

Optimalizace výroby nefermentovaných syrovátko- vých nápojů

Radka Brodíková

Bakalářská práce
2019

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Radka Brodíková**
Osobní číslo: **T16729**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Optimalizace výroby nefermentovaných syrovátkových nápojů**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Charakteristika syrovátkových nápojů.
2. Technologie výroby syrovátkových nápojů.
3. Ochucující složky využívané k výrobě syrovátkových nápojů.

II. Praktická část

1. Výroba nefermentovaných syrovátkových nápojů.
2. Optimalizace výroby nefermentovaných syrovátkových nápojů.
3. Senzorická analýza nefermentovaných syrovátkových nápojů během skladování.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] LEGAROVÁ, V., KOUŘIMSKÁ, L. Sensory quality evaluation of whey-based beverages. *Mlékarstvo*. 2010, vol. 60, no. 4, p. 280 – 287, ISSN 0026-704X.

[2] BYLUND, G. *Dairy Processing Handbook*. Lund (Sweden): TetraPakProcessing Systems, 1995. 436 p.

[3] ŠNIRC, J., GOLIAN, J., HERIAN, K., BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., ČANIGOVÁ, M. *Mlieko a mliečne výrobky*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2016. ISBN 978-80-552-1451-1.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zuzana Mišková, Ph.D.**

Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **2. února 2019**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2019**

Ve Zlíně dne 2. února 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Jiří Miček, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno:

Obor:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělčně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíádne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce byla zaměřena na využití syrovátky jako suroviny pro výrobu nefermentovaných syrovátkových nápojů. Teoretická část se zabývala charakteristikou syrovátkových nápojů, technologií jejich výroby a možnostmi ochucení těchto nápojů. V praktické části bylo vyrobeno množství nefermentovaných syrovátkových nápojů různých příchutí. Vybrané nefermentované syrovátkové nápoje byly dále podrobeny chemické (pH, SH a sušina) a sensorické analýze během 21 dní skladování při teplotě 6 ± 2 °C. Z naměřených výsledků vyplývá, že v průběhu skladování nedocházelo k statisticky významným změnám hodnot pH, SH a obsahu sušiny ($P \geq 0,05$). Z hodnocení sensorické analýzy byla určena příchut' 2 % mango s 0,5 % bezu s citronem jako nejvhodnější z hlediska výroby nefermentovaných syrovátkových nápojů i z hlediska požadavků spotřebitele na chuť výrobku.

Klíčová slova: syrovátka, syrovátkové nápoje, technologie, výroba.

ABSTRACT

The bachelor thesis was focused on the use of whey in the food industry as the main material for the production of non - fermented whey drinks. The theoretical part was focused on the characteristics of whey drinks, possibilities of their flavoring and production technology. In the practical part, non - fermented whey beverages of different flavoring were made. Furthermore, chemical and sensory analysis was realized with chosen whey beverages. The pH, SH and dry matter values did not change significantly during 21 days of storage at 6 ± 2 °C. storage. The results show that there was no statistically significant change in pH, SH and dry matter content during storage ($P \geq 0.05$). From the sensory analysis, the flavor of 2 % mango with 0,5 % lemon with lemon was determined to be the most suitable in terms of producing unfermented whey beverages as well as the consumer's taste for the product.

Keywords: whey, whey beverages, technology, production

Mé poděkování patří zejména vedoucí mé bakalářské práce Ing. Zuzaně Míškové, Ph.D., za odborné vedení, dále prof. Ing. Františku Buňkovi, Ph.D. a Ing. et Ing. Ludmile Zálešákové.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 10 |
| I TEORETICKÁ ČÁST | 11 |
| 1 CHARAKTERISTIKA SYROVÁTKOVÝCH NÁPOJŮ | 12 |
| 1.1 SYROVÁTKA | 12 |
| 1.2 ZÍSKÁVÁNÍ SYROVÁTKY | 12 |
| 1.3 SLOŽENÍ SYROVÁTKY | 13 |
| 1.3.1 Bílkoviny | 14 |
| 1.3.2 Vitamíny..... | 15 |
| 1.3.3 Minerální látky a stopové prvky | 16 |
| 1.3.4 Tuk | 16 |
| 1.3.5 Mléčný cukr | 16 |
| 1.3.6 Kyseliny | 16 |
| 1.3.7 Dusíkaté látky nebílkovinné povahy | 16 |
| 1.4 SYROVÁTKOVÉ NÁPOJE | 16 |
| 1.5 DRUHY SYROVÁTKOVÝCH NÁPOJŮ..... | 17 |
| 1.5.1 Nealkoholické syrovátkové nápoje | 17 |
| 1.5.2 Alkoholické syrovátkové nápoje..... | 18 |
| 1.5.3 Sycené syrovátkové nápoje | 19 |
| 2 TECHNOLOGIE VÝROBY SYROVÁTKOVÝCH NÁPOJŮ | 20 |
| 2.1 ÚPRAVA SYROVÁTKY PŘED DALŠÍM ZPRACOVÁNÍM | 20 |
| 2.2 ZUŽITKOVÁNÍ SYROVÁTKY | 21 |
| 2.2.1 Sušená syrovátka | 21 |
| 2.2.2 Kondenzovaná syrovátka | 22 |
| 2.2.3 Modifikované syrovátkové produkty | 22 |
| 2.3 VÝROBA SYROVÁTKOVÝCH NÁPOJŮ..... | 22 |
| 3 OCHUCUJÍCÍ SLOŽKY VYUŽÍVANÉ K VÝROBĚ SYROVÁTKOVÝCH NÁPOJŮ | 25 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | 26 |
| 4 CÍL PRÁCE | 27 |
| 5 METODIKA PRÁCE | 28 |
| 5.1 POPIS EXPERIMENTU | 28 |
| 5.2 VÝROBA VZORKŮ | 28 |
| 5.3 OPTIMALIZACE VÝROBY NEFERMENTOVANÝCH SYROVÁTKOVÝCH NÁPOJŮ..... | 29 |
| 5.4 CHEMICKÁ ANALÝZA | 31 |
| 5.4.1 Aktivní kyselost | 32 |
| 5.4.2 Titrační kyselost | 32 |
| 5.4.3 Stanovení sušiny..... | 32 |
| 5.5 SENZORICKÁ ANALÝZA | 33 |
| 5.6 STATISTICKÁ ANALÝZA | 33 |
| 6 VÝSLEDKY A DISKUZE | 34 |
| 6.1 VÝSLEDKY CHEMICKÉ ANALÝZY | 34 |
| 6.1.1 Výsledky měření pH | 34 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 6.1.2 | Výsledky měření SH | 35 |
| 6.1.3 | Výsledky měření obsahu sušiny | 35 |
| 6.2 | VÝSLEDKY SENZORICKÉ ANALÝZY | 36 |
| 6.2.1 | Vyhodnocení sensorické analýzy syrovátkových nápojů s přídavkem extraktu bílého čaje | 36 |
| 6.2.2 | Vyhodnocení sensorické analýzy syrovátkových nápojů bez přídavku extraktu bílého čaje | 37 |
| ZÁVĚR | | 39 |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | | 40 |
| SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK | | 43 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | | 44 |
| SEZNAM TABULEK | | 45 |
| SEZNAM PŘÍLOH | | 46 |

ÚVOD

Syrovátka vzniká jako odpadní produkt při výrobě sýrů. V dřívějších letech byla využívána hlavně pro krmné účely zvířat. Obsahuje významné množství cenných živin, má příznivý vliv na lidské zdraví a proto se využívá jako surovina pro výrobu funkčních potravinářských doplňků a pro získávání významných nutričních složek, které obsahuje. Jako velmi vhodná možnost pro využití syrovátky se jeví výroba syrovátkových nápojů. Syrovátkovým nápojem se dá nazvat výrobek, který obsahuje více než 51,0 % syrovátky. I přes jejich relativní jednoduchost je nalezení optimální chuti složité. Je totiž potřeba zamaskovat nepříjemnou syrovátkovou chuť, která je slaná a kyselá. Nepříjemnou chuť může vyvolat i přítomnost zbytkových lipidů, zejména pokud byl výrobek zpracovaný za zvýšené teploty. Hlavními problémy u výroby syrovátkových nápojů je udržitelnost syrovátky, krystalizace laktózy během skladování, koagulace syrovátkových nápojů během procesu zahřívání a nízká stabilita při skladování. Cílem práce bylo najít vhodné složení nefermentovaného syrovátkového nápoje, který by vyhovoval požadavkům spotřebitelů. Vybrané syrovátkové nápoje byly skladovány po dobu 21 dní při teplotě 6 ± 2 °C. Během dané doby skladování byla provedena senzorická analýza, bylo měřeno pH, SH syrovátkových nápojů a změna obsahu sušiny.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA SYROVÁTKOVÝCH NÁPOJŮ

1.1 Syrovátka

Dle vyhlášky č. 397/2016 Sb. je syrovátka mléčný výrobek vznikající jako vedlejší produkt při výrobě sýrů, včetně tvarohů a kaseinů. V mléce je jí obsaženo asi 80 – 90 % z celkového objemu mléka. Obsahuje asi 50 % živin původního mléka (laktóza, vitamíny, minerály, rozpustné bílkoviny) [1, 2].

I přes vysokou výživovou hodnotu se velká část syrovátky používá na krmné účely. Důvodem je vysoký obsah vody a nízká cena [3].

1.2 Získávání syrovátky

Syrovátka je vedlejším produktem výroby tvrdých, polotvrdých nebo měkkých sýrů a kaseinů. Chemické složení syrovátky závisí na kvalitě mléka a typu sýra, který byl vyroben [2, 4].

Základním procesem při výrobě sýrů je srážení kaseinů. Kaseiny tvoří zhruba 80 % mléčných proteinů. Zbýlých 20 % je tvořeno syrovátkovými (sérovými) proteiny. Kaseiny lze z mléka vysrážet kyselým srážením, sladkým srážením nebo kombinací obou metod. Po vysrážení kaseinů, které zůstávají v syřenině, zbyde kyselá (pH 4,3 – 4,6) nebo sladká (pH 5,9 – 6,6) syrovátka. Obě tyto syrovátky mají jiné chemické složení [2].

Kyselé srážení

Při kyselém srážení mléka je nutné upravit podmínky tak, aby pH mléka bylo sníženo na hodnotu 4,6. Tato hodnota pH se blíží izoelektrickému bodu kaseinů, kdy klesá velikost záporného elektrického náboje a zmenšuje se hydratační obal micel. Při kyselém srážení dochází k postupnému uvolňování koloidního fosforečnanu vápenatého z kaseinových micel a začíná destabilizace micel. Shlukováním v izoelektrickém bodě dojde k vytvoření sítě gelu. Podmínkou k vytvoření gelu je dostatečně vysoká teplota, která by neměla klesnout pod 6 °C. Pod touto hodnotou se gel netvoří. K úpravě pH mléka se používá kyselina mléčná, chlorovodíková, octová nebo citronová. Kyselého srážení bývá využíváno při výrobě např. tvarohu a průmyslového tvarohu, který je dále používán jako výchozí surovina olomouckých tvarůžků [3, 5, 6].

Sladké srážení

Sladké srážení, nebo též enzymatické, je založeno na enzymovém štěpení specifické peptidové vazby κ -kaseinu. κ -kasein je na povrchu kaseinových micel a chrání ostatní kaseinové frakce, které jsou citlivé na srážení vápenatými ionty. Aby došlo ke štěpení κ -kaseinu, musí na něj působit syřidlo, jehož aktivní složkou je enzym chymozin (EC 3.4.23.4). Dojde k rozštěpení peptidové vazby kaseinu mezi 105. a 106. aminokyselinou (Phe a Met) v κ -kaseinu, kdy vznikne hydrofilní (κ -kaseinmakropeptid) a hydrofobní (para- κ -kasein) zbytek. Enzymatické srážení probíhá ve třech fázích, kdy v primární fázi působí na κ -kasein syřidlo, v sekundární (neboli koagulační) fázi dochází k tvorbě gelu a současně k synerezi (smršťování sýřeniny a uvolnění syrovátky) a při terciální fázi má syřidlo proteolytické účinky. Syřidla, která jsou využívána pro sladké srážení, musí být schopna koagulovat mléko a zároveň vykazovat malou proteolytickou aktivitu. Klasické syřidlo bývá získáváno z extraktu telecích žaludků, ale používají se i enzymové preparáty s obdobným působením živočišného, rostlinného nebo mikrobiálního původu. Z živočišných syřidel se používá pepsinové syřidlo, které bývá využíváno ve směsi s chymozinovým syřidlem, z rostlinných bývají využívány enzymy obsaženy např. v ostropestřci mariánském a z mikrobiálních syřidel se používají preparáty z plísní *Cryphonectria parasitica* a *Rhizomucor miehei* [3, 5, 6].

1.3 Složení syrovátky

Tabulka č. 1: Složení syrovátky podle Zimáka [7].

| Složka (%) | Sladká syrovátka | Kyselá syrovátka |
|--|------------------|------------------|
| Voda | 93 - 94 | 94 - 95 |
| Sušina | 6 - 7 | 5 - 6 |
| Tuk | stopy až 0,8 | stopy |
| Dusíkaté látky celkem | 0,8 - 1,0 | 0,8 - 1,0 |
| Z toho α -laktalbumin a β -laktoglobulin | 0,55 - 0,6 | 0,45 - 0,55 |
| Laktóza | 4,5 - 5,0 | 3,8 - 4,2 |
| Kyselina mléčná | stopy | až 0,8 |
| Kyselina citrónová | 0,1 | 0,1 |
| Popeloviny | 0,5 - 0,7 | 0,7 - 0,8 |
| pH | 6,45 | okolo 5,0 |
| Titrační kyselost SH | asi 4 | 20 - 25 |
| Hustota při teplota 20°C (kg.m ⁻³) | 1 023 - 1025 | |

Sušina syrovátky se pohybuje kolem 6 %, což představuje asi polovinu původní sušiny mléka. Další sušinu tvoří látky nebílkovinné povahy (asi 11 %), minerální látky, tuk (asi 1 %), vitamíny a kyseliny [7, 8].

1.3.1 Bílkoviny

Jednou z nejdůležitějších složek syrovátky jsou sérové (syrovátkové) bílkoviny. V syrovátce se často může objevit kasein ve formě sýrašského prachu. Jeho množství je závislé na způsobu zpracování sýřeniny. Syrovátkové bílkoviny obsahují vysoké množství esenciálních aminokyselin a větvených aminokyselin. Obsahují také dostatek sirných aminokyselin (nejvíce cysteinu) v porovnání s jinými bílkovinami. Z těch se tvoří glutation a další sloučeniny s antikarcinogenními vlastnostmi. Ze všech mléčných bílkovin představují syrovátkové bílkoviny asi 20% podíl. Tvoří je zejména α -laktalbumin, β -laktoglobulin, laktoferin, imunoglobuliny a další [7, 8].

α -laktalbumin má dobré fyzikální funkční vlastnosti, protože zlepšuje tepelně indukovaný gel tvořený β -laktoglobulinem. Hlavním úkolem α -laktalbuminu je syntéza laktózy v mléčné žláze, která usnadňuje produkci mléka a je využívána jako zdroj energie u novorozenců. Rovněž se uvádí, že α -laktalbumin má antikarcinogenní aktivitu. Molekulová hmotnost α -laktalbuminu je 14,2 kDa a je složen ze 123 aminokyselin. Mezi pH 5,4 a 9,0 je jeho globulární struktura stabilizována čtyřmi disulfidickými vazbami [9].

β -laktoglobulin, hlavní syrovátkový protein v mléce, představuje asi 50 % syrovátkových proteinů. Je to globulární bílkovina s dvěma vodíkovými můstky a volnou thiolovou skupinou. Molekulová hmotnost se pohybuje kolem 18,3 kDa a je složen ze 162 aminokyselin [10].

Laktoferin je glykoprotein, který váže železo. Nachází se ve většině biologických tekutin a je hlavní součástí imunitního systému savců. Jeho ochranné účinky se pohybují od přímých antimikrobiálních účinků proti velké skupině mikroorganismů, včetně bakterií, virů, hub a parazitů, protizánětlivým a protinádorovým aktivitám [11].

Imunoglobuliny jsou globulární vysokomolekulární glykoproteiny, které obsahují pasivní ochranné protilátky, které se nachází v mléce kojících matek a zajišťují tak přenos imunity z matky na dítě [12].

Získávání syrovátkových bílkovin

Jednou z nejčastějších operací při získávání syrovátkových bílkovin je ultrafiltrace. Při tomto použití zůstávají syrovátkové bílkoviny v přirozeném stavu a obsahují všechny esenciální aminokyseliny. Jejich nutriční hodnota představuje 95 - 97 % nutriční hodnoty vaječné bílkoviny.

Další metodou je separace pomocí demineralizace nebo gelové filtrace. Zahuštěná syrovátka se filtruje přes přírodní dextrany nebo syntetické polymery [7].

1.3.2 Vitamíny

Z mléka přechází do syrovátky většina ve vodě rozpustných vitamínů a jen malé množství vitamínů rozpustných v tucích. Jedná se především o vitamíny skupiny B, poté vitamín C a vitamín A. Vyšší obsah vitamínu B2, neboli riboflavinu, způsobuje zelenožluté zbarvení syrovátky [7, 8].

Tabulka č. 2: Vitamínové složení sušené syrovátky podle Sukové [8].

| Vitamín | Sladká syrovátka | | Kyselé syrovátka | |
|---------------------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
| | Střední hodnota | Rozmezí | Střední hodnota | Rozmezí |
| Vitamín A (mg/100 g) | 136 | 69 - 240 | 107 | 47 - 165 |
| Vitamín C (mg/100 g) | 1,41 | 0 - 9,08 | 0,33 | 0 - 0,99 |
| Vitamín B6 (mg/100 g) | 0,59 | 0,36 - 0,77 | 0,62 | 0,46 - 0,96 |
| Vitamín B12 (µg/100 g) | 2,4 | 0,9 - 3,7 | 2,5 | 1,5 - 3,7 |
| Vitamín E (µg/100 g) | 63 | 14 - 249 | 71 | 19 - 169 |
| Vitamín B1 (mg/100 g) | 0,51 | 0,38 - 0,59 | 0,49 | 0,35 - 0,58 |
| Vitamín B2 (mg/100 g) | 2,14 | 1,70 - 2,92 | 1,85 | 1,57 - 2,35 |
| Vitamín B5 (mg/100 g) | 11,5 | 8,2 - 15,0 | 11,4 | 7,0 - 14,2 |
| Vitamín B7 (µg/100 g) | 43,0 | 8,2 - 15,0 | 11,4 | 7,0 - 14,2 |
| Vitamín B3 (mg/100 g) | 1,30 | 0,76 - 2,03 | 1,16 | 0,61 - 2,51 |
| Vitamín B9 (µg/100 g) | 11,6 | 4,2 - 30,0 | 33,2 | 14,6 - 59,4 |
| Vitamín B8 (mg/100 g) | 104 | 62 - 173 | 101 | 60 - 171 |

1.3.3 Minerální látky a stopové prvky

V mléce a syrovátce se nachází více než 20 základních minerálních látek. Mezi nejdůležitější patří vápník, draslík, fosfor, chlór a sodík. Pověštinou se nacházejí ve formě solí [13].

Během výroby sýrů přejde z mléka do syrovátky okolo 40 % vápníku a 43 % fosforu [7].

1.3.4 Tuk

Tuk je v syrovátce přítomen pouze v malém množství, nebo se zde nevyskytuje vůbec [8].

1.3.5 Mléčný cukr

Laktóza je disacharid složený z D-glukózy a D-galaktózy navzájem spojených $\beta(1\rightarrow4)$ glykosidickou vazbou. V sušině syrovátky se vyskytuje v množství kolem 70 %. Je vhodným substrátem pro rozvoj řady bakterií. Jednou z nejdůležitějších funkcí laktózy je její využití jako fermentačního substrátu. Bakterie mléčného kvašení produkují z laktózy kyselinu mléčnou, což je počátek mnoha fermentovaných mléčných výrobků. Laktóza je redukující cukr, který reaguje s aminoskupinami bílkovin za vzniku hnědých produktů během tepelného ošetření [8, 14].

1.3.6 Kyseliny

V syrovátce se nachází značné množství kyselin, jako je kyselina mléčná, propionová, mravenčí a octová. Nejvyšší množství kyselin je v syrovátce po výrobě sýrů kyselým srážením, jejich složení závisí na aktivitě a složení mikroflóry [8].

1.3.7 Dusíkaté látky nebílkovinné povahy

Z mléka přechází do syrovátky i nebílkovinné dusíkaté látky (především puriny). V mléce představují 5 – 7 % veškerého dusíku. Jde o minimální příměsi močoviny, guaninu, xantinu, keratinu a kreatininu, amoniaku a jiných [8].

1.4 Syrovátkové nápoje

Mlékárenský průmysl produkuje velké množství výrobků, avšak je potřeba tyto produkty dále vyvíjet a zlepšovat, aby se dosáhlo lepších zdravotních a výživových vlastností. Mezi skupinu produktů mlékárenského průmyslu můžeme zařadit i syrovátkové nápoje. Výroba syrovátkových nápojů začala v 70. letech minulého století. Dosud jich byla vyrobena velká škála [15].

Dle vyhlášky č. 397/2016 Sb. lze syrovátkové nápoje řadit mezi mléčné výrobky ostatní. Syrovátkovým nápojem se nazývá výrobek, který obsahuje více než 51,0 % syrovátky. Tyto nápoje se mohou vyrábět z nativní sladké nebo kyselé syrovátky, z nativní syrovátky ředěné vodou, z deproteinované syrovátky nebo ze sušené syrovátky [1, 15, 16].

Pozornost při výrobě by měla být věnována vývoji validovaného, opakovatelného a definovaného postupu pro každou přípravu nápoje. To zahrnuje dávkování, míchání, přidávání přísad a termické procesy, jako jsou pasterace a sterilace. Všechny výrobní postupy by měly být monitorovány a kontrolovány. Výrobce by měl být při výrobě opatrný, aby nedošlo ke zbytečnému zabudování vzduchu do výrobku. Tvorba nadměrné pěny může vést k vločkování nápoje nebo se může vyskytnout problém se synerezí a oddělováním částic [17].

I přes relativní jednoduchost výroby syrovátkových nápojů je nalezení optimální chuti složité. Je potřeba zamaskovat nepříjemnou syrovátkovou chuť, která je slaná a kyselá. Navíc přítomnost zbytkových lipidů, zejména pokud byl výrobek zpracovaný za zvýšené teploty, může nepříjemnou chuť vyvolat. Dalšími problémy při výrobě syrovátkových nápojů je udržitelnost syrovátky, krystalizace laktózy během skladování, koagulace syrovátkových nápojů během procesu zahřívání a nízká stabilita při skladování [18].

Syrovátkové nápoje jsou vhodné pro širokou škálu spotřebitelů - od dětí až po nejstarší. Mají velmi vysokou nutriční hodnotu a dobré terapeutické vlastnosti. Vzhledem k přítomnosti laktoferinu je možné syrovátkové nápoje použít jako funkční potravinu. Mezi zdravotní benefity patří ochrana slizniční stěny střev a zlepšení vstřebávání železa z potravin. Laktoferin také napomáhá ke vstřebávání vápníku, což je důležité zejména u starší části populace, která může trpět osteoporózou [15, 16].

Syrovátkové nápoje mohou využívat i sportovci. Tyto nápoje mají většinou izotonický charakter a pomáhají sportovcům při rychlé absorpci tekutin, mohou dodávat potřebné sacharidy pro zvýšení sportovního výkonu a podporovat fyziologické reakce. Také jsou vhodné po cvičení pro rychlé zotavení a rehydrataci [19].

1.5 Druhy syrovátkových nápojů

1.5.1 Nealkoholické syrovátkové nápoje

Nealkoholické syrovátkové nápoje zahrnují dietetické nápoje, nápoje s hydrolyzovanou laktózou, mléčné nápoje a práškové nápoje. Tyto nápoje mohou být ochuceny různými příchuťmi a přísadami, jako jsou ovocné šťávy a koncentráty nebo rostlinné produkty. Přidání

bobulového ovoce, které je známé jako dobrý zdroj železa a antioxidantů, se ukázalo jako velmi užitečné při výrobě syrovátkových nápojů se zvýšenou nutriční hodnotou. Přidáním obilovin, a to zejména otrub, vznikne nápoj obohacený o vlákninu a esenciální mastné kyseliny, který má vhodné dietetické vlastnosti. Jako nejvhodnější byly vyhodnoceny rýžové otruby, které mají příznivý podíl rozpustné a nerozpustné vlákniny a během skladování dochází k minimální tvorbě sedimentu. Nápoje s rýžovými otrubami jsou také vhodné pro širokou populaci, neboť neobsahují bílkoviny způsobující alergie [15].

Zajímavým využitím syrovátky jsou také fermentované syrovátkové nápoje. Výběrem vhodné kultury lze získat nápoj s vysokým obsahem živin a s přijatelnými smyslovými vlastnostmi. Nejlepší volbou pro výrobu fermentovaných syrovátkových nápojů jsou probiotické bakterie, které tak zvýší její výživovou hodnotu, dodají výrobkům jedinečnou chuť a mají také výrazný pozitivní účinek na střevní mikroflóru. Mikrobiální kultury, které bývají používány u fermentovaných syrovátkových nápojů, jsou *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* a *Lactobacillus casei*. Pro lepší růst bakterií se do syrovátky přidává inulin. Přídavek inulinu má zanedbatelný vliv na pH a SH výrobků [4, 18].

1.5.2 Alkoholické syrovátkové nápoje

Syrovátka dále slouží jako vhodná surovina pro výrobu alkoholických nápojů, jelikož obsahuje velké množství laktózy. Alkoholické syrovátkové nápoje obsahují asi 1,5 % alkoholu [15].

Vzhledem k téměř úplnému prokvašení a odbourání laktózy byla shledána kyselá syrovátka jako vhodnější médium pro fermentaci při výrobě alkoholických syrovátkových nápojů. Tvorba alkoholu je přímo úměrná stupni prokvašení. Jako nevhodné se ukázaly kvasinky *Kluyveromyces marxianus*, protože po fermentaci zanechávaly ve výrobcích nepříjemné aroma. Naopak kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* byly určeny jako vhodné pro výrobu alkoholických syrovátkových nápojů. Nápoje s těmito kvasinkami měly harmonickou chuť a vůni sladiny. Delším skladováním se u fermentovaných syrovátkových nápojů dostává do popředí slaná chuť syrovátky. Vytvořený oxid uhličitý slouží navíc jako ochranná atmosféra, čímž nedochází k rozvoji mikroorganismů [20].

Ze syrovátky lze vyrábět i pivo. Piva, která byla vyrobena ze syrovátky:

- a) alkoholické syrovátkové pivo
- b) sladové syrovátkové pivo

c) syrovátkové sladové pivo

d) pivo ze syrovátkových živin

Syrovátkové pivo lze vyrábět s přidavkem sladu nebo bez něj; může být obohacen o minerály nebo může obsahovat škrobové hydrolyzáty a vitamíny. Problémem může být ztráta pивní pěny kvůli přítomnosti mléčného tuku, nežádoucí zápach a chuť kvůli nízké rozpustnosti syrovátkových proteinů a neschopnosti pivních kvasinek fermentovat laktózu [14, 18]. Zájem vzbuzuje také výroba vína ze syrovátky. Syrovátkové víno obsahuje poměrně nízké množství alkoholu (10 – 11 %) a je většinou ochucené ovocnými aromaty. Produkce syrovátkového vína zahrnuje čištění, deproteinizaci, hydrolýzu laktózy pomocí β – galaktosidázy, dekantaci a chlazení, přidání kvasinek a poté fermentaci, dekantaci, zrání, filtraci a plnění do lahví [15, 18].

1.5.3 Sycené syrovátkové nápoje

Při výrobě sycených syrovátkových nápojů bývá využívána jak kravská, tak i kozí a ovčí syrovátka. Sycené syrovátkové nápoje se vyrábí zejména k zastření nepříjemné syrovátkové chuti a vařivé příchuti, která byla způsobena tepelným záhřevem [19, 20].

Karbonace syrovátkových nápojů oxidem uhličitým zvyšuje jejich lahodnost. Výroba těchto nápojů není náročná ani na technické vybavení. Nejkritičtější krokem při výrobě je sycení hotových nápojů oxidem uhličitým. Tento krok je obtížný z důvodu obsahu vysoce pěnotvorných syrovátkových bílkovin [19, 20, 21].

Ke zvýšení zdravotních benefitů těchto nápojů se mohou přidávat látky prebiotického charakteru, jako je například inulin [20].

2 TECHNOLOGIE VÝROBY SYROVÁTKOVÝCH NÁPOJŮ

2.1 Úprava syrovátky před dalším zpracováním

Potravinářský průmysl využívá syrovátku a její výrobky v pečivu, nápojích, mražených krémech, konzervách, v sýrových produktech a dalších. Můžeme zde zařadit i syrovátkový sýr Ricottu.

Syrovátka se skladuje při teplotě do 5 °C. Před tím, než se syrovátka zpracuje, provede se její očištění od zbytků sraženiny (sýrařského prachu), bílkovin a tuku, které by mohly působit problémy při dalších úpravách, jako je poškozování tepelných výměníků nebo ucpávání membrán filtrů. Čištění probíhá kombinací usazování, scezování a odstředování nebo se používá jen samostatné odstředování. Tato operace je závislá na velikosti a množství pevných částic.

Všechna syrovátka pro lidskou spotřebu musí být pasterována, aby byla zachována její chemická a mikrobiologická jakost. Pasterace probíhá při teplotě 72 – 78 °C po dobu 15 s. Jiná varianta pasteračních postupů se pohybuje v rozmezí teplot 62 – 95 °C. Při pasteraci dojde ke snížení počtu mikroorganismů a je inaktivována fosfatáza a chymozin.

Takto upravená syrovátka se dále demineralizuje od minerálních látek pomocí reverzní osmózy, gelové filtrace, elektrodialýzy nebo pomocí iontoměničů. Dojde ke snížení hygroskopicity a plasticity syrovátky [3, 8].

Reverzní osmóza (hyperfiltrace) patří mezi membránové separační procesy, kdy dochází k dělení na úrovni molekulových hmotností. Tato operace se využívá k předběžné koncentraci všech mléčných složek. Při hyperfiltraci se oddělí složky o velikosti 10^{-8} až 10^{-10} m. Vzhledem k malé velikosti pórů se k oddělení vody používá tlak 30 – 40 bar a teploty 25 – 33 °C. Látky s nižší molekulovou hmotností procházejí membránou jako tzv. ultrafiltrát neboli permeát, látky s vyšší molekulovou hmotností proudí podél membrány ve formě koncentrátu (retentátu). Při reverzní osmóze se dosahuje sušiny 20 – 25 %, avšak tato hodnota je limitována viskozitou retentátu.

Během **gelové filtrace** je možné oddělit od sebe frakce syrovátky o různé velikosti. Principem této metody je, že nabobtnané částice gelu jsou naplněny v koloně s mikroporézním dnem. Přes tyto nabobtnané částice prochází částice roztoku s větší molekulou. Menší částice pronikají do struktury gelu, ze kterého se později uvolní.

Pomocí **elektrodialýzy** lze syrovátku demineralizovat. Zařízení určené k elektrodialýze se skládá z iontově selektivních membrán, které mají střídavé propustnosti (střídá se anexová a katexová membrána). Ve vzniklých dvou prostorech dochází ke zředování solí a v druhém prostoru se tyto soli koncentrují.

Iontoměničová chromatografie umožňuje dělit nízkomolekulární a vysokomolekulární látky. Ionex tvoří stacionární fázi, na který se navážou ionty opačného náboje oddělované látky. Složky dělené směsi se uvolní za použití promývací fáze [3, 8].

2.2 Zužitkování syrovátky

Syrovátka je zpracovávána tak, aby poskytovala širokou škálu produktů, kam můžeme řadit kondenzovanou syrovátku, sušenou syrovátku a modifikované syrovátkové produkty. Každý z těchto produktů má jedinečné funkční vlastnosti, jako je šlehání, viskozita nebo vysoká rozpustnost.

Značná část syrovátky se stále využívá jako krmivo, a to jak sušená a zahuštěná, tak i tekutá. Tato syrovátka má omezené využití do nápojů, cukrovinek, pečiva nebo do tavených sýrů. Lepší využití mají produkty demineralizované a produkty, ve kterých jsou koncentrované nebo izolované některé složky syrovátky. Neupravená syrovátka může být využita jako fermentační medium pro výrobu kyseliny mléčné, biomasy a etanolu.

Syrovátkové bílkoviny patří mezi nejcennější složky syrovátky. Sraženina získaná teplenou denaturací jich obsahuje podstatné množství a toho se využívá u výroby syrovátkových sýrů (Ricotta, Zieger). Ultrafiltrací se získávají koncentráty bílkovin, které se využívají ve výživě sportovců, v kojenecké výživě a v dietních potravinách [22].

Syrovátka se průmyslově zpracovává třemi způsoby:

- sušení a zahušťování
- získání jednotlivých složek syrovátky (např. sérové bílkoviny, laktóza, tuk)
- oddělování solí ze syrovátky (např. pomocí elektrodialýzy) [7]

2.2.1 Sušená syrovátka

K efektivnímu způsobu konzervace syrovátky patří její sušení a zahušťování. Při sušení se dosáhne redukce jejího objemu a hmotnosti. Tyto výrobky jsou snadno obnovitelné a změna

vlastností původní suroviny je velmi malá. Též jsou sníženy nároky na transport a skladování. Těchto výhod se využívá v potravinářském průmyslu a v oblastech s nízkou produkcí mléka.

Sušená syrovátka obsahuje asi 5 % své původní vlhkosti. Obsahuje však všechny složky ve stejném poměru jako kapalná syrovátka. Takto upravená syrovátka se může uchovávat téměř bez časového omezení a nedochází u ní k větším ztrátám výživových vlastností.

Průběh sušení výrazně ovlivňuje vysoký obsah laktózy v syrovátce (asi 70 % v sušině) a případně obsah kyseliny mléčné. Při rychlém sušení vzniká bezvodá amorfni laktóza a spolu s kyselinou mléčnou způsobují lepení teplého prášku na stěny zařízení. K zabránění lepivosti a k lehčímu sušení je potřeba laktózu nejprve zkrystalizovat. Krystalizací laktózy v zahuštěné syrovátce lze snížit podíl bezvodé amorfni laktózy. Takto upravená zkrystalizovaná laktóza nezpůsobuje problémy při dalším sušení rozprašováním a lze takto dosáhnout sušiny až 60 %. Sušená syrovátka při skladování tvrdne a je silně hygroskopická [3, 22].

2.2.2 Kondenzovaná syrovátka

Kondenzovaná syrovátka je potravina, která vzniká odpařením části vlhkosti. Kondenzovaná syrovátka může být přidávána přímo k sýrovým produktům nebo do kandytových hmot [23].

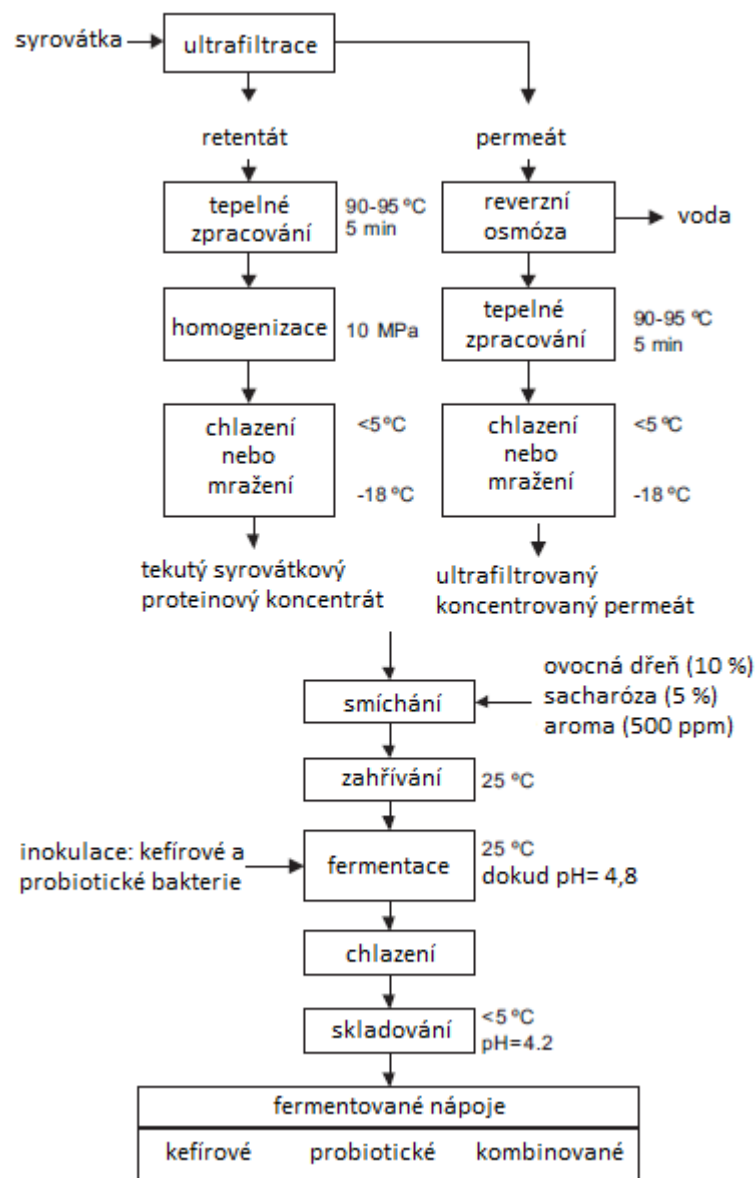
2.2.3 Modifikované syrovátkové produkty

Modifikované syrovátkové produkty lze získat různými postupy, ať už reverzní osmózou nebo ultrafiltrací. Mezi modifikované syrovátkové produkty můžeme zařadit výrobky s částečně delaktózovanou syrovátkou, částečně demineralizovanou syrovátkou a syrovátkou demineralizovanou nebo koncentráty syrovátkových proteinů. Koncentráty syrovátkových proteinů mohou být přidávány jako emulgátory do šlehaných krémů, do masa a pečiva pro strukturu a texturu [23].

2.3 Výroba syrovátkových nápojů

Syrovátkové nápoje se vyrábí ze syrovátky, která byla upravena pomocí ultrafiltrace. Takto upravená syrovátka je dále tepelně ošetřena (při teplotě 90 – 95°C po dobu 5 minut), aby došlo k denaturaci syrovátkových proteinů a zároveň k pasteraci syrovátky. Syrovátku je také potřeba homogenizovat, aby se dosáhlo průměrné velikosti částic syrovátkových proteinů k zabránění zrnitosti a zvýšení jemnosti koncentrátu. Do takto upravené a ošetřené syrovátky jsou poté přidávány příměsi a suroviny, jako ovocná šťáva, sacharóza nebo aroma.

Následně je tato směs zahřívána na požadovanou teplotu. Při výrobě nefermentovaných nápojů je tato teplota kolem 72 °C. Při výrobě fermentovaných nápojů je tato teplota okolo 25 °C, kdy je daná syrovátková směs inokulována mikroorganismy a poté ponechána fermentačním procesům. Hotové syrovátkové nápoje, ať už fermentované či nefermentované se chladí, poté jsou baleny a skladovány [15]. Výrobní schéma fermentovaných syrovátkových nápojů je znázorněno na obrázku č. 1.



Obrázek č. 1: Výrobní diagram fermentovaných syrovátkových nápojů. Upraveno dle Pereira *et al.* [24]

Syrovátka je vhodným médiem pro růst mikroorganismů díky vysokému obsahu vody, což může způsobit potíže při výrobě syrovátkových nápojů. Nejčastěji bývají syrovátkové nápoje tepelně ošetřeny kombinací teploty 72 °C a času 15 – 20 sekund. Problém však mohou způsobit syrovátkové bílkoviny, které denaturují již při 60 °C. Ani použití UHT není vhodnou úpravou syrovátky, neboť dochází k vysrážení syrovátkových proteinů během skladování. Cílem je proto nahradit tepelné ošetření syrovátky membránovými procesy, jako je filtrace nebo ultrazvuk. Pomocí ultrazvuku lze zvýšit rozpustnost syrovátkových proteinů, čímž by se snížilo množství sraženiny během skladování [15].

Existují i koncentrované ovocné nápoje na bázi syrovátky. Účelem rozvoje těchto nápojů je dodání produktu v co nejvýhodnější formě, což znamená zlepšit obsah bílkovin a také minimalizovat náklady na balení a přepravu. Zmíněné nápoje se připravují zahuštěním syrovátky v podtlakových nádobách nebo ve výparnicích, poté se přidá ovocná šťáva, cukr, popřípadě další přísady, a následně se vše tepelně ošetří a zabalí.

Syrovátkové bílkoviny přinášejí některé technologické výhody pro syrovátkové nápoje, do kterých se přidávají:

- jsou rozpustné v širokém rozmezí pH (pH 3 - 8), včetně jejich izoelektrického bodu
- mají neurčitou chuť, takže jejich začlenění nevyvolává pocit slanosti a „sýrovosti“
- jsou nosiči aromatických sloučenin a tím pomáhají při plném rozvoji chuti
- mají výbornou pufrační kapacitu, což je výhodné u probiotických nápojů, kde pomáhají při přežití „živých“ bakterií v žaludku
- přidavkem se zvyšuje viskozita nápoje a zlepšuje se „pocit v ústech“

Bylo provedeno několik pokusů o přidání syrovátkových bílkovin do nápojů. Jejich snahou byla výroba nápojů s nezměněnými či se zlepšenými senzoryckými vlastnostmi, zvýšení jejich výživových vlastností nebo prodloužení doby trvanlivosti [25].

3 OCHUCUJÍCÍ SLOŽKY VYUŽÍVANÉ K VÝROBĚ SYROVÁTKOVÝCH NÁPOJŮ

Nealkoholické syrovátkové nápoje tvoří širokou škálu produktů, které jsou vyráběny smícháním nativní sladké, zředěné nebo kyselé syrovátky s různými přísadami. Přísadou do syrovátkových nápojů může být tropické ovoce (ale i jiné druhy ovoce, jahody nebo brusinky), plodiny a jejich produkty (zejména otruby), izoláty rostlinných bílkovin, CO₂, čokoláda, kakao, vanilkové výtažky a další aromatizující látky. Nejčastěji však bývají syrovátkové nápoje ochucovány ovocnými složkami [15, 26].

Hlavním problémem při přidávání ovoce do syrovátkových nápojů je tvorba sedliny, která vzniká díky vysokému obsahu sušiny v ovoci. Když však není přídavek ovoce do nápoje dostatečně vysoký, výrobek nemá dostatečné smyslové vlastnosti, jako chuť, barvu a vůni [15].

Nápoje vhodné k servírování mohou být tedy připraveny smícháním vhodné ovocné šťávy spolu s minimálně upravenou syrovátkou a dalšími vedlejšími přísadami, jako je například sacharóza. Syrovátková příchut' je nejlépe kombinovatelná s citrusy. Dalšími vhodnými příchutěmi k ochucení syrovátkových nápojů bývají ananas nebo mango, dále broskev, jablko, hruška, pomeranč [18].

Někteří autoři navrhují také přídavek ochucujících složek, jako je sacharóza, med, kyselina citrónová, hydrolyzáty laktózy a další látky pro úpravu chuti a vůně. Kvalita těchto směsí záleží buď na obsahu sacharózy, nebo na obsahu sušiny ovoce [15, 26].

Hodnota pH syrovátkového nápoje by měla být kompatibilní s použitou ovocnou šťávou. pH v rozmezí 3,6 – 3,8 vede k maximalizování chuti citrusových plodů. Ošetření nápojů pomocí UHT ohřevu, zejména při používání systémů s přímým vstřikováním páry, vede ke snížení jeho chuti, protože zahřívání mléka způsobuje tvorbu těkavých sloučenin z mléčných proteinů, sacharidů a lipidů, stejně jako z některých dalších sloučenin [18, 27].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo nalézt vhodné složení nefermentovaného syrovátkového nápoje, který by vyhovoval požadavkům spotřebitelů i výrobců.

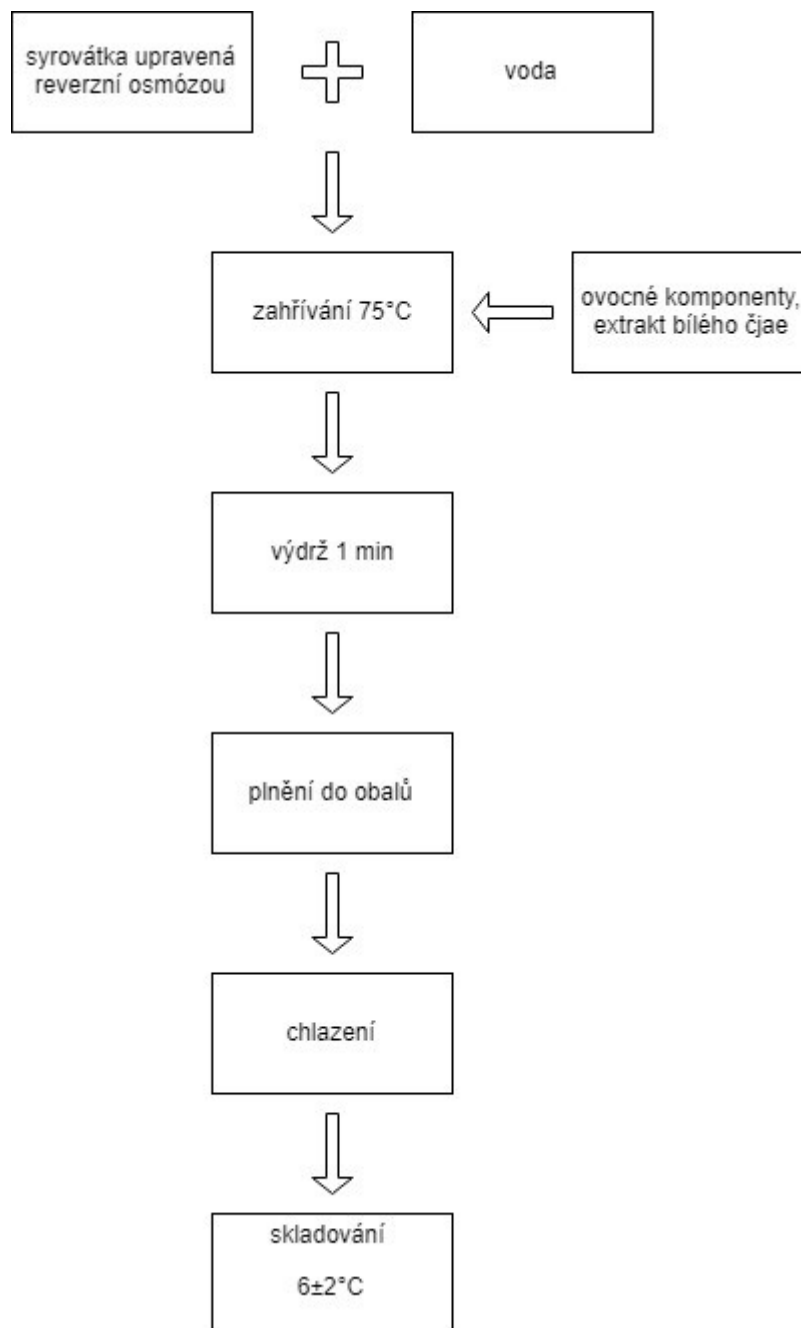
5 METODIKA PRÁCE

5.1 Popis experimentu

Na začátku experimentu byly vyrobeny ochucené nefermentované syrovátkové nápoje. V rámci experimentu byly vyrobeny dvě skupiny těchto nápojů. V první skupině byly syrovátkové nápoje s ovocnými komponenty s přidavkem extraktu bílého čaje. Ve skupině druhé byly syrovátkové nápoje vyrobeny pouze za přidavku ovocných koncentrátů. U všech vyrobených vzorků byla během skladování při 6 ± 2 °C prováděna chemická (měření pH, SH a sušina nápojů) a sensorická analýza po 24 h, 7, 14 a 21 dnech.

5.2 Výroba vzorků

Pro výrobu nefermentovaných syrovátkových nápojů byla používána sladká syrovátka upravená reverzní osmózou, kdy došlo k zakoncentrování, ale obsah složek v syrovátce zůstal nezměněn. Takto upravená syrovátka dosahovala sušiny kolem 20 %. Zmíněná syrovátka byla naředěna vodou do celkového objemu 1 litr tak, aby bylo dosaženo 10% sušiny, která byla vyhodnocena jako chuťově nejpříjemnější. Vyšší hodnoty sušiny byly chuťově příliš výrazné po syrovátkové chuti a nevyhovovaly posuzovatelům. Směs vody a syrovátky byla zahřívána v zařízení Vorwerk Thermomix TM31. Během zahřívání byly do směsi přidány ovocné komponenty a extrakt bílého čaje. Směs byla zahřívána na pasterační teplotu 75 °C, při této teplotě byla směs udržována po dobu 1 min ke zvýšení pasteračního efektu a vyšší rezistenci vůči mikrobiálním vlivům. Hotový syrovátkový nápoj byl plněn do čistých plastových lahví o objemu 250 ml. Po zchlazení byl výrobek uchováván při teplotě 6 ± 2 °C po dobu 21 dnů, během kterých byla prováděna chemická a sensorická analýza. Pro přehlednost je schéma výroby znázorněno na obrázku č. 2.



Obrázek č. 2: Schéma výroby nefermentovaných syrovátkových nápojů

5.3 Optimalizace výroby nefermentovaných syrovátkových nápojů

Při výrobě nefermentovaných syrovátkových nápojů bylo cílem nalézt optimální koncentraci ochucujících složek, se kterými by byl vyroben syrovátkový nápoj co nejvíce vyhovující požadavkům sensorických hodnotitelů. Jako ochucující složky byly využity 100% ovocné džusy (např. pomerančový a grepový), kombinace ovocné a zeleninové šťávy (např. špenát + jablko + máta + chlorela), citrónová a limetková šťáva. Dále byly použity ovocné koncen-

tráty, které byly do syrovátky přidávány v různých poměrech a množstvích (malinové, meruňkové a borůvkové) anebo byly různě kombinovány. Při výrobě byly použity nejen ovocné ochucující složky, ale pozornost byla také zaměřena na ochucení syrovátky pomocí mátového čaje nebo extraktu bílého a zeleného čaje. Syrovátka byla rovněž míchána se sirupy s příchutí lesní plody a lesní jahoda. Aby se docílilo přijatelné barvy výrobku, byly tyto nápoje dobarvovány pomocí přírodních ingrediencí, jako je šťáva z červené řepy nebo chlorela. Výše zmíněné příchutě a jejich kombinace nebyly 5 odbornými posuzovateli shledány jako vyhovující.

Tabulka č. 3: Příchutě používané při výrobě nefermentovaných syrovátkových nápojů

| |
|--|
| 100% pomerančový džus |
| 100% pomerančový džus + 100% grepový džus |
| 100% grepový džus |
| Citrónová šťáva |
| Limetková šťáva |
| Citrónová + limetková šťáva |
| Zelený čaj + citrónová šťáva |
| Zelený čaj + limetková šťáva |
| Sirup lesní jahoda |
| Sirup lesní plody |
| Sirup lesní jahoda + sirup lesní plody |
| Malinový koncentrát |
| Borůvkový koncentrát |
| Meruňkový koncentrát |
| Malinový + borůvkový koncentrát |
| Borůvkový koncentrát + extrakt zeleného čaje |
| Extrakt zeleného čaje |
| Extrakt bílého čaje |

Pro skladovací pokus byly vybrány nefermentované syrovátkové nápoje vyrobené za přídatku ovocných koncentrátů broskvev s maracujou a meruňka v kombinaci s extraktem bílého čaje. U nápojů bez extraktu bílého čaje byly vybrány následující příchutě: višně s vanilkou, broskvev s mangem, mango s bezovým květem a citronem, černý rybíz s vanilkou a červenou řepou a černý rybíz s řepou a bezovým květem s citronem, viz tabulky č. 4 a 5. Výrobky s vybranými příchutěmi byly podrobeny skladování po dobu 21 dní a souvisejícím analýzám. Senzorická analýza skladovaných syrovátkových nápojů probíhala nejen s odbornými, ale i laickými posuzovateli z řad studentů Fakulty technologické.

Tabulka č. 4: Složení a podmínky výroby nefermentovaných syrovátkových nápojů s extraktem bílého čaje

| Číslo vzorku | Voda [ml] | Sladká syrovátka [ml] | Složení | Dosažená teplota | Čas výroby |
|--------------|-----------|-----------------------|--|------------------|------------|
| 200 | 612,5 | 387,5 | - | 75,5°C | 7:06 min |
| 201 | 612,5 | 387,5 | 2 % meruňka + 0,2 % extrakt bílého čaje | 75,6°C | 7:15 min |
| 202 | 612,5 | 387,5 | 2,5 % meruňka + 0,15 % extrakt bílého čaje | 75,4°C | 7:16 min |
| 203 | 612,5 | 387,5 | 2 % broskev, maracuja + 0,25 % extrakt bílého čaje | 75,6°C | 7:00 min |
| 204 | 612,5 | 387,5 | 2,5 % broskev, maracuja + 0,15 % extrakt bílého čaje | 75,5°C | 7:13 min |

Tabulka č. 5: Složení a podmínky výroby nefermentovaných syrovátkových nápojů bez přídavku extraktu bílého čaje

| Číslo vzorku | Voda [ml] | Sladká syrovátka [ml] | Složení | Dosažená teplota | Čas výroby |
|--------------|-----------|-----------------------|---|------------------|------------|
| 100 | 612,5 | 387,5 | - | 75,6°C | 7:23 min |
| 101 | 612,5 | 387,5 | 3 % višň + 0,5 % vanilka | 75,5°C | 7:13 min |
| 102 | 612,5 | 387,5 | 3 % višň + 0,25 % vanilka | 75,4°C | 7:20 min |
| 103 | 612,5 | 387,5 | 1,5 % broskev + 0,5 % mango | 75,8°C | 7:13 min |
| 104 | 612,5 | 387,5 | 0,5 % broskev + 1,5 % mango | 75,8°C | 7:25 min |
| 105 | 612,5 | 387,5 | 2 % mango + 0,5 % bezový květ s citrónem | 75,6°C | 7:30 min |
| 107 | 612,5 | 387,5 | 4 % černý rybíz + 0,5 % bezový květ s citrónem + 10 ml červená řepa | 75,4°C | 7:35 min |
| 108 | 612,5 | 387,5 | 3 % černý rybíz + 0,3 % vanilka + 10 ml červená řepa | 75,7°C | 7:30 min |

5.4 Chemická analýza

U vyrobených syrovátkových nápojů byla prováděna chemická analýza ke kontrole případných změn. Byla sledována aktivní kyselost (pH), titrační kyselost (SH) a obsah sušiny vyrobených nápojů. Měření aktivní a titrační kyselosti syrovátkových nápojů bylo prováděno po 1, 14 a 21 dnech od výroby. Kyselost patří mezi jeden z nejdůležitějších ukazatelů vlastností výrobků. Poukazuje na zhoršení kvality suroviny kontaminujícími mikroorganismy, přispívá ke kontrole průběhu fermentace a ovlivňuje technologické vlastnosti výrobků. Sušina poukazuje na množství odpařené vody během procesu skladování. Sušina byla měřena po 24 hodinách od výroby a na konci skladovacího pokusu, tj. po 21 dnech.

5.4.1 Aktivní kyselost

Aktivní kyselost neboli aktivita H^+ iontů. pH u čerstvé syrovátky se pohybuje v rozmezí 5,9 – 6,6 u sladké syrovátky, u syrovátky kyselé je rozmezí pH 4,3 – 4,6. Vliv kyselosti na složky mléka určuje hodnota pH přímo, ale je docela málo citlivá na tvorbu kyselin mikroorganismy v slabě kyselé oblasti [2, 7].

Skleněná vpichová elektroda pH metru typu pH Spear, Eutech Instruments, Oakton, Malaysia byla ponořena do analyzovaného vzorku nápoje, který byl předem vytemperován na pokojovou teplotu. Po ustálení hodnot na pH metru byly tyto hodnoty změřeny 3x, výsledky byly zprůměrovány. Výsledky jsou uvedeny v tabulkách č. 6 a 7.

5.4.2 Titrační kyselost

Titrační kyselostí se rozumí spotřeba odměrného roztoku hydroxidu sodného (NaOH) k neutralizaci mléka na fenolftalein (pH \approx 8,3). Titrační kyselost vyjadřuje celkovou pufrací kapacitu v rozmezí od aktuální hodnoty pH do pH \approx 8,3. Jelikož je titrační kyselost citlivá na zvýšení obsahu kyseliny mléčné (např. kvůli mikrobiální činnosti), vyjadřuje celkový obsah kyselých skupin v mléce. Její hodnota je závislá také na obsahu bílkovin a fosforečnanů. Stanovení dle Soxhlet Henkela (SH) určuje spotřebu 0,25M NaOH potřebného k neutralizaci 100 ml mléka. Přídavek 0,1 % kyseliny mléčné zvýší titrační kyselost dle SH o 4,4. Hodnota SH u čerstvého mléka se pohybuje v rozmezí 6,8 – 7,2 [22].

V této práci bylo do kádinky odměřeno 25 ml zkoumaného vzorku syrovátkového nápoje. Destilovanou vodou byl objem doplněn na 100 ml. Poté byla kádinka vložena do přístroje Minititrátor HI 84529 pro stanovení titrační kyselosti a pH metr pro mléčné výrobky. Do kádinky byla zavedena hadička s titračním roztokem 0,25 mol/l NaOH. Po dokončení titrace byla odečtena hodnota na přístroji a výsledné hodnoty byly zaznamenány do tabulek č. 8 a 9.

5.4.3 Stanovení sušiny

Obsah celkové sušiny, což je hmotnostní podíl látek, které zůstávají po úplném vysušení vzorku, byl stanoven vázkovou metodou s křemenným pískem podle normy ČSN 570530 [28]. Sušina u nápojů byla stanovována po 24 hodinách od výroby a na konci skladovacího pokusu, tj. po 21 dnech. Zjištěné hodnoty by měly poukazovat na změnu sušiny během procesu skladování. Sušina byla u každého vzorku měřena 3x. Do hliníkové misky s vysušeným křemenným pískem byly odměřeny asi 3 g syrovátkového nápoje a miska byla zvážena na

analytických vahách. Obsah misky byl řádně promíchán a vložen do sušárny s teplotou 103 ± 2 °C a vzorek byl sušen po dobu asi 4 hodin. Po vysušení byly misky se vzorky dány do exsikátoru a poté byly opět zváženy na analytických vahách. Obsah sušiny byl vypočten podle vzorce: $obsah\ sušiny = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \cdot 100$ [%]

kde:

m_0 ... hmotnost předsušené misky s křemenným pískem [g]

m_1 ... hmotnost misky se vzorkem před sušením [g]

m_2 ... hmotnost misky se vzorkem po vysušení [g]

5.5 Senzorická analýza

Senzorické hodnocení nefermentovaných syrovátkových nápojů prováděli odborní posuzovatelé a laičtí hodnotitelé (studenti) Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Senzorická analýza probíhala ve dvou částech, kdy v první byly posuzovány 4 vzorky výrobků s přidavkem extraktu bílého čaje, a ve druhé části bylo hodnoceno 7 výrobků bez tohoto extraktu. Při každé senzorické analýze měli hodnotitelé k dispozici také vzorek čisté naředěné syrovátky. Senzorické hodnocení probíhalo po 24 hodinách od výroby, po 7, 14 a 21 dnech.

U nápojů byla posuzována barva, chuť a vůně výrobku, dále chuť syrovátky a sladká chuť nápojů. Nechybělo hodnocení cizích příchutí a pachů. Své hodnocení zapisovali posuzovatelé do připravených senzorických dotazníků (viz Příloha P I: *Protokol senzorického hodnocení pro syrovátkové nápoje s extraktem bílého čaje* a Příloha P II: *Protokol senzorického hodnocení pro syrovátkové nápoje bez extraktu bílého čaje*). Hodnocení probíhalo dle pětistupňové hédonické stupnice. U výrobků s extraktem bílého čaje byla prováděna navíc párová porovnávací zkouška a u výrobků bez čajového extraktu byla prováděna zkouška rozdílová.

5.6 Statistická analýza

Statistické vyhodnocení bylo provedeno neparametrickými Kruskal-Wallisovým a Friedmanovým testem na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ s využitím softwaru Unistat 6.5 (Unistat Ltd., Velká Británie).

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

6.1 Výsledky chemické analýzy

6.1.1 Výsledky měření pH

pH nefermentovaných syrovátkových nápojů bylo měřeno 1., 14. a 21. den skladování při 6 ± 2 °C. Hodnoty pH jednotlivých vzorků se během skladování snížily pouze v desetinách hodnot. Dle statistického programu StatK 25 nedošlo v průběhu skladování k signifikantním změnám hodnot pH ($P \geq 0,05$). Průměrné hodnoty pH u vzorků, do kterých byl přidán extrakt bílého čaje, byly na začátku skladování kolem $6,64 \pm 0,07$. Na konci skladování, kdy došlo ke snížení pH nápojů, byly tyto hodnoty průměrně $6,52 \pm 0,05$. Průměrné hodnoty pH nápojů bez extraktu bílého čaje byly na začátku skladování kolem $6,17 \pm 0,02$ a na konci skladovacího pokusu se pohybovaly kolem hodnoty $5,90 \pm 0,46$. Chavan *et al.* [19] uvádí, že pH v mléčných nápojích, mléčných koktejlech nebo ochucených mléčných výrobcích se pH pohybuje v neutrálním rozmezí pH 6,2 – 6,5. Nepatrně vyšší pH u vzorků s extraktem bílého čaje mohlo být způsobeno právě přidavkem zmíněného extraktu. U vzorků bez extraktu bílého čaje mohly naopak nepatrně nižší hodnoty pH zapříčinit použitá ovocná aroma, která mají obecně kyselé pH. Ta byla vyrobena z ovoce, které obsahuje organické kyseliny (vinná, jablečná, citrónová) a jejich pH je mezi 3 a 4 [29].

Tabulka č. 6: Naměřené hodnoty pH syrovátkových nápojů s extraktem bílého čaje

| | Vzorek 200 | Vzorek 201 | Vzorek 202 | Vzorek 203 | Vzorek 205 |
|---------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1. den | 6,71 | 6,65 | 6,70 | 6,58 | 6,54 |
| 14. den | 6,68 | 6,64 | 6,65 | 6,55 | 6,55 |
| 21. den | 6,57 | 6,57 | 6,55 | 6,47 | 6,46 |

Tabulka č. 7: Naměřené hodnoty pH syrovátkových nápojů bez extraktu bílého čaje

| | Vzorek 100 | Vzorek 101 | Vzorek 102 | Vzorek 103 | Vzorek 104 | Vzorek 105 | Vzorek 107 | Vzorek 108 |
|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1. den | 6,34 | 6,19 | 6,18 | 6,27 | 6,13 | 6,22 | 5,99 | 6,05 |
| 14. den | 6,45 | 6,15 | 6,24 | 6,20 | 6,06 | 6,25 | 5,92 | 6,01 |
| 21. den | 6,69 | 5,88 | 5,35 | 5,34 | 5,86 | 6,21 | 6,19 | 5,71 |

6.1.2 Výsledky měření SH

Titrační kyselost se u obou skupin vyrobených syrovátkových nápojů lehce zvýšila. Titrační kyselost byla měřena 1. a 21. den od výroby. U vzorků obsahujících extrakt bílého čaje se hodnoty titrační kyselosti na začátku skladovacího pokusu pohybovaly kolem $5,56 \pm 0,53$ °SH a na konci skladování měly průměrné hodnoty $5,75 \pm 0,42$ °SH. U vzorků bez přídavku čajového extraktu dosahovala titrační kyselost hodnot první den po výrobě průměrně $8,28 \pm 1,24$ °SH. Na konci skladování byly tyto hodnoty průměrně $11,66 \pm 2,28$ °SH. Legarová [30] udává, že SH nefermentovaných syrovátkových nápojů, které byly vyrobeny ze sladké syrovátky, se pohybuje kolem hodnoty 7,4 SH. Hodnoty nižší než udává Legarová [30] mohou být způsobeny přídavkem extraktu bílého čaje. Naopak hodnoty vyšší než udává Legarová [30] mohou být dány použitými ovocnými aromaty. Hodnoty SH naměřené u obou skupin syrovátkových nápojů potvrzují výsledky měření pH. Navíc, ani v tomto případě statistický program StatK25 neodhalil signifikantní změny hodnot SH v průběhu skladování ($P \geq 0,05$).

Tabulka č. 8: Naměřené hodnoty SH syrovátkových nápojů s extraktem bílého čaje

| | Vzorek 200 | Vzorek 201 | Vzorek 202 | Vzorek 203 | Vzorek 205 |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1. den | 5,40 | 5,10 | 6,10 | 6,15 | 5,05 |
| 21. den | 6,10 | 5,35 | 5,95 | 6,10 | 5,25 |

Tabulka č. 9: Naměřené hodnoty SH syrovátkových nápojů bez extraktu bílého čaje

| | Vzorek 100 | Vzorek 101 | Vzorek 102 | Vzorek 103 | Vzorek 104 | Vzorek 105 | Vzorek 107 | Vzorek 108 |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1. den | 7,05 | 7,92 | 6,83 | 9,70 | 6,49 | 9,78 | 8,53 | 10,00 |
| 21. den | 12,04 | 10,31 | 9,19 | 12,57 | 12,55 | 16,35 | 9,90 | 10,37 |

6.1.3 Výsledky měření obsahu sušiny

Celková sušina byla stanovována 1. a 21. den od výroby. Hodnota sušiny u syrovátkových nápojů s extraktem bílého čaje se nijak zdatně neměnila, její hodnota se pohybovala v rozmezí $10,7 \pm 0,2$ % v průběhu celého skladování. Také u syrovátkových nápojů bez extraktu bílého čaje nedocházelo k velkým změnám sušiny, její hodnota se pohybovala v rozmezí $9,6 \pm 0,6$ %. Statistický program StatK25 vyhodnotil, že nedošlo k signifikantním změnám v obsahu sušiny během skladování.

Tyto výsledky jsou srovnatelné se Sukovou [31], která udává u syrovátkových nápojů vyrobených z kyselé syrovátky hodnoty sušiny 9,5 – 10,5 %.

6.2 Výsledky sensorické analýzy

6.2.1 Vyhodnocení sensorické analýzy syrovátkových nápojů s přidavkem extraktu bílého čaje

Jako kontrolní vzorek sloužil sensorickým posuzovatelům vzorek čisté naředěné syrovátky (vzorek č. 200). Tento vzorek byl hodnocen jako téměř nebo zcela nevyhovující. V prvním dni byl vzorek bez příchutí a pachů, po 21 dnech skladování u něj již byla vysoká intenzita cizích příchutí a pachů.

U syrovátkového nápoje s příchutí meruňka a extrakt bílého čaje (vzorky č. 201 a č. 202) byla chuť a vůně v prvním dni výborná, harmonická, chuť syrovátky nevýrazná a celkově byly vzorky bez cizích příchutí a pachů. Vzorek č. 202 byl oproti vzorku č. 201 více sladký. Při posledním dnu hodnocení byla chuť a vůně těchto vzorků dobrá, chuť syrovátky nevýrazná, ale vyskytla se zde slabá intenzita příchutí a pachů. Během párové porovnávací zkoušky byl v prvním dni vybrán vzorek 201, během dalších dní byly vzorky srovnatelné.

Syrovátkové nápoje s příchutí broskev, maracuja a extrakt bílého čaje (vzorky č. 203 a č. 204) měly v prvním dni dobrou až velmi dobrou chuť a vůni, chuť syrovátky byla mírně výrazná až nevýrazná a vzorky byly bez cizích příchutí a pachů. Vzorek 203 byl více sladký, vzorek č. 204 byl středně sladký. V posledním dni hodnocení byla chuť a vůně vzorků dobrá, příjemná, chuť syrovátky nevýrazná a vzorky byly se slabou intenzitou cizích příchutí a pachů. Během párové porovnávací zkoušky byl v prvním dni vybrán vzorek č. 204, během dalších dní byly vzorky srovnatelné.

Ze statistické analýzy vyplývá, že vzorek 201 (2,5 % meruňka + 0,2 % bílý čaj) se od prvního dne významně lišil ($P \geq 0,05$) od kontrolního vzorku v chuti syrovátky a celkové preferenci. Po 21 dnech skladování byl tento vzorek vyhodnocen jako nejvíce preferovaný ze všech vyrobených nefermentovaných syrovátkových nápojů s přidavkem ovocného koncentráту a extraktu čaje.

Avšak z důvodu vysoké ceny extraktu bílého čaje byly syrovátkové nápoje s přidavkem tohoto extraktu shledány jako nevhodné k průmyslové výrobě, která by byla pro potravinářský podnik velice nákladná, což by se odrazilo na výsledné ceně produktu, která by byla pro

konzumenta nevyhovující. Proto se v dalším kroku praktické části přistoupilo k výrobě nefermentovaných syrovátkových nápojů bez extraktu bílého čaje.

6.2.2 Vyhodnocení senzorické analýzy syrovátkových nápojů bez přídavku extraktu bílého čaje

Kontrolním vzorkem při této senzorické analýze byla opět čistá naředěná syrovátka (vzorek č. 100). Vzorek byl hodnocen jako ještě vyhovující či už téměř nevyhovující. Cizí pachy a příchut' nebyly na začátku ani na konci skladování zaznamenány.

U syrovátkových nápojů s příchutí višně s vanilkou (vzorky č. 101 a č. 102) byla chuť a vůně v prvním dni dobrá, ještě vyhovující až téměř nepříjemná, chuť syrovátky byla více výrazná, sladká chuť byla střední až málo sladká. Cizí pachy a příchutě nebyly přítomny. Na konci skladování byla chuť nápojů téměř nepříjemná, byla zde také vysoká intenzita cizích pachů, nápoje byly hodnoceny jako zcela nevyhovující. Během párové porovnávací zkoušky byl v prvním dni vybrán vzorek 102, v dalších dnech byly vzorky srovnatelné.

Syrovátkové nápoje s příchutí broskev a mango (vzorky č. 103 a č. 104) byla chuť a vůně dobrá, dosti příjemná a harmonická, nápoje byly středně sladké. Chuť syrovátky byla mírně výrazná, vyhovující a byla zaznamenána slabá intenzita cizích pachů a příchutí. Na konci skladovacího pokusu byla chuť a vůně u vzorku č. 104 nepříjemná, u vzorku č. 103 byla chuť dobrá a příjemná. Chuť syrovátky byla mírně výrazná, vyhovující. Párová porovnávací zkouška v prvním dni neukázala významný rozdíl ($P \geq 0,05$), na konci skladování byl preferovanější vzorek č. 103.

Syrovátkový nápoj s příchutí mango s bezovým květem a citrónem (vzorek č. 105) měl chuť a vůni na začátku skladování dosti příjemnou, vyhovující. Chuť syrovátky byla mírně výrazná a vyhovující, nápoj byl středně sladký a měl slabou intenzitu cizích pachů a příchutí. Na konci skladování byla chuť tohoto nápoje stále dosti příjemná, chuť syrovátky mírně výrazná a sladká chuť byla střední. Cizí pachy a příchutě se na konci skladování již nevy-skytovaly. Vzorek č. 105 byla porovnáván se vzorkem č. 104, kde na začátku skladování nebyly shledány významné rozdíly mezi vzorky ($P \geq 0,05$), na konci skladování byl ovšem preferovanější vzorek č. 105.

Nápoje s příchutí černý rybíz s bezovým květem a citrónem s červenou řepou (vzorek č. 107) a černý rybíz s vanilkou a červenou řepou (vzorek č. 108) měly chuť a vůni na začátku skla-

dovacího pokusu ještě vyhovující až téměř nepříjemnou a chuť syrovátky byla ještě vyhovující. Nápoje byly více sladké a se střední intenzitou cizích pachů a příchutí. Na konci skladování se chuť zlepšila na příjemnou až harmonickou, chuť syrovátky byla mírně výrazná až nevýrazná. Nápoje byly středně sladké a nebyly zaznamenány cizí pachy a příchutě. Při párové porovnávací zkoušce na začátku skladování nebyly nalezeny významné rozdíly ($P \geq 0,05$), na konci skladování byl preferován vzorek č. 107.

Z výsledků sensorické i statistické analýzy ($P \geq 0,05$) vyplývá, že nejpreferovanějším nefementovaným syrovátkovým nápojem s přídavkem ovocného koncentrátu je vzorek č. 105, který obsahoval jako příchut' 2 % mango + 0,5 % bezový květ s citrónem.

ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zaměřena na optimalizaci výroby nefermentovaných syrovátkových nápojů. Teoretická část byla zaměřena na charakteristiku syrovátkových nápojů, jejich technologii výroby a složky, které bývají používány při jejich ochucování. Praktická část byla zaměřena na výrobu nefermentovaných syrovátkových nápojů a výběr nejvhodnějších ochucujících složek či jejich variant. Sirovátkové nápoje s vybranými variacemi ochucujících složek byly skladovány po dobu 21 dní při teplotě 6 ± 2 °C a podrobeny chemické a senzorické analýze. Hodnoty pH syrovátkových nápojů byly sledovány 1., 14. a 21. den. Obsah sušiny a hodnoty SH byly stanoveny 1. a 21. den od výroby. Senzorická analýza byla provedena s experty i laickými posuzovateli 1., 7., 14. a 21. den.

Z výsledků chemických analýz vyplývá, že se v průběhu skladování hodnoty pH, SH ani obsah sušiny významně neměnily ($P \geq 0,05$). Z hodnocení senzorické analýzy lze určit u syrovátkových nápojů vyrobených s přidavkem ovocného koncentrátu a extraktu bílého čaje příchuť 2,5 % meruňka + 0,20 % bílého čaje jako nejvhodnější. Avšak vysoká cena čajového extraktu činí z tohoto vzorku nevhodný produkt pro průmyslovou výrobu z hlediska vysokých výrobních nákladů a nepříjemné prodejní ceny pro spotřebitele. Proto byly dále vyrobeny nefermentované syrovátkové nápoje pouze s ovocnými koncentráty. Z těchto výrobků byla pomocí senzorické analýzy určena příchuť 2 % mango + 0,5 % bezový květ s citrónem jako nejvhodnější pro požadavky spotřebitele a průmyslovou výrobu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Vyhláška č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje.
- [2] BYLUND, G. *Dairy Processing Handbook*. Lund (Sweden): Tetra Pak Processing Systems, 1995. 436 p.
- [3] ŠNIRC, J., GOLIAN, J., BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., ČANIGOVÁ, M., HERIAN, K., ČERNÍKOVÁ, M. a PACHLOVÁ, V. *Mléko a mléčné výrobky*. II. díl, *Technológia výroby mliečnych výrobkov*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2016. ISBN 978-80-552-1451-1.
- [4] DRGALIĆ, I., TRATNIK, L. J., BOŽANIĆ, R. Growth and survival of probiotic bacteria in reconstituted whey. *Lait*. 2005, 85: 171-179.
- [5] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I*. Tábor: Osis, 1999. ISBN 80-902391-3-7.
- [6] KADLEC, P. a kol. *Technologie potravin II*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2007. ISBN 80-7080-510-2.
- [7] ZIMÁK, E. 1988. *Technologie pro 4. Ročník SPŠ mlékárenské, obor zpracování mléka*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury.
- [8] SUKOVÁ, I. *Syrovátka v potravinářství*, Informační přehled ÚZPI, Praha 2006. 60s. ISBN 80-7271-173-3.
- [9] KELLY, P., B. W. WOONTON a G. W. SMITHERS. Improving the sensory quality, shelf-life and functionality of milk. *Functional and Speciality Beverage Technology*. Woodhead Publishing, 2009, s. 170-231. ISBN 9781845693428.
- [10] ELZOGHBY, A. O., M. M. ELGOHARY a N. M. KAMEL. Implications of Protein- and Peptide-Based Nanoparticles as Potential Vehicles for Anticancer Drugs. *Protein and Peptide Nanoparticles for Drug Delivery*. Academic Press, 2015, s. 169-221. ISBN 9780128028285.
- [11] GONZÁLEZ-CHÁVEZ, S. A., S. ARÉVALO-GALLEGOS a Q. RASCÓN-CRUZ. Lactoferrin: structure, function and applications. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 2009, 33(4), 301. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2008.07.020.
- [12] LAWRENCE, R. A. a M. PANSE. Vaccines and immunoglobulins. SCHAEFER, Ch., P. W. J. PETERS a R. MILLER. *Drugs During Pregnancy and Lactation:*

- Treatment Options and Risk Assessment*. 3. vydání. Academic Press, 2014, s. 705-710. ISBN 978-0-123080-78-2.
- [13] SAWYER, M. V. *Controlling the Mineral Content of Sweet Whey Powder in an Industrial Setting*. San Luis Obispo, 2010. Bachelor's thesis. Faculty of the Dairy Science Department California Polytechnic State University.
- [14] *University of Guelph: Lactose* [online]. [cit. 2019-01-10]. Dostupné z: <https://www.uoguelph.ca/foodscience/book-page/lactose>
- [15] JELIČIĆ, R., BOŽANIĆ, R., TRATNIK, L. Whey-based beverages – a new generation of dairy products. *Mljekarstvo*. 2008, **58**: 257-274.
- [16] BOBKOVÁ, Alica, MARTINA FIKSELOVÁ, TOMÁŠ TÓTH a MAREK BOBKO. Flavored Whey Drinks: Preparation and Evaluation of Selected Parameters. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*. 2016, **49**(2).
- [17] RITTMANIC, Steve. U.S. Whey Proteins In Ready-To-Drink Beverages. *US Dairy Export Council*. 2016.
- [18] KUMAR, Narendra. Fermented and Non Fermented Whey Beverages. *Beverage & Food World*. 2015, **42**(4).
- [19] CHAVAN, R. S., SHARDDHA, R. C., KUMAR a T. NALAWADE. Whey Based Beverage: Its Functionality, Formulations, Health Benefits and Applications. *Journal of Food Processing & Technology*. 2015, **6**(10). DOI: 10.4172/2157-7110.1000495.
- [20] ZIKÁN, V., A. ŠALAKOVÁ a M. PECHAČOVÁ. Využití různých druhů syrovátky pro výrobu fermentovaných nápojů s obsahem alkoholu a sycených syrovátkových nápojů. *Mlékařské listy* [online]. 2015 [cit. 2019-02-26]. Dostupné z: <http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2015/152-vii-xii.pdf>
- [21] SAAMEN, A., M. R. TARIQ, N. HUMA a M. I. KHAN. Effect of stabilizers on the quality of carbonated flavoured whey drink. *African Journal of Agricultural Research*. 2013, **8**(5), 445-448. DOI: 10.5897/AJAR12.313.
- [22] KADLEC P., MELZOCH K., VOLDŘICH M. a kolektiv. *Co byste měli vědět o výrobě potravin? Technologie potravin*. Key Publishing Ostrava, 2009. 540 stran, ISBN 978-80-7418-051-4.
- [23] MILLER, G. D. *Handbook of dairy foods and nutrition*. 2. vydání. 2000. ISBN 0-8493-8731-0.

- [24] PEREIRA, Carlos, Marta HENRIQUES, David GOMES, Andrea GOMEZ-ZAVAGLIA a Graciela DE ANTONI. Novel Functional Whey-Based Drinks with Great Potential in the Dairy Industry. *Food Technol. Biotechnol.* 2015, 53(3), 307-314. DOI: 10.17113/ft b.53.03.15.4043. ISSN 1330-9862.
- [25] OJHA, Pravin. Development of Whey Protein Beverage from Mozzarella Cheese Whey. *Proceedings of National Conference on Food Science and Technology.* 2012.
- [26] CRUZ, A. G., A. de S. SANT'ANA, M. M. MACCHIONE, A. M. TEIXEIRA a F. L. SCHMIDT. Milk drink using whey butter cheese (queijo manteiga) and acerola juice as a potential source of vitamin C. *Food and Bioprocess Technology.* 2009, 2(4), 368-373. DOI: 10.1007/s11947-008-0059-9.
- [27] CALVO, M. M. a L. DE LA HOZ. Flavour of heated milks. A review. *International Dairy Journal.* 1992, 2(2), 69-81. DOI: 10.1016/0958-6946(92)90001-3.
- [28] Česká technická norma ČSN 57 0530 - Metody zkoušení mléka a tekutých mléčných výrobků. Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1974.
- [29] STONAWSKÁ, Barbara. Stanovení vybraných chemických charakteristik biopotravin. Zlín, 2009. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [30] LEGAROVÁ, V., KOUŘIMSKÁ, L. Sensory quality evaluation of whey-based beverages. *Mlékarstvo.* 2010, vol. 60, no. 4, pp. 280-278, ISSN 0026-704X.
- [31] SUKOVÁ, Irena. Nápoj v prášku se syrovátkou. Agronavigátor [online]. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=152&ch=13&typ=1&val=32328>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

bar vedlejší jednotka tlaku

č. číslo

g gram

h hodina

kDa kilodalton

mol/l jednotka mol na litr

min. minuta

ml mililitr

např. například

s sekunda

Sb. sbírka

tj. to je

UHT vysokotepeľné ošetření

°C stupeň Celsia

°SH stupeň Soxhlet Henkela

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| Obrázek č. 1: <i>Výrobní diagram fermentovaných syrovátkových nápojů</i> . Upraveno dle Pereira <i>et al.</i> [24]..... | 23 |
| Obrázek č. 2: <i>Schéma výroby nefermentovaných syrovátkových nápojů</i> | 28 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tabulka č. 1: Složení syrovátky podle Zimáka [7]..... | 12 |
| Tabulka č. 2: Vitamínové složení sušené syrovátky podle Sukové [8] | 15 |
| Tabulka č. 3: Příchutě používané při výrobě nefermentovaných syrovátkových nápojů ... | 29 |
| Tabulka č. 4: Složení a podmínky výroby nefermentovaných syrovátkových nápojů s extraktem bílého čaje | 30 |
| Tabulka č. 5: Složení a podmínky výroby nefermentovaných syrovátkových nápojů bez přídavku extraktu bílého čaje | 30 |
| Tabulka č. 6: Naměřené hodnoty pH syrovátkových nápojů s extraktem bílého čaje..... | 33 |
| Tabulka č. 7: Naměřené hodnoty pH syrovátkových nápojů bez extraktu bílého čaje | 33 |
| Tabulka č. 8: Naměřené hodnoty SH syrovátkových nápojů s extraktem bílého čaje | 34 |
| Tabulka č. 9: Naměřené hodnoty SH syrovátkových nápojů bez extraktu bílého čaje | 34 |

SEZNAM PŘÍLOH

| | |
|--|----|
| Příloha P I: <i>Protokol senzoričkého hodnocení pro syrovátkové nápoje s extraktem bílého čaje</i> | 33 |
| Příloha P II: <i>Protokol senzoričkého hodnocení pro syrovátkové nápoje bez extraktu bílého čaje</i> | 33 |

PŘÍLOHA P I: PROTOKOL SENZORICKÉHO HODNOCENÍ PRO SYROVÁTKOVÉ NÁPOJE S EXTRAKTEM BÍLÉHO ČAJE

Jméno a příjmení:

Datum:

Čas:

1. Proved'te hodnocení následujících sensorických znaků dle přiložené stupnice:

| Kód vzorku | Barva | Chuť a vůně | Chuť syrovátky | Sladká chuť | Příchuť a pachy |
|------------|-------|-------------|----------------|-------------|-----------------|
| 200 | | | | | |
| 201 | | | | | |
| 202 | | | | | |
| 203 | | | | | |
| 204 | | | | | |

Barva:

- 1 zcela nevyhovující, nepřijatelná
- 2 neuspokojivá, nedostatečná, téměř nevyhovující
- 3 dobrá, ještě vyhovující
- 4 velmi dobrá, vyhovující
- 5 výborná

Chuť a vůně:

- 1 nepříjemná, neharmonická, zcela nevyhovující
- 2 téměř nepříjemná, téměř nevyhovující
- 3 dobrá, příjemná, ještě vyhovující
- 4 dosti příjemná, harmonická, vyhovující
- 5 velmi příjemná, výborná, harmonická, velmi vyhovující

Chuť syrovátky:

- 1 příliš výrazná, zcela nevyhovující
- 2 více výrazná, téměř nevyhovující
- 3 středně výrazná, ještě vyhovující
- 4 mírně výrazná, vyhovující
- 5 nevýrazná

Sladká chuť:

- 1 nesladká
- 2 málo sladká
- 3 středně sladká
- 4 více sladká
- 5 přeslazená

Cizí pachy a příchutě:

- 1 vysoká intenzita, zcela nevyhovující
- 2 vyšší intenzita, téměř nevyhovující
- 3 střední intenzita, stále vyhovující
- 4 slabá intenzita, vyhovující
- 5 bez přítomnosti

Poznámky:

2. Rozdílová zkouška:

Který z uvedených vzorků preferujete?: 201 nebo 202

Který z uvedených vzorků preferujete?: 203 nebo 204

3. Seřad'te předložené vzorky dle preference (1 – nejhorší, 5 – nejlepší):

| Kód vzorku | 200 | 201 | 202 | 203 | 204 |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Preference vzorku | | | | | |

PŘÍLOHA P II: PROTOKOL SENZORICKÉHO HODNOCENÍ PRO SYROVÁTKOVÉ NÁPOJE BEZ EXTRAKTU BÍLÉHO ČAJE

Jméno a příjmení:

Datum:

Čas:

1. Proved'te hodnocení následujících sensorických znaků dle přiložené stupnice:

| Kód vzorku | Barva | Chuť a vůně | Chuť syrovátky | Sladká chuť | Příchuť a pachy |
|-------------------|--------------|--------------------|-----------------------|--------------------|------------------------|
| 100 | | | | | |
| 101 | | | | | |
| 102 | | | | | |
| 103 | | | | | |
| 104 | | | | | |
| 105 | | | | | |
| 107 | | | | | |
| 108 | | | | | |

Barva:

- 1 zcela nevyhovující, nepřijatelná
- 2 neuspokojivá, nedostatečná, téměř nevyhovující
- 3 dobrá, ještě vyhovující
- 4 velmi dobrá, vyhovující
- 5 výborná

Chuť a vůně:

- 1 nepříjemná, neharmonická, zcela nevyhovující
- 2 téměř nepříjemná, téměř nevyhovující
- 3 dobrá, příjemná, ještě vyhovující
- 4 dosti příjemná, harmonická, vyhovující
- 5 velmi příjemná, výborná, harmonická, velmi vyhovující

Chuť syrovátky:

- 1 příliš výrazná, zcela nevyhovující
- 2 více výrazná, téměř nevyhovující
- 3 středně výrazná, ještě vyhovující
- 4 mírně výrazná, vyhovující
- 5 nevýrazná

Sladká chuť:

- 1 nesladká
- 2 málo sladká
- 3 středně sladká
- 4 více sladká
- 5 přeslazená

Cizí pachy a příchutě:

- 1 vysoká intenzita, zcela nevyhovující
- 2 vyšší intenzita, téměř nevyhovující
- 3 střední intenzita, stále vyhovující
- 4 slabá intenzita, vyhovující
- 5 bez přítomnosti

Poznámky:

2. Párová porovnávací zkouška:

Který z uvedených vzorků preferujete?: 101 nebo 102

Který z uvedených vzorků preferujete?: 103 nebo 104

Který z uvedených vzorků preferujete?: 104 nebo 105

Který z uvedených vzorků preferujete?: 107 nebo 108