

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická

Technologie výroby syrovátkových proteinových koncentrátů

Michaela Kamenická

Bakalářská práce

2018

University of Pardubice
Faculty of Chemical Technology

Technology of Whey Protein Concentrates

Michaela Kamenická

Bachelor thesis

2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michaela Kamenická**
Osobní číslo: **C15086**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Hodnocení a analýza potravin**
Název tématu: **Technologie výroby syrovátkových proteinových koncentrátů**
Zadávající katedra: **Katedra analytické chemie**

Z á s á d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte literární rešerši zabývající se technologií výroby syrovátkových proteinových koncentrátů a na význam těchto koncentrátů ve výživě člověka.
2. Uveďte základní technologické postupy vedoucí k výrobě syrovátkových proteinových koncentrátů včetně charakteristiky výchozích surovin.
3. Definujte základní složky těchto koncentrátů a jejich fyziologické účinky na lidský organismus. Diskutujte zdravotní aspekty související s konzumací výše uvedených doplňků stravy, a to jak pozitivní, tak i případné negativní.
4. Popište možnosti využití proteinových koncentrátů v rámci výživy sportovců a jejich případné uplatnění při různých dietách nebo onemocněních. Zaměřte se rovněž na dostupnost syrovátkových proteinových koncentrátů v ČR.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Podle pokynů vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Martin Adam, Ph.D.

Katedra analytické chemie

Datum zadání bakalářské práce:

20. února 2018

Termín odevzdání bakalářské práce:

4. července 2018



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Karel Ventura, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2018

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne

Michaela Kamenická

Poděkování:

Mé poděkování patří doc. Ing. Martinu Adamovi, Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce, za odborné vedení, cenné rady, ochotu a čas, který mi věnoval. Dále bych ráda poděkovala mé rodině, příteli a blízkým za psychickou a finanční podporu po celou dobu mého studia.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá technologií výroby syrovátkových bílkovinných koncentrátů. Práce se zaměřuje na popis výchozích surovin a na technologický postup vedoucí k získání finálního produktu. Dále se zabývá významem těchto koncentrátů ve výživě člověka. V závěrečné části práce je kladen důraz na průzkum trhu a dostupnost syrovátkových bílkovinných koncentrátů v České republice.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bílkoviny, syrovátka, syrovátkový bílkovinný koncentrát, membránové separace, ultrafiltrace

TITLE

Technology of Whey Protein Concentrate

ANOTATION

This bachelor thesis deals with the whey protein concentrates technology. It is focused on the description of the raw materials and on the technological processes leading to the final product. It also deals with the importance of these concentrates in the human nutrition. The final part of this thesis focuses on the market survey and the whey protein concentrates availability in the Czech Republic.

KEY WORDS

Proteins; Whey; Whey protein concentrate; Membrane separation; Ultrafiltration

Obsah

Seznam ilustrací a tabulek.....	10
Seznam zkratk.....	11
Úvod.....	12
1 Historie syrovátky a syrovátkového bílkovinného koncentrátu.....	12
2 Výchozí suroviny pro výrobu syrovátkového bílkovinného koncentrátu... 14	
2.1 Mléko.....	14
2.1.1 Mléčné bílkoviny.....	15
2.1.1.1 Kasein.....	17
2.1.1.2 Syrovátkové bílkoviny.....	18
2.1.2 Mléčný tuk.....	21
2.1.3 Mléčný cukr.....	22
2.2 Syrovátka.....	23
3 Technologie výroby syrovátkového bílkovinného koncentrátu.....	25
3.1 Membránová separace.....	26
3.1.1 Membrány a membránové moduly.....	27
3.1.2 Membránové procesy s gradientem tlaku.....	28
3.1.3 Ultrafiltrace syrovátky.....	29
3.2 Technologie syrovátkového bílkovinného koncentrátu.....	30
3.2.1 Základní požadavky na syrové mléko.....	30
3.2.2 Získávání a zpracování mléka.....	30
3.2.3 Získávání syrovátky – základní postupy při výrobě sýrů.....	31
3.2.4 Separace kaseinu a tuku ze syrovátky.....	32
3.2.5 Ultrafiltrace syrovátky – koncentrace bílkovin.....	33
3.2.6 Zahuštění retentátu.....	33
3.2.7 Sušení kondenzátu a balení.....	34

3.2.8	Ochucení	34
4	Význam syrovátkových bílkovinných koncentrátů ve výživě člověka.....	35
4.1	Pozitivní vliv na lidské zdraví	35
4.1.1	Prevence a léčba karcinomu.....	35
4.1.2	Léčba AIDS	35
4.1.3	Léčba hepatitidy	36
4.1.4	Léčba kardiovaskulárních onemocnění	36
4.1.5	Syntéza svalových bílkovin	37
4.2	Negativní vliv na lidské zdraví	38
4.2.1	Alergie na syrovátkové bílkoviny	38
4.2.2	Laktózová intolerance	39
5	Dostupnost syrovátkových bílkovinných koncentrátů v ČR.....	40
5.1	NUTREND	40
5.2	Czech Virus.....	41
5.3	Koliba	43
6	Závěr	45
7	Použitá literatura.....	46
	Příloha	53

Seznam ilustrací a tabulek

Obrázek 1: Rozdělení složek mléka [10]	15
Obrázek 2: Struktura β -laktoglobulinu [16]	20
Obrázek 3: Struktura α -laktalbuminu [17]	20
Obrázek 4: Zpracování syrovátky na dílčí produkty [20]	24
Obrázek 5: Rozdíl mezi dead-end a cross-flow membránovou filtrací [19]	27
Obrázek 6: Tubulární membránový modul s keramickou membránou [19]	28
Obrázek 7: Zpracování syrovátky membránovými procesy [28]	29
Obrázek 8: Schéma výroby sýrů [11].....	32
Obrázek 9: Schéma separace kaseinu a tuku ze syrovátky [19]	33
Obrázek 10: Schéma ultrafiltrace syrovátky [19]	34
Obrázek 11: NUTREND 100% Whey Protein [63].....	40
Obrázek 12: Czech Virus Pure Elite CFM [64].....	42
Obrázek 13: Koliba WPC [65].....	43
Tabulka 1: Obsah živin v mléce [9]	14
Tabulka 2: Bílkoviny mléka [7].....	16
Tabulka 3: Obsah jednotlivých frakcí kaseinu v mléce [6]	18
Tabulka 4: Bílkoviny mléčného séra [6, 10]	19
Tabulka 5: Frakce mléčného tuku [7]	21
Tabulka 6: Složení sladké a kyselé syrovátky [19].....	23
Tabulka 7: Porovnání složek v mléce a v syrovátce [1].....	24
Tabulka 8: Složení jednotlivých produktů WPC [19].....	25
Tabulka 9: Výživové hodnoty NUTREND 100% Whey Protein [63].....	41
Tabulka 10: Výživové hodnoty Czech Virus Pure Elite CFM [64].....	42
Tabulka 11: Výživové hodnoty Koliba WPC [65]	43

Seznam zkratek

BCAA	větvené aminokyseliny (Branched-Chain Amino Acids)
BSA	hovězí sérový albumin (Bovine Serum Albumine)
ED	elektrodialýza
GSH	glutathion
HBV	hepatitida typu B
HCV	hepatitida typu C
HDL	vysokohustotní lipoprotein (High-Density Lipoprotein)
HIV	virus lidské imunitní nedostatečnosti (Human Immunodeficiency Virus)
IL-2	interleukin-2
KTJ	kolonie tvořících jednotek
LBM	hmotnost těla bez tuku (Lean Body Mass)
LDL	nízkohustotní lipoprotein (Low-Density Lipoprotein)
MD	membránová destilace
Met	methionin
MF	mikrofiltrace
MFGM	tukové kuličky (Milk Fat Globule Membrane)
MK	mastná kyselina
NF	nanofiltrace
NK	cytotoxický lymfocyt (Natural Killer Cell)
Phe	fenylalanin (Phenylalanine)
PV	pervaporace
RO	reverzní osmóza
TAG	triacylglyceroly
UF	ultrafiltrace
WPC	syrovátkový bílkovinný koncentrát (Whey Protein Concentrate)
WPI	syrovátkový bílkovinný izolát (Whey Protein Isolate)

Úvod

Syrovátkový bílkovinný koncentrát je produkt, který je bohatý na obsah syrovátkových bílkovin (35–85 %), dále obsahuje laktózu a mléčný tuk. Nejčastěji se lze setkat s produktem, který je ve formě prášku. Při rozmíchání s vodou slouží jako nápoj, který se doporučuje konzumovat po tréninku. Je oblíbený jak u volnočasových cvičenců, tak i u profesionálních sportovců.

Tato práce se krátce zmíní o historii syrovátky a syrovátkových bílkovinných koncentrátů. Syrovátka byla donedávna brána jako odpad mlékárenského průmyslu při výrobě sýrů, ale s objevením membránových procesů (60. léta 20. století) našla svůj potenciál jako plnohodnotná surovina pro výrobu těchto koncentrátů.

Výchozími surovinami pro výrobu syrovátkových bílkovinných koncentrátů je mléko a syrovátka. Mléko obsahuje všechny makroživiny – bílkoviny, sacharidy a tuky. Mléčné bílkoviny lze dále dělit na kasein a syrovátkové bílkoviny. Při výrobě sýrů působením enzymů nebo kyselin dochází ke srážení mléka. Oddělí se kasein a syrovátkové bílkoviny. Kasein zůstává v sýřenině, syrovátkové bílkoviny přechází do syrovátky.

Ke koncentraci syrovátkových bílkovin ze syrovátky lze využít ultrafiltraci, která patří mezi membránové procesy. Problematika membránových procesů je v práci základně definována se zaměřením na ultrafiltraci syrovátky. V praxi se syrovátkové bílkoviny nejčastěji separují v tubulárním keramickém membránovém modulu tzv. cross-flow metodou. Syrovátka zde vstupuje jako nástřík, podél membrány proudí retentát a skrz membránu prochází permeát. Do retentátu přechází syrovátkové bílkoviny. Retentát je následně zahuštěn a poté vysušen.

Syrovátkové bílkovinné koncentráty pro svou antioxidační aktivitu mohou shledat svůj potenciál při prevenci a léčbě mnohých onemocnění, jako je karcinom, AIDS, hepatitida nebo kardiovaskulární onemocnění. Dále se také uplatňují ve sportovní výživě, kde hrají roli při nárůstu aktivní hmoty. Tento produkt však nelze doporučit pro osoby s nesnášenlivostí kravského mléka.

Závěrečná část práce se zaměří na dostupnost syrovátkových bílkovinných koncentrátů v ČR.

1 Historie syrovátky a syrovátkového bílkovinného koncentrátu

Syrovátka byla objevena zhruba před 3000 lety, kdy se mléko uchovávalo v telecích žaludcích. Působením přirozeně vyskytujícího se enzymu chymosinu došlo ke srážení mléka a k získání dvou produktů – sýřeniny a syrovátky, to vedlo k rozvoji sýrařství.

První zmínky o tom, že syrovátka není pouze odpad při výrobě sýrů, se datují k roku 1623, kdy lékař a filozof Baricelli napsal spis o mléku, syrovátce a másle. V 17. a 18. století se syrovátka (laktosérum) využívala v tzv. syrovátkových domech na léčebné účely, konkrétně na léčbu sepse, hojení ran a žaludečních onemocnění. Nicméně primárně byla stále brána jako odpad mlékárenského průmyslu při výrobě sýrů. Syrovátka se rozprašovala na pole, vylévala do řek, jezer a oceánů, vypouštěla do kanalizací či se prodávala jako krmivo pro zvířata. Při zvyšující se produkci sýrů se zvyšovala i produkce syrovátky, proto bylo nutné tento narůstající problém, tj. především znečištění životního prostředí syrovátkou, vyřešit.

Spojené státy americké, Kanada, Austrálie, Nový Zéland a státy Evropské unie zavedly přísné právní předpisy, co se týče ochrany životního prostředí, tudíž mlékárenský průmysl již nemohl nakládat se syrovátkou jako s odpadem. Takové legislativní omezení přimělo průmysl k prozkoumání nových metod, jak se syrovátkou vynaložit. [1].

V pozdních 60. letech a brzkých 70. letech došlo k objevení membránových procesů. V roce 1969 byla patentována ultrafiltrace, jeden z membránových procesů, jako speciální aplikace pro zpracování mléka. Ultrafiltrace se začala využívat v sýrařství pro výrobu sýrů z ultrafiltrovaného mléka a pro separaci bílkovin ze syrovátky [2–4].

2 Výchozí suroviny pro výrobu syrovátkového bílkovinného koncentrátu

2.1 Mléko

Mléko je kapalina bílé nebo slabě nažloutlé barvy a má typickou chuť a vůni [5]. Z fyziologického hlediska se jedná o sekret mléčné žlázy samic savců určený k prvotní výživě jejich mláďat. V tomto období je pro ně mléko jedinou potravou. Definice mléka dle Codex Alimentarius zní: „Mléko je sekret mléčné žlázy zvířat produkujících mléko, získaný dojením, do kterého nebylo nic přidáno ani z něho nebylo nic odebráno, určený pro konzumaci v tekutém stavu, nebo pro další zpracování“ [6–8].

Majoritní složkou mléka je voda, například v kravském mléce se obsah vody pohybuje okolo 87–91 %. Minoritními složkami mléka jsou tuk, bílkoviny, sacharidy (především laktóza), minerální látky (popeloviny) a vitamíny, které jsou nezbytné pro růst a vývoj mláďat. Mléko dále obsahuje látky, které plní důležité fyziologické funkce, např. imunoglobuliny, antimikrobiální látky, enzymy a jejich inhibitory a růstové faktory [6, 7, 9]. Složení mléka vykazuje mezidruhové rozdíly, což je dáno rozdílnými nutričními a fyziologickými požadavky (viz Tab. 1) [10].

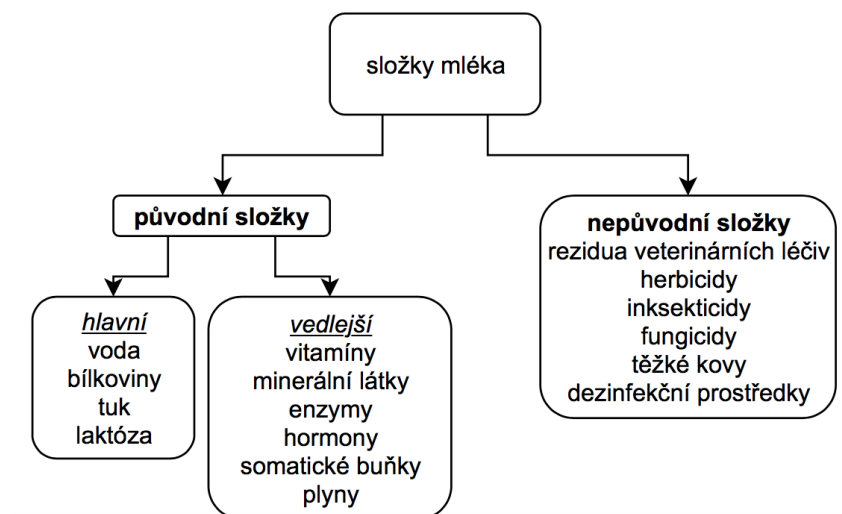
Tabulka 1: Obsah živin v mléce [9]

složka	obsah v mléce [% hm.]			
	<i>kravské</i>	<i>kozí</i>	<i>ovčí</i>	<i>lidské</i>
bílkoviny celkem	3,2	3,2	4,6	0,9*
kaseiny	2,6	2,6	3,9	0,4
bílkoviny syrovátky	0,6	0,6	0,7	0,5
tuky	3,9	4,5	7,2	4,5
sacharidy	4,6	4,3	4,8	7,1
minerální látky	0,7	0,8	0,9	0,2

* během kojení roste obsah bílkovin na 1,6 %

Mléko se tvoří smícháním jednotlivých složek ve vnitřní části mléčného lalůčku (lumen alveol). Složky mléka lze rozdělit na původní složky, které jsou přirozenou součástí mléka a které vznikají během látkové přeměny v mléčné žláze, a na složky nepůvodní, které se do mléka dostávají intravitálně nebo postsekretoricky, tedy z vnějšího prostředí během získávání, uchovávání a přepravy syrového mléka.

Původní složky mléka lze dále rozdělit na dvě skupiny – složky hlavní a složky vedlejší (viz Obr. 1) [7].



Obrázek 1: Rozdělení složek mléka [10]

Mléko představuje polydisperzní systém, který se skládá ze dvou základních částí: z disperzního prostředí a z částic, které jsou v tomto prostředí rozptýlené. Fyzikální a fyzikálně-chemické faktory závisí na vnitřních (složení a struktura) a vnějších (teplota a ošetření mléka) faktorech. Složky mléka se dělí do fází: emulzní, koloidní a molekulární. V emulzní fázi se nachází mléčný tuk spolu s fosfolipidy, steroly, vitamíny rozpustnými v tucích a volnými mastnými kyselinami. Ve fázi koloidní se vyskytují mléčné bílkoviny – kaseiny, α -laktalbumin, β -laktoglobulin, hovězí sérový albumin a enzymy. Molekulární fáze obsahuje sacharidy, vitamíny rozpustné ve vodě, nebílkovinné dusíkaté látky, soli a plyny. Mléčné plazma vzniká odstraněním mléčného tuku z mléka, mléčné sérum odstraněním mléčného tuku a kaseinu [7, 11].

Celosvětově se využívá především mléko kravské (cca 80 %), méně často se zpracovává mléko buvolí, kozí a ovčí [9].

2.1.1 Mléčné bílkoviny

Bílkoviny patří mezi nejvýznamnější deriváty aminokyselin. Jsou to polymery aminokyselin, které vznikly procesem proteosyntézy. Obsahují více než 100 aminokyselin vzájemně spojených amidovou vazbou $-\text{CO}-\text{NH}-$, která se také často nazývá vazbou peptidovou. Molekulová hmotnost bílkovin se pohybuje v rozmezí od 10^4 až 10^6 Da.

Potraviny a potravinářské výrobky jsou v mnoha případech často tepelně či jiným způsobem zpracované, čímž dochází k tzv. denaturaci, což je soubor fyzikálních a chemických změn bílkovin.

Dle stavu, v jakém se bílkoviny v potravinách nacházejí, se bílkoviny rozlišují na:

- nativní (přírodní) – mají zachované biologické funkce,
- denaturované – nemají zachované biologické funkce,
- upravené (chemicky modifikované) – používány jako potravinářská aditiva [9].

Mléčné bílkoviny patří mezi plnohodnotné bílkoviny, jsou tedy nutričně velmi významné. Některé mléčné bílkoviny mají vysokou biologickou hodnotu, např. imunoglobuliny, laktoferin nebo biologicky aktivní peptidy. Bílkoviny ovlivňují základní fyzikálně-chemické vlastnosti kravského mléka (dále jen mléka) a technologické vlastnosti mléka – syřitelnost, kvasnou schopnost a termostabilitu [7].

Množství bílkovin je jedním z jakostních znaků nakupovaného mléka. Pro zpracování je významný obsah čistých bílkovin, v kravském mléce se pohybuje v rozmezí 3,0 – 3,3 %. Pojem hrubá bílkovina zahrnuje jak obsah čisté bílkoviny, tak obsah nebílkovinných dusíkatých látek, souhrnně tedy obsah celkového dusíku v mléce (4–7%) [9].

Mléčné bílkoviny je možné rozdělit dle místa syntézy bílkovin. V mléčné žláze se syntetizují základní mléčné bílkoviny: α_S -kasein, β -kasein, κ -kasein, α -laktalbumin a β -laktoglobulin. Tyto bílkoviny představují 90 % bílkovin mléka. Z krve do mléka přechází bovinní sérový albumin a imunoglobuliny [7]. Obecně se mléčné bílkoviny skládají ze dvou hlavních frakcí – kaseinu a syrovátkových bílkovin. Další dělení je uvedeno v Tab. 2 [12].

Tabulka 2: Bílkoviny mléka [7]

bílkovina	obsah v 1 kg mléka [g]	obsah ve 100 g bílkovin [g]
celkový kasein	26	78,3
α_{S1} -kasein	10,7	32
α_{S2} -kasein	2,8	8,4
β -kasein	8,6	26
κ -kasein	3,1	9,3
γ -kasein	0,8	2,4

Tabulka 2: Bílkoviny mléka – pokračování [7]

bílkovina	obsah v 1 kg mléka [g]	obsah ve 100 g bílkovin [g]
syrovátkové bílkoviny	6,3	19
β -laktoglobulin	3,2	9,8
α -laktalbumin	1,2	3,7
sérový albumin	0,4	1,2
proteoso-pepton	0,8	2,4
imunoglobuliny	0,8	2,4
IgG ₁ , IgG ₂	0,65	1,8
IgA	0,14	0,4
IgM	0,05	0,2
minoritní bílkoviny	0,9	2,7
laktoferin	0,1	0,3
bílkoviny membrán tukových kuliček	0,7	2

2.1.1.1 Kasein

Kasein obsahuje kyselinu fosforečnou esterově vázanou na serin a threonin. Z chemického hlediska se řadí mezi fosfoproteiny, které jsou rozpustné v roztoku vápenatých solí. Vlivem hydrofobních sil a účasti fosforečnanů a citrátů vápenatých vytváří kaseinové frakce komplexy, které jsou uspořádané do větších částí, tzv. micel, což jsou kulové částice o velikosti 50–300 nm. Jedna micela obsahuje 20 000–50 000 molekul kaseinu. Micela se skládá ze submicel, které obsahují 25–30 molekul α_{S1} -, β - a κ -kaseinů. Do centra submicely jsou orientovány nepolární části molekul a uplatňují se zde hydrofobní interakce. Uvnitř micely se nachází submicely neobsahující κ -kasein, kdežto na jejím povrchu se nachází submicely bohaté na κ -kasein, který není citlivý na vápenaté soli a zabraňuje tak ve spojování kaseinových micel vápníkovými můstky, spolu s molekulami α_{S1} , α_{S2} a β -kaseinů. Kaseinové frakce se liší hodnotou měrné molekulové hmotnosti, elementárním složením, obsahem aminokyselin a hodnotami izoelektrického bodu [6, 7].

V kyselém prostředí dochází k tzv. kyselému srážení mléka, kterého se využívá k výrobě fermentovaných mléčných výrobků a některých dalších mléčných výrobků.

Dochází k poklesu disociace karboxylových skupin aminokyselin a tím se snižuje celkový negativní náboj kaseinových micel a tedy odpudivých sil. Fosforečnan vápenatý, který je koloidní, se stává rozpustným a uvolňuje se tak z micel. Při dosažení hodnoty pH 4,6 dosáhne kasein svého izoelektrického bodu, kaseinové micely agregují a dochází ke srážení mléka.

V přítomnosti Ca^{2+} iontů dochází k tzv. sladkému srážení mléka, kterého se využívá k výrobě sladkých sýrů pomocí specifické proteolýzy κ -kaseinu syřidlovými enzymy, např. chymosinu. Hydrolýzou (proteolýzou) κ -kaseinu dochází ke ztrátě jeho ochranné funkce a kaseinové micely se spojují vápníkovými můstky, čímž vytváří gel [6].

Kasein patří mezi nejvíce zastoupenou bílkovinu v mléce, tvoří zhruba čtyři pětiny mléčných bílkovin (78 %), jeho koncentrace v mléce činí 25 g/l. Lidské mléko obsahuje pouze 35 % kaseinu [7, 13]. Obsah jednotlivých frakcí kaseinu v mléce je uveden v Tab. 3.

Tabulka 3: Obsah jednotlivých frakcí kaseinu v mléce [6]

frakce	obsah [g/l]	molekulová hmotnost [Da]	poznámka
α_{S1} -kasein	12–15	23 000	nerozpustný v přítomnosti Ca^{2+}
α_{S2} -kasein	3–4	25 000	nerozpustný v přítomnosti Ca^{2+}
β -kasein	9–11	24 000	pod 10 °C částečně nerozpustný
κ -kasein	2–4	19 000	není citlivý na přítomnost Ca^{2+}

2.1.1.2 Syrovátkové bílkoviny

Syrovátkové bílkoviny mají globulární charakter a v mléce se vyskytují ve formě stabilního koloidního roztoku. Zůstávají v mléčném séru po vysrážení kaseinu (pH 4,6). Mezi jejich vlastnosti patří rozpustnost při všech hodnotách pH a termolabilita – při dosažení teploty kolem 60–70 °C denaturují. Na rozdíl od kaseinu nedochází k jejich vysrážení, ale ke spojení s κ -kaseinem [6, 7]. Koncentrace syrovátkových bílkovin v mléce činí 5,4 g/l [13].

Syrovátkové bílkoviny jsou bohaté na nezbytné neboli esenciální aminokyseliny, konkrétně valin, leucin, isoleucin a cystein. Valin, leucin a isoleucin se řadí mezi tzv. větvené aminokyseliny (BCAA). Tyto aminokyseliny spolu s cysteinem patří mezi

důležité látky, které hrají hlavní roli v metabolismu, v oblasti nervových funkcí a podílejí se na správné funkci homeostázy. Kromě nutričních vlastností mají syrovátkové bílkoviny vlastnosti funkční, které při použití jako přísady v potravinách přinášejí příznivé fyzikální vlastnosti, jako jsou vysoká rozpustnost, absorpce, želatinizace a emulgace [12, 14, 15].

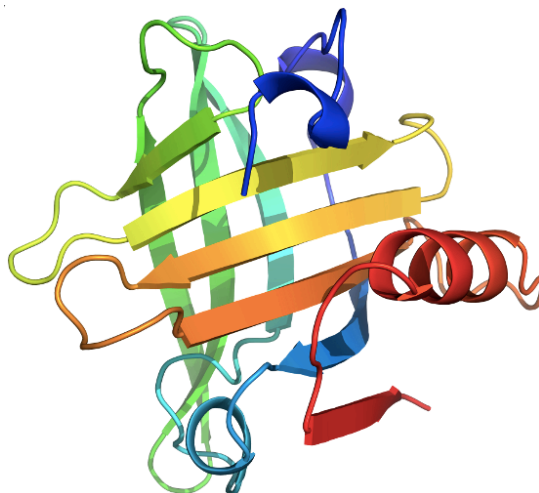
Mezi hlavní bílkoviny syrovátky patří β -laktoglobulin (50 %), α -laktalbumin (20 %), hovězí sérový albumin (BSA), imunoglobuliny a proteoso-peptonová frakce. Obsah syrovátkových bílkovin v mléce a jejich vlastnosti jsou uvedeny v Tab. 4 [1, 7].

Tabulka 4: Bílkoviny mléčného séra [6, 10]

frakce	obsah v mléce [g/l]	vlastnosti
α -laktalbumin	1,2	rozpustný v čisté vodě
β -laktoglobulin	3,2	tepelná denaturace – vazba na κ -kasein zdroj SH-skupin pro chemické reakce
imunoglobuliny	0,8	antibakteriální účinky aglutininy – shlukování tukových kuliček, urychlení vyvstávání mléčného tuku v chladu
hovězí sérový albumin	0,4	nosič malých molekul (např. mastných kyselin)
preteázo-peptonová frakce	0,8	heterogenní produkty hydrolyzy kaseinu tepelně stabilní
laktoferin	0,1	váže Fe-inhibice některých sporovertných bakterií

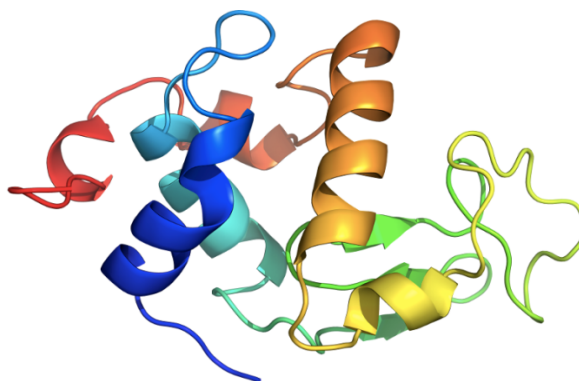
β -laktoglobulin je v kravském mléce hlavní syrovátkovou bílkovinou. Jeho molekulová hmotnost činí 18,277 kDa. V jeho polypeptidovém řetězci se nachází 162 aminokyselin, především lysin, valin, cystein a cystin. Jeho struktura je zobrazena na Obr. 2. Bylo popsáno celkem 13 polymorfních genetických variant, a to A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, W, Dr a K^B. Varianty A a B patří mezi nejrozšířenější. β -laktoglobulin je rozpustný ve zředěných roztocích soli (NaCl). V molekule se nachází dvě SH-skupiny (cystein), které se při zahřátí na 80 °C po dobu několika sekund v důsledku

tepelné denaturace obnaží a mají tak schopnost vázat stopová množství těžkých kovů. Tohoto jevu se využívá pro zvýšení stálosti mléčných výrobků vůči oxidaci mléčného tuku. Při 65 °C denaturuje, při zahřívání tvoří s α -laktalbuminem a κ -kaseinem komplex, který zvyšuje jeho termostabilitu [7, 10].



Obrázek 2: Struktura β -laktoglobulinu [16]

α -laktalbumin je druhou nejdůležitější syrovátkovou bílkovinou. Skládá se z polypeptidového řetězce, který tvoří 123 aminokyselin, především tryptofan. Jeho molekulová hmotnost činí 14,175 kDa. Struktura α -laktalbuminu je zobrazena na Obr. 3. Byly popsány 3 polymorfní genetické varianty (A, B a C). Bývá součástí enzymu laktózosyntetázy, proto se účastní biosyntézy laktózy v mléčné žláze [7, 10].



Obrázek 3: Struktura α -laktalbuminu [17]

Hovězí sérový albumin tvoří asi 5 % z obsahu syrovátkových bílkovin. Jeho polypeptidový řetězec má molekulovou hmotnost 66 000 Da a skládá se z 582 zbytků aminokyselin. Je syntetizován v játrech a do mléka se dostává přes sekreční buňky mléčné žlázy. Slouží jako nosič malých molekul, např. mastných kyselin.

Imunoglobuliny jsou extrémně heterogenní bílkoviny, čímž se významně liší od ostatních bílkovin mléčného séra. Mají vysokou molekulovou hmotnost, jsou tudíž elektroforeticky nejméně pohyblivé. V mléce byly nalezeny 3 třídy imunoglobulinů: IgG, IgA a IgM. Všechny třídy se vyskytují jako polymery či monomery. Podíl IgG je zhruba 85–90 %, IgA 3,6 % a IgM 7–10 %. Jejich funkcí je přenos imunity z matky na mládě, proto jsou ve velké koncentraci obsaženy v kolostru (mlezivu), což je první sekret, který produkuje mléčná žláza před porodem a v prvních dnech laktace.

Proteoso-peptonová frakce patří mezi fosfoproteiny a tvoří malý podíl bílkovin mléka (2–6 %). Jsou rozpustné při pH 4,6 a tepelně stabilní jsou do 100 °C [10].

2.1.2 Mléčný tuk

Mléčný tuk tvoří z 98 % triacylglyceroly (TAG), v menším podílu diacylglyceroly a ve velmi malém množství monoacylglyceroly a volné mastné kyseliny, jejich obsah je uveden v Tab. 5. V čerstvě nadojeném mléce se tuk nachází ve formě emulze typu olej (tukové kuličky) ve vodě (mléčné plazma). TAG jsou uloženy v jádře tukových kuliček (MFGM – milk fat globule membrane), jejichž velikost je v rozmezí 0,1–15 µm, ovšem 90 % mléčného tuku tvoří kuličky o průměru 2–6 µm. TAG jsou obklopeny vrstvou povrchově aktivních látek – fosfolipidy a membránovými lipoproteiny. V přirozeném pH mléka nesou membránové bílkoviny negativní náboj a hydratační obal, který zabraňuje spojování tukových kuliček a slévání mléčného tuku [6, 7, 10].

Tabulka 5: Frakce mléčného tuku [7]

frakce	obsah [%]
triacylglyceroly	98
diacylglyceroly	0,3
monoacylglyceroly	0,03
volné mastné kyseliny	0,1
fosfolipidy	0,8
steroly	0,3
karotenoidy	stopy
vitamíny rozpustné v tucích	stopy
aromatické látky	stopy

Celkem 70 % mastných kyselin (MK) tvoří nasycené mastné kyseliny, což jsou kyseliny, které mají mezi uhlíky pouze jednoduché vazby, zbývající podíl tvoří mastné kyseliny nenasycené. Z nasycených MK jsou v největším zastoupení kyseliny palmitová, stearová a myristová. Mléko přežvýkavců obsahuje kyselinu máselnou, která patří mezi těkavé nasycené mastné kyseliny a je velkým původcem chuti a aroma. Lidské mléko kyselinu máselnou neobsahuje.

Karotenoidy patří mezi významné uhlovodíky, které se nacházejí v mléce. Jednak jsou prekurzory vitamínu A, a také způsobují žluté zbarvení tukové fáze. V mléčném tuku se nacházejí vitamíny rozpustné v tucích – A, D, E a K. Největší podíl tvoří vitamín A (retinol). Všechny čtyři vitamíny jsou odolné vůči teplotám, které se využívají v mlékárenské technologii [7, 10].

Obsah tuku v mléce je nejvíce proměnlivý parametr, což je dáno ročním obdobím, plemenem dojnice, způsobem krmení a ošetřováním. Průměrně se však pohybuje okolo 3,9 %. [5, 9].

2.1.3 Mléčný cukr

Mléčný cukr neboli laktóza je unikátní produkt mléčné žlázy savců, vyskytuje se pouze v mléce, nelze jej nalézt v jiných tělních tekutinách, sekretech či orgánech. Syntetizuje se v sekrečních buňkách mléčné žlázy z glukózy, která přichází do mléčné žlázy z krve. Laktóza lze zařadit mezi disacharidy, je totiž tvořena dvěma monosacharidy D-glukózou a D-galaktózou, které jsou spojené β -1,4-glykosidickou vazbou. Může se vyskytovat jako α a β -anomer. Jedná se o redukující cukr. Při tepelné úpravě reaguje s volnými aminoskupinami bílkovin a dochází k tzv. Maillardovým reakcím, jejichž produkty způsobují hnědnutí sterilovaného mléka a změnu chuti [6, 7, 10].

Laktóza je zdrojem energie, je rychle a snadno využitelná. Dodává mléku jemně nasládlou chuť, ale její sladivost je nízká v porovnání se sacharózou, pouze 20–40 %. V řadě mléčných výrobků je přeměňována na kyselinu mléčnou, která působí jako přirozený konzervant – brzdí rozvoj nežádoucí hnilobné mikroflóry. Laktóza také pomáhá lépe absorbovat vápník [7, 18].

Obsah laktózy v mléce se pohybuje okolo 4,7 % [9].

2.2 Syrovátka

Syrovátka je vedlejší produkt mléčného průmyslu při výrobě sýrů. Působením syřidla či kyseliny v mléce se vysráží kasein, zbývající tekutinou je syrovátka. Při výrobě tvrdých či polotvrdých (sladkých) sýrů se získává sladká syrovátka s hodnotou pH 5,9 – 6,6, naopak při výrobě měkkých (kyselých) sýrů se získává syrovátka kyselá s hodnotou pH 4,3 – 4,6. Složení sladké a kyselé syrovátky je uvedeno v Tab. 6. Obecně mívá syrovátka žlutou až zelenou barvu, někdy může mít i modrý nádech, její zbarvení záleží na typu mléka [1, 19].

Syrovátka obsahuje více než polovinu tuhých látek, které jsou přítomné v původním plnotučném mléce – syrovátkové bílkoviny (20 % z celkových bílkovin), většinu laktózy, ve vodě rozpustné vitamíny a minerály. Proto je považována za cenný vedlejší produkt s využitím v potravinářském či farmaceutickém průmyslu [1, 14]. Rozdílné složení mléka a syrovátky je uvedeno v Tab. 7.

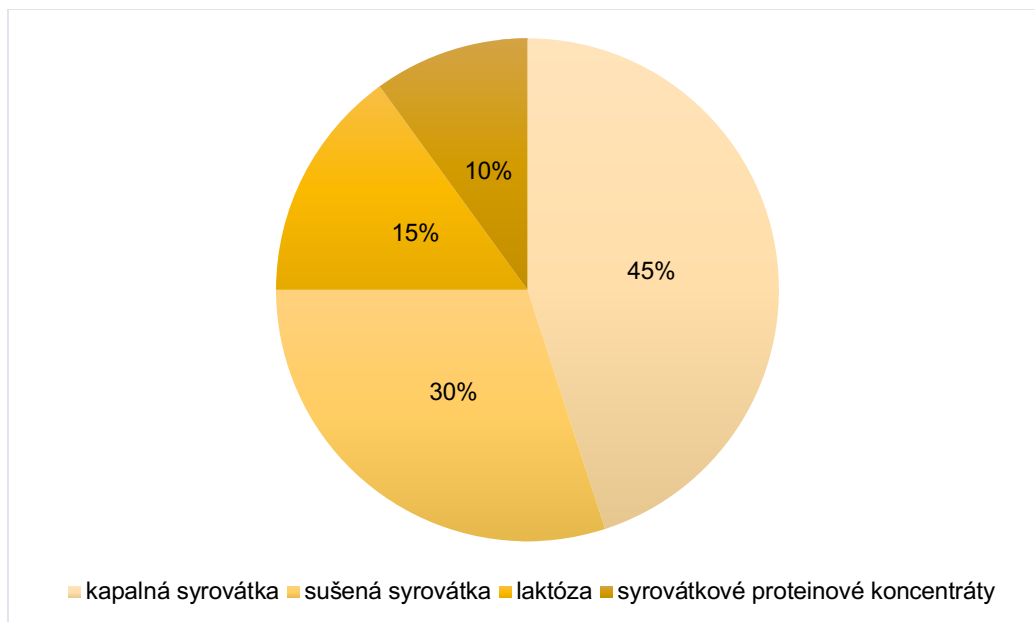
Tabulka 6: Složení sladké a kyselé syrovátky [19]

složka	sladká syrovátka [% hm.]	kyselá syrovátka [% hm.]
voda	94	93,6
sušina	6	6,4
laktóza	4,5	4,6
čisté bílkoviny	0,60	0,60
nebílkovinný dusík	0,20	0,20
tuk	0,05	0,05
popeloviny	0,5	0,8
vápník	0,035	0,12
fosfor	0,040	0,065
sodík	0,045	0,050
draslík	0,14	0,16
chloridy	0,09	0,11
kyselina mléčná	0,05	0,05

Tabulka 7: Porovnání složek v mléce a v syrovátce [1]

složka	obsah [% hm.]	
	<i>mléko</i>	<i>syrovátka</i>
kasein	2,8	<0,1
bílkoviny syrovátky	0,7	0,7
tuk	3,7	0,1
popelovina	0,7	0,5
laktóza	4,9	4,9
celkem	12,8	6,3

Při produkci 1–2 kg sýra se zároveň vyprodukuje 8–9 kg syrovátky. V roce 2013 se celosvětově vyprodukovalo 180 milionů tun syrovátky, která obsahovala 8,6 miliónů tun laktózy a 1,5 miliónů tun bílkovin [1, 19]. Asi 50 % celosvětové produkce syrovátky je dále zpracováno na další potravinářské výrobky. Z toho je 45 % využito jako kapalná syrovátka, 30 % se zpracuje na sušenou syrovátku, z 15 % se vyrábí laktóza a zbylých 10 % se zpracuje na výrobu syrovátkových bílkovinných koncentrátů (viz Obr. 4) [20].



Obrázek 4: Zpracování syrovátky na dílčí produkty [20]

3 Technologie výroby syrovátkového bílkovinného koncentrátu

Syrovátkový bílkovinný koncentrát je dle platné legislativy řídicí se zákonem č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích v aktuálním znění vyhlášky č. 397/2016 Sb. o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje mléčným bílkovinným výrobkem, čímž se rozumí sušený mléčný výrobek získaný oddělením bílkovin ze syrovátky. Lze ho také považovat za mléčný retentát, což je výrobek získaný koncentrací mléčných bílkovin na základě ultrafiltrace mléka, částečně odstředěného mléka nebo odstředěného mléka.

Dle této vyhlášky musí být mléčný bílkovinný výrobek vyroben z tepelně ošetřené suroviny podle nařízení, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu [21].

Obsah bílkovin v syrovátkových bílkovinných koncentrátech (WPC) se pohybuje v rozmezí 34–85 % (viz Tab. 8) [2].

Tabulka 8: Složení jednotlivých produktů WPC [19]

složení výrobku	obsah [%]			
	<i>WPC-35</i>	<i>WPC-50</i>	<i>WPC-65</i>	<i>WPC-80</i>
bílkoviny	35	50	65	80
vlhkost	3,8	3,8	3,8	3,8
hrubé bílkoviny	36,2	52,1	63,0	81,0
čisté bílkoviny	29,7	40,9	59,4	75,0
laktóza	46,5	30,9	21,1	3,5
tuk	2,1	3,7	5,6	7,2
minerály	7,8	6,4	3,9	3,1
kyselina mléčná	2,8	2,6	2,2	1,2

V průmyslu se sérové bílkoviny nejčastěji izolují ze syrovátky, proto se nazývají syrovátkovými bílkovinami. Syrovátkový bílkovinný koncentrát je prášek vyrobený sušením retentátu, který byl získán ultrafiltrací syrovátky. Ultrafiltrace patří mezi membránové separace. Tato technologie umožňuje selektivní koncentraci bílkovin v jejich nativní formě [14, 19, 22, 23].

3.1 Membránová separace

Membránové separace jsou energeticky úspornou alternativou k tradičním technologiím. Jsou vhodné pro čištění nebo dělení homogenních kapalných a plyných směsí či pro separaci. Průmyslové uplatnění nacházejí membránové separace od 70. let 20. století a stávají se stále populárnějšími. Důvodem je realizace takových procesů, které by byly jinak neproveditelné, a také minimalizace zátěže životního prostředí. Membránové separace jsou tak součástí technologických procesů, které poskytují produkty s unikátními vlastnostmi a ve vysoké čistotě. Společným rysem membránových procesů je použití membrány jako semipermeabilního separačního rozhraní [24, 25].

Separace je taková operace, při které ze zařízení vystupují minimálně dva kvalitativně odlišné proudy. U membránových separací se získá permeát, což je proud, který prostupuje membránou, a retentát (koncentrát nebo diluát), což je proud látek, které jsou membránou zadržovány na nástřikové straně. Vstupující proud neboli separovaná směs se označuje jako nástřik, anglicky feed.

Hnací silou každého membránového procesu je transmembránový gradient. Dle typu hnací síly se membránové separační procesy rozdělují na:

- procesy s gradientem tlaku – mikrofiltrace (MF), ultrafiltrace (UF), nanofiltrace (NF) a reverzní osmóza (RO),
- procesy s gradientem chemického potenciálu – pervaporace (PV), permeace plynů, dialýza a osmóza,
- procesy s gradientem elektrochemického potenciálu – elektrodialýza (ED) a membránová elektrolýza,
- procesy s gradientem teploty – membránová destilace (MD).

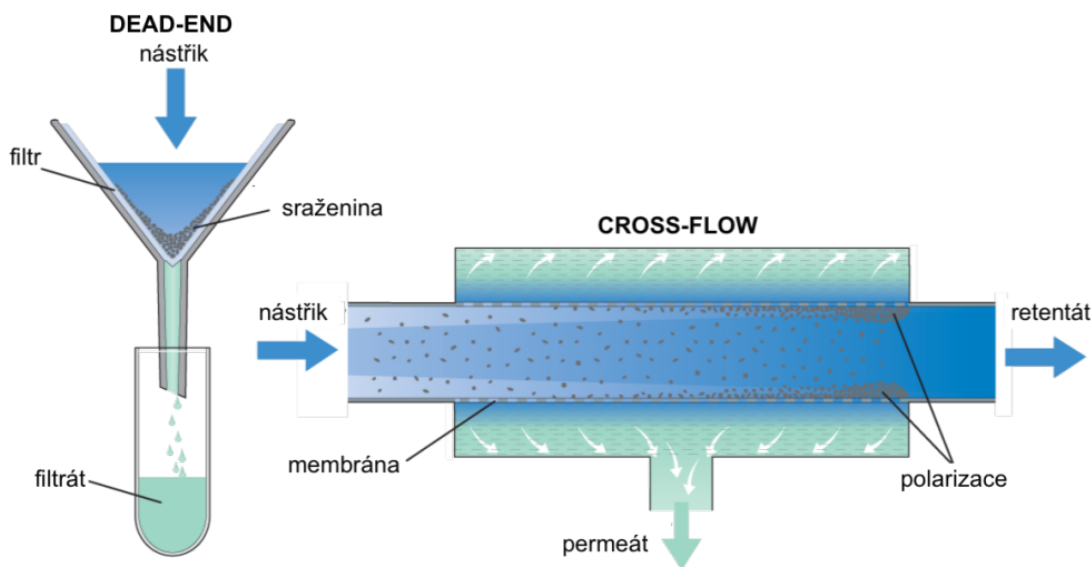
K separaci dochází na základě rozdílných fyzikálně-chemických vlastností látek a částic v nástřiku. Jako princip se uplatňují:

- velikost částic – MF, UF, NF a RO,
- difuzivita a velikost částic – PV, permeace plynů, MD, dialýza a osmóza,
- elektrický náboj – ED, membránová elektrolýza a Donnanova dialýza,
- rozpustnost, povrchové vlastnosti, afinita, reaktivita apod. [24].

Základním uspořádáním toku při membránových separacích je uspořádání dynamické, tzv. cross-flow systém, o něco méně se využívá způsob dead-end. Při uspořádání dead-end je nástřik přiváděn kolmo k membráně, kapalina membránou

prochází a částice zůstávají zachyceny na povrchu membrány, kde tvoří nehybnou vrstvu, která se podobá filtračnímu koláči při klasické filtraci. Tloušťka nehybné vrstvy se časem zvyšuje a úměrně tomu klesá rychlost toku permeátu. Tato metoda se využívá, pokud je koncentrace částic v původní směsi malá.

Při cross-flow separaci neboli separaci s křížovým tokem nástřík proudí podél povrchu membrány. Permeát procházející membránou odtéká v kolmém směru na vstupní proud. Výhodou tohoto uspořádání je, že nevzniká vrstva separovaných částic na povrchu membrány. Částice jsou totiž unášeny proudem tekutiny podél membrány. Dochází k tzv. koncentrační polarizaci membrány. Malé procento částic, které jsou konvekcí dopraveny k povrchu membrány, se připojí k mezní vrstvě v blízkosti membrány. Zbývající částice jsou transportovány z okraje vrstvy částic (oblast s vysokou koncentrací) zpět do hlavního proudu (oblast s nízkou koncentrací). Od určité časové souřadnice se vyrovná množství částic, které jsou dopravovány k membráně, s jejich zpětným transportem. Získá se tak ustálená hodnota intenzity toku permeátu, která je s časem neměnná. Této metody se využívá, pokud je koncentrace částic větší [25, 26]. Rozdílné uspořádání dead-end a cross-flow filtrace je zobrazeno na Obr. 5.



Obrázek 5: Rozdíl mezi dead-end a cross-flow membránovou filtrací [19]

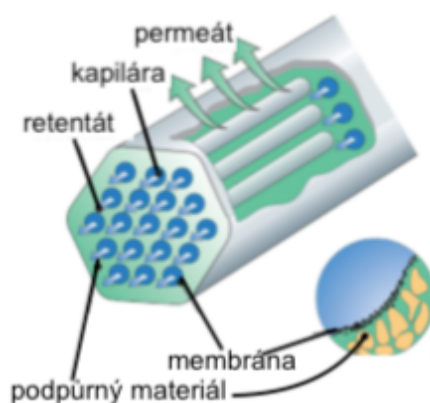
3.1.1 Membrány a membránové moduly

Membrána je základním prvkem v membránových procesech. Lze ji považovat za permselectivní bariéru mezi dvěma fázemi. Pro výrobu membrán se nejčastěji využívají polymerní materiály, dále také keramické, případně kovové. Syntetické

polymerní membrány se dělí na membrány hydrofilní a hydrofobní povahy. Hydrofilní polymerní membrány se vyrábí z polyamidů, polyimidů, polysulfonů, případně z derivátů celulózy. Hydrofobní polymerní membrány se vyrábí z polytetrafluorethylenu, polypropylenu nebo polyethylenu. Keramické membrány se nejčastěji připravují z Al_2O_3 nebo ZrO_2 , ale lze využít i TiO_2 či SiC . Neporézní membrány z polymeru se využívají pro separaci plynů a pervaporaci, porézní pro mikrofiltraci a ultrafiltraci.

Pro aplikaci membránového procesu je nutné membránu umístit do pouzdra, které se nazývá membránový modul. Existují 2 typy membránových modulů, a to plošné a tubulární. Plošné membrány se nachází v deskových či spirálně vinutých modulech, membrány tubulární lze nalézt v modulech trubkových, tubulárních či v modulech s dutými vlákny [27].

V mlékárenství se velmi často využívá tubulární membránový modul s keramickou membránou (viz Obr. 6), především pro odstranění bakterií z mléka a syrovátky či pro výrobu solanky a syrovátkových bílkovinných koncentrátů. Tenké stěny kapiláry jsou vyrobeny z keramiky s jemnozrnnou mikrostrukturou, podpůrný materiál je vyroben z hrubé keramiky. Jejich výhodou může být stejnoměrnost pórů a dobré tepelné a mechanické vlastnosti [19, 26].



Obrázek 6: Tubulární membránový modul s keramickou membránou [19]

3.1.2 Membránové procesy s gradientem tlaku

MF, UF, NF a RO jsou membránové separační procesy, jejichž hnací silou je gradient tlaku. Tyto procesy se liší dle velikosti pórů, a tudíž dle potřebného transmembránového tlaku, který je tím větší, čím hustší je membrána. Rychlost toku permeátu je závislá na teplotě, zvyšování teploty vede ke snížení viskozity tekutiny a tím i ke zvyšování rychlosti toku membránou.

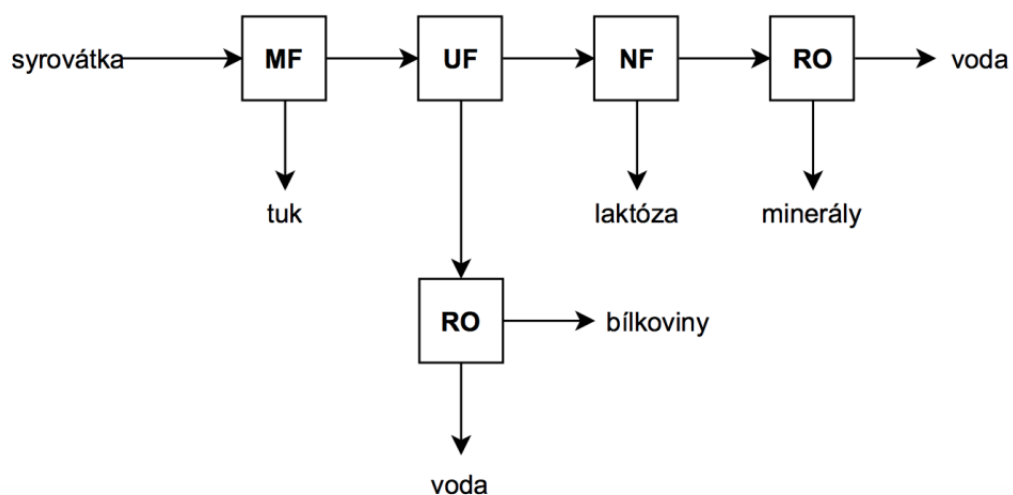
Tyto procesy jsou používány ve dvou základních modech dle uspořádání toku:

- zakoncentrování a purifikace – do membránového modulu vstupuje pouze proud nástriku a je získáván retentát a permeát,
- diafiltrace – do membránového modulu vstupuje ještě proud rozpouštědla, nejčastěji vody, tento proud vymývá z retentátu látky, které mohou procházet membránou [24].

3.1.3 Ultrafiltrace syrovátky

Ultrafiltrace je proces membránové separace, který se využívá k zadržení molekul. Zakoncentrování pomocí ultrafiltrace se využívá právě pro separaci bílkovin ze syrovátky. Umožňuje změnu poměru koncentrace mezi syrovátkovými složkami v důsledku zachování bílkovin a selektivní permeace laktózy, minerálů, vody a sloučenin s nízkou molekulovou hmotností. Jedná se o alternativní metodu, protože nevyužívá teplo, které by způsobovalo fázovou změnu, což činí proces ekonomičtější [14, 24].

Pro ultrafiltraci se využívá membrána s velikostí pórů $10^{-2} - 10^{-1} \mu\text{m}$. Separované částice mají velikost 3–6 nm. Do retentátu přechází bílkoviny, do permeátu laktóza, minerály a voda [27]. Rozdíl mezi ultrafiltrací a dalšími membránovými procesy je zobrazen na Obr. 7.



Obrázek 7: Zpracování syrovátky membránovými procesy [28]

3.2 Technologie syrovátkového bílkovinného koncentrátu

Ultrafiltrací se získají syrovátkové proteinové koncentráty (WPC) o obsahu bílkovin až 82 % v sušině. Technologické procesy po získání syrovátky jsou teplotně omezeny do 76 °C kvůli prevenci denaturace bílkovin [29].

3.2.1 Základní požadavky na syrové mléko

Na kvalitu mléka je kladeno hned několik důležitých požadavků. Jedním z nich je mikrobiální čistota, ta má vliv jak na trvanlivost, tak i na technologické vlastnosti. Stanovuje se počet mezofilních mikroorganismů, dále koliformní bakterie, termorezistentní mikroorganismy, sporotvorné anaerobní bakterie a psychrotrofní mikroorganismy.

Zdravotní nezávadnost a jakost syrového mléka jsou stěžejní vlastnosti pro výrobu mlékárensky ošetřeného mléka a mléčných výrobků. Základní pravidla, která je nutné dodržovat při získávání, ošetření a uchovávání mléka v prvovýrobě, stanovují právní předpisy Evropského společenství. Hygiena produkce mléka v prvovýrobě zahrnuje požadavky na hygienu prostředí, hygienu personálu a hygienu dojení. Tyto předpisy jsou součástí tzv. „hygienického balíčku“: Nařízení EP a Rady č. 852/2004 o hygieně potravin, Nařízení EP a Rady č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu [24, 30, 31].

Základní požadavky na vlastnosti mléka jsou:

- mléko musí pocházet od zdravých dojnic,
- nesmí obsahovat inhibiční látky – rezidua antibiotik nebo dezinfekční a čisticí prostředky,
- celkový počet mikroorganismů nesmí překročit hodnotu 100 000 KTJ/ml;
- musí mít neporušené složení;
- musí být dodržena teplota uchovávání 4–6 °C;
- barva, konzistence a vzhled, chuť a aroma musí být typické pro mléko bez zjevných změn, příchutí a pachů [11].

3.2.2 Získávání a zpracování mléka

Mléko se získává strojním dojením 2x denně. Po nadojení musí být vychlazeno na teplotu 4–6 °C maximálně do 3 hodin a při této teplotě je uchováváno do přejímky autocisternou. Mléko musí být nejpozději do dvou dnů pasterováno, jinak by mohlo dojít k rychlému rozvoji psychrotrofních mikroorganismů [11].

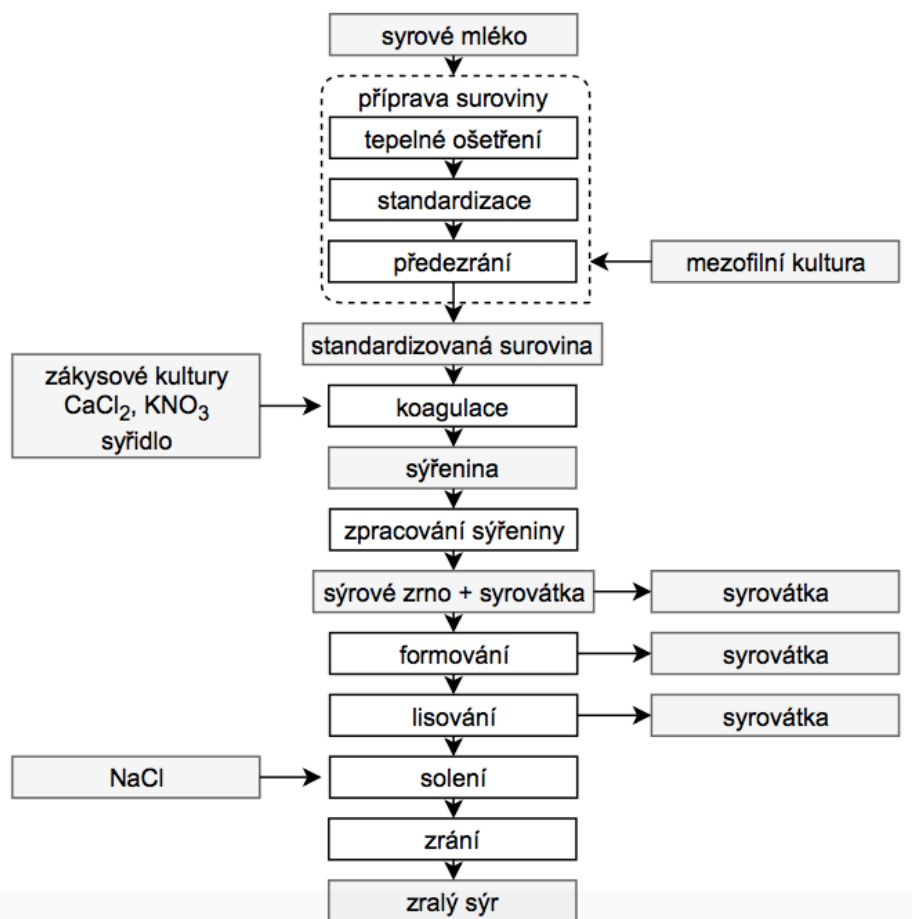
3.2.3 Získávání syrovátky – základní postupy při výrobě sýrů

Nejprve je nutné zajistit zdravotní nezávadnost sýrů. K tomu se využívá šetrná pasterace, při níž teplota dosahuje hodnot 71–78 °C po dobu 15–20 sekund. Záhřevy na vyšší teplotu jsou nevhodné z toho důvodu, že se zhoršuje syřitelnost mléka a oddělování syrovátky.

Připravené mléko se přepustí do sýrašského výrobniku, kde probíhá syření a zpracování syřeniny. Sýrašský výrobník je nerezová dvouplášťová nádoba s krytem, jejíž obsah zaujímá 3 000 až 12 000 litrů. Ve výrobniku se mléko zahřeje či ochladí na teplotu 30–33 °C. Poté se přidává syřidlo, jehož aktivní složkou je enzym chymosin. Klasické syřidlo se získává extrakcí z telecích žaludků, ale v důsledku nedostatku této suroviny se využívají jiné enzymové preparáty živočišného (pepsinové syřidlo), mikrobiálního (*Cryphonectria parasitica* a *Rhizomucor miehei*) či rostlinného původu.

Následuje srážení mléka. To je založeno na enzymovém štěpení specifické peptidové vazby mezi 105. a 106. aminokyselinou (Phe-Met) v kaseinové frakci κ . V primární (enzymatické) fázi dochází k hydrolýze 80–90 % κ -kaseinu a vzniká glykomakropeptid a para- κ -kasein. Tím dojde ke zrušení ochrany β -kaseinů, které jsou citlivé na srážení Ca^{2+} ionty. Srážení pokračuje v sekundární (koagulační) fázi, kdy dochází ke tvorbě gelu a tzv. synerezi – smršťování trojrozměrné struktury gelu, za současného uvolňování syrovátky. V terciární (proteolytické) fázi již nedochází ke koagulaci, ale pokračuje proteolýza kaseinu. Celý proces je dokončen za 40–60 minut. Vliv na průběh srážení a také kvalitu vzniklé syřeniny má teplota, koncentrace syřidlového enzymu a kyselost mléka [7, 11].

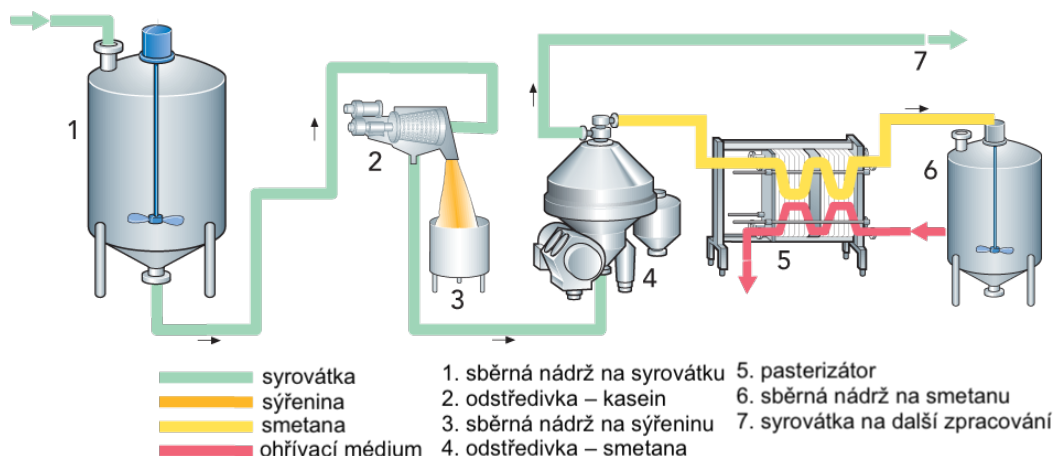
Dále dochází k lisování syřeniny, to dává sýru tvar a velikost a dochází ke zbavení syrovátky. Praktikuje se buď lisování vlastní vahou a samovolné odkapávání, či lisování v lisovacích vanách pneumaticky, vzduchovými pryžovými polštáři a lisovacími deskami. Lisováním a odtokem syrovátky dochází ke spojení sýrových zrn a k vytvoření sýrové hmoty. Syrovátka se po lisování odvádí do sběrné nádrže, zde může být naředěna promývací vodou, která sloužila k promývání syřeniny [7, 32]. Celý postup výroby sýrů a získání syrovátky je shrnut na Obr. 8.



Obrázek 8: Schéma výroby sýrů [11]

3.2.4 Separace kaseinu a tuku ze syrovátky

Syrovátka ze sběrné nádrže putuje do cyklónu, separačních odstředivek nebo vibračních a bubnových třídiček. Zde se při teplotě 45 °C jako první odstraní zbylá sýřenina, která má nepříznivý vliv na odstranění tuku – smetany. Vyseparovaná sýřenina se shromažďuje do sběrné nádrže, dále může být lisována a zpracována. Syrovátka poté putuje do odstředivky, kde se odseparuje smetana s obsahem tuku 25–30 %, ta je pasterizována a po pasterizaci přečerpána do sběrné nádrže. Odtučněná syrovátka bez sýřeniny se upraví 6% roztokem NaOH na hodnotu pH 5,2 a je pasterizována při teplotě 74–75 °C po dobu 15 sekund a následně zchlazena na 18–20 °C. Teploty vyšší než 85 °C nelze použít, protože termolabilní syrovátkové bílkoviny již nejsou stabilizovány kaseinem [11, 19, 32]. Schéma separace sýřeniny a odtučnění syrovátky je zobrazeno na Obr. 9.



Obrázek 9: Schéma separace kaseinu a tuku ze syrovátky [19]

3.2.5 Ultrafiltrace syrovátky – koncentrace bílkovin

Odtučněná pasterizovaná syrovátka bez sýřeniny o hodnotě pH 5,2 a teplotě 20 °C je jako nástřík čerpána přes hrubý filtr (35 μm) do tubulárního membránového modulu s keramickou membránou. Zde dochází k separaci jednotlivých složek syrovátky, do permeátu přechází většina laktózy, dále minerály a voda, do retentátu přechází požadované syrovátkové bílkoviny, ty se koncentrují v několika etapách na povrchu membrány. Počet etap závisí na požadované výsledné koncentraci bílkovin. Permeát je přečerpán do sběrné nádrže pro permeát, retentát do sběrné nádrže pro retentát. Získaný retentát je upraven 8–10% roztokem KOH na hodnotu pH 6,4 – 6,6 a poté je ze sběrné nádrže čerpán do tepelného výměníku, kde dochází k zahřátí retentátu na teplotu 68–70 °C po dobu 15 sekund. Při poklesu na teplotu 60–62 °C je retentát homogenizován [19, 32].

3.2.6 Zahuštění retentátu

Retentát je čerpán do odparek, kde dochází k jeho zahuštění. Podstatou je odstranění nadbytečného množství vody, aby bylo dosaženo požadované sušiny výrobku. Často se využívají víceetapové vakuové odparky s padajícím filmem. V takových odparkách dochází k vytvoření tenkého filmu retentátu na vnitřním povrchu dlouhých svislých trubek, které jsou vyhřívány z druhé strany parou a tím je dosaženo rychlého odparu vody z retentátu varem za sníženého tlaku. Dochází tak k postupnému zahušťování při teplotách 40–75 °C [7].

3.2.7 Sušení kondenzátu a balení

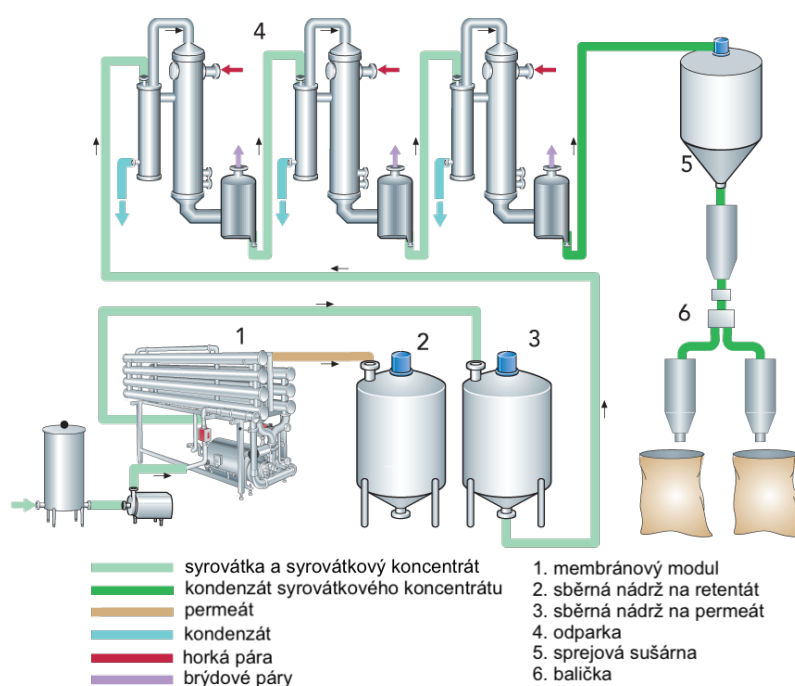
Kondenzát se potrubím přivádí ke stropu sušárny, která umožňuje dvoustupňové sušení. V prvním stupni dochází ke sprejovému sušení; koncentrát je rozprášen do proudu horkého vzduchu a je částečně vysušen na obsah vody 6–8 %. V druhém stupni se koncentrát dosouší ve vibrofluidním žlabu, který má na dně šikmý rošt, na němž se pohybuje tenká fluidní vrstva sušeného materiálu. Pod rošt se vhání horký vzduch o teplotě 100–120 °C, který udržuje prášek ve vznosu. Pohyb fluidní vrstvy je zajištěn vibracemi žlabu. V sušícím prostoru je udržován mírný podtlak pomocí odsávacích ventilátorů, čímž je zajištěno, že nedochází k úletu prášku [7, 11, 19].

Vysušený koncentrát ve formě prášku je balen do vícevrstvých papírových pytlů (25 kg) s vloženou polyethylenovou vrstvou, tzv. bulk balení [11, 33].

Schéma koncentrace bílkovin ze syrovátky, zahuštění retentátu, sušení a následné balení hotového produktu je zobrazeno na Obr. 10.

3.2.8 Ochucení

Zabalovaný práškový koncentrát je dále expedován do zařízení, kde je zpracován dle požadovaných vlastností. Z pytlů se vysype do vysokorychlostních míchaček, do nichž se přidávají aditivní látky – sladidla, příchutě, aroma, trávicí enzymy apod. Po promíchání je hotový produkt zabalen do komerčních obalů a je expedován do skladu [33, 34].



Obrázek 10: Schéma ultrafiltrace syrovátky [19]

4 Význam syrovátkových bílkovinných koncentrátů ve výživě člověka

Syrovátkové proteinové koncentráty mohou mít nejen příznivý, ale bohužel i negativní vliv na lidské zdraví. Co se týče pozitiv, WPC byl v mnoha studiích zkoumán pro svůj léčebný účinek či účasti na syntéze svalové hmoty. Nevhodný však může být pro alergiky, kteří nejsou schopni trávit mléčné bílkoviny, či pro osoby s laktózovou intolerancí [35–37].

4.1 Pozitivní vliv na lidské zdraví

Syrovátce, resp. syrovátkovým bílkovinným koncentrátům (WPC), se přisuzuje silná antioxidační aktivita. To je dáno tím, že syrovátkové bílkoviny jakožto přírodní zdroje cysteinu (především α -albumin) přispívají k syntéze glutathionu (GSH), což je silný intracelulární antioxidant. GSH je složen z glycinu, glutamátu a cysteinu. Cystein obsahuje thiolovou funkční skupinu, která je silným redukčním činidlem a slouží v prevenci oxidace a tkáňového poškození. Jako antioxidant je GSH neúčinnější ve své redukované formě. Riboflavin, niacinamid a glutathion reduktáza jsou nezbytnými kofaktory při redukci GSH. Lékaři často využívají WPC ke zvýšení hladiny intracelulárního GSH [35, 36].

4.1.1 Prevence a léčba karcinomu

WPC byly intenzivně zkoumány v prevenci a léčbě rakoviny. Stimulace glutathionu se považuje za primární imunomodulační mechanismus. Aminokyselinové prekurzory glutathionu, které se nacházejí v syrovátce, mohou dle studie Bounouse zvýšit koncentraci glutathionu v příslušných tkáních, stimulovat imunitu a detoxikovat potenciální karcinogeny [35, 38]. Weinberg uvádí, že syrovátkové komponenty jsou schopny vázat železo, které může působit jako mutagenní činidlo, což způsobuje oxidační poškození tkání [39]. Při mnoha studiích na zvířatech s indukovaným karcinomem tlustého střeva bylo prokázáno, že při suplementaci syrovátkovými bílkovinami došlo ke snížení výskytu nádorů [35, 40–43]. U aplikace BSA in vitro byla prokázána inhibice růstu buněk karcinomu prsu u člověka [35, 44].

4.1.2 Léčba AIDS

Infekce virem HIV souvisí se sníženou hladinou GSH. Bylo provedeno několik studií s cílem zvýšení hladiny cysteinu, tedy v podstatě glutathionu. Ve studii Mickeho

bylo 30 pacientům perorálně podáváno 45 g syrovátkových bílkovin denně. Pacienti byli postiženi pokročilou infekcí virem HIV a trpěli nedostatkem GSH. Po šesti měsících došlo k významnému nárůstu GSH ve srovnání s počátečními hladinami [20, 35, 45, 46].

Dále byly provedeny dvě menší studie na HIV pozitivních ženách, které se věnovaly sportovním aktivitám. Ženám byl ve formě prášku podáván 1 g syrovátkových bílkovin na 1 kg tělesné hmotnosti. Agin ve studii z roku 2000 potvrzuje nárůst tělesné hmoty. Obě studie zaznamenaly zlepšení kvality života žen při zvýšené tělesné aktivitě a příjmu syrovátkových bílkovin [35, 47, 48].

4.1.3 Léčba hepatitidy

Suplementace syrovátkovými bílkovinami demonstruje variabilní účinky u pacientů infikovaných hepatitidou typu B (HBV) a C (HCV). Při výzkumu lidské hepatocytární buněčné linie in vitro bylo zjištěno, že syrovátková bílkovina laktoferin zabraňuje infekci virem hepatitidy C [35, 49].

V otevřené studii byla pacientům s diagnózou hepatitidy typu B či C podávána syrovátka po dobu 12 týdnů. Léčba byla kombinována se suplementací kaseinem před a po zahájení suplementace syrovátkou. U pacientů s HCV nebyly zaznamenány žádné významné změny, ovšem u pacientů s HBV došlo ke snížení hladiny sérových lipidových peroxidáz, zatímco aktivita IL-2 (interleukinů-2) a NK buněk (cytotoxických lymfocytů) se zvýšila. Tato studie slibuje možné použití WPC při léčbě HBV [36, 50].

4.1.4 Léčba kardiovaskulárních onemocnění

V posledních letech je riziko kardiovaskulárních onemocnění spojeno s nadměrnou konzumací tuků. Protože jsou tato onemocnění spojena s řadou dalších faktorů, jako věk, genetika, obezita, sedavý životní styl a příjem alkoholu, je nutné brát v úvahu kvalitu konzumovaného tuku. Mléko se skládá z více než 12 druhů tuků, jako jsou např. sfingolipidy, volné steroly, cholesterol a kyselina olejová. Několik studií prokázalo, že konzumace mléka a mléčných výrobků snižuje krevní tlak a riziko hypertenze [35, 51–53].

Kolektiv autorů pod vedením Kawaseho provedl studii, jejímž cílem bylo zjistit, zda suplementace fermentovaným mlékem s WPC ovlivní hladinu sérových lipidů a hodnotu krevního tlaku. Dvacet dospělých mužů bylo rozděleno do dvou skupin. Jedné skupině bylo ráno a večer podáváno 200 ml fermentovaného mléka obsahujícího *Lactobacillus casei* a *Streptococcus thermophilus* s přidavkem WPC. Druhé skupině

bylo podáváno 200 ml placebo, které obsahovalo nefermentované mléko bez přídavku WPC. Po 8 týdnech skupina, která konzumovala fermentované mléko, vykazovala vyšší hodnoty HDL a nižší hodnoty triacylglyceridů než skupina konzumující placebo. V první skupině bylo zaznamenáno snížení systolického krevního tlaku [35, 54].

Kardiovaskulární onemocnění jsou častá v asijských zemích. Vysoké procento žen čínské a indické národnosti se potýká s mozkovou mrtvicí. Ve studii Pinse při suplementaci syrovátkovými bílkovinami došlo ke snížení systolického a diastolického tlaku. Hodnota LDL byla také významně snížena [20, 55].

4.1.5 Syntéza svalových bílkovin

Suplementy obsahující syrovátkové bílkoviny, především drinky s vysokým obsahem α -albuminu, jsou snadno dostupné na spotřebitelském trhu. Mají vysokou biologickou hodnotu a obsahují vysoké procento (až 26 %) větvených aminokyselin (BCAA). Například leucin, jedna z větvených aminokyselin, slouží jako signální molekula pro iniciaci proteosyntézy. Konzumace syrovátkových bílkovin vede k rychlému dodání aminokyselin do periferních tkání. Nedávné studie prokázaly, že syrovátkové bílkoviny a jejich aminokyseliny vázané v řetězci účinně podporují proteosyntézu. Proto je doporučeno konzumovat syrovátkové bílkoviny po sportovním výkonu [20, 35, 56, 57].

V Burkeho studii bylo 42 mužů ve věku 18–31 let se stejnou fyzickou zátěží rozděleno do tří skupin. První skupina užívala WPC, druhá skupina vícesložkový WPC a třetí skupině bylo podáváno placebo – maltodextrin. Na počátku nebyly prokázány žádné rozdíly při měření svalové síly – bench-press, dřep, flexe a extenze kolene. Po 12 týdnech bylo u mužů z první a druhé skupiny zaznamenáno zlepšení v jednom ze čtyř měření svalové síly a také ke zvýšení hodnoty LBM, tedy tělesné hmotnosti bez tukové tkáně [35, 58].

Landsova studie spočívala v suplementaci 10 g WPC 2x denně po dobu 3 měsíců. Zúčastnilo se jí 18 mužů, ti byli rozděleni do dvou skupin. Druhé skupině bylo podáváno placebo. Tělesná hmotnost byla neměnná v obou skupinách, ovšem ve skupině, které bylo suplementováno WPC, došlo ke snížení tělesného tuku [35, 59].

Aminokyselinový profil syrovátkových proteinů je ideální pro lidský organismus, protože podporuje proteosyntézu a růst svalů. Další bioaktivní složky syrovátky mohou mít příznivý vliv na zdraví aktivních lidí a profesionálních sportovců tím, že zlepšují imunitní funkci, podporují správnou funkci gastrointestinálního traktu

a působí protizánětlivě. Například IgA, glutamin a laktoferin mohou pomoci s léčbou častých onemocnění u profesionálních atletů, jako jsou opakované infekce a gastrointestinální poruchy [35].

4.2 Negativní vliv na lidské zdraví

Přestože je syrovátkový bílkovinný koncentrát biologicky hodnotným potravinovým doplňkem, nelze ho doporučit ke konzumaci v případě nesnášenlivosti kravského mléka. Tento koncentrát je totiž bohatý na bílkoviny a také obsahuje velké množství laktózy. Nesnášenlivost se dělí na alergii a intoleranci. Alergie je odpověď organismu zprostředkována vždy imunitním systémem na rozdíl od potravinové intolerance [10, 19].

4.2.1 Alergie na syrovátkové bílkoviny

Potravinová alergie se vyvíjí u jedinců s vrozenou dispozicí a vlivem vnějších faktorů, které ovlivňují rozvoj přecitlivělosti. U těchto jedinců dochází po opakovaném požití potravin k rozvoji patologické imunitní odpovědi. Tato první fáze se nazývá senzibilizace. V druhé fázi dochází k rozvoji klinických obtíží v reakci na požití daného alergenu a projevuje se alergické onemocnění.

Nejběžnějším typem alergické reakce je reakce způsobená specifickými protilátkami třídy IgE, které se tvoří proti danému potravinovému alergenu. IgE protilátky se u zdravého jedince prakticky nevyskytují, popřípadě jen ve velmi malém množství. Reakce jimi způsobené nastupují časně po požití, zhruba do 2 hodin. Ostatní typy reakcí se řadí mezi tzv. non IgE reakce. Jde o pozdní reakce, které se projeví za 24 až 48 hodin po požití.

Syrovátkové alergeny (především β -laktoglobulin) spolu s kaseinem patří mezi hlavní alergeny kravského mléka. Alergie má rozmanité klinické projevy, dochází k poškození kožního, trávicího, dýchacího a oběhového systému. U dětí se alergie projevuje nejčastěji atopickým ekzémem nebo chronickými alergickými záněty trávicího traktu. Děti mohou trpět bolestmi břicha, nadýmáním, zvracením, průjmy, refluxem trávicí šťávy z žaludku do jícnu (gastroesofageální reflux) či zácpou. U dospělých se alergie může projevovat chronickým zánětem trávicího traktu, což může vést k úbytku tělesné hmotnosti či k poruchám výživy [7, 37].

4.2.2 Laktózová intolerance

U potravinové intolerance neboli nealergické přecitlivělosti nejsou zapojeny imunitní mechanismy, ačkoli některé z projevů mohou být identické s projevy alergie. Mechanismem přecitlivělosti může být metabolický nedostatek, např. nedostatečnost enzymů, které odbourávají jednotlivé složky potravin.

Podstatou laktózové intolerance je snížená nebo absentující aktivita enzymu laktázy (β -galaktosidáza). Tento enzym se nachází v tenkém střevě, kartáčovém lemu lačnicku a slouží k hydrolýze disacharidu laktózy na dva monosacharidy – glukózu a galaktózu. Nehydrolyzovaná laktóza zvyšuje ve střevě osmotický tlak, který se vyrovnává vyšším množstvím vody ve střevním obsahu. Pokud se laktóza dostává do tlustého střeva, je anaerobně zkvašována střevními bakteriemi na vodík, methan, oxid uhličitý a také na organické kyseliny (octová, propionová, máselná a mléčná), které snižují pH stolice. Přítomností těchto produktů fermentace v tlustém střevě dochází k výskytu příznaků laktózové intolerance, kterými jsou abdominální bolesti, žaludeční křeče, průjemy, plynatost, nauzea a bolesti hlavy.

Nedostatkem enzymu laktázy ve střední Evropě je postiženo 10–20 % populace, v Japonsku, Číně a Thajsku 70–100 %, v Africe 60–80 %. Naopak ve Skandinávii je postiženo nedostatkem enzymu laktázy pouze 1–5 % obyvatel [7, 10, 37].

5 Dostupnost syrovátkových bílkovinných koncentrátů v ČR

Na českém trhu bylo nalezeno 46 značek, které nabízí k prodeji celkem 72 výrobků WPC, z toho 34 výrobků je v kombinaci se syrovátkovým bílkovinným izolátem (WPI). Seznam značek a nabízených produktů je uveden v příloze spolu s obsahem bílkovin a průměrnou cenou v českých korunách za 1 kg výrobku. Vzhledem k vysoké specifitě produktu a vynikající funkční a nutriční hodnotě je obchodní cena 3–40x vyšší než u sušené syrovátky [14].

Další část textu se bude zabývat vybranými značkami WPC, které patří mezi nejdostupnější na českém trhu. Konkrétně se jedná o firmu NUTREND, Czech Virus a Koliba. Všechny tři firmy udělily svolení ke zveřejnění informací v této práci [60–62].

5.1 NUTREND

NUTREND je společnost se sídlem v Olomouci. Byla založena roku 1993 a nyní se specializuje na vývoj a výrobu výživy a potravinových doplňků. Všechny produkty jsou schváleny Ministerstvem zdravotnictví a většina produktů i Antidopingovým výborem ČR.

Firma NUTREND nabízí syrovátkový bílkovinný koncentrát v kombinaci se syrovátkovým bílkovinným izolátem pod názvem 100% Whey Protein, je zobrazen na Obr. 11. Průměrné výživové hodnoty tohoto produktu jsou uvedeny v Tab. 9. Nutno zmínit, že se nejedná pouze o syrovátkový koncentrát, nýbrž o kombinaci WPC se syrovátkovým bílkovinným izolátem. Produkt je slazen sukralózou a steviol-glykosidy. Nevýhodou může být vyšší obsah aditivních látek, jako jsou stabilizátory, protispěkové látky, soli a lecitin (sójový a slunečnicový) [63].



Obrázek 11: NUTREND 100% Whey Protein [63]

Název produktu: 100% Whey Protein

Nabízené příchutě: vanilka, čokoláda + kakao, čokoláda + kokos, čokoláda + třešeň, pistácie, tiramisu, biscuit, ledová káva, banán, jahoda, malina, borůvka a piña colada

Nabízená balení: 30 g, 500 g, 900 g, 2250 g a 4000 g

Tabulka 9: Výživové hodnoty NUTREND 100% Whey Protein [63]

Energie/Živiny	obsah ve 100 g
Energetická hodnota	1583 kJ/374 kcal
Tuky	4,4 g
– z toho nenasycené mastné kyseliny	2,8 g
Sacharidy	7,3 g
– z toho cukry	5,3 g
Bílkoviny	75,6 g
Sůl	150 mg

Složení:

- všechny příchutě – syrovátkový bílkovinný koncentrát (obsahuje slunečnicový lecitin a protispékavou látku fosforečnan vápenatý), syrovátkový bílkovinný izolát (obsahuje sójový lecitin), kakao (u příchutí čokoláda + kakao a čokoláda + třešeň), bezlepková pšeničná vláknina, stabilizátory akáciová a xanthanová guma, aroma, koncentrát z červené řepy (u příchutí jahoda a malina), směs koncentrátu z červené řepy a extraktu spiruliny (u příchutí borůvka), směs koncentrátu světlice barvířské a extraktu spiruliny (u příchutí pistácie), barvivo karamel (u příchutí ledová káva), protispékavá látka oxid křemičitý, chlorid sodný, sladidla sukralóza a steviol-glykosidy a barvivo beta karoten (u příchutí banán a vanilka) [63].

5.2 Czech Virus

Česká firma Czech Virus působí na českém trhu od roku 2013. Zabývá se prodejem potravinových doplňků pro sportovce. Devizou firmy je, že všechny suroviny nakupují v ČR nebo v rámci EU, používají pouze přírodní barviva a příchutě a produkty sladí pouze sukralózou a steviol-glykosidy.

Na jejich e-shopu lze nalézt syrovátkový bílkovinný koncentrát pod názvem Pure Elite CFM (viz Obr. 12). Stejně jako u NUTREND 100% Whey Protein jde

o kombinaci WPC se WPI. Firma nakupuje neochucený koncentrát a izolát od firmy Volac. Produkt také obsahuje komplex mléčných bakterií a trávicích enzymů. Jistou nevýhodou může být obsah sójového lecitinu [64]. Průměrné výživové hodnoty jsou uvedeny v Tab. 10.



Obrázek 12: Czech Virus Pure Elite CFM [64]

Název produktu: Pure Elite CFM

Nabízené příchutě: čokoláda, vanilka a kokos

Nabízená balení: 1 kg a 2,25 kg

Tabulka 10: Výživové hodnoty Czech Virus Pure Elite CFM [64]

Energie/Živiny	obsah ve 100 g
Energetická hodnota	1662 kJ/393 kcal
Tuky	6,76 g
– z toho nenasycené mastné kyseliny	3,62 g
Sacharidy	5,29 g
– z toho cukry	5,29 g
Bílkoviny	80 g
Sůl	200 mg

Složení:

- všechny příchutě – CFM syrovátkový bílkovinný koncentrát (90 % bílkovin produktu), CFM sušený syrovátkový bílkovinný izolát (10 % bílkovin produktu), LactoWise® (*Bacillus coagulans* a *B. galactomannan*), DigeZyme® (amyláza, proteáza, celulóza, laktáza a lipáza), aroma, barvivo karamel (u příchuti čokoláda), sladidla: steviol-glykosidy (sladidlo z rostliny stévie – přírodního původu), sukralóza a sójový lecitin [64].

5.3 Koliba

Hriňovská mlékárna KOLIBA sídlící na Slovensku vznikla roku 1993 se zaměřením na zpracování mléka převážně z Podpoľaní. V současné době se zabývá výrobou polotvrdých zrajících sýrů, másla a sušených mléčných výrobků.

Od roku 2015 zpracovávají syrovátku na výrobu WPC, který nabízí na trhu pod stejným názvem. Jedná se o koncentrát s průměrným obsahem bílkovin téměř 80 g na 100 g produktu. Neobsahuje zahušňovač, gumy, aspartam ani konzervanty. Pozitivně také lze hodnotit nulový obsah sójového lecitinu na rozdíl od ostatních výše zmíněných konkurenčních produktů. Ochucené varianty jsou slazené pouze sukralózou [65]. Produkt je zobrazen na Obr. 13, jeho výživové hodnoty jsou uvedeny v Tab. 11.



Obrázek 13: Koliba WPC [65]

Název produktu: Koliba WPC

Nabízené příchutě: čokoláda, vanilka, čokoláda-banán, jahoda, cappuccino a přírodní

Nabízená balení: 1 kg, 2,25 kg a 4,2 kg [65]

Tabulka 11: Výživové hodnoty Koliba WPC [65]

Energie/Živiny	obsah ve 100 g
Energetická hodnota	1734 kJ/430 kcal
Tuky	7,3 g
– z toho nenasycené mastné kyseliny	4,5 g
Sacharidy	8,5 g
– z toho cukry	7,9 g
Bílkoviny	77,6 g
Sůl	380 mg
Vápník	393,9 mg

Složení:

- přírodní – sušený syrovátkový koncentrát,
- čokoláda – sušený syrovátkový koncentrát, nízkotučný kakaový prášek, čokoládová příchut', aromata a sladidlo: sukralóza (E955),
- vanilka – sušený syrovátkový koncentrát, vanilková příchut', aromata, sladidlo: sukralóza (E955) a barvivo: kurkumin (E100),
- jahoda – sušený syrovátkový koncentrát, jahodová příchut', aromata, sladidlo: sukralóza (E955) a barvivo: betanin (E162),
- cappuccino – sušený syrovátkový koncentrát, nízkotučný kakaový prášek, kapučíno-smetanová příchut', aromata a sladidlo: sukralóza (E955),
- čokoláda-banán – sušený syrovátkový koncentrát, nízkotučný kakaový prášek, čokoládové a banánové aroma a sladidlo: sukralóza (E955) [66, 67].

6 Závěr

Cílem této práce bylo provést literární rešerši za účelem získání informací týkající se technologie výroby syrovátkových bílkovinných koncentrátů a významu těchto koncentrátů ve výživě člověka. Úvodní část práce se zaměřuje na historii syrovátky a syrovátkových bílkovinných koncentrátů. Následně se zabývá charakterizací výchozích surovin – mléka a syrovátky a vlastnostmi jednotlivých složek, především bílkovin.

V hlavní části práce je kladen důraz na problematiku membránových procesů se zaměřením na ultrafiltraci syrovátky, kterou lze získat požadované syrovátkové bílkoviny. Dále se text zabývá základními technologickými postupy vedoucí k získání výsledného produktu. Jsou zde shrnuty postupy od získání syrového mléka, přes výrobu sýrů, zpracování syrovátky ultrafiltrací až po balení výsledného produktu.

Značný podíl práce se zaměřuje na zdravotní aspekty syrovátkových bílkovinných koncentrátů. Konzumace nápojů připravených z těchto koncentrátů může mít blahodárny vliv na lidský organismus, což je dáno vysokým obsahem cysteinu, který se účastní syntézy glutathionu, nejdůležitějšího antioxidantu v lidském organismu. WPC můžou nalézt potenciál při léčbě a prevenci karcinomu, léčbě AIDS, hepatitidy typu B a kardiovaskulárních onemocnění. Konzumaci však nelze doporučit pro osoby s nesnášenlivostí kravského mléka, tj. s alergií na mléčné bílkoviny nebo s laktózovou intolerancí. U těchto osob může dojít k postižení kožního, trávicího, dýchacího a oběhového systému.

Závěrečná část práce se zabývá dostupností těchto koncentrátů na trhu ČR. Celkem bylo nalezeno 46 značek nabízejících 72 výrobků WPC, z nichž 34 bylo v kombinaci s WPI. Text se zaměřuje na tři konkrétní produkty od tří nejdostupnějších značek na českém trhu. U každého produktu je uvedeno složení a výživové hodnoty. Výrobek WPC 80 od značky Koliba obsahoval nejméně aditiv na rozdíl od zmíněných konkurenčních produktů.

7 Použitá literatura

- [1] SMITHERS, G. W.: Whey and whey proteins—From ‘gutter-to-gold’. *International Dairy Journal*. 2008, 18(7), 695–704.
- [2] HUFFMAN, L. M. a W. J. HARPER: Maximizing the Value of Milk Through Separation Technologies. *Journal of Dairy Science*. 1999, 82(10), 2238–2244.
- [3] ATRA, R., G. VATAI, E. BEKASSY-MOLNAR a A. BALINT: Investigation of ultra- and nanofiltration for utilization of whey protein and lactose. *Journal of Food Engineering*. 2005, 67(3), 325–332.
- [4] MAUBOIS, J.-L. J. a G. P. C. B. MOCQUOT: Preparation of cheese using ultrafiltration. US4205090A. 27. květen 1980.
- [5] HERALTOVÁ, V.: *Vliv výživy dojnic na kvalitu mléka*. Bakalářská práce. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010.
- [6] KADLEC, P., K. MELZOCH a M. VOLDŘICH: *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 2012. 1. vyd. ISBN 978-80-7418-145-0.
- [7] JANŠTOVÁ, B. a M. NAVRÁTILOVÁ: *Produkce mléka a technologie mléčných výrobků*. Brno: VFU Brno, 2014. 1. vyd. ISBN 978-80-7305-712-1.
- [8] *General Standard for the Use of Dairy Terms* [online]. [cit. 2018-06-15]. Dostupné z: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/ru/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCODEX%2B206-1999%252FCXS_206e.pdf
- [9] VELÍŠEK, J. a J. HAJŠLOVÁ: *Chemie potravin I*. Tábor: OSSIS, 2009. 3. vyd. ISBN 978-80-86659-15-2.
- [10] NAVRÁTILOVÁ, P.: *Hygienu produkce mléka*. Brno: VFU Brno, 2012. 1. vyd. ISBN 978-80-7305-624-7.
- [11] KADLEC, P., K. MELZOCH a M. VOLDŘICH: *Co byste měli vědět o výrobě potravin?* Ostrava: Key Publishing, 2009. ISBN 978-80-7418-051-4.
- [12] DE CASTRO, R. J. S., M. A. F. DOMINGUES, A. OHARA, P. K. OKURO, J. G. DOS SANTOS, R. P. BREXÓ a H. H. SATO: Whey protein as a key component in food systems: Physicochemical properties, production technologies and applications. *Food Structure*. 2017, 14.

- [13] RONCADA, P., C. PIRAS, A. SOGGIU, R. TURK, A. URBANI a L. BONIZZI: Farm animal milk proteomics. *Journal of Proteomics*. 2012, 75(14), 4259–4274.
- [14] BALDASSO, C., T. C. BARROS a I. C. TESSARO: Concentration and purification of whey proteins by ultrafiltration. *Desalination*. 2011, 278(1–3), 381–386.
- [15] KANDA, A., K. NAKAYAMA, C. SANBONGI, M. NAGATA, S. IKEGAMI a H. ITOH: Effects of Whey, Caseinate, or Milk Protein Ingestion on Muscle Protein Synthesis after Exercise. *Nutrients*. 2016, 8(6), 339.
- [16] Structural Classification of Proteins – Details for d1b8ea_. *SCOPE* [online]. [vid. 2018-06-14]. Dostupné z: <http://scop.berkeley.edu/sunid=59077>
- [17] Structural Classification of Proteins – Details for d1f6ra_. *SCOPE* [online]. [vid. 2018-06-14]. Dostupné z: <http://scop.berkeley.edu/sunid=36606>
- [18] KOPÁČEK, J.: *Oslava mléka 2009* [online]. [vid. 2018-05-07]. Dostupné z: http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Kvasnickova/Kopacek_vyziva.pdf
- [19] BYLUND, G.: *Dairy processing handbook*. Lund: Tetra Pak, 2015. ISBN 978-91-7611-132-1.
- [20] BHATI, A. a K. H. KHAN: Whey protein and its application to human. *Journal of Experimental Sciences*. 2010, 1(1), 16–20.
- [21] ČESKO. Zákon č. 110 ze dne 4. dubna 1998 o potravinách a tabákových výrobcích.
- [22] BRANS, G., C. G. P. H. SCHROËN, R. G. M. VAN DER SMAN a R. M. BOOM: Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges. *Journal of Membrane Science*. 2004, 243(1–2), 263–272.
- [23] JAYAPRAKASHA, H. M. a Y. C. YOON: Production of Functional Whey Protein Concentrate by Monitoring the Process of Ultrafiltration. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2005, 18(3), 433–438.
- [24] KADLEC, P., K. MELZOCH a M. VOLDŘICH: *Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích*. Ostrava: Key Publishing, 2013. 1. vyd. ISBN 978-80-7418-163-4.
- [25] CAKL, J.: *Úvod do procesů a zařízení potravinářských výroby I*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013. ISBN 978-80-7395-671-4.

- [26] MÍKA, V. a L. NEUŽIL: *Chemické inženýrství II*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1999. 2. vyd. ISBN 978-80-7080-359-2.
- [27] JIRÁNKOVÁ, H.: Membránové procesy v potravinářství a mlékárenství. *Membránové procesy v potravinářství*. Česká Lípa: Česká membránová platforma o.s., 2015, s. 4–11. ISBN 978-80-904517-5-9.
- [28] DUKE, M. a T. VASILJEVIC: Whey Processing: Overview and Role of Membranes. *Encyclopedia of Membranes*. Berlin: Springer, 2016, 1. vyd., s. 2021–2024. ISBN 978-3-662-44324-8.
- [29] ADAMSON, N.: Optimised Line Solutions for Whey. *Mælkeritidende*. 2017, 130(1), 8–9.
- [30] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 ze dne 29. dubna 2004 o hygieně potravin.
- [31] Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu.
- [32] RATHOUR, A. K. a V. RATHORE: Standardization and Storage Study of Whey Protein Concentrate (WPC-70) Prepared from Buffalo Milk Using Ultrafiltration Membrane Technology: Standardization and Storage Study of Whey Protein Concentrate. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2017, 41(3).
- [33] ZÁRUBA, P.: Re: Zveřejnění informací o produktu v bakalářské práci. [e-mailová komunikace]. 15. června 2018 13:01 CET [cit. 2018-06-15]. Osobní komunikace.
- [34] How Is Whey Protein Made? *Myprotein US* [online]. 26. červenec 2016 [vid. 2018-06-10]. Dostupné z: <https://us.myprotein.com/thezone/supplements/how-is-whey-protein-made/>
- [35] MARSHALL, K.: Therapeutic Application of Whey Protein. *Alternative Medicine Review*. 2004, 9(2), 136–156.
- [36] BAWA, S. H. a D. GAJEWSKA: The Potential of Whey Proteins and their Bioactive Components for the Prevention and Management of Selected Disorders. *NutraCos*. 2013, 12(6), 15–19. ISSN 1720-4011.
- [37] Alergie na kravské mléko. In: *Informace vědeckého výboru pro potraviny* [online]. Dostupné z: http://czvp.szu.cz/vedvybor/dokumenty/informace/Info_2006_15_deklas_alergie%20mleko.pdf

- [38] BOUNOUS, G.: Whey Protein Concentrate (WPC) and Glutathione Modulation in Cancer Treatment. *Anticancer Research*. 2010, (20), 4785–4792.
- [39] WEINBERG, E. D.: The Role of Iron in Cancer. *European Journal of Cancer Prevention*. 1996, 5(1), 19–36.
- [40] SEKINE, K., E. WATANABE, J. NAKAMURA, N. TAKASUKA, D. J. KIM, M. ASAMOTO, V. KRUTOVSKIKH, H. BABA-TORIYAMA, T. OTA, M. A. MOORE, M. MASUDA, H. SUGIMOTO, H. NISHINO, T. KAKIZOE a H. TSUDA: Inhibition of Azoxymethane-Initiated Colon Tumor by Bovine Lactoferrin Administration in F344 Rats. *Japanese Journal of Cancer Research*. 1997, 88(6), 523–526.
- [41] TSUDA, H., H. SEKINE, J. NAKAMURA, Y. USHIDA, T. KUHARA, N. TAKASUKA, D. J. KIM, M. ASAMOTO, H. BABA-TORIYAMA, M. A. MOORE, H. NISHINO a T. KAKIZOE: Inhibition of Azoxymethane Initiated Colon Tumor and Aberrant Crypt Foci Development by Bovine Lactoferrin Administration in F344 Rats. *Advances in Lactoferrin Research*. 1998, 443, 273–284.
- [42] HAKKAK, R., S. KOROURIAN, S. R. SHELNUTT, S. LENSING, M. J. RONIS a T. M. BADGER: Diets Containing Whey Proteins or Soy Protein Isolate Protect Against 7,12-dimethylbenz(a)anthracene-induced Mammary Tumors in Female Rats. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*. 2000, 9(1), 113–117.
- [43] KUHARA, T., M. IOGO, T. ITOH, Y. USHIDA, K. SEKINE, N. TERADA, H. OKAMURA a H. TSUDA: Orally Administered Lactoferrin Exerts an Antimetastatic Effect and Enhances Production of IL-18 in the Intestinal Epithelium. *Nutrition and Cancer*. 2000, 38(2), 192–199.
- [44] LAURSEN, I., P. BRIAND a A. E. LYKKESFELDT: Serum Albumin as a Modulator on Growth of the Human Breast Cancer Cell Line, MCF-7. *Anticancer Research*. 1990, 10(2A), 343–351.
- [45] MICKE, P., K. M. BEEH, J. F. SCHLAAK a R. BUHL: Oral Supplementation with Whey Proteins Increases Plasma Glutathione Levels of HIV-infected Patients. *European Journal of Clinical Investigation*. 2001, 31(2), 171–178.
- [46] MICKE, P., K. M. BEEH a R. BUHL: Effect of Long-term Supplementation with Whey Proteins on Plasma Glutathione Levels of HIV-infected patients. *European Journal of Nutrition*. 2002, 41(1), 12–18.

- [47] AGIN, D., D. GALLAGHER, J. WANG, S. B. HEYMSFIELD, R. N. Jr. PIERSON a D. P. KOTLER: Effects of Whey Protein and Resistance Exercise on Body Cell Mass, Muscle Strength, and Quality of Life in Women with HIV. *AIDS*. 2001, 15(18), 2431–2440.
- [48] AGIN, D., D. P. KOTLER, D. PAPANDREOU, M. LISS, J. WANG, J. THORNTON, D. GALLAGHER a R. N. Jr. PIERSON: Effects of Whey Protein and Resistance Exercise on Body Composition and Muscle Strength in Women with HIV Infection. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2006, 904(1), 607–609.
- [49] IKEDA, M., K. SUGIYAMA, T. TANAKA, K. TANAKA, H. SEKIHARA, K. SHIMOTOHNO a N. KATO: Lactoferrin Markedly Inhibits Hepatitis C Virus Infection in Cultured Human Hepatocytes. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 1998, 245(2), 549–553.
- [50] WATANABE, A., K. OKADA, Y. SHIMIZU, H. WAKABAYASHI, K. HIGUCHI, K. NIIYA, Y. KUWABARA, T. YASUYAMA, H. ITO, T. TSUKISHIRO, Y. KONDOH, N. EMI a H. KOHRI: Nutritional Therapy of Chronic Hepatitis by Whey Protein (Non-Heated). *Journal of Medicine*. 2000, 31(5–6), 283–302.
- [51] ACKELY, S., E. BARRETT-CONNOR a L. SUAREZ: Dairy Products, Calcium, and Blood Pressure. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1983, 38(3), 457–461.
- [52] APPEL, L. J., T. J. MOORE, E. OBARZANEK, W. M. VOLLMER, L. P. SVETKEY, F. M. SACKS, G. A. BRAY, T. M. VOGT, J. A. CUTLER, M. M. WINDHAUSER, P. H. LIN a N. KARANJA: A Clinical Trial of the Effects of Dietary Patterns on Blood Pressure. *The New England Journal of Medicine*. 1997, 336(16), 1117–1124.
- [53] SVETKEY, L. P., D. SIMONS-MORTON, W. M. VOLLMER, L. J. APPEL, P. R. CONLIN, D. H. RYAN, J. ARD a B. M. KENNEDY: Effects of Dietary Patterns on Blood Pressure: Subgroup Analysis of the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) Randomized Clinical Trial. *Archives of Internal Medicine*. 1999, 159(3), 285–293.

- [54] KAWASE, M., H. HASHIMOTO, M. HOSODA, H. MORITA a A. HOSONO: Effect of Administration of Fermented Milk Containing Whey Protein Concentrate to Rats and Healthy Men on Serum Lipids and Blood Pressure. *Journal of Dairy Science*. 2000, 83(2), 255–263.
- [55] PINS, J. J. a J. M. KEENAN: Effects of Whey Peptides on Cardiovascular Disease Risk Factors. *The Journal of Clinical Hypertension*. 2006, 8(11), 775–782.
- [56] FOUILLET, H., F. MARIOTTI, C. GAUDICHON, C. BOS a D. TOMÉ: Peripheral and Splanchnic Metabolism of Dietary Nitrogen are Differently Affected by the Protein Source in Humans as Assessed by Compartmental Modeling. *The Journal of Nutrition*. 2002, 132(1), 125–133.
- [57] TIPTON, K. D., B. E. GURKIN, S. MATIN a R. R. WOLFE: Nonessential Amino Acids are not Necessary to Stimulate Net Muscle Protein Synthesis in Healthy Volunteers. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 1999, 10(2), 89–95.
- [58] BURKE, D. G., P. D. CHILIBECK, K. S. DAVIDSON, D. G. CANDOW, J. FARTHING a T. SMITH-PALMER: The Effect of Whey Protein Supplementation with and without Creatine Monohydrate Combined with Resistance Training on Lean Tissue Mass and Muscle Strength. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2001, 11(3), 349–364.
- [59] LANDS, L. C., V. L. GREY a A. A. SMOUNTAS: Effect of Supplementation with a Cysteine Donor on Muscular Performance. *Journal of Applied Physiology*. 1999, 87(4), 1381–1385.
- [60] DLUGOŠ, O.: Re: Zveřejnění informací o produktu v bakalářské práci. [e-mailová komunikace]. 15. června 2018 12:12 CET [cit. 2018-06-15]. Osobní komunikace.
- [61] PETROVÁ, L.: Re: Zveřejnění informací o produktu v bakalářské práci. [e-mailová komunikace]. 15. června 2018 13:09 CET [cit. 2018-06-15]. Osobní komunikace.
- [62] FEKIAČOVÁ, J.: Re: Zveřejnění informací o produktu v bakalářské práci. [e-mailová komunikace]. 15. června 2018 13:57 CET [cit. 2018-06-15]. Osobní komunikace.
- [63] *NUTREND* [online]. [vid. 2018-06-06]. Dostupné z: <https://www.nutrend.cz/>
- [64] *Czech Virus* [online]. [vid. 2018-06-06]. Dostupné z: <https://czechvirus.cz/>

- [65] *Koliba* [online]. [vid. 2018-06-06]. Dostupné z: <http://kolibamilk.sk/>
- [66] Koliba WPC 80 protein 1 kg – čoko-banán. *Goldfitness.cz* [online]. [vid. 2018-06-14]. Dostupné z: <https://www.goldfitness.cz/wpc-80-protein-1kg-coko-banan-d3216>
- [67] WPC 80 protein, 1000 g, Koliba. *FIT-PRO.cz* [online]. [vid. 2018-06-06]. Dostupné z: <http://www.fit-pro.cz/wpc-80-protein-1000-g-koliba>

Příloha

Seznam značek syrovátkových bílkovinných koncentrátů dostupných v ČR

Značka	Název produktu	Obsah bílkovin [g/100 g]	Cena za 1 kg
4fitness	WPC 80	80	285 Kč
	WPC 78	78	285 Kč
All Stars	100% Whey Protein*	73–77	638 Kč
AllMax	AllWhey Classic Protein*	71	609 Kč
	AllWhey Gold Protein*	80	742 Kč
	MuscleMaxx Protein*	58,3	444 Kč
Aminostar	100% Pure Whey Star	49,5	509 Kč
	100% Whey Protein CFM*	76,1	830 Kč
	Joint Support Protein*	75	909 Kč
Amix Nutrition	OptiWhey CFM Instant Protein*	80	574 Kč
	Whey Pro Elite 65*	65	509 Kč
	Whey Pure Fusion Protein*	75	531 Kč
Aone	Whey 100 Natural	80	384 Kč
	Whey 100 Pure	75,2	384 Kč
ATP Nutrition	100% Premium Whey Protein*	75	418 Kč
	100% Pure Whey Protein	71,2 – 74,3	208 Kč
BioTech USA	100% Pure Whey*	78–80	520 Kč
	Nitro Pure Whey*	74	655 Kč
BSN	Whey DNA*	71	496 Kč
Carne Labs	100% Whey Protein 80	77–78	465 Kč
Czech Virus	ProBio7 Whey Protein	77	492 Kč
	Pure Elite CFM*	80	586 Kč
EnergyBody	FRUIT Whey Protein	70	530 Kč
ENERVIT	100% Whey Protein Concentrate	78–81	1489 Kč
Extrifit	CFM Instant Whey 80	73–77	550 Kč
	High Whey 80*	71–76	506 Kč

Značka	Název produktu	Obsah bílkovin [g/100 g]	Cena za 1 kg
FitWhey	Whey Protein 100 Concentrate	77	363 Kč
Fitco	100% Whey Protein*	75	494 Kč
Fitness Authority	100% Whey Protein Concentrate	77	552 Kč
	Whey 80	70	313 Kč
	Whey Core	76	417 Kč
	Whey Protein	66	348 Kč
GymBeam	True Whey Protein	75 – 82,6	298 Kč
Hi Tec Nutrition	100% WPC Protein	75	457 Kč
Inkospor	X-TREME Whey Protein*	75	1047 Kč
Kevin Levrone	LevroWhey Supreme	70–76	443 Kč
Koliba	WPC 80	75	336 Kč
LSP Nutrition	Molke Whey Protein Fitness Shake	76	752 Kč
	Zero WPC 80	78	751 Kč
Maxxwin	100% WHEY 80	78,8	564 Kč
	CFM Pro Whey 70*	70	684 Kč
Mega Pro Nutrition	100% Pure Whey Maxx*	77	385 Kč
Metabolic Optimal	Anabolic Whey Pro*	68	382 Kč
Mex Nutrition	Whey American Standard*	71	361 Kč
MyoTec	Native Whey	75	634 Kč
MyProtein	Impact Whey Protein	71–85	338 Kč
Nutramino	Whey Protein Isolate and Concentrate*	70–71	711 Kč
NUTREND	100% Whey Protein*	74,1 – 75,6	513 Kč
	Deluxe 100% Whey*	72,8 – 73	541 Kč
Nutristar	Syrovátkový protein 80% WPC	83	386 Kč
Olimp	Whey Protein Complex*	75	486 Kč
Peak	Delicious Whey Protein*	81–85	718 Kč
Penco	Whey Protein 80	80	726 Kč

Značka	Název produktu	Obsah bílkovin [g/100 g]	Cena za 1 kg
Prom-in	Basic Whey 80	72,7 – 78,3	425 Kč
	Essential CFM Evolution	70,3 – 76,3	479 Kč
	Essential Pure CFM 80%	75,2	514 Kč
Reflex Nutrition	100 % Native Whey*	80	933 Kč
	Natural Whey*	78	745 Kč
Sanas	100% Whey Protein	82	676 Kč
SizeAndSymmetry	Whey CFM WPC 80	73,4 – 75,2	476 Kč
Smartlabs	100% Whey Tasty Protein	75	519 Kč
	CFM 100% Whey Protein*	80	563 Kč
	Chow Protein	70	452 Kč
Stacker 2	100% Whey Protein*	80	604 Kč
Trec Nutrition	Whey 100	72,2	529 Kč
USN	100% Whey Protein Premium*	69	873 Kč
	Dynamic Whey*	70,5	841 Kč
	Whey Protein Premium*	69	763 Kč
Vision	CFM Protein 50	50,2	485 Kč
Weider	Gold Whey	75–78	696 Kč
	Premium Whey Protein*	78	908 Kč
Z-konzept	100% Whey Protein	74	598 Kč

* – směs WPC a WPI