

Netradiční využití syrovátky

Michal Klváček

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav biochemie a analýzy potravin
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal KLVÁČEK**
Osobní číslo: **T08409**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Netradiční využití syrovátky**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Složení syrovátky.
2. Využití syrovátky.
3. Způsoby zpracování syrovátky.

II. Praktická část

1. Výroba zakysaných syrovátkových nápojů.
2. Jednotlivé kroky výroby.
3. Senzorická analýza.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] FORMAN, Ladislav; MERGL, Miloš. Syrovátka : její využití v lidské výživě a ve výživě hospodářských zvířat. 1979. Praha : TOMOS, 1979. 343 s.
- [2] PAVELKA, Antonín. Mléčné výrobky pro vaše zdraví. 1996. Brno : Littera, 1996. 105 s. ISBN 80-58763-09-5.
- [3] FORMAN, Ladislav, et al. Mlékárenská technologie II. druhé. Praha : VŠCHT, 1996. 228 s. ISBN 80-7080-250-2.
- [4] HYLMAR, Bohumil. Zvyšování nutričních a dietetických vlastností mléka baktériemi mléčného kvašení. 1985. Praha : Tiskařské závody, n. p., 1985. 141 s.
- [5] Využitie vedľajších výrobkov mliekárenského priemyslu. 1989. Žilina : Žilinské tlačiarne, a. s., 1989. 140 s.
- [6] Syrotech 2000 : Syrárstvo v treťom tisícročí. 2000. Žilina : Žilinské tlačiarne, a. s., 2000. 222 s.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Josef Mrázek

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání bakalářské práce:

25. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

30. května 2011

Ve Zlíně dne 21. března 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se věnuje využití syrovátky, která je nedílnou součástí výroby sýrů. Popisuje celkové složení syrovátky, vlivy na lidské zdraví, použití při technologických procesech, různých výroch a její další využití.

V teoretické části se zaměřuje na výrobu fermentovaného syrovátkového nápoje a následně jeho senzorické hodnocení.

Klíčová slova: syrovátka, technologie, výroba, zpracování

ABSTRACT

This thesis deals with the use of whey, which is an integral part of cheese production. It describes the overall composition of whey, impacts on human health, the use of the Technology for various productions and its continued use.

The theoretical part focuses on the production of fermented whey drink, and then the sensory evaluation.

Keywords: whey, technology, production, processing

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Josefu Mrázkovi za připomínky a konzultace, které mi poskytoval během vypracování bakalářské práce.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval a odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 TEORETICKÁ ČÁST	10
1 HISTORIE SYROVÁTKY.....	11
2 VÝŽIVOVĚ – FYZIOLOGICKÝ VÝZNAM SYROVÁTKY	12
2.1 REGULACE HMOTNOSTI	12
2.2 IMUNITNÍ SYSTÉM A CHRONICKÉ NEMOCI	12
2.3 KREVŇÍ TLAK A KARDIOVASKULÁRNÍ CHOROBY	13
2.4 PROTIRAKOVINNÉ ÚČINKY.....	13
2.5 NEVHODNÉ UŽITÍ SYROVÁTKY.....	13
3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ SYROVÁTKY	15
3.1 BÍLKOVINY SYROVÁTKY	16
3.1.1 Laktalbumin	16
3.1.2 Laktoglobulin	17
3.2 NEBÍLKOVINNÉ DUSÍKATÉ LÁTKY	17
3.3 POPELOVINY.....	17
3.4 VITAMÍNY V SYROVÁTCE	18
3.5 MLÉČNÝ CUKR	19
3.5.1 Laktóza.....	19
3.6 TUK20	
3.7 KYSELINY.....	21
4 ZPŮSOBY ZPRACOVÁNÍ SYROVÁTKY.....	22
4.1 PŘEDBĚŽNÁ PŘÍPRAVA SYROVÁTKY	22
4.1.1 Čištění syrovátky.....	22
4.1.2 Odstranění tuku	22
4.1.3 Pasterace.....	22
4.2 DEMINERALIZACE.....	22
4.3 KRYSTALIZACE LAKTÓZY	23
4.4 ZAHUŠŤOVÁNÍ SYROVÁTKY.....	23
4.5 SUŠENÍ SYROVÁTKY	24
4.5.1 Sušení syrovátky ve válcových sušárnách.....	24
4.5.2 Sušení syrovátky v rozprašovacích sušárnách.....	24
4.6 SEPARAČNÍ METODY.....	25
4.6.1 Ultrafiltrace a hyperfiltrace	26
4.6.2 Gelová filtrace	26
4.6.3 Reverzní osmóza	27
4.6.4 Elektrodialýza.....	27

4.7	FERMENTACE SYROVÁTKY	28
4.7.1	Produkce biomasy	28
4.7.2	Produkce bioplynu.....	28
4.7.3	Produkce etanolu	29
4.7.4	Výroba kyseliny mléčné	29
4.7.5	Výroba kyseliny propionové	29
4.7.6	Výroba aminokyselin.....	29
4.7.7	Výroba polysacharidů.....	29
4.7.8	Výroba nápojů	30
5	UŽITÍ SYROVÁTKY PŘI VÝROBĚ POTRAVIN.....	31
5.1	VÝROBA SÝRŮ.....	31
5.1.1	Využití syrovátky při úpravě tavených sýrů	32
5.2	VÝROBA NÁPOJŮ	32
5.3	UŽITÍ SYROVÁTKY DO MLÉČNÝCH VÝROBKŮ.....	33
5.4	UŽITÍ SYROVÁTKY PŘI VÝROBĚ CHLEBA A PEČIVA.....	33
5.4.1	Zvyšování obsahu bílkovin ve výrobcích.....	33
5.4.2	Zadržování vlhkosti.....	33
5.4.3	Zlepšení textury	34
5.4.4	Emulgování	34
5.4.5	Hnědnutí	34
5.4.6	Uchování aroma a chuti.....	34
5.4.7	Nutnost změn receptury.....	34
5.5	UŽITÍ SYROVÁTKY V MASNÉM PRŮMYSLU	35
II	PRAKTICKÁ ČÁST	36
6	CÍL PRÁCE	37
7	VÝROBA FERMENTOVANÉHO SYROVÁTKOVÉHO NÁPOJE.....	38
7.1	ODBĚR VZORKU.....	39
7.2	PŘÍPRAVA VÝROBNÍHO ZAŘÍZENÍ A POMŮCEK	39
7.3	FILTRACE	39
7.4	PASTERACE SYROVÁTKY	39
7.5	CHLAZENÍ SYROVÁTKY	40
7.6	ZAOČKOVÁNÍ SYROVÁTKY JOGURTOVOU A ACIDOFILNÍ KULTUROU	40
7.7	FERMENTACE	41
7.8	AROMATIZACE A OCHUCOVÁNÍ FERMENTOVANÉHO SYROVÁTKOVÉHO NÁPOJE	41
7.9	FYZIKÁLNĚ – CHEMICKÁ ANALÝZA SYROVÁTKY	42
7.9.1	Stanovení titrační kyselosti	42
7.9.2	Stanovení aktivní kyselost pH.....	43
8	SENZORICKÁ ANALÝZA	44

8.1	VYHODNOCENÍ SENZORICKÉ ANALÝZY	44
8.1.1	Závěr sensorické analýzy	45
	ZÁVĚR	46
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	47
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	48
	SEZNAM OBRÁZKŮ	49
	SEZNAM TABULEK.....	50
	SEZNAM PŘÍLOH.....	52

ÚVOD

V minulosti byla syrovátka „podceňovanou“ surovinou, protože se využívala především ke zkrmování zvířat. Samozřejmě, že i v minulosti byla syrovátka využívána k jiným účelům než ke zkrmování zvířaty, ale našla uplatnění při léčebných procesech a to už ve 4. st. n. l.. Teprve v nedávné době si našla syrovátka své uplatnění v naší společnosti a mohu říci, že se stává nedílnou součástí lidské stravy. V dnešní době díky poznatkům, které se syrovátkou zabývají, víme, že syrovátka jakož to „odpad“ při mlékárenské výrobě má velice pozitivní účinky na naše zdraví a její výživové hodnoty staví syrovátku na přední místa v potravinářském průmyslu.

Nyní význam syrovátky zásadně vzrostl, což souvisí s využíváním velkých objemů syrovátky vzhledem ke koncentraci výroby sýrů a s ochranou životního prostředí, zejména snížení zatížení odpadních vod.

V dnešní době díky aplikaci moderních chemických, fyzikálně chemických, biochemických a biologických postupů se stala významným zdrojem pro výrobu funkčních potravních doplňků, farmaceutických přípravků a některých speciálních potravin.

Cílem mé práce bylo charakterizovat syrovátku z hlediska výživově – fyziologického významu, protože syrovátka má výborné nutriční vlastnosti. Větší pozornost byla věnována chemickému složení syrovátky. Poté práce zahrnuje způsoby zpracování syrovátky a posléze její využití při výrobě potravin. Závěr práce se věnuje samotné výrobě fermentovaného syrovátkového nápoje, který byl vyroben ve školní provozovně a následně senzory ohodnocen.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE SYROVÁTKY

Syrovátku lze charakterizovat jako tekutou složku mléka po oddělení koagula, tj. pevné složky obsahující hlavně kasein a tuk, z které se v postupujícím technologickém procesu získává finální výrobek. Syrovátka je vedlejším produktem při výrobě sýrů, tvarohů a kazeinu. [1]

Syrovátka byla již používána 400 let př. n. l.. Řecký lékař Hypokrates pomocí syrovátky léčil především úplavici, onemocnění jater a onemocnění dnou. Římský lékař Galénos nasazoval syrovátkové kúry při ledvinových potížích, žloutence a při onemocnění kůže. Staří lékaři jednoznačně uznávali syrovátku jako prostředek, který detoxikuje jed ze střev, podporuje jejich funkci a uvolňuje celé vnitřnosti od střev až po játra.

V 18. století se stala světoznámým centrem syrovátkové léčby švýcarská vesnička Gais v Appenzelldu a brzy se rozvinula v lázeňské město, kam přijížděli hosté i z jižního Německa a Francie. Syrovátkou se zde léčila i královská rodina z Unterbergu. Postupně ve Švýcarsku vznikala i další lázeňská města a v době syrovátkového rozkvětu bylo v tomto státě na 130 míst se syrovátkovou léčbou.

Postupně se syrovátka začala využívat i ve výživě. Před 20 lety v potravinářství se spotřebovalo jen 5% celkové produkce syrovátky, zbytek sloužil jen jako krmivo, ale už v roce 2000 byl poměr 50 na 50. [2]

Syrovátku určujeme podle její kyselosti a původu. Sladká syrovátka se produkuje v sýrárnách, kyselá pochází z výroby tvarohu a kazeinu.

Syrovátka se vzhledem ke své biologické a chemické hodnotě stala základní surovinou pro výrobu četných výrobků, sloužících k výživě lidí nebo hospodářských zvířat. Syrovátka se využívá přímo, nepřímo po předchozí úpravě a zpracování a také se z ní získávají jednotlivé významné složky (cukr, bílkoviny). Tyto složky pak nacházejí další uplatnění v různých odvětvích, jako je potravinářský průmysl, farmacie, krmivářství aj. [1]

2 VÝŽIVOVĚ – FYZIOLOGICKÝ VÝZNAM SYROVÁTKY

Syrovátka se stala hitem kvůli řadě příznivých zdravotních vlivů. Syrovátka je nízkokalorická, obsahuje mnoho vitamínů a minerálů, působí detoxikačně a podporuje činnost ledvin, příznivě upravuje metabolismus, kladně ovlivňuje činnost střev a obnovuje střevní flóru, omezuje záněty žaludku a střev, má vliv na snížení hladiny cholesterolu v krvi. Její účinky sahají od regulace hmotnosti, přes regulaci vysokého krevního tlaku, zvyšování imunity, zvyšování antioxidační aktivity, zmírnění metabolického stresu, pozitivní reakci na stres, zlepšení svalových funkcí, zlepšení absorpce živin, zvýšení fyzické síly a všeobecné zlepšení zdravotního stavu až po protirakovinné účinky. [9]

2.1 Regulace hmotnosti

Pokud jde o regulaci hmotnosti, ukazují nejnovější klinické pokusy a epidemiologické studie na příznivý vliv vápníku, přičemž dvojnásobného účinku se dosahuje, pokud je ve stravě dostatek mléčných produktů. Svůj vliv přitom zřejmě má laktóza, jejíž nízký glykemický index podporuje regulaci pocitu hladu.

Další možností, která může ovlivňovat hmotnost, je bílkovinná dieta. Její mechanismus se vysvětluje tím, že zvýšený příjem bílkovin působí proti chuti k jídlu a přispívá k udržení tělesné hmotnosti po jejím snížení. Pokud se bílkovinami nahradí značná část sacharidů (např. ve formě snacků),lepší se energetická rovnováha a indukuje se zvýšení ztrát hmotnosti v důsledku diurése. [7]

2.2 Imunitní systém a chronické nemoci

Ačkoli ještě není znám přesný mechanismus působení syrovátkových bílkovin v imunitní ochraně, zdá se, že syrovátkové bílkoviny stimulují produkci glutathionu ve tkáních a vytvářejí rezervoár svalového glutaminu. Glutathion je významný antioxidant, který reguluje mnohé aspekty imunitních funkcí. Svalový glutamin je zásadní pohonná hmota imunitního systému. Začleněním syrovátkových bílkovin do stravy silně pomáhá podpořit imunitu, a to jak u aktivních osob každého věku, tak i u osob s imunitou poškozenou. [7]

2.3 Krevní tlak a kardiovaskulární choroby

Krevní tlak je rizikovým faktorem z hlediska nemoci a úmrtnosti. Léčiva proti vysokému tlaku mohou mít výrazné vedlejší účinky a jsou drahá. Výsledky výzkumu ukazují, že dieta bohatá na fermentované výrobky (především mléčné) může tlak výrazně snížit.

Syrovátkové bílkoviny se mohou proteolýzou přeměnit na různé bioaktivní peptidy. Tento proces probíhá během trávení (fermentace mléka), laboratorně nebo při zpracované syrovátky. Určité bioaktivní peptidy mohou proti vysokému tlaku chránit brzděním enzymů konvertujících angiotenzin (ACE = Angiotenzin Converting Enzyme) a dále aktivitami, které jsou podobné působení opiátů. Ze syrovátkových bílkovin mohou vznikat také peptidy, které mají vliv na omezování sražení krevních destiček a na snižování hladiny cholesterolu.

Vedle bioaktivních peptidů přispívají ke snižování rizika srdečně-cévních onemocnění i další složky syrovátky jako minerální látky (vápník, hořčík, zinek), vitaminy skupiny B a některé tukové frakce.

Pokud mají mít peptidy vliv na snížení tlaku, musí docházet k jejich absorpci ze střeva v aktivní formě. Na tuto aktivitu má negativní vliv vysokoteplotní ošetření. Vysoké biologické aktivity lze dosáhnout pečlivým výběrem enzymů k proteolýze, čímž se také omezí vznik hořkého aroma. [7]

2.4 Protirakovinné účinky

Bylo zjištěno, že syrovátkové bílkoviny inhibují růst rakovinných buněk, některé studie dokázaly dokonce výraznou regresí ve velikosti tumorů (při příjmu 30 g syrovátkového bílkovinného koncentrátu denně). Rovněž bylo zjištěno, že syrovátkové bílkoviny po dobu chemoterapeutické léčby rakoviny chrání zdravé buňky. Syrovátkové bílkoviny selektivně odčerpávají z rakovinových buněk glutathion, přičemž zvyšují nebo alespoň udržují na původní hodnotě hladinu glutathionu ve zdravých buňkách. Tento účinek nebyl pozorován u žádných jiných bílkovin. [7]

2.5 Nevhodné užití syrovátky

Vzhledem k vysokému obsahu mléčného cukru laktózy není sladká syrovátka vhodná pro osoby s nesnášenlivostí tohoto cukru. Přečasná potíže s trávením laktózy se mohou vy-

skytnout při a po některých onemocněních – zánětů střev, delších průjmů, po léčbě antibiotiky a podobně. Také pro ty, kdo mají alergii na bílkovinu kravského mléka, může být syrovátka rizikovou potravinou. Opatrnost je potřeba také při některých nemocech ledvin, kdy je nutné omezovat množství bílkovin v jídelníčku. [3]

3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ SYROVÁTKY

Chemické složení syrovátky se liší podle druhů vyráběných sýrů, značně rozdílný je i chemický obsah složek syrovátky podle různých autorů. [1]

Tab. 1 Chemické složení sladké syrovátky (podle různých autorů) [1]

Složka	Burr	Laxa	Šebela	VÚM (1972 - 73)	VÚM ementál
sušina [%]	6 - 7	6,33	5,9 - 7,6	6,13	6,8
tuk [%]	stopy 0,8	stopy	max. 0,8	stopy	stopy
bílkoviny [%] (N - látky)	0,8 - 1,0	0,54	0,8 - 1,0	0,703	0,750
laktóza [%]	4,5 - 5,0	5,05	4,5 - 5,0	4,53	4,51
kyselina mléčná [%]	stopy	-	stopy	-	-
popel [%]	0,5 - 0,7	0,54	0,5 - 0,7	0,42	0,46
kyselina citrónová [%]	0,1	-	-	-	-

Tab. 2 Chemické složení kyselé syrovátky (podle různých autorů) [1]

Složka	Burr	Laxa	Šebela	VÚM (1972 - 73)
sušina [%]	5-6	6,57	5,4 - 7,9	6,05
tuk [%]	stopy	stopy	stopy	stopy
bílkoviny [%] (N - látky)	0,8 - 1,1	0,58	0,8 - 1,1	0,63
laktóza [%]	3,8 - 4,2	4,35	3,8 - 4,2	3,82
kyselina mléčná [%]	do 0,8	0,70	až 0,8	0,63
popel [%]	0,7 - 0,8	0,74	0,7 - 0,8	0,56
kyselina citrónová [%]	0,1	-	-	-

Tab. 3 Syrovátka po výrobě kazeínu [1]

Složka v [%]	Nádašský
sušina	6,8
tuk	0,1
bílkoviny	1,0
laktóza	5,1
kyselina mléčná	-
popel	0,7
kyselina citrónová	-

3.1 Bílkoviny syrovátky

Nejdůležitější složkou syrovátky jsou bílkoviny, jejich význam tkví ve vysoké biologické hodnotě. Celkový obsah bílkovin (N-látek) v syrovátce kolísá od 14 do 24 %. Bílkoviny jsou zastoupeny v syrovátce v těchto formách:

- a) Albuminy a globulíny
- b) Kazeín a parakazeín (sýrový prach)
- c) Albumózy a peptony

Albuminy a globulíny se denaturují teplem, peptony a albumózy se nedenaturují ani teplem (varem), ani působením kyselin nebo chemických srážedel. Sýrový prach lze oddělit mechanicky.

Syrovátka obsahuje i část nebílkovinného dusíku, a to většinou ve formě purinových zásad. Syrovátkové bílkoviny se získávají z mléka po odstranění kazeínu, podle klasického dělení se skládají ze dvou hlavních frakcí, laktoalbuminu a laktoglobulinu. Z laktalbuminové frakce se především izoloval β – laktoglobulin, α – laktalbumin a sérový albumin. Z laktoglobulinové frakce se izolovaly imunoglobuliny, a to euglobulin a pseudoglobulin. Dále patří mezi bílkoviny obsažené v syrovátce ještě laktolin a proteiny obsahující železo. [1]

3.1.1 Laktalbumin

Mléčný albumin patří do skupiny jednoduchých bílkovin. Laktalbumin se podobá vaječnému a krevnímu albuminu, obsahuje tytéž aminokyseliny, ale není s nimi totožný, neobsahuje fosfor, je rozpustný ve vodě, slabých zásadách a kyselinách, popř. zředěných roztocích solí. Laktalbumin je pravý lyofilní koloid a v mléce vystupuje ve formě monomolekulárního koloidního roztoku. Obsah laktalbuminu v kravském mléce činí asi 0,4 %, jenž reprezentuje 12 – 13 % veškerého dusíku. Molekulová váha se pohybuje v rozmezí 12 000 – 25 000. Podle různých měření odpovídají laktalbuminu 3 různé proteiny:

- a) β - laktalbumin
- b) β – laktoglobulin
- c) „krevní“ sérumalbumin

Laktalbumin má výrazně redukující vlastnosti a vykazuje kyselý charakter. Jeho částice v mléce mají průměrnou velikost 5 – 10 nm a nesrážejí se kyselinami, syřidlem ani působením nasyceného roztoku kuchyňské soli nebo MgSO_4 .

Zahříváním laktalbumin denaturuje. Úplného vysrážení se v praxi nejčastěji osvědčily podmínky při $\text{pH} = 4,5 - 4,7$ a $t = 85 - 95$ °C. [1]

3.1.2 Laktoglobulin

Mléčný globulin patří do skupiny globulinů. Do mléka přichází patrně přímo z krve a pro svůj ochranný charakter se též nazývá imunní globulin. Mléko přežvýkavců obsahuje laktoglobulinu poměrně málo, asi 0,5 – 0,11 g na 100 ml odstředěného mléka. Podobně jako laktalbumin neobsahuje laktoglobulin fosfor a má též kyselý charakter. Laktoglobulin se skládá ze dvou složek euglobulinu a pseudoglobulinu.

Molekulová váha se pohybuje v rozmezí 37 900 – 42 020 a izoelektrický bod se uvádí kolem $\text{pH} = 5,3$. [1]

3.2 Nebílkovinné dusíkaté látky

Po odstranění bílkovin přechází do syrovátky i většina dusíkatých látek nebílkovinné povahy. Tyto látky představují 5 – 7 % veškerého dusíku v mléce. Jde tedy o nepatrné příměsi, které dosud nebyly zdrojem vážnějších obtíží při získávání laktózy ze syrovátky. Nejdůležitější z nich jsou: močovina, kyselina močová, xantin, guanin, hypoxantin, adenin, kreatin, alantoin, rhodanidy, anoniak a některé samostatné aminokyseliny. [1]

3.3 Popeloviny

Obsah minerálních látek i jejich druhovým zastoupením se syrovátka přibližuje mléku, z kterého do ní přecházejí všechny rozpustné soli. [4]

Hlavní složkou popelovin syrovátky jsou fosforečné a vápenaté soli. Část vápníku při syření se váže s kazeínem na nerozpustný parakazeín a v této formě přechází do sýra, naopak při výrobě tvarohu přechází z kazeínu do syrovátky ve formě nerozpustné soli. Jeden z názorů tvrdí, že syrovátka obsahuje po výrobě tvarohu vyšší množství vápníku. Mimo fosfor a vápník obsahuje popel syrovátky ještě: draslík sodík, hořčík, železo, síru a chlor. Tyto prvky jsou přítomny v syrovátce v ionizované formě (kationty a anionty). [1]

Tab. 4 Minerální látky v syrovátce podle Wonga [4]

	Sladká syrovátka	Kyselá syrovátka
Ca [mg/100 g]	1450	1360
Mg [mg/100 g]	143	130
Na [mg/100 g]	758	580
K [mg/100 g]	2340	2225
P [mg/100 g]	464	850
Zn [μ g/100 g]	4300	298
Fe [μ g/100 g]	550	200
Cu [μ g/100 g]	50	14
Mm [μ g/100 g]	15	2

3.4 Vitamíny v syrovátce

Vysoká biologická hodnota syrovátky je dána i obsahem vitamínů, a to převážně skupiny B (B₁, B₂, B₆, B₁₂), kyseliny pantotenové, vitamínu C i A a biotinu. [1]

Tab. 5 Vitamíny v syrovátce podle Glasse [4]

	Sladká syrovátka	Kyselá syrovátka
Vit. A [I.U./100 g]	152,00	137,00
Vit. C [mg/100 g]	1,53	0,16
Vit. B ₁ [mg/100 g]	0,58	0,48
Vit. B ₂ [mg/100 g]	2,40	2,00
Vit. B ₆ [mg/100 g]	0,55	0,58
Niacin [mg/100 g]	0,99	0,89
Pantotheneic Acid [mg/100 g]	11,20	11,80
Tocopherol [mg/100 g]	0,05	0,08
Folacin [mg/100 g]	0,10	0,03
Cholin [mg/100 g]	107,00	123,00
Biothin [μ g/100 g]	57,20	41,20
Vit. B ₁₂ [mg/100 g]	2,40	2,50

Nejvíce je v syrovátce zastoupen riboflavin, který dává syrovátce typické zabarvení - žlutozelenou fluorescenci. Riboflavin se účinkem světelného záření rozkládá, a proto světlu vystavená syrovátka po několika hodinách své původní zabarvení ztrácí. V okyselené syrovátce v uzavřených nádobách je riboflavin vůči ohřevu i oxidaci stálý. [4]

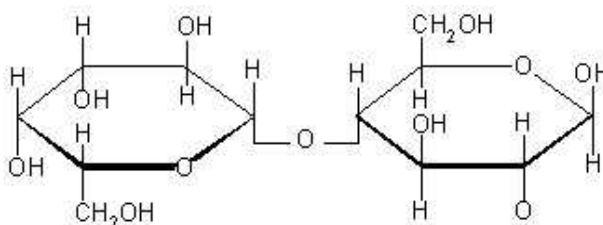
Za normálních podmínek snese i dlouhotrvající zahřátí na teplotu 120 °C, jeho odolnost proti teplotám je však silně závislá na pH. Vlivem používané mikroflóry vykazují kyselá mléka zvýšený obsah riboflavinu. Při výrobě sýrů přejde prakticky všechen riboflavin do syrovátky. Uvádí se, že z 1 000 l syrovátky lze získat až 70 mg riboflavinu. [1]

3.5 Mléčný cukr

Hlavní složkou syrovátky je mléčný cukr – laktóza, z celkové sušiny syrovátky je to 70 – 80 %. Mléčný cukr se v syrovátce nachází ve dvou izomerních formách: nehygroskopická α – laktóza a hygroskopická β – laktóza. Přítomnost hygroskopické formy laktózy (β - laktóza) má za následek hygroskopičnost syrovátkového prášku (sušená syrovátka). [2]

3.5.1 Laktóza

Laktóza je disacharid skládající se ze dvou jednoduchých hexos D – galaktózy a D - glukózy s β – glykosidickou vazbou 4 – 0 – β D – galaktopyranosyl – D glukopyranóza, kterému odpovídá strukturní vzorec:



Obr. 1 Vzorec laktózy [15]

V mléce se vyskytuje ve formě pravého roztoku. Sladivost laktózy je výrazně nižší než u glukózy, nebo sacharózy. Nižší je i rozpustnost laktózy, při vyšších koncentracích a při nízkých teplotách může dojít ke krystalizaci. Vykrytalizovaná laktóza pak způsobuje moučnou, nebo písčitou konzistenci výrobku, která pak bývá nesprávně považována za přídavek mouky. Obdobně jako jiné cukry při vyšší teplotě se rozkládá, karamelizuje a způsobuje tím „vařivou“ chuť výrobků. Protože se vyznačuje nízkou sladivostí, má stejný energetický (kalorický) obsah jako jiné cukry. [5]

Působením enzymů (a mikrobiálních enzymů) se laktóza nejprve hydrolyzuje na monosacharidy a dále pak na organické kyseliny (zejména na kyselinu mléčnou), případně na alkoholy až oxid uhličitý a vodu. Snadno podléhá mikrobiálnímu rozkladu, čehož se využívá v technologii, nebo obráceně může docházet k nežádoucímu rozkladu a tím zkažení výrobků. [5]

Laktóza má ve výživě obdobnou funkci jako jiné sacharidy. Tvoří převážně zdroj energie, je rychle a snadno využitelná. Vzhledem k tomu, že se jedná o disacharid, musí být nejdříve hydrolyzována na monosacharidy, glukózu a galaktózu. Toto štěpení probíhá v žaludku a tenkém střevě působením enzymu β – galaktosidázy. Tento enzym je součástí trávicích šťáv kojenců. V pozdějším věku se však může stát, že tohoto enzymu má organismus nedostatek, nebo úplně schází. Je to dáno především geneticky a je tím postižena část populace převážně tmavé pleti. V tomto případě pak trávení laktózy v tenkém střevě proběhne nedostatečně a část nestrávené laktózy se dostane až do tlustého střeva, kde způsobí rozvoj střevní mikroflóry s následnou plynatostí, nebo průjmy. Celý tento proces se odborně nazývá intolerance k laktóze a mnohdy bývá nesprávně označován jako celková alergie na mléko. [5]

U řady mléčných výrobků je laktóza, nebo její část přeměněna na kyselinu mléčnou. Tato kyselina mléčná brzdí rozvoj nežádoucí hnilobné mikroflóry, působí jako přirozený konzervační prostředek bez jakýchkoliv vedlejších účinků. Celkově okyseluje prostředí trávicího traktu a u zdravých lidí tím usnadňuje trávení, napomáhá ke vstřebávání řady minerálních látek a chrání některé biologicky aktivní látky před jejich destrukcí během trávení a v neposlední řadě je i zdrojem lehce a rychle dostupné energie pro organismus. [5]

3.6 Tuk

Tuk v syrovátce je obsažen jen v nepatrném množství nebo vůbec.

Mléčný tuk obsahuje estery mastných kyselin s jednomocnými, nebo vícemocnými alkoholy. Jsou nerozpustné ve vodě, dobře se však rozpouštějí v některých organických rozpouštědlech. Obvykle se dělí na jednoduché a složené lipidy. Jednoduché lipidy obsahují ve své základní skladbě pouze vodík, uhlík a kyslík. Označují se jako tuky, jde-li o estery mastných kyselin s glycerolem, nebo jako vosky, jsou-li mastné kyseliny esterifikovány jedno-

sytnými alkoholy s dlouhým řetězcem. Složené lipidy mají ve své molekule vázány i jiné složky nebo prvky podle nichž se označují. Patří sem:

- fosfatidy (fosfolipidy) obsahují navíc kyselinu fosforečnou a dusíkaté látky
- cerebrosidy (glykolipidy) jsou sloučeniny mastných kyselin, dvoumocného aminoalkoholu sfingosinu a sacharidů
- sulfatidy (sulfolipidy) jsou sloučeniny obsahující síru

Mléčný tuk obsahuje všechny vitaminy rozpustné v tucích. Jedná se zejména o vitamin A, a jeho provitamin β – karoten, vitamin D i menší množství vitaminu E. Mimo vitaminů obsahuje mléčný tuk celou řadu biologicky aktivních látek, které působí jako hormony, enzymy či důležité a nepostradatelné součásti buněčných struktur. [6]

3.7 Kyseliny

V syrovátce se vyskytují především tyto kyseliny: citronová, mléčná, propionová, octová a mravenčí. Nejvyšší obsah kyselin je v kyselé syrovátce z výroby tvarohu a jejich složení závisí na aktivitě a složení mikroflóry. Číselné údaje, pokud jsou v literatuře uváděny, mají proto značný rozptyl (zaleží i na tom, zda byly veškeré kyseliny stanoveny jako jedna určitá kyselina, nebo bylo stanoveno množství celého spektra kyselin). Nejvyšší bývá obsah kyseliny citronové (kolem 150 mg/100 g) a kyseliny mléčné (40–120 mg/100 g). Při výrobě kaseinu může do syrovátky přecházet i malé množství minerálních kyselin, např. chlorovodíkové. [7]

4 ZPŮSOBY ZPRACOVÁNÍ SYROVÁTKY

4.1 Předběžná příprava syrovátky

4.1.1 Čištění syrovátky

Při moderních postupech zpracování syrovátky se téměř vždy provádí čištění od nežádoucích zbytků sraženiny (sýrařský prach), které by negativně ovlivňovaly průběh dalších procesů (ucpávání tepelných výměníků, poškozování a ucpávání membrán) a navíc by ovlivňovaly rozpustnost, chuť a vůni produktu. Používá se kombinace usazování, scezování a odstředování, nebo samotné odstředování, a sice v závislosti na velikosti a množství pevných částic. Při jejich velkém množství se používají samoodkalovací odstředivky s kontinuálním odstraňováním kalů. [7]

4.1.2 Odstranění tuku

Pokud syrovátka pochází z výroby sýra, obsahuje obvykle určitý podíl tuku, který je rovněž vhodné odstranit kvůli průběhu dalšího zpracování, kvalitě a stabilitě produktu. Za tím účelem se obvykle použije další odstředivka, pomocí které se dosáhne odstranění tuku (pod 0,5 %, aby neucpával póry membrány). Pro odstranění posledních zbytků tuku se zkoušely nepříliš úspěšné postupy mikrofiltrace (polymerní membrány s póry 1,2 μm , keramické membrány s póry až 0,08 μm). [7]

4.1.3 Pasterace

Dalším krokem nezbytným pro zachování chemické i mikrobiologické jakosti syrovátky je pasterace, obvykle 72 – 78 °C po dobu 15 – 20 s. Některé varianty pasteračních postupů však používají teploty v rozsahu 62 – 95 °C. Tím se sníží počet živých mikroorganismů a inaktivuje se fosfatáza a chymozin. Před pasterací musí být syrovátka uchovávána jen co nejkratší dobu, a sice při teplotách do 5 °C. [7]

4.2 Demineralizace

Odstranění solí ze syrovátky je obvykle dalším zásadním požadavkem pro její efektivní zpracování a pro použitelnost ke krmivářským a potravinářským účelům. Při demineralizaci jsou ze syrovátky odstraňovány kationty a anionty anorganických i organických slouče-

nin. Úroveň demineralizace závisí na další aplikaci produktu. Soli mají negativní vliv na senzorické vlastnosti při využití syrovátkových výrobků do potravin a krmiv. Zvláště u kyselé syrovátky před zahušťováním je vždy nutné snížení obsahu minerálních látek a kyselin kvůli snížení hygroscopicity a termoplasticity, která překáží v procesu sušení, a kvůli potřebě zmírnit hořkosladkou chuť prášku.

K demineralizaci se používá elektrolyza, gelová filtrace, pomocí iontoměníčů a membránové techniky.

Demineralizací se syrovátka rozdělí na dva produkty: diulát – odsolená syrovátka představující cca 90 % - 95 % původního objemu syrovátky koncentrát – roztok o vysoké koncentraci solí a ostatních látek, cca 5 - 10 % původního objemu. [8]

4.3 Krystalizace laktózy

Vysoký obsah laktózy v syrovátce či permeátu způsobuje potíže při zahušťování a sušení (vysoká viskozita, lepivost, hygroscopicita). Koncentrát syrovátky nebo permeátu, který obsahuje více než 55 % sušiny, je při 38 °C nasyceným roztokem laktózy. Pro usnadnění sušení a kvůli zabránění lepivosti výsledného prášku se před sušením v naprosté většině systémů provádí předkrystalizace laktózy. Krystalizace probíhá např. při 20 – 35 °C, po dobu 2 – 24 h v krystalizačním tanku a následuje rychlé ochlazení. Zhruba ze 70 % laktózy se vytvoří malé krystaly, které nejsou na závadu při následném rozprašovacím sušení. Sníží se tím podíl bezvodé amorfní laktózy, která při rychlém sušení vzniká a způsobuje lepení teplého prášku na stěny, značnou hygroscopicitu výsledného prášku, jeho tvrdnutí a obtížné rozpouštění. Pokud vykrytalizuje 85 – 90 %, dosáhne se při rozprašovacím sušení 60 % sušiny výrobku. Tradiční je postup šaržové krystalizace, moderní a rychlejší je kontinuální krystalizace. Krystalizace je také postup, kterým lze laktózu oddělit za účelem jejího dalšího využití. Tento proces obvykle probíhá ve více stupních. [7]

4.4 Zahušťování syrovátky

Skutečnost, že syrovátka obsahuje 93 – 96 % vody, je hlavním technologickým i ekonomickým problémem jejího zužitkování. V důsledku jejího velkého zředění živin je syrovátka velmi málo trvanlivá a zvyšují se náklady na její koncentraci. Nejhlavnějším a nejběžnějším způsobem dehydratace syrovátky je zahušťování na průmyslových odparech.

Na zahušťování syrovátky se většinou používají stejné odparky jako na mléko. Ale ne všechny odparky na zahušťování syrovátky nejsou vhodné. Nejlépe se osvědčily filmové vícestupňové odparky s klesajícím filmem. Na zahušťování syrovátky se konstruuje i speciální odparky, např. filmové odparky s mechanickou kompresí brýdových par. Z moderních konstrukcí odparek se k zahušťování syrovátky hodí odparka, jejichž technologický režim je v souladu s vlastnostmi požadovanými od zahušťovaného syrovátkového sirupu. Má-li se zahuštěná syrovátka dále sušit na pokud možno nehydrokopický prášek, nesmí se s ohledem na možnou denaturaci bílkovin syrovátky překročit teplota 75 °C. Naopak provádí-li se odpařování jako součást sušícího procesu při zpracování syrovátky pro pekařské účely, doporučuje se odpařování při teplotě na 75 °C. Konstrukce odparek musí být taková, aby nevznikaly potíže s pěněním syrovátky. K pění je náchylná především syrovátka sladká, zatímco syrovátka kyselá pění méně. Z hlediska konstrukčního je důležitá konstrukce odparky s ohledem na stupeň zahuštění, protože se stupeň zahuštění vzrůstá velmi prudce viskozita, a to zejména při zahušťování nad 45 % sušiny. Ze syrovátky zahuštěné na 65 % může vypadnout laktóza ve formě krystalů již během odpařování. [1]

4.5 Sušení syrovátky

4.5.1 Sušení syrovátky ve válcových sušárnách

Ve válcových sušárnách je sušení syrovátky na rozdíl od mléka velice komplikované. Je to způsobeno především vysokým obsahem laktózy v syrovátce (min. 70 %).

Přítomná laktóza během sušení nevykrytalizuje, nýbrž se z ní vytvoří amorfní sklovitá tavenina s nevhodnými fyzikálními vlastnostmi – nehomogenní strukturou, hnědou barvou (vlivem Maillardových reakcí) a vysokou hygroskopičností. Tato nevýhoda se obchází tím, že se suší syrovátka ve směsi se šroty, sójovou moukou, kvasničným mlékem nebo mlékem odstředěným. Ani těmito postupy se však nezíská produkt, který by byl svou jakostí srovnatelný se sušenými výrobky připravenými sprejovým sušením. [1]

4.5.2 Sušení syrovátky v rozprašovacích sušárnách

Tento způsob sušení syrovátky je v současné době nejrozšířenějším postupem průmyslového zpracování syrovátky. Dehydratace syrovátky při rozprašovacím sušení se skládá z odpařování, kterým se ze sušené syrovátky oddělí podstatná část (přes 90 %) vody, a z mlho-

vého sušení, kterým se odstraňuje zbylé množství vody. Protože odpařování ve vícestupňových odparkách je energeticky podstatně levnější než vlastní rozprašovací sušení, převládá tendence odpařit maximální množství vody v odparce. Stupeň zahuštění syrovátky je technologicky omezen viskozitou vzniklého syrovátkového sirupu. Se zvyšující se koncentrací viskozita velmi prudce vzrůstá a silně zahuštěné syrovátkové roztoky vykazují o 4 – 5 řádů vyšší viskozitou než samotná syrovátka.

Vzhledem k vysokému obsahu laktózy se syrovátka suší mnohem hůře než odstředěné mléko. Kyselá syrovátka se suší obtížněji než syrovátka sladká.

Při rozprašovacím sušení zahuštěné, nevykrystalizované syrovátky vznikne prášek, obsahující laktózu převážně amorfní v nevykrystalizované formě, tj. ve formě ztuhlé taveniny, která se fyzikálním stavem podobá sklu. Amorfní laktóza dodává syrovátkovému prášku nepříznivé vlastnosti, především velmi špatnou rozpustnost a značnou hygroskopičnost, s níž souvisí spékavost výrobku. Uvedené vlastnosti zhoršují užitnou hodnotu sušené syrovátky. Hygroskopičnost sušené syrovátky se podstatně sníží a rozpustnost zlepší, obsahují-li sušená syrovátka část laktózy vykrystalizované ve formě α – hydrátu. Čím je množství hydrátu větší, tím lepší má sušená syrovátka fyzikální vlastnosti. Přeměny laktózy v α – monohydrát dosáhneme při sušení syrovátky tzv. předkrystalizací zahuštěné syrovátky. To znamená, že se nechá při vhodném režimu chlazení a míchání část laktózy v syrovátce vykrystalizovat

a získaná disperze krystalů v syrovátkovém sirupu se usuší. α – hydrát vzniká z přesycených roztoků laktózy po ochlazení na teplotu pod 93 °C. Množství vytvořených krystalů závisí na míře přesycenosti roztoku při dané krystalizační teplotě a rychlosti krystalizace na řadě faktorů, především na viskozitě krystalizujícího roztoku u rychlosti míchání a přítomnosti krystalizačních jader. [1]

4.6 Separální metody

Z nových technologií se uplatňují při zpracování syrovátky moderní separální metody založené na membránových procesech jako je ultrafiltrace, hyperfiltrace, gelová filtrace, reversní osmosa a elektrodialýza. [4]

4.6.1 Ultrafiltrace a hyperfiltrace

Základní rozdíl těchto metod je ve velikosti procházejících částic a velikosti tlakového rozdílu, který je hnací silou procesu. Na rozdíl od klasické filtrace slouží jako vlastní filtrační podložky semipermeabilní membrány. Jestliže si povšimneme charakteru toku filtrovaného materiálu při klasické filtraci a membránových filtracích, pak vidíme rozdíl také v tom, že při filtraci tok kapaliny vede kolmo k ploše filtru, kdežto při membránových filtracích podél membrány.

Klasickou filtrací oddělujeme z roztoku částice o rozměru $10^{-5} - 10^{-3}$ m, ultrafiltrací částice $10^{-5} - 10^{-8}$ m a hyprefiltrací částice $10^{-8} - 10^{-10}$ m. Prakticky to znamená, že při filtraci se z roztoku oddělují jemné a hrubé částice, ale při membránových procesech dochází k dělení na úrovni molekulových hmotností. Běžné ultrafiltrační membrány zadržují látky až do molekulové hmotnosti 500, látky s nižší molekulovou hmotností procházejí membránou jako tzv. ultrafiltrát neboli permeát a látky s vyšší molekulovou hmotností proudí podél membrány ve formě koncentrátu.

Klasické ultrafialové membrány jsou tedy propustné pro čisté rozpouštědlo (obvykle vodu), ionty, soli, aminokyseliny, peptidy, jednoduché cukry, jsou nepropustné pro makromolekulární látky, např. bílkoviny. Pro každý typ membrány jsou stanoveny přesné hranice propustnosti, převládá tendence užívat pro daný účel membránu s co nejvíce otevřenými póry, aby výkon zařízení byl maximální. Tlak při ultrafiltraci se pohybuje v mezích 0,07 MPa – 3,5 MPa.

Při hyperfiltraci je membrána propustná pouze pro rozpouštědlo a rozpouštěné látky, např. ionty a soli se zadržují v roztoku proudícím podél membrány. Procento zadržení jednotlivých iontům dáno selektivitou použité membrány. Tlakový rozdíl se pohybuje u hyperfiltrace v rozmezí 2,8 – 8,4 MPa. Membránou prochází permát (hyperfiltrát), nad membránou proudí koncentrát (retentát).

V mlékárenství má větší vyhlídky ultrafiltrace, která umožňuje frakcionaci mléka a syrovátky s netradičním použitím produktů v mlékárenské technologii. [1]

4.6.2 Gelová filtrace

Gelovou (permeační) chromatografií lze oddělit frakce o různé velikosti molekul, tzn. při dělení syrovátky získat nejprve frakci bílkovinného koncentrátu, poté roztok laktózy

a roztok minerálních solí. Dělení probíhá na zbobtnalých částicích gelu, který je naplněn v koloně s mikroporézním dnem. Porézní kulovité částice mají v suchém stavu průměr 4 – 12 mm při bobtnání se mnohonásobně zvětší. Princip spočívá v tom, že složky roztoku s větší molekulou procházejí prostorem mezi částicemi a menší molekuly pronikají do struktury gelu a uvolňují se z něho později.

Syrovátka se před aplikací zahustí na 20 % sušiny. Výhodou je možnost detailního dělení bílkovin o různé velikosti molekul, např. se získá frakce obsahující převážně alfa-laktalbumin – pro obohacení kojenecké výživy, v závislosti na použitém gelu. Nevýhodou je zanášení kolony koloidním fosforečnanem vápenatým. [7]

4.6.3 Reverzní osmóza

Moderní možností zahušťování je membránový postup – reverzní osmóza, která se využívá v sýrárnách k předběžné koncentraci veškerých mléčných složek s cílem snížení přepravních nákladů. Míra zahuštění je limitována viskozitou retentátu, dosahuje se tak zahuštění 20 – 25 %. Tento postup je vhodný jako předstupeň odpařování, nezbytné je však konkrétní ekonomické vyhodnocení.

K oddělení vody se vzhledem k malé velikosti pórů používají tlaky 30 – 40 bar a teploty 25 – 33 °C. Se stoupající koncentrací stoupá i osmotický tlak syrovátky, který musí být vnějším tlakem překonán.

Dříve se používaly acetáto-celulózové membrány, které však nesnášely teplotu nad 30 °C a byly choulostivé na čištění a sanitaci. V současné době se používají membrány z kompozitu, které snášejí teploty až 80 °C, pH 1 – 12 a jsou odolné vůči sanitačním prostředkům. [7]

4.6.4 Elektrodialýza

Jedná se o membránovou metodu vhodnou k demineralizaci syrovátky. Ionty jsou z roztoku odstraněny pomocí elektrického napětí a iontových selektivních membrán. Zařízení obsahuje kationové a aniontové propustné membrány, mezi nimiž střídavě protéká syrovátka a vodný roztok solí. Ionty přecházejí vlivem napětí ze syrovátky do roztoku solí. Při jednom průchodu sestavou membrán se odstraní asi 10 % popelovin, opakovaným postupem lze odstranit až 90 %. Míra odsolení závisí na velikosti náboje a na velikosti iontů. Nejvyš-

ší je u draslíku, mnohem nižší je u vápníku. Demineralizovaný roztok syrovátky lze dále zahušťovat. [8]

4.7 Fermentace syrovátky

Syrovátka s obsahem sacharidů kolem 4,5 %, příp. koncentrát syrovátky či permeát jsou vhodným substrátem pro bakterie, plísně nebo kvasinky, které při svém růstu v různé míře vytvářejí cenné látky. Přítomná laktóza, příp. po rozštěpení na glukózu a galaktózu, může sloužit k produkci biomasy – především pro krmné účely, etanolu, bioplynu, k produkci organických kyselin, vitaminů, enzymů, polysacharidů, lipidů a ochucovacích látek, nebo k výrobě nápojů.

Každý z těchto produktů vyžaduje použití jiných mikroorganismů (plísni, kvasinek i bakterií) a použití zcela jiných podmínek, tzn. rozdílnou kyselost (pH prostředí), různou koncentraci laktózy, bílkovin, soli (zajišťuje se částečnou demineralizací nebo naopak přidáváním živin) a rozdílné vedení procesu (aerobní – anaerobní). Někdy je nutné podmínky v průběhu procesu upravovat, někdy je nutné postupně odstraňování produktu. [7]

4.7.1 Produkce biomasy

Výroba biomasy probíhá většinou za aerobních podmínek, přičemž lze použít jak syrovátku, tak syrovátkovou melasu po získání laktózy nebo laktózový permeát. Jsou aplikovány např. kvasinky *Candida fragilit* (lze tak vyprodukovat např. biomasu, v níž je 33 % laktózy, přičemž obsah bílkovin tvoří až 60 % sušiny) nebo *Candida utilis* *Candida tropicalis* nebo *Sacharomyces cerevisiae*. Používají se různé postupy (SAV, BELL, INCO aj.), při kterých se vychází z různě koncentrovaného substrátu, z něhož byly nebo nebyly odděleny bílkoviny či soli. Nakonec dochází k separaci biomasy a příp. jejímu zkoncentrování či sušení (někdy v kombinaci např. s obilným substrátem). [7]

4.7.2 Produkce bioplynu

Fermentací syrovátky či odpadních vod z mlékárenské výroby za anaerobních podmínek lze postupným štěpením (hydrolýza laktózy, štěpení glukózy, organických kyselin) a dekarboxylací získat bioplyn – směs metanu a oxidu uhličitého. [7]

4.7.3 Produkce etanolu

Anaerobní fermentaci syrovátky (po pasteraci a zahuštění na 16 – 18 % sušiny, při pH 4 – 4,5, teplotě cca 30 °C a za přídavku minerálních látek) lze pomocí kvasinek, bakterií i plísní vyrobit etanol s výtěžností 86 – 94 % (682 l etanolu z 1 t laktózy).

Byl vyvinut fermentační přístroj, ve kterém dochází pomocí enzymů ke kontinuální přeměně syrovátky na alkohol. Výsledným produktem je 70 % roztok etanolu, který se destilací přeměňuje na motorové palivo. [7]

4.7.4 Výroba kyseliny mléčné

Pomocí bakterií mléčného kvašení (např. *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. bulgaricus*) se laktóza (nejlépe z deproteinované syrovátky nebo z laktózového permeátu) při teplotách vhodných pro konkrétní bakterie přemění na kyselinu mléčnou. Ta se během fermentace neutralizuje např. uhličitanem vápenatým. Po prokvašení se medium zahřeje, zfiltruje, filtrát se zahustí, mléčnan vápenatý se převede pomocí kyseliny sírové na kyselinu mléčnou a nerozpustný síran vápenatý, který se oddělí. Z takto získané kyseliny mléčné lze rafinací získat látku v potravinářské jakosti. Když se asi 90 % laktózy ze syrovátky přemění na kyselinu mléčnou a výtěžnost je 50 % kyseliny mléčné ve vztahu k syrovátce 7,5 – 8 %. [7]

4.7.5 Výroba kyseliny propionové

Vhodným substrátem je syrovátka obohacena bílkovinnými hydrolyzáty. Tato fermentace je časově náročnějším procesem a dosahuje se výtěžnosti 0,45 – 0,75 % podle doby trvání. [7]

4.7.6 Výroba aminokyselin

Pomocí *Brevibacterium lactofermentum* a *E. coli* byl z hydrolyzovaného syrovátkového permeátu připraven extracelulárně akumulovaný lysin a treonin. [7]

4.7.7 Výroba polysacharidů

Syrovátka může být vhodným substrátem k vytváření výživově pozitivních mikrobiálních polysacharidů, jako jsou xantany (*Xanthomonas*, *Alcaligenes*, *Hansenula* aj.). [7]

4.7.8 Výroba nápojů

K fermentaci se používají mléčné bakterie, někdy v kombinaci s kvasinkami (např. *K. fragilis* nebo *S. pseudotropicalis*). Surovinou může být syrovátka s obsaženými bílkovinami, tak i deproteinovaný produkt, s obsahem soli i částečně demineralizována. V případě, že se do syrovátky přidá sacharóza, lze provádět fermentaci kvasinkami *S. cerevisiae*, které však nefermentují laktózu, a ta v nápoji zůstává v původním množství.

Předností kvašených nápojů je, že obsahují nejen cenné složky syrovátky, ale i cenné produkty vytvořené mikroorganismy (kyselina mléčná, těkavé kyseliny, enzymy, aromatické látky). Nevýhodou může být příliš vysoký obsah solí a kyselin, nebo např. nestabilita bílkovinného zákalu. Těmto a dalším problémům musí být věnována pozornost při vlastním vývoji nápojů, tzn. při vytváření směsí s ovocnými šťávami, aromaty apod.

Použije-li se proces alkoholového kvašení, lze vyrobit nápoj a určitým obsahem alkoholu. Osvědčil se např. postup využívající kvasinky *K. marxianus* v imobilizované formě na deligninovaném celulóзовém materiálu. [7]

5 UŽITÍ SYROVÁTKY PŘI VÝROBĚ POTRAVIN

Využívání syrovátky a jejích složek patří jednoznačně k trendům při výrobě funkčních, konvenientních a wellness potravin a potravin pro potěšení. Kromě toho je nezanedbatelným faktorem nízká cena syrovátky. Syrovátka dodává vysokou výživovou hodnotu a širokou paletu fyzikálně-chemických vlastností, které jsou předností nově vyvíjených produktů. Umožňuje nejrůznější inovace v sortimentu mléčných výrobků, dezertů, pomazánek, dresinků, mražených krémů, pekařských výrobků, nápojů (i v prášku), tyčinek, snacků, čokolády cukrovinek a kojenecké výživy. Umožňuje částečnou náhradu živočišných bílkovin (texturované bílkoviny).

Syrovátkové deriváty dodávají potravinám hutnost, zahušťovací schopnosti produktů rozmíchatelné ve vodě a jsou srovnatelné se škroby. Některé syrovátkové deriváty jsou schopny vázat až osminásobek hmotnosti vody. Přídavek 10 % takového přípravku zvýší viskozitu o dva řády.

Z hlediska sensorických vlastností bývá příznivě hodnoceno jemné mléčné aroma, chuť a textura.

Možnosti aplikaci se stále vyvíjejí v souvislosti s vývojem postupů pro získávání čistších složek a získávání složek se specifitějšími vlastnostmi.

Možnosti použití syrovátkových bílkovin se rozšiřují při využití texturovaných bílkovin. Mohou být použity jako instantní zahušťovadla místo škrobů a jiných hydrokoloidů, nebo jako jemné pomazánkové teplem koagulované gely. [7]

5.1 Výroba sýrů

Syrovátkové bílkovinné produkty jsou při výrobě sýrů používány buď pro zvláštní charakter z nich získaných produktů, nebo jako částečná náhrada dražší suroviny. Vedle využití cenné bílkoviny z levné suroviny se dosahuje i výraznější chuti a jemné konzistence sýrů. Odedávna je věnovaná značná pozornost možnostem využití denaturovaných syrovátkových bílkovin, např. do tavených sýrových pomazánek.

Kromě toho se používá přímo syrovátka nebo syrovátkový bílkovinný separát (buď s přídavkem mléka nebo bez přídavku) k výrobě syrovátkových sýrů – Ricotta, Zieger, Qeso blanco, Mysost. [2, 10]

Syrovátkové sýry mohou být dvojího druhu. Sýr „**Ricotta**“ (někdy též označovaný jako „syrovátkový tvaroh“) obsahuje 70 – 80 % vody a syrovátkové bílkoviny hlavně vysrážené teplem. Druhým je hnědý syrovátkový sýr norského typu „**Mysost**“, v němž převažuje laktóza (33 – 45 % podle druhu produktu). Z hlediska zužitkování syrovátky je Ricotta mnohem méně efektivní než výrobky typu Mysost, při jejichž výrobě se zpracuje prakticky veškerá syrovátka, zatímco Ricotta zanechává 80 – 85 % částečně deproteinované syrovátky, jejíž využití je vysoce problematické. [11]

5.1.1 Využití syrovátky při úpravě tavených sýrů

Jakost tavených sýrů lze zvyšovat nejen změnou chemického složení (zvýšení sušiny nebo tučnosti), ale i zlepšením některých fyzikálních vlastností, např. konzistence. Snaha o zlepšení fyzikálních vlastností vedla k výzkumu přípravy a použití syrovátkové pasty pro úpravu konzistence tavených sýrů, zejména pomazánkových. Při praktickém použití se zjistilo, že syrovátkové bílkoviny zlepšují konzistenci tavených sýrů a také zvyšují nutriční hodnotu výrobku a jeho stravitelnost.

Sýry s přídavkem syrovátkové pasty vykazovaly výraznější a plnější chuť. Také trvanlivost přidáním syrovátkové pasty nijak nezhoršila, což potvrdil výsledek mikrobiologického rozboru a termostátové zkoušky. Při posuzování tavených sýrů zřetelně vyniklo zlepšení konzistence výrobků a přídavkem syrovátkové pasty nebo zvýšení jejich dieteticko - nutričních a chuťových vlastností. [1]

5.2 Výroba nápojů

Nejčastěji se používá k přípravě nápojů syrovátka (pouze sušená nebo demineralizovaná nebo deproteinovaná) nebo její frakce ve formě prášku a méně často používaná pasterovaná kapalná syrovátka. Nevýhodou kapalné syrovátky jsou vysoké náklady na přepravu, nízká údržnost v případě kontaminace, proměnlivá jakost, vysoký obsah soli. Někdy je problémem i vysoký podíl laktózy, který se naopak využívá v případě výroby fermentovaných nápojů. Někdy se klade důraz na obsah bílkovin, který je však nevýhodný v případě výroby čirých nápojů. Syrovátkové deriváty mají v nápojích často funkci zahušřovadla (místo škrobů).

Trh nabízí jak syrovátkové nápoje v kapalném stavu připravené ke konzumaci, tak i práškové směsi k přípravě nápojů.

Obvyklejší jsou nápoje, jejichž výroba spočívá především ve smíchání složek, méně časté jsou nápoje, u nichž je při výrobě zařazena fermentace, např. kdysi vyráběná limonáda „Rivela“. [1]

5.3 Užití syrovátky do mléčných výrobků

Syrovátkové bílkoviny mohou být přidávány jako stabilizátory např. v množství 3 až 5 % do jogurtů. Vysoká schopnost vázat vodu umožňuje snížit podíl sušiny odtučněného mléka a příp. dalších stabilizátorů. Zlepšení konzistence a snížení uvolňování syrovátky u jogurtu se dosáhne přidávkem syrovátkové bílkoviny a laktoperoxidázy. [7]

Při výrobě mražených smetanových krémů můžeme použít těchto forem syrovátky: tekuté syrovátky v původním stavu, demineralizované syrovátky, zahuštěné syrovátky nebo sušené syrovátky, a to jako částečné náhrady tukuprosté sušiny mléka. Syrovátka přitom zvyšuje výživovou hodnotu mražených smetanových krémů. [1]

5.4 Užití syrovátky při výrobě chleba a pečiva

Sušená syrovátka a její deriváty jsou vhodnou pekařskou ingrediencí nahrazující část mléka a dalších složek. Přídávkem syrovátky se zvyšuje nejen nutriční hodnota výrobku, ale zlepšují se i některé další jakostní parametry.

Zatímco sladká syrovátka se v pekárenské výrobě běžně používá, použití kyselé syrovátky je obvykle omezeno na kvas a podobné produkty, kde vyhovuje její chuťový a aromatický profil. [7]

5.4.1 Zvyšování obsahu bílkovin ve výrobcích

Přídávkem syrovátky se zvyšuje hladina bílkovin v pekařských výrobcích. Syrovátka s poměrně vysokým obsahem lyzinu dobře kompenzuje nízký obsah této aminokyseliny v pšeni, což je užitečné zejména u výrobků pro sportovce a seniory. [7]

5.4.2 Zadržování vlhkosti

Laktóza má příznivý vliv na zadržování vlhkosti a zlepšení zpracovatelnosti těsta, protože je kvasinkami jen velmi pomalu štěpena, a tak zůstává přítomna i během pečení. Společně s bílkoviny má tak vliv na snížení rychlosti vysychání při stárnutí pečiva. [7]

5.4.3 Zlepšení textury

Bílkoviny sušené syrovátky nebo syrovátkových preparátů mohou tvořit struktury (gely), které se teplem zhutňují, čímž se může zvyšovat síla lepku. Ostatní složky syrovátky texturu střídky změkčují.

Typickým účinkem laktózy je rychlejší nástup kynutí a lepší zadržování plynu. [7]

5.4.4 Emulgování

Syrovátkové bílkoviny mohou vzhledem k emulgační schopnosti umožňovat úsporu tuku v recepturách pečiva. Jsou neocenitelné rovněž pro výrobu polev, náplní a při povrchové dekoraci výrobků. Nativní a modifikované syrovátkové bílkoviny lze použít jako náhražky vaječného bílku. [7]

5.4.5 Hnědnutí

Syrovátková kombinace laktóza/bílkovina přispívá významně k hnědnutí pekařských výrobků, což je obzvláště oceňováno u výrobků s nízkým obsahem cukru. Získaná zlatohnědá barva je stálá i v průběhu mrazírenského skladování u výrobků, které se po rozmrazení okamžitě prodávají. Výhoda hnědého zbarvení se uplatňuje rovněž u chleba určeného pro toustování v domácnostech. Dalším příkladem využití pozitivního působení kombinace laktózy s bílkovinou je předpečené pečivo, určené k dohotovení v mikrovlnné troubě, které za normálních okolností nemívá dostatečně zbarvený povrch. [7]

5.4.6 Uchování aroma a chuti

Použití sušené syrovátky místo fermentovatelných cukrů v recepturách na výrobky s krátkou dobou kynutí, jako jsou kupříkladu některá těsta na pizzu, umožní zachování jak reziduální sladkosti výrobku, tak jeho odpovídající hnědé zbarvení dokonce i po několika dnech. Pomalejší fermentací pomocí droždí se generuje adekvátní aroma a chuť za současného prodloužení doby použitelnosti. [7]

5.4.7 Nutnost změn receptury

Při aplikaci syrovátky je třeba provést v recepturách chleba a pečiva určité změny. Při použití 2 – 5 % syrovátky v celkové receptuře je třeba snížit dávku sladidla, což se ale

může projevit mírnou změnou v zabarvení. K dosažení optimálních výsledků je vhodné používat sušenou syrovátku, která odolává vysokým teplotám. Při aplikaci syrovátky může docházet k mírnému snížení doby hnětení. Výrobek má přitažlivější vzhled, jeho střída je vlhčí a pružnější, kůrka má lepší zabarvení. Rovněž dochází ke zlepšení vlastností při zmrazování a rozmrazování. [12]

5.5 Užití syrovátky v masném průmyslu

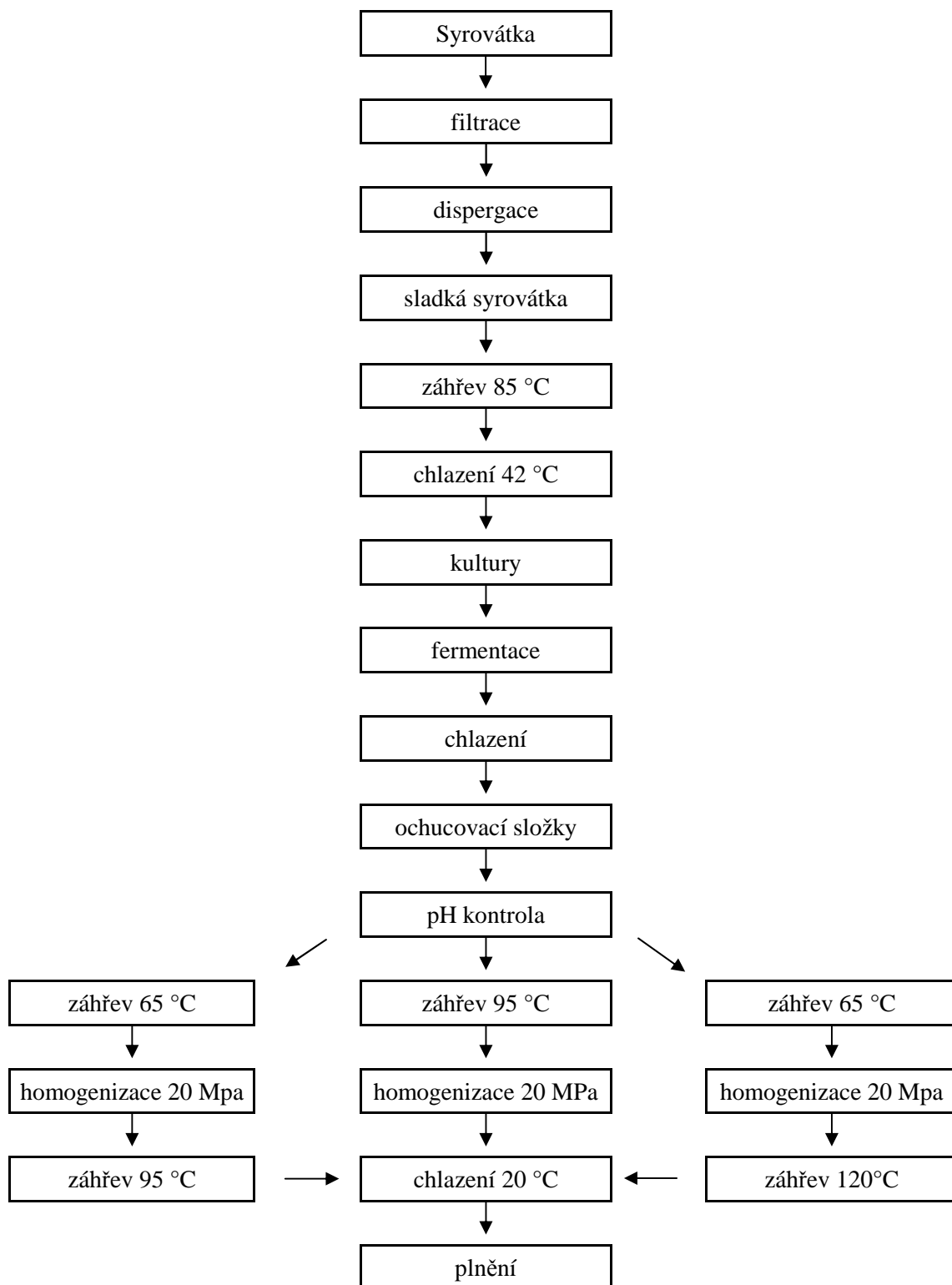
Bílkovinný koncentrát ze syrovátky lze s výhodou použít při výrobě uzenin. Přísada 2 – 4 % bílkovinného koncentrátu do uzenářského zboží způsobuje zvýšení vaznosti vody a zvyšuje schopnost emulgace tuků. Výrobky s přísadou bílkovin ze syrovátky mají navíc vynikající sensorické vlastnosti. [1]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo zaměřit se na výrobu fermentovaného syrovátkového nápoje s použitím jogurtové a acidofilní kultury. Prvním úkolem bylo odebrání syrovátky, kterou mi poskytla kroměřížská mlékárna. Poté následovalo samotné zpracování od pasterace až po ochucování vzorků. Následně se provedlo senzorické hodnocení vyrobeného syrovátkového nápoje.

7 VÝROBA FERMENTOVANÉHO SYROVÁTKOVÉHO NÁPOJE



Obr. 2 Obecné schéma výroby syrovátkového nápoje ze sladké syrovátky

7.1 Odběr vzorku

U výroby Eidamské cihly s obsahem 30 % tuku v sušině se napouští šetrně pasterované mléko o tučnosti 1,55 % do výrobníku na 6 100 litrů. Po přidavku CaCl_2 v množství 1 800 ml a KNO_3 v množství 950 g na výrobník se provede zakysání smetanovým zákysem v množství 45 litrů

Mléko se sýří při teplotě 31 °C. Doba srážení činí 30 minut. Po srážení následuje krájení a drobení sýřeniny, které trvá asi 15 minut. [13]

Syrovátku, která se uvolnila při výrobě Eidamské cihly, jsem odebral pro vlastní výrobu fermentovaného syrovátkového nápoje.

U odebrané syrovátky jsem provedl stanovení pH a SH viz tab. č. 7.

7.2 Příprava výrobního zařízení a pomůcek

Před samotnou výrobou jsem nejprve musel z hygienických důvodů vyčistit výrobní zařízení i se všemi pomůckami, aby nedošlo ke kontaminaci při výrobě. Výrobník jsem nejprve vyčistil jarovou vodou a vypláchl čistou vodou. Poté jsem výrobník vypařil vlhkou parou. Stejný postup jsem provedl i u Erlenmayrových baněk, které jsme mě připraveny na odběr pasterované syrovátky. Ostatní pomůcky (míchadlo, naběračka a další) jsem měl ponořené v dezinfekčním roztoku a které jsem musel před použitím důkladně opláchnout.

7.3 Filtrace

Před pasterací jsem syrovátku filtroval přes tvarožníky, abych se zbavil hrubých nečistot a zabránění tvorbě zákalu.

7.4 Pasterace syrovátky

Odebranou syrovátku z výroby Eidamské cihly jsem pasteroval ve výrobníku při teplotě 95 °C po dobu 10 minut od dosažení požadované teploty. Tím se sníží počet MO a inaktivuje se fosfatáza a chymozin.



Obr. 3 Výrobník

7.5 Chlazení syrovátky

Po pasteraci jsem syrovátku přelil do šesti vypařených čistých Erlenmayerových baněk o obsahu 2 litrů a nechal ji ve vodní lázni, kde se po dobu 15 až 20 minut zchladila mírně pod 30 °C.

7.6 Zaočkování syrovátky jogurtovou a acidofilní kulturou

Do vychlazené syrovátky, která byla rozdělena do šesti dvoulitrových Erlenmayerových baněk, jsem postupně do tří baněk zaočkoval jogurtovou kulturu a do zbylých tří acidofilní kulturu.

Obsah inokula u obou kultur činil 0,2 % na dva litry, což činí 0,4 ml.



Obr. 4 Zaočkovávaná syrovátka

7.7 Fermentace

Baňky s jogurtovou kulturou jsem vložil do termostatu předehřátého na 30 °C, kde se kultivují po dobu 12 hodin. Baňky s acidofilní kulturou jsem vložil do předehřátého termostatu na 37 °C, kde se kultivovaly po dobu 24 hodin.



Obr. 5 Termostat

7.8 Aromatizace a ochucování fermentovaného syrovátkového nápoje

Posledním krokem při výrobě fermentovaného syrovátkového nápoje byla jeho aromatizace a dochucování.

Pro aromatizaci jsem použil tři různé aroma a to banán, lesních jahoda a vanille burbon. Jako dochucovadlo jsem použil přísadu cukru, aby nápoj byl hutnější.

Při aromatizaci jsem vzorky rozdělil do 250 mililitrových Erlenmayrových baněk. Do každé baňky s jogurtovou a acidofilní kulturou jsem přidal jednotlivé aroma. A po jednom vzorku u jogurtové a acidofilní kultury jsem nepřidal aroma a ani cukr.

Tab. 6 Dávkování aroma na 250 ml výroku a dochucení cukrem

Vzorek	Lesní jahoda [ml]	Banán [ml]	Vanille burbon [ml]	Cukr [g]
Jogurtová kultura	5,5	1	1,5	10
Acidofilní kultura	2,5	1	1,5	10

7.9 Fyzikálně – chemická analýza syrovátky

Analyzoval jsem syrovátku den před a v den vlastní výroby fermentovaného nápoje. Měřil jsem pH a SH před fermentací nápoje a po fermentaci pouze pH. Stanovovaná hodnota pH u sladké syrovátky před fermentací nemá být vyšší než 5,7. Výsledky měření znázorňují tyto tabulky:

Tab. 7 Stanovení SH a pH syrovátky den před výrobou a v den výroby

Vzorek	SH	pH
Den před výrobou	4,7	6,4
V den výroby	4,8	6,3

Tab. 8 Stanovení pH fermentovaného nápoje s acidofilní a jogurtovou kulturou

Vzorek	pH
Jogurtová kultura	4,42
Acidofilní kultura	4,08

7.9.1 Stanovení titrační kyselosti

Titrační (celková) kyselost je dána spotřebou alkalického odměrného roztoku při neutralizaci zkoušeného výrobku na předepsaný indikátor. Při těchto stanoveních se používá fenolftalein, protože slabé kyseliny se neutralizují silnou zásadou (NaOH) a vzniklé soli vlivem hydrolyzy vykazují ve vodných roztocích alkalickou reakci. Bod ekvivalence, který udává konec těchto titrací, leží ve slabě alkalické oblasti o pH od 8,3. [14]

Kyselost podle Soxhleta-Henkela (SH) udává počet mililitrů odměrného roztoku NaOH o $c = 0,25 \text{ mol/l}$ potřebných k neutralizaci 100 mléka nebo 100 g. [14]

Postup: Do titrační baňky na 250 ml se odpipetuje 50 ml zkoušeného mléka a 2 ml etanolového roztoku fenolftaleinu (2procentního). Směs se titruje odměrným roztokem NaOH o $c = 0,25 \text{ mol/l}$ do slabě růžového zbarvení, které musí vydržet nejméně 30 sekund. [14]

$$SH = V_{NaOH} \cdot f_{NaOH} \cdot 2$$

V_{NaOH}spotřeba odměrného roztoku NaOH o $c = 0,25 \text{ mol/l}$

f_{NaOH} korekční součinitel odměrného roztoku NaOH [14]

7.9.2 Stanovení aktivní kyselost pH

Stanovoval jsem pH pomocí pH metru. Do vzorku syrovátky jsem ponořil pH metr a počkal, až se naměřená hodnota ustálí a následně zapsal do tabulek 7 a 8.

8 SENZORICKÁ ANALÝZA

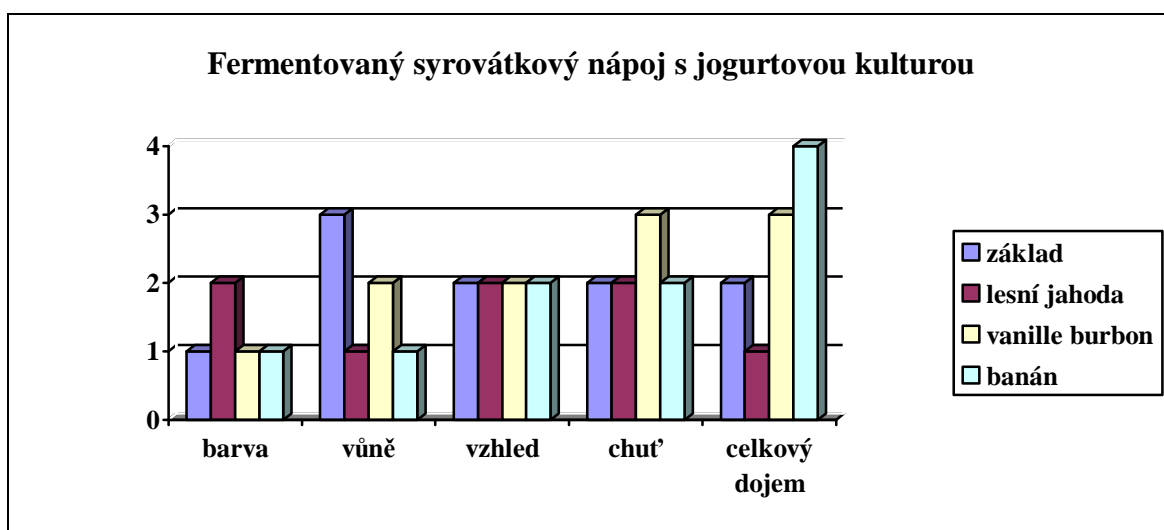
Senzorické hodnocení fermentovaných syrovátkových nápojů bylo prováděno na SPŠM a VOŠP v Kroměříži. Senzorického hodnocení se zúčastnilo 10 osob a bylo prováděno následujícím způsobem: Nejprve byl posuzován vzhled, vůně, barva a poté následovalo hodnocení chutě a celkový dojem.

Hodnotitelé měli k dispozici hodnotící protokol (viz. příloha 1), do kterého zapisovali výsledky sensorické zkoušky, které byly následně vyhodnoceny. Bylo nastaveno bodové hodnocení od 1 do 4, kde 1 byla nejlepší a 4 nejhorší.

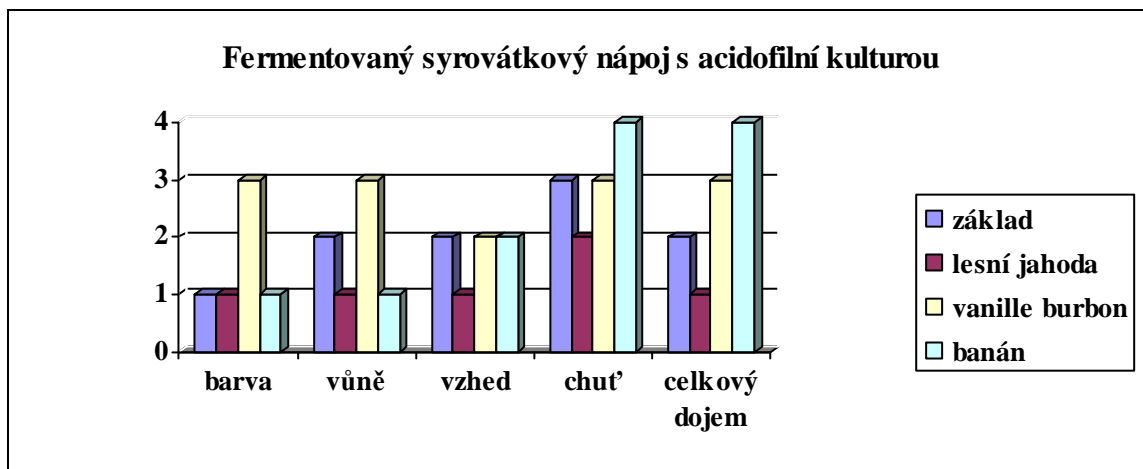
Hodnoceno bylo celkem 8 vzorků syrovátkových nápojů. Čtyři byly s jogurtovou kulturou s přídavkem cukru a aroma lesních jahod, vanille burbon, banánem a jeden vzorek byl bez přídavku cukru a aroma. Dále byly k dispozici čtyři vzorky s acidofilní kulturou se stejnými přídavky cukru a aroma a opět jeden vzorek bez přídavku cukru a aroma.

8.1 Vyhodnocení sensorické analýzy

Výsledky sensorické analýzy jsem zprůměroval a přehledně uvedl do grafů č. 1 a 2. Posuzovaná byla barva, vůně, vzhled, chuť a celkový dojem a to na stupnici od 1 – 4. Za nejlepší byla v hodnocení považovaná 1 a za nejhorší 4.



Graf 1 Průměrné hodnoty sensorické analýzy fermentovaného nápoje s jogurtovou kulturou



Graf 2 Průměrné hodnoty senzorické analýzy fermentovaného nápoje s acidofilní kulturou

8.1.1 Závěr senzorické analýzy

K senzorické analýze bylo předloženo 8 vzorků fermentovaného syrovátkového nápoje. Z toho byly 4 s jogurtovou kulturou a 4 s acidofilní kulturou.

Vzorky byly hodnoceny od nejlepšího k nejhoršímu. U nápoje s jogurtovou kulturou nejlépe dopadl nápoj s aroma lesních jahod, jako druhý nejlepší byl vyhodnocen základní nápoj bez aroma, pak následoval nápoj s aroma banánu a nejhůř byl posouzen nápoj s aroma vanille burbon.

Celkově u nápoje s jogurtovou kulturou se výsledky jednotlivých hodnotitelů moc nelišily. Nejlepší výsledek měl u hodnotitelů nápoj s aroma lesních jahod, díky své kvalitě a intenzitě vjemu aroma, které nepřekrylo typickou chuť syrovátky.

Zhodnocení nápojů s acidofilní kulturou dopadlo velice podobně. Rozdíl byl pouze v tom, že nápoj s aroma banánu byl ohodnocen lépe než nápoj s aroma vanille burbon.

U hodnotících skupin byly celkově lépe vyhodnoceny nápoje s jogurtovou kulturou než s kulturou acidofilní. Vzorky nápojů s jogurtovou kulturou byly sladší a jejich chuť byla vyvážená. Nápoje s acidofilní kulturou byly výrazně kyselejší a měly příliš silné aroma.

ZÁVĚR

Pro svoji bakalářskou práci jsem si vybral téma „Netradiční využití syrovátky“. Účelem této práce bylo seznámit se syrovátkou jako surovinou, která v dnešní době už není využívána především ke krmným účelům pro zvířata, ale i pro lidskou výživu.

V teoretické části jsem se zabýval historií syrovátky, která už ve 4 st. n. l. byla využívanou surovinou. Popsaná byla i výživově – fyziologická hlediska syrovátky a toto hledisko nemůže být opomenuto, jelikož v dnešní době víme, že syrovátka je k našemu zdraví v nemalé míře velice prospěšná. To samozřejmě dokazuje mnoho studií, které se tím zabývaly, a je nepochybné, že nadále budou pokračovat. Je totiž ještě mnoho předpokládaných účinků, které musí být objasněny, a věřím, že některé nebyly dosud zaznamenány.

Z chemického hlediska je syrovátka popsána jen orientačně, protože složení syrovátky značně kolísá v závislosti na složení mléka a především na použitých podmínkách výrobního procesu. Ale i tak je syrovátka bohatá svým složením a dnes je díky tomu tato surovina nesmírně ceněna. I proto se dnes vyvíjí nové metody zpracování jak tuto surovinu nejlépe využít a získat co nejvíce cenných složek z ní.

V dnešní době si syrovátka našla široké uplatnění v potravinářství a je i nedílnou součástí mnoha potravin. S rostoucí produkcí sýrů stoupá i produkce syrovátky, proto její zpracování bude vždy aktuální. I z hlediska ekologického vyvstává zájem o podchycení syrovátky, protože přímé vypouštění syrovátky do vodních toků a vyloučení silně zatížených odpadních vod není žádané.

V praktické části jsem se zabýval výrobou fermentovaného syrovátkového nápoje, kde jsem popsal výrobu a následně i senzorycky posoudil. Předností tohoto nápoje bylo, že nápoj obsahuje nejen cenné složky syrovátky, ale i cenné produkty vytvořené mikroorganismy. Vyrobený nápoj měl lahodnou a osvěžující chuť, ale především byl zdravý prospěšný a to v dnešní době je nejvíce ceněnou záležitostí.

Touto prací jsem potvrdil, že syrovátka, i když byla dříve brána pouze jako vedlejší produkt, je dnes nesmírně ceněnou surovinou a její využívání a popularita mezi lidmi bude nadále stoupat díky svým vlastnostem.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Forman, L.; Mergl, M.; aj. *Syrovátka - její využití v lidské výživě a ve výživě hospodářských zvířat*, 1st ed.; TOMOS Praha: Praha, 1979.
- [2] Kyselá i sladká, to je syrovátka. <http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1092592063-pod-poklickou/410236100091026/> (accessed Nov 03, 2010).
- [3] Codokáže syrovátka? http://www.viscojis.cz/teens/index.php?option=com_content&view=article&id=111:110&catid=96:mleko-a-mlene-vyrobyky&Itemid=146 (accessed Feb 26, 2011).
- [4] *Syrovátka a možnosti jejího využití ve výživě hospodářských zvířat*, Využitie vedľajších výrobkov mliekarenského priemyslu; Pešek, M., Ed.; 1989.
- [5] PAVELKA, A. *mléčné výrobky pro naše zdraví*. 1st ed. Brno: Littera, 1996. ISBN 80-85763-09-5. 6 diplomová práce
- [6] Pazdera, J. Sledování složení syrovátky závislosti na druhu vyráběného výrobku a její kvalitativní změny během skladování. VOŠP Kroměříž, 2000.
- [7] SUKOVÁ, I. *Syrovátka v potravinářství*. 2006. ISBN 80-7271-173-3.
- [8] FORMAN, L. *Mlékárenská technologie II*. 2nd ed. Praha: VŠCHT, 1996. ISBN 80-7080-250-2.
- [9] Syrovátka ve výživě. <http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92085> (accessed Dec 28, 2010).
- [10] KADLEC, P. *Technologie potravin II.*. Praha: VŠCHT, 2002. ISBN 80-7080-510-2.
- [11] Jelen, P. Technologické pokroky ve výrobě syrovátkových sýrů.. <http://www.vscht.cz/tmt/prehľadky/2001/abstrakta.htm> (accessed March 10, 2011).
- [12] *Syrovátka v pekařských výrobcích*. Bakers Journal, 2005
- [13] Podniková norma kroměřížské mlékárny Kromilk spol s. r. o. PN 57 11 30
- [14] INDRA, Z.; MIZERA, J. *Chemické kontrolní metody pro obor zpracování mléka*, 1st ed.; Střední průmyslová škola potravinářská, 1992.
- [15] Disacharidy. <http://www2.arnes.si/~sspzkola/ogd.htm> (accessed Jan 19, 2011).

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

č číslo.

MO mikroorganizmy.

.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Vzorec laktózy	19
Obr. 2 Obecné schéma výroby syrovátkového nápoje ze sladké syrovátky.....	38
Obr. 3 Výrobník	40
Obr. 4 Zaočkovaná syrovátka	40
Obr. 5 Termostat	41

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Chemické složení sladké syrovátky (podle různých autorů)	15
Tab. 2 Chemické složení kyselé syrovátky (podle různých autorů).....	15
Tab. 3 Syrovátka po výrobě kazeínu.....	15
Tab. 4 Minerální látky v syrovátce podle Wonga.....	18
Tab. 5 Vitamíny v syrovátce podle Glasse.....	18
Tab. 6 Dávkování aroma na 250 ml výroku a dochucení cukrem	41
Tab. 7 Stanovení SH a pH syrovátky den před výrobou a v den výroby	42
Tab. 8 Stanovení pH fermentovaného nápoje s acidofilní a jogurtovou kulturou	42

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Průměrné hodnoty sensorické analýzy fermentovaného nápoje s jogurtovou kulturou	44
Graf 2 Průměrné hodnoty sensorické analýzy fermentovaného nápoje s acidofilní kulturou	45

SEZNAM PŘÍLOH

Příl. 1 – Protokol sensorického hodnocení fermentovaného syrovátkového nápoje

PŘÍLOHA P I: PROTOKOL SENZORICKÉHO HODNOCENÍ SYROVÁTKOVÉHO NÁPOJE

Tabulka sensorického hodnocení syrovátkového nápoje s jogurtovou kulturou

Vzorek	Barva	Vůně	Vzhled	Chuť
1				
2				
3				
4				
Vyberte z 1 - 4	1. nejlepší:	2. nejlepší	3. nejlepší	

Tabulka sensorického hodnocení syrovátkového nápoje s acidofilní kulturou

Vzorek	Barva	Vůně	Vzhled	Chuť
1				
2				
3				
4				
Vyberte z 1 - 4	1. nejlepší:	2. nejlepší	3. nejlepší	

Známky hodnocení:

Barva: 1 – bílá mírně nažloutlá Vůně: 1 – vynikající (charakteristická pro daný produkt)

2 – smetanově žlutá

2 – velmi dobrá (příjemná)

3 – žluto hnědá

3 – méně dobrá (neodpovídá danému produktu)

4 – hnědá

4 – nevyhovující (odpudivá)

Vzhled: 1 – vynikající (čirá, bez zákalu)

2 – velmi dobrá (čirá s mírným zákalem)

3 – méně dobrá (s patrným zákalem s hručkami)

4 – nevyhovující (tvarohovitá,...)

- Chuť:
- 1 – vynikající (charakteristická pro daný produkt, osvěžující, lahodná)
 - 2 – velmi dobrá (příjemná, osvěžující)
 - 3 – méně dobrá (nevýrazná chuť pro danou surovinu, méně osvěžující)
 - 4 – nevyhovující (odpudivá, nepříjemná, neodpovídá pro danou surovinu)

Vzorky s jogurtovou kulturou:

- č. 1 – čistý syrovátkový nápoj s jogurtovou kulturou
- č. 2 – syrovátkový nápoj s jogurtovou kulturou a příchutí lesních jahod
- č. 3 – syrovátkový nápoj s jogurtovou kulturou a příchutí vanille burbon
- č. 4 – syrovátkový nápoj s jogurtovou kulturou a příchutí banánu

Vzorky s acidofilní kulturou:

- č. 1 – čistý syrovátkový nápoj s acidofilní kulturou
- č. 2 – syrovátkový nápoj s acidofilní kulturou a příchutí lesních jahod
- č. 3 – syrovátkový nápoj s acidofilní kulturou a příchutí vanille burbon
- č. 4 – syrovátkový nápoj s acidofilní kulturou a příchutí banánu