

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality a bezpečnosti potravin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Vývoj nového typu nápoje na bázi sladké syrovátky

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Daniel Bernt

Obor studia: Výživa a potraviny

Vedoucí práce: Ing. Veronika Legarová, Ph.D.

Konzultant: Ing. Soňa Formánková Herman

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vývoj nového typu nápoje na bázi sladké syrovátky" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.4.2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí práce Ing. Veronice Legarové, Ph.D. za její odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu diplomové práce věnovala. Dále bych chtěl poděkovat své konzultantce Ing. Soně Formánkové Herman za její odbornou pomoc, vždy pozitivní přístup a neuvěřitelnou ochotu, kterou mi věnovala. Na konec bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům, kteří mi byli během studia velkou oporou.

Vývoj nového typu nápoje na bázi sladké syrovátky

Souhrn

Syrovátkou je označováno mléčné sérum, které se odděluje jako vedlejší produkt při výrobě sýrů a tvarohů. Jedná se o velmi cenný a dostupný zdroj živin v podobě bílkovin, laktózy, minerálních látek a také vitamínů. Syrovátka se v současné době využívá převážně v potravinářském průmyslu pro výrobu proteinových doplňků, nápojů na bázi syrovátky a sportovních drinků, rovněž se používá v procesech pro výrobu bioethanolu.

Základní složkou syrovátky je především voda (92 %), laktóza (5 %), bílkoviny (1 %), tuky (0,5 %) a minerální látky (0,5 %). Z minerálních látek se jedná především o vápník, hořčík, fosfor a draslík. Syrovátka je také bohatým zdrojem vitamínů A, D a skupiny vitamínů B, kde se jedná především o vitamín B2 a B12. Bílkoviny jsou v syrovátce zastoupeny syrovátkovými bílkoviny v následujícím složení: beta-laktoglobuliny (cca 55 %), alfa-laktalbuminy (cca 24 %), sérové albuminy (cca 5 %) a imunoglobuliny (cca 15 %).

Cílem této práce byl návrh nové receptury pro fermentovaný syrovátkový nápoj, který bude sensoricky atraktivní pro český a vietnamský trh. Hlavní surovinou pro tento nápoj byla sladká syrovátka, která vzniká při výrobě bezlaktózového čerstvého sýra.

Praktickou část tvořily celkem tři sensorické analýzy, které se lišily složením syrovátkových nápojů. U některých nápojů bylo nahrazeno 20 % mléčného tuku arašídovým olejem, některé byly fortifikovány o bílkoviny v podobě mandlového proteinu. Ochuceny byly čokoládou, případně ovocnými džusy.

Hodnotící proces syrovátkových nápojů byl rozdělen do dvou dílčích částí: pořadové zkoušky a sensorického profilu. V rámci hodnocení pořadové zkoušky byly produkty uspořádány od toho nejpreferovanějšího (1) až po nejméně preferovaný (6). Dále byl analyzován sensorický profil, který obsahoval devět specifikovaných deskriptorů pro posouzení: celková příjemnost chuti, celkový vzhled, příjemnost barvy, příjemnost vůně, intenzita mléčné vůně, intenzita mléčné chuti, intenzita sladké chuti, intenzita kyselé chuti a intenzita pachutí.

Bylo zjištěno, že nejlépe vyhodnocené byly bezlaktózové nápoje, které byly ochuceny čokoládou. Chuť čokolády překryla nepříjemné a kyselé chutě, rozštěpená laktóza umocnila sladkou chuť, která byla pro hodnotitele nejvíce atraktivní. Jediným nedostatkem těchto čokoládových nápojů byl jejich neatraktivní vzhled.

Naopak nejhůře byl vyhodnocen nápoj z neochucené syrovátky a laktózový nápoj s proteinem, který byl dochucen ananasem. Hodnotitelé si zde často stěžovali na vysokou intenzitu pachutí a intenzitu kyselé chuti.

Klíčová slova: syrovátka, bílkoviny, fermentace, nápoj, český trh, vietnamský trh

Development of a new type of beverage based on sweet whey

Summary

Whey is identified as milk serum, which is separated as a byproduct during the production of cheese and curd. It is a highly valuable and accessible source of nutrients including proteins, lactose, minerals and vitamins. Currently, whey is primarily used in the food industry for the production of protein supplements, whey-based beverages and sports drinks. Additionally, it is also utilized in the production processes of bioethanol. The primary component of whey is water (92 %), followed by lactose (5 %), proteins (1 %), fats (0,5 %), and minerals (0,5 %). The minerals mainly include calcium, magnesium, phosphorus and potassium. Whey is also a rich source of vitamins A, D, and B vitamins, primarily vitamin B2 and B12. The proteins in whey consist of whey proteins in the following composition: beta-lactoglobulin (approximately 55 %), alpha-lactalbumin (approximately 24 %), serum albumin (approximately 5 %), and immunoglobulins (approximately 15 %).

The aim of this study was to design a new recipe for a fermented whey drink that would be sensorially attractive to both the Czech and Vietnamese markets. The main ingredient for this drink was sweet whey, which is produced during the manufacture of lactose-free fresh cheese.

The practical part consisted of three sensory analyses, which varied in the composition of the whey drinks. In some drinks, 20 % of the milk fat was replaced with peanut oil and some were fortified with proteins in the form of almond protein. They were flavored with chocolate or fruit juices.

The evaluation process of the whey drinks was divided into two parts: ordinal test and sensory profiling. In the ordinal test, products were arranged from the most preferred (1) to the least preferred (6). Additionally, a sensory profile was analyzed, which included nine specified descriptors for assessment: overall taste pleasantness, overall appearance, color pleasantness, aroma pleasantness, intensity of milky aroma, intensity of milky taste, intensity of sweet taste, intensity of sour taste and intensity of off-flavors.

Analysis revealed that the highest-rated beverages were those that were lactose-free and chocolate flavored. The chocolate flavor effectively concealed any unpleasant or sour tastes, while the cleaved lactose boosted the sweetness, which was highly appealing to the evaluators. However, the primary downside to these chocolate-flavored drinks was their visually unappealing appearance. In contrast, the least favored beverage was the one made from unflavored whey and a lactose based pineapple flavored drink enhanced with protein. Evaluators frequently reported that these had a pronounced presence of off-flavors and a strong sour taste.

Key words: whey, proteins, fermentation, beverage, Czech market, Vietnamese market

Obsah

1 Úvod	8
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Mléko	10
3.1.1 Složení mléka	10
3.1.2 Kaseinové bílkoviny	13
3.1.3 Syrovátkové bílkoviny	14
3.1.4 Technologie zpracování mléka	17
3.2 Sýry.....	20
3.2.1 Druhy sýrů.....	20
3.2.2 Nutriční hodnota sýrů.....	21
3.2.3 Výroba čerstvých sýrů.....	22
3.3 Syrovátka.....	24
3.3.1 Druhy syrovátky	24
3.3.2 Nutriční složení syrovátky.....	25
3.3.3 Syrovátka a její vliv na životní prostředí	26
3.3.4 Využití syrovátky.....	27
3.3.5 Výrobci syrovátkových nápojů v ČR.....	35
3.3.6 Vietnamský trh.....	36
3.3.7 Přehled evropského trhu	38
3.3.8 Laktózová intolerance.....	39
4 Materiál a metodika	41
4.1 Senzorická analýza	41
4.2 Použité chemikálie a jiný materiál	42
4.3 Používané přístroje	43
4.4 Výroba sýrů	44
4.5 Výroba syrovátkových nápojů.....	46
5 Výsledky	49
5.1 Senzorická analýza	49
5.2 Vstupní surovina	49
5.3 Výsledky hodnocení pořadové zkoušky	49
5.3.1 Výsledky hodnocení pořadové zkoušky první sensorické analýzy.....	49
5.3.2 Výsledky hodnocení pořadové zkoušky druhé sensorické analýzy	50
5.3.3 Výsledky hodnocení pořadové zkoušky třetí sensorické analýzy	50

5.4	Výsledky hodnocení sensorického profilu	51
6	Diskuse.....	62
7	Závěr	66
8	Literatura	68
9	Zdroje obrázků	74
10	Seznam použitých zkratk a symbolů	75
11	Seznam použitých obrázků a tabulek	76
12	Samostatné přílohy.....	I

1 Úvod

Mléčné sérum, obecně nazývané syrovátka, se vyrábí oddělením během procesu produkce sýrů a tvarohů (Boscaini et al. 2023). Při výrobě se většina použitého mléka odděluje jako syrovátka, což z ní dělá klíčový vedlejší produkt (Khezri & Dehghan 2015). Bývá často rozdělena do dvou kategorií v závislosti podle způsobu srážení mléka na sladkou a kyselou. Sladká syrovátka vzniká při srážení mléka enzymy při pH nejméně 5,6. Kyselá syrovátka naopak vzniká fermentačními procesy po okyselení mléka a následným sražením kaseinu z mléka při pH menším než 5 (Macwan et al. 2016).

Jelikož byla syrovátka považována v minulosti za odpad, bývala často vypouštěna do přírody. Díky vysoké biochemické spotřeby kyslíku způsobovala syrovátka negativní dopady na životní prostředí, často docházelo ke znečišťování vodních ekosystémů (Arias et al., 2023).

S cílem snížit ekologická rizika a zvýšit ekonomickou hodnotu mléčných výrobků se mlékárenský průmysl rozhodl, že bude jednotlivé složky ze syrovátky separovat. Ty jsou využívány v potravinářském průmyslu a dalších odvětvích pro své nutriční a funkční vlastnosti (Ozel et al. 2022).

V nedávné době mlékárenský průmysl využil různé technologie ke zpracování syrovátky a výrobě široké škály produktů, příkladem může být slazená kondenzovaná syrovátka, koncentrát syrovátkových proteinů, izolát syrovátkových proteinů, hydrolyzát syrovátkových proteinů, fermentované i nefermentované nápoje a také bioetanol (Panghal et al. 2018).

Obzvláště nápoje na bázi syrovátky přitáhly v nedávné době velkou pozornost díky svému osvěžujícímu a chuťovému zážitku. Komerčně vyráběné nápoje na bázi syrovátky zahrnují neperlivé, perlivé, alkoholické, ovocné i fermentované varianty (Jeličić et al. 2008).

Myšlenka vytvoření nápojů na bázi syrovátky ovšem není nová, jelikož byla iniciována ve Švýcarsku na začátku 50. let, kde se začala vyvíjet značka Rivella, která je příkladem sodovky s obsahem CO₂. Funkční potraviny a nápoje patří mezi nejdynamičtější a nejnovativnější kategorie v potravinářském průmyslu a stále si udržují silný zájem mnoha spotřebitelů. Nápoje jsou považovány za funkční potraviny, protože poskytují zdravotní výhody přesahující základní výživové potřeby (Papademas & Kotsaki 2020).

Tato práce je zaměřena na návrh receptury syrovátkového nápoje na bázi sladké syrovátky, který by mohl senzorycky atraktivní pro české a vietnamské spotřebitele.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotéza práce: Fermentovaný syrovátkový nápoj přináší zvláštní zajímavost tím, že jeho klíčovou surovinu, sladkou syrovátku, lze získat jako vedlejší produkt při výrobě sýra a mlékárny často nemají pro vzniklou syrovátku uplatnění. Tento nápoj by mohl představovat atraktivní možnost pro mlékárny specializující se na výrobu sýrů. Další hypotézou práce bude ověření, zdali bezlaktózové syrovátkové nápoje jsou sensoricky přijatelnější než syrovátkové nápoje s laktózou.

Cílem této práce je návrh nové receptury pro fermentovaný syrovátkový nápoj. V současné době je na českém a vietnamském trhu omezený výběr produktů tohoto typu. Receptura nápoje bude vytvořena s ohledem na sensorickou přijatelnost pro oba trhy. Hlavní surovinou pro tento nápoj bude sladká syrovátka, která vzniká při výrobě bezlaktózového čerstvého sýra.

Konečným výstupem práce bude vypracování literární rešerše, která bude shrnovat dosavadní poznatky o syrovátce a o jejím dosavadním využití, dále bude práce obsahovat návrh ochuceného fermentovaného syrovátkového nápoje, který by mohl být v budoucnu uveden na trh.

3 Literární rešerše

3.1 Mléko

Mléko je potravinou, která je produkována mléčnými žlázami savců během období laktace. Složení a koncentrace živin v mléce jsou optimálně přizpůsobeny k úplnému uspokojení energetických a metabolických potřeb potomstva konkrétního druhu během raného postnatálního období. Jelikož je přirozenou funkcí mléka vyživovat a podporovat růst mladých savců, obsahuje mléko také anabolické hormony (de Matos Reis et al. 2021). Pro podporu růstu a udržení novorozence během období kojení je nezbytné, aby mléko obsahovalo trvale přibližně 40-50 esenciálních živin. Příkladem jsou především esenciální aminokyseliny, vitamíny a také minerální látky (Scholz-Ahrens et al. 2020).

Mléko a mléčné výrobky jsou nedílnou součástí lidské stravy již několik tisíc let. Mléko je téměř dokonalou potravinou, obsahující vápník, laktózu, bílkoviny, minerální látky, vitamíny a další důležité složky pro výživu lidského těla (Gajdůšek 2003). Celosvětově je nejvíce využíváno mléko kravského původu. Kravské mléko a také mléčné výrobky z kravského mléka představují velmi cenný a snadno vstřebatelný zdroj vápníku s vysokou využitelností až 30 %. Tato vlastnost je zvláště důležitá během dětství a raného dospívání, kdy probíhá vývoj a růst kosterní hmoty (Watzková et al. 2010).

V současné době je pozorováno snižování konzumace kravského mléka. Tento trend není způsoben pouze současným trendem rychlého stravování, ale také množstvím informací, které často kriticky hodnotí kvalitu a zdravotní účinky kravského mléka. Spotřebitelé jsou často konfrontováni rozsáhlým množstvím informací, někdy dokonce protichůdných, a to jim komplikuje schopnost informace filtrovat. V minulosti se často objevovaly informace, které tvrdily, že mléko zahleňuje, napomáhá vzniku astmatu a také, že konzumaci mléka si lze vypěstovat alergii (Šetinová 2020). Šíření těchto informací může vést k závěrům, které nemusí vždy přesně odpovídat realitě (Watzková et al. 2010). V lidské výživě se používají alternativní druhy mléka místo tradičního kravského. Mezi známé typy mléka patří ovčí, kozí, velbloudí a také buvolí (Nanou et al. 2023). Již v minulosti došlo k nárůstu podílu těchto alternativních mlék na trhu, což odrazilo různorodost v potravinářském průmyslu (Gajdůšek 2003).

3.1.1 Složení mléka

Mléko zaujímá dlouhodobě klíčové místo ve výživě člověka, poskytuje totiž široké spektrum nezbytných živin nutných pro celý život (viz Tabulka č.1). Kravské mléko je ekonomicky dostupným a výživně bohatým zdrojem esenciálních živin ve srovnání s alternativními druhy mléka. Obsahuje esenciální tuky, laktózu jako hlavní formu sacharidů, vysoce kvalitní proteiny, a klíčové minerály pro podporu zdravého vývoje kostí (Scholz-Ahrens et al. 2020). Základní složení kravského mléka tvoří zhruba 87 % vody. Dále mléko obsahuje 4 až 5 % sacharidů, z čehož je většina laktóza, 3 % proteinů, 3 až 4 % tuků, 0,8 % minerálních látek a zhruba 0,1 % vitamínů. Hlavní minerální látkou v mléce je vápník a fosfor, dále se v mléce vyskytuje hořčík, zinek a také jód (Scholz-Ahrens et al. 2020). Kromě těchto živin mléko

také obsahuje vitamíny B a D, které jsou nezbytné pro optimální metabolismus a správnou funkci imunitního systému. Vitamíny obsažené v kravském mléce lze rozdělit do dvou hlavních kategorií podle jejich rozpustnosti. Jsou to vitamíny rozpustné v tucích a vitamíny rozpustné ve vodě. Mezi tuky rozpustné vitamíny, které kravské mléko obsahuje ve významném množství, patří zejména vitamín A, D a E. Co se týče vodou rozpustných vitamínů, kravské mléko je bohaté na vitamíny skupiny B, konkrétně B1, B2, B6, B12, obsahuje také vitamín C. Kravské mléko také poskytuje důležité množství niacinu a kyseliny pantothenové, které jsou klíčové pro energetický metabolismus a zdraví kůže (Pereira 2014). Tato kombinace živin činí kravské mléko výjimečným zdrojem pro podporu celkového zdraví a výživy. Variace složení mléka a jeho produkce závisí na mnoha různých faktorech. Mezi důležité faktory, které mohou složení mléka ovlivnit patří především genetická predispozice jedince, lokalita, věk jedince, časové období, stupeň laktace, výživa, zdravotní stav a další faktory. Produkty, které vznikají zpracováním mléka, jsou těmito faktory také významně ovlivněny (Ozrenk & Inci 2008).

V minulosti proběhlo mnoho studií, které zkoumaly vlivy ovlivňující složení kravského mléka. Typickým příkladem je studie z roku 1996, kdy se zkoumal vliv teploty prostředí na celkové zastoupení bílkovin a tuku v mléce. Bylo prokázáno, že zvyšující se teplotou prostředí dochází k poklesu celkového množství složení tuků a bílkovin v kravském mléce (Ng-Kwai-Hang & Kim 1996).

Tabulka č.1: Porovnání složení mléka savců, upraveno autorem (Pereira 2014)

	kozí mléko	ovčí mléko	kravské mléko	mateřské mléko
Tuk (%)	3,8	7,9	3,6	4
Laktóza (%)	4,1	4,9	4,7	6,9
Bílkoviny (%)	3,4	6,2	3,2	1,2
Energie (kcal/100 ml)	70	105	69	68
Vápník (mg/100g)	134	193	122	33
Fosfor (mg/100g)	121	158	119	43
Vitamin A (UI)	185	146	126	190
Vitamin D (UI)	2,3	0,18 µg	2	1,4

3.1.1.1 Mléčné bílkoviny

Kravské mléko a mléčné výrobky představují významný zdroj bílkovin, což jsou důležité dusíkaté látky pro potřeby výživy lidského těla. Obsah dusíkatých látek v mléce ovšem ovlivňuje jeho fyzikální a chemické vlastnosti, tyto látky jsou velmi nutričně významné a mají také další důležité biologické funkce (Gajdůšek 2003). Jedná se tedy pravděpodobně o nejcennější složky kravského mléka z důvodu přítomnosti některých důležitých aminokyselin, které jsou součástí bílkovin. Aminokyseliny jsou přítomny v mléčných bílkovinách v různých poměrech, avšak významný je vysoký obsah některých esenciálních aminokyselin. Jedná se především o tyto aminokyseliny: valin, leucin, izoleucin, fenylalanin, cystein, metionin, tryptofan, lysin a také treonin (Roubík et al. 2018).

Mléčné bílkoviny jsou zastoupeny kaseinovými a syrovátkovými bílkovinami. Kaseinové bílkoviny v kravském mléce představují většinou až kolem 80 % všech mléčných bílkovin (viz Tabulka č.2) a tvoří je čtyři odlišné kaseinové frakce, které se přirozeně vyskytují v micelách (Roubík et al., 2018). Zbýlých 20 % bílkovin v mléce je tvořeno syrovátkovými bílkovinami, které mají důležité biologické funkce (De Wit 1998).

Dalším významným rozdílem mezi těmito dvěma skupinami mléčných bílkovin je jejich odlišné chování při procesu známém jako kyselé srážení mléka. Při dosažení pH 4,6 se postupně srážejí kaseinové bílkoviny, zatímco syrovátkové bílkoviny zůstávají rozpuštěné. Tyto dvě skupiny bílkovin se také liší v několika dalších ohledech. Například kaseinové bílkoviny zůstávají stále stabilní i při zvýšené teplotě, na rozdíl od syrovátkových, které jsou méně odolné a termolabilní. Dále se odlišují ve své citlivosti na kyselé prostředí a enzymy. Bílkoviny syrovátkové jsou rezistentní vůči kyselému prostředí, zatímco kaseinové ne. Navíc se liší v rozpustnosti ve vodě a rychlosti absorpce v trávicím traktu. Kaseinové bílkoviny se vstřebávají rychlostí 6,1 g/hod, zatímco bílkoviny syrovátkové se mohou vstřebávat až rychlostí 8–10 g/hod (Bilsborough & Mann 2006).

Tabulka č.2: Složení obsahu bílkovin kravského mléka, upraveno autorem (Pereira 2014)

Bílkovina	Koncentrace g/l kravské mléko
Kasein celkově	26
α-kasein	13
β-kasein	9,3
K-kasein	3,3
Syrovátkové bílkoviny celkově	6,3
B-laktoglobulin	3,2
a-laktalbumin	1,2
Im u noglobuliny (IgA, IgM ,IgE,IgG)	0,7
Serum albumin	0,4
Laktoferin	0,1
Laktoperoxidáza	0,03
Lysozym	0,0004
Glykomakropeptidy	1,2

3.1.2 Kaseinové bílkoviny

Kaseinové bílkoviny mají dlouhou historii v potravinářském průmyslu, ale také i mimo něj. Již v minulosti se používaly kaseinové bílkoviny jako důležitá složka při výrobě barev a lepidel. Kaseiny představují jedinečné proteiny, jelikož vykazují široké spektrum funkcí. Jejich funkčnost spočívá v jejich specifických molekulárních vlastnostech. Všechny kaseiny jsou amfifilní proteiny. Amfifilní proteiny jsou takové, které ve své primární struktuře obsahují střídavě hydrofobní a hydrofilní oblasti, což jim umožňuje interakci s nepolárním, ale také s polárním prostředím (Ruettimann & Ladisch 1987).

V kravském mléce se nachází přibližně 3,5 % bílkovin, přičemž kasein tvoří přibližně 79 % těchto bílkovin. Tato dominující přítomnost kaseinu jej činí hlavní proteinovou složkou v mléce. Kasein se skládá z rozsáhlých polymerů, které jsou tvořeny stovkami až tisíci jednotlivých molekul a formují koloidní systémy známé jako kaseinové micely. Tyto micely mají velikost obvykle mezi 20 až 800 nanometry. Kromě kaseinu, kaseinové micely také zahrnují různé minerální látky jako jsou vápník, hořčík, citráty a fosfáty, které podporují jejich strukturální integritu a funkční vlastnosti (Bonfatti et al. 2011). Navíc, tyto struktury jsou zásadní pro stabilitu mléka a jeho schopnost být efektivně zpracováváno pro mléčné výrobky. Složením se kasein skládá ze čtyř různých dílčích frakcí, α 1-, α 2-, β - a κ -kaseinů, které jsou charakterizovány jako fosfoproteiny s molárním poměrem přibližně 4:1:4:1 (De Kruif & Holt 2003).

Kaseinové frakce citlivé na vápník jsou známé jako α -kaseiny, které se vyznačují zvýšenou rozpustností v přítomnosti vápníku. Hlavní rozdíl mezi frakcemi α 1- a α 2- spočívá v jejich odlišné aminokyselinové sekvenci. Tato sekvence je odpovědná za specifické vlastnosti a funkce proteinů (Ginger & Grigor 1999).

Díky své snadné výrobě a přírodní hojnosti se kasein komerčně vyrábí zhruba od počátku 20. století. Proto je momentálně technologie výroby kaseinových produktů dobře zavedená a pravidelně prochází procesem zdokonalování. Momentálně se na trhu vyrábí základní dva typy kaseinu. Jsou často děleny na kaseiny konzumní a průmyslové podle způsobu jejich využití (Karamanoglu et al. 2017).

Princip výroby kaseinů spočívá v destabilizaci kaseinových micel a jejich následného srážení. Při kyselém srážení se využívají kyseliny, které vznikají v důsledku aktivit bakterií mléčného kvašení (při výrobě jogurtů, tvarohů a olomouckých tvarůžků) nebo se kyseliny přidávají (při výrobě "kyselého" kaseinu). Sladké srážení se používá při výrobě většiny sýrů a také při výrobě sladkého kaseinu. Po srážení následuje v procesu výroby kaseinu promytí a následné vysušení (Ikonen et al. 2001).

V současné době existuje na trhu s potravinovými doplňky celá řada různých druhů kaseinových produktů, typickým příkladem je micelární kasein, izolované kaseiny a peptidy, získané z kaseinu. Micelární kasein, známý také jako fosfokasein, je získáván z mléka pomocí mikrofiltrace, která se provádí na membránách s průměrnou velikostí pórů 0,1 až 0,2 μ m (Kelly et al. 2006).

Mikrofiltrace je proces, který vede k odstranění menších částic z tekutiny, což v tomto případě znamená, že odstraňuje syrovátkovou bílkovinu, laktózu a rozpustné soli. Zároveň dochází k zachování micelárního kaseinu (Karamanoglu et al. 2017).

Koncentráty mléčné bílkoviny jsou koncentrované formy bílkovin z mléka, které zahrnují kaseinové a také syrovátkové bílkoviny. Tradiční metoda výroby těchto koncentrátů zahrnuje společné srážení kaseinu a syrovátkových bílkovin pomocí zahřátí odstředěného mléka na vyšší teplotu. Tím dochází k vytvoření komplexu mezi denaturovanými syrovátkovými proteiny a kaseinem za přítomnosti kyseliny nebo chloridu vápenatého. Následně se tento komplex postupně vysuší a vznikne sypký materiál (Kneifel et al. 1991).

3.1.3 Syrovátkové bílkoviny

Syrovátkové bílkoviny jsou dobře známé pro svou vysokou nutriční hodnotu, rychlou stravitelností a univerzální funkční vlastnosti v potravinách. Odhady celosvětové produkce syrovátky naznačují, že je k dispozici přibližně 700 000 tun syrovátkových proteinů, které se využívají jako cenná složka v potravinářství. Nutriční a funkční charakteristiky syrovátkových proteinů jsou spojeny se strukturou a biologickými funkcemi těchto proteinů. V posledních desetiletích velmi vzrostl zájem o využití syrovátkových proteinů ve výživě. Příkladem může být kojenecká výživa, výživa sportovců a využití v dalších dietetických pokrmech. Používají se zde syrovátkové bílkoviny v nativní formě nebo také ve formách „předtrávených“, které jsou lépe stravitelné (De Wit 1998).

Na rozdíl od kaseinů jsou syrovátkové bílkoviny klasické globulární proteiny s pevnou terciární strukturou, které se vyskytují v mléce buď jako monomery nebo oligomery. Dva z nich jsou v kravském mléce dominantní: jedná se především o β -laktoglobulin a α -laktalbumin, přičemž tyto bílkoviny představují přibližně 50 % a 12 % celkového obsahu syrovátkových proteinů (Ribadeau-Dumas & Grappin 1989). Dalšími důležitými syrovátkovými proteiny jsou sérové albuminy, imunoglobuliny a proteoso-peptonové frakce. Syrovátkové bílkoviny tvoří cca 0,55-0,66 % obsahu mléka (Czerniawska-Piątkowska & Nagórska 2017).

β -laktoglobulin

Globulární struktura β -laktoglobulinu je velmi odolná vůči kyselinám a proteolytickým enzymům, které jsou přítomny v žaludku. β -laktoglobulin zaujímá důležitou roli jako stabilní nosič retinolu od krav k jejich mláďatům, což je klíčové pro jeho biologickou funkci. U lidských novorozenců se zdá, že tato funkce není tak zásadní, což by mohlo objasnit absenci b-LG v lidském mléce. β -laktoglobulin je také významným zdrojem cysteinu, esenciální aminokyseliny, která je nezbytná pro syntézu glutationu. Glutation je tripeptid, který je syntetizován v játrech, má antikarcinogenní účinky a pomáhá chránit střevní tkáň před vznikem rakoviny (De Witt 1998).

α -laktalbumin

Alfa-laktalbumin je druhou nejvýznamnější bílkovinou v kravském mléce, představují přibližně 20 % (hmotnostně) celkového obsahu syrovátkových bílkovin. Tato bílkovina je plně

syntetizována v mléčné žláze. Taktéž vykazuje schopnost zabíjet nádorové buňky, má baktericidní účinky v horních dýchacích cestách a chrání žaludeční sliznici (Gupta & Prakash 2017).

Sérový albumin

Sérový albumin (SA) není syntetizován v mléčné žláze, ale do mléka se dostává pasivním unikáním z krevního oběhu. Jeho klíčovým rysem je schopnost reverzibilně vázat různé ligandy. Jde o hlavní nosič mastných kyselin a může se vázat na volné mastné kyseliny, další lipidy a aromatické sloučeniny (Huang et al. 2004).

Imunoglobuliny

Imunoglobuliny (Ig) jsou protilátky a chemicky jsou nazývány jako gama-globuliny. V syrové frakci mléka se nachází hlavní podíl imunoglobulinů, tvoří přibližně 10 % až 55 % celkových bílkovin v mléce. Řada výzkumů prokázala terapeutický potenciál imunoglobulinů. Jejich dobře známé biologické vlastnosti jsou považovány za klíčové. Rostoucí počet řízených klinických studií za poslední léta ukázal, že perorální podávání přípravků mléka obsahujících vysoké hladiny specifických protilátek může poskytnout efektivní ochranu a alespoň z části může mít terapeutickou hodnotu v boji proti gastrointestinálním infekcím u lidí (Huang et al. 2004).

3.1.3.1 Mléčný tuk

V kravském mléce se nachází přibližně 3,5 až 5 % tuků, které jsou ve formě emulgovaných kuliček, jsou tvořeny emulzí z oleje a vody a mají průměrnou velikost cca 2 až 4 μm . Tyto emulgované kuličky vznikají v endoplazmatickém retikulu epitelových buněk, jsou obalené ochranou membránou, která je tvořena především z bílkovin nebo také z polárních lipidů. V homogenizovaném kravském mléce tvoří tuto membránu převážně kasein. Z celkových tuků kravského mléka představují triacylglyceroly zhruba 97 % nebo klidně i více a jsou obsaženy právě v těchto emulgovaných kuličkách, diacylglyceroly tvoří cca 2 % celkového množství tuku. Fosfolipidy představují přibližně 0,5 % všech tuků, zatímco steroly se pohybují mezi 0,2 až 0,5 %. Nejmenší část tvoří volné mastné kyseliny, o zastoupení cca 0,1 %. Tyto látky jsou hlavně lokalizovány v membráně emulgovaných kuliček. Cholesterol je dominantním steroidem v mléce, jehož koncentrace se pohybuje u kravského mléka cca mezi 10 a 20 mg/l (Jensen et al. 1991).

Lipidové kuličky v mléce odolávají pankreatické lipolýze v tenkém střevě, pokud nejsou předtím vystaveny lipolýze v žaludku (Hanus et al. 2018).

Podíl složení mastných kyselin v kravském mléce je závislý především na dvou důležitých faktorech, na typu a nutričním složení krmiva, které kráva konzumuje a také na mikrobiální aktivitě, která probíhá v žaludku dojnice. Typický obsah tuku v mléce od krav ze statkového chovu je přibližně 5 % nenasycených mastných kyselin (PUFA) - zahrnující n-3 mastné kyseliny, 70 % nasycených mastných kyselin (SFA) a 25 % mononenasycených mastných kyselin (MUFA). Hlavní mastné kyseliny obsažené v tuku kravského mléka jsou

palmitová (26,3 %), olejová (25,1 %), stearová (12,1 %), myristová (10,1 %), máselná (3,2 %), laurová (2,8 %), dekanová (2,4 %) a linolová (2,3 %) (Lindmark & Månsson 2008). Hlavní nasycenou mastnou kyselinou (SFA) ve většině mléčného tuku savců je kyselina palmitová (C16:0). Mléko sice není potravinou bohatou na lipidy, ale kvůli významnému obsahu cholesterolu a nasycených mastných kyselin se předpokládá, že jeho nadměrná konzumace může zvyšovat riziko kardiovaskulárních onemocnění (Lokuruka 2007).

S ohledem na význam profilu mastných kyselin pro lidské zdraví a průmyslové zpracování mléka je zásadní mít dostupnou účinnou metodu pro stanovení mastných kyselin v mléce. Standardní analytické metody pro ověření profilu mastných kyselin bývají často velmi nákladné, příkladem může být analýza pomocí plynové chromatografie (Hanus et al. 2018).

3.1.3.2 Mléčný cukr - laktóza

Laktóza, disacharid jedinečný pro mléko savců, se nachází v mateřském mléce o obsahu 7,2 g na 100 ml a v kravském mléce v množství 4,7 g na 100 ml. Laktóza je tvořena galaktózou a glukózou, které jsou dohromady spojeny glykosidickou vazbou typu 1→4 (Fox 2004).

Pro efektivní využití je nezbytná hydrolýza laktózy, která probíhá v tenkém střevě za pomoci enzymu laktázy (Mądry & Walkowiak 2010). V období kojeneckého vývoje představuje vynikající zdroj energie v čase rychlého růstu a rozvoje (Lomer et al. 2008).

Množství laktózy v mléce savců se pohybuje od 0 do přibližně cca 10 % hmotnosti a mléko je jediný zdroj tohoto disacharidu, jedná se tedy o specifickou složku mléka. Mléko také obsahuje několik cukrů kromě laktózy, obvykle v nízkých koncentracích. Mezi ně patří glukóza (přibližně 50 mg/l u skotu) a N-acetylglukosamin, který podporuje růst *Bifidobacterium bifidum* a je ve vysoké míře přítomen v mateřském mléce. Bifidobakterie obvykle brání proliferaci nežádoucích bakterií a podporují vstřebávání vápníku v těle. Kravské mléko obsahuje oligosacharidy se 3–10 monosacharidy, které mohou být buď lineární nebo větvené. Tyto látky jsou odvozeny od laktózy, která se nachází na redukujícím konci molekuly (Fox 2004).

Laktóza se tvoří v epitelových buňkách mléčné žlázy, ze dvou molekul glukózy absorbovaných z krevního oběhu. Jedna molekula glukózy je přeměněna na galaktózu prostřednictvím Leloiroy dráhy, která je běžná v živočišných tkáních a bakteriálních buňkách. Galaktóza je poté fosforylována a spojena s další molekulou glukózy prostřednictvím jedinečného dvousložkovému enzymu, který se nazývá laktóza syntáza (Lomer et al. 2008).

Mimo savčí mléko jsou zdrojem laktózy také exotické rostliny, konkrétně keře a květy z rodu *Forsythie*, avšak pouze v minimálních množstvích. Laktóza, podobně jako ostatní sacharidy, poskytuje tělu energii v hodnotě přibližně 4 kcal/g (Lomer et al. 2008).

3.1.3.3 Mikronutrienty

Obecně platí, že mléčné výrobky, zejména mléko jako surovina, mají specifické složení mikronutrientů. Mléko je přirozeně vnímáno jako významný zdroj vápníku, ale v jeho minerální části lze identifikovat i další důležité prvky, jako je fosfor, hořčík, zinek a selen. V mléce se vyskytují tukem rozpustné vitamíny A, D a E a také vodou rozpustné vitamíny skupiny B (viz Tabulka č.3), například thiamin a riboflavin (de Zawadzki et al. 2020).

Průměrná koncentrace vápníku v mléce činí 1200 mg/l a je rozdělena mezi micelární a vodní fáze. V micelární fázi je vápník spojen s fosforylovanými zbytky kaseinů, zatímco ve vodní fázi může vápník vázat na syrovátkové proteiny nebo v anorganických formách fosfátů, tvořící soli (de Zawadzki et al. 2020).

Tabulka č.3: Zastoupení vitamínů B v kravském mléce, upraveno autorem (Pereira 2014)

Vitamin	/100g
B1 (thiamin)	0,04 - 0,05 mg
B2 (riboflavin)	0,16 - 0,17 mg
B3 (niacin)	0,08 - 0,09 mg
B6 (piridoxin)	0,04 mg
B9 (kyselina listová)	5 - 5,2 mg
B12 (kobalamin)	0,357 - 0,50 mg

3.1.4 Technologie zpracování mléka

Mléko musí být chlazeno cca na teplotu 4-7 °C ihned po dojení. Se zaváděním chladicích zařízení došlo k prodloužení doby skladování mléka přímo na farmách. Delší doba skladování (například 48 hodin a déle) chlazeného mléka má za následek vyplavení kaseinu z micel, což může zvýšit citlivost k proteolytickým enzymům, jež jsou produkovány psychotrofními bakteriemi a somatickými buňkami (Abd El-Gawad et al. 2011).

Z farem je syrové kravské mléko dopravováno v cisternách o objemech 10 až 29 tisíc litrů a poté je kontrolována jeho teplota a kvalita. Během příjmu je mléko odvětráváno a následně přečerpáno do tanků. Odvětrávání má za následek minimalizaci obsahu vzduchu, a tím významné snížení rizika oxidace tuků. Mlékárny disponují dostatečnou skladovací kapacitou, která pokrývá jednodenní i vyšší produkci, což umožňuje nepřerušovaný proces zpracování. Tanky pro syrové mléko jsou často vybaveny chladicím zařízením, které udržuje teplotu mléka kolem 5 °C. Dále jsou tanky vybaveny míchadly, která zajišťují důkladné promíchání mléka (Kopáček 2014).

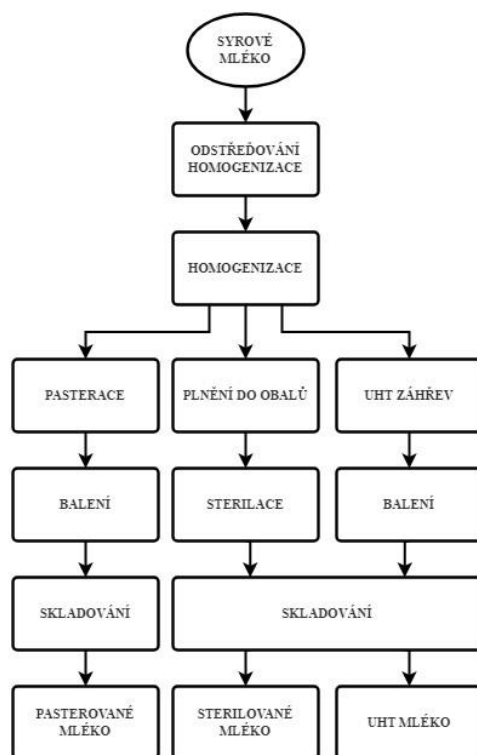
Dalším krokem je mléčná standardizace, která umožňuje výrobcovi ovlivnit složení mléka tak, aby odpovídalo právní definici konkrétního produktu a současně zvyšovalo výtěžnost (Foxy et al. 2017). Pokud má mléko vysoký obsah tuku, odstředí se smetana a následně se mléko standardizuje přidáním potřebného množství smetany k odtučněnému mléku (Fox

2004). Následným krokem je homogenizace mléka (viz Obrázek č.1). Tato operace slouží k redukci velikosti tukových kuliček, což usnadňuje rovnoměrné rozptýlení tuku v mléce a brání jeho vystávání během skladování (Abd El-Gawad et al. 2011).

Mléko před technologickým zpracováním prochází vždy procesem pasterace nebo sterilace, aby byla zajištěna jeho bezpečnost a prodloužena trvanlivost. Nejběžněji se sterilace mléka dosahuje tepelným zpracováním, při kterém je produkt vystaven vysokým teplotám po určitou dobu. Existují různé kombinace teploty a doby, které umožňují vytvoření komerčně sterilního produktu během procesu tepelného zpracování mléka (Valsasina 2015).

Při dlouhodobé pasteraci je mléko postupně zahříváno na teplotu kolem 64 °C a udržuje se na této teplotě po dobu 30 minut. Tento postup je běžný při menších výrobních operacích, jako jsou farmy nebo domácí výroba. Při šetrné pasteraci je mléko zahříváno na teplotu cca 72 °C a udržuje se na této teplotě po dobu 15 sekund. Tento proces je preferovaný pro výrobu sýrů. Při vysoké pasteraci je mléko vystaveno vysokým teplotám od 85 do 95 °C po krátkou dobu. Tento postup je typický pro výrobu konzumního mléka, zakysaných mléčných výrobků a dezertů (Kopáček 2014).

Dalším teplotním ošetřením je ultra-vysokoteplotní (UHT) zpracování, kdy je mléko vystaveno vysokým teplotám nad 135 °C po několik sekund, což má za následek vznik produktu s trvanlivostí několika měsíců při skladování v pokojové teplotě. Mléko je následně baleno do obalů a skladováno. Teplota pro uchování a prodej mléčných výrobků musí být 4–8 °C. (Karlsson et al. 2019).



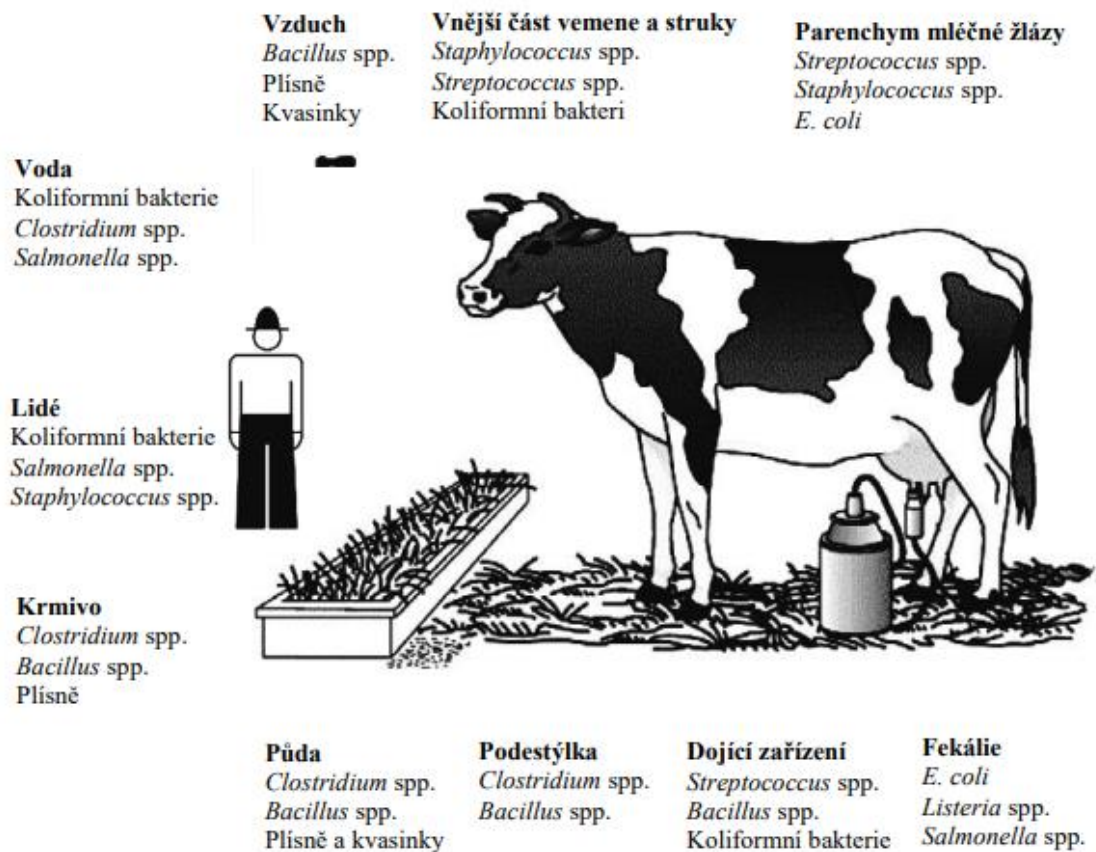
Obrázek č.1: Diagram technologie zpracování mléka, upraveno autorem (Mendelova univerzita v Brně 2024)

Kontaminace kravského mléka

Jelikož je kravské mléko nutričně hodnotné, je považováno za vynikající prostředí pro růst mikroorganismů. To znamená, že mléko a mléčné výrobky jsou náchylné k bakteriální kontaminaci během procesu získávání a zpracování, což může velmi ovlivnit jeho kvalitu, bezpečnost a výtěžnost (Bruzaroski et al. 2023).

Mléko získané od zdravé dojnice v obvyklé podobě obsahuje nízký počet mikroorganismů, typicky méně než 100 000 KTJ (kolonie tvořících jednotek) na 1 ml. Pro prodloužení trvanlivost mléka, zabránění rozkladu tuku, zachování kyselosti apod. je nezbytné skladovat mléko chlazené v čistých nádobách ihned po nadojení a udržovat jeho stálou teplotu (Ali et al. 2020).

Kravské mléko může být kontaminováno různými druhy mikroorganismů a různými způsoby, jak je ukázáno na Obrázku č. 2. Mezi hlavní zdroje, které přispívají k mikrobiální kontaminaci mléka, patří tkáň mléčné žlázy, povrch vemene a struků a personál (Vissers 2009).



Obrázek 2: Hlavní zdroje kontaminace kravského mléka, upraveno autorem (Hassan & Frank 2011)

3.2 Sýry

Dle Vyhlášky č.274/2019 Sb. Je sýr v České republice definován jako výrobek z mléka, který vzniká sražením mléčné bílkoviny pomocí syřidla nebo jiných vhodných koagulačních činidel, následným prokysáním a oddělením syrovátky. Sýry jsou vyráběny v široké škále chutí a forem po celém světě (Atik & Huppertz 2023).

Výroba a spotřeba sýra v posledních letech neustále roste, to může být způsobeno několika různými důvody. Prvním faktorem může být neustále rostoucí poptávka spotřebitelů po hotových nebo rychlých potravinách. V těchto produktech se zpracovaný sýr často využívá jako náhrada za přírodní sýry, například v podobě cheddaru nebo mozzarely v hamburgerech, pizzách, lasagních a dalších potravinách. Druhým hlavním důvodem může být to, že zpracovaný sýr umožňuje výrobcům potravin přizpůsobit výrobek konkrétním požadavkům úpravou receptury a parametrů zpracování (El-Bakry & Mehta 2022).

Výroba sýra začíná srážením mléka za asistence vhodných srážecích látek (mikrobiálního nebo rostlinného původu) a následným částečným odkapáváním syrovátky (Kumari et al. 2019).

3.2.1 Druhy sýrů

Sýr může být vyroben z plnotučného mléka, částečně odstředěného mléka nebo odstředěného mléka, a to z mléka kravského, buvolího, velbloudího, kozího, jačího, ovčího, sobího, koňského a také z oslího (Britten & Giroux 2022).

Dále lze sýry dělit podle způsobu výroby (sýření, kyselé sýry), konzistence (extra tvrdý, tvrdý, polo tvrdý, polo měkký, měkký, čerstvý sýr), obsahu tuku (viz Tabulka č.5) (smetanový sýr, plnotučný sýr, sýr s $\frac{3}{4}$ tuku, polotučný sýr a sýr s $\frac{1}{4}$ tuku) v sušině, typu fermentace (mléčná kyselina, mléčná a propionová kyselina, máselná kyselina), s plísní na povrchu nebo s plísní uvnitř v sýru (Walther et al. 2008). Sýry lze také dělit podle obsahu vody (viz Tabulka č.4).

Kromě toho se odlišují v chuti a některých bioaktivních složkách, které vznikají hlavně během různých fází zrání, kdy jsou hlavní složky, laktóza, bílkoviny a tuk, rozkládány fermentací, proteolýzou a lipolýzou. Rozmanitost sýrů na trhu je tak obrovská, což je patrné i ve variabilitě složení různých typů sýrů. V zemích s výraznou spotřebou mléčných výrobků převažuje při výrobě většina kravské mléko (Walther et al. 2008).

Obecně existuje cca 18 běžných typů sýrů, mezi ně patří především tyto druhy: Syrovátkový sýr, Ementál, Romano, Parmazán, Smetanový sýr, Cottage, Provolone, Limburger, Čedar, Gouda, Eidam, Roquefort, Neufchatel, Kamembert, Trappist a také Brick (Britten et Giroux 2022).

Tabulka č.4: Dělení sýrů podle obsahu vody, upraveno autorem (Informační centrum bezpečnosti potravin 2008)

Typ sýra	Obsah vody	Příklad sýra
velmi tvrdý sýr	do 50 %	Parmazán
tvrdý sýr	do 54 %	Eidam, Gouda
polotvrdý sýr	do 62 %	Gorgonzola, Rokfór
měkký sýr	do 73 %	Ricotta, Mascarpone
čerstvý sýr	nad 73 %	Cottage, Mozzarella

Tabulka č.5: Dělení sýrů podle obsahu tuku v sušině, upraveno autorem (Informační centrum bezpečnosti potravin 2008)

Typ sýra	Obsah tuku v sušině
vysoce tučný sýr	min 65 %
smetanový sýr	min 55 %
plnotučný sýr	min 45 %
sýr s 3/4 obsahu tuku	min 35 %
polotučný sýr	min 25 %
sýr s 1/4 obsahu tuku	min 15 %
netučný sýr	méně než 15%

3.2.2 Nutriční hodnota sýrů

Sýr přináší prospěch jak z nutričního, tak zdravotního hlediska. Mléčné produkty, včetně sýrů, jsou doporučovány jako součást zdravé stravy v mnoha evropských a amerických oblastech (Walther et al. 2008).

V sýru jsou obsaženy všechny nezbytné aminokyseliny pro lidský organismus. Při konzumaci 100 g měkkého sýra nebo tvrdého sýra je pokryto přibližně 30 % a 40 % denního bílkovinného příjmu dospělé osoby (Britten et Giroux 2022).

Biologická hodnota bílkovin v sýru je vysoká. Hlavními bílkovinami v sýru jsou kaseiny. Množství bílkovin v sýru je nepřímo úměrné obsahu tuku (Rashidinejad et al. 2016). Sýr vyrobený z plnotučného mléka zahrnuje všechny nezbytné mastné kyseliny a vysoké množství nenasycených mastných kyselin, přičemž většina těchto mastných kyselin se nachází ve formě triglyceridů. Sýry obsahují také vysoké množství minerálních látek, jako jsou vápník, fosfor a hořčík. Většinou obsahuje sýr přibližně 1200 mg vápníku na 100 g. Vápník pomáhá předejít onemocnění pohybového aparátu jako jsou osteoporóza a další onemocnění (Lucas et al. 2006).

3.2.3 Výroba čerstvých sýrů

Čerstvý sýr se vyrábí srážením mléka za účasti bakterií mléčného kvašení – příkladem mohou být bakterie z rodu *Lactococcus* (*Lactococcus lactis*) a *Leuconostoc* (*Leuconostoc mesenteroides*) a v některých případech se přidává malé množství syřidla, diagram výroby (viz Obrázek č.3). Při výrobě čerstvých sýrů je nejčastěji využívána šetrná pasterace při teplotě 72–73 °C po dobu 15 sekund. Vyšší teploty vedou k nárůstu podílu syrovátkových bílkovin zůstávajících v sýru, což pozitivně ovlivňuje výtěžnost, ale negativně ovlivňuje schopnost dosáhnout vyšší sušiny sýra, což je klíčovým faktorem jeho kvality. Při použití teploty 80 °C po dobu 15 sekund dochází k denaturaci více než 15 % syrovátkových bílkovin v kravském mléce a snižuje se účinnost srážení mléka pomocí syřidel. Takové mléko není vhodné pro výrobu komerčně dostupných sýrů (Fox 2004).

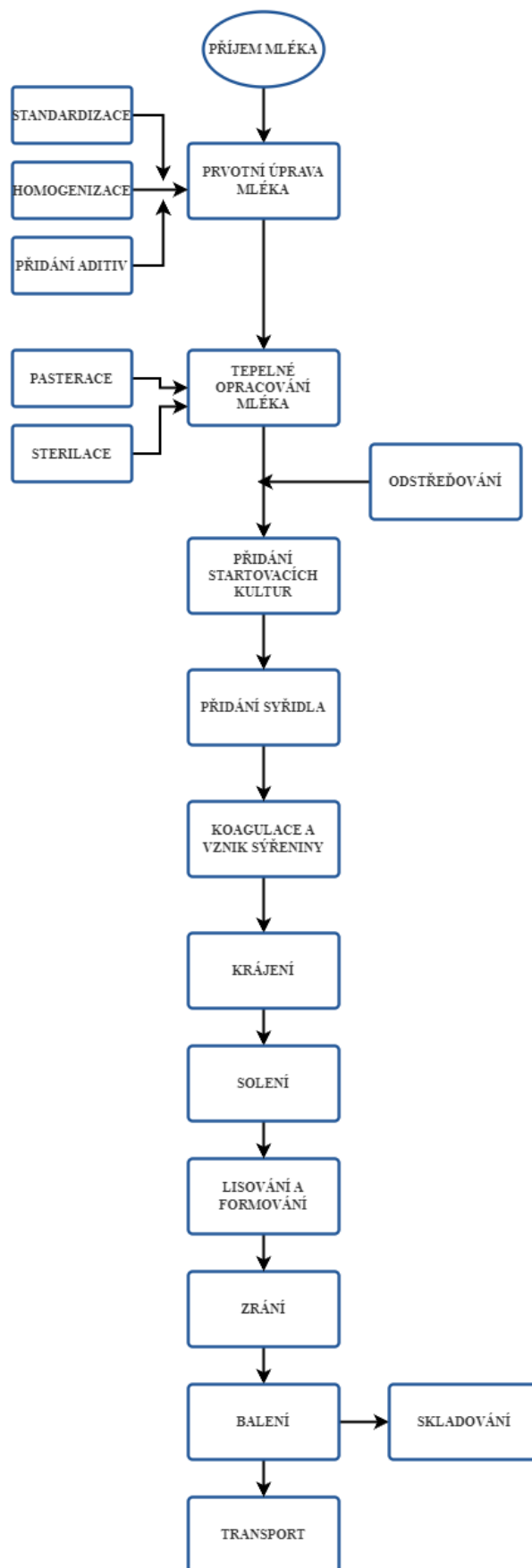
Po ošetření mléka se zchladí cca na 30 °C a přidá se startovací kultura. Nechá se zrát po dobu 45 minut až 1,5 hodiny. Doba zrání se může lišit v závislosti na teplotě a množství použité startovací kultury. Jedná se o mikroorganismy (většinou bakterie nebo kvasinky), které se přidávají do fermentovaných mléčných výrobků během jejich výroby. V případě čerstvého sýra jsou vhodné mezofilní mléčné bakterie (*Lactococcus* a *Leuconostoc*), jsou považovány za hlavní producenty organických kyselin a označují se jako starterové kultury (Kumari et al. 2019).

Následným krokem je koagulace mléka pomocí syřidla. Složením se jedná o enzym, který se používá ke srážení sýra a lze jej získat ze tří různých zdrojů: živočišné zdroje, rostlinné zdroje a mikrobiální zdroje. Doba krájení sýřeniny se pohybuje od 25 minut do 2 hodin v závislosti na konkrétním procesu a receptu (Kumari et al. 2019).

Dalším krokem je úprava obsahu soli. Úloha soli ve výrobě sýra je velmi důležitá kvůli její konzervační funkci. Solí se rovněž zajišťuje příjem sodíku a reguluje růst jak startovacích, tak ne-startovacích mléčných bakterií, brání vzniku patogenních bakterií a kontaminantů v sýru. Po solení následuje lisování sýra. Vzhledem k tomu, že lisování vytváří sýr, pevný a hladký na povrchu, tlak během počáteční fáze lisování by měl být nižší než v pozdější fázi. Tlak, který je vyvíjen na sýr může být upraven v závislosti na velikosti sýra (Fox 2004).

Následuje zrání sýra, které je obvykle spojováno s vytvářením žádoucí textury a vůně, je ovlivňováno proteolýzou a dalšími různými biochemickými reakcemi v sýru. Proces zrání sýrů lze rozdělit do dvou samostatných fází. První fáze trvá od cca 7 do 14 dnů, během níž dochází ke zlepšení textury sýra díky reziduálním koagulačním enzymům, které rychle hydrolyzují kaseinové bílkoviny. Následně se pokračuje v reziduálním období dozrávání s proteolýzou zprostředkovanou koagulačními enzymy, přirozenými mléčnými proteázami, enzymy produkovanými startovacími bakteriemi a sekundární mikroflórou (Abd El-Gawad et al. 2011).

Posledním krokem je skladování sýrů a následný transport. Teplota skladování velmi závisí na typech sýrů. Tvrdé sýry, kam spadá například Gouda se dají skladovat při teplotě od 8 do 10 °C. Naopak sýry měkké, kam patří Ricotta se doporučují skladovat kolem teploty 4 °C (Kumari et al. 2019).



Obrázek 3: Schéma výroby čerstvých sýrů, upraveno autorem (Kumari et al. 2019)

3.3 Syrovátka

Syrovátkou je označován vedlejší produkt, který se odděluje při výrobě sýrů, tvarohů a potravinářských kaseinů (Boscaini et al. 2023). Vyrobením sýra o váze cca 1 kg sýra z přibližně 10 litrů mléka se vytvoří až 9 litrů syrovátky (Zhao et al. 2022).

Syrovátku lze tedy charakterizovat jako tekutinu žlutozelené barvy s jemně kyselým a lehce slaným dozvukem. Barva syrovátky má žlutavý odstín díky obsahu riboflavinu (vitamínu B2)(Ryan & Walsh 2016). S použitím odhadu na základě dat lze předpokládat, že celosvětová produkce syrovátky dosahuje více než 160 milionů tun ročně s ročním nárůstem 2 % (Zhao et al. 2022).

3.3.1 Druhy syrovátky

Syrovátka bývá často rozdělena do dvou kategorií v závislosti podle způsobu srážení mléka: sladká syrovátka a kyselá syrovátka (Macwan et al. 2016).

Sladká syrovátka vzniká při výrobě sýra a její hodnota pH se pohybuje od 6 do 6,5. Zde se zpracování zakládá na srážení kaseinových bílkovin pomocí syřidla, což je proteolytický enzym, nejčastěji je využíván chymosin (Alsaed et al. 2013). Kaseinové srážení vyvolané syřidlem probíhá při přibližném pH 6,5 (Macwan et al. 2016).Většina tvrdých a polotvrdých sýrů, jako například Čedar a Švýcarské typy sýrů jsou vyráběny právě pomocí této metody (Gutiérrez-Hernández et al. 2022).

Kyselá syrovátka je vedlejším produktem srážení mléka zakysáním s pH hodnotou od 3.57 do 4.34 (Papademas & Kotsaki 2020).Konkrétně jde o vedlejší produkt při výrobě nezrajících sýrů s kyselou sraženinou, například tvarohu a řeckého jogurtu. S nárůstem produkce řeckého jogurtu a tvarohu je vyvíjen na mlékárenský průmysl tlak, aby byly vyvinuty nové inovativní metody pro udržitelné zpracování jejich kyselé syrovátky (Rocha-Mendoza et al. 2021). Mlékárenský průmysl tedy dlouhodobě hledá ekonomicky i ekologicky udržitelné využití kyselé syrovátky (Zotta et al. 2020).

Základní rozdíly mezi oběma druhy syrovátky se projevují v obsahu minerálních látek, kyselosti a složení frakce syrovátkových proteinů (viz Tabulka 6) (Macwan et al. 2016).

Celkově lze konstatovat, že čerstvá syrovátka obsahuje mnoho sloučenin, z nichž více než 90 % tvoří v sušině především cukry, proteiny a tuky. Tyto látky lze velice snadno fermentovat, což dává syrovátce vysoký potenciál pro širokou škálu biotechnologických procesů a dalšímu využití (Gutiérrez-Hernández et al. 2022).

Tabulka č.6: Porovnání složení sladké a kyselé syrovátky v g/l, upraveno autorem (Papademas & Kotsaki 2020)

Složka	Sladká syrovátka	Kyselé syrovátka
Celková sušina	63-70	63-70
Bílkoviny	6,50-6,60	6,10-6,20
Laktóza	46-52	44-47
Tuk	0,2-0,5	0,3
Laktáty	2,0	6,4
Minerály	5-5,2	7,5-7,9
pH	5,9-6,4	4,6-4,7
Vápník	0,4-0,6	6,0-8,0
Fosfáty	1,0-3,0	2,0-4,5
Chloridy	1,1	1,1

3.3.2 Nutriční složení syrovátky

Syrovátka je bohatá na živiny díky svým přirozeným složkám, ale její přímé využití je limitováno její sklonem k rychlejší kontaminaci bez přítomnosti konzervantů a dalších aditiv, které prodlužují trvanlivost potravin (Zhao et al. 2022). Syrovátka tvoří 85 až 95 % objemu mléka a zachovává přibližně 55 % živin obsažených v mléku. Zhruba 20 % celkového obsahu bílkovin v mléce zůstává v syrovátce. Základními složkami jak sladké, tak kyselé syrovátky je především voda, laktóza, syrovátkové bílkoviny a minerální látky (Ryan & Walsh 2016).

Syrovátka je komplexní směs různých proteinů. Obecně se skládá především z β -LG (cca 55 %), α -LA (cca 24 %), SA, (cca 5 %) a Ig (cca 15 %). Nicméně složení proteinů a relativní koncentrace těchto složek v mléku mohou variabilně záviset na druhu zvířete, které mléko produkuje (Laleye et al. 2008). Jako vysoce kvalitní protein se syrovátkový protein řadí hned za vaječným proteinem z hlediska nutriční hodnoty. Biologická hodnota, proteinový účinnostní poměr (PER) a čisté využití proteinu v porovnání vaječného a syrovátkového proteinu dosahují hodnot 104 a 100, 3,6 a 3,8, a 92 a 94. Syrovátkové proteiny jsou zároveň bohaté na esenciální aminokyseliny, včetně lyzinu, methioninu a cysteinu (Macwan et al. 2016).

Mezi bílkovinami syrovátky zaujímá laktoferrin pravděpodobně nejzajímavější místo, a to jak pro stávající, tak potenciální využití v oblasti lidského zdraví a potravinářské technologie. Tato jedinečná vlastnost spočívá ve schopnosti vázat a izolovat železo (Vigolo et al. 2024). Další velmi významnou bílkovinou v syrovátce jsou imunoglobuliny. Biologický účel imunoglobulinů v mléce spočívá v poskytnutí potomkovi imunitní ochrany před cizími látkami, jako jsou mikrobiální patogeny, viry a jejich toxiny. Tímto způsobem se snižuje riziko infekcí v trávicím traktu a dýchacích cestách. Současně podporují růst bakterií *Lactobacillus bifidus* a zabraňují růstu bakterie *E. coli* (Kassem 2015).

Laktóza, hlavní složka syrovátky, je pravděpodobně nejméně cennou a nejnáročněji využitelnou složkou. Laktóza představuje přibližně 70 % celkových pevných látek syrovátky (Jelen et al. 1987).

Obecně je syrovátka je bohatým zdrojem minerálních látek, které se v mléce dělí na hlavní a vedlejší, podle jejich koncentrace. Mezi hlavní minerální látky, které jsou v syrovátce přítomny v podstatném množství, patří vápník, fosfor, draslík, sodík, chlorid a hořčík. Vápník je důležitým mikronutrientem, protože se podílí na růstu, metabolismu a zdraví kostí (Tsermoula et al. 2021).

Syrovátka zahrnuje téměř všechny vitamíny rozpustné ve vodě obsažené v mléce, je tak zdrojem komplexu vitamínů skupiny B, zejména riboflavinu (B2) a vitamínu B12. Nedostatek vitamínu B12 z důvodu genetických vad nebo nevyvážené stravy (např. vyloučení živočišných potravin) může vyvolat chudokrevnost, narušit funkci centrální nervové soustavy a zpomalit metabolismus mastných kyselin (Magan et al. 2021).

Čerstvá syrovátka obsahuje malé množství tuku (asi 0,5 %), ten je rozdělen do téměř 66 % nepolárních lipidů a 33 % polárních lipidů. Nepolární frakce je hlavně tvořena triacylglyceroly a diacylglyceroly (Tsermoula et al. 2021).

3.3.3 Syrovátka a její vliv na životní prostředí

Syrovátka může vyvolat řadu negativních dopadů na životní prostředí a nelze ji bez vhodného zpracování přímo vypouštět do prostředí. Kontaminace životního prostředí způsobená syrovátkou pramení z její vysoké potřeby biochemického kyslíku (BOD) v rozpětí od cca 40 000 do 60 000 mg/l a její nadměrně vysoké chemické spotřebě kyslíku (COD), která se pohybuje mezi 50 000 a 80 000 mg/l (Chatzipaschali & Stamatis 2012). Laktóza má zde významný podíl na vysoké biochemické a chemické spotřebě kyslíku (Kotoupas et al. 2007).

Obsah biochemické spotřeby kyslíku kolem 1200–1800 mg/l může způsobovat významné negativní účinky na vodní ekosystémy v důsledku eutrofizace. Nedávno bylo zjištěno, že nedostatečně ošetřená syrovátka ze sýra může mít vážné následky s možnou schopností znečištění více než 100krát vyšší než u běžné domácí odpadní vody (Arias et al. 2023).

Bílkoviny, tuk a laktóza tvoří hlavní složky, které přispívají k vysokému obsahu organických látek v syrovátce. S cílem snížit ekologická rizika spojená s likvidací syrovátky a zároveň zvýšit ekonomickou hodnotu mléčných výrobků se rozhodl mlékárenský průmysl, že bude jednotlivé složky ze syrovátky oddělovat. Ty jsou využívány v potravinářském průmyslu a dalších odvětvích pro své nutriční a funkční vlastnosti. Za tímto účelem recyklují potravinářský a chemický průmysl téměř polovinu zbytkové syrovátky pro výrobu hodnotných produktů (Ozel et al. 2022).

Správné průmyslové využití nebo zpracování syrovátky závisí na její kvalitě a množství, dostupných technologiích, nákladech spojených s úpravou a místních normách stanovených environmentálními předpisy (Palmieri et al. 2017).

Spojené státy americké, Kanada, Austrálie, Nový Zéland a země Evropské unie přijaly přísná opatření ochrany životního prostředí, což vyvolalo potřebu přehodnotit postupy k likvidaci syrovátky v mlékárenském průmyslu. Tato legislativa, spolu s rostoucím tlakem veřejnosti proti vypouštění syrovátky do životního prostředí a pro podporu recyklace, motivovala mlékárenský průmysl k hledání nových přístupů a možností dalšího využití tohoto

vedlejšího produktu. Avšak tyto alternativy vyžadovaly pevný základ v podobě hlubšího vědeckého porozumění složení syrovátky (Smithers 2008).

3.3.4 Využití syrovátky

Využívání syrovátky a jejích produktů sahá až do sedmdesátých let 20. století. Tehdy byla syrovátka používána s ohledem na její prospěšné účinky, které mají protizánětlivé vlastnosti, ale také přispívají k ošetření pokožky. Dobrá reputace syrovátky začala upadat v 19. století, kdy byla považována za obtěžující a ekologicky škodlivý vedlejší produkt mlékárenského průmyslu (Papademas & Kotsaki 2020).

Syrovátka může být využita různými způsoby a rozhodně není pouze odpadním produktem. Například je tradičně využívána jako krmivo pro hospodářská zvířata, v některých zemích tvoří syrovátka stále největší část krmiva pro zvířata. Kromě toho se syrovátka používá jako surovina pro mnoho produktů v lidské a zvířecí výživě, například ve farmaceutickém a fermentačním průmyslu (Eugster et al. 2012).

Syrovátka může také posloužit jako substrát pro fermentaci při výrobě různých bioproduktů, protože různorodá směs laktózy, proteinů, tuků, vitaminů a minerálních látek, může být vynikajícím zdrojem živin pro růst mikroorganismů. Mezi produkty získanými po fermentaci patří například bioetanol, glycerol, syrovátková vína a xanthanová guma (Khezri & Dehghan 2016).

Syrovátka nachází v potravinářském průmyslu různá uplatnění, přičemž často slouží k dehydrataci do formy syrovátkového prášku (Jeličić et al. 2008). Nicméně, syrovátkový prášek není jediným vylepšeným produktem z výroby syrovátky. V nedávné době mlékárenský průmysl využil různé technologie ke zpracování syrovátky a výrobě široké škály produktů, jako jsou slazená kondenzovaná syrovátka, koncentrát syrovátkových proteinů, izolát syrovátkových proteinů, syrovátková laktóza, fermentované nebo nefermentované nápoje na bázi syrovátky a bioetanol (Panghal et al. 2018).

Obzvláště nápoje na bázi syrovátky přitáhly v nedávné době velkou pozornost díky svému osvěžujícímu chuťovému zážitku. Komerčně vyráběné nápoje na bázi syrovátky zahrnují neperlivé, perlivé, alkoholické, ovocné i fermentované varianty (Panghal et al. 2018).

3.3.4.1 Syrovátkové prášky

Pro výrobu syrovátkových prášků se syrovátka nejprve suší pomocí sprejové sušárny (viz Obrázek č.4). Tato metoda zachovává kvalitu syrovátky po delší dobu, což usnadňuje její přepravu a další zpracování. Většinou se tento typ syrovátkového prášku využívá jako krmivo pro zvířata, buď samostatně nebo ve směsi s melasou či sójovou moukou, a to ve formě mléčných granulátů. Menší množství se také používá v potravinách pro lidi, jako jsou zmrzliny, pečivo a dorty (Siso 1996).

Pokud se má vyrábět vyšší kvalita proteinových prášků, musí projít syrovátka membránovou separací pomocí ultrafiltrace nebo diafiltrace. Tímto procesem lze syrovátku upravit na tři různé typy proteinových prášků: koncentrát syrovátkového proteinu, izolát

syrovátkového proteinu a hydrolyzát syrovátkového proteinu (viz Obrázek č.5), tyto typy proteinových prášků se především liší složením (viz Tabulka č.7) (Siso 1996).

Syrovátkové proteiny představují přirozený a bohatý zdroj esenciálních aminokyselin s rozvětveným řetězcem (BCAA), konkrétně leucinu, izoleucinu a valinu. Pro sportovce jsou naprosto klíčové, neboť jsou přímo metabolizovány do svalové tkáně, podporují tak rychlou, účinnou regeneraci a růst svalů (Papademas & Kotsaki 2020).

Syrovátkový proteinový koncentrát

Syrovátkový koncentrát se zpravidla vyrábí pomocí technologie ultrafiltrace membrán, která filtruje nebo koncentruje složky syrovátky na základě velikosti pórů membrány a/nebo molekulové hmotnosti (Kassem 2015). Během procesu výroby proteinového koncentrátu se ze syrovátky odstraní laktóza, některé minerální látky a voda. Navíc, ve srovnání s izoláty syrovátky, obsahuje syrovátkový koncentrát více biologicky aktivních proteinů a složek, což ho činí lákavým doplňkem pro sportovce a atlety (Rohini Shankar et al. 2013).

Syrovátkový proteinový izolát

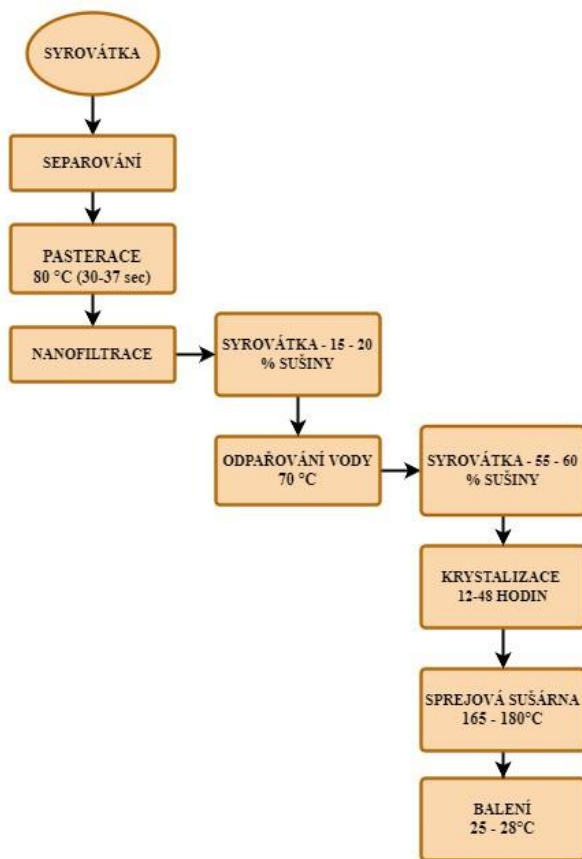
Syrovátkový proteinový izolát obsahuje 90 % bílkovin nebo více a je vyráběn pomocí špičkových procesů, jako je mikrofiltrace a iontová výměna. Díky mikrofiltraci jsou odstraněny veškeré zbytky laktózy a tuku, čímž se dosahuje koncentrace bílkovin na 90 % a vyšší. Tento inovativní postup zachovává veškeré přírodní bioaktivní látky obsažené v syrovátce. Pro obohacení syrovátkového koncentrátu o klíčové bioaktivní složky, jako jsou laktoferriny a imunoglobuliny, se využívá pokročilá membránová technologie (Kassem 2015).

Syrovátkový proteinový hydrolyzát

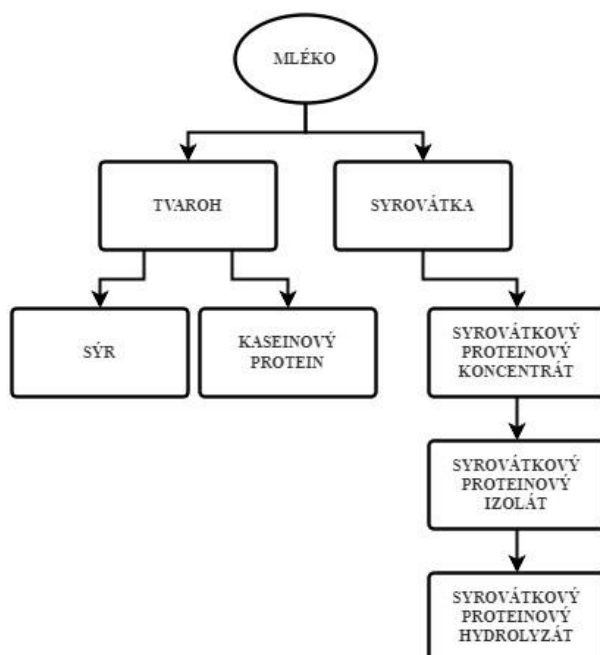
Proces hydrolýzy rozkládá bílkovinu na menší segmenty, nazývané peptidy, čímž se zlepšuje stravitelnost bílkoviny a snižuje se riziko alergických reakcí (Geiser et al. 2003). Hydrolyzované syrovátkové proteiny jsou navrženy pro použití v nutričních, diabetických a lékařských potravinách, jako jsou suché směsi, mléčné koktejly, polévky, pudinky, omelety, nápoje, nutriční tyčinky a speciální potraviny pro sportovní výživu, seniory, diabetiky při hubnutí a lidi s poruchami trávicí funkce proteolytických enzymů (Kassem 2015).

Tabulka č.7: Porovnání složení proteinového koncentrátu a izolátu, upraveno autorem (Geiser et al. 2003)

Složky syrovátky	Syrovátkové prášky	Syrovátkový proteinový koncentrát	Syrovátkový proteinový izolát
Bílkoviny	11 až 14,5 %	25 až 89 %	90 % +
Laktóza	63 až 75 %	10 až 55 %	0,5 %
Mléčný tuk	1 až 1,5 %	2 až 10 %	0,5 %



Obrázek č.4: Diagram výroby syrovátkového prášku, upraveno autorem (Rohini Shankar et al. 2013)



Obrázek č.5: Diagram výroby syrovátkových proteinů, upraveno autorem (Khezri & Dehghan 2016)

3.3.4.2 Syrovátkové nápoje

Při zkoumání nejnovějších trendů ve zpracování syrovátky se zdá, že jedním z klíčových a perspektivních směrů využití syrovátky je výroba nápojů. Myšlenka vytvoření nápojů na bázi syrovátky není nová, jelikož byla iniciována ve Švýcarsku na začátku 50. let, kde se začala vyrábět například značka Rivella, která je příkladem sodovky s obsahem CO₂. Funkční potraviny a nápoje patří mezi nejdynamičtější a nejnovativnější kategorie v potravinářském průmyslu a stále si udržují silný zájem mnoha spotřebitelů. Nápoje jsou považovány za funkční potraviny, protože poskytují zdravotní výhody přesahující základní výživové potřeby (Papademas & Kotsaki 2020).

Výroba nápojů představuje nejekonomičtější možnost využití syrovátky v lidské výživě. Potřeba rozvoje whey-based nápojů tkví v nutričních a funkčních vlastnostech syrovátkových proteinů, stejně jako v očekávání moderních spotřebitelů, kteří hledají inovativní produkty s vylepšenými funkcemi. Tyto nápoje lze obecně rozdělit do dvou hlavních skupin na nealkoholické a alkoholické (Zeng et al. 2023).

Nealkoholické nápoje na bázi syrovátky zahrnují pestrou škálu nápojů, které se obvykle dělí na tři hlavní skupiny: 1) směsi syrovátky s ovocnými nebo zeleninovými extrakty, obilovinami, kořením, semeny a podobnými ingrediencemi, 2) fermentované nápoje podobné jogurtu a 3) osvěžující nápoje s přidavkem oxidu uhličitého (Zeng et al. 2023).

Existuje mnoho faktorů, které ovlivňují sensorické vnímání syrovátkových nápojů, včetně jejich složení a úrovně demineralizace. U kvašených variant nápojů je důležitá také přítomnost mikrobiálních kultur. Při formulaci syrovátkových nápojů je třeba zvážit všechny tyto parametry. Vícečetné sensorické hodnocení je považováno za účinný nástroj pro optimalizaci výrobních procesů s cílem vytvořit nové syrovátkové nápoje, které lépe vyhovují preferencím spotřebitelů (Özer & Evrendilek 2021).

Ovocné syrovátkové nápoje

Nápoje spojující ovoce a mléčné produkty vzbuzují v současnosti velký zájem díky svému rostoucímu tržnímu potenciálu (Chatterjee et al. 2015). Základem těchto nápojů jsou typicky tekutá syrovátka a ovocný džus, často ve formě koncentrátu. Oblíbené chutě zahrnují citrusové plody (zejména pomeranč, citron, občas grep), ale také mango, marakuju, hrušku, jablko, jahodu, malinu a různé exotické kombinace. Tyto ingredience se osvědčují v překrývání nepříjemného zápachu vařeného mléka a kyselost-slané chuti syrovátky (Shraddha & Nalawade 2015). Největší část nabídky na brazilském trhu tvoří nápoje na bázi syrovátky s příchutí jahod (Souza et al. 2019). Pokud je potřeba, tak sladkost nápojů se zlepšuje pomocí fruktózy, enzymaticky hydrolyzovaného laktózy nebo sacharózy (Djurić et al. 2004).

Podle výzkumu byla syrovátka úspěšně využita k vytvoření ovocného nápoje na bázi pomerančů s optimálním množstvím cukru. Pokud byl poměr syrovátky k pomerančové šťávě upraven na 3:2 a směs byla dále obohacena cukrem cca 8 % a stabilizátorem, nabízel nápoj nejlepší sensorické a nutriční vlastnosti a prokázal se jako stabilní při skladování (Papademas & Kotsaki 2020).

Další recepturu ovocných syrovátkových nápojů vytvořili Dhamsaniya s Varshneym (2013), kteří připravili nápoje z přezrálých banánů s využitím syrovátky. Ahmed a spol. (2011) a Sakhale a spol. (2012) formulovali nápoje z manga s využitím syrovátky kombinací různých poměrů syrovátky a manga. Nápoje na bázi syrovátky a ananasu připravili Baljeet a spol. (2013) a Shukla a spol. (2013) vytvořili nápoj na bázi syrovátky a melounu (Chatterjee et al. 2015).

Saxena, Chakraborty, Sabikhi a Singh (2015) perfektně doladili recepturu nízkokalorického nápoje z melounu s vysokým obsahem vlákniny na bázi syrovátky. Výsledný nápoj představoval harmonickou kombinaci: 51,46 % syrovátky, 3,84 % vlákniny a 0,021 % sukralózy, doplněná o 0,01 % xanthanové gumy (Kelleher et al. 2018).

Shiby, Radhakrishna a Bawa (2013) pak zase šikovně vytvořili energický nápoj na bázi syrovátky a ovoce, kde syrovátka byla smíchána s hroznovou šťávou (v poměru 49:51 %) nebo granátovou šťávou (v poměru 40:60 %). A co je zajímavé, přidání kofeinu v koncentraci 200 ppm výrazně nezhoršilo sensorické vlastnosti těchto lahodných nápojů (Kelleher et al. 2018).

Vědci se ovšem již neomezují pouze na ovoce, ale zkoumají i možnosti přidání dalších aromatických látek, jako je čokoláda, káva, vanilka, a dokonce i obiloviny jako rýže, oves a ječmen nebo také med. Zvláště přidání otrub se ukázalo jako zajímavý prvek, který vede k vytvoření nápoje obohaceného o vlákninu, esenciální mastné kyseliny a hypoalergenní proteiny, čímž se tyto nápoje stávají vhodnými pro alergiky a pro děti. Pro vytvoření hypoalergenní varianty lze využít i jiné rostlinné zdroje proteinů, jako jsou izoláty bramborových nebo sójových proteinů. Takové inovace nejen posilují výživovou hodnotu nápoje, ale také rozšiřují jeho možné využití v rámci populace (Sady et al. 2017).

Bylo také zjištěno, že při výrobě nápojů záleží na druhu syrovátky, přičemž nápoj ze sladké syrovátky získal vyšší sensorická hodnocení. Ukázalo se ovšem, že i kyselá syrovátka z výroby tvarohu nebo cottage je vhodná pro ovocné nápoje, protože lépe ladí s kyselou chutí ovoce (Mudgil & Barak 2019).

Sycené syrovátkové nápoje

V současné době někteří autoři navrhují přidání oxidu uhličitého společně s ovocem, aby překonali nežádoucí chuť a vůni uvařeného mléka. Švýcarská značka „Rivella“ je nejtypičtějším produktem tohoto typu nápoje (viz Obrázek č.6) na bázi syrovátky (Shraddha & Nalawade 2015).

Tento produkt reprezentuje ikonický osvěžující a perlivý nápoj, který připomíná nejběžnější limonády, přičemž hlavní složkou je voda. Díky vysoce čisté tekuté syrovátce, která je přefiltrována, neobsahuje tedy téměř žádné syrovátkové proteiny, je u tohoto produktu karbonizace oproti tradičním syrovátkovým nápojům mnohem jednodušší. Tato vlastnost představuje významnou výhodu, zejména pokud je hlavním účelem produktu zahnat žízeň než poskytnutí výživných hodnot (Shraddha & Nalawade 2015).

Nejnovější verze nápoje značky Rivelly, známá jako „Rivella-green“, přináší inovaci prostřednictvím přidání bylinných extraktů zeleného čaje, což představuje krok směrem k vylepšeným nutričním hodnotám. Tento krok je obzvláště důležitý pro spotřebitele, kteří se stále více zajímají o zdraví a kvalitu konzumovaných potravin.



Obrázek č.6: Sycené nápoje značky Rivella (Indiagate 2018)

Fermentované syrovátkové nápoje

Jednou z optimálních možností pro výrobu nápojů s přijatelnými sensorickými vlastnostmi je výroba fermentovaných syrovátkových nápojů. Tyto nápoje jsou vyráběny bez použití složitých a drahých technologií jako je ultrafiltrace a odpařování, které se používají při zpracování syrovátkových proteinových izolátů nebo koncentrátů nebo práškové syrovátky na nápoje. Díky absenci těchto technologií kvašený nápoj získává požadované výživové a sensorické vlastnosti (Jeličić et al. 2008). Stoupající trend směřuje k této skupině produktů, zejména v Evropě, Severní Americe a zemích Asie a Tichomoří, kde spotřebitelé vyjadřují ochotu zkusit nové kvašené mléčné výrobky kvůli svému zdraví (Gallardo-Escamilla et al. 2005).

Mezi nejběžněji používané probiotické bakterie patří *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus casei* a také *Bifidobacterium bifidum*. Existují i náznaky, že kvašení syrovátky pomocí kultury jogurtu (*Lactobacillus delbrueckii* sp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*) vytváří výraznější chuť jogurtu (Skryplonek et al. 2019).

Velmi známý nápoj získaný fermentací pomocí *Lactobacillus rhamnosus* je "Gefilus" (viz Obrázek č.7), který se vyrábí ve Finsku pomocí demineralizované syrovátky nebo koncentrátů syrovátkových proteinů, přičemž předem dochází k hydrolýze laktózy. Tento nápoj je obohacen přísadkou ovocných džusů nebo ovocných aromat a slazen fruktózou (Papademas & Kotsaki 2020).



Obrázek č.7:Syrovátkový nápoj Gefilus (Valio 2024)

Alkoholické syrovátkové nápoje

Díky vysokému obsahu laktózy, která představuje hlavní složku syrovátky, se tato tekutina stává vynikajícím základem pro výrobu lahodných alkoholických nápojů. Rozmanitá paleta syrovátkových nápojů zahrnuje varianty s nízkým obsahem alkoholu (do 1,5 %), syrovátkové pivo i syrovátkové víno. Výrobní proces těchto nápojů s nízkým obsahem alkoholu zahrnuje kroky, jako je deproteinizace syrovátky, její koncentrace a následně jemná fermentace laktózy, obvykle za účasti kvasinek *Kluyveromyces fragilis* a *Saccharomyces lactis*, nebo přidání sacharózy, dokud není dosažena požadovaná úroveň alkoholu (0,5 - 1 %). Na závěr je nápoj zdokonalen přidáním dochucovadel a jemně doslazen, aby splňoval požadavky na chuť, poté lahvován a připraven k okamžitému požití (Jeličić et al. 2008).

I přestože existuje mnoho literárních studií o výrobě alkoholu ze syrovátky, většina z nich se zaměřuje na přidání ovocných šťáv z manga, banánů, ananasu, guave a jahod přímo do syrovátky (Dragone et al. 2009)

Syrovátkové pivo (viz Obrázek č.8) může být připraveno s přidavkem sladu, lze ho obohatit minerálními látkami nebo přidat hydrolyzované škroby a vitamíny. Některé problémy, které mohou nastat, zahrnují přítomnost mléčného tuku, který může snížit množství pěny a způsobit nežádoucí zápach a chuť kvůli nízké rozpustnosti syrovátkových proteinů a neschopnosti pivních kvasinek kvasit laktózu (Jeličić et al. 2008).

Syrovátkové víno má poměrně nízký obsah alkoholu (10-11 %) a je většinou obohaceno ovocnými aromaty. Jeho výroba zahrnuje různé kroky, jako je čištění, odstranění bílkovin,

rozklad laktózy pomocí β -galaktosidázy, fermentace s přidavkem kvasinek, filtrování a lahvování (Jeličić et al. 2008).



Obrázek č.8: Syrovátkové pivo značky Henri Willig (Henri Willig 2024)

Drinky pro sportovce

Dalším využitím syrovátky jsou nápoje pro sportovce (viz Obrázek č.9). Nápoje určené pro sportovce obvykle neobsahují kofein a mohou být konzumovány před nebo během fyzické aktivity. Poskytují skvělou alternativu k obyčejné vodě, jelikož předcházejí dehydrataci (Higgins et al. 2010).

Syrovátkové proteiny v syrovátce jsou bohatým zdrojem BCAA. Na rozdíl od ostatních esenciálních aminokyselin jsou BCAA metabolizovány přímo do svalové tkáně a jsou prvními aminokyselinami využívanými během tréninku (Jeličić et al. 2008).



Obrázek č.9: Sportovní drink značky BiotechUSA (Kulturistika 2024)

3.3.4.3 Výroba bioethanolu

Díky vysokému obsahu sacharidů a jejich snadné dostupnosti může syrovátka získaná při výrobě sýra sloužit jako surovina pro výrobu etanolu. Tento bioetanol je čistým a ekologickým palivem, které lze smíchat s benzínem a použít ve vozidlech s cílem snížit emise skleníkových plynů. Vzhledem k postupnému úbytku zásob fosilních paliv může být bioetanol důležitým krokem k uspokojení rostoucí poptávky po palivech po celém světě. Kvasinky rodu *Kluyveromyces* jsou považovány za nejširší využívané druhy při fermentaci ethanolu ze syrovátky. Kromě schopnosti fermentovat laktózu má *K. marxianus* další výhodné vlastnosti pro průmyslové fermentační procesy, jako je odolnost vůči teplu, vysoká rychlost růstu a schopnost metabolizace (Das et al. 2016).

3.3.5 Výrobci syrovátkových nápojů v ČR

Výrobci syrovátkových nápojů na území České Republiky je pouze omezené množství. K významným výrobcům na našem území patří společnost Brazzale Moravia a.s., která vyrábí sýry a syrovátkové nápoje od roku 2011. V sortimentu obchodů La Formaggeria Gran Moravia lze najít syrovátku v přírodním provedení a také s přidanými příchutěmi mango-maracuja, brusinka (viz Obrázek 11) a nově také s růžovým grepem. V roce 2012 začala firma Madeta vyrábět své ochucené syrovátkové nápoje pro sportovce Fitness s příchutí brusinky nebo citrusů (viz Obrázek 12).

V roce 2013 se do výroby přidala mini-mlékárna Anguso, která vyrábí výrobky Farmilk (viz Obrázek 10), dále menší farmy, například farma Babina a farma rodiny Němcovy s.r.o



Obrázek č.10: Syrovátka (Farmilk 2022)



Obrázek č.11: Syrovátkové nápoje La Formaggeria (La Formaggeria 2019)



Obrázek č.12: Syrovátkové ochucené nápoje Fitness (Madeta 2012)

3.3.6 Vietnamský trh

Vietnamský mléčný průmysl se řadí mezi nejstabilnější odvětví, které vykazuje trvalý a stabilní růst navzdory ekonomickým recesím. Má nejrychlejší tempo růstu mezi všemi potravinářskými odvětvími a podle odhadů společnosti Au Viet Securities se bude tento vysoký růst udržovat i v delším časovém horizontu (Nguyen 2014).

Spotřeba mléka ve Vietnamu zažívá významný nárůst od roku 2004. V roce 2013 dosáhlo celkové množství mléka dodávaného na domácí trh přibližně dvou miliard litrů, téměř čtyřnásobného objemu ve srovnání s rokem 2004. V současnosti Vietnamci průměrně vypijí 14,8 litrů mléka ročně, zatímco v Thajsku to činí přibližně 23 litrů. I když spotřeba mléčných výrobků ve Vietnamu je relativně nižší než mezinárodní standard, prodeje rostou stabilně o 15 % každý rok (Hoang et al. 2021).

Vietnamští zákazníci jsou také známí jako "nároční, otevření novým věcem", podobně jako v ostatních asijských zemích. Často mění značky mléka, aby ochutnali nové příchutě, dostali lepší cenu a ujistili se o kvalitě potravin. Kupují hlavně v supermarketech, mlékárnách, oficiálních prodejnách a obchodech s potravinami (Khanh 2016).

Zvýšený reálný příjem, zdokonalení životní úrovně a proměny v chování spotřebitelů přispěly k rostoucí spotřebě mléka. Tato vysoká poptávka po mléčných produktech vedla k nárůstu produkce mléka, který dosáhl průměrného růstu 14,4 % mezi lety 2010 a 2018. Tento nárůst spotřeby mléka dokonce předčil růst ostatních potravin, včetně ryb, masa, olejů, rýže a ovoce. Avšak vietnamská produkce mléka v současnosti nedokáže pokrýt domácí poptávku, což vede k dovozu mléka a různých mléčných výrobků (Hoang et al. 2021).

Pro firmy je klíčové, aby tyto prodejní místa byly vždy snadno dostupná, protože mnoho rozhodnutí o nákupu se často udělá přímo v obchodě. Pokud vietnamská rodina bez dětí vypije mléko za 6–7 dní a rodina s alespoň jedním dítětem za 3 týdny, je důležité, aby výrobci balili své produkty tak, aby odpovídaly spotřebitelskému zvyku (Khanh 2016).

Vypadá to, že ve Vietnamu postupně roste zájem o mléčné produkty bez laktózy, jak se zvyšuje povědomí o intoleranci na laktózu. Avšak stále panuje určitá zmatenost v důsledku

nepřesných informací. Kvantitativní výzkum naznačuje, že významný podíl účastníků – cca 49 % není seznámen s pojmem "bez laktózy"(Nguyen 2014).

V souladu s globálními trendy v oblasti zdraví a fitness, trh s výživovými doplňky ve Vietnamu zažívá rovněž robustní růst. Syrovátkový protein získal v posledních letech popularitu jako doplněk stravy mezi nadšenci do fitness. Trh je charakterizován dostupností různých druhů syrovátkového proteinů, včetně koncentrátů, izolátů a hydrolyzátů, které vyhovují různým potřebám spotřebitelů. Rozšiřování fitness a wellness průmyslu, spolu s rostoucími disponibilními příjmy, přispívá k pozitivnímu vývoji trhu, přičemž společnosti jako Fonterra a Glanbia hrají v průmyslu syrovátkových proteinů klíčovou roli (6WResearch 2022).

Vietnam rovněž vyváží mléčné výrobky do přibližně 43 různých zemí, přičemž největší část tvoří dětská a kojenecká mléčná výživa. Hodnota exportu mléčných výrobků vzrostla z přibližně 77 milionů eur v roce 2016 na více než 110 milionů eur v roce 2018. Nejvýznamnějšími exportními trhy jsou Irák, Čína, Hongkong, Filipíny, Laos, Myanmar, USA, Afghánistán, Spojené arabské emiráty, EU a také Japonsko (Hoang et al. 2023).

Mezi další klíčové firmy na trhu se zpracovanou syrovátkou patří také Vinamilk, Nestlé, Danone (viz Obrázek č.14), skupina Bel, Friesland Campina a Fonterra (viz Obrázek č.13) Co-operative Group Limited (Huy & Tran 2018).



Dairy for life

Obrázek č.13: Logo značky Fonterra (Fonterra 2022)



Obrázek č.14: Logo značky Danone (Danone 2024)

Vinamilk

Vinamilk se v roce 2007 stal největším výrobcem mléčných výrobků ve Vietnamu díky svému významnému podílu na trhu, silné značce, rozsáhlé výrobní kapacitě a rozvinuté distribuční síti. Držel 90% podíl na trhu s jogurty, 35% podíl na trhu s tekutým mlékem, 79% podíl na trhu se slazeným kondenzovaným mlékem a 14% podíl na trhu s práškovým mlékem.

I když Vinamilk nabízí široký sortiment produktů pro spotřebitele všech věkových skupin, děti ve věku 14 let a mladší, jsou považovány za cílovou skupinu spotřebitelů. V

současnosti má Vinamilk silnou pozici a distribuční kanály ve všech velkých městech a urbanizovaných oblastech. Nicméně povědomí o značce ve venkovských oblastech je relativně slabé, a proto se tato skupina stává jedním z cílů společnosti Vinamilk do budoucna (Huy & Tran 2018).



Obrázek č.15: Logo značky Vinamilk (Vinamilk 2021)



Obrázek č.16: Syrovátkové produkty značky Vinamilk (Vinamilk 2021)

3.3.7 Přehled evropského trhu

Na evropském trhu se objevují především produkty, které obsahují především syrovátku a ovocnou složku, která je většinou ve formě extraktu nebo pyré. Jde především o citrusové plody, kiwi, mango/marakuju a další exotická ovoce. Několik nejslavnějších evropských nealkoholických nápojů na bázi syrovátky, včetně jejich složení, je uvedeno v tabulce č.7. Největší producenti syrovátkových nápojů v Evropě jsou především firma Rivella (viz Obrázek č.19), Latella (viz Obrázek č.17) a Molke (viz Obrázek č.18).

Tabulka č.8: Přehled evropského trhu syrovátkových nápojů, upraveno autorem (Jeličić et al. 2008)

Název výrobku	Země původu	Složení
Frusighurt		Syrovátka s přídavkem jablečného nebo citrusového extraktu
Big M	Německo	Aromatizovaná syrovátka obohacení vitamínem E
Mango MólkeMix		Syrovátka s přídavkem mangového extraktu a Bifidobakteriemi
Multivitamin Mólke		Syrovátka + 10 ovocných extraktů + 10 vitamínů
Rivella	Švýcarsko	Syrovátka, voda, kyselina uhličitá, cukr, přírodní aroma, mléčná kyselina
Latella	Rakousko	Syrovátka + mangová/marakujová pasta + citrusový extrakt
Whey to go!	Irsko	Syrovátka + mango/marakuja pyré + živé kultury
Morea	Francie	Syrovátkový koncentrát + 40 % extrakt z manga, kiwi a exotického ovoce



Obrázek č.17: Syrovátkový drink Latella (Latella 2024)



Obrázek č.18: Syrovátkový drink Molke (Fuchsmilch 2024)



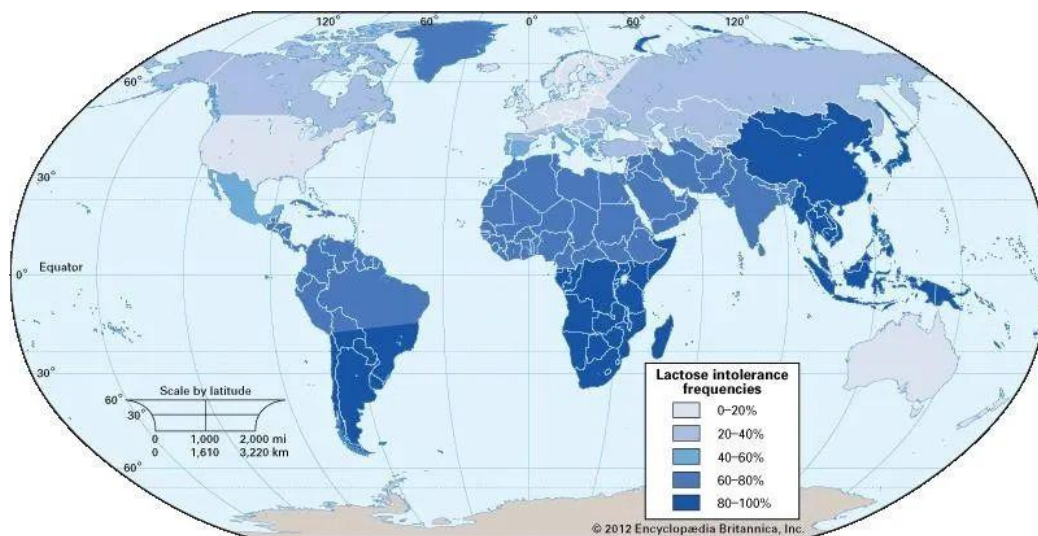
Obrázek č.19: Syrovátkové drinky Rivella (Rivella 2024)

3.3.8 Laktózová intolerance

Celosvětově má asi 70 % dospělé populace nedostatek laktázy (β -Galaktosidáza), což znamená, že jim chybí enzym potřebný ke trávení laktózy, která je standardně štěpena na galaktózu a glukózu v tenkém střevě (Mądry & Walkowiak 2010). Na obrázku č.20 lze vidět, že u asijských populací se podíl laktózové intolerance většinou pohybuje od 70 % až po 100 % (JanssenDuijghuijsen et al. 2023).

Normálně je laktóza štěpena na glukózu a galaktózu pomocí laktázy, která je převážně vylučována v tenkém střevě, hlavně v blízkosti střevního hranolu. Nicméně aktivita laktázy s věkem klesá nebo může být snížena v důsledku onemocnění, jako je celiakie nebo zánět střev, což má za následek vysokou koncentraci nestrávené laktózy zůstávající v tenkém střevě, což

zvýšuje místní osmotickou zátěž a přísun vody do střeva. Současně je laktóza metabolizována mikrobiotem ve střevech, čímž vznikají mastné kyseliny (acetát, propionát, butyrát, laktát a formát) a plyny (vodík, metan a oxid uhličitý) (Li et al. 2023).



Obrázek č.20: Laktózová intolerance ve světě, upraveno autorem (Aktin 2023)

4 Materiál a metodika

Cílem této práce je návrh nové receptury pro fermentovaný syrovátkový nápoj. V současné době je na českém a vietnamském trhu omezený výběr produktů tohoto typu. Receptura nápoje bude vytvořena s ohledem na sensorickou přijatelnost pro oba trhy. Hlavní surovinou pro tento nápoj bude sladká syrovátka, která vzniká při výrobě bezlaktóзовého čerstvého sýra.

4.1 Sensorická analýza

Sensorická analýza syrovátkových nápojů byla provedena v laboratoři ČZU katedry kvality a bezpečnosti potravin. Sensorické analýzy se zúčastnili studenti čtvrtého a pátého ročníku ČZU. Sensorický panel hodnotitelů se pohyboval od 29 do 43 hodnotitelů.

Celá sensorická analýza byla rozdělena na tři etapy. Jednotlivé etapy se lišily v počtu předložených vzorků. V první etapě byly studentům předloženy 4 vzorky, ve zbylých dvou etapách bylo studentům předloženo 6 různých vzorků (viz Obrázek č.21). Před sensorickou analýzou byli hodnotitelé seznámeni s pravidly vyplnění dotazníků a následně jim dotazníky byly rozdány. Aby bylo možné neutralizovat chuť mezi testovanými vzorky, byla účastníkům nabídnuta pitná voda. Hodnocení bylo složeno z pořadové zkoušky a hodnocení sensorického profilu syrovátkových nápojů. Dotazník pro hodnocení syrovátkových nápojů se nachází v příloze č.1. Hodnocení pořadové zkoušky spočívalo v tom, že každý hodnotitel obdržel sadu šesti vzorků syrovátkových nápojů, každý vzorek byl označen příslušným číslem a úkolem hodnotitelů bylo seřadit vzorky od nejlepšího (1) po nejhorší (6).

Pro hodnocení sensorického profilu syrovátkových nápojů byla využita strukturovaná, bodová, zaškrtávací stupnice. Stupnice se skládala z pěti bodů. Na levé straně byla vždy nejsilnější intenzita nebo největší příjemnost. Na pravé straně byla intenzita nejslabší nebo největší nepříjemnost. Hodnocení sensorického profilu bylo složeno z řady dílčích deskriptorů pro sensorické hodnocení.

Data získaná z pořadové zkoušky a hodnocení sensorického profilu byla analyzována v aplikaci Microsoft Office Excel 2016. Grafické zobrazení výsledků bylo realizováno pomocí paprskových grafů. Pro vyhodnocení pořadové zkoušky byly použity neparametrické statistické metody, konkrétně Friedmanův test a Kendallův test shody v programu Microsoft Excel a STATISTICA 12.



Obrázek č.21: Sada vzorků syrovátkových nápojů na sensorickou analýzu (zdroj: autor práce)

4.2 Použité chemikálie a jiný materiál

- Syřidlo Fromase 220TL BF, Francie
- Chlorid vápenatý - potravinářský 35 %, Česká Republika
- Kultura - CHN-11, značka CHR Hansen, Dánsko
- Maxilact LGi 5000, značka DSM, Nizozemsko
- Arašídový olej, značka Rinnovare, Indie
- Topping s příchutí čokoláda, značka Labeta, Česká Republika
- Mandlový protein BIO, značka Grizly, Španělsko



Obrázek č.22: Čokoládový topping (zdroj: autor práce)



Obrázek 23: Arašídový olej (zdroj: autor práce)



Obrázek 24: Mandlový protein (zdroj: autor práce)



Obrázek č.25: Mezofilní aromatická kultura CHN-11 (Tomscheese, 2024)

4.3 Používané přístroje

- Komorový termostat 1, značka Memmert, Německo
- Komorový termostat 2, značka Memmert, Německo
- Milkoscan 120 FT 120, značka FOSS, Dánsko
- Elektrická odstředivka na mléko Universal 320, značka Hettich, Německo
- PH metr 1100L, značka VWR PHenomenal, Německo



Obrázek č.26: Komorový termostat Memmert (zdroj: autor práce)



Obrázek č.27: Milkoscan 120 FT 120 FOSS (zdroj: autor práce)

4.4 Výroba sýrů

První fáze výroby fortifikovaných sýrů, při které byla odebírána a dále analyzována oddělená syrovátka, probíhala od července 2023 do prosince 2023 na půdě České zemědělské univerzity v Praze. Zahrnovala celkem 10 různých výrob. Pro výrobu bylo použito čerstvé mléko z Farmy Struhý v Písku. Sýry byly vždy vyráběny z 1 litru kravského mléka a během výroby byly fortifikovány o bílkoviny (v podobě mandlového proteinu), tuky (pomocí arašídového oleje) a některé varianty byly dochucovány čokoládovým topingem (viz Obrázek č.22). Jednalo se o testovací fázi výroby, během které byly vybrány nejlépe sensoricky přijatelné varianty, které byly následně vybrány v další fázi výroby.

Druhá fáze výroby již probíhala na Farmě Struhý, vyrobené sýry a syrovátky byly následně dovezeny na půdu ČZU v Praze. Sýrovátky byly následně filtrovány, ochuceny a připraveny na následnou sensorickou analýzu.

Postup výroby:

Při výrobě čerstvých sýrů bylo použito syrové kravské mléko. Větší množství syrového kravského mléka bylo tepelně ošetřeno pomocí šetrné pasterace (72 °C po dobu 15 s), mléko bylo poté ihned zchlazeno na 36 °C a bylo rozděleno na dvě dílčí části. Z první části mléka se začal vyrábět klasický čerstvý sýr a také bezlaktózový čerstvý sýr. Zbylé množství bylo odstředěno pomocí elektrické odstředivky na mléko.

Po odstředění mléka byla získána smetana a odstředěné mléko. Obsah tuku smetany a odstředěného mléka byl vždy měřen pomocí přístroje MilkoScan FT 120.

Principem fortifikace sýrů o tuky spočíval v nahrazení 20 % nebo 40 % celkového mléčného tuku arašídovým olejem (viz Obrázek č.23). Hlavní cíl spočíval v nahrazení nasycených tuků nenasycenými tuky rostlinných zdrojů. Z naměřených hodnot obsahu tuku následoval výpočet pro výsledné mléko s obsahem tuku 4 %, toto množství mléčného tuku bylo nahrazeno z 20 nebo ze 40 % arašídovým olejem.

S cílem dosáhnout optimální homogenizace tuků byla smetana s arašídovým olejem smíchána dohromady, tato směs byla postupně zahřívána na teplotu cca 38 °C do úplného spojení. Po spojení byla směs tuků smíchána s vypočítaným množstvím odstředěného mléka, směs byla důkladně promíchána a připravena pro výrobu fortifikovaných sýrů.

U bezlaktózových verzí sýrů bylo do mléka přidáno 1 ml laktázy, která následně rozštěpila laktózu na glukózu a galaktózu. Mléko s přidanou laktázou bylo umístěno do termostatu s teplotou 35 °C na dobu 90 minut. Tento postup byl zopakován u všech verzí bezlaktózových sýrů.

Další krok výroby sýrů spočíval v inokulaci mezofilní aromatické kultury s označením CHN-11 (viz Obrázek č.25). Kultura byla zvážena na analytických vahách na požadovanou hmotnost 0,3 g a byla postupně zamíchána do mléka, mléko s mezofilní kulturou bylo vloženo do termostatu s teplotou 35 °C po dobu 30 minut.

U čokoládových variant sýrů byl společně s mezofilní kulturou přidán do mléka čokoládový topping (5 %). U proteinových variant bylo společně s kulturou přidán mandlový protein BIO (3 %) (viz Obrázek č.24).

Pro výrobu čerstvých sýrů bylo nutné provést srážení mléka, konkrétně se jednalo o metodu sladkého srážení s použitím syřidla. Mléko bylo sráženo pomocí 0,5 ml syřidla a 0,5 ml chloridu vápenatého (CaCl_2). Sýřenina byla poté ponechána zrání po dobu 60 minut při teplotě 35 °C.

Sýřenina byla následně krájena dvakrát s 15 minutovým odstupem a přesunuta do sýrových forem. Odloučená syrovátka byla zachycována k následnému zpracování. Sýry byly několikrát otáčeny a následně skladovány v chladírenských teplotách.



Obrázek č.28: Výroba čerstvých sýrů č.15 (zdroj: autor práce)



Obrázek č.29: Krájení sýrového zrna (zdroj: autor práce)



Obrázek č.30: Výroba čokoládových sýrů č.18 (zdroj: autor práce)

4.5 Výroba syrovátkových nápojů

Použité ochucující složky:

- Čokoládová náplň Corra, značka: Zeelandia, Česká Republika
- Ananasový džus 100 %, značka: Pfanner, Rakousko
- Kokosové mléko Veggie, značka: Metro Chef, Itálie
- Mango a Maracuja džus, značka Pfanner, Rakousko



Obrázek č.31: Čokoládová náplň Corra (zdroj: autor práce)



Obrázek č.32: Ananasový džus + kokosové mléko (zdroj: autor práce)

Příprava syrovátkových nápojů:

Výroba sýrů pro sensorickou analýzu probíhala na farmě Struhy v Písku a jako výchozí surovina bylo použito kravské mléko, jeho celkové složení pro jednotlivé sensorických analýzy lze vidět v Tabulce č.12.

V průběhu výroby sýrů bylo vyprodukováno několik variant syrovátek, které byly poté využity jako základní surovina pro výrobu syrovátkových nápojů. Tyto syrovátky vznikly v procesu srážení a oddělení sýrového zrna. Celkem proběhly tři výroby syrovátkových nápojů, míchání syrovátkových nápojů s ochucujícími složkami proběhlo vždy den před sensorickou analýzou, syrovátkové nápoje byly poté v lahvích (viz Obrázek č.35 a Obrázek č.36) skladovány v chladničce. Po vyjmutí z chladničky byly některé nápoje filtrovány přes síto, dále byly po 25 ml rozlity do sensorických kádinek (viz Obrázek č.34), které byly označeny příslušným číslem a kádinky byly předloženy studentům. Přehled vyrobených syrovátkových nápojů včetně složení lze vidět v Tabulce č.9, č.10 a č.11.

Tabulka č.9: Přehled vyrobených syrovátkových nápojů na první sensorickou analýzu (zdroj: autor práce)

Číslo vzorku	Popis syrovátkového nápoje	Složení syrovátkového nápoje
1	syrovátka z klasického laktóзовého sýra	x
2	syrovátka z bezlaktóзовého sýra	x
3	syrovátka z čokoládového laktóзовého sýra obohacena o čokoládu	950 ml čokoládové syrovátky + 50 g čokoláda (5 %)
4	syrovátka z bezlaktóзовého čokoládového sýra obohacena o čokoládu	

Tabulka č.10: Přehled vyrobených syrovátkových nápojů na druhou sensorickou analýzu (zdroj: autor práce)

Číslo vzorku	Popis syrovátkového nápoje	Složení syrovátkového nápoje
1	syrovátka z klasického laktóзовého sýra	x
2	syrovátka z bezlaktóзовého sýra	x
3	syrovátka z klasického laktóзовého sýra, obohacen proteiny + ananas/kokos	800 ml syrovátky + 100 ml džus Ananas (10 %) + 100 ml kokosové mléko (10 %)
4	syrovátka z klasického bezlaktóзовého sýra, obohacen proteiny + ananas/kokos	
5	syrovátka z čoko laktóзовého sýra, obohacen proteiny + čokoláda	950 ml čoko syrovátky + 50 g čokoláda (5 %)
6	syrovátka z čoko bezlaktóзовého sýra, obohacen proteiny + čokoláda	

Tabulka č.11: Přehled vyrobených syrovátkových nápojů na třetí sensorickou analýzu (zdroj: autor práce)

Číslo vzorku	Popis syrovátkového nápoje	Složení syrovátkového nápoje
1	syrovátka z klasického laktóзовého sýra	x
2	syrovátka z bezlaktóзовého sýra	x
3	syrovátka z laktóзовého sýra - 20 % nahrazeno arašádovým olejem + mango/marakuja	800 ml syrovátky + 200 ml džus Mango/Marakuja (20 %)
4	syrovátka z bezlaktóзовého sýra - 20 % nahrazeno arašádovým olejem + mango/marakuja	
5	syrovátka z laktóзовého sýra - nahrazeno 20 % ml. tuku arašádovým olejem + čoko	950 ml syrovátky + 50 g čokoláda (5 %)
6	syrovátka z bezlaktóзовého sýra - nahrazeno 20 % ml.tuku arašádovým olejem + čoko	



Obrázek č.33: Senzorická analýza (zdroj: autor práce)



Obrázek č.34: Připravené syrovátkové nápoje na senzickou analýzu č.2 (zdroj: autor práce)



Obrázek č.35: Připravené syrovátkové nápoje na senzickou analýzu č.3 (zdroj: autor práce)

5 Výsledky

5.1 Senzorická analýza

Senzorická analýza vyrobených syrovátkových nápojů probíhala v laboratoři ČZU katedry kvality a bezpečnosti potravin. Senzorický panel hodnotitelů se pohyboval od 29 do 43 hodnotitelů.

5.2 Vstupní surovina

Vstupní surovinou výroby syrovátkových nápojů bylo kravské mléko z farmy Struhy - Písek. Kompletní přehled složení kravského mléka lze vidět v tabulce č.12.

Tabulka č.12: Složení kravského mléka použitého pro výrobu syrovátkových nápojů

	Syrové mléko S1	Syrové mléko S2	Syrové mléko S3
Tuk (%)	3,955	3,805	4,59
Bílkoviny (%)	3,405	3,65	3,3
Kasein (%)	2,71	2,915	2,58
Laktóza (%)	4,825	4,72	4,57
Tukoprostá sušina (%)	9,015	9,135	8,645
Sušina (%)	12,975	13,525	13,22
Bod mrznutí (°C)	0,5275	0,467	0,504
Močovina (%)	0,0164	0,00495	0,01005
Hustota (g/cm ³)	1,031	1,029	1,028
Kyselina citrónová (%)	0,1625	0,1095	0,1515

5.3 Výsledky hodnocení pořadové zkoušky

5.3.1 Výsledky hodnocení pořadové zkoušky první senzorické analýzy

S nejlepším výsledkem pořadové zkoušky první senzorické analýzy se umístil bezlaktózový nápoj z čokoládové syrovátky s přidanou čokoládou. Na druhém místě se umístil bezlaktózový nápoj z neochucené syrovátky, s podobným výsledkem dopadl laktózový nápoj z čokoládové syrovátky. Nejhorším nápojem první senzorické analýzy se stal laktózový nápoj z neochucené syrovátky. Výsledky Friedmanova testu byly následující: p hodnota byla nižší než hladina významnosti ($\alpha=0,05$), tudíž bylo prokázáno, že existuje statisticky významný rozdíl mezi vzorky. Výsledek Kendallova testu shody byl stanoven na 0,125 - hodnotitelé se tedy

shodovali ve svém hodnocení v 12,5 %. Podrobné výsledky pořadové zkoušky první sensorické analýzy lze vidět v tabulce č.13

Tabulka č.13: Výsledky Friedmanova testu první sensorické analýzy

F = 16,14; p = 0,001; koeficient shody = 0,125			
Syrovátkový nápoj	Součet pořadí	Průměrné pořadí	SD
klasický - laktóza	136	3,16	1,13
klasický - bezlaktóza	101	2,35	0,81
čoko - laktóza + čoko	102	2,37	1,11
čoko bezlaktóza + čoko	91	2,12	1,14

5.3.2 Výsledky hodnocení pořadové zkoušky druhé sensorické analýzy

S nejlepším výsledkem pořadové zkoušky druhé sensorické analýzy se umístil bezlaktózový nápoj z čokoládové syrovátky s arašídovým olejem a čokoládou. Ihned za ním se umístila laktózová verze tohoto nápoje. Na třetím místě byl preferován bezlaktózový nápoj z neochucené syrovátky. Na čtvrtém a pátém místě se s podobným výsledkem umístily nápoje z neochucené laktózové syrovátky a bezlaktózový nápoj s arašídovým olejem a příchutí mango/marakuja. S nejhorším výsledkem dopadl laktózový nápoj s arašídovým olejem a příchutí mango/marakuja. Výsledky Friedmanova testu byly následující: p hodnota byla nižší než hladina významnosti ($\alpha=0,05$), tudíž bylo prokázáno, že existuje statisticky významný rozdíl mezi vzorky. Výsledek Kendallova testu shody byl stanoven na 0,103 - hodnotitelé se tedy ve svém hodnocení shodovali v 10,3 %. Podrobné výsledky pořadové zkoušky druhé sensorické analýzy lze vidět v tabulce č.14.

Tabulka č.14: Výsledky Friedmanova testu druhé sensorické analýzy

F = 19,05; p = 0,002; koeficient shody = 0,103			
Syrovátkový nápoj	Součet pořadí	Průměrné pořadí	SD
klasický - laktóza	140	3,78	1,97
klasický - bezlaktóza	122	3,30	1,47
arašíd olej + mango/marakuja - laktóza	162	4,38	1,46
arašíd olej + mango/marakuja - bezlaktóza	141	3,81	1,71
arašíd olej + čoko - laktóza	108	2,92	1,52
arašíd olej + čoko - bezlaktóza	104	2,81	1,65

5.3.3 Výsledky hodnocení pořadové zkoušky třetí sensorické analýzy

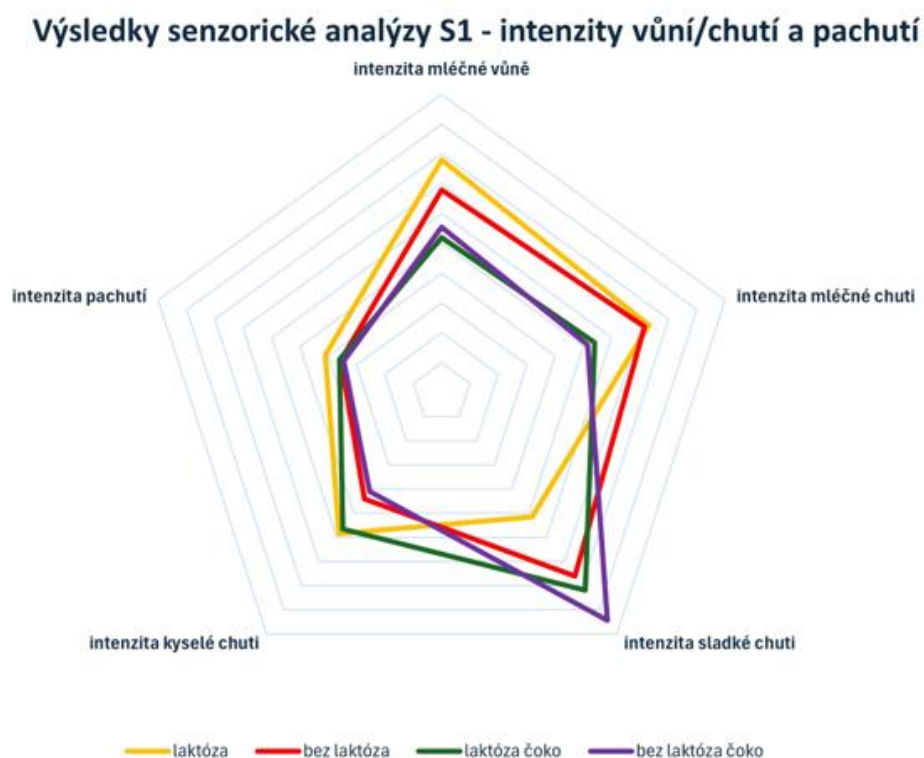
S nejlepším výsledkem pořadové zkoušky třetí sensorické analýzy se umístil bezlaktózový nápoj z čokoládové syrovátky, který byl obohacen proteinem a ochucen čokoládou. Na druhém místě se umístila laktózová verze tohoto nápoje. Na třetím místě se

umístil nápoj z neochucené bezlaktózové syrovátky. Čtvrté místo obsadil bezlaktózový nápoj s příchutí ananas/kokos, který byla obohacena proteinem. Na pátém místě se umístil laktózový nápoj z neochucené syrovátky. Jako nejhůř hodnocený nápoj pořadové zkoušky se stal laktózový nápoj s příchutí ananas/kokos, který byla obohacen proteinem. Výsledky Friedmanova testu byly následující: p hodnota byla nižší než hladina významnosti ($\alpha=0,05$), tudíž bylo prokázáno, že existuje statisticky významný rozdíl mezi vzorky. Výsledek Kendallova testu shody byl stanoven na 0,397, jednalo se tedy o středně silnou shodu, hodnotitelé se shodovali ve svém hodnocení v 39,7 %. Podrobné výsledky pořadové zkoušky třetí sensorické analýzy lze vidět v tabulce č.15.

Tabulka č.15: Výsledky Friedmanova testu třetí sensorické analýzy

F = 57,49; p = 0,0001; koeficient shody = 0,397			
Syrovátkový nápoj	Součet pořadí	Průměrné pořadí	SD
klasický - laktóza	129	4,45	1,38
klasický - bezlaktóza	95	3,28	1,25
protein + ananas/kokos - laktóza	149	5,14	1,06
protein + ananas/kokos - bezlaktóza	107	3,69	1,23
protein + čoko - laktóza	67	2,31	1,47
protein + čoko - bezlaktóza	62	2,14	1,64

5.4 Výsledky hodnocení sensorického profilu



Obrázek č.36: Výsledky hodnocení sensorického profilu S1 - intenzity vůní, chutí a pachutí

Intenzita mléčné vůně

Jak lze vidět na obrázku č.36 nejvyšší intenzitou mléčné vůně disponoval nápoj z neochucené laktóзовé syrovátky, ihned za ním se umístil tento nápoj v bezlaktóзовé verzi. Nejnižší intenzitou disponovaly nápoje z čokoládové syrovátky, s podobným výsledkem. Úplně nejnižší intenzitou mléčné vůně disponoval bezlaktóзовý nápoj z čokoládové syrovátky.

Intenzita mléčné chuti

Nejvyšší intenzitou mléčné chuti disponovaly s identickým výsledkem obě verze syrovátkových nápojů z neochucené syrovátky. Nejnižší intenzitou disponovaly obě verze nápojů z čokoládové syrovátky.

Intenzita sladké chuti

Podle očekávání nejvyšší intenzitou sladké chuti disponoval bezlaktóзовý nápoj z čokoládové syrovátky. Ihned za ním se umístila laktóзовá verze tohoto nápoje. O něco nižší intenzitou disponoval bezlaktóзовý nápoj z neochucené syrovátky. Úplně nejnižší intenzitou sladké chuti disponovala laktóзовá verze tohoto nápoje.

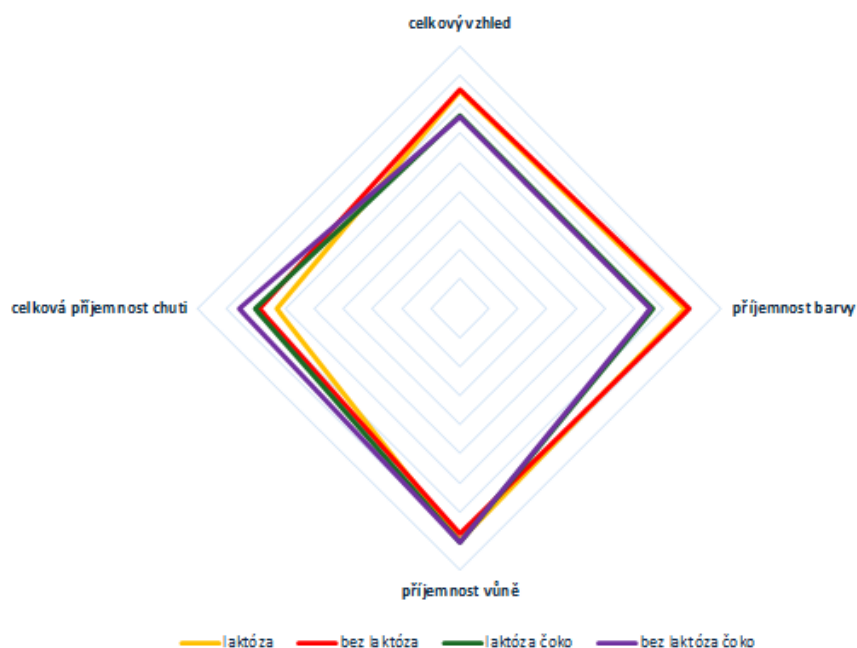
Intenzita kyselé chuti

Nejvyšší intenzitou kyselé chuti disponovaly s identickým výsledkem obě laktóзовé verze syrovátkových nápojů. Nižší intenzitou disponovaly obě bezlaktóзовé verze nápojů.

Intenzita pachutí

Nejvyšší intenzitou pachutí disponoval laktóзовý nápoj, který byl vyroben z neochucené syrovátky. Hodnotitelé zde často cítili pachutí kravína. Bezlaktóзовá verze nápoje z neochucené syrovátky a obě čokoládové verze nápojů dopadly všechny s totožným výsledkem, disponovaly nejnižší intenzitou pachutí.

Výsledky senzoričké analýzy S1 - celkový vzhled, příjemnost chuti/barvy/vůně



Obrázek č.37: Výsledky hodnocení senzoričkého profilu S1 - celkový vzhled, příjemnost chuti/barvy/vůně

Celkový vzhled

Podle obrázku č.37 nejlepším vzhledem disponovaly s identickým výsledkem obě verze z neochucené syrovátky. Naopak negativně byly hodnoceny čokoládové nápoje, se stejným výsledkem.

Příjemnost barvy

Příjemnost barvy byla vyhodnocena obdobně jako u celkového vzhledu. Nejlepším vzhledem disponovaly obě verze z neochucené syrovátky, s identickým výsledkem. Naopak čokoládové nápoje byly hodnoceny špatně, se stejným výsledkem.

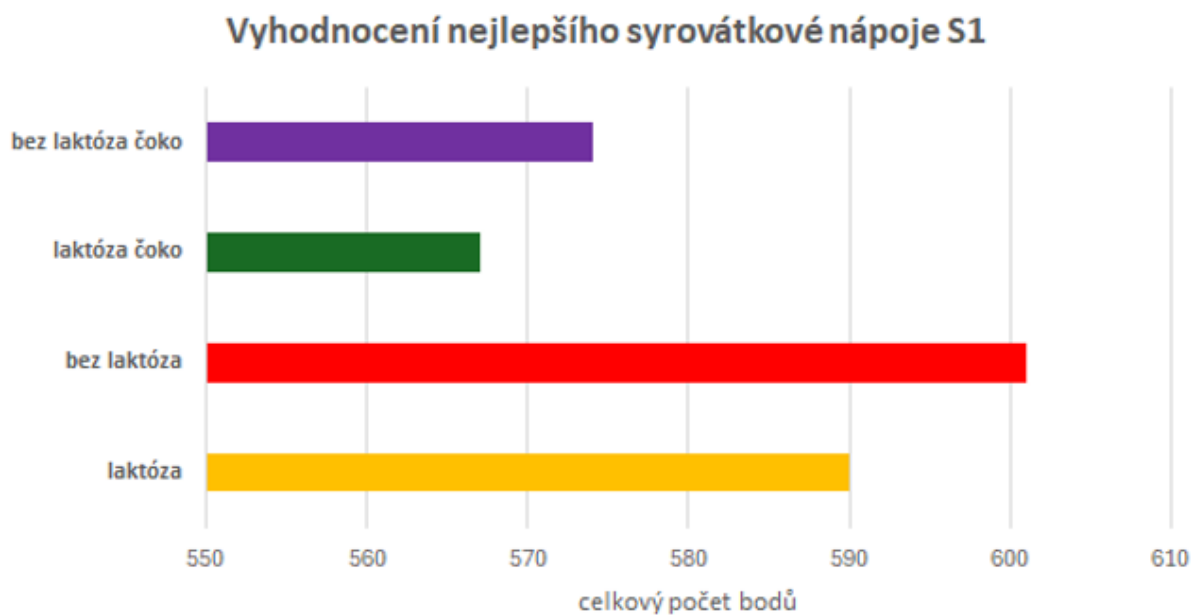
Příjemnost vůně

Příjemnost vůně byla vyhodnocena obdobně u všech nápojů, ovšem s mírným rozdílem dopadla nejlépe bezlaktózová verze z čokoládové syrovátky, zde hodnotitelé často cítili vůni čokolády, kaka a čokoládového termixu. Nejhůře byla hodnocena bezlaktózový verze z neochucené syrovátky, zde hodnotitelé často cítili hnůj a seno.

Celková příjemnost chuti

Chuťově byl nejlépe vyhodnocen bezlaktózový nápoj z čokoládové syrovátky. Hodnotitelé zde často cítili chuť kakaových bobů a čokolády. Hůře byla vyhodnocena

bezlaktózová verze z neochucené syrovátky a laktózová verze z čokoládové syrovátky. Nejhůře byla vyhodnocena laktózová verze z neochucené syrovátky.

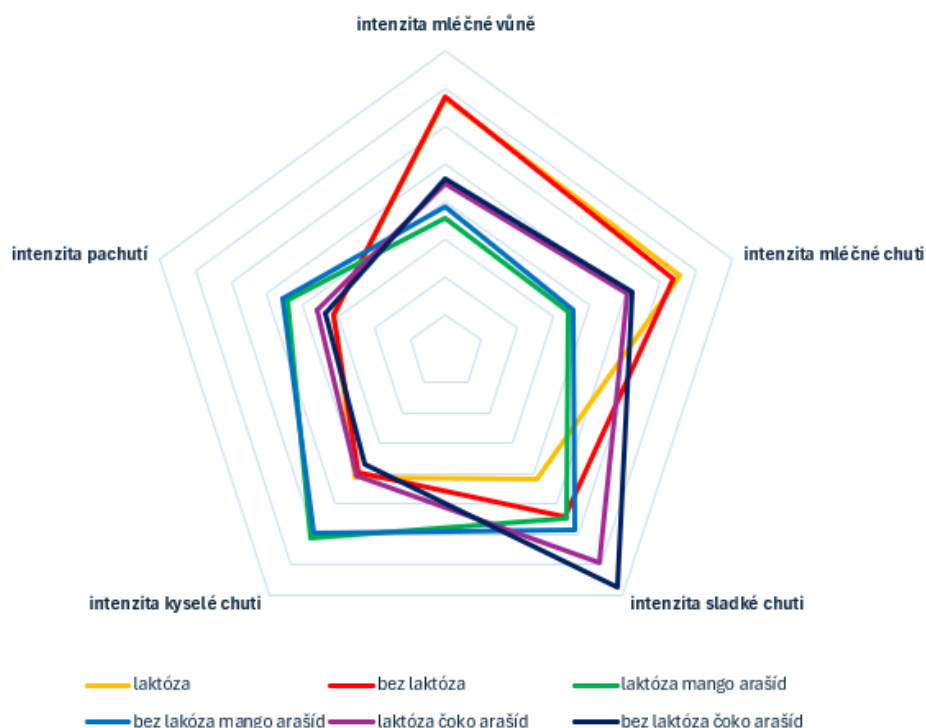


Obrázek č.38: Vyhodnocení nejlépe hodnoceného nápoje první sensorické analýzy dle dílčích deskriptorů (sloupcový graf)

Vyhodnocení nejlepšího syrovátkové nápoje první sensorické analýzy

Vyhodnocení nejlepšího syrovátkové nápoje probíhalo na základě součtu bodů dle čtyř hlavních deskriptorů: celkového vzhledu, příjemnosti vůně, příjemnosti chuti a příjemnosti barvy. Na obrázku č.38 lze vidět, že nejlepším syrovátkovým nápojem, dle hodnocení deskriptorů, se stal bezlaktózový nápoj z klasické syrovátky, ihned za ním laktózová verze tohoto nápoje. Na třetím místě se umístil bezlaktózový nápoj z čokoládové syrovátky a jako nejhůře vyhodnoceným nápojem byla laktózová verze čokoládového nápoje.

Výsledky senzoričké analýzy S2 - intenzity vůní/chutí a pachutí



Obrázek č.39: Výsledky hodnocení senzoričkého profilu S2 - intenzity vůní, chutí a pachutí

Intenzita mléčné vůně

Jak lze vidět na obrázku č.39 nejvyšší intenzitou mléčné vůně disponovaly obě verze nápojů z neochucené syrovátky. Nižší intenzitou s podobným výsledkem disponoval bezlaktózový nápoj s arašídovým olejem a mangem, také laktózový nápoj z čokoládové syrovátky s arašídovým olejem. Úplně nejnižší intenzitou disponoval laktózový nápoj s arašídovým olejem a mangem.

Intenzita mléčné chuti

Nejvyšší intenzitou mléčné chuti disponovaly obě verze nápojů z neochucené syrovátky. Nižší intenzitou, s podobným výsledkem, disponoval bezlaktózový nápoj s arašídovým olejem ochucen mangem a také laktózový nápoj z čokoládové syrovátky s arašídovým olejem. Úplně nejnižší intenzitou disponoval laktózový nápoj s arašídovým olejem a mangem.

Intenzita sladké chuti

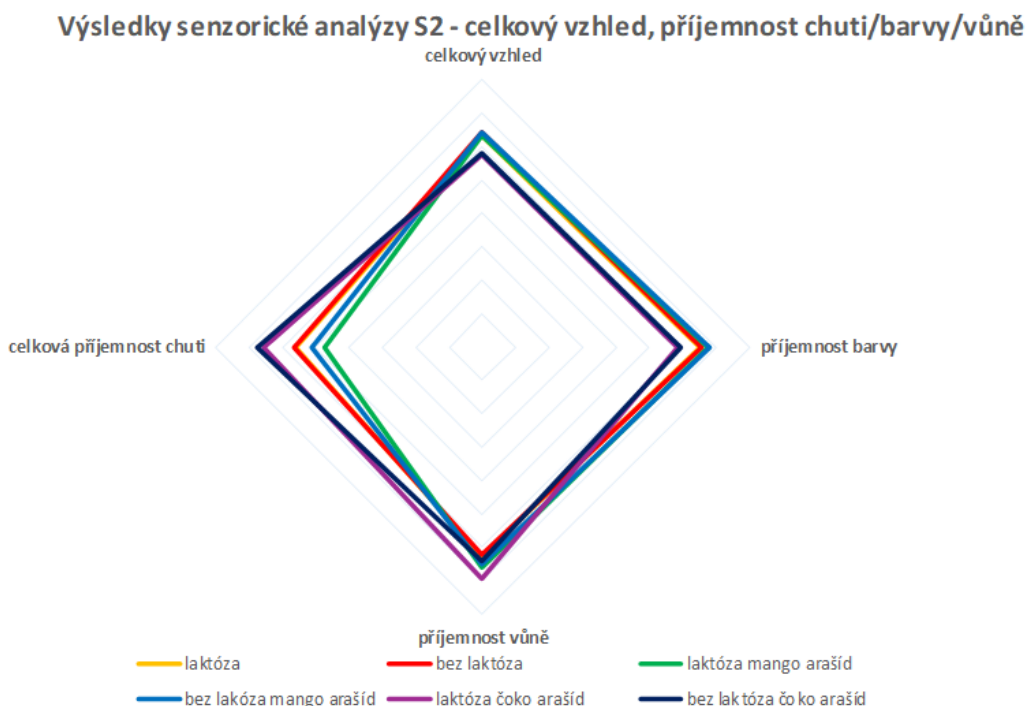
Podle očekávání nejvyšší intenzitou sladké chuti disponoval bezlaktózový nápoj z čokoládové syrovátky s arašídovým olejem. Ihned za ním se umístila laktózová verze tohoto nápoje. O něco nižší intenzitou disponoval bezlaktózový nápoj z neochucené syrovátky s arašídovým olejem a příchutí manga, dále se umístila laktózová verze tohoto nápoje. Úplně nejnižší intenzitou sladké chuti disponovala laktózová verze z neochucené syrovátky.

Intenzita kyselé chuti

Nejvyšší intenzitou kyselé chuti disponovaly obě verze nápojů s arašídovým olejem a mangem, s obdobným výsledkem. Nejnižší intenzitou kyselé chuti disponovaly zbylé čtyři verze nápojů, s podobným výsledkem.

Intenzita pachutí

Nejvyšší intenzitou pachutí disponovaly s obdobným výsledkem obě verze nápojů s arašídovým olejem a mangem, hodnotitelé často cítili pachutí octovou a také kravskou. Zbylé verze s umístily s podobným výsledkem, ovšem s úplně nejnižší intenzitou pachutí disponoval bezlaktózový nápoj s čokoládou a arašídovým olejem.



Obrázek č.40: Výsledky hodnocení sensorického profilu S2 - celkový vzhled, příjemnost chuti/barvy/vůně

Celkový vzhled

Dle obrázku č.40 nejlepším vzhledem disponovaly s identickým výsledkem obě verze s arašídovým olejem a mangem a obě verze nápojů z neochucené syrovátky. Naopak negativně byly hodnoceny čokoládové nápoje, se stejným výsledkem.

Příjemnost barvy

Příjemnost barvy byla vyhodnocena obdobně jako u celkového vzhledu. Nejlepší příjemností barvy disponovaly s identickým výsledkem obě verze s arašídovým olejem a mangem a obě verze nápojů z neochucené syrovátky. Naopak negativně byly hodnoceny se stejným výsledkem čokoládové nápoje obou verzí.

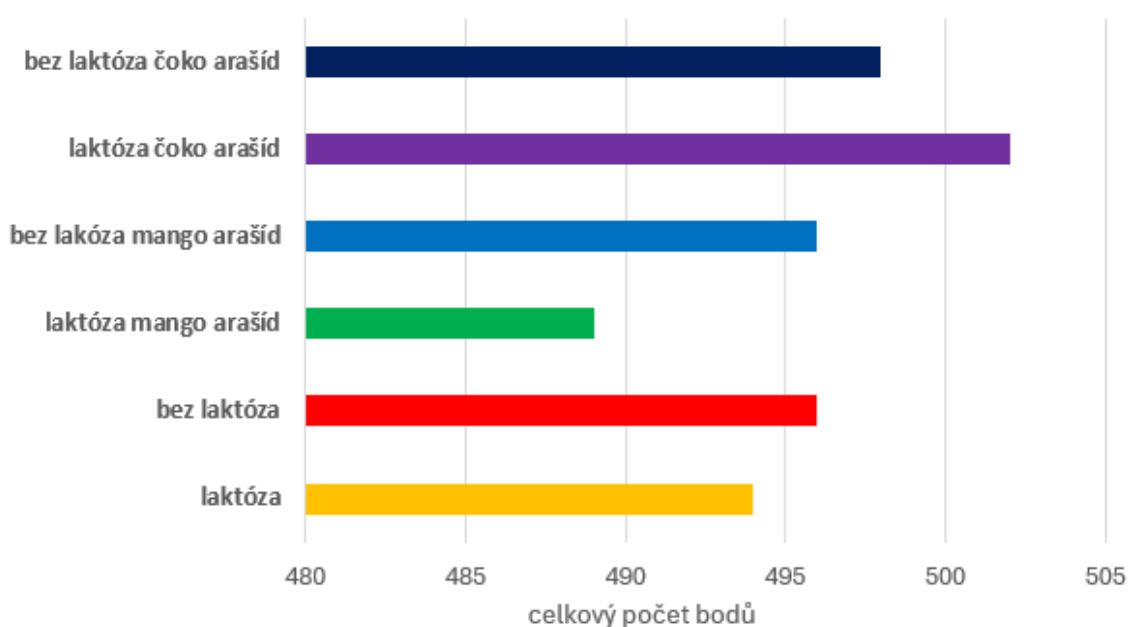
Příjemnost vůně

Příjemnost vůně byla vyhodnocena obdobně u všech nápojů, ovšem s mírným rozdílem dopadla nejlépe bezlaktózová verze z čokoládové syrovátky a arašídovým olejem, zde hodnotitelé často cítili vůni čokolády a ořechů. Nejhůře byla hodnocena bezlaktózová verze z neochucené syrovátky, zde hodnotitelé často cítili hnůj a seno.

Celková příjemnost chuti

Chuťově byl nejlépe vyhodnocen bezlaktózový nápoj z čokoládové syrovátky. Hodnotitelé zde často cítili chuť kakaových bobů a čokolády. Hůře byla vyhodnocena bezlaktózová verze z neochucené syrovátky a laktózová verze z čokoládové syrovátky, obě se stejným výsledkem. Nejhůře byla vyhodnocena laktózová verze z neochucené syrovátky.

Vyhodnocení nejlepšího syrovátkového nápoje S2

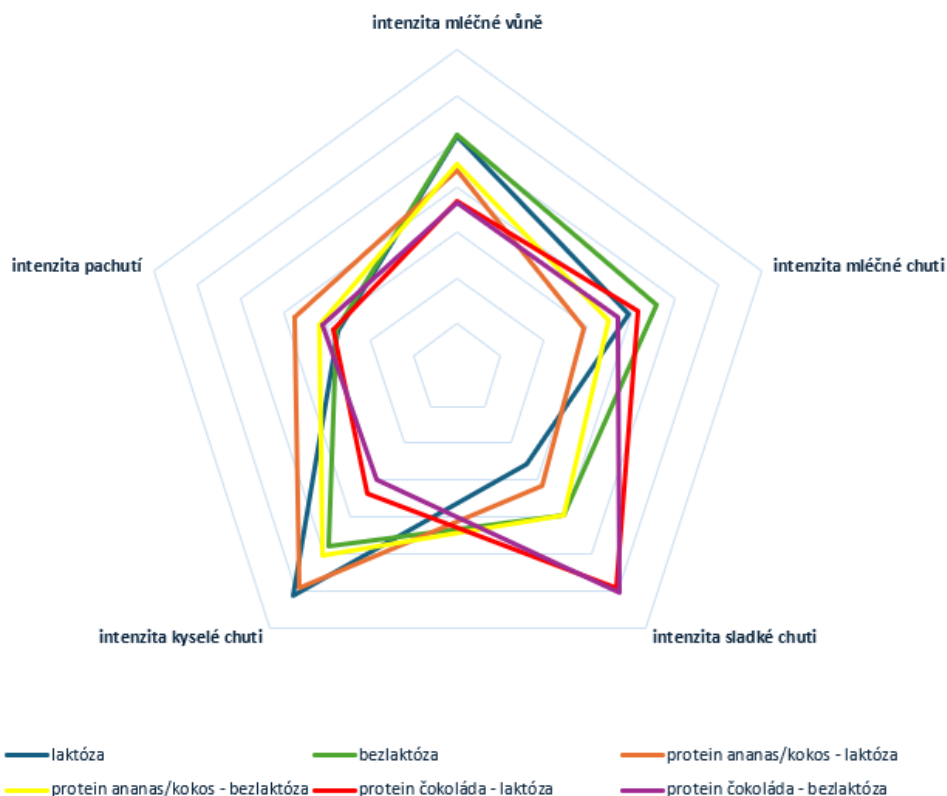


Obrázek č.41: Vyhodnocení nejlépe hodnoceného nápoje druhé senzoričké analýzy dle dílčích deskriptorů (sloupcový graf)

Vyhodnocení nejlepšího syrovátkového nápoje druhé senzoričké analýzy

Vyhodnocení nejlepšího syrovátkového nápoje probíhalo na základě součtu bodů dle čtyř hlavních deskriptorů: celkového vzhladu, příjemnosti vůně, příjemnosti chuti a příjemnosti barvy. Na obrázku č.41 lze vidět, že nejlepším syrovátkovým nápojem dle hodnocení deskriptorů se stal laktózový nápoj z čokoládové syrovátky s arašídovým olejem, ihned za ním bezlaktózová verze tohoto nápoje. Za ním se umístil s totožným výsledkem bezlaktózový nápoj z neochucené syrovátky, a bezlaktózový nápoj s arašídovým olejem a mangem. Nejhůře vyhodnoceným nápojem byl laktózový nápoj s arašídovým olejem a mangem.

Výsledky senzoričké analýzy S3 - intenzity vůní/chutí a pachutí



Obrázek č.42: Výsledky hodnocení senzoričkého profilu S3 - intenzity vůní, chutí a pachutí

Intenzita mléčné vůně

Jak lze vidět na obrázku č.42 nejvyšší intenzitou mléčné vůně disponovaly obě verze nápojů z neochucené syrovátky. Nižší intenzitou, s podobným výsledkem, disponovaly nápoje obou verzí s proteinem a ananasem. Úplně nejnižší intenzitou disponovaly obě verze čokoládových nápojů s proteinem.

Intenzita mléčné chuti

Nejvyšší intenzitou mléčné chuti disponoval bezlaktózový nápoj z neochucené syrovátky, dále se umístil se stejným výsledkem proteinový čokoládový nápoj v laktózové verzi a laktózový nápoj z neochucené syrovátky. Nižší intenzitou disponovala bezlaktózová verze proteinového nápoje s ananasem. Nejnižší intenzita mléčné chuti byla vyhodnocena u laktózové verze tohoto nápoje.

Intenzita sladké chuti

Podle očekávání nejvyšší intenzitou sladké chuti disponoval bezlaktózový nápoj s proteinem z čokoládové syrovátky. Ihned za ním se umístila laktózová verze tohoto nápoje. O něco nižší intenzitou disponovaly se stejným výsledkem bezlaktózový nápoj z neochucené syrovátky a bezlaktózový nápoj s proteinem a ananasem. Za ním se umístila laktózová verze

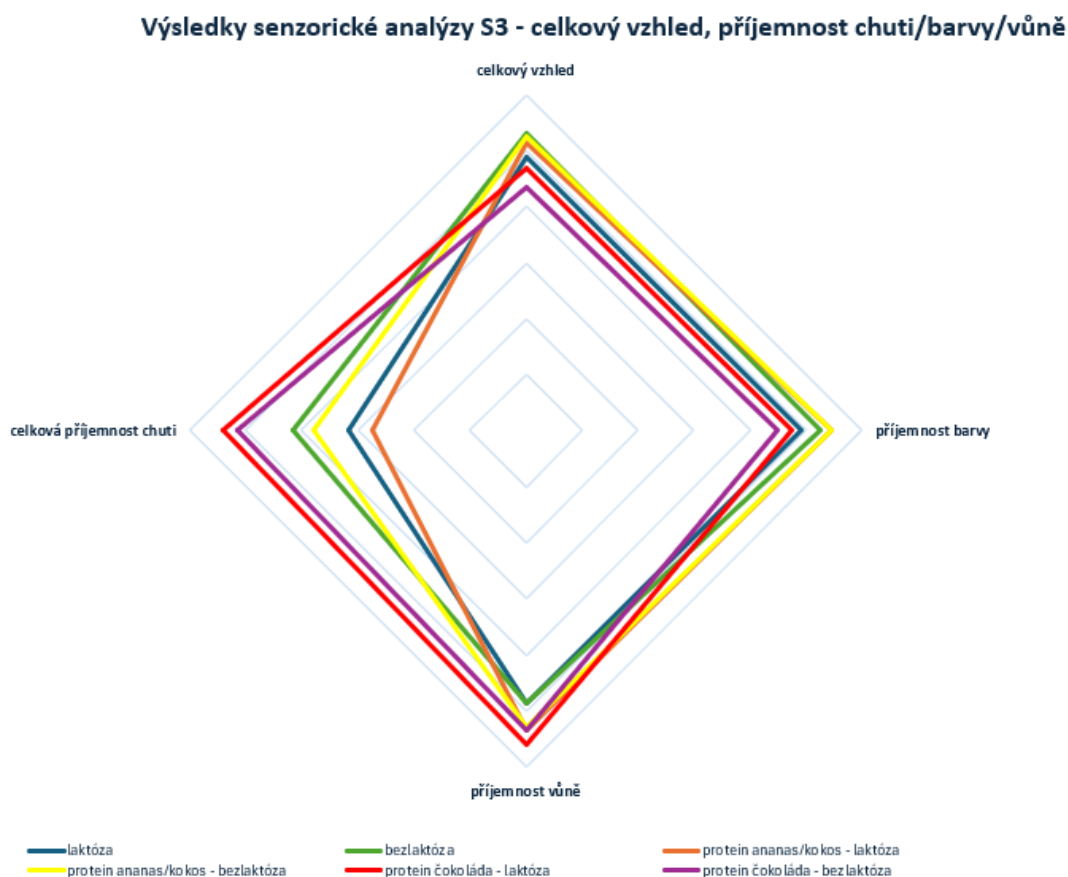
tohoto nápoje s ananasem. Úplně nejnižší intenzitou sladké chuti disponoval laktózový nápoj z neochucené syrovátky.

Intenzita kyselé chuti

Nejvyšší intenzitou kyselé chuti disponoval s obdobným výsledkem laktózový nápoj z neochucené syrovátky a laktózový nápoj s proteinem a ananasem. O něco nižší intenzitou disponovala se stejným výsledkem bezlaktózová verze tohoto nápoje s ananasem a bezlaktózový nápoj z neochucené syrovátky. Nejnižší kyselou chuti disponovaly obě verze čokoládových nápojů s proteinem.

Intenzita pachutí

Nejvyšší intenzitou pachutí disponoval laktózový nápoj s proteinem a ananasem. Ihned za ním se umístil nápoj v bezlaktózové verzi s ananasem. Hodnotitelé u těchto dvou verzí velmi často cítili pachutí shnilého ovoce a octa. Nižší intenzitou pachutí disponovaly zbylé verze nápojů, výsledek byl zde velmi obdobný.



Obrázek č.43: Výsledky hodnocení senzoričkého profilu S3 - celkový vzhled, příjemnost chuti/barvy/vůně

Celkový vzhled

Dle obrázku č.43 nejlepším vzhledem disponoval bezlaktózový nápoj z neochucené syrovátky. Ihned za tímto nápojem se umístily nápoje v následujícím pořadí: bezlaktózový nápoj s proteinem a ananasem, laktózová verze tohoto nápoje a laktózová verze z neochucené syrovátky. Nejhůře byly vyhodnoceny čokoládové verze nápojů.

Příjemnost barvy

Příjemnost barvy byla vyhodnocena obdobně jako u celkového vzhledu. Nejlepší příjemností barvy disponoval bezlaktózový nápoj z neochucené syrovátky. Nejhůře byly vyhodnoceny čokoládové verze syrovátkových nápojů.

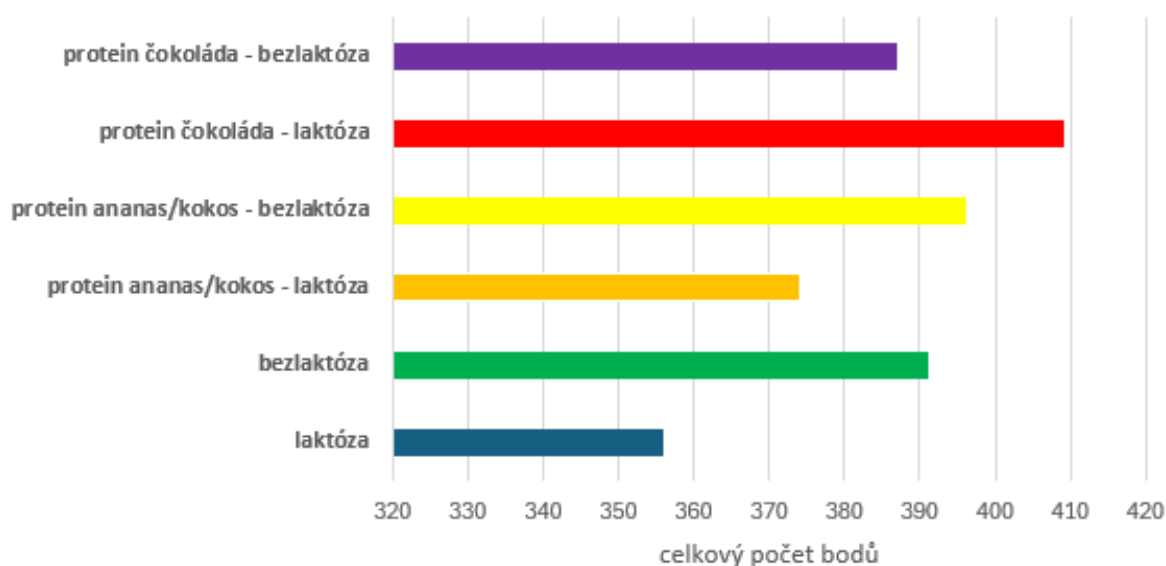
Příjemnost vůně

Nejpříjemnější vůní disponovaly čokoládové verze syrovátkových nápojů. Hodnotitelé zde často cítili vůni kakaových bobů a čokolády. Ihned za čokoládovými variantami se umístily obě verze s ananasem a kokosem. Hodnotitelé zde cítili vůni ananasu a dalšího tropického ovoce. Nejhůře byly vyhodnoceny verze z neochucených syrovátek.

Celková příjemnost chuti

Chuťově byly nejlépe vyhodnoceny čokoládové verze syrovátkových nápojů s proteinem, zajímavosti zde je, že laktózová verze se umístila o trochu lépe než verze bezlaktózová. Hodnotitelé zde často cítili chuť kakaových bobů a čokolády. Dále byly nápoje vyhodnoceny v tomto pořadí: bezlaktózový nápoj z neochucené syrovátky, bezlaktózový nápoj s proteinem ananasem a laktózová verze nápoje z neochucené syrovátky. Nejhůře byl chuťově vyhodnocen laktózový nápoj s proteinem a ananasem. Hodnotitelé zde cítili v ústech chuť zkaženého ovoce nebo měli problém chuť identifikovat.

Vyhodnocení nejlepšího syrovátkové nápoje S3



Obrázek č.44: Vyhodnocení nejlépe hodnoceného nápoje třetí senzoričké analýzy dle dílčích deskriptorů (sloupcový graf)

Vyhodnocení nejlepšího syrovátkové nápoje třetí sensorické analýzy

Vyhodnocení nejlepšího syrovátkové nápoje probíhalo na základě součtu bodů (viz Tabulka č.16) dle čtyř hlavních deskriptorů: celkového vzhledu, příjemnosti vůně, příjemnosti chuti a příjemnosti barvy. Na obrázku č.44 lze vidět, že nejlepším syrovátkovým nápojem, dle hodnocení deskriptorů, se stal laktóзовý nápoj s proteinem z čokoládové syrovátky, dále se umístily nápoje v následujícím pořadí: bezlaktóзовé verze s proteinem a ananaseм, bezlaktóзовá verze z neochucené syrovátky, bezlaktóзовá verze s proteinem z čokoládové syrovátky a laktóзовá verze s proteinem a ananaseм. Nejhůře vyhodnoceným nápojem třetí sensorické analýzy se stal laktóзовý nápoj z neochucené syrovátky.

Tabulka č.16: Bodové hodnocení syrovátkových nápojů první sensorické analýzy

Typ syrovátkového nápoje	Počet bodů
laktóza	590
bez laktóza	601
laktóza čoko	567
bez laktóza čoko	574

Tabulka č.17: Bodové hodnocení syrovátkových nápojů druhé sensorické analýzy

Typ syrovátkového nápoje	Počet bodů
laktóza	494
bez laktóza	496
laktóza mango arašíd	489
bez laktóza mango arašíd	496
laktóza čoko arašíd	502
bez laktóza čoko arašíd	498

Tabulka č.18: Bodové hodnocení syrovátkových nápojů třetí sensorické analýzy

Typ syrovátkového nápoje	Počet bodů
laktóza	356
bezlaktóza	391
protein ananas/kokos - laktóza	374
protein ananas/kokos - bezlaktóza	396
protein čokoláda - laktóza	409
protein čokoláda - bezlaktóza	387

6 Diskuse

Díky obsahu přirozených složek představuje syrovátka významný zdroj nutričních látek. Obecně bývá syrovátka často spojována s protizánětlivými, antioxidačními, ale také s protinádorovými účinky. Velmi hodnotnou složkou, která je spojována s pozitivní vlivy na lidské zdraví, jsou syrovátkové bílkoviny. Jak tvrdí Macwan et al. (2016), jedná se o velmi biologicky hodnotné bílkoviny, které se řadí hned za vaječným proteinem z hlediska nutriční hodnoty. Dle Khezri & Dehghan (2016) v minulosti proběhlo několik studií, které se zabývaly vlivem příjmu syrovátkových bílkovin z potravy na růst zhoubných nádorů v tlustém střevě. Studie probíhala testováním na hlodavcích. Bylo prokázáno, že příjem syrovátkových bílkovin pozitivně ovlivnil růst nádorů, nádory byly mnohem menší a méně početné. Je zapotřebí v tomto ohledu provést více studií, ale potenciálně by mohla mít syrovátka hlubší využití ve farmaceutickém průmyslu.

Dle Jeličić et al. (2008) syrovátka nachází v potravinářském průmyslu různá uplatnění, přičemž často slouží k dehydrataci do formy syrovátkového prášku. Tento prášek prochází dále ultrafiltrací, tím vzniká koncentrát syrovátkového proteinu. Koncentrát může dále procházet další ultrafiltrací nebo může být rovnou využit k výrobě bílkovinných suplementů, které jsou často konzumovány sportovci. Navýšení příjmu bílkovin totiž dle Tsermoula et al. (2021) pomáhá k nárůstu svalové hmoty nebo může zajistit ochranou funkci svalů při kalorickém deficitu v období diety. Jelikož vzniká nadměrné množství syrovátky, může být výroba fermentovaných nápojů zajímavým ekonomickým řešením tohoto problému.

Hlavním cílem této práce bylo navrhnout nový typ fermentovaného nápoje na bázi sladké syrovátky, který by mohl být senzorycky atraktivní pro český a vietnamský trh. Inovací receptury spočívalo ve fortifikaci nápojů nenasycenými mastnými kyselinami a bílkovinami. Fortifikace nenasycených mastných kyselin spočívalo v nahrazení 20 % mléčného tuku arašídovým olejem. Bílkoviny byly fortifikovány pomocí mandlového proteinu. Jelikož se jedná o inovativní recepturu, doposud se na českém a vietnamském trhu podobný produkt neobjevil. Bezlaktózové verze těchto nápojů by mohly být zajímavou možností pro vietnamské spotřebitele konzumovat mléčné výrobky, jelikož téměř celá vietnamská populace trpí laktózovou intolerancí. Podíl laktózové intolerance se zde statisticky pohybuje velmi vysoko, dle JanssenDuijghuisen et al. (2023) se pohybuje od 80 % až po 100 %.

Vypadá to, že ve v posledních letech ve Vietnamu postupně roste zájem o mléčné produkty bez laktózy, jak se zvyšuje povědomí o intoleranci na laktózu. Avšak stále panuje určitá zmatenost v důsledku nepřesných informací. Jak udává Nguyen (2014), téměř polovina populace není seznámena s pojmem "bez laktózy". Bylo by proto vhodné vietnamskou populaci v tomto směru edukovat a informovat. Příkladem by mohly být letáčky, které by byly přiloženy k zakoupeným produktům, kde by problematika laktózové intolerance mohla být zajímavou formou objasněna.

Na území České Republiky je pouze omezené množství výrobců syrovátkových nápojů, ovšem z důvodu zvyšující se poptávky konzumentů po zdravějších alternativách potravin, dochází postupně k nárůstu firem, které se výrobou začínají zabírat. K významným výrobcům

na našem území patří především společnost Brazzale Moravia a.s., která vyrábí sýry a syrovátkové nápoje již od počátku roku 2011. Na český trh v tomto roce přišli s neochucenými, ale také s ochucenými variantami nápojů. Prodávají celkem tři ochucené varianty: příchutí mango/maracuja, brusinka a růžový grep. Mezi další významné výrobce patří Madeta, ta v roce 2012 přišla na trh s ochucenými variantami syrovátkových nápojů s názvem „Fitness, které jsou určeny pro sportovce. Poměrně novým výrobcem na českém trhu je firma Dacte s.r.o., která se specializuje na výrobu a prodej BIO potravin. Ve svém sortimentu mají několik příchutí ochucených syrovátkových nápojů: borůvka, jahoda, konopí, máta, ale také syrovátkový nápoj s přídavkem lyofilizované červené řepy. V nedávné době se do výroby syrovátkových nápojů přidaly také menší farmy a mini mlékárny. Příkladem může být mini-mlékárna Anguso, která vyrábí výrobky s názvem „Farmilk“. Z malých farem se jedná o farmu Babina a farmu rodiny Němcovy s.r.o.

Vietnamský mléčný průmysl se dle Hoang et al. (2021) řadí mezi nejstabilnější odvětví, které vykazuje trvalý a stabilní růst. Má nejrychlejší tempo růstu mezi všemi potravinářskými odvětvími a podle odhadů společnosti Au Viet Securities se bude tento vysoký růst udržovat i v delším časovém horizontu. Vietnamci průměrně vypijí 14,8 litrů mléka ročně a spotřeba každým rokem stoupá.

Khanh (2016) udává, že vietnamští zákazníci jsou často otevřeni novým věcem podobně jako v ostatních asijských zemích. Velmi rádi mění značky mléka a ochutnávají nové příchutě. Právě toto lze označit za klíčový faktor, kterým lze s novými výrobky na tomto trhu prorazit. Konzumenti rádi nakupují především v supermarketech, mlékárnách, oficiálních prodejnách a také ve drobných obchodech s potravinami. Pro firmy je klíčové, aby právě tato prodejní místa byly vždy snadno dostupná, protože mnoho rozhodnutí o nákupu se často udělá přímo v obchodě. Pokud vietnamská rodina bez dětí vypije mléko za 7 dní a rodina s alespoň jedním dítětem za 3 týdny, je důležité, aby výrobci balili své produkty tak, aby odpovídaly spotřebitelskému zvyku. Dle Hoang et al. (2023) mezi klíčové firmy na trhu se zpracovanou syrovátkou patří především Vinamilk, Nestlé, Danone, skupina Bel, Friesland Campina a Fonterra. Firma Vinamilk se zaměřuje spíše na dětské spotřebitele a vyrábí ochucené syrovátkové nápoje s názvem „YOGurt“ v různých příchutích: čokoláda, jahoda, vanilka a jablko.

Syrovátkové nápoje, které byly předmětem této studie, byly vyrobeny z čerstvého mléka, které bylo získáno na Farmě Struhy v Písku. Hodnocení těchto nápojů bylo provedeno pomocí pořadové zkoušky a analýzy senzorického profilu. Analyzované deskriptory zahrnovaly: celkovou příjemnost chuti, celkový vzhled, příjemnost barvy, příjemnost vůně, intenzitu mléčné vůně, intenzitu mléčné chuti, intenzitu sladké chuti, intenzitu kyselé chuti a intenzitu pachutí.

Během výroby bylo vytvořena receptura několika druhů ochucených syrovátkových nápojů-čokoláda, mango/maracuja a ananas/kokos. Dle Shraddha & Nalawade (2015) je základem ovocných nápojů tekutá syrovátka a ovocný džus, často ve formě koncentrátu. Nejčastěji jsou k výrobě využívány citrusové plody, hruška, maliny, směs manga a jiné kombinace exotického ovoce. Podle Souza et al. (2019) největší část nabídky na brazilském

trhu tvoří nápoje na bázi syrovátky s příchutí jahod. Dle Sady et al. (2017) je zajímavou možností dochucovat nápoje pomocí čokolády, kávy nebo vanilky. Djurić et al. (2004) uvádí, že ovocné ingredience se osvědčují v překrývání nepříjemného zápachu vařeného mléka a kyselost chuti syrovátky. V této práci bylo prokázáno, že čokoláda dokáže zcela překrýt chuť vařeného mléka, kyselost chuti syrovátky a pachutě. Hodnotitelé si u neochucených verzí syrovátkových nápojů často stěžovali na kyselou chuť, nepříjemnou vůni a vysokou intenzitu pachutí. U příchutí mango/maracuja a ananas/kokos nedošlo k úplnému překrytí nepříjemných chutí, což je v rozporu s tím, co tvrdí Baljeet et al. (2013). Vůně byla u ovocných nápojů byla ovšem daleko lépe hodnocena než u neochucených variant.

Djurić et al. (2004) dále uvádí, že nápoje doslazovány cukrem, případně fruktózou nebo sacharózou, získaly mnohem lepší sensorická hodnocení. Tento výrok byl potvrzen, výsledky pořadové zkoušky jasně prokázaly, že bezlaktózové verze nápojů byly vždy hodnoceny lépe než verze laktózové. U bezlaktózových verzí totiž došlo k rozštěpení laktózy pomocí enzymu laktázy, tím se stal nápoj sladším. Zdá se tedy, že pro spotřebitele je sladkost chuti velmi důležitým faktorem.

Během první výroby byly vyrobeny čokoládové a neochucené verze syrovátkových nápojů. Výsledky byly jednoznačné ve prospěch čokoládových verzí, lépe byla vyhodnocena příjemnost chuti a vůně, což také uvádí (Sady et al. 2017). Hodnotitelé cítili často vůni kakaových bobů, čokolády a čokoládového termixu, chuťově cítili čokoládu. Jediným nedostatkem čokoládových nápojů byl jejich vzhled, který byl podstatně hůře hodnocen než u neochucených verzí.

V průběhu druhé výroby byly vyrobeny čtyři verze nápojů, kde bylo 20 % mléčného tuku nahrazeno arašídovým olejem. Dvě verze byly ochuceny čokoládou a dvě byly ochuceny džusem s příchutí mango/maracuja. Pro porovnání byly vyrobeny také neochucené verze nápojů bez oleje. Nejlépe byly vyhodnoceny čokoládové verze nápojů s arašídovým olejem. Hodnotitelé často cítili chuť čokolády a ořechů, což se jeví jako ideální kombinace. Nedostatkem byl nepříliš atraktivní vzhled, nápoj měl odstín světle hnědé barvy a arašídový olej tvořil na povrchu nápoje mastná oka. Nejhůře byla pořadovou zkouškou vyhodnocena příchutí mango/maracuja, která nedokázala překrýt pachutě a kyselou chuť syrovátky. Hodnotitelé zde většinou ani nepoznali chuť manga a cítili nepříjemné pachutě, které nedokázali identifikovat. Ovšem vzhledově byla tato varianta vyhodnocena mnohem lépe než varianta čokoládová.

V průběhu třetí výroby byly vyrobeny proteinové varianty syrovátkových nápojů. Tyto varianty byly obohaceny mandlovým proteinem a ochuceny čokoládou nebo příchutí ananas/kokos. Nejlépe byly opět vyhodnoceny čokoládové varianty, pořadovou zkouškou byla nejlépe vyhodnocena bezlaktózová čokoládová verze. Mandlový protein disponoval pro hodnotitele příjemnou vůní, hodnotitelé cítili vůni mandlí a v kombinaci s čokoládou se jednalo o chutný nápoj plný bílkovin. Vzhled byl u čokoládových variant opět vyhodnocen nejhůře. Mandlový protein se po určité době usadil na spodu nádoby a vytvořil bílou nevzhlednou vrstvu.

Výsledky práce mohou pomoci k vytvoření receptury syrovátkových nápojů na bázi sladké syrovátky, které budou sensoricky atraktivní pro český a vietnamský trh. Nejlepší variantou se jeví bezlaktózové varianty čokoládových nápojů, jsou chuťově velmi dobré, vůně čokolády umocňuje dobrý dojem z nápoje, ovšem bylo by dobré se zaměřit na vzhled nápoje, který není příliš atraktivní. Jedním z řešení může být zakrytí nápoje etiketou nebo zbarvení nápoje do tmavšího odstínu hnědé. Nápoje s náhradou 20 % mléčného tuku arašídovým olejem mají velký potenciál, jedná se o zdravější variantu nápojů a kombinace čokolády s ořechy se jeví velmi atraktivní. Nedostatkem jsou viditelná mastná oka, která kazí vizuální dojem nápoje, odstranění by se mohlo provést pomocí emulgátorů, ovšem to je předmětem dalších studií.

Proteinové nápoje mají také velký potenciál, mohly by oslovit sportovce, kteří dbají na zvýšený příjem bílkovin. Celý dojem nápoje trochu kazí vrstva usazených bílkovin, která vzniká po delší době stání nápoje. Je na zvážení, zda neexistují lepší zdroje bílkovin, kterými nápoj fortifikovat.

7 Závěr

Cílem této práce byl návrh nové receptury pro fermentovaný syrovátkový nápoj, který bude sensoricky atraktivní pro český a vietnamský trh. Jelikož na trhu není mnoho produktů tohoto typu, může být toto zajímavou možností, jak s novým produktem prorazit a pomoci vietnamské populaci ke konzumaci mléčných výrobků.

Produkce syrovátky se neustále zvyšuje. Právě to nutí mlékárenský průmysl k zamyšlení efektivního využití z důvodu ekonomického a environmentálního. Jelikož se cena syrovátky pohybuje poměrně nízko, nemusela by být výroba tak nákladná. Výsledná cena produktu by mohla být pro spotřebitele finančně přijatelná. Výsledky práce by mohly pozitivně ovlivnit pohled na syrovátku a také zefektivnit její využití.

Syrovátka je velmi cenný zdroj biologicky hodnotných bílkovin, laktózy, minerálních látek a také vitamínů. Syrovátkové bílkoviny disponují mnoha pozitivními vlastnosti na lidské zdraví, hlubší využití ve farmaceutickém průmyslu a medicíně je předmětem dalších studií.

V potravinářském průmyslu nachází syrovátka různá uplatnění, přičemž často slouží k dehydrataci do formy syrovátkového prášku, ten slouží ke krmení zvířat nebo ho lze dále upravit pomocí ultrafiltrace na koncentrát syrovátkového proteinu. Koncentrát syrovátkových proteinů je na trhu vysoké množství a poptávka po nich je vysoká. Konzumují ho velmi často sportovci za účelem nabírání svalové hmoty nebo při kalorické deficitu v období diety, aby nedošlo k velkým ztrátám svalové hmoty. Ovšem díky zvyšujícímu se povědomí o pozitivní vlivech syrovátky na lidské zdraví se o bílkovinné doplňky začínají zajímat lidé, kteří nespportují.

V této práci bylo sledováno celkové hodnocení syrovátkových nápojů v různých variantách a příchutích. Příchutě byly testovány následující: čokoláda, mango/maracuja a ananas/kokos. Některé varianty nápojů byly obohaceny arašídovým olejem a některé byly fortifikovány o bílkoviny pomocí mandlového proteinu.

Výsledky celkem tří sensorických analýz prokázaly, že pro spotřebitele je velmi důležitým faktorem sladká chuť, která byla nejlépe vyhodnocena u bezlaktózových variant nápojů. Z ochucovacích složek byla nejlépe hodnocena čokoláda. Bezlaktózové verze čokoládových nápojů všech variant by mohly být ideálním produktem pro český i vietnamský trh. Vietnamská populace trpí ve velkém měřítku laktózovou intolerancí a bezlaktózových produktů na trhu není mnoho. Na českém trhu se také objevuje pouze omezené množství syrovátkových nápojů, příkladem mohou být produkty od Madety a produkty menších farem/mlékáren. Lze předpokládat, že u spotřebitelů v České Republice bude velmi důležitým faktorem cena produktů.

Na základě shrnutí výsledků této práce se dá říci, že výroba nápojů je efektivním využitím syrovátky, která je momentálně produkována ve vysokém množství. To by mohlo výrazně ekonomicky pomoci menším farmám a mlékárnám. Další výzkumy by se měly zaměřit na sladké verze nápojů, které disponovaly nejlepším chuťovým zážitkem. Velký potenciál má syrovátkový nápoj s arašídovým olejem, který představuje zdravější verzi nápoje, ovšem celý

dojem kazí vzhled mastných ok na povrchu nápoje. Do budoucna by bylo dobré se na tento problém zaměřit.

8 Literatura

- Abd El-Gawad MA, Science D, Ahmed NS. 2011. Cheese yield as affected by some parameters review. ACTA Acta Sci. Pol. Technol. Aliment **10**:131-153.
- Ali AH, Wei W, Wang X. 2020. Characterisation of bovine and buffalo anhydrous milk fat fractions along with infant formulas fat: Application of differential scanning calorimetry, Fourier transform infrared spectroscopy and colour attributes. LWT (e109542) DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109542.
- Alsaed AK, Ahmad R, Aldoomy H, El-Qader SA, Saleh D, Sakejha H, Mustafa, L. 2013. Characterization, concentration and utilization of sweet and acid whey. Pakistan Journal of Nutrition **12**:172-177.
- Arias A, Costa CE, Feijoo G, Moreira MT, Domingues L. 2023. Process modeling, environmental and economic sustainability of the valorization of whey and eucalyptus residues for resveratrol biosynthesis. Waste Management **172**:226-234.
- Atik DS, Huppertz T. 2023. Melting of natural cheese: A review. International Dairy Journal. Elsevier Ltd.
- Bilsborough S, Mann N. 2006. A review of issues of dietary protein intake in humans. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. Human Kinetics Publishers Inc.
- Bonfatti V, Cecchinato A, Gallo L, Blasco A, Carnier P. 2011. Genetic analysis of detailed milk protein composition and coagulation properties in Simmental cattle. Journal of Dairy Science **94**:5183-5193.
- Boscaini S, Skuse P, Nilaweera KN, Cryan JF, Cotter PD. 2023. The 'Whey' to good health: Whey protein and its beneficial effect on metabolism, gut microbiota and mental health. Trends in Food Science and Technology. Elsevier Ltd.
- Britten M, Giroux HJ. 2022. Rennet coagulation of heated milk: A review. International Dairy Journal. Elsevier Ltd.
- Bruzaroski SR, Correia S, de S Devara, LF da S, Poli-Frederico RC, Fagnani R, Santana.2023. Influence of the storage temperature of raw sheep milk on the spoilage potential of *Pseudomonas* spp. Small Ruminant Research DOI: 10.1016/j.smallrumres.2023.106998.
- Chatzipaschali AA, Stamatis AG. 2012. Biotechnological utilization with a focus on anaerobic treatment of cheese whey: Current status and prospects. Energies. MDPI AG.
- Czerniawska-Piątkowska E, Nagórska O. 2017. Effect of age at first calving and calving interval length on milk performance in cows. Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica **338**:21-26.
- Das B, Sarkar S, Maiti S, Bhattacharjee S. 2016. Studies on production of ethanol from cheese whey using *Kluyveromyces marxianus* Materials Today: Proceedings. Získáno z: www.sciencedirect.comwww.materialstoday.com/proceedings
- de Kruif CG, Holt C. 2003. Casein Micelle Structure, Functions and Interactions. In: Advanced Dairy Chemistry-1 Proteins. Springer US.
- de Matos Reis S, Mendes G, da RL Mesquita BA, de C Lima WJN, Pinheiro CAFD, Ruas FAO, Santos GLM, Brandi IV. 2021. Development of milk drink with whey fermented and acceptability by children and adolescents. Journal of Food Science and Technology **58**:2847-2852.
- De Wit JN. 1998. Nutritional and Functional Characteristics of Whey Proteins in Food Products. Journal of Dairy Science **81**:597-608.

- de Zawadzki A, Paganelli MO, Garcia AC, Skibsted LH. 2020. Hydroxycarboxylate combinations for increasing solubility and robustness of supersaturated solutions of whey mineral residues. *Food Research International* (e109525) DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109525.
- Djurić M, Carić M, Milanović S, Tekić M, Panić M. 2004. Development of whey-based beverages. In: *European Food Research and Technology* **219**:321–328.
- Dragone G, Mussatto SI, Oliveira JM, Teixeira JA. 2009. Characterisation of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation. *Food Chemistry*. **112**:929-935.
- El-Bakry M, Mehta, BM. 2022. Overview of processed cheese and its products. In: *Processed Cheese Science and Technology: Ingredients, Manufacture, Functionality, Quality, and Regulations*. Elsevier: 1-28. ISBN: 9780128214459
- Eugster E, Jakob E, Wechsler D. 2012. Cheese, Processed Cheese, and Whey. In: *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley.
- Fox PF. 2004. *Cheese: chemistry, physics, and microbiology*. Elsevier. ISBN: 0122636538.
- Foxx PF, Guinee TP, Cogann TM, Mcsweeney PLH. 2017. *Fundamentals of Cheese Science Second Edition*.
- G.Chatterjee JD.N.,A.D.,S.Das. 2015. Formulation and statistical evaluation of a ready. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* **14**:253-264.
- Gallardo-Escamilla FJ, Kelly AZ, Delahunty CM. 2005. Sensory characteristics and related volatile flavor compound profiles of different types of whey. *Journal of Dairy Science* **88**: 2689-2699.
- Geiser DL, Chavez CA, Flores-Munguia R, Winzerling JJ, Pham DQD. 2003. Aedes aegypti ferritin: A cytotoxic protector against iron and oxidative challenge? *European Journal of Biochemistry* **270**:3667-3674.
- Ginger MR, Grigor MR. 1999. Comparative aspects of milk caseins *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*. Získáno z: www.elsevier.com/locate/cbpb
- González Siso MI. 1996. The biotechnological utilization of cheese whey: A review. *Bioresource Technology*. Elsevier Science Ltd.
- Gupta C, Prakash D. 2017. Therapeutic potential of milk whey. *Beverages*. MDPI AG.
- Gutiérrez-Hernández CA, Hernández-Almanza A, Hernández-Beltran JU, Balagurusamy N, Hernández-Teran F. 2022. Cheese whey valorization to obtain single-cell oils of industrial interest: An overview. *Food Bioscience*. Elsevier Ltd.
- Hanus O, Samkova E, Křížova L, Hasoňova L, Kala R. 2018. Role of fatty acids in milk fat and the influence of selected factors on their variability - a review. *Molecules*. MDPI AG.
- Higgins JP, Tuttle TD, Higgins CL. 2010. *Energy beverages: Content and safety*. Mayo Clinic Proceedings. Elsevier Ltd.
- Hoang VN, Nguyen TT, Wilson C, Khanal U. 2021. Scale and scope economies in small household rice farming in Vietnam. *Journal of Integrative Agriculture* **20**:3339-3351.
- Hoang V, Nguyen A, Hubbard C, Nguyen KD. 2021. Exploring the governance and fairness in the milk value chain: A case study in vietnam. *Agriculture* **11**:120-135.
- Hoang V, Saviolidis NM, Olafsdottir G, Bogason S, Hubbard C, Samoggia A, Nguyen V, Nguyen D. 2023. Investigating and stimulating sustainable dairy consumption behavior: An exploratory study in Vietnam. *Sustainable Production and Consumption* **42**: 183-195.
- Huang BX, Kim HY, Dass C. 2004. Probing three-dimensional structure of bovine serum albumin by chemical cross-linking and mass spectrometry. *Journal of the American Society for Mass Spectrometry* **15**:1237-1247.
- Huy N, Tran B. 2018. Potential dairy industry in vietnam.

- Ikonen T, Bovenhuis H, Ojala M, Ruottinen O, Georges M. 2001. Associations between casein haplotypes and first lactation milk production traits in Finnish Ayrshire cows. *Journal of Dairy Science* **84** (e220302) DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(01)74501-8.
- JanssenDuijghuijsen L, Looijesteijn E, van den Belt M, Gerhard B, Ziegler M, Ariens R, Tjoelker R, Geurts J. 2023. Changes in gut microbiota and lactose intolerance symptoms before and after daily lactose supplementation in individuals with the lactase non-persistent genotype. *The American Journal of Clinical Nutrition* (e101016) DOI: 10.1016/j.ajcnut.2023.12.016.
- Jelen P, Currie R, Kadis VW. 1987. Compositional Analysis of Commercial Whey Drinks. *Journal of Dairy Science* **70**: 892-895. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(87)80089-9.
- Jeličić I, Božanić R, Tratnik L. 2008. Whey-based beverages-a new generation of dairy products. *Whey-based beverages*. *Mljekarstvo* **58**:320-365.
- Jensen PR., Dwight R, Fenical W. 1991. Distribution of actinomycetes in near-shore tropical marine sediments. *Applied and Environmental Microbiology* **57**:1102-1108. DOI: 10.1128/aem.57.4.1102-1108.1991.
- Karamanoglu AB, Üniversitesi M, Ucar G, Badem A, Uçar G. 2017. Impact Factor: RJIF 5.14 www.foodsciencejournal.com Volume 2; Issue 1 International Journal of Food Science and Nutrition. Získáno z: <https://www.researchgate.net/publication/330674713>
- Karlsson MA, Langton M, Innings F, Malmgren B, Höjer A, Wikström M, Lundh Å. 2019. Changes in stability and shelf-life of ultra-high temperature treated milk during longtermstorageatdifferenttemperatures.Heliyon(e101016)DOI:10.1016/j.heliyon.2019.e02431.
- Kassem JM. 2015. Future challenges of whey proteins. *International Journal of Dairy Science*. **10**: 139-159. DOI: 10.3923/ijds.2015.139.159.
- Kelleher CM, O'Mahony JA, Kelly AL, O'Callaghan DJ, Kilcawley KN, McCarthy NA. 2018. The effect of direct and indirect heat treatment on the attributes of whey protein beverages. *International Dairy Journal* **85**: 144-152. DOI: 10.1016/j.idairyj.2018.05.011.
- Kelly AL, O'Flaherty F, Fox PF. 2006. Indigenous proteolytic enzymes in milk: A brief overview of the present state of knowledge. In: *International Dairy Journal* **16**: 563-572.
- Khanh M. 2016. Salford Business School Supply Chain Management Practices and the impact on Organisational Performance—Case study of Viet Nam Milk Corporation.
- Khezri S, Dehghan P. 2016. Whey: Characteristics, Applications and Health Aspects. Získáno z: <http://www.bipublication.com>
- Kneifel W, Paquin P, Abert T, Richard JP. 1991. Water-Holding Capacity of Proteins with Special Regard to Milk Proteins and Methodological Aspects—A Review. *Journal of Dairy Science*.
- Kopáček J.2014. Jak poznáme kvalitu? Mléko a mléčné výrobky. Získáno z <http://www.konzument.cz/publikace/jak-pozname-kvalitu>.
- Kotoupas A, Rigas F, Chalaris M. 2007. Computer-aided process design, economic evaluation and environmental impact assessment for treatment of cheese whey wastewater. *Desalination* **213**:238-252. DOI: 10.1016/j.desal.2006.03.611.
- Kumari B, Khanal S, Pradhan M, Bansal N. 2019. Cheese: Importance and Introduction to Basic Technologies. *J. Food Sci. Technol* **11**:125-140.
- Laleye LC, Jobe B, Wasesa AAH. 2008. Comparative study on heat stability and functionality of camel and bovine milk whey proteins. *Journal of Dairy Science* **91**:4527-4534. DOI: 10.3168/jds.2008-1446.

- Li A, Zheng J, Han X, Jiang Z, Yang B, Yang S, Zhou W, Li C, Sun M. 2023. Health implication of lactose intolerance and updates on its dietary management. *International Dairy Journal*. Elsevier Ltd.
- Lindmark Månsson H. 2008. Fatty acids in bovine milk fat. *Food and Nutrition Research* (e103402) DOI: 10.3402/fnr.v52i0.1821.
- Lokuruka M. 2007. Amino Acids and Minerals in a Tropical Nut, *Hyphaene coriacea* (The Turkana Doum Palm). *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. **7**: 1-14. DOI: 10.18697/ajfand.13.2005.
- Lomer MCE, Parkes GC, Sanderson JD. 2008. January Review article: Lactose intolerance in clinical practice - Myths and realities. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*.
- Lucas A, Rock E, Chamba JF, Verdier-Metz I, Brachet P, Coulon JB. 2006. January Respective effects of milk composition and the cheese-making process on cheese compositional variability in components of nutritional interest. *Lait*.
- Macwan SR, Dabhi BK, Parmar SC, Aparnathi KD. 2016. Whey and its Utilization. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* **5**:134-155. DOI: 10.20546/ijcmas.2016.508.016.
- Mądry E, Walkowiak J. 2010. Lactose intolerance-current state of knowledge Investigation of medical crowdfunding phenomenon in Poland. View project. Získáno z: www.food.actapol.net
- Magan JB, O'Callaghan TF, Kelly AL, McCarthy NA. 2021. Compositional and functional properties of milk and dairy products derived from cows fed pasture or concentrate-based diets. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **20**:2769-2800. DOI: 10.1111/1541-4337.12751.
- Market Intelligence Solutions - 6WResearch [online]. 2001 [cit. 2023 03-30]. Dostupné z: <https://www.6wresearch.com/industry-report/vietnam-dairy-ingredients-market>
- Mudgil D, Barak S. 2019. Dairy-based functional beverages. In: *Milk-Based Beverages: Volume 9: The Science of Beverages*. s. 67-93. Elsevier. ISBN: 9780128155042.
- Nanou E, Pliatsika N, Stefas D, Couris S. 2023. Identification of the animal origin of milk via Laser-Induced Breakdown Spectroscopy. *FoodControl* DOI: 10.1016/j.foodcont.2023.110007.
- Ng-Kwai-Hang KF, Kim S. 1996. Different Amounts of Lactoglobulin A and B in Milk from Heterozygous AB Cows. *Dairy Journal*. Vol. 6.
- Nguyen N. 2014. An update of the milk market in Vietnam Lactose-free dairy opportunity.
- Ozel B, McClements DJ, Arkan C, Kaner O, Oztop MH. 2022. Challenges in dried whey powder production: Quality problems. *Food Research International*. Elsevier Ltd.
- Özer B, Evrendilek GA. 2021. Whey beverages. In: *Dairy Foods: Processing, Quality, and Analytical Techniques*. p. 117-137. Elsevier. ISBN: 9780128204788.
- Ozrenk E, Inci SS. 2008. The effect of seasonal variation on the composition of cow milk in Van Province. *Pakistan Journal of Nutrition* **7**:161-164. DOI: 10.3923/pjn.2008.161.164.
- Palmieri N, Forleo MB, Salimei E. 2017. Environmental impacts of a dairy cheese chain including whey feeding: An Italian case study. *Journal of Cleaner Production* **140**:881-889. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.06.185.
- Panghal A, Janghu S, Virkar K, Gat Y, Kumar V, Chhikara N. 2018. Potential non-dairy probiotic products - A healthy approach. *Food Bioscience*. Elsevier Ltd.
- Papademas P, Kotsaki P. 2020. Technological Utilization of Whey towards Sustainable Exploitation. *J Adv Dairy Res*. 1-3. DOI: 10.35248/2329-888X.7.4.231.

- Pereira PC. 2014. Milk nutritional composition and its role in human health. Nutrition. Elsevier Inc.
- Rashidinejad A, Birch EJ, Everett DW. 2016. Interactions between milk fat globules and green tea catechins. Food Chemistry (e101016) DOI: 10.1016/j.foodchem.2015.12.030.
- Ribadeau-Dumas B, Grappin R. 1989. Milk protein analysis. Vol. 69.
- Rocha-Mendoza D, Kosmerl E, Krentz A, Zhang L, Badiger S, Miyagusuku-Cruzado G, Mayta-Apaza A, Giusti M, Jiménez-Flores R, García-Cano I. 2021. Invited review: Acid whey trends and health benefits. Journal of Dairy Science. Elsevier Inc.
- Rohini Shankar J, Kumar Bansal G, Society C. 2013. A study on health benefits of whey proteins. International Journal of Advanced Biotechnology and Research. Vol. 4. Získáno z: <http://www.bipublication.com>
- Roubík L. 2018. Moderní výživa ve fitness a silových sportech. Praha. Erasport. 120 - 162. ISBN 978-80-905685-5-6.
- Ruettimann KW, Ladisch MR. 1987. Casein micelles: structure, properties and enzymatic coagulation.
- Ryan MP, Walsh G. 2016. The biotechnological potential of whey. Reviews in Environmental Science and Biotechnology. Springer Netherlands.
- Sady M, Najgebauer-Lejko D, Domagała J. 2017. The suitability of different probiotic strains for the production of fruit-whey beverages. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria **16**:421-429. DOI: 10.17306/J.AFS.2017.0515.
- Scholz-Ahrens KE, Ahrens F, Barth CA. 2020. February 1 Nutritional and health attributes of milk and milk imitations. European Journal of Nutrition. Springer.
- Šetinová I. 2020. Food allergy and intolerance. Vnitřní Lékařství **66**:340-344. DOI: 10.36290/vnl.2020.099.
- Shraddha RC, C. R., Nalawade T, K. A. 2015. Whey Based Beverage: Its Functionality, Formulations, Health Benefits and Applications. Journal of Food Processing & Technology **6**:73-99. DOI: 10.4172/2157-7110.1000495.
- Skryplonek K, Dmytrów I, Mituniewicz-Matek A. 2019. Probiotic fermented beverages based on acid whey. Journal of Dairy Science **102**:7773–7780. DOI: 10.3168/jds.2019-16385.
- Smithers GW. 2008. Whey and whey proteins-From “gutter-to-gold.” International Dairy Journal.
- Souza FP, Balthazar CF, Guimarães JT, Pimentel TC, Esmerino EA, Freitas MQ, Raices RSL, Silva MC, Cruz AG. 2019. The addition of xyloligoosaccharide in strawberry-flavored whey beverage. LWT **109**:118-122. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.03.093.
- Tsermoula P., Khakimov B, Nielsen JH, Engelsen SB. 2021. WHEY - The waste-stream that became more valuable than the food product. Trends in Food Science and Technology. Elsevier Ltd.
- Valsasina L. 2015. Environmental assessment of ultra-high pressure homogenization for milk and fresh cheese production. Získáno z: <http://www.tetrapak.com/products->
- Vigolo V, Niero G, Ballancin E, De Marchi M. 2024. Variation of lactoferrin and whey protein fractions along different stages of milk technological processing at dairy plant level. International Dairy Journal (e105895) DOI: 10.1016/j.idairyj.2024.105895.
- Visers M. 2009. On-Farm Hygienic Milk Production. Získáno z: <https://www.researchgate.net/publication/238704287>
- Walther B, Schmid A, Sieber R, Wehrmüller K. 2008. Cheese in nutrition and health. In: Dairy Science and Technology **88**:389-405.

- Zeng X, Wang Y, Yang S, Liu Y, Li X, Liu D. 2023. The functionalities and applications of whey/whey protein in fermented foods: a review. *Food Science and Biotechnology*. The Korean Society of Food Science and Technology.
- Zhao C, Chen N, Ashaolu TJ. 2022. Whey proteins and peptides in health-promoting functions – A review. *International Dairy Journal*. Elsevier Ltd.
- Zotta T, Solieri L, Iacumin L, Picozzi C, Gullo M. 2020. Valorization of cheese whey using microbial fermentations. *Applied Microbiology and Biotechnology*. Springer.

9 Zdroje obrázků

Indiagate [online]. [cit. 30.3.2024]. Dostupné z: https://indiagate.ch/rest/?product_cat=rivella-rot

Valio [online]. [cit. 30.3.2024]. Dostupné z: <https://www.valio.ee/en/products/valio-gefilus-wildberry-yoghurt-drink-4x100g>

Henri Willig [online]. [cit. 30.3.2024]. Dostupné z: <https://henriwillig.com/en/hw-trippel-bieren>

Kulturistika.com [online]. [cit. 30.3.2024]. Dostupné z: <https://www.kulturistika.com/sportovni-vyziva/biotechusa-protein-water-zero>

Anguso. [online]. [cit. 30.3.2024]. Dostupné z: <https://anguso.cz/syrovatka-1-l>

Formaggeria. Gran Moravia-syrovátkový nápoj brusinka [online]. [cit. 30.3.2024]. Dostupné z: <https://www.laformaggeriaonline.com/product/syrovatkovy-napoj-brusinka-la-formaggeria-gm-1-l/>

Madeta [online]. [cit. 30.3.2024]. Dostupné z: <https://www.madeta.cz/en>

Fonterra [online]. [cit. 30.3.2024]. Dostupné z: <https://www.fonterra.com/nz/en.html>

Danone. Danone logo [online]. [cit. 30.3.2024]. Dostupné z: <https://danone.cz/>

Vinamilk. [online]. [cit. 30.3.2024]. Dostupné z: <https://www.vinamilk.com.vn/en>

Latella. [online]. [cit. 30.3.2024]. Dostupné z: <https://www.lattella.at/en/products/lattella-classic-mango>

Fuchsmilch. [online]. [cit. 30.3.2024]. Dostupné z: <https://www.fuchsmilch.ch/produkt/molke-drinks/mango-passionsfrucht/>

Aktin. Laktózová intolerance [online]. [cit. 30.3.2024]. Dostupné z: <https://aktin.cz/laktozova-intolerance-cim-je-zpusobena-a-co-se-s-ni-da-delat>

Tomscheese. [online]. [cit. 30.3.2024]. Dostupné z: <https://www.tomscheese.cz/Mezofilni-kultura-CHN-11-d664.htm>

10 Seznam použitých zkratek a symbolů

α-La	laktalbumin
β-Lg	β -laktoglobulin
SA	sérové albuminy
Ig	imunoglobuliny
PUFA	nenasycené mastné kyseliny
SFA	nasycené mastné kyseliny
MUFA	mononenasycené mastné kyseliny
GC	plynová chromatografie
KTJ	kolonie tvořících jednotek
BCAA	esenciální aminokyseliny s rozvětveným řetězcem
ČZU	Česká zemědělská univerzita v Praze

11 Seznam použitých obrázků a tabulek

Obrázek č.1: Diagram technologie zpracování mléka, upraveno autorem (Mendelova univerzita v Brně 2024).....	18
Obrázek č.2: Hlavní zdroje kontaminace kravského mléka, upraveno autorem (Hassan & Frank 2011)	19
Obrázek č.3: Schéma výroby čerstvých sýrů, upraveno autorem (Kumari et al. 2019).....	23
Obrázek č.4: Diagram výroby syrovátkového prášku, upraveno autorem (Rohini Shankar et al. 2013)	29
Obrázek č.5: Diagram výroby syrovátkových proteinů, upraveno autorem (Khezri & Dehghan 2016).....	29
Obrázek č.6: Sycené nápoje značky Rivella (Indiagate 2018)	32
Obrázek č.7: Syrovátkový nápoj Gefilus (Valio 2024)	33
Obrázek č.8: Syrovátkové pivo značky Henri Willig (Henri Willig 2024)	34
Obrázek č.9: Sportovní drink značky BiotechUSA (Kulturistika2024)	34
Obrázek č.10: Syrovátka (Farmilk 2022).....	35
Obrázek č.11: Syrovátkové nápoje La Formaggeria (La Formaggeria 2019).....	35
Obrázek č.12: Syrovátkové ochucené nápoje Fitness (Madeta 2012).....	36
Obrázek č.13: Logo značky Fonterra (Fonterra 2022).....	37
Obrázek č.14: Logo značky Danone (Danone 2024).....	37
Obrázek č.15: Logo značky Vinamilk (Vinamilk 2021).....	38
Obrázek č.16: Syrovátkové produkty značky Vinamilk (Vinamilk 2021)	38
Obrázek č.17: Syrovátkový drink Latella (Latella 2024)	39
Obrázek č.18: Syrovátkový drink Molke (Fuchsmilch 2024)	39
Obrázek č.19: Syrovátkové drinky Rivella (Rivella 2024)	39
Obrázek č.20: Laktózová intolerance ve světě, upraveno autorem (Aktin 2023).....	40
Obrázek č.21: Sada vzorků syrovátkových nápojů na sensorickou analýzu (zdroj: autor práce)	41
Obrázek č.22: Čokoládový topping (zdroj: autor práce)	42
Obrázek č.23: Arašídový olej (zdroj: autor práce).....	42
Obrázek č.24: Mandlový protein (zdroj: autor práce).....	42
Obrázek č.25: Mezofilní aromatická kultura CHN-11 (Tomscheese 2024)	43
Obrázek č.26: Komorový termostat Memmert (zdroj: autor práce)	43
Obrázek č.27: Milkoscan 120 FT 120 FOSS (zdroj: autor práce)	43
Obrázek č.28: Výroba čerstvých sýrů č.15 (zdroj: autor práce)	45
Obrázek č.29: Krájení sýrového zrna (zdroj: autor práce)	45
Obrázek č.30: Výroba čokoládových sýrů č.18 (zdroj: autor práce)	46
Obrázek č.31: Čokoládová náplň Corra (zdroj: autor práce).....	46
Obrázek č.32: Ananasový džus + kokosové mléko (zdroj: autor práce).....	46
Obrázek č.33: Sensorická analýza (zdroj: autor práce)	48
Obrázek č.34: Připravené syrovátkové nápoje na sensorickou analýzu č.2 (zdroj: autor práce)	48
Obrázek č.35: Připravené syrovátkové nápoje na sensorickou analýzu č.3 (zdroj: autor práce)	48
Obrázek č.36: Výsledky hodnocení sensorického profilu S1 - intenzity vůní, chutí a pachutí.51	
Obrázek č.37: Výsledky hodnocení sensorického profilu S1 - celkový vzhled, příjemnost chuti/barvy/vůně	53

Obrázek č.38: Vyhodnocení nejlépe hodnoceného nápoje první sensorické analýzy dle dílčích deskriptorů (sloupcový graf).....	54
Obrázek č.39: Výsledky hodnocení sensorického profilu S2 - intenzity vůní, chutí a pachutí.....	55
Obrázek č.40: Výsledky hodnocení sensorického profilu S2 - celkový vzhled, příjemnost chuti/barvy/vůně	56
Obrázek č.41: Vyhodnocení nejlépe hodnoceného nápoje druhé sensorické analýzy dle dílčích deskriptorů (sloupcový graf).....	57
Obrázek č.42: Výsledky hodnocení sensorického profilu S3 - intenzity vůní, chutí a pachutí.....	58
Obrázek č.43: Výsledky hodnocení sensorického profilu S3 - celkový vzhled, příjemnost chuti/barvy/vůně	59
Obrázek č.44: Vyhodnocení nejlépe hodnoceného nápoje třetí sensorické analýzy dle dílčích deskriptorů (sloupcový graf).....	60
Tabulka č.1: Porovnání složení mléka savců, upraveno autorem (Pereira 2014).....	11
Tabulka č.2: Složení obsahu bílkovin kravského mléka, upraveno autorem (Pereira 2014) ...	12
Tabulka č.3: Zastoupení vitamínů B v kravském mléce, upraveno autorem (Pereira 2014) ...	17
Tabulka č.4: Dělení sýrů podle obsahu vody, upraveno autorem (Informační centrum bezpečnosti potravin 2008)	21
Tabulka č.5: Dělení sýrů podle obsahu tuku v sušině, upraveno autorem (Informační centrum bezpečnosti potravin 2008)	21
Tabulka č.6: Porovnání složení sladké a kyselé syrovátky v g/l, upraveno autorem (Papademas & Kotsaki 2020).....	25
Tabulka č.7: Porovnání složení proteinového koncentrátu a izolátu, upraveno autorem (Geiser et al. 2003).....	28
Tabulka č.8: Přehled evropského trhu syrovátkových nápojů, upraveno autorem (Jeličić et al. 2008)	38
Tabulka č.9: Přehled vyrobených syrovátkových nápojů na první sensorickou analýzu (zdroj: autor práce)	47
Tabulka č.10: Přehled vyrobených syrovátkových nápojů na druhou sensorickou analýzu (zdroj: autor práce)	47
Tabulka č.11: Přehled vyrobených syrovátkových nápojů na třetí sensorickou analýzu (zdroj: autor práce)	47
Tabulka č.12: Složení kravského mléka použitého pro výrobu syrovátkových nápojů.....	49
Tabulka č.13: Výsledky Friedmanova testu první sensorické analýzy.....	50
Tabulka č.14: Výsledky Friedmanova testu druhé sensorické analýzy	50
Tabulka č.15: Výsledky Friedmanova testu třetí sensorické analýzy	51
Tabulka č.16: Bodové hodnocení syrovátkových nápojů první sensorické analýzy.....	61
Tabulka č.17: Bodové hodnocení syrovátkových nápojů druhé sensorické analýzy	61
Tabulka č.18: Bodové hodnocení syrovátkových nápojů třetí sensorické analýzy	61

12 Samostatné přílohy

Příloha č.I: Dotazník pro sensorické hodnocení syrovátkových nápojů

DOTAZNÍK PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ SYROVÁTKOVÝCH NÁPOJŮ

Jméno a příjmení: Čas:

Zdravotní stav:Datum:

Úkol 1: Ochutnejte postupně předložené vzorky, předběžně je seřadte podle celkového hodnocení. Výsledky запиšte tak, že **nejlepší vzorek** umístíte na **1. pořadí**, na **poslední pořadí nejhorší** vzorek. Ochutnávání můžete opakovat libovolně, ale vzhledem k únavě chuťových buněk je vhodnější si vystačit s co nejnižším počtem ochutnávek.

Pořadí	1.(nejlepší)	2.	3.	4.	5.	6.(nejhorší)
Číslo vzorku						

Úkol 2: Ochutnejte předložený vzorek syrovátkového nápoje a soustředte se na hodnocení vzhledu, vůně a chuti. V každé tabulce zakřížkujte **u každého vzorku pouze jednu** odpověď.

A) HODNOCENÍ VZHLEDU

CELKOVÝ VZHLED

	vynikající	velmi dobrý	celkem přijatelný/průměrný	nepřijatelný	odporný
vzorek č.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PŘÍJEMNOST BARVY

	vynikající	velmi dobrá	celkem přijatelná/průměrná	nepřijatelná	odporná
vzorek č.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B) HODNOCENÍ VŮNĚ

PŘÍJEMNOST VŮNĚ

	vynikající	velmi dobrá	celkem přijatelná/průměrný	nepřijatelná	odporná
vzorek č.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

INTENZITA MLÉČNÉ VŮNĚ

	velmi silná	výrazná	středně silná	velmi slabá	nepřítomna
vzorek č.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Cítíte jinou vůni? (zakroužkujte)

ANO - NE

Pokud ano, o kterou vůni se jedná? (popište slovy)

C) HODNOCENÍ CHUTI

CELKOVÁ PŘÍJEMNOST CHUTI

	vynikající	velmi dobrá	dobrá	velmi špatná	odporná
vzorek č.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

INTENZITA MLÉČNÉ CHUTI

	velmi silná	výrazná	středně silná	velmi slabá	nepřítomna
vzorek č.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

INTENZITA SLADKÉ CHUTI

	velmi silná	výrazná	středně silná	velmi slabá	nepřítomna
vzorek č.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

INTENZITA KYSELÉ CHUTI

	velmi silná	výrazná	středně silná	velmi slabá	nepřítomna
vzorek č.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

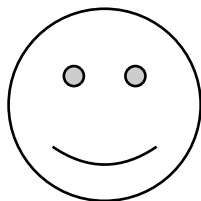
INTENZITA PACHUTÍ

	velmi silná	výrazná	středně silná	velmi slabá	nepřítomna
vzorek č.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vzorek č.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pokud cítíte pachů, o jakou se jedná? (popište slovy)

.....

DĚKUJI MOCKRÁT ZA VYPLNĚNÍ DOTAZNÍKU!



Příloha č.II: Vyhodnocení pořadové zkoušky S1

Hodnotitel	Číslo vzorku			
	1	2	3	4
1	4	3	2	1
2	4	2	1	3
3	4	3	2	1
4	4	3	1	2
5	4	3	2	1
6	1	3	4	2
7	3	2	4	1
8	4	3	2	1
9	4	2	3	1
10	4	2	1	3
11	2	3	1	4
12	2	4	3	1
13	1	2	4	3
14	3	2	4	1
15	4	3	1	2
16	4	2	1	3
17	4	1	3	2
18	1	2	4	3
19	1	2	3	4
20	3	2	1	4
21	2	1	4	3
22	4	2	3	1
23	4	2	3	1
24	3	1	4	2
25	2	1	3	4
26	4	3	2	1
27	4	3	2	1
28	4	2	1	3
29	4	3	2	1
30	4	1	3	2
31	4	3	2	1
32	3	4	1	2
33	1	3	2	4
34	2	1	3	4
35	3	2	4	1
36	4	3	2	1
37	1	2	3	4
38	4	3	2	1
39	4	3	1	2
40	4	2	1	3
41	4	3	2	1
42	2	1	4	3
43	4	3	1	2

Příloha č.III: Vyhodnocení pořadové zkoušky S2

Hodnotitel	Číslo vzorku					
	1	2	3	4	5	6
1	1	2	4	3	5	6
2	6	5	4	3	1	2
3	6	5	4	3	1	2
4	5	4	2	1	6	3
5	2	6	3	4	1	5
6	3	4	2	1	5	6
7	1	4	6	5	3	2
8	1	2	6	5	4	3
9	6	5	4	2	3	1
10	4	1	5	3	2	6
11	3	4	5	6	1	2
12	4	1	5	6	2	3
13	3	2	5	6	1	4
14	4	3	2	1	5	6
15	6	5	3	2	4	1
16	6	5	2	1	4	3
17	6	5	1	3	4	2
18	1	2	6	5	4	3
19	2	1	6	5	4	3
20	6	5	4	1	3	2
21	4	1	6	5	2	3
22	1	2	6	5	3	4
23	6	4	5	3	2	1
24	1	2	3	4	6	5
25	1	2	5	6	3	4
26	6	3	5	4	2	1
27	6	3	4	2	1	5
28	1	2	6	5	4	3
29	3	4	5	6	1	2
30	6	4	5	3	2	1
31	6	3	4	2	5	1
32	3	4	6	5	2	1
33	4	5	2	6	3	1
34	6	5	4	3	2	1
35	4	3	5	6	2	1
36	4	3	6	5	1	2
37	2	1	6	5	4	3

Příloha č.IV: Vyhodnocení pořadové zkoušky S3

Hodnotitel	Číslo vzorku					
	1	2	3	4	5	6
1	3	2	6	5	4	1
2	3	4	6	5	2	1
3	4	1	3	2	6	5
4	5	4	6	3	2	1
5	2	3	6	4	5	1
6	6	4	5	2	3	1
7	6	4	5	3	2	1
8	4	3	6	5	1	2
9	6	4	5	3	2	1
10	4	2	6	5	1	3
11	5	4	6	3	1	2
12	6	5	3	4	1	2
13	4	5	6	3	2	1
14	5	4	6	3	1	2
15	3	5	6	4	2	1
16	6	1	5	3	4	2
17	4	3	6	5	2	1
18	6	5	3	2	4	1
19	3	2	5	4	1	6
20	6	2	5	4	3	1
21	5	3	6	4	1	2
22	3	4	5	6	1	2
23	6	3	5	4	2	1
24	3	4	6	5	2	1
25	2	1	3	5	4	6
26	6	5	4	3	1	2
27	4	3	6	5	1	2
28	3	2	4	1	5	6
29	6	3	5	2	1	4

Příloha V: Výsledky hodnocení senzorického profilu S1

	celkový vzhled	příjemnost barvy	příjemnost vůně	intenzita mléčné vůně	celková příjemnost chuti	intenzita mléčné chuti	intenzita slabé chuti	intenzita kyselé chuti	intenzita pachuti
laktóza	149	155	160	156	126	146	103	117	82
bez laktóza	150	158	155	136	138	143	152	88	71
laktóza čoko	132	133	161	104	141	108	164	113	72
bez laktóza čoko	131	131	161	111	151	103	189	82	69

Příloha VI: Výsledky hodnocení senzorického profilu S2

	celkový vzhled	příjemnost barvy	příjemnost vůně	intenzita mléčné vůně	celková příjemnost chuti	intenzita mléčné chuti	intenzita sladké chuti	intenzita kyselé chuti	intenzita pachutí
laktóza	127	130	125	135	112	131	83	82	63
bez laktóza	128	131	124	136	113	127	108	79	63
laktóza mango arašíd	127	135	132	71	95	68	109	122	88
bez laktóza mango arašíd	128	136	130	77	102	71	117	119	91
laktóza čoko arašíd	115	117	139	89	131	101	138	81	72
bez laktóza čoko arašíd	116	119	128	92	135	104	155	74	67

Příloha VII: Výsledky hodnocení senzorického profilu S3

	celkový vzhled	příjemnost barvy	příjemnost vůně	intenzita mléčné vůně	celková příjemnost chuti	intenzita mléčné chuti	intenzita sladké chuti	intenzita kyselé chuti	intenzita pachutí
laktóza	98	98	97	102	63	79	51	123	55
bezlaktóza	106	105	97	103	83	92	79	96	56
protein ananas/kokos - laktóza	103	109	107	87	55	58	63	118	75
protein ananas/kokos - bezlaktóza	105	109	106	90	76	70	79	101	64
protein čokoláda - laktóza	94	95	112	74	108	83	118	67	57
protein čokoláda - bezlaktóza	87	90	107	73	103	74	121	60	62

Příloha VIII: Mastná oka na povrchu syrovátkového nápoje



Příloha IX: Stupnice pro hodnocení senzorického profilu

Deskriptory	Stupnice + bodové ohodnocení				
Celkový vzhled	vynikající (5b)	velmi dobrý (4b)	průměrný (3b)	nepřijatelný (2b)	velmi špatný (1b)
Příjemnost barvy	vynikající (5b)	velmi dobrá (4b)	průměrná (3b)	nepřijatelná (2b)	odporná (1b)
Příjemnost vůně	vynikající (5b)	velmi dobrá (4b)	průměrná (3b)	nepřijatelná (2b)	odporná (1b)
Intenzita mléčné vůně	velmi silná (5b)	výrazná (4b)	středně silná (3b)	velmi slabá (2b)	nepřítomna (1b)
Celková příjemnost chuti	vynikající (5b)	velmi dobrá (4b)	dobrá (3b)	velmi špatná (2b)	odporná (1b)
Intenzita mléčné chuti	velmi silná (5b)	výrazná (4b)	středně silná (3b)	velmi slabá (2b)	nepřítomna (1b)
Intenzita sladké chuti	velmi silná (5b)	výrazná (4b)	středně silná (3b)	velmi slabá (2b)	nepřítomna (1b)
Intenzita kyselé chuti	velmi silná (5b)	výrazná (4b)	středně silná (3b)	velmi slabá (2b)	nepřítomna (1b)
Intenzita pachutí	velmi silná (5b)	výrazná (4b)	středně silná (3b)	velmi slabá (2b)	nepřítomna (1b)