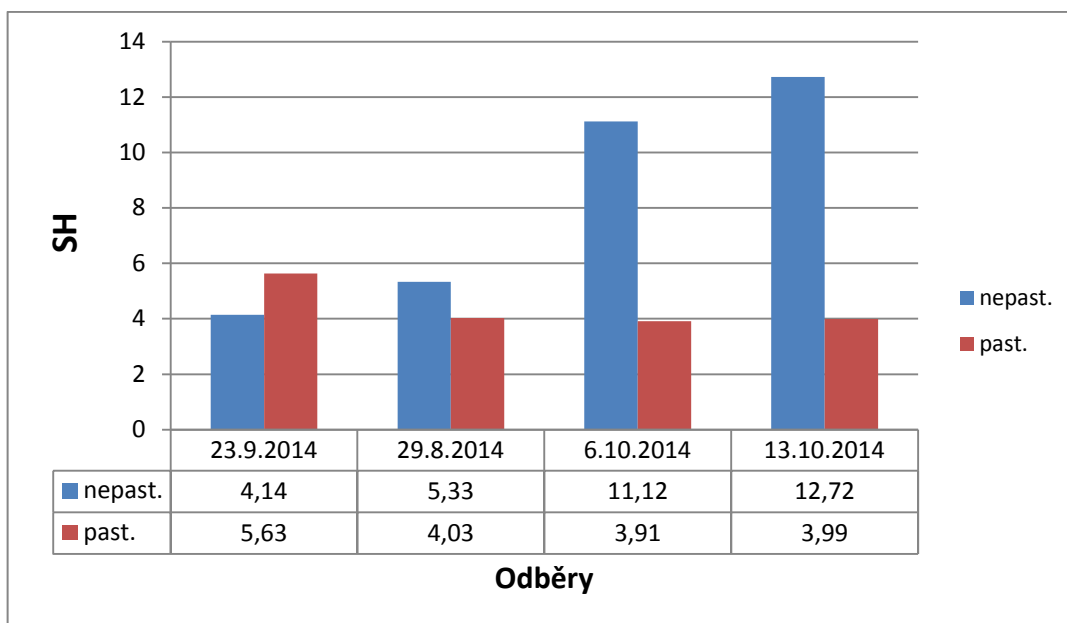
Obr. 10 Vyhodnocení titrační kyselosti v týdnu od 26. 8. 2014

Kyselost nepasterované syrovátky stoupá od druhého týdne skladování. Titrační kyselost pasterované syrovátky je velmi nízká. V tomto případě by mohlo být mléko použité k výrobě tvarohu, ze kterého byla syrovátka získána, mastitidní.



Obr. 11 Vyhodnocení pH v týdnu od 23. 9. 2014

Hodnoty pH pasterované i nepasterované mají tendenci od září klesat a stává se kyselější. V posledním týdnu, tedy 13. 10. 2014, je ale syrovátka stále použitelná.



Obr. 12 *Vyhodnocení titrační kyselosti v týdnu od 23. 9. 2014*

Ve třetím týdnu skladování došlo ke značnému zvýšení kyselosti nepasterované syrovátky. Nicméně dynamika změn kyselosti už není tak výrazná jako v předchozích měsících.

Tab. 12 *Směrodatné odchylky pro pH*

| syrovátka nepasterovaná | $\bar{x}$ | $\sigma$ | syrovátka pasterovaná | $\bar{x}$ | $\sigma$ |
|-------------------------|-----------|----------|-----------------------|-----------|----------|
| Obr. 5                  | 4,54      | 0,47     | Obr. 5                | 5,80      | 0,81     |
| Obr. 7                  | 4,24      | 0,01     | Obr. 7                | 4,64      | 0,52     |
| Obr. 9                  | 4,82      | 0,57     | Obr. 9                | 6,25      | 0,05     |
| Obr. 11                 | 5,37      | 0,87     | Obr. 11               | 5,71      | 0,74     |

Pozn.:  $\bar{x}$  - průměr hodnot pH,  $\sigma$  - směrodatná odchylka

Největší pokles pH byl zaznamenán u nepasterované syrovátky na obrázku č. 11.

Tab. 13 *Směrodatné odchylky pro titrační kyselost*

| syrovátka nepasterovaná | $\bar{x}$ | $\sigma$ | syrovátka pasterovaná | $\bar{x}$ | $\sigma$ |
|-------------------------|-----------|----------|-----------------------|-----------|----------|
| Obr. 6                  | 10,69     | 1,78     | Obr. 6                | 5,67      | 3,42     |
| Obr. 8                  | 15,84     | 0,75     | Obr. 8                | 7,46      | 0,16     |
| Obr. 10                 | 11,08     | 1,90     | Obr. 10               | 3,88      | 0,26     |
| Obr. 12                 | 8,33      | 3,66     | Obr. 12               | 4,39      | 0,71     |

Pozn.:  $\bar{x}$  - průměr hodnot pH,  $\sigma$  - směrodatná odchylka

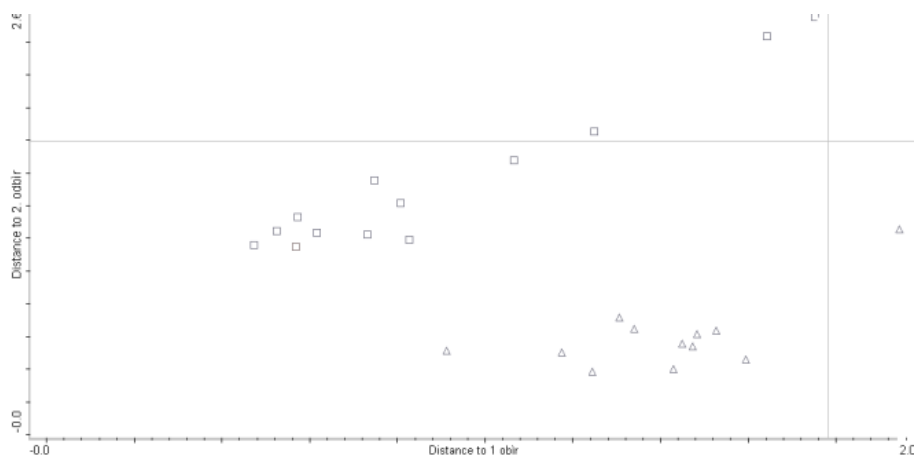
Titrační kyselost měla největší tendenci vzrůstat u nepasterované syrovátky na obrázku č. 12.

Syrovátka je klasifikována do dvou typů. Sladká syrovátka vykazuje hodnoty pH přibližně 6,02 – 6,58. Kyselá syrovátka má pH v oblasti 3,57 – 4,34. Ekonomický způsob, jak výhodně využít kyselou syrovátku, je její zpracování např. do zakysané smetany, sýrových výrobků s krémovou strukturou, omáček, pomazánek, dezertů a mléčných nápojů (Alsaed et al., 2013). Novakovic (2013) uvádí, že pH sladké syrovátky se pohybuje v rozmezí 5,2 - 6,4. Taková syrovátka je velmi mírně kyselá. Kyselá syrovátka získaná z tvarohu nebo jogurtu může mít pH v rozmezí 4,4 – 4,8.

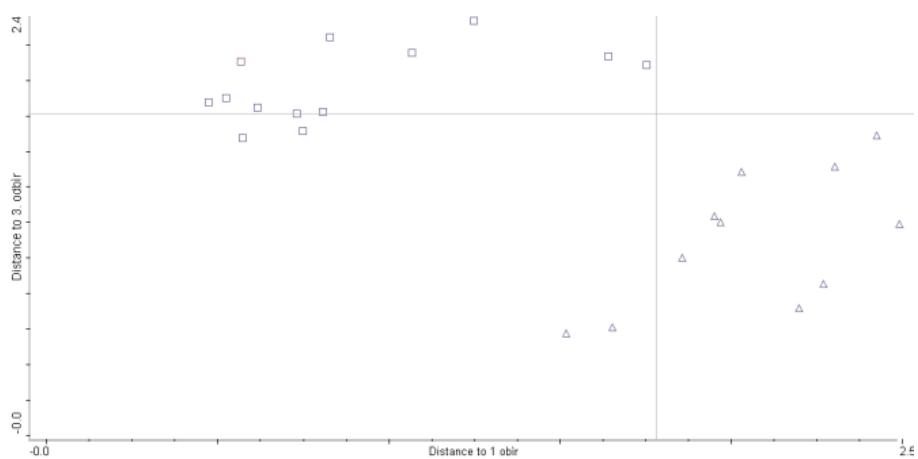
Kyselost mléka závisí na obsahu bílkovin, solí (fosfáty, citráty), kyselin a CO<sub>2</sub>. Titrační kyselost mléka se pohybuje v rozmezí 6,2 – 7,8 SH. Pokud jsou hodnoty nižší, může se jednat o mléko mastitidní (Janštová a Navrátilová, 2014).

Bylo zjištěno, že pasterovaná syrovátka vykazovala ve všech měsících méně dynamické změny v pH než syrovátka nepasterovaná. Kouřimská et al., (2007) uvádí, že pasteraci dochází ke snížení kyselosti. V diplomové práci bylo ověřeno, že pasterace skutečně způsobuje v každém sledovaném období výrazné snížení hodnot titrační kyselosti po celou dobu skladování.

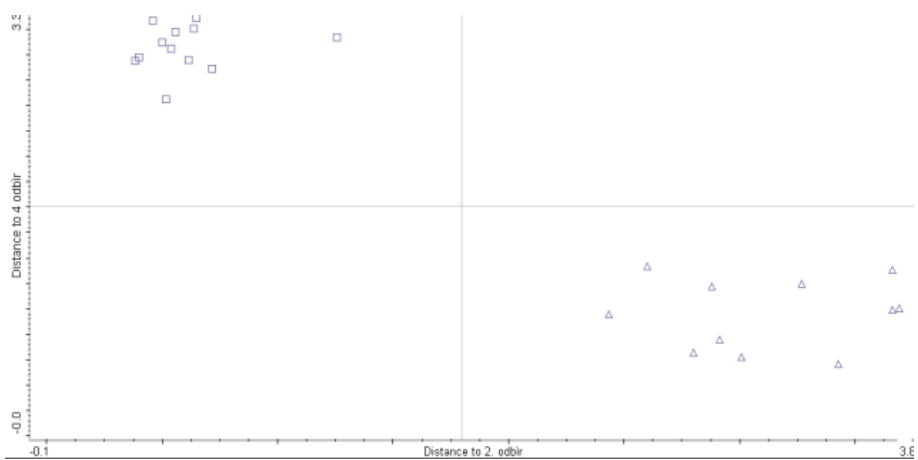
Na základě směrodatných odchylek uvedených v tabulkách č. 12 a 13 bylo zjištěno, že změny v kyselosti jsou výraznější u syrovátky, která neprošla tepelným ošetřením a tím dochází ke zvyšování kyselosti, zejména pak při skladování déle jak tři týdny. Na obrázku č. 6, 10 a 12 pasterovaná syrovátka vykazuje poměrně nízké hodnoty titrační kyselosti. Příčinou může být pasterační proces, anebo jak uvádí Janštová a Navrátilová (2014) syrovátka mohla pocházet mastitidního kozího mléka. Při nízkém pH syrovátkové bílkoviny způsobují stahující chuť nápojů pro sportovce a dalších funkčních potravin. Trpkost syrovátkových proteinových izolátů se zvyšuje s koncentrací proteinů. Izoláty mají typické pH v rozmezí 6,8 – 7,0. Aby byly použitelné k výrobě nápojů, vyžadují snížení hodnot pH přidáním kyseliny. Byla srovnávána trpkost bílkovinných izolátů s laktoferinem. Porovnání bylo provedeno při pH 3,5; 4,5 a 7,0. Bylo zjištěno že laktoferin způsoboval už mírně svíravou chuť při pH 7,0 bez přidání kyseliny (Vardhanabhuti et al., 2010).



Obr. 13 Diskriminační kříž rozdílů mezi syrovátkami skladovanými 1 a 2 týdny



Obr. 14 Diskriminační kříž rozdílů mezi syrovátkami skladovanými 1 a 3 týdny



Obr. 15 Diskriminační kříž rozdílů mezi syrovátkami skladovanými 2 a 4 týdny

System FT-NIR ve spojení s programem TQ Analyst dokáže rozeznat rozdíly mezi syrovátkami na základě době skladování. Ve všech analýzách (obr. 13 – 15) došlo k diferenciaci klastrů. Tato skutečnost poukazuje na to, že mezi jednotlivými syrovátkami existují statisticky průkazné rozdíly. Bylo zjištěno, že metoda FT-NIR je vhodná ke zjišťování kvalitativních znaků u syrovátky.

Pro pH a titrační kyselost byly vytvořeny kalibrační modely (tab. 14 a 15). Ke tvorbě kalibrace byly použity hodnoty získané z referenčních analýz, které probíhaly současně s FT-NIR.

Tab. 14 *Kalibrační a validační hodnoty modelu pro stanovení pH*

| Odběr (pH) | SEC  | SEP  | CCV (%) | PCV (%) | R     | R <sub>(v)</sub> |
|------------|------|------|---------|---------|-------|------------------|
| 1          | 0,49 | 0,62 | 10,11   | 12,87   | 0,610 | 0,249            |
| 2          | 0,32 | 0,37 | 6,57    | 7,63    | 0,844 | 0,786            |
| 3          | 0,25 | 0,26 | 5,31    | 5,63    | 0,512 | 0,421            |
| 4          | 0,33 | 0,36 | 6,01    | 6,67    | 0,620 | 0,506            |

Pozn.: **SEC** – směrodatná odchylka kalibrace, **SEP** – směrodatná odchylka predikce, **CCV** – kalibrační variační koeficient, **PCV** – predikční variační koeficient, **R** – korelační koeficient kalibrace, **R<sub>(v)</sub>** – korelační koeficient predikce

Tab. 15 *Kalibrační a validační hodnoty pro model stanovení titrační kyselosti*

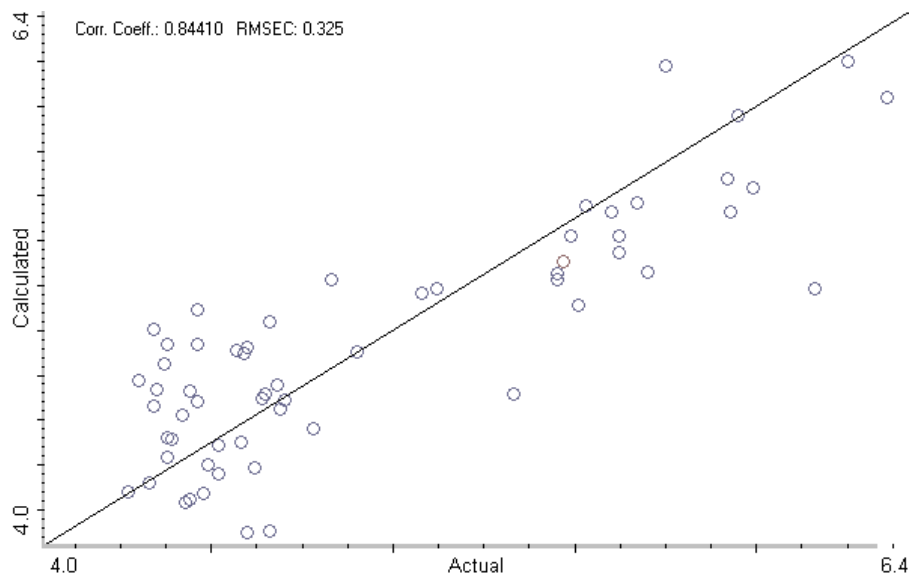
| Odběr (SH) | SEC  | SEP  | CCV (%) | PCV (%) | R     | R <sub>(v)</sub> |
|------------|------|------|---------|---------|-------|------------------|
| 1          | 5,63 | 6,23 | 57,60   | 63,74   | 0,313 | 0,011            |
| 2          | 2,43 | 2,73 | 22,55   | 25,33   | 0,740 | 0,661            |
| 3          | 1,96 | 2,10 | 16,47   | 17,65   | 0,330 | 0,133            |
| 4          | 1,26 | 1,49 | 14,70   | 17,39   | 0,709 | 0,569            |

Pozn.: **SEC** – směrodatná odchylka kalibrace, **SEP** – směrodatná odchylka predikce, **CCV** – kalibrační variační koeficient, **PCV** – predikční variační koeficient, **R** – korelační koeficient kalibrace, **R<sub>(v)</sub>** – korelační koeficient predikce

Kvalitu kalibrace je možné posoudit pomocí směrodatné odchylky kalibrace SEC. Při ověřování se používá směrodatná odchylka predikce SEP. Tato odchylka by měla být minimální. Při spolehlivé kalibraci nebývá SEP výrazně větší než SEC. Při úspěšné NIR kalibraci bývá SEP oproti SEC obvykle dvojnásobně vyšší. Pro spolehlivost kalibrace pro různé složky lze vypočítat CCV, který vyjadřuje SEC v procentech průměrné laboratorní hodnoty. Na základě SEP lze vypočítat i PCV. Dobrá je kalibrace,



pokud je CCV do 5 % (PCV do 10 %). Pokud je CCV do 10 %, pak je kalibrační model ještě použitelný.

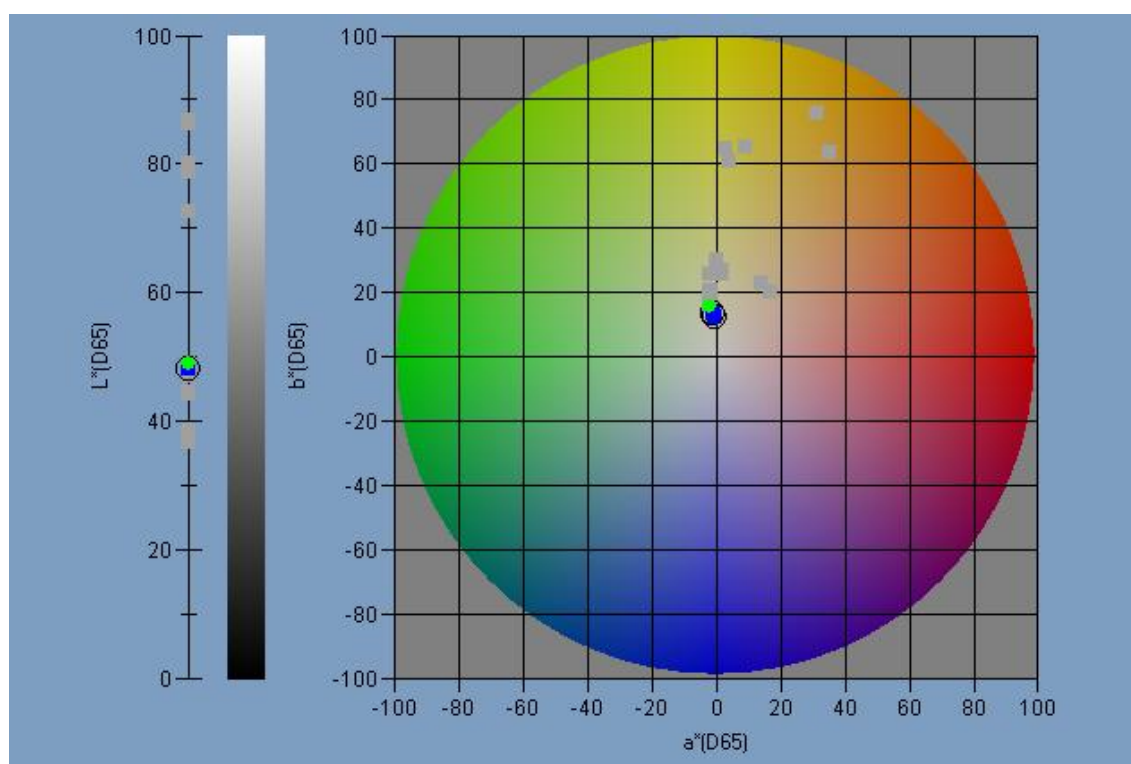


Obr. 16 Kalibrace pro pH u syrovátky skladované 2 týdny

Bylo zjištěno, že kalibrační model je pro pH ve 2., 3 a 4 měření použitelný, protože  $CCV < 10\%$ . Kalibrace pro titrační kyselost se ukázaly jako nepoužitelné pro tuto metodu, protože vykazovaly vysoké směrodatné odchylky nebo nízké koeficienty korelace.

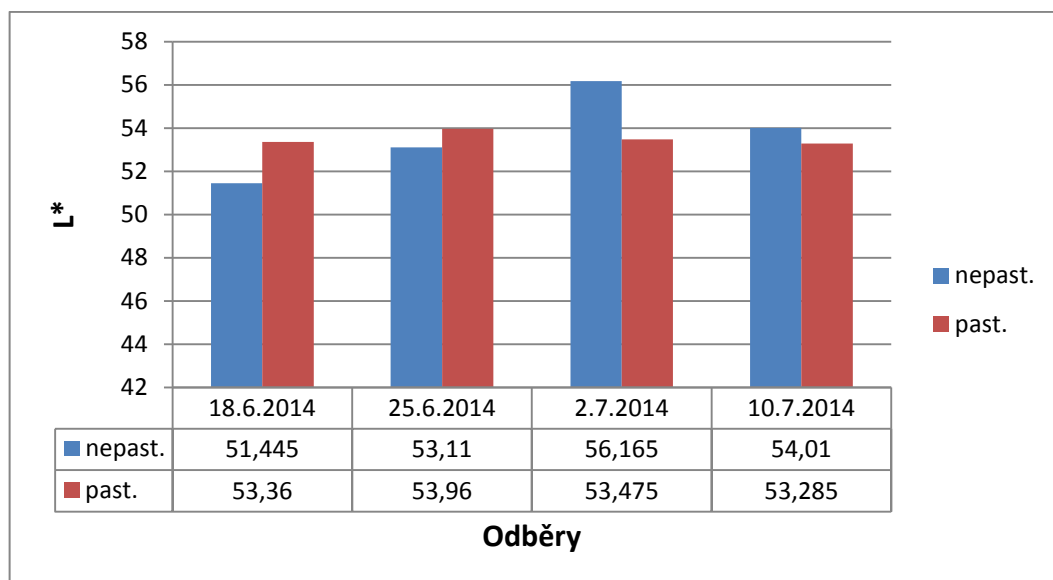
## 5.2 Vyhodnocení barvy

Kozí syrovátka má na rozdíl od kravské bílou barvu. Stejně tak jako při stanovení pH a titrační kyselosti, dochází ke změnám barvy v závislosti na čase. Podstatou měření bylo zjistit, po jakou dobu skladování má syrovátka stále vyhovující barvu a kdy dochází k výrazným nežádoucím sensorickým změnám. Barva syrovátky ovlivňuje také barvu produktů, k jejichž výrobě je použita. Tato skutečnost byla také dalším důvodem měření barvy. Lidské oko není schopno zaznamenat nepatrný rozdíl barev, proto byla použita instrumentální metoda. Měření probíhalo spektrofotometricky a vyhodnocení podle barevného prostoru CIELAB (obr. 17).



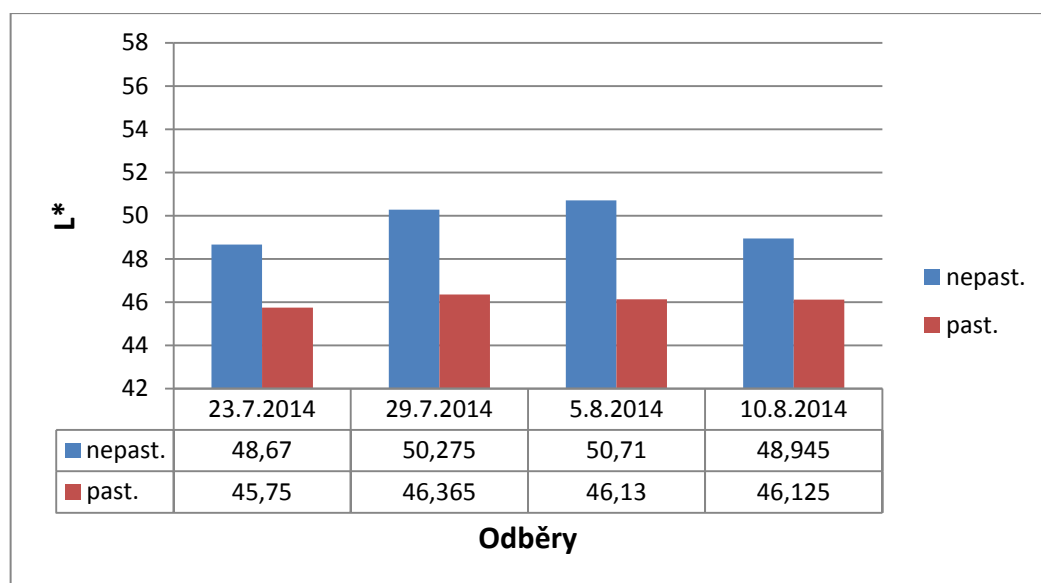
Obr. 17 Barvený prostor CIELAB

Součástí měření barvy kozí syrovátky bylo i zjišťování barevných rozdílů, které nastávají mezi jednotlivými měřeními. Tento rozdíl charakterizuje veličina  $\Delta E^*_{ab}$ , která je uvedena v tabulce č. 16 a 17.



Obr. 18 *Vyhodnocení barvy v týdnu od 18. 6. 2014*

Barva pasterované i nepasterované syrovátky se většinou pohybovala v oblasti L 53. Syrovátka měla žlutozelený nádech. V posledním měření hodnoty klesají, proto se dá předpokládat, že při delším skladování jak čtyři týdny už by barva nebyla senzoricky přijatelná.



Obr. 19 *Vyhodnocení barvy v týdnu od 23. 7. 2014*

V tomto období je ze senzorického hlediska přijatelnější syrovátka nepasterovaná ve všech měření. Obě syrovátky od začátku měření vykazovaly tmavší barvu s nepatrným nádechem modré barvy.

Tab. 16 Rozdíl barev u nepasterované syrovátky

| Měření | L*     | a*     | b*     | $\Delta L^*$ | $\Delta a^*$ | $\Delta b^*$ | $\Delta E_{ab}^*$ |
|--------|--------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------------------|
| 1      | 50,057 | -1,742 | 12,715 | 0,000        | 0,000        | 0,000        | -                 |
| 2      | 51,692 | -1,692 | 12,620 | 1,635        | 0,050        | -0,095       | <b>1,64</b>       |
| 3      | 53,437 | -1,172 | 11,530 | 3,380        | 0,570        | -1,185       | <b>3,63</b>       |
| 4      | 51,477 | -1,440 | 12,127 | 1,420        | 0,303        | -0,587       | <b>1,57</b>       |

Tab. 17 Rozdíl barev u pasterované syrovátky

| Měření | L*     | a*     | b*     | $\Delta L^*$ | $\Delta a^*$ | $\Delta b^*$ | $\Delta E_{ab}^*$ |
|--------|--------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|-------------------|
| 1      | 49,555 | -1,465 | 13,655 | 0,000        | 0,000        | 0,000        | -                 |
| 2      | 50,162 | -1,555 | 13,617 | 0,607        | -0,090       | -0,038       | <b>0,62</b>       |
| 3      | 49,802 | -0,887 | 13,265 | 0,248        | 0,578        | -0,390       | <b>0,74</b>       |
| 4      | 49,705 | -1,655 | 13,805 | 0,150        | -0,190       | 0,150        | <b>0,28</b>       |

Vypočítané hodnoty rozdílu barev byly porovnány s tabulkou č. 5, která sloužila jako stupnice neshody mezi dvěma barvami.

Z obrázku č. 18 je patrné, že světlost pasterované i nepasterované syrovátky se v prvních dvou týdnech skladování zvyšovala. Ve třetím týdnu měla nepasterovaná syrovátka nejvyšší světlost za celé sledované období. Méně dynamické změny barvy vykazovala syrovátka pasterovaná. Z obrázku jde vidět, že od třetího týdne skladování dochází k tmavnutí u obou typů syrovátek. Lze tedy předpokládat, že pro farmáře by bylo nejvhodnější syrovátku zpracovat co nejrychleji do dvou týdnů. Při delším skladování nastávají výraznější změny, které by mohly ovlivnit vlastnosti dalších produktů. Janjarasskul et al., (2011) uvádí, že se změnou barvy tekuté syrovátky během skladování souvisí stabilita kyseliny askorbové, které zamezuje oxidaci a udržuje barvu. Bylo zjištěno, že během skladování při teplotě 22 °C nedochází k výraznému úbytku kyseliny askorbové. Tato kyselina prodlužuje dobu skladování, protože potlačuje oxidační degradaci a tím omezuje i neenzymové hnědnutí.

Campbell a Drake (2013) uvádí, že barvu tekuté syrovátky lze ovlivnit chemickým bělením za použití peroxidu vodíku. Chemické bělení ale může způsobit vznik nežádoucích příchutí, proto se provádí bělení syrovátky pomocí přirozeně se vyskytujících enzymů jako je laktoperoxidáza při teplotě 4 °C. Enzymatické bělení je rychlejší (cca 30 minut) a účinnější. Čas, bělicí účinnost a také lepší chuťové vlastnosti ukazují, že enzymatické bělení je vhodnou alternativou chemického bělení.

Pasterovaná syrovátka vyhodnocená na obrázku č. 19 opět vykazuje méně dynamické změny ve zbarvení. Od začátku skladování měly obě syrovátky výrazně tmavší barvu než syrovátka v prvním odběru. Lze tedy říct, že vhodnější ke zpracování do výrobků byla syrovátka z prvního odběru, protože měla stále typickou barvu pro kozí syrovátku s lehkou odchylkou. Pokud by farmář použil syrovátku z druhého odběru, která byla podstatně tmavší, pak mohlo dojít k negativnímu ovlivnění barvy vyráběných produktů.

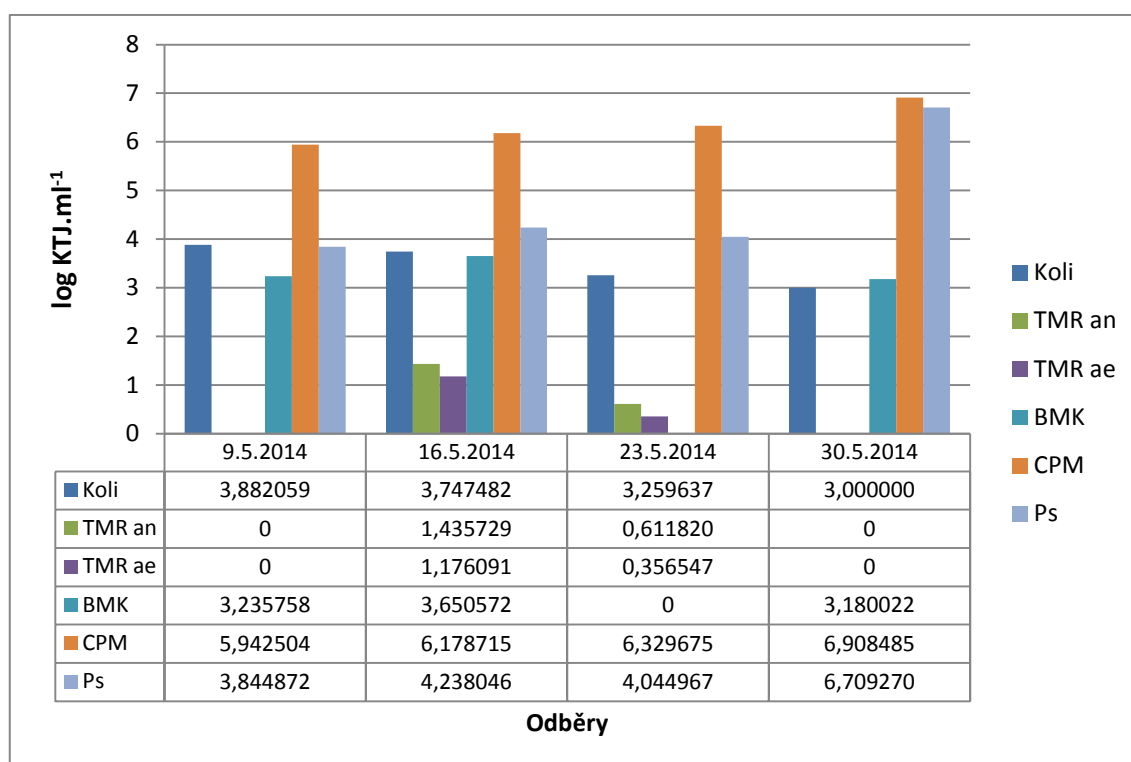
Podle vypočítaných hodnot rozdílu barev bylo zjištěno, že změny světlosti byly výraznější u nepasterované syrovátky a ve třetím týdnu skladování byl tento rozdíl už dobře postřehnutelný pouhým okem. Pasterací syrovátky došlo k tomu, že rozdíl barev byl celou dobu skladování velmi slabý. Vyhodnocení v barveném prostoru CIELAB se proto více osvědčilo u syrovátky pasterované, kde by subjektivním posouzením rozdíl barev hodnotitel nepostřehl.

Tekutá syrovátka může sloužit také jako náhrada vody v množství 0, 25, 50, 75 a 100 % v restrukturalizaci vařené šunky. Syrovátka ovlivňuje především její senzorické vlastnosti. Barva šunky s přídavkem syrovátky byla posuzována pomocí barevného spektra CIELAB. Syrovátka způsobila méně červené zbarvení šunky a některé výrobky vykazovaly šedou a nažloutlou barvu, ale celkový dojem nebyl ovlivněn. Bylo zjištěno, že až 38 % čerstvé tekuté syrovátky může být přidáno při výrobě vařené šunky (Dutra et al., 2012).

### 5.3 Vyhodnocení skupin mikroorganismů v kozí syrovátce

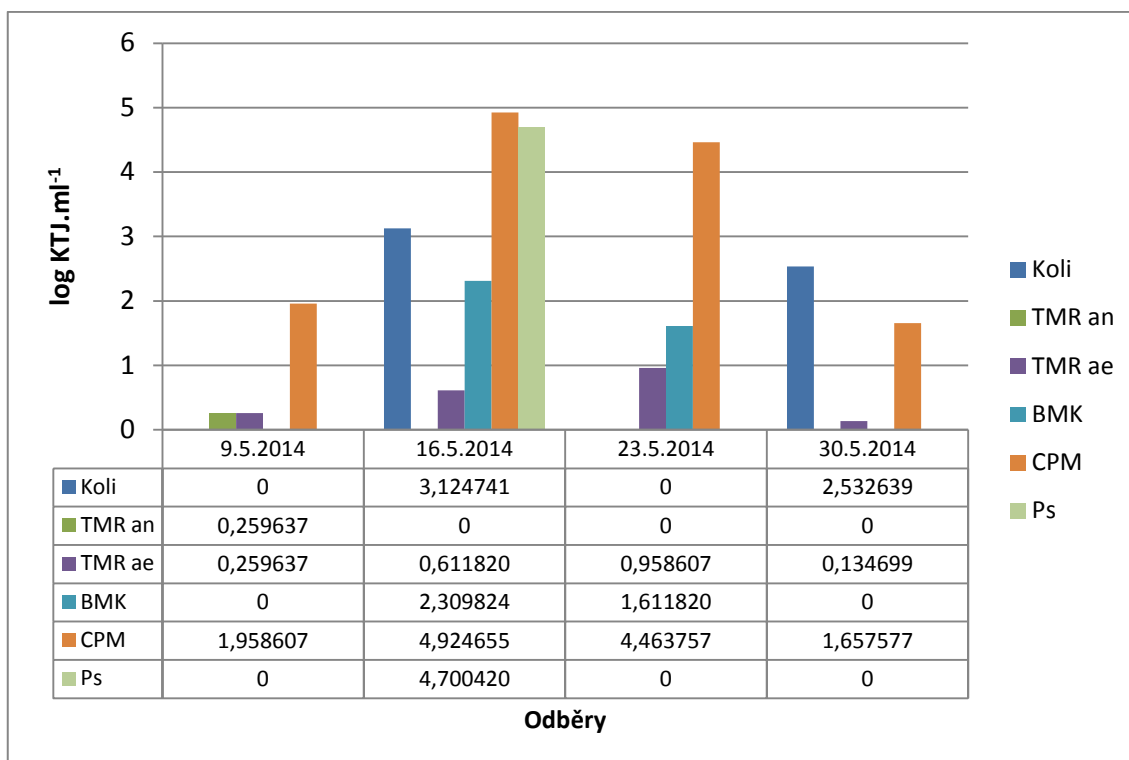
Součástí diplomové práce bylo i sledování skupin mikroorganismů v čase. Cílem bylo zjistit, které konkrétní skupiny mikroorganismů se v syrovátce vyskytovaly, jak se měnilo jejich množství po dobu skladování a jak se toto množství lišilo mezi pasterovanou a nepasterovanou syrovátkou.

V nařízení EP a Rady (ES) č. 853/2004 se uvádí, že mléko jiné než kravské musí splnit kritéria na obsah mikroorganismů při teplotě  $30\text{ °C} \leq 1\,500\,000$  v ml mléka. Pokud je syrové kozí mléko určeno k výrobě dalších produktů, pak musí splňovat požadavek na množství mikroorganismů  $\leq 500\,000$  v ml při  $30\text{ °C}$ . Počty mikroorganismů v kozím mléce se mění v průběhu laktace. Tyto změny jsou uvedeny v kapitole 3.5.2 v tabulce č. 7. Sledovány byly skupiny koliformní, enterokoky, termorezistentní, BMK, CPM, kvasinky, plísně a psychrotrofní mikroorganismy.



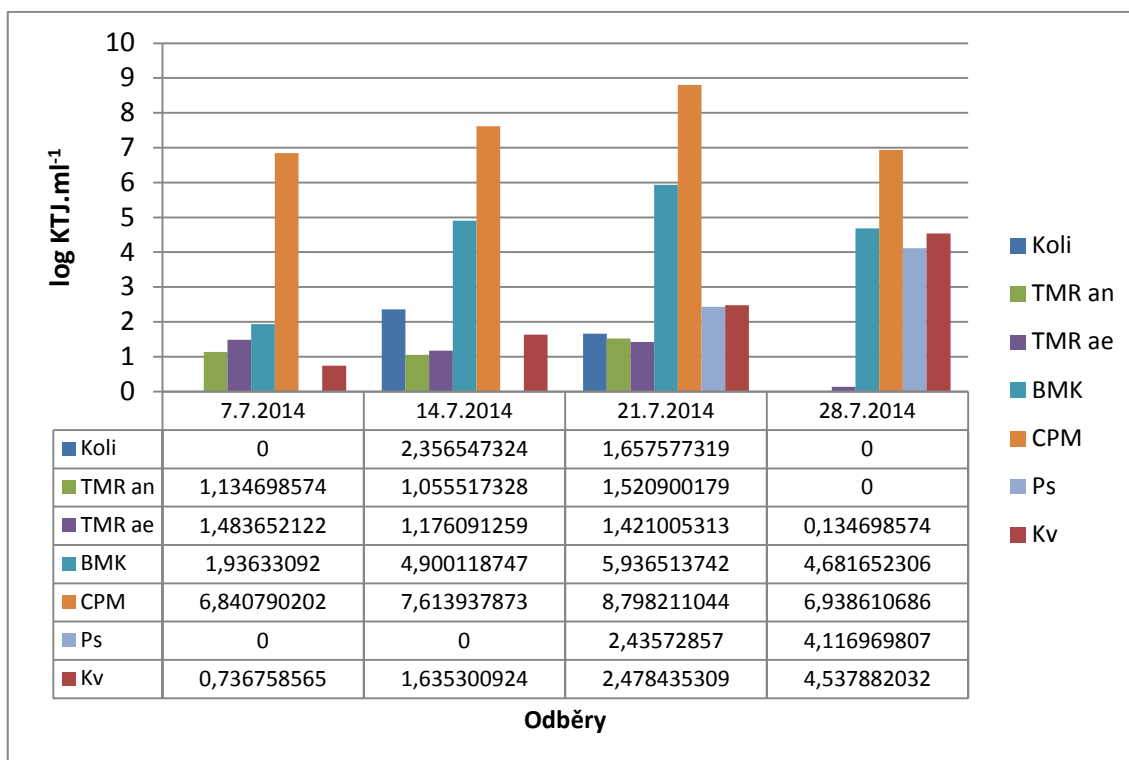
Obr. 20 Skupiny mikroorganismů v nepasterované syrovátce v měsíci červnu

Syrovátka neobsahovala žádné kvasinky a plísně. CPM ve čtvrtém týdnu byl  $8,1 \cdot 10^6$  KTJ.ml<sup>-1</sup>. Postupně docházelo i ke snižování počtu koliformních mikroorganismů.



Obr. 21 Skupiny mikroorganismů v pasterované syrovátce v měsíci červnu

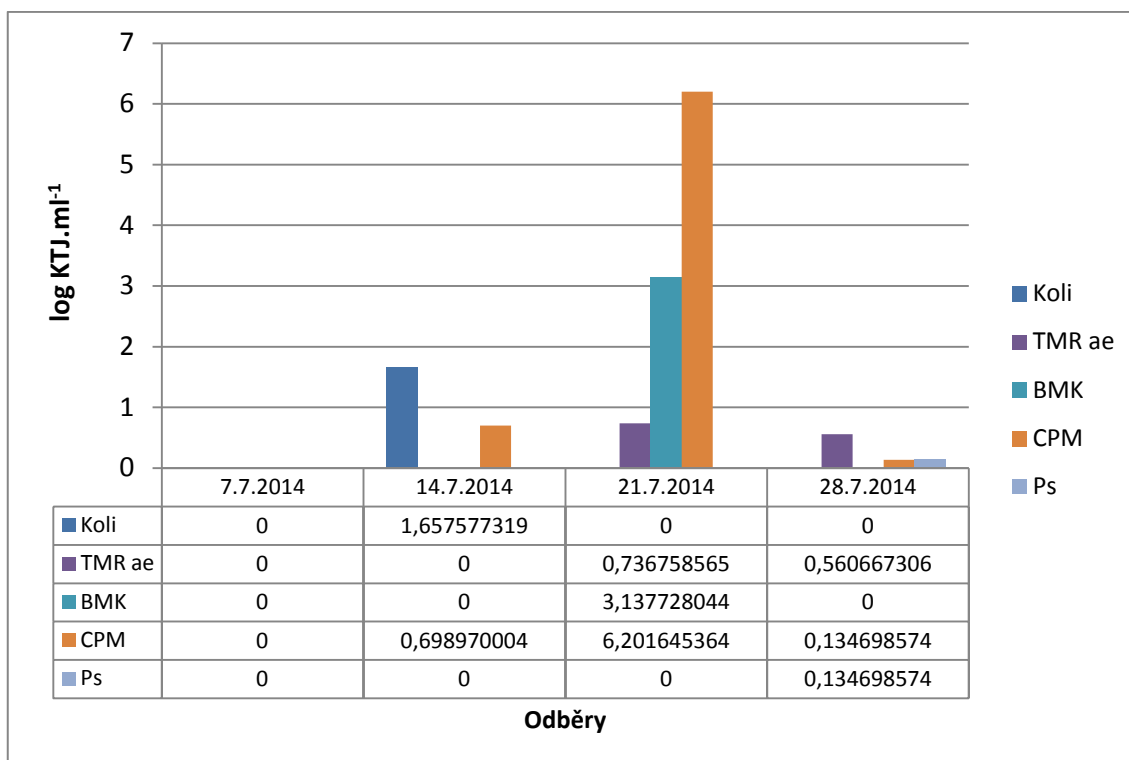
Ve druhém týdnu skladování došlo k nárůstu BMK, koliformních a psychrotrofních mikroorganismů. Z grafu je patrné, že tepelnému ošetření odolávají zvláště termorezistentní skupiny mikroorganismů. CPM ve čtvrtém týdnu byl 45 KTJ.ml<sup>-1</sup>.



Obr. 22 Skupiny mikroorganismů v nepasterované syrovátce v měsíci červenci

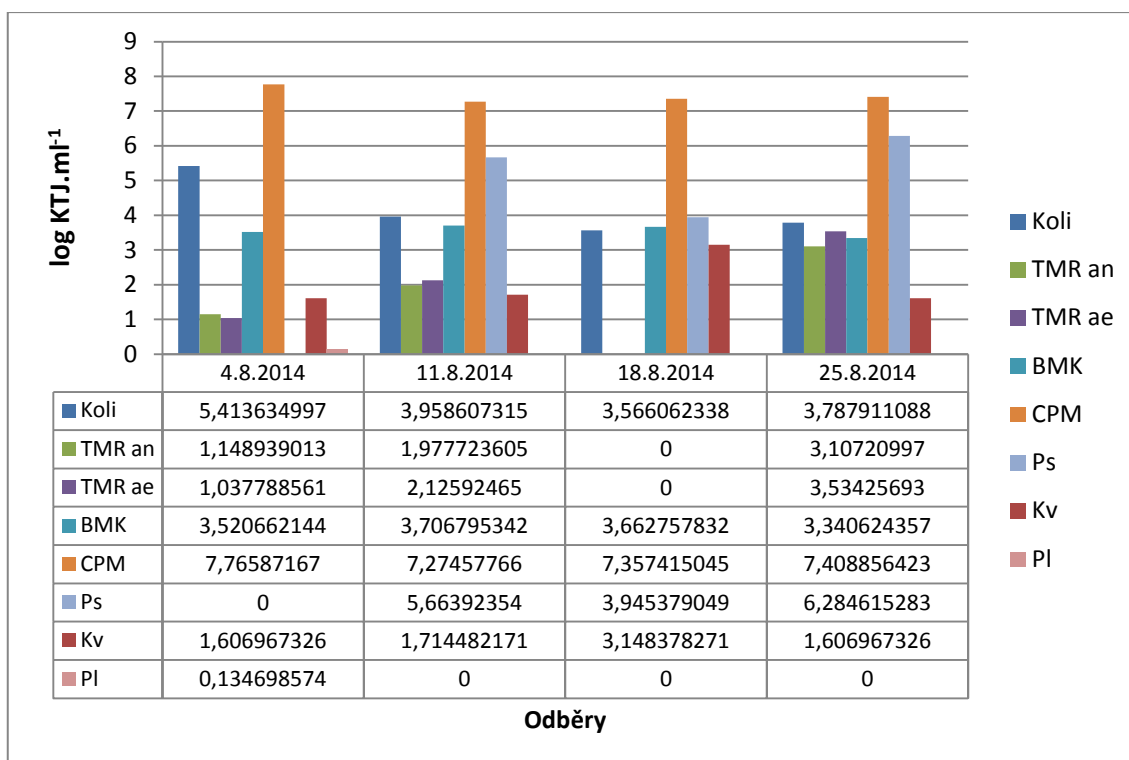
Ve sledovaném období se v syrovátce vyskytovaly i kvasinky. Od třetího týdne došlo k nárůstu psychrotrofní mikroorganismů. CPM ve čtvrtém týdnu byl  $8,6 \cdot 10^6$  KTJ.ml<sup>-1</sup>.





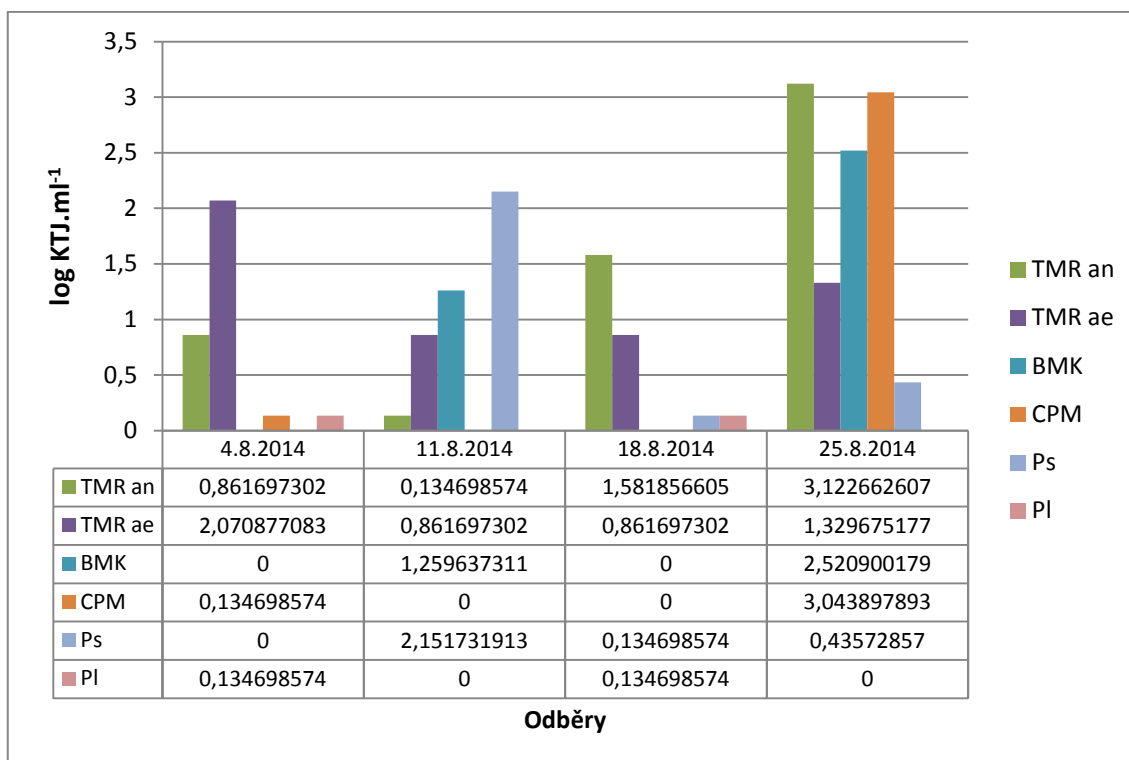
Obr. 23 Skupiny mikroorganismů v pasterované syrovátce v měsíci červenci

Z uvedeného grafu vyplývá, že pasterace v červenci byla neúčinnější. Zničeny byly termorezistentní mikroorganismy. CPM ve čtvrtém týdnu byl  $1,36 \text{ KTJ.ml}^{-1}$ .



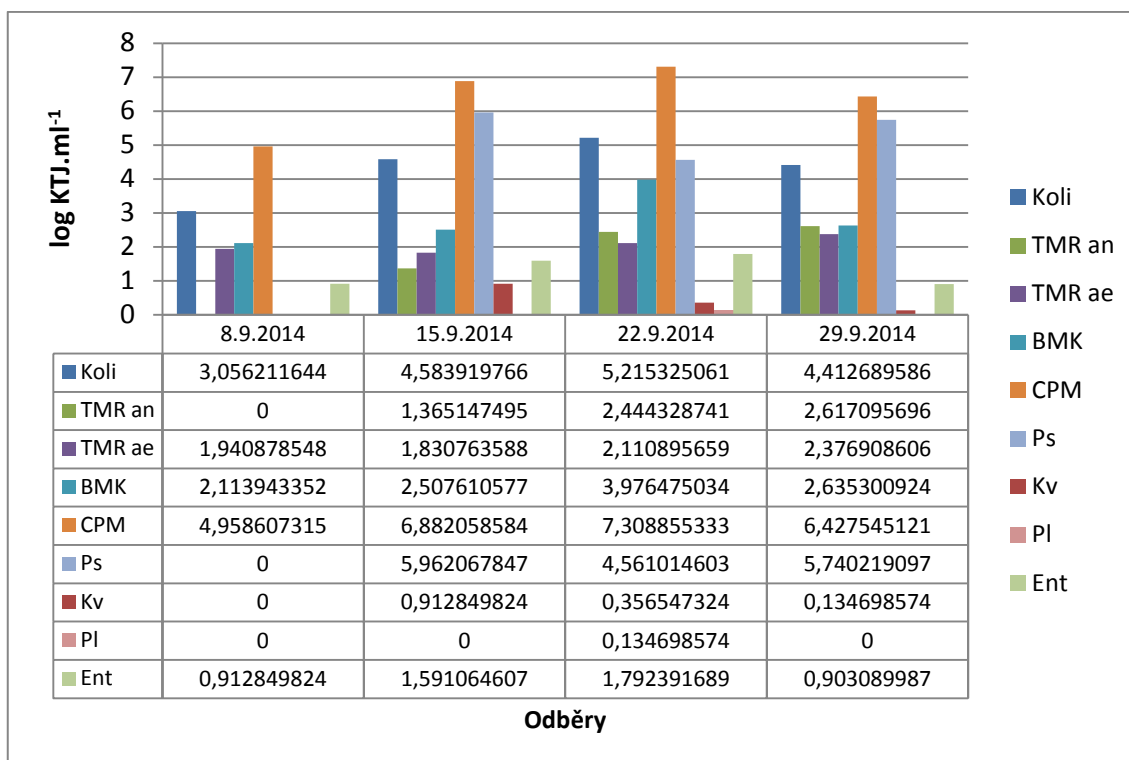
Obr. 24 Skupiny mikroorganismů v nepasterované syrovátce v měsíci srpnu

V srpnu se v syrovátce vyskytovaly kvasinky i plísně. Vyrovnaný byl počet BMK. CPM ve čtvrtém týdnu byl  $25,6 \cdot 10^6$  KTJ.ml<sup>-1</sup>.



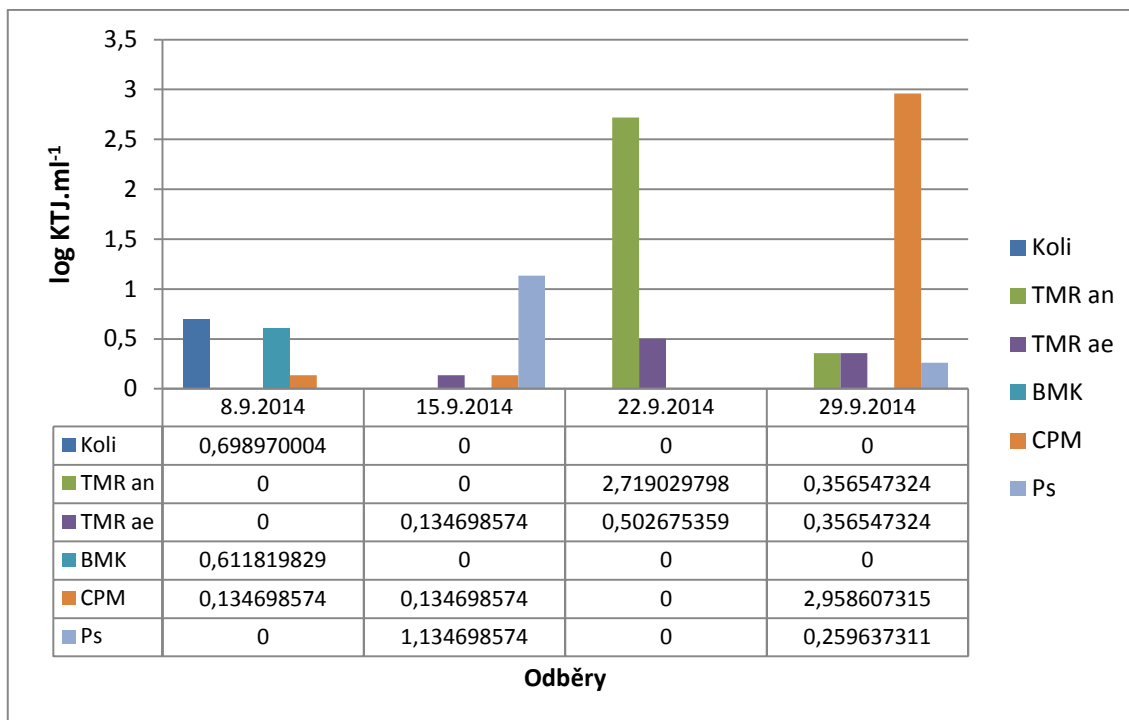
Obr. 25 Skupiny mikroorganismů v pasterované syrovátce v měsíci srpnu

Tento graf znázorňuje jediné období, kdy došlo k úplnému zničení koliformních mikroorganismů pasterací. Došlo k přežití plísni. K výraznému snížení psychrotrofních mikroorganismů došlo ve třetím a čtvrtém týdnu skladování. CPM ve čtvrtém týdnu byl  $1,1 \cdot 10^3$  KTJ.ml<sup>-1</sup>.



Obr. 26 Skupiny mikroorganismů v nepasterované syrovátce v měsíci září

V měsíci září došlo opět k výskytu kvasinek a plísní. Je to jediné období, kdy se objevily i enterokoky. CPM ve čtvrtém týdnu byl  $2,6 \cdot 10^6$  KTJ.ml<sup>-1</sup>.



Obr. 27 Skupiny mikroorganismů v pasterované syrovátce v měsíci září

Pasterací došlo ke zničení enterokoků, kvasinek i plísní. CPM byl 909 KTJ.ml<sup>-1</sup>.

Výsledkem celého měření bylo, že počet psychrotrofních mikroorganismů se ve srovnání s prvním a posledním týdnem skladování zvyšoval. Fonesca et al., (2013) uvádí, že skladováním několik dní při teplotě 4 – 7 °C dochází k nárůstu psychrotrofních bakterií. Bakterie produkují proteolytické a lipolytické enzymy, které zhoršují sensorické vlastnosti mléka i výrobků. Lipázy hydrolyzují mléčný tuk do menších sloučenin a způsobují zatuchlou, žluklou a mýdlovou chuť. Lipázy produkují také estery kyselin a dochází ke vzniku ovocných chutí a vůní. Podle Navrátilové et al., (2012) se vyskytují především ve vodě, půdě nebo v krmivu. Do mléka a následně do syrovátky se ale také mohou dostat během dojení z nedostatečně čistého dojícího zařízení. Množící se bakterie způsobují zhoršení sensorických vlastností jako je hořká, ovocná chuť a vůně. Bakterie jsou termolabilní a účinná pasterace je ničí.

BMK u nepasterované syrovátky nevykazovaly výraznější nárůst nebo naopak pokles. Podle Navrátilové et al. (2012) jsou bakterie mléčného kvašení v mléce nejčastěji zastoupeny rody jako je *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*. Tyto bakterie se používají jako startovací kultury při výrobě

fermentovaných výrobků, ale na druhé straně mohou způsobovat kysnutí, změny textury a konzistence a také nežádoucí sensorické změny výrobků.

Kmeny bakterií mléčného kvašení mohou také produkovat exopolysacharidy, které jsou využívány pro zlepšení texturních vlastností a viskozity fermentovaných výrobků. Například *Streptococcus thermophilus* je producentem těchto exopolysacharidů a způsobuje žádoucí táhlovitou texturu fermentovaných výrobků (Snášelová et al., 2010). Bakterie jako *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus lactis* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* mají významnou proteolytickou aktivitu. Většina z těchto kmenů prokázala antimikrobiální aktivitu vůči potravinářským patogenům jako je *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes* a *Enterobacter aerogenes*. Tento význam poukazuje na značný proteolytický potenciál těchto kmenů v kozím mléce a jejich využití v mléčných výrobcích (Atanasova et al., 2014).

Koliformní mikroorganismy měly tendenci ke konci skladování klesat. Ambrožová (2004) uvádí, že koliformní bakterie tzv. indikátory fekálního znečištění, jsou nesporotvorné tyčinky, které jsou schopny fermentovat laktózu a při teplotě 35 – 37 °C a současně produkovat kyseliny a plyny. Mezi koliformní bakterie se řadí rody *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Proteus* i *Serratia*.

Kmeny *Escherichia coli* mohou vyvolávat závažná střevní onemocnění. Nejzávažnější jsou schigatoxigenní kmeny (STEC). STEC kmeny se mohou do mléka dostat především fekální kontaminací nebo přímým vylučováním mastitid z vemene do mléka (Stephan et al., 2008). Velmi slibnou alternativou pro inaktivaci *Escherichia coli* a jiných patogenů je pulzní UV záření. Jako účinné se osvědčilo ozáření v dávce 10 000 mJ.cm<sup>-2</sup> (Kasahara et al., 2015).

V červenci, srpnu a září došlo i k namnožení kvasinek a plísní. Do kozího mléka a následně do syrovátky se mohly plísně dostat z podestýlky nebo krmiva. Byly přítomny ve velmi nízkém množství. Podle Navrátilové et al., (2012), se kvasinky nejčastěji vyskytují ve výrobním zařízení a jsou také součástí nepasterovaných ovocných složek. Dobře se množí ve fermentovaných a slazených výrobcích. V mléčných výrobcích se vyskytují rody kvasinek *Saccharomyces*, *Kluyveromyces* a *Candida*. Přítomnost plísní se projevuje tvorbou charakteristických kolonií, které vytváří rody jako *Mucor*, *Penicillium*, *Rhizopus* a *Aspergillus*. Podle Snášelové (2011) mastitidní kvasinka

*Candida lusitanae* způsobuje mykotické mastitidy u dojnic. Použití takového mléka má negativní vliv na obsah tuku, bílkovin a laktózy bez ohledu na pasteraci. Tento vliv se pak silně projevuje při koncentraci mikroorganismů  $10^3$  a více.

Bylo zjištěno, že pasteraci syrovátky dochází ke zničení psychrotrofních mikroorganismů, což uvádí i Navrátilová et al., (2012) a kvasinek a ke snížení termorezistentních mikroorganismů. Přežití termorezistentních mikroorganismů dokazuje i Němečková et al., (2011), která dále uvádí, že termorezistentní mikroorganismy jsou odolné vůči záhřevu a nejčastěji se vyskytují v mléce a mléčných výrobcích. Většinou přežívají záhřev  $72\text{ }^{\circ}\text{C}$  po dobu 15 s, patří sem rody jako je *Bacillus*, *Clostridium*, *Streptococcus*, *Micrococcus*. Robinson (2002) uvádí, že mezi termorezistentní rody kromě výše uvedených patří také *Mycobacterium* a *Alcaligenes* přežívající záhřev  $63\text{ }^{\circ}\text{C}$  po dobu 30 minut. Mikrokoky a *Mycobacterium* se vyskytují v dojícím zařízení. Jejich počet v mléce pak může dosáhnout až  $5 \cdot 10^4\text{ ml}^{-1}$ . Počet spor rodu *Clostridia* bývá většinou nejvyšší v zimě, kdy se ke krmení používá siláž a materiál pro podestýlku.

Pasterace nebyla plně účinná pro zničení koliformních bakterií, i když došlo k jejich značnému snížení. Pasterace také nebyla účinná pro zničení BMK. Tyto bakterie by mohly způsobit kažení dalších výrobků. Pozitivní je skutečnost, že enterokoky se nevyskytovaly prakticky vůbec, pouze v září, ale tepelným záhřevem došlo k jejich zničení. Podle Němcové et al., (2011) výskyt enterokoků poukazuje na nedostatečné zahřátí suroviny nebo nesprávně provedenou sanitaci výrobního zařízení. Ve fermentovaných potravinách prokazují probiotické vlastnosti a jsou schopné vytvářet bakteriociny.

Enterokoky jsou běžnou součástí mikroflóry syrového mléka. Neexistuje norma, která stanovuje jejich minimální nebo maximální počet. V České republice dosahuje počet enterokoků v kozím mléce cca  $1,7 \cdot 10^4\text{ KTJ.ml}^{-1}$  mléka. Dále se vyskytují v gastrointestinálním traktu lidí a zvířat. Jsou schopny přežít extrémní prostředí jako je 6,5 % NaCl, vysoké teploty nebo pH 9,6. V syrovém mléce se nejčastěji vyskytuje *Enterococcus faecalis* a *Enterococcus faecium* (Hussein, 2012).

Nejhorším sledovaným obdobím z hlediska mikroflóry byl srpen, protože CPM dosahoval po čtyřech týdnech skladování  $25,6 \cdot 10^6\text{ KTJ.ml}^{-1}$  v nepasterované syrovátce (obr. 24) a CPM v pasterované syrovátce byl  $1,1 \cdot 10^3\text{ KTJ.ml}^{-1}$  (obr. 25). Jako

nejúčinnější se pasterace osvědčila v červenci, kdy CPM byl nejnižší za celé sledované období a to  $1,36 \text{ KTJ} \cdot \text{ml}^{-1}$  (obr. 23).



## 6 ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na sledování změn pH, titrační kyselosti, barvy kozí syrovátky v čase a na zjišťování přítomnosti skupin mikroorganismů, které se v kozí syrovátce vyskytovaly. Všechna stanovení navazují na projekt IGA AF č. 10/2014 Zpracování syrovátky do potravin a produktů za pomoci konzervačních metod využívající účinné látky z rostlin, který byl řešen na ÚTP Mendelovy univerzity v Brně. Z něj následně vzešly 3 užité vzory potravin, které by se mohly vyrábět v rámci faremního zpracování syrovátky. Vzorky kozí syrovátky byly získané z farmy dojných a kašmírských koz. Práce byla založena na sledování jakostních parametrů.

Ve všech sledovaných obdobích bylo zjištěno, že mnohem dynamičtější změny v kyselosti vykazuje syrovátka nepasterovaná. Ke zvyšování titrační kyselosti docházelo především od třetího týdne skladování. Naopak hodnoty pH měly tendenci při skladování syrovátky déle jak tři týdny klesat. Kyselou syrovátku, která má pH okolo 4,6 by farmář mohl využít především k výrobě syrovátkových nápojů nebo jogurtů, které mívají výraznější nakyslou chuť. Syrovátku, která vykazovala hodnotu pH 6 – 6,5, by bylo vhodnější použít k výrobě syrovátkových sýrů.

Pro hodnocení jakosti syrovátky byla také použita metoda FT-NIR. Bylo prokázáno, že systém FT-NIR spolu s programem TQ Analyst dokáže detekovat rozdíly mezi syrovátkami na základě době skladování, protože ve všech analýzách došlo k diferenciaci klastrů. Kalibrační modely pro pH ve 2., 3 a 4 měření byly použitelné, protože CCV < 10 %. Pro titrační kyselost metoda FT-NIR není vhodná, protože vykazovala vysoké směrodatné odchylky nebo nízké koeficienty korelace.

Výsledkem měření barvy bylo, že pasterovaná syrovátka prokazovala méně výrazné změny ve světlosti barvy, které by při subjektivním hodnocení barvy nebyly postřehnutelné. Proto se hodnocení barvy v prostoru CIELAB více osvědčilo u pasterované syrovátky.

Poslední část práce je věnována mikroorganismům v kozí syrovátce. V průběhu skladování byly sledovány skupiny koliformních, termorezistentních, psychrotrofních mikroorganismů, BMK, CPM, enterokoky, kvasinky a plísně. Počet psychrotrofních mikroorganismů se oproti prvnímu týdnu skladování zvyšoval. Bylo zjištěno, že došlo i k výskytu kvasinek a plísní, ale protože mikromycety jsou mnohdy také psychrotrofní, pak se v syrovátce mohou objevovat. Pasterací v laboratorních podmínkách, došlo ke

zničení psychrotrofních mikroorganismů, kvasinek a ke snížení počtu termorezistentních mikroorganismů. Počet koliformních mikroorganismů měl tendenci se s delší dobou skladování snižovat, nicméně mikroorganismy byly schopny záhřevu odolávat. Po pasteraci docházelo opět k namnožení BMK. CPM v nepasterované syrovátce ve všech měsících překračoval legislativou stanovený limit 1 500 000 mikroorganismů v kozím mléce. Z tohoto důvodu, by farmář měl získanou syrovátku tepelně ošetřit.

## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALSAED A. K., AHMAD R., ALDOOMY H., EL-QADER S. A., SALEH D., SAKEJHA H. a MUSTAFA L., 2013: Characterization, concentration and utilization of sweet and acid whey. *Pakistan Journal of Nutrition*. 12 (2): 172-177.

AMBROŽOVÁ J., 2004: *Mikrobiologie v technologii vod*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 244 s. ISBN 80-7080-534-X

ARNDT T., 2008: *Riboflavin*. [cit. 2014-12-02]. Dostupné z: <http://www.celostnimediceina.cz/riboflavin.htm>

ATAMER Z., SAMTLEBE M., NEVE H., HELLER J. K. a HINRICHS J., 2013: Review: elimination of bacteriophages in whey and whey products. *Frontiers in Microbiology*. 4: 191.

ATANASOVA J., MONCHEVA P. a IVANOVA I., 2014: Proteolytic and antimicrobial activity of lactic acid bacteria grown in goat milk. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 28 (6): 1073-1078.

BEECHER J. W., DRAKE M. A., LUCK P. J. a FOEGEDING E. A., 2008: Factors regulating astringency of whey protein beverages. *Journal of Dairy Science*. 91 (7): 2553–2560.

BRICZINSKI E. P., ROBERTS R. F., 2002: Production of an exopolysaccharide-containing whey protein concentrate by fermentation of whey. *Journal of Dairy Science*. 85 (12): 3189–3197.

BŘEZKOVÁ V., MATĚJOVÁ H., 2010: *Laktózová intolerance versus laktózová tolerance*. [cit. 2014-12-17]. Dostupné z: <http://www.vyzivaspol.cz/clanky-casopis/laktozova-intolerance-versus-laktozova-tolerance.html%3E>

BUDIG J., MATHAUSER P., 2007: *Technicko – technologické aspekty výroby díla mělněných masných výrobků v minulosti a v současnosti*. [cit. 2015-02-11]. Dostupné z: [www.dera.cz/cz/documents/14](http://www.dera.cz/cz/documents/14)

CAMPBELL R. E., DRAKE M. A., 2013: Cold enzymatic bleaching of fluid whey. *Journal of Dairy Science*. 96 (12): 7404–7413.

CAMPBELL R. E., KANG E. J., BASTIAN E. a DRAKE M. A., 2012: The use of lactoperoxidase for the bleaching of fluid whey. *Journal of Dairy Science*. 95 (6): 2882–2890.

ČERMÁK B., KRÁL V., FRELICH J., BOHÁČOVÁ L., VONDRÁŠKOVÁ B., ŠPIČKA J., SAMKOVÁ E., PODSEDNÍČEK M., WEGLARZ A., MAKULSKA J. a ZAPLETAL P., 2013: Quality of goat pasture in less – favoured areas (LFA) of the Czech Republic and its effect on fatty acid content of goat milk and cheese. *Animal Science Papers and Reports*. 31 (4): 331–345.

ČERNÁ L., ŠKLUBALOVÁ Z., 2014: *Sušení*. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://lat.zshk.cz/vyuka/suseni.aspx>

ČESKÁ MEMBRÁNOVÁ PLATFORMA., 2012: *Tlakové membránové procesy*. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://www.czemp.cz/cs/membranove-procesy/tlakove-membranove-procesy>

DELIKANLI B., OZCAN T., 2014: Effects of various whey proteins on the physicochemical and textural properties of set type nonfat yogurt. *International Journal of Dairy Technology*. 67 (4): 495–503.

DONZ E., BOIRON P. a COURTHAUDON J. L., 2014: Characterization of industrial dried whey emulsions at different stages of spray – drying. *Journal of Food Engineering*. 126: 190–197.

DUTRA M. P., CARDOSO G. P., RAMOS E. M., RAMOS A. de L. S., PINHEIRO A. C. M. a FONTES P. R., 2012: Technological and sensory quality of restructured low-fat cooked ham containing liquid whey. *Ciencia E Agrotecnologia*. 36 (1): 86-92.

DVOŘÁK L., TEPLÁ J. a JŮZL M., 2015: Využití diskriminační analýzy k odlišení syrovátkových sýrů v průběhu skladování pomocí techniky FT-NIR spektroskopie, s. 113-120. In: JŮZL M., KALHOTKA L., DOSTÁLOVÁ Y. a BOGDANOVIČOVÁ S. (eds): *Fulltextový sborník XLI. konference o jakosti potravin a potravinových surovin 4. března 2015*. Mendelova univerzita v Brně, 335 s.

FONSECA C. R., BORDIN K., FERNANDES A. M., RODRIGUES C. E. C., CORASSIN C. H., CRUZ A. G. a OLIVEIRA C. A. F., 2013: Storage of refrigerated raw goat milk affecting the quality of whole milk powder. *Journal of Dairy Science*. 96 (7): 4716-4724.

- FRANKOWSKI K. M., MIRACLE R. E. a DRAKE M. A., 2014: The role of sodium in the salty taste of permeate. *Journal of Dairy Science*. 97 (9): 5356–5370.
- FRANZETTI L., DIOGUARDI L. a SCARPELLINI M., 2013: Goat cheese: microbiological composition and working environment. *Handbook of Cheese in Health: Production, Nutrition and Medical Sciences*. (6): 237–249.
- FUSEK M., KÁŠ J. a RUML T., 2008: *Bioléčiva*. Praha: Vysoká škola chemicko – technologická v Praze, 148 s. ISBN 978-80-7080-678-4.
- GAJDŮŠEK S., 1998: *Mlékařství*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 135 s. ISBN 80-7157-342-6.
- GÄNZLE M. G., HAASE G. a JELEN P., 2008: Lactose: Crystallization, hydrolysis and value – added derivatives. *International Dairy Journal*. 18 (7): 685–694.
- GOKCE R., ASLANALP Y. a HERKEN E. N., 2010: Microbiological quality of karin butter, a traditionally manufactured butter from Turkey. *Food Science & Technology*. 61 (2): 121–125.
- GOMES J. J. L., DUARTE A. M., BATISTA A. S. M., DE FIGUEIREDO R. M. F., DE SOUSA E. P., DE SOUZA E. L. a QUEIROGA R. D. R. D., 2013: Physicochemical and sensory properties of fermented dairy beverages made with goat's milk, cow's milk and a mixture of two milks. *Food Science & Technology*. 54 (1): 18–24.
- HIGDON J., 2004: *Biotin*. [cit. 2014-12-02]. Dostupné z: <http://lpi.oregonstate.edu/infocenter/vitamins/biotin/>
- HOGAN S. A., O'CALLAGHAN D. J., 2013: Moisture sorption and stickiness behaviour of hydrolysed whey protein/lactose powders. *Dairy Science and Technology*. 93 (4-5): 505–21.
- HOVORKA F., 2005: *Technologie chemických látek*. Praha: Vysoká škola chemicko – technologická v Praze, 180 s. ISBN 80-7080-588-9.
- HUSSEIN A. N., 2012: Detection of some virulence factors of *Enterococcus faecalis* isolated from raw milk by Multiplex PCR. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.iasj.net/iasj?func=fulltext&aId=94633>

- HVÍZDALOVÁ I., 2006: *Mléčné bílkoviny v masných výrobcích*. [cit. 2015-02-11]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=147&ch=13&typ=1&val=47357>
- CHRISTENSEN A. D., KÁDÁR Z., OLESKOWICZ – POPIEL P. a THOMSEN M. H., 2010: Production of bioethanol from organic whey using *Kluyveromyces marxianus*. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. 38 (2): 283–289.
- INFORMAČNÍ CENTRUM BEZPEČNOSTI POTRAVIN., 2012: *Syrovátka ve výživě*. [cit. 2014-11-05]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92085.aspx>
- INFORMAČNÍ CENTRUM BEZPEČNOSTI POTRAVIN. *Kozí mléko*. [cit. 2015-02-11]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92054.aspx>
- ISLETEN M., KARAGUL – YUCEER Y., 2006: Effects of dried dairy ingredients on physical and sensory properties of nonfat yogurt. *Journal of Dairy Science*. 89 (8): 2865–2872.
- JANJARASSKUL T., MIN S. C. a KROCHTA J. M., 2011: Storage stability of ascorbic acid incorporated in edible whey protein films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59 (23): 12428-12432.
- JANŠTOVÁ B. a NAVRÁTILOVÁ P., 2014: *Návody do cvičení z technologie a hygieny mléka a mléčných výrobků*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 89 s. ISBN 978-80-7305-715-2.
- JANŠTOVÁ B., VORLOVÁ L., NAVRÁTILOVÁ P., KRÁLOVÁ M., NECIDOVÁ L. a MAŘICOVÁ E., 2012: *Technologie mléka a mléčných výrobků*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 142 s. ISBN 978-80-7305-637-7.
- JELEN P., 2002: Whey processing/Utilization and products. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. 4: 2739–3745.
- JELIČIĆ I., BOŽANIĆ R. a TRATNIK L., 2008: *Whey – based beverages – a new generation of dairy products*. [cit. 2014-10-18]. Dostupné z: [http://www.academia.edu/1087053/Whey\\_based\\_beverages-new\\_generation\\_of\\_dairy\\_products](http://www.academia.edu/1087053/Whey_based_beverages-new_generation_of_dairy_products)
- KALHOTKA L., ŠUSTOVÁ K., KVASNIČKOVÁ B., LUŽOVÁ T. a HAVLÍKOVÁ Š., 2010: Změny mikroflóry syrového kozího mléka v průběhu laktace. *Mlékařské listy*.

- [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: [http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2010/119\\_s.\\_14-17.pdf](http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2010/119_s._14-17.pdf)
- KASAHARA I., CARRASCO V. a AGUILAR L., 2015: Inactivation of *Escherichia coli* in goat milk using pulsed ultraviolet light. *Journal of Food Engineering*. 152: 43-49.
- KHALDI M., BLANPAIN – AVET P., GUÉRIN R., RONSE G., BOUVIER L., ANDRÉ C., BORNAZ S., CROGUENNEC T., JEANTET R. a DELAPLACE G., 2015: Effect of calcium content and flow regime on whey protein fouling and cleaning in a plate heat exchanger. *Journal of Food Engineering*. 147: 68–78.
- KOPÁČEK J., 2014: *Jak poznáme kvalitu? Mléko a mléčné výrobky*. [cit. 2015-02-11]. Dostupné z: <http://ctpp.cz/data/files/Jak%20pozname%20kvalitu%20Mleko%20a%20mlecne%20vyrobky.pdf>
- KOUŘISMKÁ L., KOVÁŘOVÁ E., DRAGONOVÁ H. a BABIČKA L., 2007: Sledování změn kyselosti mléka během výroby kozích sýrů, s. 131-133. In: ŠTĚTINA J., ČURDA L. (eds): *Výsledky přehlídek a sborník přednášek semináře Mléko a sýry, leden 2007*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 277 s.
- KUCHTÍK J., 2008 – 2009: Chov koz v České republice – minulost, současnost, budoucnost. *Chov koz v systému trvale udržitelného zemědělství*. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: [http://www.spolekmoravskykras.cz/create\\_file.php?id=295](http://www.spolekmoravskykras.cz/create_file.php?id=295)
- LAW B. A., 1999: *Technology of cheesemaking*. Scheffield: Scheffield Academic Press, 322 s. ISBN 0-8493-9744-8.
- LEGAROVÁ V., KOUŘIMSKÁ L., 2011: Metody sledování změn obsahu laktózy a dalších analytů během fermentace syrovátky. *Chemické listy*. 105: 869–873.
- LUŽOVÁ T., ŠUSTOVÁ K., 2008: Sortiment výrobků z kozího mléka. *Chov koz v systému trvale udržitelného zemědělství. Brožura* [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: [http://www.spolekmoravskykras.cz/create\\_file.php?id=295](http://www.spolekmoravskykras.cz/create_file.php?id=295)
- MIŠŮN D., ČURDA L. a JELEN P., 2008: Batch and continuous hydrolysis of ovine whey proteins. *Small Ruminant Research*. 79 (1): 51–56.

MORENO – INDIAS I., CASTRO N., MORALES – DELANUEZ A., SANCHEZ – MACIAS D., ASSUNCAO P., CAPOTE J. a ARGUELLO A., 2009: Farm and factory production of goat cheese whey results in distinct chemical composition. *Journal of Dairy Science*. 92 (10): 4792–4796.

MOUROUZIDIS – MOUROUZIS S. A., KARABELAS A. J., 2008: Whey protein fouling of large pore – size ceramic microfiltration membranes at small cross – flow velocity. *Journal of Membrane Science*. 323 (1): 17–27.

MUSTAFA L., ALSAED A. K. a AL – DOMI H., 2014: Drying of sweet whey using drum dryer technique and utilization of the produced powder in French – type bread and butter cookies. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 17 (6): 812–820.

Nářízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu.

NAVRÁTILOVÁ P., KRÁLOVÁ (DRAČKOVÁ) M., JANŠTOVÁ B., PŘIDALOVÁ H., CUPÁKOVÁ Š. a VORLOVÁ L., 2012: *Hygiena a produkce mléka*. Veterinární a farmaceutická fakulta Brno, 129 s. ISBN 978-80-7305-625-4.

NĚMCOVÁ M., KALHOTKA L. a FIŠEROVÁ H., 2011: Metabolická aktivita vybraných mikroorganismů v kravském a kozím mléce. *Mlékařské listy*. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: [http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2011/125\\_s\\_x-xiv.pdf](http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2011/125_s_x-xiv.pdf)

NĚMEČKOVÁ I., SCHMIDTOVÁ M., ROHACKÁ H., ROUBAL P. a DRBOHLAV J., 2011: Metody stanovení a charakterizace termorezistentních mikroorganismů v mléce. *Mlékařské listy*. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: [http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2011/125\\_s\\_i-iv.pdf](http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2011/125_s_i-iv.pdf)

NOVAKOVIC A. M., 2013: Acidity is not a synonym for toxicity. *Program on dairy markets and policy information letter*. [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://dairymarkets.org/PubPod/Pubs/IL13-02.pdf>

OSORIO J., MONJES J., PINTO M., RAMÍREZ C., SIMPSON R. a VEGA O., 2014: Effects of spray drying conditions and the addition of surfactants on the foaming properties of a whey protein concentrate. *Food Science and Technology*. 58 (1): 109–115.



- PAJOR F., TÖZSÉR J., SZENTLÉLEKI A., KOVÁCS A., a PÓTI P., 2011: Vliv vybraných morfologických ukazatelů vemene a struku na počet somatických buněk v kozím mléce. *Farmářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků VIII. (Sborník referátů ze semináře s mezinárodní účastí.* [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: [http://www.mlekarstvi.cz/wp-content/uploads/2013/02/4\\_pdf\\_Sbornik\\_2011\\_Farm\\_vyroba.pdf](http://www.mlekarstvi.cz/wp-content/uploads/2013/02/4_pdf_Sbornik_2011_Farm_vyroba.pdf)
- PARK C. W., BASTIAN E., FARKAS B. a DRAKE M., 2014: The effect of feed solids concentration and inlet temperature on the flavor of spray dried whey protein concentrate. *Journal of Food Science.* 79 (1): 19–24.
- PESCUMA M., HEBERT E. M., MOZZI F. a DE VALDEZ G. F., 2010: Functional fermented whey – based beverages using lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology.* 141 (1–2): 73–81.
- POUSTKA J., 2007: *Gelová permeační chromatografie.* [cit. 2015-01-12]. Dostupné z: <http://web.vscht.cz/~poustkaj/ISM%20GPC%20092007.pdf>
- PULÍČEK J., 2014: *Výroba kozích sýrů.* [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.kozifarmapencin.cz/kozi-syry.html>
- PURNOMO H., MUSLIMIN L. D., 2012: Chemical characteristics of pasteurised goat milk and goat milk kefir prepared using different amount of indonesian kefir grains and incubation times. *International Food Research Journal.* 19 (2): 791–794.
- RANADHEERA S. C., EVANS C. A., ADAMS M. C. a BAINES S. K., 2012: Probiotic viability and physico – chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. *Food Chemistry.* 135 (3): 1411–1418.
- ROBINSON R. K., 2002: The microbiology of milk and milk products. *Dairy Microbiology Handbook.* John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, USA, 765 s. ISBN 978-0-471-38596-7.
- ROZENSKÁ L., HEJTMÁNKOVÁ A., KOLIHOVÁ D. a MIHOLOVÁ D., 2013: Effects of lactation stage, breed and lineage on selenium and iodine contents in goat milk. *Czech Journal of Food Sciences.* 31 (4): 318–322.

- ROZSYPAL R., 2011: *Chov koz a ovcí*. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.eposcr.eu/wp-content/uploads/2011/04/Bioml%C3%A9ko-aktu%C3%A1ln%C3%AD-poznatky.pdf>
- RŮŽIČKOVÁ J., ŠUSTOVÁ K., 2007: Využití NIR spektroskopie při analýze sušeného mléka. *Mléko a sýry*. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: [http://tresen.vscht.cz/tmt/prehličky/2007/souhrn\\_MaS\\_2007.pdf](http://tresen.vscht.cz/tmt/prehličky/2007/souhrn_MaS_2007.pdf)
- SALVATORE E., PES M., FALCHI G., PAGNOZZI D., FURESI S., FIORI M., ROGGIO T., ADDIS M. F. a PIRISI A., 2014: Effect of whey concentration on protein recovery in fresh ovine ricotta cheese. *Journal of Dairy Science*. 97 (8): 4686–4694.
- SEVERA L., BUCAR J., NEDOMOVÁ Š. a ŠUSTOVÁ K., 2010: Rheological profile of raw whey. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 58 (1): 167–174.
- SHUGARMAN A. E., 2000: *Remarkable whey protein*. [cit. 2014-11-15]. Dostupné z: <http://www.nutritionexpress.com/showarticle.aspx?articleid=307>
- SCHWARZ J., GONCHAROVA I., 2013: Využití spektroskopie ECD ke sledování konkurenční vazby léčivo – bilirubin na sérový albumin: role sekundárních vazebných míst. *Chemické listy*. 107: 261–264.
- SILVA F. V. M., GIBBS P. A., NUÑEZ H., ALMONACID S. a SIMPSON R., 2014: Thermal processes/Pasteurization. *Encyclopedia of Food Microbiology*. 577–595.
- SITHOLE R., MCDANIEL M. R. a GODDIK L. M., 2005: Rate of Maillard Browning in Sweet Whey Powder. *Journal of Dairy Science*. 88 (5): 1636–1645.
- SNÁŠELOVÁ J., 2011: Vybrané poznatky v oblasti mikrobiologie syrového kravského mléka v ČR. *Mlékařské listy*. [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: [http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2011/125\\_s.\\_iv-ix.pdf](http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2011/125_s._iv-ix.pdf)
- SNÁŠELOVÁ J., ZIKÁN V. a SRKALOVÁ S., 2010: Aplikace kmenů bakterií mléčného kvašení s tvorbou exopolysacharidů do mléka různých druhů a jejich význam. *Mlékařské listy*. [cit. 2015-04-18]. Dostupné z: [http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2010/122\\_s.\\_xvii-xx.pdf](http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2010/122_s._xvii-xx.pdf)
- SOLIS – OBA M., TENIZA – GARCIA O., ROJAS – LOPEZ M., DELGADO – MACUIL R., DIAZ – REYES J. a RUIZ R., 2011: Application of infrared spectroscopy

to the monitoring of lactose and protein from whey after ultra and nano filtration process. *Journal of the Mexican Chemical Society*. 55 (3): 190–193.

STEPHAN R., SCHUMACHER S., CORTI S., KRAUSE G., DANUSER J. a BEUTIN L., 2008: Prevalence and characteristics of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in swiss raw milk cheeses collected at producer level. *Journal of Dairy Science*. 91 (7): 2561-2565.

SUKOVÁ I., 2003: *Stanovení thiaminu a riboflavinu v různých druzích mléka*. [cit. 2014-11-02]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/service.asp?act=email&val=13600>

SUKOVÁ I., 2006: *Koncentrace syrovátky*. [cit. 2014-11-25]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=42530>

SUKOVÁ I., 2006: *Syrovátka v potravinářství*. [cit. 2014-11-8]. Dostupné z: [http://www.agronavigator.cz/attachments/Sukova\\_Syrovatka.pdf](http://www.agronavigator.cz/attachments/Sukova_Syrovatka.pdf)

SVĚT POTRAVIN., 2011: *Pravda o tucích*. [cit. 2015-02-10]. Dostupné z: <http://www.svet-potravin.cz/clanek.aspx?id=2459>

ŠLESINGER J., 2011: *Zvýšení rentability provozu mlékárny využitím metodiky čistší produkce*. [cit. 2014-12-18]. Dostupné z: <http://www.tretiruka.cz/news/zvyseni-rentability-provozu-mlekarny-vyuzitim-metodiky-cistsi-produkce/>

ŠTENCL J., JANŠTOVÁ B. a DRAČKOVÁ M., 2010: Effects of temperature and water activity on the sorption heat of whey and yogurt powder spray within the temperature range 20 – 40C. *Journal of Food Process Engineering*. 33 (5): 946–961.

ŠUSTOVÁ K., 2008 – 2009: *Kozí mléko a jeho zpracování na sýry. Chov koz v systému trvale udržitelného zemědělství*. [cit. 2015-02-16]. Dostupné z: [http://www.spolekmoravskykras.cz/create\\_file.php?id=295](http://www.spolekmoravskykras.cz/create_file.php?id=295)

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

ŠUSTOVÁ K., SÝKORA V., 2013: *Základní chemické složení mléka*. [cit. 2014-11-21]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/stranka.php?kod=1685](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=1685)

ŠUSTOVÁ K., SÝKORA V., 2014: *Syrovátkové sýry*. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/stranka.php?kod=2059](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=2059)

TANAKA Y., 2015: Chapter six – Electrodialysis. *Progress in Filtration and Separation*. 207–284.

TUNG Y., TANG T., CHEN H., YANG S., CHONG K., CHENG W. a CHEN CH., 2014: Lactoferrin protects against chemical – induced rat liver fibrosis by inhibiting stelele cell activation. *Journal of Dairy Science*. 97 (6): 3281–3291.

TURKER G., KIZILKAYA B. a CEVIK N., 2013: The mineral composition of kefir produced from goat and cow milk. *Journal of Food Agriculture & Enviroment*. 11 (2): 62–65.

VALEŠKA J., 2008: *Je mléko z farmy bezpečné?* [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: [http://biospotrebitel.cz/wp-content/uploads/2012/09/Biospotrebitel\\_2\\_2009.pdf](http://biospotrebitel.cz/wp-content/uploads/2012/09/Biospotrebitel_2_2009.pdf)

VARDHANABHUTI B., KELLY M. A., LUCK P. J., DRAKE M. A. a FOEGEDING E. A., 2010: Roles of charge interactions on astringency of whey proteins at low pH. *Journal of Dairy Science*. 93 (5): 1890-1899.

VOŘÍŠKOVÁ I., 2015: *Jak nám kozi mléko pomáhá.* [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.ekokoza.cz/piju-kozi-mleko>

Vyhláška č. 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje.

WALZEM R. L., 1999: *Health enhancing properties of whey proteins and whey fractions.* [cit. 2014-11-08]. Dostupné z: <http://www.wheyoflife.org/sites/default/files/health-enhancing-properies-of-whey-proteins-and-whey-fractions.pdf>

WHITSON M., MIRACLE R. E., BASTIAN E. a DRAKE M. A., 2011: Effect of liquid retentate storage on flavor of spray – dried whey protein concentrate and isolate. *Journal of Dairy Science*. 94 (8): 3747–3760.

WIT J. N., 2001: *Lecturer's Handbook on whey and whey products.* [cit. 2014-11-15]. Dostupné z: <http://ewpa.euromilk.org/nc/publications.html?cid=305&did=2460&sechash=d3178669>

WRONKOWSKA M., JADACKA M., SORAL – ŚMIETANA M., ZANDER L., DAJNOWIEC F., BANASZCZYK P., JELIŃSKI T. a SZMATOWICZ B., 2015: ACID

whey concentrated by ultrafiltration a tool for modeling bread properties. *Food Science & Technology*. 61 (1): 17–176.

ZMEŠKAL O., ČEPPAN M. a DZIK P., 2002: *Barvené prostory a správa barev*. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z:  
[http://www.fch.vutbr.cz/lectures/imagesci/download/stud06\\_rozn02.pdf](http://www.fch.vutbr.cz/lectures/imagesci/download/stud06_rozn02.pdf)

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ

|  |    |
|--|----|
| Obr. 1 Schematické znázornění mikrofiltrace, ultrafiltrace, nanofiltrace a reverzní osmózy (Česká membránová platforma, 2012)..... | 20 |
| Obr. 2 Válcová sušárna (Černá a Šklubalová, 2014) .....  | 22 |
| Obr. 3 Rozprašovací sušárna (Černá a Šklubalová, 2014) .....   | 23 |
| Obr. 4 Přístrojové vybavení pro stanovení barevného prostoru CIELAB (Foto: Jůzl) ..  | 39 |
| Obr. 5 Vyhodnocení pH v týdnu od 17. 6. 2014.....  | 41 |
| Obr. 6 Vyhodnocení titrační kyselosti v týdnu od 17. 6. 2014 .....   | 42 |
| Obr. 7 Vyhodnocení pH v týdnu od 22. 7. 2014.....  | 42 |
| Obr. 8 Vyhodnocení titrační kyselosti v týdnu od 22. 7. 2014 .....   | 43 |
| Obr. 9 Vyhodnocení pH v týdnu od 26. 8. 2014.....  | 43 |
| Obr. 10 Vyhodnocení titrační kyselosti v týdnu od 26. 8. 2014 .....  | 44 |
| Obr. 11 Vyhodnocení pH v týdnu od 23. 9. 2014.....   | 44 |
| Obr. 12 Vyhodnocení titrační kyselosti v týdnu od 23. 9. 2014 .....  | 45 |
| Obr. 13 Diskriminační kříž rozdílů mezi syrovátkami skladovanými 1 a 2 týdny .....   | 47 |
| Obr. 14 Diskriminační kříž rozdílů mezi syrovátkami skladovanými 1 a 3 týdny .....   | 47 |
| Obr. 15 Diskriminační kříž rozdílů mezi syrovátkami skladovanými 2 a 4 týdny .....   | 47 |
| Obr. 16 Kalibrace pro pH u syrovátky skladované 2 týdny.....   | 49 |
| Obr. 17 Barvený prostor CIELAB.....  | 50 |
| Obr. 18 Vyhodnocení barvy v týdnu od 18. 6. 2014.....  | 51 |
| Obr. 19 Vyhodnocení barvy v týdnu od 23. 7. 2014.....  | 51 |
| Obr. 20 Skupiny mikroorganismů v nepasterované syrovátce v měsíci červnu.....  | 54 |
| Obr. 21 Skupiny mikroorganismů v pasterované syrovátce v měsíci červnu.....  | 55 |
| Obr. 22 Skupiny mikroorganismů v nepasterované syrovátce v měsíci červenci .....   | 56 |
| Obr. 23 Skupiny mikroorganismů v pasterované syrovátce v měsíci červenci .....   | 57 |
| Obr. 24 Skupiny mikroorganismů v nepasterované syrovátce v měsíci srpnu.....   | 58 |
| Obr. 25 Skupiny mikroorganismů v pasterované syrovátce v měsíci srpnu .....  | 59 |
| Obr. 26 Skupiny mikroorganismů v nepasterované syrovátce v měsíci září .....   | 60 |
| Obr. 27 Skupiny mikroorganismů v pasterované syrovátce v měsíci září .....   | 61 |

## 9 SEZNAM TABULEK

|   |    |
|---|----|
| Tab. 1 Složení sladké a kyselé syrovátky v $g.l^{-1}$ (Jelen, 2002) .....                                   | 10 |
| Tab. 2 Obsah minerálních látek v syrovátce (Suková, 2006) .....   | 14 |
| Tab. 3 Obsah thiaminu a riboflavinu v různých druzích mléka (Suková, 2003).....                             | 15 |
| Tab. 4 Porovnání obsahu laktózy v kravském, kozím, ovčím a lidském mléce (Legarová a Kouřimská, 2011).....  | 15 |
| Tab. 5 Stupnice pro stupeň neshody dvou barev (Zmeškal et al., 2002) .....                                  | 30 |
| Tab. 6 Složení jednotlivých druhů mlék v % (Navrátilová et al., 2012) .....                                 | 30 |
| Tab. 7 Průměrné počty mikroorganismů v $KTJ.ml^{-1}$ za celé sledované období (Kalhotka et al., 2010) ..... | 31 |
| Tab. 8 Chov koz (Rozsypal, 2011) .....  | 33 |
| Tab. 9 Rozdělení kozích sýrů (Lužová a Šustová, 2008).....  | 34 |
| Tab. 10 Termíny odběru vzorků .....   | 37 |
| Tab. 11 Kultivační podmínky pro vybrané skupiny mikroorganismů .....  | 40 |
| Tab. 12 Směrodatné odchylky pro pH .....  | 45 |
| Tab. 13 Směrodatné odchylky pro titrační kyselost .....   | 45 |
| Tab. 14 Kalibrační a validační hodnoty modelu pro stanovení pH.....   | 48 |
| Tab. 15 Kalibrační a validační hodnoty pro model stanovení titrační kyselosti .....                         | 48 |
| Tab. 16 Rozdíl barev u nepasterované syrovátky .....  | 52 |
| Tab. 17 Rozdíl barev u pasterované syrovátky .....  | 52 |

## **10 SEZNAM ZKRATEK**

VRBL – agarová živná půda s krystalovou violetí, neutrální červení, žlučovými solemi a laktózou

MRS – diagnostická živná půda

PCA – agar s obsahem glukózy a kvasnicového extraktu

AF – Agronomická fakulta

ÚTP – Ústav Technologie potravin

FT-NIR – Spektroskopie v blízké infračervené oblasti s Fourierovou transformací

UHT – ultravysoké zahřátí mléka (Ultra Heat Temperature)

EP – evropský parlament

ES – rada evropské unie