

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality a bezpečnosti potravin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vývoj nového mléčného výrobku s upravenými
dietetickými vlastnostmi**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Natálie Kamarýtová

**Obor studia: Kvalita potravin a zpracování zemědělských
produktů**

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

Konzultant: Ing. Lucie Rysová

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vývoj nového mléčného výrobku s upravenými dietetickými vlastnostmi" jsem vypracovala 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 autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 6. 4. 2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Veronice Legarové, Ph.D. za cenné rady, připomínky a zkušenosti při psaní diplomové práce. Také velmi děkuji své rodině a přátelům za podporu při studiu v jakékoliv formě.

Vývoj nového mléčného výrobku s upravenými dietetickými vlastnostmi

Souhrn

Mléko je jednou ze základních komodit našeho jídelníčku. Díky nutričně ceněným živinám, které mléko poskytuje, je mlékárenský průmysl stále se rozrůstajícím segmentem trhu. Tento fakt má za následek nepřetržitě se rozšiřující portfolio mléčných výrobků. Pokud není diagnostikován zdravotní problém, kvůli kterému by mělo být mléko vyřazeno z jídelníčku úplně, je dobré ho ze stravy nevyklouzat. Pro jedince s diagnostikovanou laktózovou intolerancí existuje řada bezlaktózových mléčných výrobků, jejichž konzumací mohou vhodně doplnit ostatní mléčné složky. S alergií na kravské mléčné bílkoviny je výběr speciálně upravených mléčných výrobků poněkud složitější – úplně bezpečná ke konzumaci se zatím jeví pouze extenzivně hydrolyzovaná mléčná formule. Tato forma alergie se však častěji vyskytuje u malých dětí a s rostoucím věkem dochází k postupnému vymizení příznaků a nástupu tolerance.

Při vývoji nového potravinářského produktu je vhodné dbát na zajištění přidané hodnoty. Kromě základních živin, které spotřebitel z produktu získá, má také konzumace potraviny zdravotní přínos – okamžitý nebo preventivní. Spotřebitel o tomto parametru ví a z tohoto důvodu preferuje koupi produktu – funkční potraviny.

Mléčný výrobek vyvíjený v této práci je spojením mléka s obsahovým složením <50 % (nebo mléčného výrobku) a pivovarské sladiny, která tvoří zbývající procento. Sladina je extrakt ječných složek s vodou a vzniká jako základ výroby piva. Ječmen je přirozeně dobrým zdrojem polyfenolů, které následně přecházejí do sladiny. Právě polyfenoly ze sladiny působí jako antioxidanty a dodávají mléčnému výrobku přidanou hodnotu. Dalšími obsahovými látkami, které se ve sladince nacházejí jsou sacharidy, minerální látky a dusíkaté látky. Po smíchání sladiny a mléka či mléčného výrobku, vznikne sladký mléčný nápoj obilné chuti s hořkými podtóny.

Praktická část této diplomové práce se zabývala hledáním optimálních poměrů různých typů mlék nebo mlékárenských výrobků a sladiny. Kromě běžných konzumních mlék bylo použito také mléko bez laktózy za účelem plánovaného rozšíření portfolia výrobků pro jedince s laktózovou intolerancí. Byla pozorována údržnost produktu, chemicko-fyzikální parametry a nedílnou součástí experimentu byla sensorická analýza. Podstatou metodiky sensorické analýzy byl párový preferenční test a metoda sensorického profilu. Sensorické analýzy se zúčastnilo 46 osob. Výsledky byly zpracovány pomocí vhodných statistických metod – jednofaktorová ANOVA, grafické znázornění prostřednictvím paprskových grafů, metoda hierarchického shlukování, PCA a faktorová analýza. V sensorickém hodnocení byl nejlépe hodnocen vzorek mléčného nápoje získaný z 60 % plnotučné mléčné složky a 40 % tmavé sladiny karamelové. Výrobek je možné konzumovat ve studené i teplé formě. I tak je však nutné na jeho vývoji nadále pracovat, aby byl produkt úspěšný na trhu.

Klíčová slova: dietetika, mléko, výrobek, výživa

Development of a new dairy product with modified dietary properties

Summary

Milk is an essential part of our diet. Thanks to the important nutrients that milk provides, dairy industry is still growing and improving. Result of this fact is a constantly expanding portfolio of dairy products. If there are not any health-related problems with milk consumption it should not be completely removed from the diet. For individuals diagnosed with lactose intolerance, there are a numbers of lactose-free dairy products available on the market. These products can provide dairy nutrients to the body. With the allergy to cow's milk proteins, the selection of specially modified dairy products is a bit more complicated - so far only the extensively hydrolyzed milk formula seems completely safe to consume. However, this form of allergy is more common among young children, tolerance increases with age of the individual.

When a new food product is being developed, it is recommended to think about added value. This step will ensure the acquisition of basic nutrients, but also the health benefits from product consumption (preventive or immediate). This type of product is called a functional food and because of its added value, it is often preferred by consumers.

The dairy product developed in this diploma thesis contains combination of milk (or milk product) – 50% and more and sweet brewery wort. Sweet wort is made as part of beer production, and it is an extract of barley substances and water. Barley is a natural source of polyphenols, which are transferred into sweet wort. Polyphenols in sweet wort act as antioxidants and because of their presence can the product be labelled as functional food. Other ingredients present in wort are carbohydrates, minerals and nitrogenous substances. After mixing these two components (milk or dairy product and sweet wort), a sweet milk drink of cereal taste with bitter undertones is created.

Practical part of this diploma thesis dealt with the research for optimal combination of resources – sweet wort with different types of milk and dairy products. Lactose-free milk has also been used as an alternative to regular cow's milk to expand the market for lactose intolerant individuals. The experiment also included monitoring of product stability, chemical-physical properties and realization of sensory analysis. Part of the sensory analysis was the implementation of a paired preference test and sensory profile method. Forty-six people participated in the sensory analysis. The results were processed using appropriate statistical methods – one-factor ANOVA, graphical representation using radar charts, Hierarchical clustering analysis, PCA and Factor analysis. In the sensory evaluation, a sample of milk beverage obtained from 60% of the whole milk component and 40% of dark caramel sweet wort was evaluated as the best. The product can be consumed in cold or warm form. However, it is necessary to continue working on development of this milk product in order to be successful.

Keywords: dietetics, milk, nutrition, product

Obsah

1 Úvod	8
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3 Literární rešerše.....	10
3.1 Mléko.....	10
3.2 Kravské mléko a jeho složení.....	10
3.2.1 Bílkoviny	10
3.2.2 Tuky.....	12
3.2.3 Sacharidy	13
3.2.4 Vitamíny	14
3.2.5 Minerální látky.....	15
3.3 Rozdělení mlék dle tepelného ošetření a tučnosti.....	15
3.4 Bezlaktózové mléko, jeho výroba a laktózová intolerance	16
3.4.1 Laktózová intolerance.....	16
3.4.2 Výroba bezlaktózového mléka	17
3.4.2.1 Vsádkový proces	18
3.4.2.2 Aseptický proces	19
3.4.3 Dostupné varianty na českém trhu.....	20
3.5 Definice mléčného nápoje a mléčných výrobků	21
3.6 Ječmen.....	21
3.7 Výroba sladu.....	22
3.7.1 Technologický postup zpracování ječmene a výroby sladu	22
3.7.1.1 Máčení	23
3.7.1.2 Klíčení	24
3.7.1.3 Hvozdění	24
3.7.1.4 Závěrečné úpravy sladu.....	25
3.7.2 Druhy sladů.....	25
3.7.2.1 Světlé slady plzeňského typu	26
3.7.2.2 Tmavé slady mnichovského typu	26
3.7.2.3 Karamelové slady	26
3.7.2.4 Barvicí slady.....	27
3.7.2.5 Nakuřovací slady	27

3.7.2.6	Diastatické slady.....	27
3.8	Zisk sladiny ze sladu	27
3.8.1	Šrotování.....	28
3.8.2	Vystírání a rmutování	28
3.8.3	Scezování	29
3.8.4	Složení sladiny.....	29
3.8.4.1	Sacharidy	29
3.8.4.2	Dusíkaté látky	30
3.8.4.3	Polyfenolické látky	30
3.8.4.4	Minerální látky	32
3.9	Zisk mladiny ze sladiny	33
3.10	Spojení mléka a piva – ostatní výrobky na trhu.....	34
3.11	Senzorická analýza.....	37
3.11.1	Průběh sensorického hodnocení	38
3.11.2	Metody sensorického hodnocení	38
4	Metodika	40
4.1	Suroviny k přípravě vzorků.....	40
4.1.1	Mléko	40
4.1.2	Sladina	40
4.2	Příprava vzorků	41
4.3	Fyzikálně-chemické analýzy.....	43
4.3.1	Stanovení pH.....	43
4.3.2	Refraktometrické stanovení	43
4.4	Senzorická analýza.....	44
4.4.1	Statistické metody vyhodnocení výsledků sensorické analýzy	46
5	Výsledky	48
5.1	Výsledky fyzikálně-chemických analýz.....	48
5.1.1	pH první sady vzorků připravených z tmavé sladiny, cukernatost a pH tmavé sladiny	48
5.1.2	pH druhé sady vzorků připravených ze světlé sladiny, cukernatost a pH světlé sladiny.....	49
5.1.3	pH vzorků připravených k hodnocení sensorickou analýzou.....	50
5.2	Senzorická analýza.....	51

5.2.1	Párový preferenční test	51
5.2.2	Hodnocení sensorického profilu.....	53
5.2.2.1	Analýza rozptylu (ANOVA) a grafické zpracování výsledků pomocí paprskových grafů	53
5.2.2.2	Stanovení korelace	59
5.2.2.3	Hiearchické shlukování vzorků, PCA a faktorová analýza.....	59
6	Diskuze	62
7	Závěr	67
8	Literatura.....	68
9	Seznam použitých zkratk.....	77
10	Seznam obrázků	78
11	Seznam tabulek	80
12	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Mléko je nejdůležitějším zdrojem vápníku v potravě člověka. Dodává tělu živočišné bílkoviny, které mají lepší biologickou skladbu aminokyselin nežli bílkoviny rostlinné, vitamín D a další makro a mikroživiny. V posledních letech je také velká pozornost věnována bioaktivním peptidům, které vznikají v těle po proteolytickém štěpení mléčných bílkovin. Bylo dokázáno, že vykazují pozitivní účinky na lidské zdraví, působí zejména antimikrobiálně, antihyperenzymně a antioxidačně. V mnoha zemích (včetně Evropy) existují obecná výživová doporučení ohledně konzumace mléka a mléčných výrobků. Obvykle jsou doporučovány 2 – 3 porce mléka, či jiných mléčných výrobků v ekvivalentních množstvích (Caroli et al. 2011, Park & Nam 2015, Chandan 2016, Guiné 2018).

Sladina je cukernatý roztok, který ale mimo jiné obsahuje minerální látky a bioaktivní polyfenoly, které se vyznačují zejména svojí antioxidační aktivitou. Více polyfenolických sloučenin je možné nalézt ve světlých sladech nežli ve sladech pražených při vysoké teplotě. Sladina vzniká především ze sladovnického ječmene v pivovarnickém průmyslu. Jedná se tedy o extrakt ječného zrna s vodou. Před samotným vyslazováním za vzniku sladiny, prochází ječné zrna několika technologickými kroky, jež jsou v této práci detailněji popsány (Samaras et al. 2005, Basařová et al. 2015).

Kyslík je základním prvkem metabolismu aerobních organismů. Některé formy kyslíku však mohou v těle způsobovat nepříznivé reakce, a proto vzrůstá počet studií věnujících se tomuto tématu – reaktivním formám kyslíku. Reaktivní formy kyslíku (ROS) jsou běžnými vedlejšími produkty základních metabolismů, probíhajících v organismu. Pokud dojde k intenzivní navýšení hladiny těchto forem, může být následkem poškození velkého množství molekul proteinů, lipidů, ale i DNA. K navýšení jejich hladiny mohou přispět také exogenní vlivy – stresové podmínky, pesticidy a průmyslové chemikálie v ovzduší. Důsledek navyšování hladiny ROS se nazývá oxidační stres. K obraně před vznikem oxidačního stresu působí látky zvané antioxidanty. Antioxidanty chrání buňky mnohačetnými systémy, jako je přeměna ROS na nereaktivní formy nebo jejich rozkladem (Wojcik et al. 2010, Arranz et al. 2012).

S novými poznatky na poli potravinářství se zvyšuje zájem o přírodní antioxidanty, dostupné zejména z rostlinných zdrojů, před antioxidanty syntetickými, které jsou často diskutovány z důvodu negativního účinku na lidské zdraví (karcinogenita). Výhodou použití rostlinných antioxidantů je dále nízká cena, jelikož většina z nich může být extrahována z vedlejších produktů v potravinářství a méně využitelných druhů rostlin. Příjmem antioxidantů z exogenních zdrojů, se snižuje riziko vzniku oxidačního stresu. Nejčastěji se jedná o kyselinu askorbovou, tokoferoly, polyfenoly a karotenoidy, které lze nalézt v běžně dostupných rostlinných zdrojích (Lourenço et al. 2019).

Funkční potravina, je běžná potravina (konzumovaná jako součást běžné lidské stravy), která vykazuje kromě své obvyklé výživové hodnoty rovněž pozitivní účinky na lidské zdraví. Rostoucím trendem v potravinářství je vývoj těchto potravin, jelikož se každoročně zvyšuje poptávka po funkčních potravinách na trhu. Mléčný nápoj s přídavkem sladiny by mohl patřit do kategorie těchto výrobků (Kubcová Beránková 2009, Kerry Group 2021).

Kromě zjištění biologické hodnoty výrobku, je také důležité provést analýzu sensorických vlastností – k objasnění předpokládaného způsobu nákupního chování spotřebitelů. Výsledky prvotní sensorické analýzy v této práci budou sloužit k dalšímu vývoji mléčného výrobku.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotéza práce: Funkční mléčný výrobek s upravenými dietetickými vlastnosti je svým složením zajímavý pro tržní síť a mlékárna by mohla projevit zájem o výrobu.

Cílem diplomové práce je vývoj nového mléčného výrobku s upravenými dietetickými vlastnostmi. Výrobek daného typu není v současné době dostupný na českém trhu. Receptura výrobku by měla reflektovat současné potřeby lidské populace v ČR, kdy jsou velice oblíbené funkční, nové potraviny obsahující biologicky aktivní látky, s přidanou hodnotou, s probiotiky či prebiotiky. Základem výrobku bude kravské mléko o různé tučnosti ve směsi s pivovarnickými surovinami. Výstupem práce bude patentová přihláška.

3 Literární rešerše

3.1 Mléko

Mléko je tekutý sekret z mléčné žlázy savců. Začíná se spouštět porodem mláděte, toto období se nazývá obdobím laktace. U skotu trvá laktace přibližně 305 dní, doba trvání se liší podle druhu daného savce. V průběhu laktace se mění složení a vlastnosti mléka, dochází k přizpůsobení fyziologické potřebě potomka (Kopáček 2014; Marangoni et al. 2018).

V potravinářském průmyslu se zpracovává nejčastěji mléko kravské (celosvětově asi z 83 %) a poté mléko bůvolí (kolem 13 %). Mléko od jiných druhů savců (kozí, ovčí, velbloudí aj.) se v potravinářství používají v menší míře. Druh savce má významný vliv na složení produkovaného mléka (**Tab. 1**). Mezi další důležité faktory se řadí zdravotní stav jedince, ale rovněž i výživa a délka trvání laktace (Kopáček 2014).

Tab. 1: Průměrné složení nejběžnějších druhů mlék (v %) (Kopáček 2014).

Druh mléka	Voda	Bílkovina	Tuk	Laktóza	Minerální látky
Kravské mléko	87,5	3,3	3,8	4,7	0,7
Kozí mléko	86,6	3,6	4,2	4,8	0,8
Ovčí mléko	83,9	5,2	6,2	4,2	0,9
Kobylí mléko	90,0	2,0	1,1	7,0	0,4
Bůvolí mléko	82,7	4,5	8,0	4,7	0,8
Mateřské mléko	87,6	1,2	1,2	7,1	0,2

3.2 Kravské mléko a jeho složení

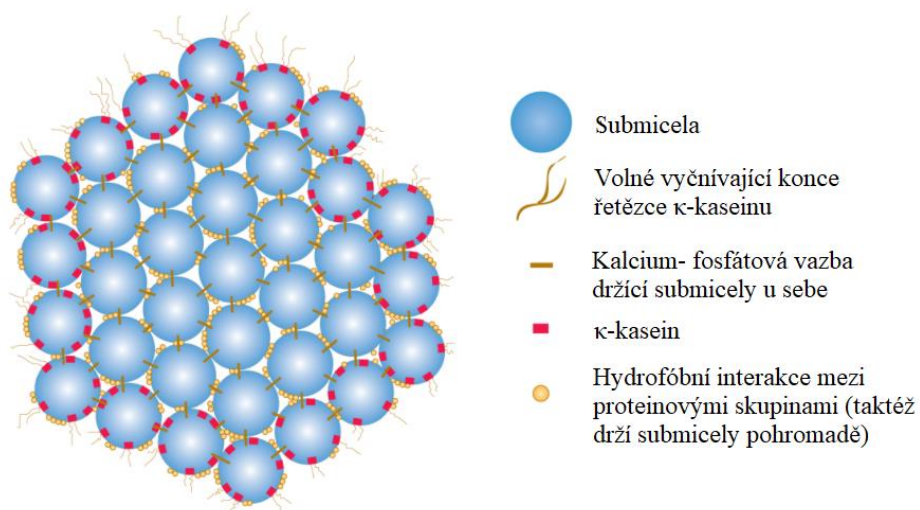
Kravské mléko je považováno za jednu ze základních potravin ve výživě lidstva. Vyznačuje se širokým profilem látek, které jsou potřebné pro růst a vývoj jedince. Z tohoto důvodu se s kravským mlékem a mléčnými výrobky setkáváme již od útlého dětství. Jednou z nejdůležitějších látek v mléce je vápník, který působí v prevenci před osteoporózou kostí (Kopáček 2014; Marangoni et al. 2018).

3.2.1 Bílkoviny

Bílkoviny neboli proteiny se nacházejí ve všech buňkách každého živého organismu. Jedná se o pro život nezbytné, nepostradatelné látky. Pro člověka je důležité dostatek bílkovin přijímat s potravou. Organismus tyto bílkoviny přetváří na látky, které tělo aktuálně potřebuje. Mléko je jedním z nejdůležitějších zdrojů proteinů. Obsah proteinů se zde pohybuje okolo 3 – 3,2 % (Trumbo et al. 2005; Pereira 2014).

Bílkoviny obsažené v mléce jsou složeny ze všech 9 esenciálních aminokyselin, které jsou pro tělo nezbytné, jelikož si je nedokáže samo pro svoji potřebu syntetizovat. Mléčné proteiny se rozdělují na dvě základní skupiny, a to na kaseinové a syrovátkové bílkoviny, které jsou v kravském mléce v poměru 80:20 (Chandan 2016).

Převážné zastoupení bílkovin v mléce tvoří kaseinové bílkoviny, jež jsou tvořené komplexem fosfoproteinů. Dělíme je na 4 základní frakce – α 1-kasein, α 2-kasein, β -kasein a κ -kasein. Největší zastoupení tvoří α 1-kasein kolem 40 %, dále je to β -kasein 35 %, α 2-kasein a κ -kasein tvoří každý asi 12,5 %. Jednotlivé kaseinové frakce se odlišují obsahem fosforu, zastoupením aminokyselin, molekulovou hmotností a příslušným izoelektrickým bodem. Vyznačují se vysokou citlivostí na přítomnost vápníku, který je nativně obsažen v mléce. Před vysrážením je chráněn κ -kasein, jež je jako jediný odolný proti vápníku. V mléce se kaseinové bílkoviny vyskytují převážně ve formě velkých koloidních útvarů kaseinových micel, které tvoří jednotlivé podjednotky – submicely kaseinových bílkovin. Dále se v micelách nacházejí též vápenaté, fosforečnanové a citrátové ionty, díky nimž dochází k agregaci submicel do micel. Povrch micely je obalen právě κ -kaseinem (viz **Obr. 1**). Pokud dojde k rozštěpení κ -kaseinu, ostatní frakce se vysráží ve vápenaté soli. Tohoto procesu se využívá například v technologickém procesu výroby sýru a tvarohů. Rozlišuje se zde zda byl κ -kasein rozštěpen působením enzymu (sladké srážení), či působením kyseliny (kyselé srážení) (Bhat et al. 2016; Chandan 2016; Villa et al. 2018).



Obr. 1: Kaseinová micela (upraveno dle Sushil 2015).

Další skupinou mléčných bílkovin jsou bílkoviny syrovátkové. Na rozdíl od proteinů kaseinových nejsou citlivé na přítomnost vápníku, zůstávají tudíž v mléčném séru přítomné v nezměněné formě po vysrážení kaseinů. Mají globulární strukturu. Do této skupiny se řadí α -laktalbumin, β -laktoglobulin, sérový albumin, imunoglobuliny a laktoferin. Nejrozšířenější bílkovinou je β -laktoglobulin, který se vyznačuje svojí odolností vůči působení trávicího enzymu pepsinu, tato vlastnost může být jedním z faktorů pro sníženou toleranci kravského mléka (alergii na kravské mléčné bílkoviny). Druhým nejčastějším zástupcem z této skupiny

bílkovin je α -laktalbumin, zprostředkovává vazbu a transport vápníku a mastných kyselin. Je složen z rozvětvených aminokyselin, což je například leucin, izoleucin a valin, obsahuje taktéž několik cysteinových jednotek, tvořících uvnitř molekuly disulfidové vazby. α -laktalbumin je mimo jiné bohatým zdrojem tryptofanu, což je aminokyselina podporující syntézu serotoninu. Pokud je v těle nízká hladina serotoninu, může docházet k změnám nálad a následně i vyvolání deprese. Jsou známé studie, ve kterých byla pozorována konzumace stravy obohacené o α -laktalbumin. Studie dosáhly pozitivních výsledků, jelikož bylo u pozorovaných jedinců sledováno snížení depresivní nálady při stresových situacích. Imunoglobuliny jsou v mléce zastoupené pouze ve velmi malém množství. Tvoří je glykoproteiny neboli proteiny, které na sebe váží sacharidovou složku. Velký význam mají především v kolostru (mlezivu), kde jsou hlavní složkou. Mlezivo je prvotní produkt mléčné žlázy po porodu, nejedná se tedy o plnohodnotné mléko. Vysoké obsahové množství v kolostru je dáno specifickým účelem těchto bílkovin, jejich hlavním cílem je přenos imunity z matky na potomka (Jílek 2004; Alimoradi et al. 2016; Cavallarin et al. 2017).

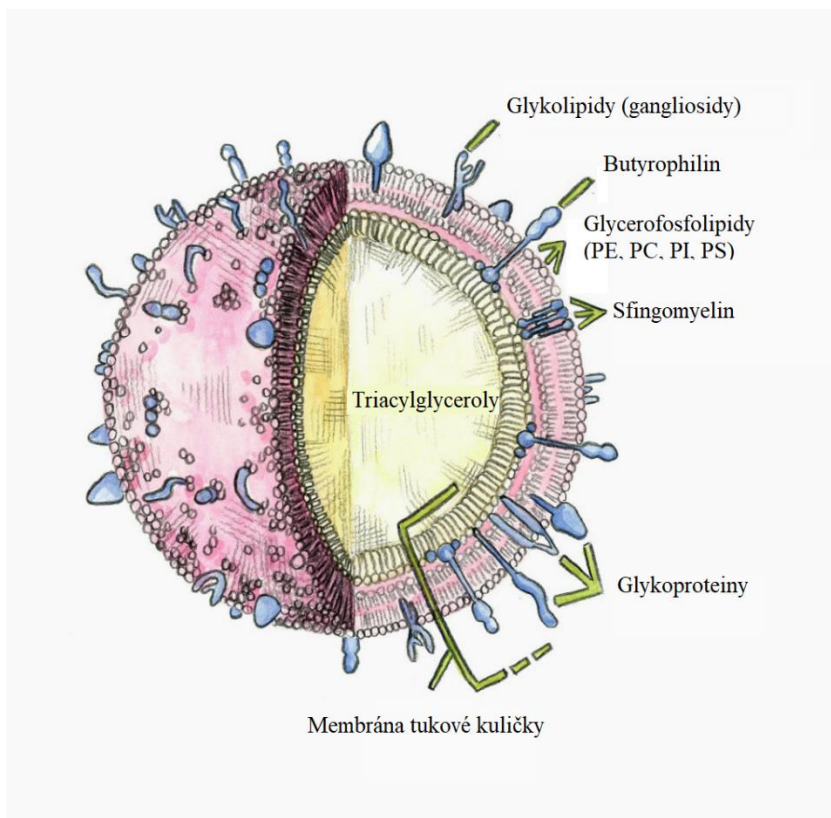
3.2.2 Tuky

Tuky jsou živiny, které se vyznačují nejbohatším energetickým přínosem ve výživě člověka. Obsahově se v mléce vyskytují z 3,5 – 5 %, jejich zastoupení závisí především na plemenu dojnice. Mléčný tuk tvoří z největší části estery glycerolu a mastných kyselin. Rozlišují se tři základní skupiny – monoacylglyceroly, diacylglyceroly a triacylglyceroly. Názvy jsou odvozené od počtu navázaných mastných kyselin na glycerol. V mléčném tuku jsou v největší míře zastoupené triacylglyceroly. Pokud molekulu tvoří pouze mastné kyseliny a glycerol, hovoříme o homolipidech. Homolipidy činí asi 97 – 98 % obsahu mléčného tuku. Zbýlá procenta představují heterolipidy neboli látky, kde je mimo glycerolu a mastné kyseliny navázána i jiná sloučenina. Může to být například kyselina fosforečná (hovoříme o fosfolipidech), galaktóza (glykolipidech), lipofilní vitamíny nebo cholesterol. V mléčném tuku se nacházejí také volné mastné kyseliny. Jsou přítomné ve velmi malých množstvích, spíše jsou vázány ve složitějších sloučeninách. Jedná se především o látky těkavé, tvořené krátkým uhlíkatým řetězcem (Samková et al. 2008; Chandan 2016).

Mastné kyseliny (MK) jsou hlavní složkou mléčného tuku. Jsou schopné ve vysoké míře ovlivňovat senzorké, nutriční a v neposlední řadě technologické vlastnosti mléčného tuku, a to především v závislosti na svém obsahovém zastoupení v mléčném tuku a pozici, ve které jsou navázané. Rozdělují se do dvou skupin, a to na nasycené mastné kyseliny a nenasycené mastné kyseliny. První skupina nasycených mastných kyselin, obsahuje ve svých molekulách pouze vazby jednoduché. V mléce tvoří asi 70 % celkového zastoupení mastných kyselin. Největší procento činí kyselina palmitová, myristová a stearová. Nenasycené MK představují zbývající část mastných kyselin v mléce. V jejich molekule je přítomná alespoň jedna, či více dvojných vazeb. Nejdůležitější kyselinou z této skupiny je kyselina olejová. Nejdůležitější z výživového hlediska je však kyselina linolová a α -linolenová, jelikož jsou zařazeny mezi esenciální mastné kyseliny (Samková et al. 2008; Pereira 2014).

Mléčný tuk se v mléce nachází převážně ve formě tukových kuliček neboli globulí. Globule dosahují rozličných velikostí (desetiny až desítky μm). Jádro tukové kuličky tvoří především triacylglyceroly, dále pak volné mastné kyseliny, steroly a karotenoidy. Membrána

tukové kuličky je tvořena zejména glykolipidy, fosfolipidy a glykoproteiny. Z neznámějších derivátů lipidů je zde přítomen sfingomyelin a gangliosidy. Sfingomyelin se vyznačuje svojí pozitivní vlastností snižovat hladinu LDL cholesterolu v krvi. Gangliosidy chrání střevní sliznici před nejrůznějšími záněty, např. po akutní expozici bakteriálními endotoxiny. Butyrophilin je membránový protein, který tvoří více než 40 % celkového proteinu v membránovém komplexu. Stavbu tukové kuličky je možné vidět na **Obr. 2** (Singh 2019; Thum et al. 2021).



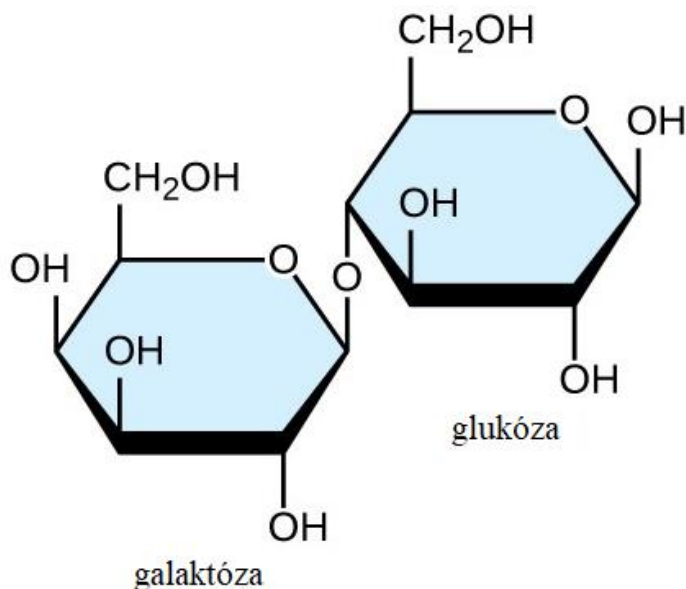
Obr. 2: Struktura mléčné tukové kuličky (upraveno dle Hopkins 2019).

3.2.3 Sacharidy

Sacharidy jako živiny jsou velmi rychlé a pro některé orgány dokonce nezbytný zdroj energie (jedná se především o mozek, červené krvinky). Ve svých molekulách obsahují pouze uhlík, vodík a kyslík. Dle velikosti molekul a množství sacharidových jednotek je dělíme na monosacharidy, disacharidy, oligosacharidy a polysacharidy (Trumbo et al. 2005).

Největším zástupcem sacharidů v mléce je laktóza neboli „mléčný cukr“. Jedná se o disacharid složený z jedné molekuly glukózy a jedné molekuly galaktózy spojených β -1,4-glykosidickou vazbou (**Obr. 3**). Laktóza se v krevním oběhu přeměňuje na energii. Je schopná podporovat příjem vápníku z důvodu tvorby ve vodě rozpustných komplexů, z nichž dokáže tělo minerální látku jednodušeji přijmout. Reakcí s bílkovinami (aminokyselinami) působením tepla vytváří nové sloučeniny, které dodávají chuť a barvu. Této reakce se hojně využívá v potravinářství. V mnoha mléčných výrobcích (zakysané výrobky, jogurty) je činností

bakterií mléčného kvašení přeměněna na kyselinu mléčnou. Kyselina mléčná působí jako konzervant, jelikož brzdí rozvoj škodlivých mikroorganismů (především hnilobných mikrobů), také dodává specifickou chuť této skupiny mléčných výrobků (Kopáček 2014; Fritzscheová 2015).



Obr. 3: Molekula disacharidu 4-O-β-D-galaktopyranosyl-D-glukózy (laktózy) (upraveno dle A-Level Biology 2015).

3.2.4 Vitamíny

Vitamíny jsou látky chemicky nesourodé, velmi důležité pro správný chod organismu. Většina vitamínů je zařazena mezi látky esenciální, člověk je tudíž musí přijímat v potravě. Pokud je v těle nedostatek určitého vitamínu, je tento stav označován jako hypovitaminóza, absolutní nedostatek pak avitaminóza. Avitaminóza je velmi závažný stav, jelikož při ní může dojít až k závažným poruchám organismu. Tento stav může být kromě nedostatečného příjmu vitamínů s potravou způsoben i působením tzv. antivitaminů. Antivitamíny mají schopnost blokovat působení přijatých vitamínů nebo je dokonce úplně likvidovat. Základní dělení vitamínů je dle jejich rozpustnosti ve vodě a v tucích. Mezi vitamíny rozpustné ve vodě řadíme vitamíny skupiny B, C, v tucích pak skupiny A, D, E a K (Gironés-Vilaplana et al. 2016).

V mléce se vyskytují vitamíny skupiny A, D, E, K, B a také velmi malé množství vitamínu C. Přežvýkavci jsou schopni některé skupiny vitamínů syntetizovat v bacheru, jejich množství a zastoupení tudíž není ovlivněno výživou. Jedná se o vitamíny skupiny B a K, zbylé skupiny A, D, E se v bacheru nesyntetizují, jejich koncentrace je závislá na výživě dojnice (Jílek 2004).

3.2.5 Minerální látky

Minerální látky zajišťují zejména udržování homeostázy v organismu, správnou činnost enzymů v těle a správný růst a vývoj jedince. Stejně jako tomu je u vitamínů, organismus si je nedokáže sám vytvářet, a proto je nutné jejich dostatek přijímat s potravou (Zamberlin et al. 2011; Gharibzahedi & Jafari 2017).

V mléce je nejdůležitější minerální látkou vápník (0,12 %), dále je zde přítomen fosfor (0,10 %), draslík (0,15 %), chlor (0,11 %) a sodík (0,05 %). Další minerální látky se v této potravě nacházejí pouze ve stopových množstvích a patří k nim například hořčík, železo, jód nebo zinek (Jílek 2004).

Vápník a fosfor se v mléce nacházejí v různých formách. Četnost těchto forem je závislá na obsahu bílkovin v mléce, zejména pak těch kaseinových. Mohou být přítomny volně v roztoku, ve formě koloidního kalcium-fosfátu a taktéž mohou být vázány na kaseinový komplex. Sodík a draslík jsou důležitými látkami jak z nutričního hlediska, tak také pro udržení osmotického tlaku či pH mléka (Zamberlin et al. 2011).

3.3 Rozdělení mlék dle tepelného ošetření a tučnosti

Mléko přijaté od chovatele je v mlékárně podrobena několika technologickým operacím. Mezi ty základní patří deaerace, odstředění, tepelné ošetření, homogenizace a úprava tuku neboli standardizace (Burke et al. 2018).

Standardizace je technologickou operací vedoucí ke vzniku komerčně dostupných typů konzumních mlék se standardizovanou tučností. Je to proces, při kterém dochází k míchání plnotučného mléka nebo smetany s mlékem odstředěným do požadované tučnosti (Burke et al. 2018).

Minimální procentuální zastoupení tuku, na které se konzumní mléko dle kategorií upravuje, je dáno Nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013 (viz **Tab. 2**). Plnotučné mléko může nebo nemusí být standardizované, v obou případech musí dosahovat nejméně 3,5 % tuku. Mléka rozdělená dle tučnosti a označená odpovídajícími názvy je nutné podrobit tepelnému ošetření (nejedná se o mléka syrové, jelikož byly zahřáta na více než 40 °C).

Tab. 2: Rozdělení konzumních mlék do kategorií dle tučnosti (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013).

Rozdělení dle tučnosti	Tučnost (v %)
Plnotučné mléko	nejméně 3,50
Polotučné mléko	1,50 – 1,80
Odstředěné mléko	nejvýše 0,50

Podle zvoleného typu záhřevu a doby udržnosti je mléko rozdělováno do několika kategorií. Pro výrobu konzumních mlék se nejčastěji používá vysoká pasterace a UHT ošetření. Vysoká pasterace probíhá při teplotách 85 – 95 °C po dobu do 5 sekund. Aplikací tohoto tepelného ošetření dochází ke vzniku mléka čerstvého. Mléko se vyznačuje trvanlivostí

od 10 – 20 dní při teplotách 4 – 6 °C. Rozlišují se dva základní typy ošetření pro vznik trvanlivého mléka. Prvním z nich je sterilace v obalu při teplotách od 115 do 120 °C na 20 – 30 minut. Druhý postup je sterilace mimo obal za použití teplot od 135 °C na 1 sekundu až několik sekund. Takto upravené mléko se poté asepticky plní do obalů. Při této tepelné úpravě docílíme likvidace všech přítomných mikroorganismů včetně spor. Mléko je pak jak už název vypovídá déle udržitelnější, obvykle po dobu 4 – 5 měsíců. Nemusí být uchováváno v chladničce jako mléko pasterované, ale po jeho otevření již je tento způsob skladování nutný (před otevřením stačí uchovávat při pokojových teplotách). Podrobení vysokým teplotám však může způsobit vznik cizích příchutí, jako je vařivá chuť. Oproti mléku pasterovanému má nasladlejší chuť a sytější krémovou barvu způsobenou karamelizací laktózy. Pasterované mléko je označováno jako lahodnější s výraznější mléčnou chutí a vůní. Barva je bělejší (Kopáček 2014).

3.4 Bezlaktózové mléko, jeho výroba a laktózová intolerance

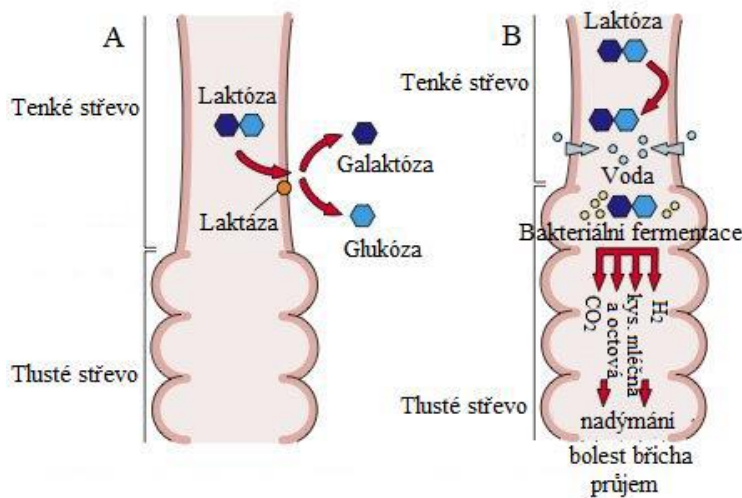
Dle platné vyhlášky č. 39/2018 Sb., kterou se měnila vyhláška č. 54/2004 Sb., o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití, jsou definovány dvě skupiny potravin s upraveným obsahem laktózy. Rozlišují se výrobky s nízkým obsahem laktózy a bezlaktózové. Na obalu těchto potravin musí být uveden údaj o obsahu laktózy stanovený na 100 g nebo 100 ml potravin. Potravin s nízkým obsahem laktózy obsahují nejvýše 1 g laktózy na 100 g/100 ml. Pro bezlaktózový typ potravin platí hranice 10 mg na 100 g/100 ml. Výrobky tohoto typu jsou určeny pro osoby, které trpí potravinovými intolerancemi, poruchami látkových přeměn nebo narušenými funkcemi orgánů.

3.4.1 Laktózová intolerance

Definice disacharidu laktózy již byla uvedena v kapitole 3.2.3 Sacharidy. Obtížnost stravitelnosti laktózy je dána činností enzymu laktázy nativně přítomném v kartáčovém lemu tenkého střeva. Laktáza neboli β -galaktosidáza je enzym, jehož primární funkcí je štěpení β -1,4-glykosidické vazby, která tvoří z glukózy a galaktózy disacharid laktózu. U zdravého jedince tedy zajišťuje hydrolytické štěpení laktózy na lehce stravitelné monosacharidy, k jejichž vstřebání dochází střevní stěnou do krevního oběhu. V potravinářství se nejčastěji využívá laktázy původu mikrobiálního, jež se používá k degradaci laktózy a zlepšení celkové stravitelnosti, sladkosti, rozpustnosti a chuti mléčných výrobků (Ansari & Satar 2012; Di Rienzo et al. 2013; Lu et al. 2020).

Každý organismus má individuální predispozici pro tvoření odlišné hladiny enzymu laktázy. K trávicím obtížím obvykle dochází z důvodu neschopnosti tvorby dostatečného množství laktázy v organismu. Příčinou částečné či úplné absence laktázy nedochází k hydrolytickému štěpení laktózy v tenkém střevě. Její průchod tenkým střevem se urychluje navázáním vody vlivem vyššího osmotického tlaku. V nezměněné formě prochází až do tlustého střeva, kde dochází k její fermentaci přítomnou mikroflórou. Činností mikroorganismů vznikají organické kyseliny a plyny. Tvoří se kyselina octová, kyselina mléčná, vodík, oxid uhličitý a methan. Vlivem jejich přítomnosti dochází k symptomům typických pro laktózovou intoleranci. Projevuje se zejména intenzivními bolestmi břicha,

křečemi a plynatostí. Rozdíly v trávení a průchodu laktózy trávicím traktem u zdravého jedince a jedince se známkami laktózové intolerance lze vidět na **Obr. 4** (Fritzscheová 2015).



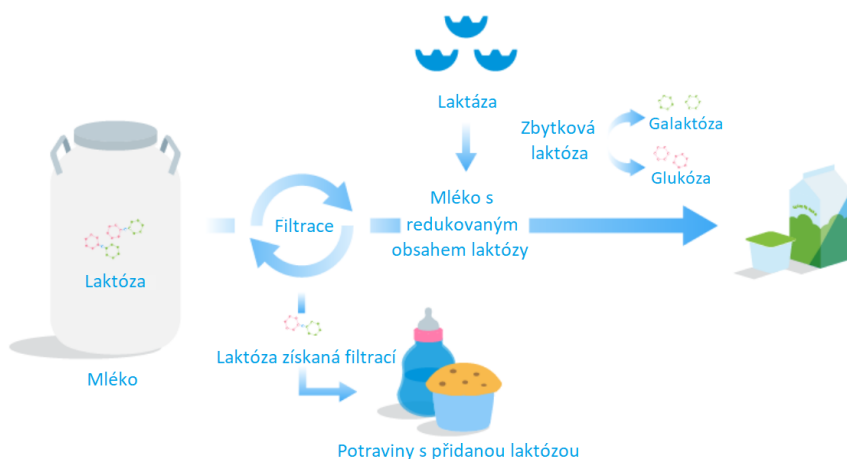
Obr. 4: Rozklad laktózy: A) u zdravého jedince, bez známek laktózové intolerance, B) u pacienta s laktózovou intolerancí, laktóza prochází trávicím traktem nerozštěpená, způsobuje typické symptomy laktózové intolerance (upraveno dle Harvey 2013).

Rozlišují se 3 typy laktózové intolerance – vrozená, primární a sekundární. Vrozená intolerance laktózy je způsobena genetickou poruchou charakterizovanou sníženou hladinou enzymu laktázy nebo její nulovou aktivitou. Pro kojence je schopnost trávit laktózu nezbytná, jelikož lidské mléko obsahuje daleko více laktózy než mléko kravské. Zdraví kojence může být vážně ohroženo, pokud není intolerance brzy po narození odhalena. Dalším typem je primární laktózová intolerance, ke které dochází nejčastěji. Je způsobena také geneticky, kdy dochází k postupnému poklesu hladiny laktázy s věkem. Ke snížení jejího množství dochází téměř u 75 % populace, jelikož plná schopnost trávení laktózy je zapotřebí hlavně v kojeneckém věku. Zda dojde k vyvolání symptomů po požití laktózy, závisí na několika faktorech – hladině laktázy ve střevě, obsahu v mléčném výrobku (fermentované mléčné výrobky, sýry obsahují laktózy méně než mléko), době průchodu trávicím traktem, na přítomné mikroflóře trávicího ústrojí a psychologických faktorech. Posledním typem je sekundární laktózová intolerance, ke které dochází v důsledku prodělání jiného onemocnění trávicího traktu. Na vině může být celiakie, kdy dochází k zániku klků tenkého střeva a dojde ke snížení hladiny laktázy. Dále se může jednat o Crohnovu chorobu nebo infekční enteritidu. Obtíže po požití mléka a mléčných výrobků mohou vymizet po uzdravení střevní sliznice – hladina laktázy se postupně zvyšuje (Di Rienzo et al. 2013, Deng et al. 2015, Di Costanzo & Berni-Canani 2018).

3.4.2 Výroba bezlaktózového mléka

Mléko a mléčné výrobky bez anebo se sníženým obsahem laktózy jsou pro jedince s laktózovou intolerancí významným zdrojem základních živin přítomných v mléce (bílkoviny, tuky, vápník, další minerální látky a vitamíny). Z důvodu vysokého procenta dospělé populace,

kteře se potýká se sníženou schopností trávit laktózu, se trh s bezlaktózovými výrobky neustále rozšiřuje. Tlakem veřejnosti se kromě možnosti výběru také zlepšuje kvalita těchto výrobků. Úprava běžného kravského mléka může probíhat několika způsoby. Laktóza se z mléka odstraní úplně, rozštěpí se hydrolyticky na glukózu a galaktózu nebo je využito obou systémů v kombinaci (**Obr. 5**). Dále může být použita ultrafiltrace a chromatografie. Přestože většina jedinců s laktózovou intolerancí dokáže strávit až 12 g laktózy v jedné porci přijaté potraviny, požadavky na výrobky bez laktózy nebo s jejím sníženým obsahem jsou daleko přísnější. Proto je zapotřebí, aby výrobci věnovali produkci zvýšenou pozornost. K produkci komerčních mlék s upraveným obsahem laktózy se používají nejčastěji dva systémy – dávkový nebo aseptický proces (diagram výroby viditelný na **Obr. 6**) (Silanikove et al. 2015; Dekker et al. 2019).



Obr. 5: Produkce bezlaktózových výrobků kombinovaným způsobem (upraveno dle GEA 2022).

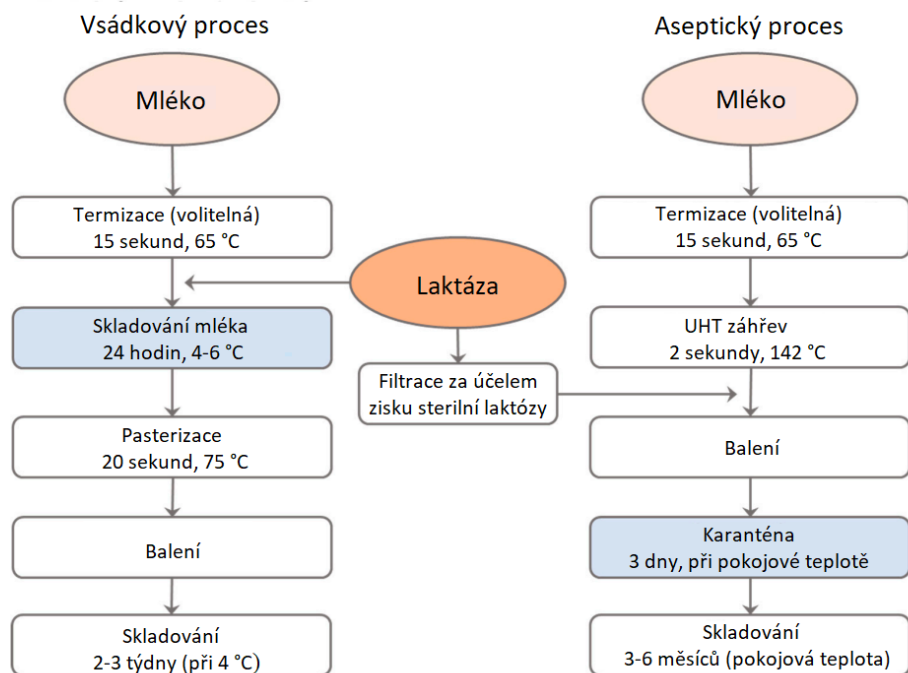
3.4.2.1 Vsádkový proces

Enzym laktáza se přidává do nádrže se syrovým nebo termizovaným mlékem a nechá se inkubovat po dobu 24 hodin za stálého míchání. Mléko v této fázi ještě není sterilní, je tedy nutné udržovat nižší teploty (okolo 4 – 6 °C), aby nedošlo k rozvoji nežádoucích mikroorganismů. Po dokončení inkubace se mléko pasterizuje, homogenizuje a balí do obalu. Většina výrobců v dnešní době používá spíše aseptický proces, ale vsádkový má výhodu inaktivace enzymů (během pasterace) a z tohoto důvodu v mléce nezůstane žádná zbytková enzymatická aktivita. Při vsádkovém procesu si výrobce musí pohlídat, aby bylo nadávkováno dostatečné množství enzymu o odpovídající enzymatické síle, jelikož rozklad probíhá v omezeném časovém intervalu a za nízkých teplot. Dávka enzymu je tudíž poměrně vysoká. Vzhledem k tomu, že pasterace mléka proběhne až za 24 hodin, mléko by mělo mít dobrou výchozí kvalitu. Jelikož samotná hydrolýza vede ke zvýšené sladkosti mléka (rozkladem na jednoduché sacharidy, které mají vyšší sladivost než laktóza) využívá se odstranění části laktózy. Odstranění určitého obsahu laktózy docílíme pomocí chromatografie nebo filtračních

technik v kombinaci s hydrolyzou zbytkové laktózy. Dochází tak k regulaci sladké chuti výsledného produktu. Záleží však na chuťových preferencích konzumentů, technologie výroby se liší v jednotlivých zemích (Dekker et al. 2019; Facioni et al. 2020).

3.4.2.2 Aseptický proces

V aseptickém procesu je mléko nejdříve sterilováno UHT záhřevem. Enzym laktáza se do objemu sterilně zavádí až těsně před balením. Rozklad laktózy probíhá až přímo v jednotlivých spotřebitelských baleních. Mléko je nejméně 3 dny drženo v karanténě před uvedením na trh. Za tento čas stihne enzym bezpečně vykonat svoji práci před konzumací spotřebitelem. V průběhu technologického procesu, před nadávkováním enzymu, může opět proběhnout regulace celkové hladiny laktózy v mléce. Vzhledem k potřebné karanténě není tento proces vhodný pro mléka pasterované, jelikož je mléko podrobena vyšším teplotám a delší době potřebné pro převedení laktózy na jednoduché sacharidy. Množství dávkovaného enzymu je podstatně nižší, ale musíme počítat se zbytkovou aktivitou v produktu, jelikož nedochází k inaktivaci jeho činnosti po určitém čase působení. Na produkci tohoto typu mléka je zapotřebí speciálního vybavení a špičkově vyškolených zaměstnanců. Proces však probíhá kontinuálně (na rozdíl od vsádkového způsobu) proto je vhodný pro potravinářské podniky s vysokou denní produkcí (Dekker et al. 2019; Facioni et al. 2020).



Obr. 6: Schéma vsádkového a aseptického procesu výroby bezlaktózového mléka (upraveno dle Dekker et al. 2019).

3.4.3 Dostupné varianty na českém trhu

Na českém trhu je možné nalézt několik výrobců, kteří nabízejí bezlaktóзовé mléko ke koupi spotřebitelům. Společnost Nature's Promise, která dodává do řetězce obchodů Albert, jako jediná nabízí mléko čerstvé (pouze ve variantě polotučného mléka). Dále nabízí také mléko bezlaktóзовé trvanlivé polotučné i plnotučné viz **Obr. 7**. Pragolaktos a.s. nabízí bezlaktóзовou variantu plnotučnou i polotučnou a taktéž variantu se sníženým obsahem laktózy (polotučné) (**Obr. 8**). Meggle a.s. vyrábí bezlaktóзовé mléko polotučné i plnotučné (**Obr. 9**). Dalším výrobcem bezlaktóзовých mlék je Moravia Lacto a.s., která vyrábí polotučné trvanlivé mléko pod názvem DeLacto (Meggle n.d., Moravia n.d, Nature's Promise n.d., Pragolaktos n.d.).



Obr. 7: Sortiment bezlaktóзовých mlék společnosti Nature's Promise (Nature's Promise n.d.).



Obr. 8: Bezlaktóзовá mléka značky Pragolaktos (Pragolaktos n.d.).



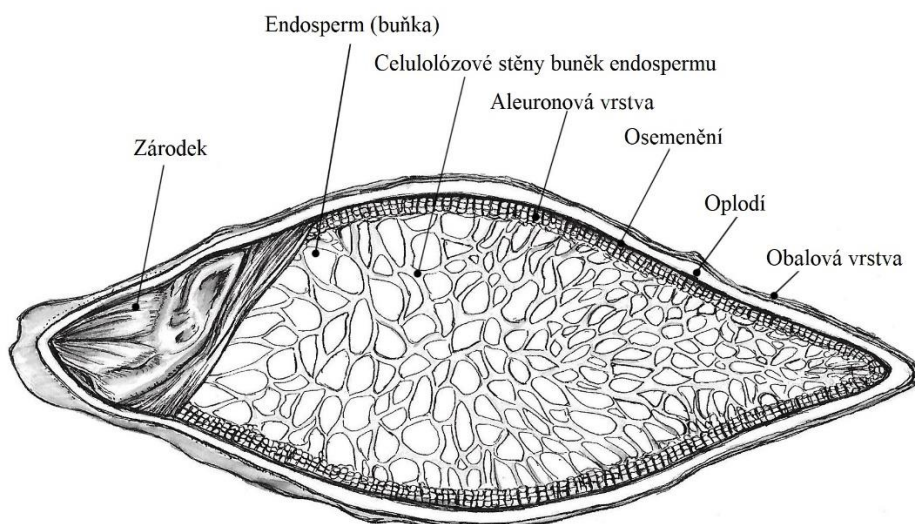
Obr. 9: Bezlaktóзовá mléka od výrobce Meggle (Meggle n.d.).

3.5 Definice mléčného nápoje a mléčných výrobků

Dle vyhlášky č. 274/2019 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, musí výrobek označený jako mléčný nápoj, obsahovat minimálně 50 % hmotnostních mléka nebo syrovátky. Výrobek označený jako mléčný, musí být tvořen minimálně 50 % mléka nebo mléčného výrobku.

3.6 Ječmen

Ječmen (rod *Hordeum*) patří do říše rostlin, oddělení semenných (*Spermatophyta*), pododdělení krytosemenných (*Angiospermae*), třídy jednoděložných (*Monocotyledonae*), čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Plodem ječmene je obilka. Obilka se skládá ze tří hlavních částí a to obalu, endospermu a zárodku. Obalové vrstvy slouží především k ochraně a k soudržnosti dalších částí semene. Patří sem vnější obalové vrstvy, oplodí a osemenění. Dále se zde nachází zárodek, ze kterého později roste klíček – při dostatečné hydrataci odtud vyrostе nová rostlina. Pro zachování jeho životaschopnosti je nutné udržet hydrataci semena alespoň z 10 %. Největší částí obilky je endosperm, kde se nacházejí zásobní látky semene. Ihned pod osemeněním se nachází aleuronová vrstva, která obsahuje zejména bílkoviny a tuky. Aleuronová vrstva je aktivována růstovými hormony při dosažení podmínek vhodných ke klíčení. Tvoří vnější část endospermu. Ve vnitřní části se nacházejí tenkostěnné buňky, které obsahují především škrob. Průřez obilky ječmene lze vidět na **Obr. 10** (Kosař et al. 2000; Eßlinger 2009).



Obr. 10: Stavba semene ječmene (upraveno dle Reich 2016).

Ječmen je společně s chmelem, vodou a pivovarskými kvasinkami jednou ze základních surovin pro výrobu piva. Dle růstu se rozděluje na druhy divoce rostoucí plané (ječmen myší) a seté (ječmen setý), které se pak dále dělí na jarní a ozimé formy, dle roční doby výsevu plodiny. K sladaření a výrobě piva se nejčastěji používají druhy jarní. Slady z ozimých ječmenů

by mohly způsobovat technologické problémy. V dnešní době se používají spíše doplňkově při nedostatečné úrodě jarních druhů. Od sladovnického ječmene očekáváme určité parametry, kterých by druhy vhodné ke sladaření měly dosahovat. Optimální je vysoký výnos okolo 6,5 – 7 tun. ha⁻¹, hmotnost 1000 zrn 42 – 46 g, vhodné biologické vlastnosti – klíčivost, odolnost vůči poléhání, rezistence vůči chorobám, suchuvzdornost, obsah škrobu v zrně 60 – 65 % a obsah bílkovin 10 – 11 %. Na tyto parametry byly komerčně využívané druhy v minulosti šlechtěny (Kosař et al. 2000; Basařová et al. 2010; Mezerová 2017).

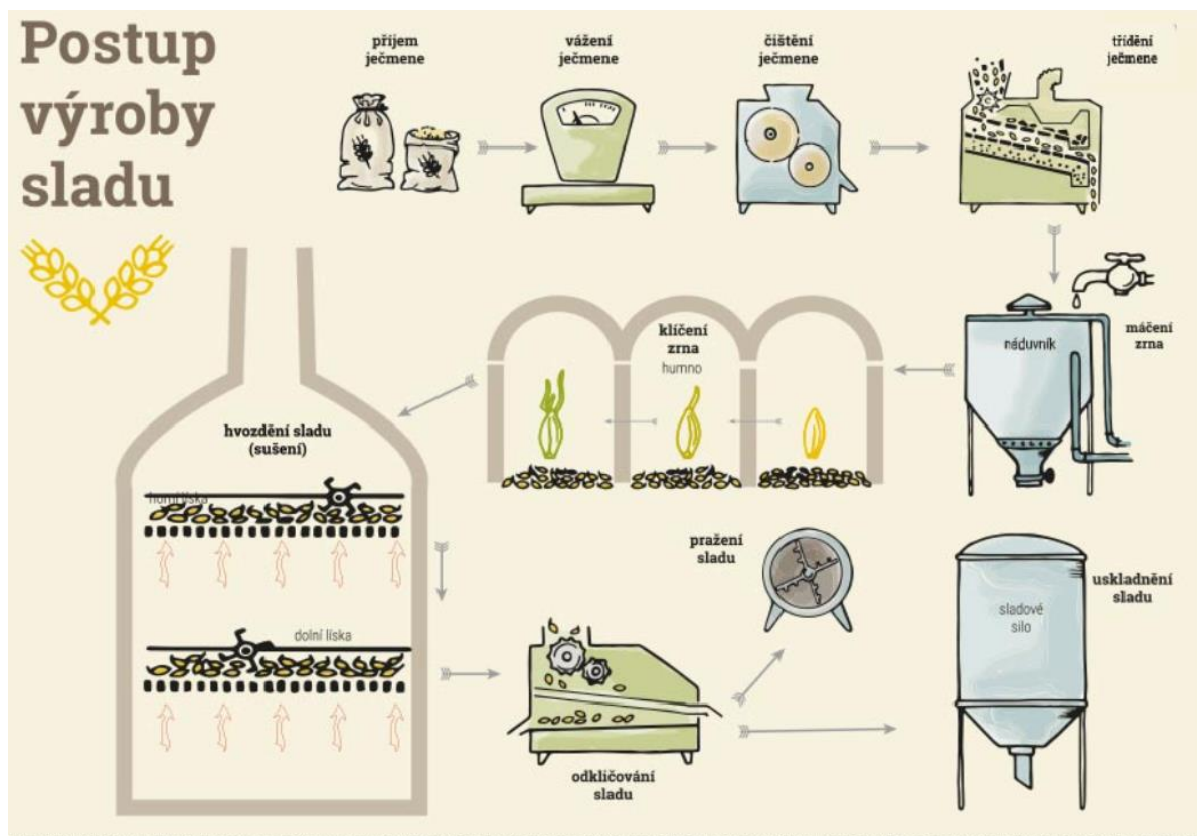
3.7 Výroba sladu

Jednotlivé druhy sladů je možné získat pomocí speciálních technologických úprav ječmene (nebo jiné obiloviny), mezi něž se řadí máčení, klíčení a hvozďení ječmene. Pomocí těchto úprav je možné regulovat biosyntézu a aktivitu sladových enzymů, působících na jednotlivé složky extraktu. Jedná se především o míru degradace vysokomolekulárních látek, redoxní potenciál a aciditu sladu. Při výrobě sladu je důležité používat jen jednu odrůdu ječmene nebo maximálně dvě odrůdy, které si jsou geneticky velmi podobné. Všechny následné kroky zpracování ječmene pak proběhnou více homogenně, jelikož kdyby bylo použito odrůd více, každá bude mít odlišné technologické vlastnosti a nedosáhne se tak kvalitního výsledného produktu (Basařová et al. 2010).

3.7.1 Technologický postup zpracování ječmene a výroby sladu

Sladovny skupující ječmen od prodejců nejprve při přejímce provádějí základní rozbor, který je stanoven v kupní smlouvě – pro zjištění kvality pro zatřídění a také jestli nemusí být ječmen z důvodu vyšší vláhy před zpracováním speciálně ošetřen (předsušením, větráním). Následně dochází k předčištění ječmene od prachových a kovových částic, odstraní se tak hrubé nečistoty a zefektivní se následující proces. Dalším krokem je vlastní čištění a třídění ječmene. Ječmen je čištěn ve dvou krocích. Nejprve dojde k finálnímu odstranění hrubých nečistot, cizích příměsí, a nakonec jemných příměsí (pluchy, prach, sláma, písek). To vše probíhá na vibrujících sítích aspirátoru. Poté zrno putuje na triér, což je válec s kapsovitými důlky o průměru 6,5 – 6,75 mm, který vybírá z ječmene procházejícího válcem všechny nežádoucí příměsi – kulatá zrna plevelů nebo poškozené zbytky ječných zrn. Dále se prošlá, očištěná zrna třídí na sítích dle velikosti, aby bylo dosaženo homogenního procesu máčení a klíčení – k získání kvalitního sladu. Získá se I. a II. třída zrn sladovnického ječmene. V I. třídě se nacházejí semena, která mají velikost nad 2,5 mm a II. třída pak obsahuje semena o velikosti 2,2 – 2,5 mm. Zbytek semen pod 2,2 mm prochází otvory síta a označuje se jako propad. Množství propadených zrn je ukazatelem kvality ročníku sladovnického ječmene. Jako dobrý ročník je označován propad zrn do 1 %, průměrný okolo 4 % a za špatný se označuje propad okolo 8 – 10 %. Poté se ječmen uloží ke skladování a ponechá se dozrávat průměrně po dobu 4 – 6 týdnů (Kosař et al. 2000).

Vlastní sladování je proces skládající se ze tří hlavních kroků – máčení, klíčení, hvozďení. Je to technologický proces, jehož cílem je přeměnit ječmen na slad bohatý na enzymy a extrakty, za co nejnižších nákladů a ztrát. Vlastní průběh sladování je možné vidět na **Obr. 11** (Mahesh et al. 2010; MacLeod & Evans 2016).



Obr. 11: Postup výroby sladu (Vávrová 2018).

3.7.1.1 Máčení

Prvním krokem výroby sladu z již připraveného ječmene je máčení. Hlavním cílem máčení je zvýšit obsah vody v zrně a tím podpořit klíčení zrna. Odstranit zbytkové nečistoty splavky, zrna umýt a vylouhovat z něj nežádoucí látky pro následné zpracování. Jedná se například o barevné a hořké látky, kyselinu křemičitou a bílkoviny z pluch. Tyto látky se považují za nežádoucí, protože zhoršují sensorické vlastnosti výsledného produktu a mohou způsobit zákal, který je nežádoucí. Máčení je považováno za nejdůležitější krok při výrobě sladu, pro dosažení náležité kvality. Hlavní podmínkou pro následné klíčení je dostatek vody a vzduchu, provzdušňování, aby bylo zajištěné dostatečné množství kyslíku. Pokud by bylo kyslíku v místnosti málo, mohlo by dojít k intramolekulárnímu dýchání, které by mohlo vést až k poškození nebo i dokonce k umrtvení embrya zrna. Máčení ječmene probíhá v kovových náduvnících. Doba máčení zrna závisí na jeho velikosti, proto by měly být máčeny současně zrna podobné velikosti (z tohoto důvodu předešlé třídění zrn na sítích). Čím větší je velikost zrna, tím pomaleji přijímá vodu a musí být tudíž máčeno po delší dobu. Důležitá je také teplota máčecí vody, čím je voda teplejší, tím rychlejší je příjem vody zrnem. Obvykle se zvyšuje obsah vody z cca 15 % na 45 % a máčení trvá okolo 3 dnů (Kosař et al. 2000; Goma 2018).

3.7.1.2 Klíčení

Po úspěšném namáčení zrna, dochází ke klíčení, při kterém dochází k aktivaci a syntéze enzymů, které vedou k požadované vnitřní přeměně zrna. Většina enzymů (s výjimkou α -amylázy) je v ječmeni přítomná nativně, ale původně jsou zastoupeny pouze ve velmi malém množství, které se klíčením zvyšuje (a také se zvyšuje jejich aktivita). K syntéze nebo zvýšení aktivity enzymů dochází vlivem činnosti fytohormonů. Tyto hormony jsou složeny z kyseliny gibberelové a dalších jí příbuzných látek, které jsou schopny putovat přes endosperm do aleuronové vrstvy zrna. Zde pak dochází ke vzniku nových aminokyselin a enzymů. Dochází postupně ke vzniku β -glukanasy, poté α -amylasy a α -proteasy. Dále se vytváří β -amylasa, která však nevzniká v aleuronové vrstvě, nýbrž volně v endospermu. Podmínkou k syntéze, či nárůstu aktivity enzymů v zrně je dostatek metabolické energie, která se získává odbouráváním zásobních látek zrna. Nejdůležitějšími enzymy sladu jsou bezesporu amylasy. Díky jejich činnosti mohou být později odbourávány škroby při rmutování. α -amylasa je nově syntetizovaná až při klíčení, jelikož jí ječmen ve svém zrně nativně neobsahuje, jak již je popsáno výše. Nejvíce se jí tvoří mezi 2 – 4 dnem klíčení. K získání velmi energeticky bohatého sladu, se tudíž nechávají zrna déle klíčit (např. pro zpracování velkého množství škrobu v lihovarech). Obsah α -amylázy se totiž neustále zvyšuje. β -amylasa je v zrně nativně přítomná v malém množství. V prvních dnech dochází k malému poklesu její hladiny, ale druhý a třetí den už se hladina postupně zvyšuje. Množství vzniklých amyláz může ovlivnit řada faktorů například odrudová specifita a klimatické podmínky daného ročníku nebo vyšší teploty při máčení a klíčení, kdy aktivita enzymů bude sice vyšší, ale bude jich vznikat méně (Kosař et al. 2000; MacLeod & Evans 2016; Gomaa 2018).

Při klíčení nedochází jenom k aktivaci a syntéze enzymů, ale i následné přeměně původních látek v zrně jejich činností. Některé nízkomolekulární látky jsou spotřebovány k výživě zárodku a výstavbě nových buněk – kořínku a klíčku. Tyto látky jsou pak nenávratně ztraceny pro další zpracování. Je tudíž nutné hlídat optimální stav, kdy bude klíčení zastaveno. Při sladování je důležité dosáhnout hlavně tzv. „rozluštění“ – rozrušení buněčných stěn (aby došlo k lepšímu proniknutí enzymů do všech částí zrna) a následné rozštěpení škrobových zrn a bílkovinných řetězců. Klíčením se zvyšuje obsah jednodušších sacharidů ve sladu rozkladem škrobu. Vzniká zejména glukóza, fruktóza, sacharóza a v menším množství maltóza (dochází k jejímu rychlému a snadnému prodýchání) (Mahesh et al. 2010).

3.7.1.3 Hvozďení

Hvozďení je třetím a závěrečným krokem výroby sladu. Výsledkem předchozích kroků je tzv. zelený slad, který se dále tepelně upravuje. Reakční pochody probíhající při hvozďení zeleného sladu mají vliv na konečné složení hotového sladu. Jejich průběh je závislý na několika faktorech, a to zejména na vlhkosti zeleného sladu, podmínkách a rychlosti jejího snižování, teplotě sladu při určitých vlhkostech, stupni ventilace a na čase, po který působí na slad určitá teplota. Dále taktéž na kvalitě zpracovávaného ječmene a stupni rozluštění zeleného sladu (Basařová et al. 2015).

Cílem hvozďení je převést nestabilní „zelenou“ formu sladu na formu určenou ke skladování, odolnou vůči působení vnitřních vlivů, ale i vnějších vlivů. Tohoto stavu se

dosáhne snížením obsahu vody v zrně a tím i pozastavením rozkladných procesů v zrně a příslušných životních pochodů, které do této doby probíhaly a byly žádoucí. Dalším účelem hvozdění je také zapříčinit vznik barevných a aromatických látek typických pro daný druh sladu. Nejprve se zelený slad předsuší na teploty do 60 °C. Předsoušením se sníží obsah vody v zrně z 40 – 45 % na 10 – 12 %. Následně dojde k zvýšení teploty na 80 až 105 °C (a více). Tento krok se nazývá dotahování sladu. Postupně se zvyšuje teplota a dochází k tvorbě aromatických látek a barevných pigmentů. V rámci chemických a biochemických změn se rozlišují tři fáze hvozdění – fáze růstová, enzymatická a chemická. Při růstové fázi je obsah vody v zrně stále velmi vysoký, působící teplota nepřekračuje 40 °C, nedochází k zastavení růstu klíčku a enzymatickým přeměnám vyvolaným klíčením. Následně dochází zvyšováním teploty k fázi enzymatické, kdy působí teploty od 40 do 60 °C, obsah vody se snižuje pod 20 % a zastavuje se růst a vývin klíčku. Enzymatické reakce v zrně však dále probíhají (především amylolytické a proteolytické). Snížením obsahu vody pod 10 % (vlivem teplot nad 60 °C) nastává fáze chemická, v zrně již probíhají pouze chemické reakce, které dávají vznik barevným a aromatickým látkám. Vznik těchto sloučenin je dán především vlivem neenzymatického hnědnutí, a to buď reakcí karbonylových sloučenin s aminokyselinami nebo reakcí samotných karbonylových sloučenin – tzv. karamelizace (probíhá až při poměrně vysokých teplotách a nízkých hodnotách vodní aktivity). Průběh hvozdění se liší v závislosti na plánovaném typu produkovaného sladu (Kosař et al. 2000; Eßlinger 2009).

3.7.1.4 Závěrečné úpravy sladu

Hotový slad je podroben závěrečným úpravám. Mezi ně patří například odkličování jednotlivých zrn, odstranění poškozených zrn, pluch a případných nečistot. Vedlejším produktem při tomto procesu je získaný sladový květ, který se dále používá ve farmacii, k přípravě léčiv, v droždárnách nebo k přípravě krmiv. Následně dochází ke zchlazení sladu. Takto upravený slad může být skladován a později dále zpracováván. Dobře upravený slad musí být tudíž suchý, zbavený nečistot, prachu a zchlazený. Ukládá se většinou do sil po dobu 4 – 6 týdnů, kde dozrává – dochází ke zvlhčení zrna a dalším chemicko-fyzikálním změnám v zrně. Pokud se slad nechá tímto způsobem odležet, usnadňuje se další zpracování v pivovaru. Při nedostatečném odležení sladu může být znesnadněné scezování, kvašení a také mohou být nižší výtěžky výsledného produktu. Před expedicí nebo dalším zpracováním se slad ještě jednou dočišťuje od nežádoucích příměsí (Eßlinger 2009; Basařová et al. 2015).

3.7.2 Druhy sladů

V rámci celého světa lze rozlišit dvě základní komerčně vyráběné skupiny sladu. Pro výrobu světlých piv jsou používány především světlé slady plzeňského typu a pro výrobu tmavých piv pak slady tmavé mnichovského typu. Dále jsou vyráběny různé speciální typy sladu, které slouží především k zvýraznění specifických a kvalitativních vlastností základních typů světlých a tmavých piv, či pro jiné výrobky, kde jsou požadovány odlišné vlastnosti. Vlastnosti odrůd ječmene ovlivňují celkovou výslednou kvalitu sladu a z něj následně vyrobeného piva, především charakteristické vlastnosti a odlišnosti jednotlivých značek piva (Basařová et al. 2010; Guido & Moreira 2013).

3.7.2.1 Světlé slady plzeňského typu

Jak už název příhodně napovídá, pro tuto skupinu bude typická velmi světlá barva získaného produktu – sladu. Tohoto parametru je dosaženo odlišným postupem při hvozdění sladu (teploty dotahování okolo 80 – 85 °C). Vyznačuje se nízkým nebo středním obsahem bílkovin, dostatečnou enzymatickou silou a vyšší extraktivností. Je především surovinou pro výrobu světlých piv typu ležáků, konzumních piv a speciálních piv s různou koncentrací původní mladiny (Basařová et al. 2010).

3.7.2.2 Tmavé slady mnichovského typu

Často nazývané jako slady bavorské, vyznačují se tmavější barvou, vyšším zastoupením bílkovin, nižší aktivitou přítomných enzymů a nižší extraktivností. Dají se poznat také podle výrazného aroma a vyššího zastoupení produktů Maillardovy reakce, které vznikají v důsledku vysokého tepelného zatížení při hvozdění (teploty okolo 100 – 105 °C) a intenzivnějšího rozluštění při klíčení (Basařová et al. 2010).

3.7.2.3 Karamelové slady

Pro tuto skupinu je opět typický vyšší obsah barevných a aromatických látek, nižší enzymatická aktivita nebo dokonce žádná a nižší extraktivnost. Z tohoto důvodu se většinou míchají se slady jinými. Vyrábějí se z dobře rozluštěných zelených sladů, které disponují vysokým obsahem štěpných produktů bílkovin a sacharidů. Karamelizace sladu probíhá v tzv. rychlopražičích. Slad se před přívodem do bubnu orosí, aby se působením vyšších teplot (70 – 75 °C) vytvořilo dostatečné množství vodní páry, která je potřebná pro částečné ztekucení a úplné zcukření endospermu. Endosperm je pak měkký a lze snadno vytlačit ze zrna. Poté dochází k vlastnímu karamelizačnímu procesu, kdy se postupně zvyšuje teplota na 120 – 180 °C podle vyráběného druhu karamelového sladu (s vyšším záhřevem růst intenzity tmavých tónů výsledného produktu). Po dokončeném pražení je endosperm sklovitý a průsvitný. Karamelizací nižších sacharidů dochází ke vzniku aromatických a barvicích látek. Mění se také obsah látek koloidního charakteru, což může přispívat k lepší plnosti chuti výsledného produktu a intenzivnější pěnovitosti. Vysoké teploty pražení však přispívají k zánikům nativních sladových enzymů, proto tyto druhy neoplývají vysokou enzymatickou aktivitou. Druhy v České republice komerčně dostupných sladů karamelových a jejich základní charakteristiky je možné vidět v **Tab. 3** (Basařová et al. 2015; Castro et al. 2021).

Tab. 3: Rozsah základních kvalitativních znaků karamelových sladů (Basařová et al. 2015).

	Karamel plzeňský	Karamel světlý	Karamel	Karamel tmavý	Karamel extra tmavý
Barva (j. EBC)	20 – 40	100 – 120	140 – 160	180 – 220	350 – 450
Voda (%)	max. 7,5	max. 6	max. 6	max. 5	max. 4,5
Extrakt (% v sušině)	min. 75	min. 75	min. 74	min. 75	min. 73

3.7.2.4 Barvicí slady

Označované též jako slady barevné se připravují pražením zrn při teplotách dosahujícím k 225 °C. Při tomto technologickém procesu dochází postupně ke štěpení škrobu a jeho degradaci za vzniku dextrinů, aromatických, barvicích látek, ale také hořkých sloučenin. Obsah hořkých látek se samovolně snižuje při dvoutýdenním odležení sladu, než dochází k jeho dalšímu zpracování a dávkování pouze malého procenta sladu do výsledného díla (kolem 1 – 2 %). Používá se k výrobě silně tmavých piv, k jejichž zisku by nebylo docíleno pouze za použití sladu typu mnichovského. V České republice jsou vyráběny dva druhy barvicích sladů, a to slad čokoládový a barevný (Basařová et al. 2015).

3.7.2.5 Nakuřovací slady

Jedná se o slady vyráběné k přípravě whisky skotského typu z ječného sladu, který je sušen přímými spaliny rašeliny. Vyrábí se ve specializovaných sladovnách a mají typické aroma, jež souvisí s vyšším obsahem fenolických látek, které těkají s vodní párou (Basařová et al. 2010).

3.7.2.6 Diastatické slady

Diastatické slady se používají při zpracování sladů, které jsou enzymově chudší. K jejich výrobě je zpravidla použit ječmen, který obsahuje vyšší podíl bílkovin, což dává předpoklad vyššího celkového zastoupení enzymů v zrně. Slad se hvozdí při nižších teplotách, dotahující teploty nikdy nepřesahují 65 °C. Šetrným předsušením a dotahováním při nízkých teplotách se ochrání amylytická schopnost enzymů (Kosař et al. 2000).

3.8 Zisk sladiny ze sladu

Samotná výroba sladiny se skládá z několika kroků – šrotování, vystírání, rmutování a následného scezování hotové sladiny. Cílem těchto kroků je převedení extraktivních látek sladu do roztoku za pomoci enzymů (nativně přítomných ve sladu) a zajištění co nejmenšího procenta ztrát extraktivního roztoku – sladiny, po oddělení od nerozpustných zbytků tzv. mláta (Kosař et al. 2000; Hlaváček et al. 2011).

3.8.1 Šrotování

Před zvýšením teploty se slad musí upravit šrotováním. Tento proces probíhá na dvou, či víceválcových šrotovnicích. Zde jsou zrna rozemleta a vzniká sladový šrot neboli sladová tluč. Ta je potom převedena do varny, kde probíhá další zpracování. Někdy je slad před mletím upravován párou, aby byla slupka zrna poddajnější. Cílem šrotování je zachovat slupky zrn co nejvíce neporušené a co nejdokonaleji vymlít endosperm zrna. Složení výsledného šrotu totiž ovlivňuje následné procesy rmutování, scezování a celkový varní výtěžek. Výrazné poškození obalových vrstev zrna by mohlo vést k jejich zvýšenému vyluhování, hlavně pak obsahových látek jako jsou pentozany, hořké a barevné látky, které by mohly negativně poškozovat výslednou chuť produktu. Správně a co nejjemněji rozemletý endosperm je pak klíčem k úspěchu při rmutování a zajišťuje vysoký varní výtěžek (Kosař et al. 2000; Chládek 2007; Bamforth 2017).

3.8.2 Vystírání a rmutování

Po šrotování je sladový šrot smíchán s vodou ve vystírací kádi nebo rmutovystírací pánvi (pokud ve vystírací kádi, je pak následně převeden na rmutovací pánev). Takto připravená směs se označuje jako vystírka. Pro světlá piva se volí větší objem vody, aby se získal řidší rmut (směs po následném rmutování), při rmutování se zde totiž urychlují enzymatické procesy a dojde k rychlejšímu zcukření. Mladina má vyšší stupeň prokvašení a mláto je schopno zadržet méně cenného extraktu, je proto potřeba méně vyslazovací vody k jeho oddělení. Naopak pro piva tmavá se používá hustší rmut (použije se méně vystírací vody k vystírání) – déle zde působí proteasy, pomocí dekokčního způsobu rmutování se vyluhuje více látek z pluch, které vznikají při karamelizaci jednoduchých sacharidů a mění se barva. V mlátě zůstává zachyceno více extraktivních látek, musí se použít více vody k jejich vyslazení. Po zvolení vhodného objemu vody se vystírka začíná pomalu ohřívat, probíhá proces rmutování. Škrobová zrna přítomná v namletém endospermu bobtnají a při teplotě okolo 52 °C z nich vzniká škrobový maz. S rostoucími teplotami se škrobový maz dále přeměňuje. Při zvýšení teploty na hodnotu přibližně 65 °C (nižší cukrotvorná teplota) se ztekucuje. Ztekucení je enzymatický děj, při kterém dochází k postupnému zkrácení řetězců molekul amylosy a amylopektinu. Při dosažení teplot 72 – 75 °C (vyšší cukrotvorná teplota) dochází k zcukření, kdy už jsou v roztoku přítomné pouze štěpné produkty škrobu. Štěpení škrobu zajišťují amylytické enzymy, které štěpí škrob přes meziproducty α -glukany (dextriny) na maltózu nebo mohou škrob štěpit na maltózu přímo. Vznikají také monosacharidy (glukózy, fruktózy), další disacharidy, trisacharidy a velké množství oligosacharidů (Chládek 2007; Basařová et al. 2010; Aroh 2019).

Běžně se rozlišují dva základní typy rmutování – dekokční (jednormutový, dvojrmutový, trojrmutový) a infuzní. V České republice se používá téměř výhradně způsob dekokčního rmutování – dvojrmutový způsob. Infuzní způsob je běžný spíše v jiných zemích například ve Velké Británii nebo Německu k výrobě svrchně kvašených piv. Při dvojrmutovém dekokčním způsobu se nejprve sladový šrot smíchá s vodou o teplotě 37 °C. Dále se vystírka ohřeje přidáním horké vody (zapáčkou) na 52 °C, odebere se jedna třetina díla – první rmut a ten se převede do rmutovací pánve, kde je ohříván na teploty 72 – 75 °C. Po zcukření této části díla je podíl provařen a navrácen k původnímu objemu. Teplota se zvýší v původním

objemu na 65 °C. Poté se odebere další třetina – druhý rmut, který je podroben stejnému záhřevu jako rmut první a po návratu do původního objemu, teplota celkově roste na 75 °C. Infuzní způsob se od dekokčního liší tím, že nedochází k prováření částí rmutu (Chládek 2007; Hlaváček et al. 2011).

3.8.3 Scezování

Finálním krokem výroby sladiny ze sladu je scezování. Po dokončeném rmutování je nutné rozdělit výsledné dílo na kapalnou část – sladinu a pevnou část – mláto. Sladina se většinou odděluje na scezovací kádi, kam se celý objem po rmutování přečerpává. Po určité době dochází k sedimentaci mláta na dně kádě. Vytvoří se usazená vrstva, přes kterou protéká a čistí se první část sladiny. Ta je stále kalná, a proto se vrací zpět do vrchní části scezovací kádě a prochází jí opakovaně. Až dosáhne sladina požadované čirosti, je převedena na mladinovou pánev. Tato část sladiny je nejkonzentrovější a označuje se jako „předek“. V mlátu však pořád zůstává velké množství extraktu (sacharidů), a proto se dále vyslazuje prolíváním horké vody, a to až do cukernatosti 1 %. Mláto po scezování je většinou použito jako krmivo v zemědělských podnicích (Chládek 2007; Harrison & Albanese 2017).

3.8.4 Složení sladiny

Sladina neboli roztok vody s extrakty ze sladu obsahuje především sacharidy – monosacharidy, maltózu, dextriny, polyfenolické látky, aromatické látky a minerální látky. Její složení a výsledná barva se vyznačují svojí proměnlivostí v závislosti na zvoleném typu použitého sladu nebo jejich kombinaci. Vliv zde má zejména konečná úprava sladu neboli hvozdění (Basařová et al. 2015).

3.8.4.1 Sacharidy

Pokud je sladina připravená ze sladu hvozděného při vyšších teplotách, může dojít ke změně struktury škrobu, který je pak hůře degradován enzymy. U pražených sladů (zejména barvicích) se navíc snižuje počet aktivních enzymů, které jsou taktéž degradovány působením vyšších teplot. Sladiny připravené z těchto typů sladů jsou tudíž chudší na jednodušší sacharidy (k vidění v **Tab. 4**). Převažují zde hlavně složitější sacharidy například dextriny (Samaras et al. 2005).

Tab. 4: Analýza obsahu jednoduchých sacharidů stanovených ve sladínách připravených z vybraných druhů sladů stejným způsobem (v g na 100 g použitého sladu) (upraveno dle Samaras et al. 2005).

	Ječmen	Zelený slad	Světlý slad I	Světlý slad II	Karamel I	Karamel II	Barevný	Čokoládový
glukóza	0,24	1,74	3,15	3,71	5,4	3,99	nd	nd
fruktóza	nd	0,39	0,34	0,4	0,23	0,52	nd	nd
sacharóza	0,96	nd	2,69	3,68	2,73	2,64	nd	nd
maltóza	10,7	11,94	42,02	42,82	19,46	13,91	0,18	0,49
maltotrióza	1,05	0,91	7,65	6,69	6,33	4,81	0,38	0,77
celkem	12,95	14,97	55,85	57,3	34,15	25,87	0,56	1,26

nd=nedetekováno

3.8.4.2 Dusíkaté látky

Při klíčení ječného zrna dochází ke štěpným procesům bílkovin a zvyšuje se rozpustnost dusíkatých látek v znu. Pomocí proteolytických enzymů endopeptidáz a exopeptidáz se zde zvyšuje obsah celkového aminodusíku a volných aminokyselin. Pokračující rozklad bílkovin a navyšování hladiny volných aminokyselin se uplatňuje i při hvozdění až do konce enzymatické fáze. S pokračující teplotou hvozdění, se v Maillardově reakci uplatňují spíše volné aminokyseliny nežli vázané a jejich obsah se tudíž snižuje ve sladínách podrobených vyšším teplotám. Nejmenší počet aminokyselin volných byl detekován ve vzorku sladiny připravené z čokoládového sladu, dále pak ze sladu barevného, vyšší počet ze sladu karamelového a nejvyšší ve vzorku sladu světlého (Samaras et al. 2005).

3.8.4.3 Polyfenolické látky

Ječmen obsahuje široké spektrum fenolových sloučenin, které se během technologického procesu zpracování ječmene (máčení, klíčení, hvozdění) přeměňují a mění se také jejich celkové zastoupení. Mezi nejdůležitější chemické vlastnosti polyfenolů patří jejich antioxidační aktivita. Díky této své vlastnosti mohou přispívat ke snižování pravděpodobnosti výskytu některých civilizačních chorob. V největší míře vykazují antikarcinogenní, antiaterosklerotické, a protizánětlivé účinky. Jsou schopné vylučovat LDL a VLDL lipoproteiny v plazmě a tím i snižovat celkovou hladinu cholesterolu v krvi (Dvořáková et al. 2010; Arranz et al. 2012).

Celkové zastoupení identifikovatelných volných fenolických sloučenin je vyšší u extraktů sladů světlých než v samotném ječmeni. Vysoké zastoupení celkového množství fenolových sloučenin je zapříčiněno hlavně rostoucí hladinou katechinů, ferulové kyseliny a p-kumarové kyseliny. Ferulová kyselina je nejvíce zastoupenou vázanou fenolovou kyselinou

v ječmeni a zeleném sladu. Při nízkých teplotách hvozdění dosahuje enzym esterasa ferulové kyseliny největší aktivity, proto je kyselina odštěpována z buněčných stěn ječmene v největším množství a zvyšuje se její celkové obsahové zastoupení ve sladu i jejich extraktech. Katechiny ani ferulová kyselina nebyly detekovány v extraktech sladů podrobených záhřevu na vyšší teploty (barevný, čokoládový), ale naopak se zde vyskytovala vanillová, homovanillová kyselina a 4-vinylguaiakol – vznikají totiž rozkladem nebo přeměnou některých fenolových látek například kyseliny ferulové. 4-vinylguaiakol může být ve vyšším množství původcem nelibé vůně sladu. Obsahové zastoupení volných polyfenolických látek lze vidět v **Tab. 5**. Značné rozdíly v zastoupení obou testovaných extraktů karamelových sladů byly způsobeny odlišnou dobou záhřevu. Karamelový slad I byl pražen při teplotách do 107 °C, kdežto karamelový slad II při teplotách dosahujících 140 °C (Samaras et al. 2005; Dvořáková et al. 2010; Basařová et al. 2015).

Katechiny se nacházejí v širokém spektru poktravin, jejich nejbohatším zdrojem je však zelený čaj. V ovoci jsou zastoupeny především v semenech, či slupkách plodů – většinou nezralých. Jejich předností je silná antioxidační aktivita. Podporují regeneraci kůže, chrání ji a hydratují. Působí také proti obezitě, snižují vysoký krevní tlak a vykazují antimutagenní vlastnosti (Collin et al. 2013).

Ferulová kyselina je taktéž silným antioxidantem, jež se hojně nachází v ovoci, zelenině, ale taktéž v obilninách. Je známá pro širokou škálu zdraví prospěšných účinků. Působí jako prevence před vznikem rakoviny, cukrovky, kardiovaskulárních a neurodegenerativních onemocnění. V některých zemích je povoleným aditivem pro výrobu potravin zabraňující peroxidaci lipidů. Také se používá jako přísada do řady kosmetických výrobků (Ou & Kwok 2004; Srinivasan et al. 2007).

p-kumarová kyselina neboli kyselina hydroxy-4-skořicová je v rostlinné říši vázaná převážně na lignocelulósovou část. Je hojně využívána v chemickém, potravinářském, farmaceutickém i kosmetickém průmyslu. Působí chemoprotektivně před působením toxických látek. Je taktéž účinným antioxidantem (Kiliç & Yeşiloğlu 2013; Pei et al. 2016).

Vanillová kyselina je derivátem kyseliny benzoové a je hojně používána v potravinářství jako ochucovadlo. Obecně mají deriváty benzoové kyseliny nižší antioxidační aktivitu než deriváty kyseliny skořicové, ale studiemi bylo prokázáno, že kyselina vanillová dokáže vychytávat volné radikály velmi účinně, snižovat krevní tlak a mohla by být používána jako nové, velmi dostupné neuroprotektivní činidlo proti neurodegenerativním onemocněním. Homovanillová kyselina zdá se nevykazuje antioxidační, či jiné zdraví prospěšné účinky na lidské zdraví (Kumar et al. 2011; Amin et al. 2017).

4-vinylguaiakol je produktem dekarboxylace ferulové kyseliny, disponuje tudíž odlišnými vlastnostmi než kyselina ferulová – z důvodu své méně polárnější povahy. Měl by vykazovat taktéž antioxidační vlastnosti, ale jeho vznik při zpracování sladu je spíše nežádoucí, jelikož může vyvolávat vznik cizí „fenolové“ chuti a vůně výsledných produktů (Mikyška et al. 2010; Shin et al. 2018).

Tab. 5: Stanovení obsahu volných polyfenolických sloučenin v extraktech sladů různých typů (v μg na 100 g použitého sladu) (upraveno dle Samaras et al. 2005).

	Ječmen	Zelený slad	Světlý slad I	Světlý slad II	Karamel I	Karamel II	Barevný	Čokoládový
katechiny	23 ± 11	59,8 ± 0,9	680 ± 20	678 ± 21	350 ± 10	nd	nd	nd
ferulová kyselina	176 ± 12	67,4 ± 0,9	358 ± 12	376 ± 12	124 ± 10	125 ± 10	nd	nd
p-kumarová kyselina	20 ± 2	nd	85 ± 2	103 ± 15	nd	nd	nd	nd
vanillová kyselina	49	nd	nd	nd	106 ± 10	93 ± 9	113 ± 10	46 ± 1
homovanillová kyselina	nd	nd	nd	nd	nd	nd	276 ± 16	202 ± 18
p-hydroxyfenyl-octová kyselina	29 ± 19	nd	19 ± 9	2,6 ± 0,1	nd	nd	nd	nd
4-vinylguaiakol	nd	nd	nd	nd	nd	nd	33,6 ± 0,8	26,7 ± 0,7
celkem	504,4	127,2	1150,0	1159,2	580,3	217,5	422,2	274,1

nd=nedetekováno

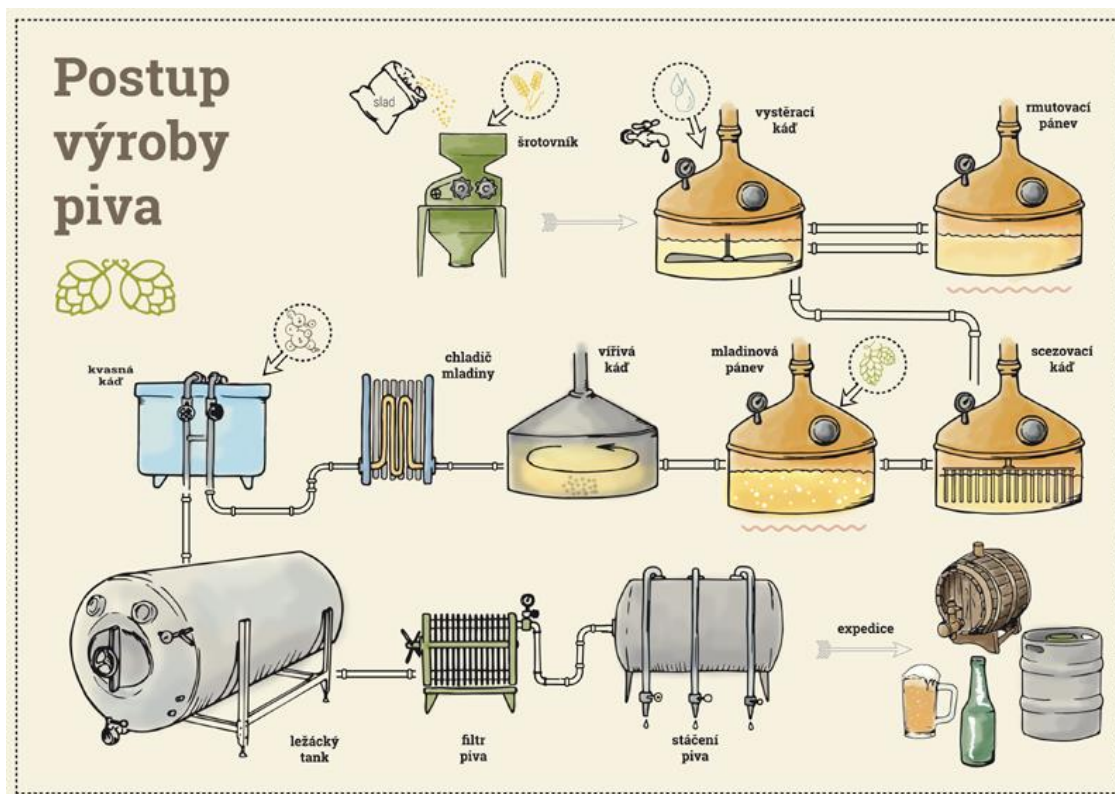
3.8.4.4 Minerální látky

Většina minerálních látek, nacházejících se ve sladině, pochází z ječmene, malé procento taktéž z vody. Některé minerální látky mohou být citlivé vůči vysokým teplotám, proto se jejich množství zahřátím snižuje. Ve sladině se většinou nachází vápník, jehož přítomnost je zapříčiněna hlavně použitou pivovarskou vodou, ječné zrnko však také menší množství vápníku obsahuje. Během rmutování reagují Ca^{2+} ionty s proteiny a fosfáty ze sladu a snižuje se pH. Většina enzymatických procesů při výrobě sladiny, probíhá rychleji při nižším pH. Přítomné množství vápníku tudíž ovlivňuje výsledné pH sladiny a následně i další technologické vlastnosti při jejím zpracování. Bylo zjištěno, že sladiny vyrobené ze surovin, které obsahovaly nízké množství vápníku, dosahují pH v rozmezí 5,8 – 6,0, kdežto sladiny, které byly vyrobeny za přítomnosti většího podílu vápníku, dosahují pH 5,3 – 5,5. Zdrojem hořčičku ve sladině je pivovarská voda, ale taktéž ječné zrnko. Hořečnaté ionty reagují podobně jako ionty vápenaté, snižují pH při výrobě sladiny. K ovlivnění pH však nedochází v takové

míře jako u vápníku. Ve sladínách se nachází také menší množství sodíku, jeho výsledná koncentrace závisí především na jeho koncentraci v použité pivovarské vodě. Sodné ionty se z velké míry neúčastní chemických přeměn a reakcí, do sladiny se dostávají v nezměněné formě. Pokud se ve sladínách nachází ve větších množstvích, může být na vině kontaminace čistícími roztoky. V malé míře zde může být zastoupen taktéž draslík, který společně se sodnými ionty působí slanou příchuť. Další přítomnou minerální látkou ve sladíně je fosfor, který je zastoupen v mnoha strukturách v zrnech ječmene (fytin, nukleové kyseliny, koenzymy, proteiny aj.). Z těchto sloučenin se postupně uvolňuje pomocí enzymatických procesů a nachází se zde převážně ve formě fosfátů. Jak již bylo uvedeno výše, reakcí s vápníkem a hořčíkem přispívají fosfáty ke snižování pH sladiny. Síra se ve sladíně nachází především ve formě sulfátů, které pozitivně ovlivňují degradaci škrobu a bílkovin při enzymatických procesech. Ve velkém množství by však mohly indukovat slanou chuť výsledného produktu a způsobovat projímavé účinky. Dále se ve sladíně mohou nacházet také zinek, chlor a dusík. Aby bylo dosaženo co nejvíce jednotného složení sladiny při komerční výrobě a jejich následného zpracování na pivovarské výrobky, často dochází k úpravě pivovarské vody. Dochází buď k redukci minerálních látek v použité tekutině nebo se jejich obsah navyšuje. Přítomné minerální látky a množství ve kterém jsou zastoupeny, ovlivňují z velké míry proces následného kvašení a výslednou chuť produktu. Touto úpravou se zajistí jednotná chuť komerčních značek piva, ať už se budou vyrábět kdekoli na světě (Montanari et al. 2008).

3.9 Zisk mladiny ze sladiny

Další technologický proces uplatňující se při výrobě piva, který navazuje na získání sladiny scezováním. Povařením sladiny s chmelem nebo chmelovými granuláty se zajistí hořkost výsledného produktu a dosáhe se také jeho tepelné stability. Hořkost zajišťují pryskyřičné látky obsažené ve chmelu, které se po přimíchání a varu rozpouštějí a jejich izomerací vznikají látky sensoricky výrazné. Při tomto procesu se taktéž odpařuje přebytečná voda a mladina získá cílenou koncentraci extraktu pro daný druh piva. Při varu dále vznikají také barevné látky a z roztoku jsou vysráženy nestabilní vysokomolekulární koloidy (především bílkoviny) ve formě sraženiny. Mladina, která tímto procesem vzniká je následně odloučená od kalů a ochlazená – tím se připraví na kvasný proces. Celý proces výroby piva je možné vidět na **Obr. 12**. (Hlaváček et al. 2011).



Obr. 12: Postup výroby piva (Český svaz pivovarů a sladoven 2015).

3.10 Spojení mléka a piva – ostatní výrobky na trhu

V praxi se pH piva pohybuje nejčastěji kolem 4,3 – 4,7. V kapitole číslo 3.2.1 je uvedeno, že srážení bílkovin mléka lze zapříčinit působením kyselého pH. Izoelektrický bod kaseinu, při kterém počíná samovolné srážení mléčných bílkovin, vzniká, pokud pH dosáhne hodnoty 4,6 (teplota okolo 20 °C). Při pouhém smíchání mléka a většiny druhů piv by proto mohlo dojít k vysrážení bílkovin a nemuselo by být docíleno homogenní struktury výsledného výrobku. pH při výrobě piva se postupně snižuje činností pivovarských kvasinek během kvašného procesu. Optimální hodnoty pH sladiny jsou uváděny v rozmezí 5,4 – 5,5, v posledních letech se však pH sladiny postupně zvyšuje a může dosahovat až hodnoty 6. Navyšování pH je způsobeno změnami ve složení používaných vodních zdrojů, měnícím se složením půdního fondu a dalšími agrotechnickými faktory. Míchání sladiny a dalších surovin využívaných k výrobě piva před následným prokvašením by tudíž nemělo způsobovat technologické problémy, které jsou uvedené výše. pH před prokvašením nedosahuje tak nízkých hodnot, aby bylo dosaženo izoelektrického bodu kaseinu (Basařová et al. 2010; Głąb & Boratyński 2017; Informační centrum bezpečnosti potravin n.d.).

Sladové mléko je práškovitý produkt, vyrobený ze směsi sladového ječmene (či jiné obilniny), pšeničné mouky a plnotučného mléka, případně dalších aditivních látek. Prášek se používá pro zvýraznění chuti nápojů a jiných potravin. Dále se používá při pečení k utvoření těsta. Potraviny ze sladového mléka poskytují vysokou nutriční hodnotu, jsou významným zdrojem vitamínů a minerálních látek. Sladové mléko je využíváno v oblastech

s nedostatkem mléka, může být také alternativou pro skupiny lidí se sníženou schopností trávit mléko samotné ve větším množství. Přidáním sladového ječmene do mléčných potravin mohou vzniknout produkty s přidanou hodnotou, ceněné pro svoji snadnou stravitelnost, výživnost a chutnost. Zajistí se taktéž snížení provozních nákladů na výrobu, jelikož slad je levnou surovinou. Nejširší škálu výrobků na bázi sladového mléka je možné nalézt v Indii. Komerčně sladové mléko vyrábí například Nestlé, která tento produkt nabízí hlavně v USA a v Austrálii. Práškový produkt se připravuje smícháním s horkým nebo studeným mlékem za vzniku nápoje. Příklady komerčně vyráběných produktů, k jejichž výrobě bylo použito sladové mléko lze vidět na **Obr. 13** a **Obr. 14** (Singh et al. 2008; Popalia et al. 2020; Nestlé Professional 2021).



Obr. 13: Sladové mléko od společnosti Nestlé (Nestlé Professional 2021).



Obr. 14: Sušenky ze sladového mléka vyrobeny společností Marks & Spencer (Marks & Spencer n.d.).

Byly zaznamenány další pokusy, jak začlenit ječmen do mléčného výrobku pro své obohacující účinky. Výzkum, na kterém se podílel Ismail et al. (2018) se zabýval mícháním koziho jogurtu obohaceného o probiotické kultury s ječnou moukou, medem a ochucovadly (vanilkou, kakaovým práškem) v různých kombinacích a poměrech. Bylo sledováno měnící se látkové složení jednotlivých vzorků, vliv jednotlivých komponent na aktivitu probiotických bakterií a sensorické vlastnosti. Smíchání koziho mléčného výrobku s vyjmenovanými komponentami v různých poměrech nezpůsobilo ani v jednom případě prudký pokles pH a rychlejší srážení potraviny. Bylo zjištěno, že suplementací ječnou moukou a medem se zajistí

zvýšení podílu omega 3 a omega 6 mastných kyselin, vlákniny, zvýší se antioxidační aktivita a prodlouží se také životaschopnost probiotických bakterií. Dle sensorického šetření dopadl nejlépe nápoj s 15 % hmotnostních ječné mouky, 4 % medu a 0,1 % vanilky nebo 0,5 % kakaového prášku.

Na celosvětovém trhu neexistuje tolik výrobků, které by vznikly spojením mléka a pivovarských surovin. S rostoucím zájmem o rostlinné náhrady mléčných výrobků je z ječmene komerčně vyráběn rostlinný nápoj (viz **Obr. 15**). Ječný rostlinný nápoj není dostupný na českém trhu, lze ho zakoupit pouze v zahraničí. Svoji konzistencí a barvou se mléku podobá, co se týče nutričního zastoupení živin, stejně jako ostatní rostlinné náhražky, se i tento produkt, mléku získanému od hospodářských zvířat většinou nedokáže svým složením vyrovnat. Nutriční zastoupení ječného mléka bez příchuti (s názvem Original) od společnosti Take Two foods lze vidět na **Obr. 16**. Výrobek patří k těm kvalitnějším ze skupiny rostlinných nápojů, jelikož je obohacen o vápník a vitamín D. Využitelnost vápníků však není tak vysoká jako z mléka a v porovnání se stejným objemem mléka polotučného obsahuje ječné mléko méně bílkovin (kravské polotučné okolo 7,2 g), sacharidů (kravské polotučné 9,8 g) ale obsahuje vyšší procento tuku (kravské polotučné 3,6 g) – vztaženo na stejnou porci, jako uvádí výrobce na obalu. Rostlinné bílkoviny se také vyznačují nižší biologickou hodnotou než bílkoviny živočišné, jelikož mají méně příznivou skladbu aminokyselin pro lidské tělo. Konkrétní limitující aminokyselinou pro ječmen je lyzin, stejně tak i pro rýži, která je součástí složení ječného rostlinného výrobku. Je zde však přítomen i hrachový protein, který by nedostatek mohl vhodně doplnit. Kladem ve složení ječného mléka v porovnání s mlékem kravským by mohlo být nulové procento cholesterolu (Gajdoš Kljusurić et al. 2015; Suri et al. 2019; Silva et al. 2020; Hertzler et al. 2020; Horáčková et al. 2021).



Obr. 15: Různé druhy ječmenných rostlinných nápojů od Take Two Foods (Take Two Foods 2022a).

UP CYCLED CERTIFIED

1% FOR THE PLANET

NON GLUCO Project VERIFIED

5g complete plant protein per serving

50% more calcium per serving than dairy milk*

Enriched with Vitamin D

Nutrition Facts	
4 servings per container	
Serving size 1 Cup (240 mL)	
Amount per serving	90
Calories	
% Daily Value*	
Total Fat 4.5 g	6%
Saturated Fat 0 g	0%
Trans Fat 0 g	
Cholesterol 0 mg	0%
Sodium 190 mg	8%
Total Carbohydrate 7 g	3%
Dietary Fiber 1 g	4%
Total Sugars 4 g	
Includes 4 g Added Sugars	8%
Protein 5 g	10%
Vitamin D 5 mcg	25%
Calcium 460 mcg	35%
Iron 1 mg	6%
Potassium 420 mg	8%

* The % Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is issued for general nutrition advice.

Ingredients: Barleymilk (Water, Barley and Rice Protein), High Oleic Sunflower Oil, Pure Cane Sugar, Pea Protein. Contains less than 1% of Calcium Carbonate, Dipotassium Phosphate, Natural Flavor, Sea Salt, Gellan Gum, Vitamin D2, Acacia Gum.

*1 Cup of 20 fl oz contains 200mg of calcium in 1 cup of Take Two Original Barleymilk contains 400mg of calcium. With 1 cup from USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Legajo April 2018.

Obr. 16: Složení ječného rostlinného nápoje Original společnosti Take Two Foods (Take Two Foods 2022b).

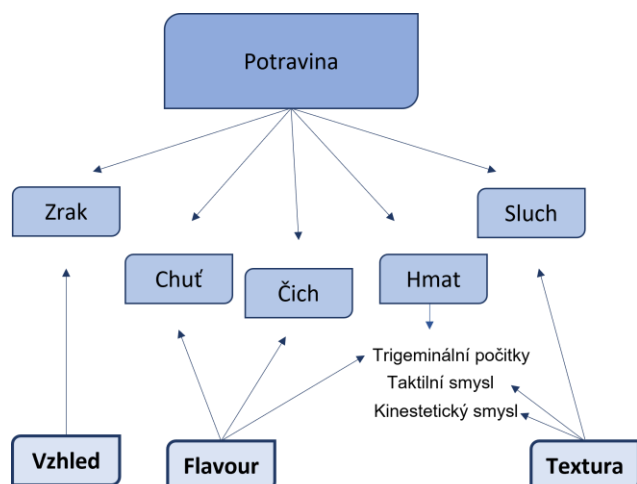
3.11 Senzorická analýza

Společně se zvyšujícím se počtem nových produktů na trhu a rozvojem potravinářství v druhé polovině 20. století, zaznamenala také senzorická analýza značný vývoj. Senzorické hodnocení zahrnuje soubor technik, které se snaží o přesné měření lidských reakcí po konzumaci potravin a minimalizaci zkreslujících účinků. Díky tomuto oboru dochází k zisku informací o senzorických vlastnostech produktů, které jsou důležité pro jejich vývoj potravinářskými podniky. Senzorické vlastnosti jsou hodnoceny pomocí lidských smyslů, používá se zrak, čich, chuť, hmat a okrajově i sluch. Při každém senzorickém hodnocení musí být jasně a zřetelně sděleny pokyny pro provedení hodnocení a musí být nastoleny podmínky zajišťující nezkreslení výsledku hodnotitele dle ČSN EN ISO 8589. Hodnotitel je často umístěn do zkušební kóje, kde je oddělen od ostatních hodnotitelů. Nemůže zde dojít k vzájemnému ovlivnění osob sedících v bezprostřední blízkosti. Vzorky jsou označovány náhodnými čísly, aby hodnotitelé nebyli ovlivněni konkrétní značkou a subjektivními představami o ní. Vzorky jednoho hodnocení by měly být předkládány ve stejných objemech/hmotnostech na identickém nádobí. Mohou být stanoveny standardní postupy pro objem, teplotu vzorku a rozestupy mezi vzorky v čase, ke kontrole nežádoucích vlivů a ke zlepšení přesnosti výsledků testu. Dalším krokem při senzorickém hodnocení je vlastní analýza a zisk výsledků. Výsledné data od hodnotitelů jsou častokrát velmi variabilní. Existuje mnoho faktorů, které mohou ovlivnit reakci konkrétního hodnotitele. Příkladem může být aktuální nálada, motivace hodnotitele a vrozená fyziologická citlivost na smyslovou stimulaci. Dále také jejich minulost ve vztahu k produktu. Aby bylo možné posoudit, že pozorované vztahy mezi smyslovou reakcí hodnotitele a vlastností produktu jsou významné, používají se

statistické metody pro zhodnocení výsledků. Posledním krokem sensorické analýzy je interpretace výsledků. Je třeba vyvodit závěry, které jsou odůvodněné – na základě dat, analýz a výsledků. V závěru by mělo být zahrnuto zvážení metody, omezení experimentu a další vlivy (Lawless & Heymann 2003; Drake 2007).

3.11.1 Průběh sensorického hodnocení

Pro vlastní hodnocení potravin je nejdůležitější vlastností posuzovanou hodnotiteli tzv. flavour. Flavour je komplexním vjemem chuťových, čichových a hmatových receptorů. Hmatovými receptory hodnotíme takzvané trigeminální počítky, jež jsou aktivovány podrážděním čidel v ústní dutině a souvisí se svíravou neboli trpkou, chladivou a palčivou chutí (působící na jazyku bolestivý vjem). Další hodnocené chutě potravin jsou sladká, slaná, kyselá, hořká a štiplavá. Hodnocená vůně a chuť mohou být mimo jiné ovlivněny také tepelnými, taktilními nebo kinestetickými vjemy, které zahrnují vliv textury. Na **Obr. 17** lze vidět vztahy mezi sensorickými vlastnostmi potravin a smysly zapojenými do sensorického hodnocení (Fisher & Scott 1997).



Obr. 17: Schéma vztahů mezi sensorickými vlastnostmi a lidskými smysly (upraveno dle Fisher & Scott 1997).

Před zahájením vlastního hodnocení musí být hodnotitelům vysvětlen přesný postup hodnocení a způsob zaznamenávání zhodnocených vlastností potravin. Základní pokyny by měly být také uvedeny ve zkrácené formě na zaznamenávacím formuláři. Samotné hodnocení by nemělo přesáhnout výše 3 hodin. Zvolený počet vzorků jedné sady, určených k hodnocení, by se měl odvíjet od náročnosti úkolu. Hodnocení barvy a vůně zabere méně času než hodnocení chuti, zde se častokrát požadují komplexnější záznamy z několika pohledů. Volí se tudíž menší počet vzorků (Pokorný et al. 1998).

3.11.2 Metody sensorického hodnocení

Stejně jako u jakéhokoliv jiného vědeckého hodnocení by před zahájením sensorické analýzy měla být položena otázka – k jakému účelu je hodnocení prováděno a jaký typ výsledků je potřeba hodnocením získat. Po zodpovězení této otázky je vybírána statistická metoda

a také typ hodnotitelů (zaškolení hodnotitelé – profesionálové, konzumenti – běžní spotřebitelé). Rozlišují se dva základní typy sensorického hodnocení – objektivní a subjektivní. V objektivní skupině sensorických metod se nachází rozdílové a popisné metody, které mají za cíl získat objektivní výsledky a většinou se využívá školených hodnotitelů. Subjektivní metody pak sledují přijatelnost a preference neškolených hodnotitelů. Další dělení sensorických metod dle jejich vhodnosti k plánovanému typu stanovení je viditelné v **Tab. 6**. (Lawless & Heymann 2003; Marques et al. 2022).

Tab. 6: Přehled nejběžnějších metod používaných při sensorické analýze (Pokorný et al. 1998).

Stanovení	Vhodná metoda
stanovení existence rozdílů mezi vzorky	rozdílové zkoušky: párová, duo-trio, trojúhelníková, tetrádová, dva z pěti, čtyři z deseti, jednostimulová, dvoustimulová metoda
stanovení velikosti rozdílů	rozdílové zkoušky, stupnicové metody
stanovení preferencí	rozdílové zkoušky, stupnicové metody
srovnání několika vzorků	pořadové zkoušky (preferenční nebo intenzitní)
stanovení absolutní přijatelnosti a intenzity	stupnicové metody, srovnávací se stupnicí
stanovení charakteru vjemu	metody sensorického profilu, metody volného popisu, srovnání se sadou standardů

V praktické části této diplomové práce byla použita metoda párové porovnávací zkoušky a metoda hodnocení pomocí sensorického profilu. Párová porovnávací zkouška se řadí mezi zkoušky rozdílové a je často využívána k hodnocení rozdílů mezi vzorky nebo k hodnocení preferencí jednotlivých hodnotitelů. Dvojice vzorků je před hodnotitele předkládána buď společně nebo po sobě a vzorky mohou být opakovaně ochutnávány. Test je většinou založen na principu nucené volby, hodnotitel si musí vybrat buď jeden nebo druhý vzorek. Pomocí vhodných statistických metod se zjišťuje, zda byl mezi vzorky statisticky významný rozdíl. Metoda sensorického profilu je využívána ke stanovení charakteristiky vjemu. Při tomto hodnocení se celkový vjem po konzumaci potraviny rozdělí na dílčí vjemy a ty se pak jednotlivě hodnotí. Hodnotí se předem připravený seznam přítomných chutí, které jsou hodnoceny na hodnotitelské stupnici (většinou intenzita jednotlivých deskriptorů). Nejčastěji se volí 8 – 16 deskriptorů v rámci jednoho hodnocení, záleží však na povaze a rozsahu hodnocení. Výsledky se zpracují tabulkově, vhodnou statistickou metodou, pomocí příslušného grafu a dojde k jejich interpretaci (Lawless & Heymann 2003; ČSN EN ISO 5495 2009; Marques et al. 2022).

4 Metodika

4.1 Suroviny k přípravě vzorků

4.1.1 Mléko

Pro účely přípravy vzorků byly použita mléka a smetana značky Pragolaktos. Konkrétně se jednalo o mléko plnotučné 3,5 % tuku, polotučné 1,5 % tuku, bez laktózy 1,5 % tuku a smetanu na vaření o tučnosti 10 %.

Mlékárna Pragolaktos je v provozu od roku 1800. Je jedním z nejvýznamnějších zpracovatelů na území České republiky. Ročně zpracuje okolo 300 miliónů tun mléka, při čemž 100 % mléka je získávaných od českých zemědělců. Své mlékárenské výrobky a mléko samotné dodává do 14 evropských zemí. Specializuje se hlavně na výrobu mléka a smetany o různých tučnostech – 0,3 %, 1,5 %, 2,8 %, 3,5 %, 10 %, 27 %, 30 % (Pragolaktos n.d.).

4.1.2 Sladina

K první analýze byla použita sladina tmavá karamelová. Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.7.2.3 tento typ sladiny se vyrábí z několika druhů sladů, jelikož karamelový slad sám neoplývá dostatečnou enzymatickou aktivitou. Tato sladina byla získána z výukového a výzkumného pivovaru České zemědělské univerzity Suchdolský Jeník. Pivovar vznikl v roce 2006 a je zasazen do prostoru bývalé laboratoře Technické fakulty. Pivovar byl založen k výuce předmětu výroba piva a pro studium souvisejících operací českých i zahraničních studentů. Pravidelně se zde vaří světlé nefiltrované a nepasterizované pivo 12° (12 % extraktu původní mladiny), dle požadavků, a hlavně před Vánoci speciální tmavé pivo (proto byla sladina získána pouze pro účely prvního experimentu). Roční produkce se pohybuje okolo 300 hl (Výzkumný a výukový pivovar Suchdolský Jeník n.d.).

K druhé analýze došlo po získání sladiny světlé z Únětického pivovaru. Vznik pivovaru se datuje k roku 1710. Kromě výroby piva a následného prodeje v přílehlém pivovarském hostinci, se zde pořádají různé kulturní akce, je možná i prohlídka pivovaru. Ve stálé nabídce pivovaru jsou světlá piva nefiltrovaná 10°, 12° a filtrovaná 10,7° (Únětický pivovar n.d.).

Pro účely senzorické analýzy byla použita sladina tmavá karamelková tentokrát z pivovaru U Fleků. Jedná se o nejstaší ze tří zmíněných pivovarů. Jeho založení se datuje k roku 1499. Také se zde pořádá řada kulturních akcí a je možná prohlídka pivovaru. Vyrábí se zde 2 základní druhy piv – tmavý ležák 13° a světlý ležák 13° (Pivovar U Fleků n.d.).

Analýza sladin není běžně prováděna, tudíž od pivovaru povětšinou nelze získat. Dostupné jsou pouze výchozí informace o použitých sladech k její přípravě. V nich se běžně stanovuje barva sladu, viskozita, vlhkost, extrakt v sušině, doba potřebná k zcukření, kolbachovo číslo, celkový počet dusíkatých látek a další parametry (viz **Příloha 1**).

4.2 Příprava vzorků

Sladinový mléčný nápoj je spojením dvou složek – mléka a sladiny. Dle kapitoly 3.5 je mléčným nápojem takový nápoj, který obsahuje minimální hmotnostní obsah mléka nebo syrovátky 50 %. V první části praktického výzkumu na tuto diplomovou práci byly zvoleny různé poměry mléka nebo smetany a sladiny a ty pak interním týmem odborníků ochutnávány před uskutečněním sensorické analýzy za účasti širší veřejnosti. Bylo zvažováno použití světlé a tmavé sladiny.

Suroviny byly míchány dle předem vybraných poměrů do sensorických kádinek o objemu 150 ml. Vždy bylo připraveno 100 ml vzorku. Bylo použito odměrných válců o objemu 50 ml na zajištění předem stanovených poměrů mléka, či smetany a sladiny. K rozmíchání vzorku do požadované homogenní konzistence bylo docíleno kovovým míchátkem.

Nejprve se pracovalo se sladinou tmavou karamelovou z pivovaru Suchdolský Jeník, která byla smíchána s mlékem plnotučným, polotučným a bez laktózy značky Pragolaktos. Dále byla použita smetana s 10 % tuku. Jednotlivé suroviny se smíchaly ve zkušebních poměrech dle **Příloha 2**. Následně bylo odlito malé množství vzorku a všechny vzorky byly sensoricky ohodnoceny interním týmem, podílejícím se na tomto projektu. Zbylé množství vzorku se zakrylo potravinářskou fólií a bylo uchováno v lednici při teplotě 4 °C po dobu 3 týdnů a pozorováno. Vzorky těsně po přípravě lze vidět na **Obr. 18**.



Obr. 18: Vzorky připravené ze sladiny tmavé z ČZU pivovaru Suchdolský Jeník (vlevo nahoře vzorek č.1, vpravo dole vzorek č.15).

Při další přípravě vzorků došlo ke smíchání sladiny světlé z Únětického pivovaru již pouze s mlékem polotučným a plnotučným opět v různých poměrech. Vzniklé vzorky, které byly hodnoceny lze vidět v **Příloha 3**. Opět byly sensoricky ohodnoceny, následně uloženy do lednice a pozorovány (opět po dobu 3 týdnů při teplotě 4 °C). 2. sada připravených vzorků je zdokumentována na **Obr. 19**.



Obr. 19: Vzorky připravené ze sladiny světlé (vlevo nahoře vzorek č.1, vpravo dole vzorek č.12).

Třetí příprava vzorků byla uskutečněna před samotnou senzoricou analýzou pomocí vybraných hodnotitelů. Vzorky byly míchané na větší počet osob proto se nejdříve jednotlivé vzorky připravily do vhodné potravinářské kádinky o objemu 2000 ml ve stanovených poměrech, které byly získané pomocí dvou předchozích interních sensorických hodnocení. K docílení správných poměrů jednotlivých surovin bylo použito další laboratorní nádobí o menších objemech – odměrné válce, kádinky. Obsah byl pravidelně míchán k docílení stejnorodé konzistence a jednotného zastoupení všech složek a poté rozléván do sensorických kádinek označených čísly. Takto byly vzorky připravené pro následné sensorické ohodnocení viz **Obr. 20**.



Obr. 20: Vzorky připravené pro účely sensorického ohodnocení (vlevo) a tmavá sladina ze které byly vzorky připravované (vpravo).

4.3 Fyzikálně-chemické analýzy

4.3.1 Stanovení pH

Po dobu tří týdnů byly vzorky prvních dvou analýz uchovávané v lednici, proměřovány pH metrem (**Obr. 21**). Měřilo se ve dvou opakováních každého vzorku. Pokaždé se počkalo dostatek času, než se pH na displeji pH metru ustálilo. Výsledek měření byl zaznamenáván a z obou naměřených hodnot pH se následně vypočítal průměr. Byl použit pH testr značky HANNA instruments HI98100 Checker®Plus. Je zkonstruován z dobře omyvatelné diody, která se umísťuje do analyzovaného vzorku, prostorného displeje a spouštěcího tlačítka.



Obr. 21: Měření pH vzorku č.1 sladiny tmavé z pivovaru ČZU Suchdolský Jeník 2 týdny po přípravě.

4.3.2 Refraktometrické stanovení

Sladina použitá pro přípravu vzorků se také proměřovala refraktometricky, jelikož každá vařená várka je jiná, a tudíž se i liší zastoupením jednotlivých obsahových látek. Jak již bylo více popsáno v kapitole 3.8.4 Složení sladiny, nejvíce zastoupenými látkami ve sladině jsou sacharidy. Z tohoto důvodu se používal optický refraktometr, který se používá k měření cukernatosti roztoku. Cukernatost se stanovuje pomocí stupnice Brix ($^{\circ}\text{Bx}$), tímto způsobem se stanoví obsah čisté sacharózy rozpuštěné ve vodě. Sladina se ve formě kapky aplikovala na měrný hranol přenosného refraktometru, překryla se krytkou a pomocí zabudované stupnice byla ihned odečtena cukernatost ve stupních Brix pohledem do refraktometru. Principem refraktometru je měření indexu lomu v kapalině, který se následně promítne na stupnici jako rozhraní mezi osvětlenou a neosvětlenou plochou. K měření cukernatosti byl použit ruční

optický refraktometr značky General Tools REF103 (**Obr. 22**), který disponuje rozsahem 0 – 32 °Bx (0 – 32 % cukernatost).



Obr. 22: Refraktometr General Tools REF103.

4.4 Senzorická analýza

Po předchozích interních senzorických hodnoceních byly zvoleny nejvíce hodnotné poměry, se kterými se dále pracovalo. Pro účely senzorického hodnocení byl vybrán párový preferenční test a metoda senzorického profilu, které jsou více popsány v kapitole 3.11.2 Metody senzorického hodnocení. Senzorické hodnocení probíhalo v prostorách České zemědělské univerzity v Praze. K hodnocení byli přizváni studenti ve věku od 20 – 25 let. Studenti byli před zahájením samotného senzorického hodnocení řádně proškoleni, aby hodnocení probíhalo správným způsobem. Nejdříve byli seznámeni s průběhem hodnocení, v jakém pořadí vzorky hodnotit, na co se při jednotlivých hodnoceních zaměřit a aby se snažili minimalizovat okolní vlivy, které by mohly jejich úsudek ovlivnit.

Celkem se hodnocení zúčastnilo 46 osob – 36 žen, 10 mužů. Senzorická analýza probíhala ve 3 termínech, každá skupina podstoupila hodnocení dvou sad (párů) vzorků – celkem se tedy hodnotilo 6 párů vzorků o různých koncentracích vstupních surovin. Pro každý pár vzorků byl připraven párový preferenční test. Metoda senzorického profilu byla uplatněna při 4 hodnoceních. Vzorky byly označeny náhodnými trojmístnými čísly, tak aby nedošlo k ovlivnění hodnotících osob a byly připravovány do senzorických kádinek o stejném objemu a výšce.

Pro párový preferenční test byl předem vypracován Google formulář, jež byl studentům sdílen pomocí krátkého odkazu, který zadali do svých telefonů. Hodnocení tak bylo velmi rychlé a výsledky byly viditelné ihned po odeslání posledního hlasu.

Metoda senzorického profilu byla vypracována pomocí grafických lineárně orientovaných stupnic o délce 100 mm (1mm = 1 bod neboli 1 % v dané kategorii). Stupnice

většinou představovala rostoucí intenzitu pro zadaný deskriptor. Každý student obdržel formulář, do kterého zaznamenával své rozhodnutí v určité kategorii po ochutnání mléčného nápoje (formulář použití k senzorické analýze lze vidět v **Příloha 6** a **Příloha 7**). Podle toho, v jaké poloze byl na grafické nestrukturované stupnici vyznačen bod, s takovou intenzitou byl subjektivně vnímán daný deskriptor. Vyhodnocení probíhalo po ukončení senzorické analýzy, měřením polohy každého jednotlivého bodu. Touto analýzou bylo získáno ucelené hodnocení každého jednotlivého poměru mléčného nápoje.

Senzorické hodnocení probíhalo následovně:

- 1) Párový preferenční test + hodnocení metodou senzorického profilu
Hodnocené vzorky: vzorek č. 378
vzorek č. 396
- 2) Párový preferenční test + hodnocení metodou senzorického profilu
Hodnocené vzorky: vzorek č. 475
vzorek č. 493
- 3) Párový preferenční test + hodnocení metodou senzorického profilu
Hodnocené vzorky: vzorek č. 673
vzorek č. 697
- 4) Párový preferenční test
Hodnocené vzorky: vzorek č. 673
vzorek č. 697
- 5) Párový preferenční test + hodnocení metodou senzorického profilu
Hodnocené vzorky: vzorek č. 743
vzorek č. 769
- 6) Párový preferenční test
Hodnocené vzorky: vzorek č. 837 (22 °C)
vzorek č. 843 (40 °C)

Poměry jednotlivých připravovaných vzorků jsou uvedeny v **Tab. 7**.

Tab. 7: Poměry vzorků hodnocených pomocí sensorické analýzy.

Vzorek	Poměr v %			
	Mléko plnotučné	Mléko polotučné	Mléko polotučné bez laktózy	Sladina
378		60		40
396		70		30
475			60	40
493		60		40
274	60			40
268	70			30
673		60		40
697	60			40
743			70	30
769		70		30
837	60			40
843	60			40

4.4.1 Statistické metody vyhodnocení výsledků sensorické analýzy

Metoda párového preferenčního testu byla vyhodnocena tabulkou spolehlivosti párového testu při daném počtu odpovědí dle ČSN EN ISO 5495.

Pro hodnocení sensorického profilu byla použita analýza rozptylu, konkrétně jednofaktorová ANOVA s následným detailnějším vyhodnocením pomocí Scheffeho testu. Jednofaktorová ANOVA umožňuje určení existence statisticky významného rozdílu mezi vzorky v jednom parametru. Výsledkem této analýzy je hodnota p , která aby existoval statisticky významný rozdíl mezi vzorky, musí dosahovat hodnot nižších než hladina významnosti $\alpha = 0,05$. Čím vyšší je hodnota p , tím více si jsou vzorky podobné.

Dále byly výsledky metody v jednotlivých deskriptorech sensorického profilu hodnoceny korelační analýzou a pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Byla zjišťována existence souvislosti mezi hodnocenými deskriptory. Pearsonův korelační koeficient ukazuje sílu lineárního vztahu mezi párovými daty. Značíme ho r a dosahuje hodnot $-1 \leq r \leq 1$. Záporné hodnoty r , znamenají negativní lineární korelaci, kladné hodnoty r pak lineární kladnou korelaci. Dle získané hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu mezi dvojí skupinou dat, zjistíme sílu korelace

Síla korelace a její slovní vyjádření při dané hodnotě r :

- 0,00 – 0,19 „velmi slabá“
- 0,20 – 0,39 „slabá“
- 0,40 – 0,59 „střední“
- 0,60 – 0,79 „silná“
- 0,80 – 1,00 „velmi silná“

Pro stanovení existence podobnosti mezi vzorky byla použita metoda hierarchického shlukování. Shluková analýza seskupuje data do skupin na základě podobnosti mezi vzorky (v tomto případě podle výsledků hodnocených deskriptorů). Výsledkem shlukové analýzy je dendrogram (hierarchický strom shluků), ze kterého je patrné, že vzorky, které budou ve stejném nebo blízkém shluku si jsou nejbližší, naopak vzorky od sebe nejvíce vzdálené vykazují největší rozdílnost.

Poslední použitou analýzou byla metoda hlavních komponent (PCA) a faktorová analýza. Tyto analýzy sloužily hlavně k potvrzení výsledků získaných předchozími statistickými metodami. Cílem metody hlavních komponent je zjednodušení informací v souboru dat s cílem najít a popsat jejich strukturu. Vytváří nové komponenty, jež jsou lineární kombinací původních charakteristik vzorků (v tomto případě hodnocených deskriptorů). Výsledné komponenty spolu nekorelují. Každá nová komponenta je vysvětlena mírou variance, která udává, jak moc komponenta přispívá k popsání původní informace. První komponenta vysvětluje největší procento variability studovaného systému, každá další pak zbytek variability. U faktorové analýzy jsou komponenty redukovány dle míry variance a díky tomu dochází k redukci vstupního množství proměnných. Jedním ze základních cílů faktorové analýzy je posouzení sledovaných proměnných a vztahů mezi nimi a zjištění, zda může proměnné rozdělit do skupin = vzorky diferenciovat a graficky znázornit jejich polohu. Grafický obraz vzorků lze překrýt s diagramem faktorových skóre, kde je každá charakteristika popsána jedním vektorem. Zjistíme tak povahu vzorků a které charakteristiky je nejvíce utvářely.

Ke všem statistickým analýzám byl použit program Statistica12 od společnosti StatSoft. K zaznamenávání dat byl použit program Microsoft Excel, kde byly také stanoveny průměry a statistické odchylky sensorického hodnocení, které byly dále interpretovány pomocí vhodného grafického znázornění – paprskových grafů.

5 Výsledky

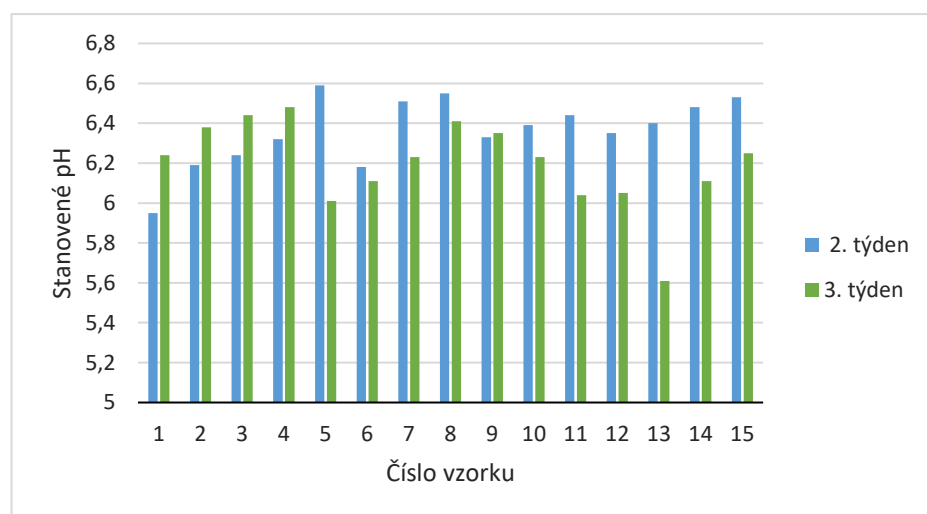
5.1 Výsledky fyzikálně-chemických analýz

5.1.1 pH první sady vzorků připravených z tmavé sladiny, cukernatost a pH tmavé sladiny

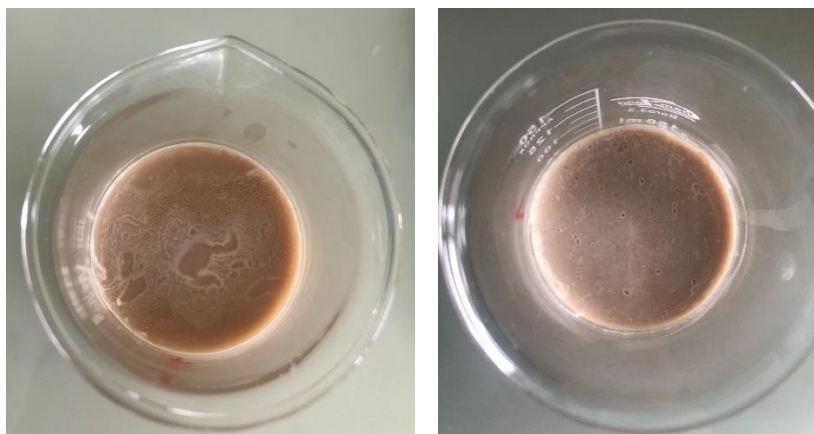
pH vzorků připravených z tmavé sladiny karamelové bylo měřeno ve dvou opakováních po dvou a třech týdnech – následně byl vypočítán průměr v programu MS Excel (poměry vstupních surovin viz **Příloha 2**). Třetí týden již došlo k vytvoření sraženin a vzorky začaly podléhat viditelným jakostním změnám – lze vidět na **Obr. 24** (druhý týden spíše částečné vyvstání tuku, lehká změna barvy, jinak žádné sraženiny ani zápach). U většiny vzorků došlo k postupnému snížení pH k hodnotám kolem 6 (viditelné z **Obr. 23**). Běžně se pH mléka pohybuje od 6,4 – 6,7. U prvních 4 vzorků však došlo k značnému nárůstu mezi druhým a třetím týdnem – tyto vzorky byly připravované z mléka plnotučného. Použitá sladina se vyznačovala cukernatostí 14 °Bx a hodnotou pH 5,95 (**Tab. 8**).

Tab. 8: Cukernatost sladiny tmavé karamelové ve °Bx a pH

	°Bx	pH
Sladina	14	5,95



Obr. 23: Grafické znázornění změny pH 1. sady vzorků v čase.



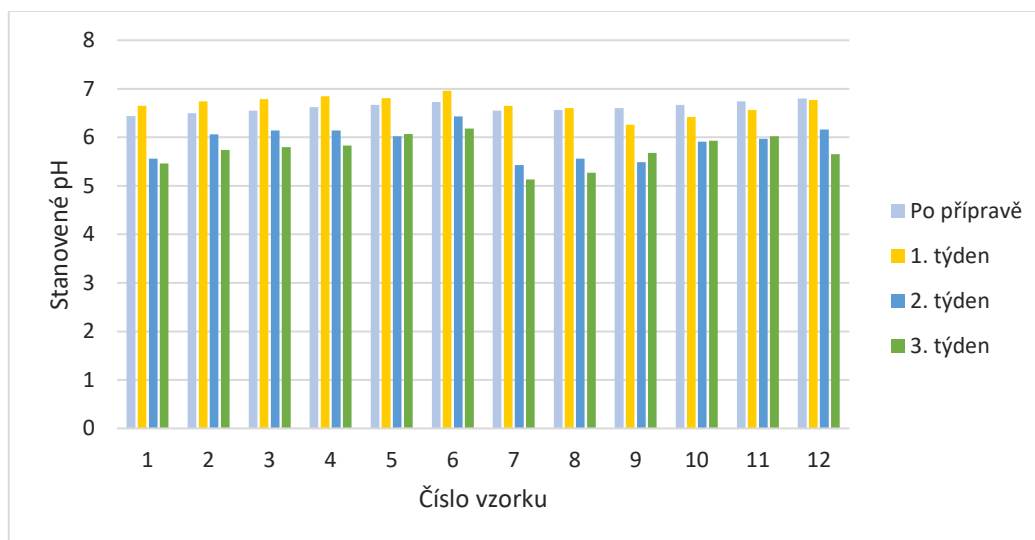
Obr. 24: Pozorované změny vzorků ve 3. týdnu od připravení (vpravo vzorek č. 7, vlevo č. 1).

5.1.2 pH druhé sady vzorků připravených ze světlé sladiny, cukernatost a pH světlé sladiny

U druhé sady vzorků připravené ze sladiny světlé se měřilo pH každý týden (jednotlivé poměry vstupních surovin lze vidět v **Příloha 3**). U prvních osmi vzorků lze opět vidět vzrůstající tendence pH po 1. týdnu skladování v chladničce. V dalších týdnech již se pH všech vzorků začalo snižovat k hodnotám pH pod 6 (viz **Obr. 25**). Pokles pH probíhal intenzivněji než u sladiny tmavé. pH světlé sladiny bylo proměřeno a dosahovalo hodnoty 5,82 a cukernatost činila 18,1 °Bx (**Tab. 9**). Intenzivněji probíhal rozklad mléčného výrobku, neboť se již po dvou týdnech začaly objevovat viditelné sraženiny a změna barvy (žlutá). Třetí týden všechny vzorky silně zapáchaly a konzistence výrobku byla zcela odlišná od té původní – viditelné na **Obr. 26** a **Obr. 27**.

Tab. 9: Cukernatost sladiny světlé v °Bx a pH.

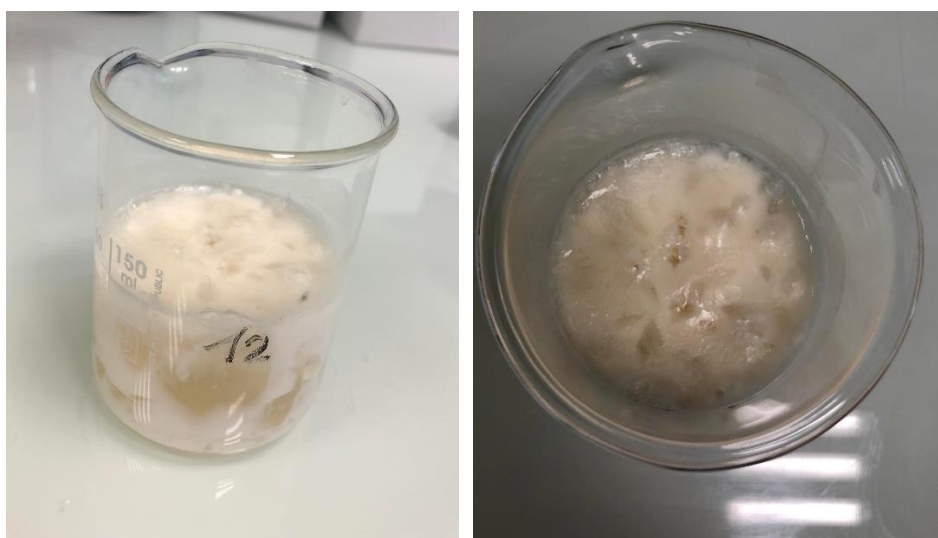
	°Bx	pH
Sladina	18,1	5,82



Obr. 25: Grafické znázornění změny pH 2. sady vzorků v čase.



Obr. 26: Změny vzorků po 2 týdnech (vpravo vzorek č. 9, vlevo vzorek č. 11).



Obr. 27: Vzorky po 3 týdnech od přípravení (vzorek č. 12 a 11).

5.1.3 pH vzorků připravených k hodnocení sensorickou analýzou

Karamelová sladina k přípravě vzorků v rámci sensorické analýzy se vyznačovala nejvyšším pH v porovnání s ostatními vzorky sladin (viz **Tab. 10**). Tento parametr ovlivnil celkové pH vzorků připravených k sensorickému hodnocení, které dosahovalo rovněž vyšších hodnot (**Tab. 11**). Výrazně se však neodlišovalo od ostatních vzorků, které byly měřeny v předchozích analýzách.

Tab. 10: pH sladiny tmavé karamelové použité k sensorické analýze.

	pH
Sladina	6,65

Tab. 11: Hodnoty pH vzorků měřené ihned po přípravě v rámci senzorické analýzy.

Vzorek	pH
Mléko polotučné 60:40	6,74
Mléko polotučné 70:30	6,77
Mléko plnotučné 60:40	6,76
Mléko plnotučné 70:30	6,75
Mléko polotučné BL 60:40	6,70
Mléko polotučné BL 70:30	6,74

5.2 Senzorická analýza

5.2.1 Párový preferenční test

Pro účely vyhodnocení získaných dat byla zvolena hladina významnosti $\alpha = 0,05$, interval spolehlivosti určení výsledku tedy bude činit 95 %. Počet odpovědí potřebných pro určení statisticky významného rozdílu mezi vzorky při daném počtu hodnotitelů (n) je zvýrazněn v **Tab. 12** dle normy ČSN EN ISO 5495. Na základě zmíněné tabulky byl určen statisticky významný rozdíl mezi hodnocenými páry vzorků.

Tab. 12: Tabulka spolehlivosti párového testu při daném počtu odpovědí (ČSN EN ISO 5495 2009).

n	α				
	0,2	0,1	0,05	0,01	0,001
10	7	8	9	10	10
11	8	9	9	10	11
12	8	9	10	11	12
13	9	10	10	12	13
14	10	10	11	12	13
15	10	11	12	13	14
16	11	12	12	14	15
17	11	12	13	14	16
18	12	13	13	15	16
19	12	13	14	15	17
20	13	14	15	16	18

Na základě prvního hodnocení byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi vzorky mléčného nápoje připraveného z mléka polotučného v poměru 60:40 a stejného typu mléka v poměru 70:30 (**Tab. 13**). K určení statisticky významného rozdílu při stanovené hladině významnosti by stačilo pouze 13 odpovědí, vidíme tedy, že rozdíl mezi vzorky byl velmi patrný. Většina hodnotitelů preferovala variantu připravenou z většího podílu mléčné složky. Při druhém hodnocení, kdy byly porovnávány vzorky mléka připraveného opět z mléka polotučného v poměru 60:40 a jeho bezlaktózové varianty (BL) ve stejném poměru vstupních surovin, nebyl shledán statisticky významný rozdíl mezi vzorky. Jako chutnější však hodnotitelům připadala varianta s mlékem běžným polotučným (viz **Tab. 14**).

Tab. 13: Párový test pro vzorek 378 a 396.

Vzorek	Počet odpovědí
Mléko polotučné 60:40	3
Mléko polotučné 70:30	15

Tab. 14: Párový test pro vzorek 493 a 475.

	Počet odpovědí
Mléko polotučné 60:40	10
Mléko polotučné BL 60:40	8

Další skupina hodnotitelů dostala k ohodnocení v prvním případě vzorky mléka plnotučného v poměru 60:40 a 70:30. Mezi vzorky nebyl shledán statisticky významný rozdíl, avšak preferována byla varianta s větším podílem sladiny (**Tab. 15**). V druhém případě taktéž nedošlo k zjištění statisticky významného rozdílu mezi vzorky mléka plnotučného a polotučného ve stejném poměru 60:40. Více hodnotitelů však zvolilo vzorek s mlékem plnotučným – lze vidět v **Tab. 16**. Z důvodu těchto dvou výsledků bylo třetí skupině hodnotitelů předkládáno mléko plnotučné v poměru 60:40 k ohodnocení vlivu odlišné teploty na vnímání celkové přijatelnosti vzorku.

Tab. 15: Párový test pro vzorek 274 a 268.

	Počet odpovědí
Mléko plnotučné 60:40	8
Mléko plnotučné 70:30	5

Tab. 16: Párový test pro vzorek 673 a 697.

	Počet odpovědí
Mléko polotučné 60:40	5
Mléko plnotučné 60:40	8

Poslední skupině hodnotitelů byly předkládány vzorky mléka polotučného a jeho bezlaktózové varianty v poměru 70:30. Mezi vzorky nebyl shledán statisticky významný rozdíl a počet odpovědí se lišil pouze o jednoho hodnotitele u vzorku běžného polotučného mléka (**Tab. 17**). Stejného poměru odpovědí bylo dosaženo při párovém preferenčním testu plnotučného mléka v poměru 60:40 při teplotě 22 °C a 40 °C (**Tab. 18**). Varianta konzumovaná o nižší teplotě dosáhla většího počtu hlasů. V obou případech však byly vzorky hodnoceny prakticky identicky.

Tab. 17: Párový test pro vzorek 769 a 743.

	Počet odpovědí
Mléko polotučné 70:30	8
Mléko polotučné BL70:30	7

Tab. 18: Párový test pro vzorek 837 a 843.

	Počet odpovědí
Mléko plnotučné 60:40 (22 °C)	8
Mléko plnotučné 60:40 (40 °C)	7

5.2.2 Hodnocení senzoričského profilu

Nejprve byl pro všechny vzorky vypočítán průměr a směrodatná odchylka, dále pak byly vzorky hodnoceny příslušnými statistickými metodami.

5.2.2.1 Analýza rozptylu (ANOVA) a grafické zpracování výsledků pomocí paprskových grafů

Pro vyhodnocení všech hodnocených deskriptorů byla použita jednofaktorová ANOVA s podrobnějším vyhodnocením Scheffeovým testem. Všechny výsledky jsou platné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Pokud byl mezi vzorky nalezen statisticky významný rozdíl, došlo k jeho zaznačení v **Tab. 19** a **Tab. 20** pomocí horních indexů. Hodnoty ve sloupcích označené rozdílnými indexy se od sebe významně statisticky odlišují. Byly nalezeny statisticky významné rozdíly mezi vzorky ve třech hodnocených deskriptorech.

Prvním deskriptorem je intenzita barvy, v tomto parametru se výrazně odlišovat vzorek mléka plnotučného v poměru 60:40 od vzorků mléka klasického polotučného 60:40, 70:30 a bezlaktózové varianty 60:40. V porovnání s mlékem plnotučným v poměru 70:30 a polotučným 70:30 nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl.

Dalším parametrem, ve kterém se vzorky odlišovaly byla intenzita obilné vůně. Zde došlo k vyjádření statisticky významného rozdílu mezi vzorky mléka polotučného 60:40 a mléka plnotučného 60:40, 70:30 a mléka polotučného bez laktózy v poměru 70:30. Od vzorků mléka běžného polotučného 70:30 a jeho bezlaktózové varianty v poměru 60:40 se ostatní vzorky statisticky významně neodlišovaly.

Posledním nalezeným deskriptorem, v němž se vzorky statisticky lišily byla příjemnost konzistence. Zde byl nalezen rozdíl mezi vzorkem mléka plnotučného 70:30 a vzorkem mléka polotučného bez laktózy v poměru 60:40. Ostatní vzorky se od sebe statisticky významně nelišily.

Tab. 19: Stanovené průměrné hodnoty a směrodatné odchylky vzorků v jednotlivých deskriptorech.

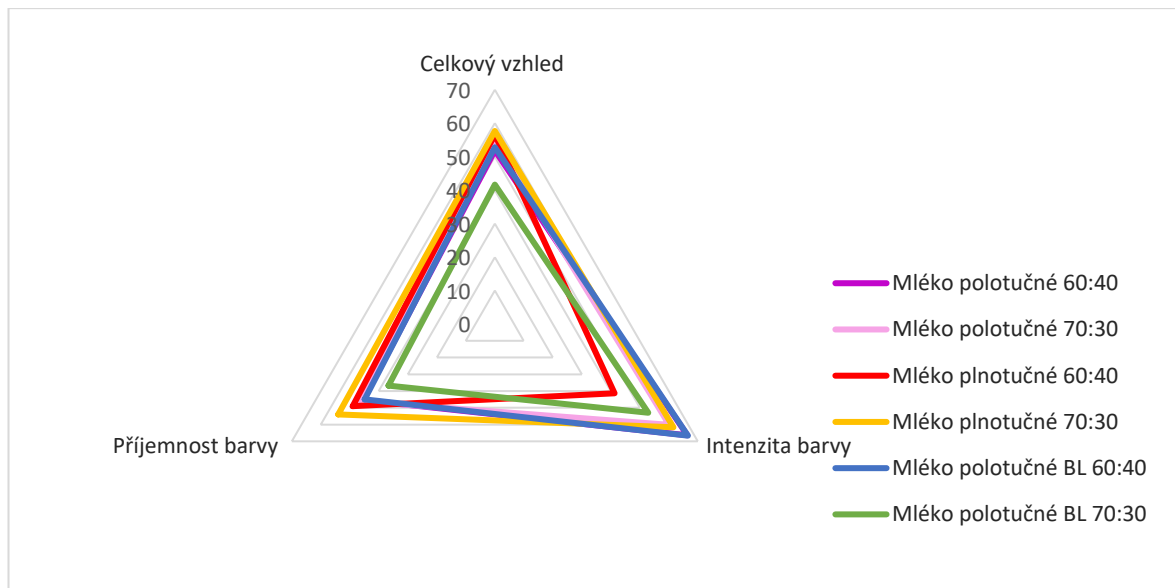
Vzorek	Vzhled			Vůně					Konzistence		
	Celkový vzhled	Příjemnost barvy	Intenzita barvy	Příjemnost vůně	Intenzita mléčné vůně	Intenzita obilné vůně	Intenzita kávové vůně	Intenzita jiné vůně	Příjemnost konzistence	Viskozita	Homogenita
Mléko polotučné 60:40	52,7 ± 17,8	45,4 ± 21,3	64,6 ^a ± 14,5	44,6 ± 20,4	35,8 ± 22,8	66,3 ^a ± 16,8	27,1 ± 21,5	24,3 ± 25,1	67,2 ^{ab} ± 22,0	38,9 ± 19,9	82,6 ± 13,6
Mléko polotučné 70:30	55,0 ± 17,1	46,1 ± 20,9	60,2 ^a ± 15,5	50,1 ± 19,8	46,0 ± 21,5	48,4 ^{ab} ± 21,6	40,3 ± 22,6	25,9 ± 28,5	76,6 ^{ab} ± 15,1	41,2 ± 20,0	84,7 ± 10,8
Mléko plnotučné 60:40	56,6 ± 20,7	49,0 ± 21,3	41,3 ^b ± 12,2	62,1 ± 21,2	47,8 ± 24,8	33,6 ^b ± 23,3	40,1 ± 22,9	31,1 ± 25,6	80,2 ^{ab} ± 12,4	29,4 ± 18,4	81,8 ± 20,7
Mléko plnotučné 70:30	57,7 ± 22,7	54,0 ± 16,9	61,6 ^{ab} ± 14,4	63,8 ± 21,6	39,5 ± 21,0	40,4 ^b ± 29,9	45,8 ± 30,9	29,1 ± 26,3	81,8 ^a ± 10,4	37,7 ± 16,2	86,7 ± 12,9
Mléko polotučné BL 60:40	52,8 ± 16,5	44,9 ± 20,8	66,6 ^a ± 16,2	43,3 ± 18,7	36,9 ± 21,3	55,6 ^{ab} ± 25,3	22,2 ± 19,4	19,2 ± 19,1	58,1 ^b ± 22,9	40,1 ± 17,1	80,6 ± 13,9
Mléko polotučné BL 70:30	41,7 ± 18,2	36,7 ± 21,8	52,9 ^{ab} ± 18,7	54,7 ± 16,0	40,8 ± 16,8	37,6 ^b ± 20,3	42,8 ± 23,0	29,2 ± 26,7	68,5 ^{ab} ± 20,8	36,3 ± 14,4	81,1 ± 15,2

Tab. 20: Stanovené průměrné hodnoty a směrodatné odchylky vzorků v jednotlivých deskriptorech 2.

Vzorek	Chuť			Intenzita dílčích chutí				Celková intenzita pachuti	Celkové hodnocení výrobku
	Celková příjemnost chuti	Intenzita mléčné chuti	Intenzita obilné chuti	Sladká	Tučná	Hořká	Trpká		
Mléko polotučné 60:40	31,1 ± 21,3	40,4 ± 23,1	69,3 ± 19,1	50,3 ± 23,2	37,9 ± 19,6	33,9 ± 19,5	28,8 ± 21,8	56,5 ± 20,5	35,9 ± 19,5
Mléko polotučné 70:30	38,6 ± 23,8	46,2 ± 20,6	57,7 ± 21,9	48,8 ± 18,7	40,0 ± 22,2	29,3 ± 17,9	22,9 ± 20,1	46,7 ± 24,5	42,5 ± 16,9
Mléko plnotučné 60:40	46,1 ± 22,8	56,2 ± 23,3	52,2 ± 17,4	60,3 ± 17,2	33,1 ± 22,8	28,5 ± 22,1	25,2 ± 18,8	47,8 ± 18,7	52,4 ± 16,8
Mléko plnotučné 70:30	32,5 ± 23,0	44,4 ± 16,3	68,4 ± 21,0	58,9 ± 19,2	46,4 ± 21,5	40,2 ± 27,2	33,6 ± 29,9	57,9 ± 25,7	42,3 ± 20,3
Mléko polotučné BL 60:40	29,7 ± 14,8	37,9 ± 18,7	68,7 ± 19,8	41,9 ± 17,3	31,7 ± 16,8	33,7 ± 22,8	32,7 ± 24,6	53,7 ± 20,0	33,6 ± 18,3
Mléko polotučné BL 70:30	43,5 ± 24,2	47,1 ± 15,9	54,5 ± 21,5	59,1 ± 17,0	37,3 ± 15,0	28,3 ± 16,6	23,6 ± 17,0	40,4 ± 26,1	43,7 ± 17,9

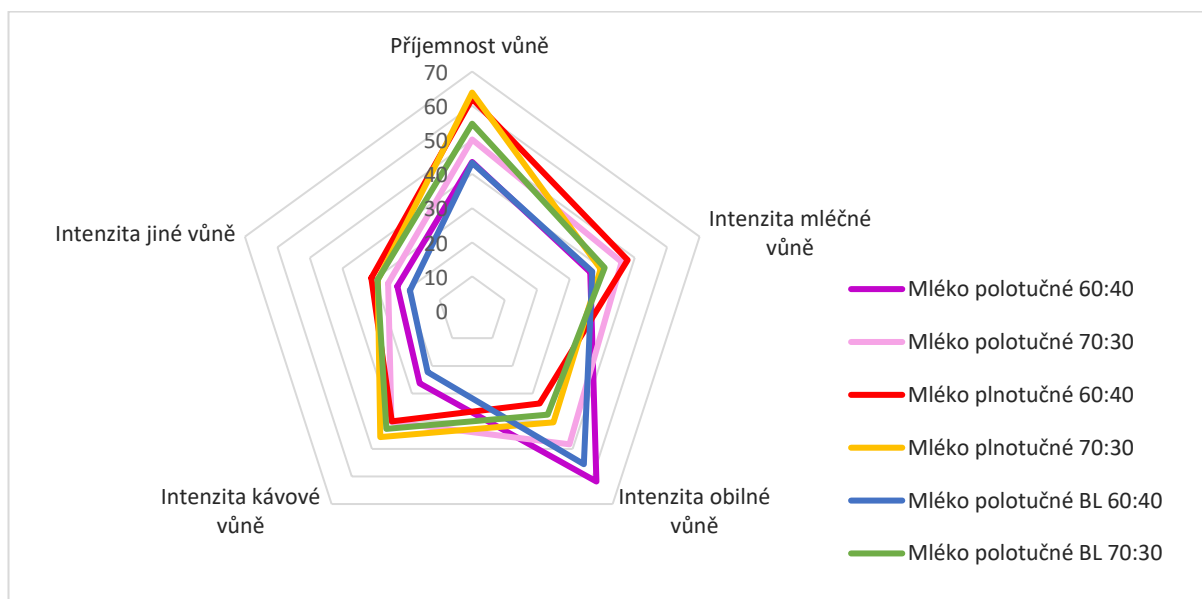
Grafické znázornění rozdílů vzorků v jednotlivých deskriptorech bylo uskutečněno pomocí paprskových grafů, které byly vytvořeny pomocí průměrných hodnot vzorků v jednotlivých deskriptorech. Pro lepší orientaci v grafech byly deskriptory rozděleny dle jednotlivých nadřazených kategorií po menších počtech.

Na **Obr. 28** lze vidět rozdílné hodnocení týkající se vzhledu jednotlivých vzorků. Co se týče celkového vzhledu, v tomto deskriptoru se nejlépe umístil vzorek mléka plnotučného 70:30 ihned po něm vzorek stejného typu mléka v poměru 60:40, nejhůře pak vzorek mléka bezlaktózového ve stejném poměru. Stejného hodnocení bylo dosaženo také v příjemnosti barvy. Nejnižší hodnocené intenzity barvy dosáhl vzorek mléka plnotučného 60:40, naopak nejvyšší intenzity mléko bez laktózy v poměru 60:40.



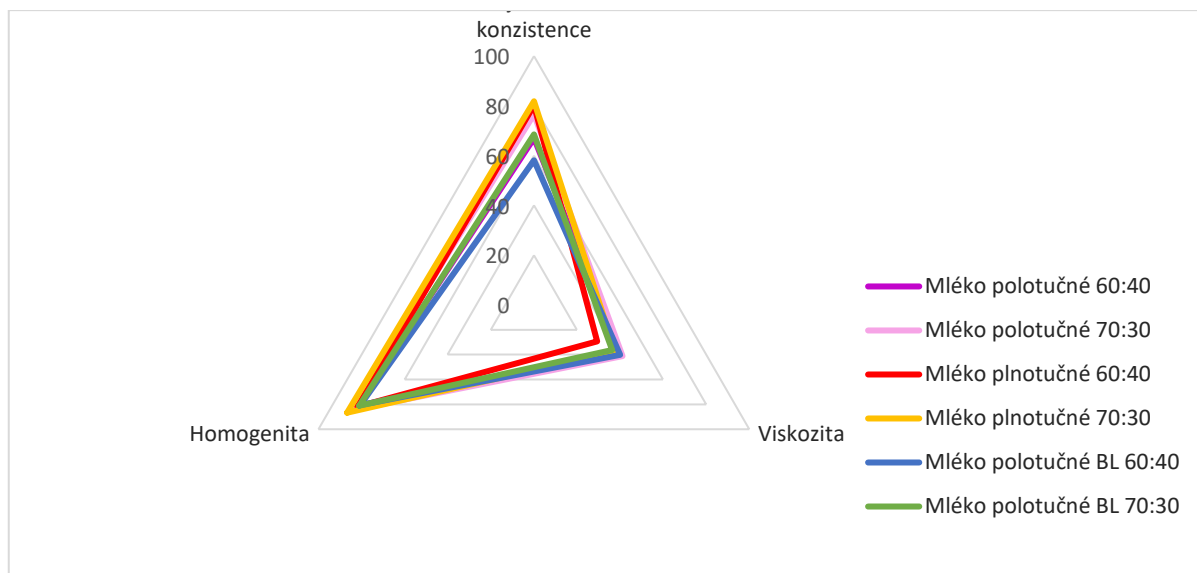
Obr. 28: Profilové hodnocení vzhledu vzorků mléčného nápoje.

Další hodnocenou kategorií byla vůně (**Obr. 29**). Zde se vzorky statisticky významně odlišovaly v intenzitě obilné vůně. Nejvíce intenzivně voněly vzorky mléka polotučného 60:40, dále pak jeho bezlaktózové varianty ve stejném poměru a mléko běžné polotučné v poměru 70:30. Nejméně pak vzorek mléka plnotučného s 40% sladiny. Tento vzorek se naopak vyznačoval nejsilnější mléčnou vůní. Ta byla u vzorků oplývající obilnou vůní spíše potlačena, i když vzorek mléka polotučného 70:30 se projevoval druhou nejvyšší intenzitou tohoto deskriptoru. Vzorky s nižší intenzitou obilné vůně byly hodnoceny pozitivně taktéž na přítomnost kávové a jiné vůně. Vzorky mléka plnotučného v obou hodnocených poměrech byly stanoveny jako nejpříjemnější, co se týče kategorie vůně jako takové.



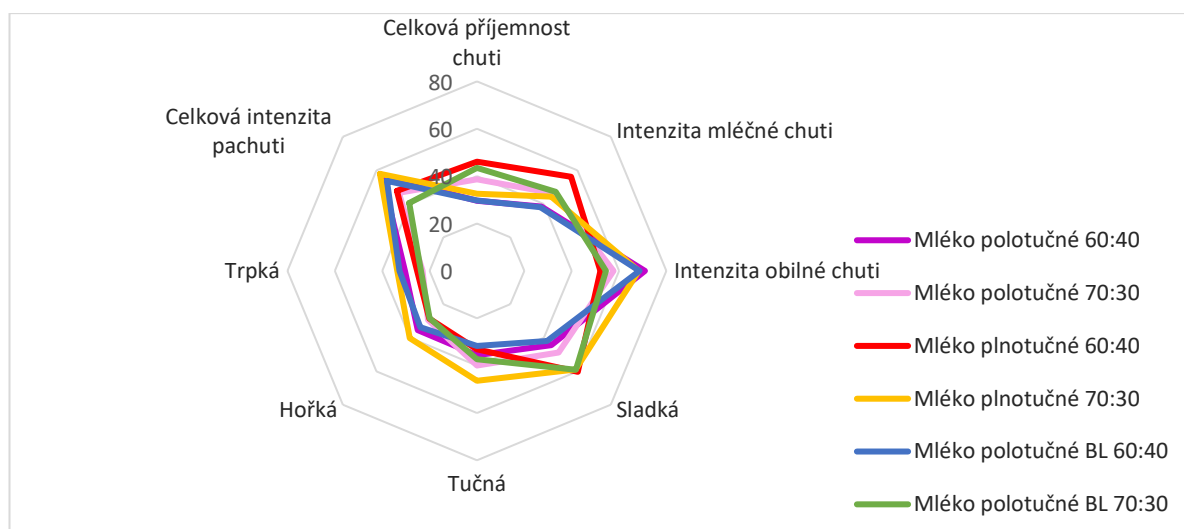
Obr. 29: Profilové hodnocení vůně vzorků mléčného nápoje.

Konzistence byla nejlépe hodnocena u vzorků mléka plnotučného v obou variantách (lze vidět na **Obr. 30**). Nejhorší byla vnímaná u mléka polotučného bez laktózy v poměru 60:40, mléka polotučného ve stejném poměru a dále u bezlaktózové varianty 70:30. V případě homogenity dopadly všechny vzorky velice podobně a u viskozity se nejvíce odlišovalo mléko plnotučné v poměru 60:40, jinak byla také vnímaná velmi podobně.



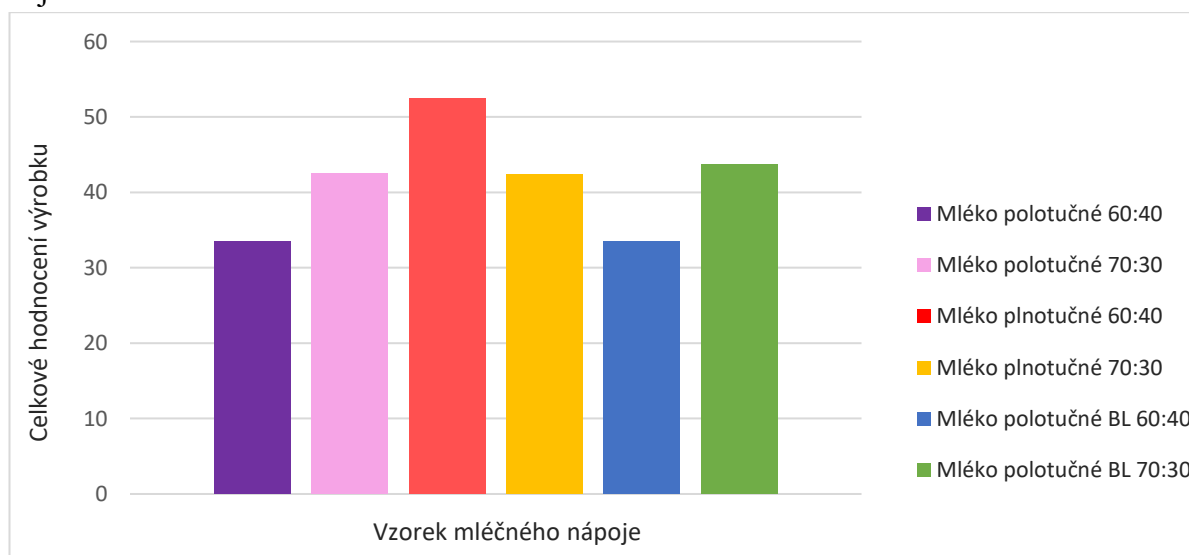
Obr. 30: Profilové hodnocení konzistence vzorků mléčného nápoje.

Grafické znázornění kategorie chuť a intenzity dílčích chutí je zpracované na **Obr. 31**. Jako chuťově nej příjemnější byl zaznamenán vzorek mléka plnotučného v poměru 60:40. Dále pak mléko polotučné bez laktózy s 30 % sladiny a stejný podíl sladiny s mlékem běžným polotučným. Nejhorší dopadlo mléko polotučné bez laktózy v poměru 60:40, mléko klasické polotučné ve stejném poměru a mléko plnotučné 70:30. Tyto vzorky také vykazovaly nejvyšší intenzitu pachuti, trpké, hořké a obilné chuti. Naopak nejvyšší intenzita mléčné a sladké chuti byla zaznamenána u vzorku mléka plnotučného v poměru 60:40. Těmito dvěma chutěmi nejméně oplývaly vzorky mléka polotučného běžného i bez laktózy v poměrech 60:40, které byly v celkové příjemnosti chuti hodnoceny nejhorší.



Obr. 31: Profilové hodnocení chuti mléčného nápoje.

Celkové hodnocení vzorků mléčného nápoje je viditelné z **Obr. 32**. Nejlépe byl hodnocen vzorek mléka plnotučného s 40% podílem sladiny, který vynikal již v dílčích kategoriích. Byl pozitivně hodnocen v celkové příjemnosti chuti, konzistenci, vůni i vzhledu. Druhým nejlépe hodnoceným vzorkem bylo mléko polotučné bez laktózy s 30 % sladiny. Vzorky mléka polotučného i plnotučného s 30 % sladiny byly hodnoceny takřka stejně. Jejich průměry se téměř nelišily a z důvodu vysokých směrodatných odchylek tyto výsledky mohou být považovány za prakticky shodné. Velice podobně dopadly taktéž vzorky mléka polotučného běžného a varianty bez laktózy s 40% zastoupením sladiny, které hodnotitelům chutnaly nejméně.



Obr. 32: Grafické znázornění celkového hodnocení vzorků mléčného nápoje.

5.2.2.2 Stanovení korelace

Pomocí korelační analýzy byly analyzovány souvislosti mezi jednotlivými deskriptory a vyjádřena síla příslušné korelace. Korelace byla určována na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Dle kapitoly 4.4.1, kde jsou uvedeny intervaly Pearsonova korelačního koeficientu pro určení síly korelace, byly vybrány pouze deskriptory, které dosahovaly hodnot $r \geq 0,4$. Jednalo se tedy o střední a vyšší sílu souvislosti mezi hodnocenými deskriptory.

Byly vyhodnoceny dvě silné korelace mezi stanovovanými deskriptory a šest středních korelací. Pokud by se tedy jeden deskriptor měnil, mělo by docházet k silnému ovlivnění deskriptoru druhého. Nejvyšší korelace mezi dvěma parametry byla zaznamenána u celkové přijemnosti chuti a celkového hodnocení výrobku. Další významnou silnou korelací se vyznačuje hodnocení přijemnosti barvy a celkového vzhledu. Střední korelace byla detekována mezi přijemností vůně a intenzitou mléčné vůně. Přijemnost vůně by také měla souviset s celkovým hodnocení výrobku a celkové hodnocení výrobku by mělo být v souvislosti s intenzitou mléčné vůně. Co se týče konzistence, homogenita koreluje s přijemností konzistence. Celková přijemnost chuti koreluje s intenzitou mléčné chuti a celkovou intenzitou pachutí. Mezi celkovou přijemností chuti a celkovou intenzitou pachutí byla nalezena záporná korelace. Se snižující se intenzitou pachutí se tudíž bude zvyšovat přijemnost chuti a naopak.

Hodnoty Pearsonova koeficientu korelace pro deskriptory, mezi nimiž byla nalezena souvislost, jsou zaznamenány v **Tab. 21**.

Tab. 21: Výsledky korelační analýzy pro deskriptory stanovované metodou senzoričského profilu.

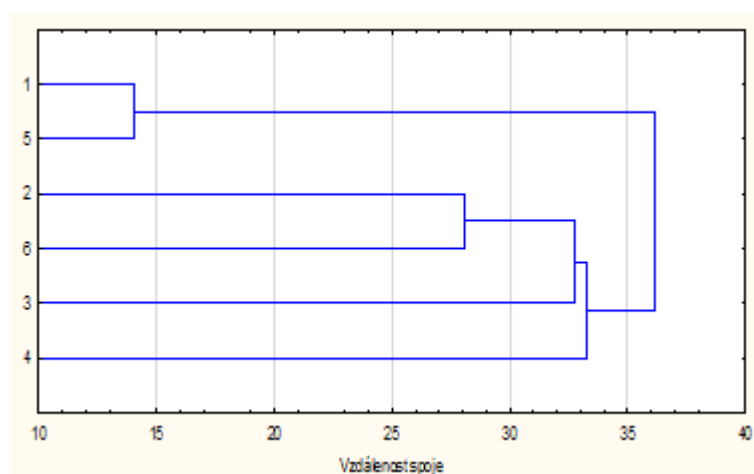
Souvislé deskriptory		Korelace	Hodnota p
Přijemnost barvy	Celkový vzhled	silná	+0,65
Přijemnost vůně	Intenzita mléčné vůně	střední	+0,56
Přijemnost vůně	Celkové hodnocení výrobku	střední	+0,48
Intenzita mléčné vůně	Celkové hodnocení výrobku	střední	+0,43
Homogenita	Přijemnost konzistence	střední	+0,44
Celková přijemnost chuti	Intenzita mléčné chuti	střední	+0,46
Celková přijemnost chuti	Celková intenzita pachutí	střední	-0,42
Celková přijemnost chuti	Celkové hodnocení výrobku	silná	+0,77

5.2.2.3 Hierarchické shlukování vzorků, PCA a faktorová analýza

K hodnocení těchto dvou analýz byly použité průměrné hodnoty vzorků v jednotlivých deskriptorech, které byly hodnoceny v programu STATISTICA. Pro účely analýzy a následného grafických zpracování byly vzorky označeny čísly 1 – 6.

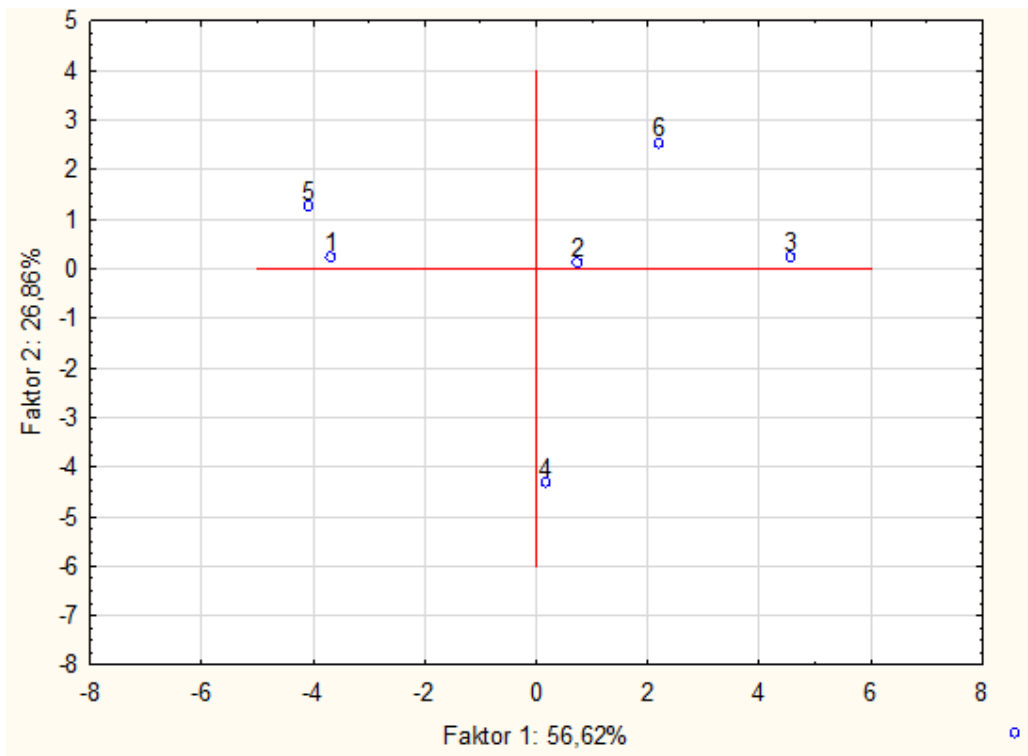
- 1) mléko polotučné 60:40
- 2) mléko polotučné 70:30
- 3) mléko plnotučné 60:40
- 4) mléko plnotučné 70:30
- 5) mléko polotučné BL 60:40
- 6) mléko polotučné BL 70:30

Nejprve bylo u vzorků otestováno hierarchické shlukování. Získaný výstup ze statistického programu lze vidět na **Obr. 33**. Vzorky 1 a 5 tvoří první shluk si jsou vzájemně nejpodobnější ze skupiny testovaných vzorků. Vzorky 2 a 6 vykazují druhý shluk, ale už si jsou podobné méně. Nejmenší podobnosti s ostatními vzorky vykazuje vzorek vzorek 3 a 4. Jsou si tedy s ostatními vzorky nejméně podobné – jedná se o vzorky mléka plnotučného v obou poměrech.

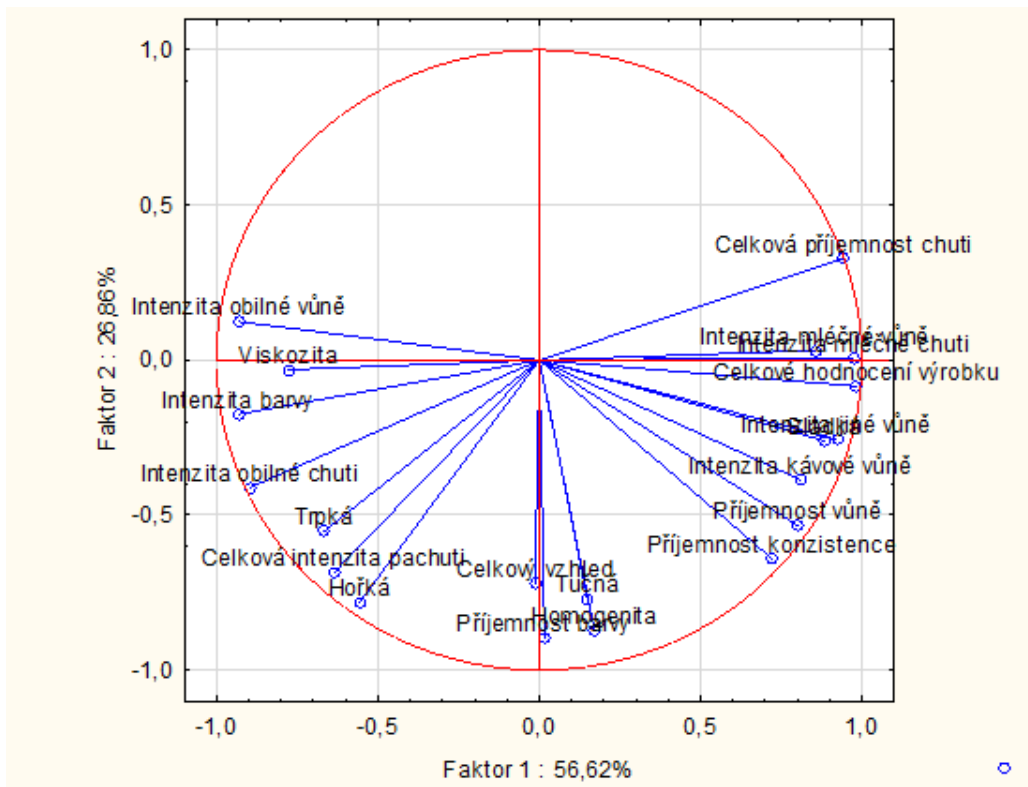


Obr. 33: Dendrogram výsledků hierarchického shlukování.

Výsledky hierarchického shlukování lze ověřit také metodou PCA za použití 20 deskriptorů pro konstrukci jednotlivých vzorků v grafu. Na **Obr. 34** je viditelné, že nejbližší si je vzorek 1 a 5, dále vzorek 2 a 6. Vzorek 3 je spíše blíže vzorku 6 a 2, ale o podobnosti se vzorky jako takové již spíše nelze uvažovat. Vzorek 4 se odlišuje od ostatních vzorků z největší míry. Komponentní váhy jednotlivých deskriptorů konstruující umístění vzorků v předchozím grafu jsou znázorněny na **Obr. 35**. Z překrytí grafů vidíme, že vzorky 1 a 5 si byly podobné hlavně v intenzitě obilné vůně a viskozitě. Vykazovaly vyšší intenzitu barvy a vyšší intenzitu obilné chuti. Taktéž byly více trpké a hořké a vykazovaly vyšší míru pachutí. Tyto vzorky se v celkovém hodnocení výrobku umístily nejhůře, což je také viditelné z grafů PCA. Nacházejí se nejdále od komponentní váhy celkového hodnocení. Vzorek č. 4 se od ostatních vzorků odlišoval hlavně nejvyšší intenzitou tučné chuti, nejlepší homogenitou, příjemností barvy a nejvyšším hodnocením celkového vzhledu. Vzorky 2,3 a 6 byly vyhodnoceny v celkovém hodnocení jako nejlepší, jak již je patrné z **Obr. 32** a jejich umístění je dáno hlavně ostatními komponentními váhami (deskriptory). Pomocí PCA analýzy byly potvrzeny předchozí výsledky zmíněné dříve v této práci. Na **Obr. 35** je viditelné, že pozitivně korelované parametry z **Tab. 21** jsou si blízko. Negativně korelované pak daleko od sebe.



Obr. 34: Diferenciace vzorků mléčného nápoje metodou PCA.



Obr. 35: Diagram komponentního skóre.

6 Diskuze

Cílem této diplomové práce bylo vyvinout mléčný výrobek s upravenými dietetickými vlastnostmi, který bude zajímavý pro tržní síť České republiky.

Z dostupných informací Českého statistického úřadu (2020) spotřeba mléka na území České republiky v posledních letech spíše stagnuje, v dlouhodobém horizontu pak došlo k jejímu snížení. Mléčné bílkoviny a další nutričně ceněné živiny jsou naopak rostoucím trendem získávány z mléčných výrobků – mezi roky 2019 a 2020 se zvýšila spotřeba mléčných výrobků o více než 8 % a celkový podíl mléčných výrobků na spotřebě mléka a mléčných výrobků za rok 2020 činí kolem 78 % (viditelné z grafu v **Příloha 8**). Poptávka po mléčných výrobcích se tedy neustále zvyšuje. Mléčný výrobek, který je v této práci vyvíjen je spojením dvou ingrediencí – pivovarské sladiny a mléka. Všechny nutričně významné mléčné složky jsou ve výrobku zachované a díky antioxidantům přirozeně se vyskytujícím ve sladině z něj činí funkční výrobek.

Údaje z ledna 2022 Státního zemědělského intervenčního fondu vykazují průměrnou výkupní cenu mléka od prvovýrobce v roce 2021 8,96 Kč/l. Ceny sladů se po průzkumu trhu aktuálně pohybují průměrně okolo 20 – 50 Kč/kg, přičemž výtěžek sladiny může činit po přidání vody z 1 kg až 5 l dle Palmer (2017). Jedná se tudíž o levnou surovinu. V porovnání s nápoji rostlinnými, které se na tuzemském trhu pohybují od 30 Kč/l (dm BIO, privátní značka Kaufland – take it veggio) do 80 Kč/l (Alpro) by se výrobek mohl vyznačovat podobnou nebo i levnější cenou, ale i zajímavějším nutričním zastoupením živin – vyšší procento bílkovin a jejich vyšší biologická hodnota, vyrovnanost jednotlivých živin a lépe využitelný vápník – vyplývá z poznatků Sethi et al. (2016) a Chandan (2016). Přídavek sladiny k mléčné složce dodává výrobku přirozenou sladkost a obilnou chuť, která je často typická pro rostlinné nápoje získané z obilnin. Při průzkumech důvodů zakoupení rostlinných náhražek spotřebiteli bývají často uváděny domnělé zdravotní benefity těchto potravin, vyplývá tak například ze studií McCarthy et al. (2017), Stannard (2018) a Pritulskan et al. (2021). Dle Horáčková et al. (2021) častokrát tyto potraviny ale neodpovídají výživové hodnotě živočišné alternativy a při jejich výrobě se používá řada přídavných látek.

Pokud je tato varianta produktů vyhledávána spotřebitelem ze závažných zdravotních důvodů, konkrétně pak při intoleranci laktózy, mohla by být na trhu dostupná i varianta mléčného výrobku bez laktózy, která byla v této práci taktéž testována. Se zvýšeným povědomím o problematice laktózy intolerance a z důvodu velkého počtu lidí, kteří mají celosvětově s trávením laktózy potíže, se neustále zvyšuje poptávka po bezlaktózových produktech. Dekker et al. (2019) uvádí, že byly z tohoto důvodu bezlaktózové výrobky v roce 2019 nejméně rychleji rostoucí segment mléčného průmyslu. Rozšíření sortimentu těchto výrobků by tudíž mohlo být dalším benefitem vývoje nového mléčného produktu.

Při vývoji nového výrobku je v potravinářství, stejně jako v každém jiném sektoru, důležité sledovat trendy, které se objevují v preferencích populace. Je dokázáno, že v posledních letech se spotřebitelé stále více zaměřují na zdravotní účinek výrobku a jeho kvalitu, než tomu bylo v dobách minulých, kdy spotřebitele zajímalo hlavně množství, cena a sensorické vlastnosti. Dále se také zvyšuje zájem o informovanost dopadu na zdravotní prostředí, původu výrobku a welfare zvířat. Tyto poznatky vyplývají z průzkumu spotřebitelů Corallo et al. (2019) a poznatků FAO (2015). Pokud by byl tudíž mléčný výrobek s přídavkem sladiny správně

komunikován širší veřejnosti, mohl by naplnit očekávání jedinců, kteří dbají o své zdraví a snaží se o vyvážený jídelníček. Při nákupním rozhodování spotřebitelů na tuzemském trhu by také mohl přispět původ výrobku, jelikož část spotřebitelů hledí na to, aby při možnosti výběru potravin podpořili lokálního výrobce. Dle průzkumu STEM/MARK pro Státní zemědělský intervenční fond z roku 2021 preferuje potraviny tuzemského původu při výběru 6 z 10 spotřebitelů (Akademie kvality 2021). Suroviny, ze kterých je výrobek utvářen, lze získat pouze lokální produkcí a výroba produktu nemusí být pouze sezónní záležitost, neboť dostupnost výrobních surovin je možná po celý rok. Další dotazníková studie společnosti Kerry z roku 2021 sledovala změnu chování 13 000 spotřebitelů napříč 16 zemím od začátku pandemie Covid-19. Bylo zjištěno, že 42 % respondentů zvýšilo spotřebu funkčních potravin a nápojů (Kerry Group 2021).

Z výsledků praktické části diplomové práce je patrné, že přídavek sladiny do mléčné složky ani v jednom případě nezpůsobil prudký pokles pH, okamžité srážení produktu a výrazně nezkrátil dobu údržnosti. UHT mléko vydrží i několik měsíců při odpovídajícím způsobu skladování. Po otevření je však mléko náchylné na přechod mikroorganismů z okolního prostředí, jež tvoří příslušné enzymy způsobující rozklad produktu. Výrobce na obalu většinou uvádí informaci – spotřebujte do 3 dnů (Erkmen & Bozoglu 2016). Skutečná doba, po kterou se mléko dá považovat za nezávadné a bezpečné z hlediska konzumace se liší napříč jednotlivými studiemi. Dle studie Mika-Mętel (2010) je mléko polotučné UHT po otevření vhodné ke konzumaci při 4 – 6 °C po dobu 5 dní, Brodziak et al. (2017) uvádí 7 dní a Szpakowska & Tymoszuk (2011) dokonce 12 dní. Z pozorovaných fyzikálně-chemických změn a senzorických vlastností produktu vyšla co se týče údržnosti lépe sladina tmavá. U sladiny světlé došlo k rychlejším změnám pH, konzistence i vůně. Bylo by však zapotřebí kompletních mikrobiálních a chemických analýz pro více vypovídající výsledky. Basařová et al. (2010) tvrdí, že světlé slady se vyznačují vyšší enzymatickou silou, jsou proto přidávány k jiným sladům pro navýšení enzymatické aktivity. Je proto možné, že sladina světlá měla vyšší zbytkovou aktivitu enzymů a mohla napomoci rozkladu mléčného produktu. Sladina světlá měla také nižší výchozí pH nežli sladina tmavá. Dále se vyznačovala vyšší cukernatostí, konkrétně 18,1 °Bx, mohlo by se tudíž i jednat o zajímavější substrát pro mikroorganismy. Kromě lepších senzorických vlastností sladiny tmavé, i tento parametr částečně figuroval při výběru použité sladiny v dalších hodnoceních.

Velkou částí experimentu bylo plánování a uskutečnění senzorické analýzy. Z výsledků párových preferenčních testů je patrné, že zvolené poměry hodnocených vzorků mléčného výrobku se od sebe výrazně statisticky neodlišovaly. Jedinou výjimku činil pár vzorků mléka polotučného lišící se poměrem vstupních surovin. Jednalo se o poměr 70:30 (mléko:sladina) a 60:40. Ostatní vzorky se od sebe odlišovaly jenom z malého procenta získaných odpovědí, k signifikantnějším rozdílům výsledků by mohl do budoucna přispět větší vzorek posuzovatelů. Co se týče hodnocení mléka plnotučného (jež vyplynulo lépe v předchozích párových testech) při dvou rozdílných teplotách vzorků, by nejspíše při opakování tohoto experimentu mohly pomoci větší teplotní rozdíly mezi vzorky – např. sada tří vzorků 10 °C, 22 °C a 40 °C. Ze studie Green & Andrew (2017) vyplývá, že hořká chuť (která byla u všech vzorků pozorována) by měla být při 10 °C vnímána nejméně intenzivně, s rostoucí teplotou (kolem 20 – 30 °C) pak vnímaná intenzita dosahuje maxima a poté dochází k postupnému poklesu. Nižší teploty by ale zároveň mohly ovlivnit intenzitu vnímané sladké chuti, uvádí

ve své studii Green & Nachtigal (2015). Sladká chuť byla při následném hodnocení metodou sensorického profilu vnímaná spíše pozitivně (vztaženo na celkové hodnocení vzorků).

Dále bylo uskutečněné detailnější vyhodnocení metody sensorického profilu. Pro všechny vzorky byly vytvořeny průměry odpovědí pro každý z 20 deskriptorů a byly stanoveny příslušné směrodatné odchylky mezi hodnoceními. Směrodatné odchylky dosahovaly vysokých hodnot, průměrně kolem 20 (někde i ke 30). To mohlo být také důvodem pro nenalezení statisticky významných rozdílů u většiny případů pomocí Analýzy rozptylu. K více vypovídajícím objektivním výsledkům by bylo nejspíše zapotřebí zaškolených hodnotitelů (profesionálů). Odpovědi v jednotlivých kategoriích mezi respondenty se výrazně lišily, záleželo na chuťových preferencích respondenta a individuální vnímavosti v daném parametru. Každá z použitých sladlin v experimentu této diplomové práce se odlišovala svými sensorickými vlastnostmi. Použitá sladina k sensorickému hodnocení byla interním týmem ústně zhodnocená jako chuťově intenzivnější než předchozí dva vzorky. I to mohlo ovlivnit respondenty při jejich celkovém rozhodování o přijatelnosti výrobku. V předchozích vzorcích o stejných poměrech více vynikala mléčná chuť. Bylo by tudíž vhodné v následujících sensorických hodnoceních porovnat sladiny tmavé od více dodavatelů a učinit celkové chemické analýzy použitých sladlin (aby byly zjištěny rozdíly v jejich nutriční hodnotě). Ze studie Samaras et al. (2015) a v **Tab. 5** je viditelné, že různé typy sladů určených k výrobě sladlin, vykazují odlišné zastoupení a množství polyfenolických sloučenin (závisí zejména na teplotě při dotahování sladu).

V experimentu dopadl nejlépe vzorek mléka plnotučného v poměru 60:40. Jeho detailní nutriční složení stanovené akreditovanou laboratoří lze vidět v **Příloha 9**. Byl hodnocen nejvíce body v celkovém hodnocení výrobku, společně s mlékem plnotučným 70:30 se vyznačoval nejlepším celkovým vzhledem a příjemností barvy. Co se týče vůně, zde se taktéž umístil těsně za plnotučnou variantou s větším podílem mléčné složky. Vzorek s 60 % plnotučného mléka byl ohodnocen jako vzorek s největší intenzitou mléčné a jiné vůně, také u něj byla zjištěna kávová vůně, a naopak vůně obilná u něj byla hodnocená jako nejméně intenzivní. Stejně jako u ostatních vzorků u něj byla zhodnocena dobrá konzistence a homogenita. Velmi důležitým parametrem pro sensorické hodnocení výrobku je chuť. Zde se také umístil na první příčce, oplýval nejintenzivnější mléčnou chutí i přesto, že obsahoval méně mléčné složky než ostatní vzorky připravené ze 70 % mléka (u plnotučného byla spíše více intenzivněji hodnocena tučná dílčí chuť). Tohoto výsledku by mohlo být dosaženo z důvodu plnější chuti, kterou mléko plnotučné oproti ostatním typům oplývá. Dokáže pravděpodobně lépe zakrýt parametry, které byly negativně hodnoceny u jiných vzorků. Taktéž u něj byla hodnocena nižší intenzita pachutí, hořké, trpké a obilné chuti, které byly z pozorovaných výsledků pravděpodobně příčinnou nižšího hodnocení ostatních vzorků. Jednalo se nejspíše o vzorek s nejvyšší vyrovnaností dílčích chutí.

K dalšímu pochopení výsledků sensorické analýzy byla provedena korelace a regrese jednotlivých deskriptorů, aby byla odhalena existující souvislost mezi deskriptory. Nejsilnější souvislost mezi danými parametry byla nalezena mezi celkovou příjemností chuti a celkovým hodnocením výrobku. Chuť tedy byla pro celkové hodnocení výrobku (bez informovanosti respondentů o funkčních vlastnostech produktu) pro hodnocení výrobku nejdůležitější. Dále bylo zjištěno, že příjemnost barvy může silně ovlivňovat hodnocení celkového vzhledu. To, že barva produktu ovlivňuje rozhodování a očekávání spotřebitele, vyplývá také z poznatků

Spence (2015). Pro další vývoj mléčného výrobku by bylo dobré zohlednit možnost úpravy tohoto parametru (např. přidavkem přírodního potravinářského barviva). Taktéž by bylo vhodné zaměřit se na eliminaci pachutí z mléčného výrobku, jelikož negativně ovlivňují celkovou příjemnost chuti.

Dle hierarchického shlukování a metodě PCA došlo k potvrzení, že se nejlépe hodnocený vzorek plnotučného mléka v poměru 60:40 odlišuje od ostatních vzorků. Z dendrogramu je dobře viditelné, že nejpodobnější vzorky jsou zároveň vzorky, které v celkovém hodnocení skončily nejhůře. Díky provedené analýze PCA a faktorové analýze je zřejmé, jaké parametry vzorek nejvíce utváří a odlišují od ostatních. Tyto výsledky jsou důležité pro další vývoj mléčného nápoje. Vidíme, jaké parametry jsou pro vzorek nejvíce důležité, aby byl hodnocen pozitivně.

Co se týče varianty vyvíjené pro jedince s laktózovou intolerancí, v metodě sensorického profilu dopadla varianta polotučného mléka bez laktózy 70:30 po mléku plnotučném 60:40 v celkovém hodnocení mezi všemi vzorky nejlépe. Téměř se nelišila od mléka polotučného 70:30, jelikož oba dva vzorky dosáhly velmi podobného hodnocení a vysokých směrodatných odchylek. Vzorek 60:40 s mlékem bez laktózy se v hodnocení umístil na posledních příčkách, bylo by tudíž zapotřebí věnovat se do budoucna spíše výše zmíněné variantě 70:30 s vyšším podílem mléčné složky.

V prvotních interních sensorických hodnoceních byla také hodnocena smetana o tučnosti 10 % se sladinou v různých poměrech. Vzorky byly hodnoceny jako příliš tučné, z tohoto důvodu se se smetanou dále nepracovalo. Je ale možné, že by v budoucnu mohla být spotřebitelům nabízena ve formě smetany do kávy (ne jako mléčný nápoj). V české dotazníkové studii společnosti Ipsos (2021) za účasti 1050 dospělých jedinců bylo zjištěno, že 84 % z nich pije kávu příležitostně a 60 % alespoň jednou týdně. Více než polovina z těch, kteří kávu pijí, si kávu téměř vždy nebo většinou osladí a stejně tak tomu je i s přidáváním mléka (či jiného mléčného produktu). 85 % si mléko do kávy přidá alespoň příležitostně. Z polské studie Czarniecka-Skubina et al. (2021), které se zúčastnilo 1500 respondentů pijící kávu, vyplývá, že mléko si do kávy přidává 69,6 % a smetanu 17,7 %. Smetanu preferují nejčastěji lidé ve věku 51 – 65 let. Kávu si sladí cukrem 43,7 % a ostatními sladidly 7,7 % dotázaných respondentů. Vidíme tedy, že spotřeba kávy v tuzemsku a přilehlých zemích je obrovská a značná část spotřebitelů kávu nepije samotnou. Varianta smetany do kávy s přidavkem sladiny by mohla vyhovovat jedincům, kteří při přípravě oblíbeného nápoje používají mimo mléka, či jiného mléčného produktu, cukr nebo jiná sladidla. Těmto lidem by se usnadnila příprava kávy v jednom kroku a od klasické smetany by se tato smetana odlišovala sladkou chutí, obilnými podtóny a případná hořkost by mohla být skrytá přirozenou chutí kávy jako takové.

Výsledky experimentální části této diplomové práce spíše nelze srovnat s dostupnou literaturou, jelikož se jedná o téma vývoj nového mléčného nápoje, který na trhu není dostupný. Do sensorického hodnocení se zapojilo 46 osob ve věku 20 – 25 let. Bylo přítomno 10 mužů a 36 žen. Pro lepší pochopení a předvídatelnost spotřebitelského chování by bylo zapotřebí rozsáhlejších sensorických analýz a většího vzorku hodnotitelů všech věkových kategorií. V budoucnu by bylo dobré zvážit také vliv pohlaví na hodnocení výrobku. Je možné že by výrobek mohl zaujmout z větší míry mužskou část populace, jelikož bylo v jejich případě dosaženo zdánlivě lepšího celkového hodnocení mléčného výrobku oproti ženám. Studie Michon et al. (2019) zjistily rozdíly ve vnímavosti jednotlivých dílčích chutí

mezi pohlavími, toto zjištění by mohlo následně ovlivnit preference respondentů. Tato predikce však touto prací nemůže být nijak potvrzena, jelikož nebyly ohodnoceny všechny vzorky mléčného nápoje stejnými hodnotiteli.

7 Závěr

Mléčný výrobek s přídavkem sladiny je inovativní produkt, který se na českém trhu prozatím nevyskytuje. Spotřebitelé 21. století se s neustálým rozvojem potravinářského sektoru nebojí zkoušet nové potraviny. Vyhledávají produkty s přidanou hodnotou, z důvodu rostoucího se počtu studií o výskytu civilizačních chorob a zvyšujícím se povědomím spotřebitelů o této problematice. Zejména u mladé generace se zlepšuje nákupní rozhodování, je schopna si připlatit za kvalitní složení odpovídající ceně výrobku, také hledí na etické a ekologické faktory důsledků jeho výroby. Stále více spotřebitelů se již nezaměřuje pouze na sensorické vlastnosti potraviny, i když i ty jsou při vývoji nového produktu důležité.

V této diplomové práci bylo objasněno nutriční zastoupení živin jednotlivých komponent utvářejících mléčný nápoj a jejich možný zdravotní přínos pro spotřebitele. Taktéž byly v diskuzi práce uvedeny důvody, proč by mohl být nápoj na trhu úspěšný, ale i podklady pro další zlepšení výrobku při následujícím profesionálním vývoji.

Provedená sensorická analýza odhalila, že nejlépe hodnocený mléčný výrobek je tvořen z plnotučného mléka a sladiny v poměru 60:40, u něhož hodnotitelé, oproti jiným vzorkům, vyzdvihovali nejlepší chuťové vlastnosti, z nichž nejvíce intenzivně byla hodnocena mléčná chuť. Naopak nejméně intenzivně chuť hořká, trpká a obilná, které byly nejvíce intenzivně vnímány u nejhůře hodnocených vzorků. Vyznačoval se příjemností vůně, kdy nejintenzivněji vnímaná dílčí vůně byla mléčná, dále pak kávová. Z výsledků korelace mezi jednotlivými deskriptory bylo zjištěno, že intenzita mléčné vůně nespíše souvisí s celkovou přijatelností vůně. Na základě hierarchického shlukování, PCA a faktorové analýzy se tento vzorek mléčného nápoje odlišoval od ostatních hodnocených vzorků.

Při vývoji produktu bylo myšleno i na osoby, které nemohou konzumovat běžné mléko ze zdravotních důvodů. U velké části populace se s věkem snižuje schopnost trávit laktózu, jež je přirozená složka mléka a mléčných výrobků. Z tohoto důvodu se v posledních letech dává větší důraz na produkci bezlaktózových výrobků v potravinářském průmyslu. Výběr však v České republice stále není tak široký. Mléčný nápoj s přídavkem sladiny by mohl napomoci k rozšíření portfolia mléčných bezlaktózových výrobků, při čemž konkrétně mléčných nápojů se na českém trhu mnoho nevyskytuje. Bezlaktózový mléčný výrobek v poměru 70 % polotučného mléka bez laktózy a 30 % sladiny byl sensorickou analýzou vyhodnocen jako druhý nejlepší z celkového množství hodnocených vzorků.

Dílčí výsledky diplomové práce byly použity pro získání patentu formou patentové přihlášky a funkčního vzorku. Dále je plánováno zažádat o ochranu pomocí užitého vzoru. Vývoj tohoto produktu probíhá za podpory organizace Technologické agentury České republiky (TA ČR) pod číslem projektu TP01010050. O výrobu vyvíjeného produktu již projevila potenciální zájem ekofarma Kosařův mlýn s.r.o..

8 Literatura

Akademie kvality. 2021. Lidé více preferují tuzemské výrobky. Co vše prozradil výzkum o kvalitě potravin? Státní zemědělský intervenční fond, Praha. Available from <https://www.akademiekvality.cz/clanek/lide-vice-preferuji-tuzemske-vyrobky-co-vse-prozradil-vyzkum-o-kvalite-potravin> (accessed March 2022).

A-Level Biology. 2015. Disaccharides. A-Level Biology. Available from <https://alevelbiology.co.uk/notes/disaccharides> (accessed November 2021).

Alimoradi F, Hojaji E, Jooyandeh H, Moghadam S, Moludi J. 2016. Whey proteins: Benefits and applications. *Journal of International Research in Medical and Pharmaceutical Sciences* **9**:63-73.

Amin FU, Shah SA, Kim MO. 2017. Vanillic acid attenuates A β 1-42-induced oxidative stress and cognitive impairment in mice. *Scientific Reports* **40753** DOI: 10.1038/srep40753.

Ansari S, Satar R. 2012. Recombinant β -galactosidases – Past, present and future: A mini review. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic* **81**:1-6.

Aroh K. 2019. Review: Beer Production. *SSRN Electronic Journal* DOI: 10.2139/ssrn.3458983.

Arranz S, Chiva-Blanch G, Valderas-Martínez P, Medina-Remón A, Lamuela-Raventós RM, Estruch R. 2012. Wine, Beer, Alcohol and Polyphenols on Cardiovascular Disease and Cancer. *Nutrients* **4**:759-781.

Bamforth CW. 2017. Progress in Brewing Science and Beer Production. *Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering* **8**:161-176.

Basařová G et al. 2015. Sladařství - Teorie a praxe výroby sladu. Havlíček Brain Team, Praha.

Basařová G, Šavel J, Basař P, Lejsek T. 2010. Pivovarství: Teorie a praxe výroby piva. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha.

Bhat M, Dar T, Singh L. 2016. Casein Proteins: Structural and Functional Aspects. Pages in 3-18 in Gigli I, editor. *Milk Proteins - From Structure to Biological Properties and Health Aspects*. Intech, United Kingdom.

Brodziak A, Król J, Litwińczuk Z, Zaborska A, Czernecki T. 2017. Effect of storage time under home refrigeration conditions on the quality of opened drinking milk. *Mljekarstvo* **62**:283-296.

Burke N, Zacharski KA, Southern M, Hogan P, Ryan MP, Adley CC. 2018. The Dairy Industry: Process, Monitoring, Standards, and Quality" in Díaz AV, editor. *Descriptive Food Science*. IntechOpen, United Kingdom. Available from <https://www.intechopen.com/chapters/63169> (accessed February 2022).

Caroli A, Poli A, Ricotta D, Banfi G, Cocchi D. 2011. Invited review: Dairy intake and bone health: A viewpoint from the state of the art. *Journal of Dairy Science*. **94**:5249-5262.

Castro L, Affonso A, Lehman R. 2021. Impact of Specialty Malts on Wort and Beer Characteristics. *Fermentation* **7** DOI: 10.3390/fermentation7030137.

- Cavallarin L, Giribaldi M, Giuffrida M. 2017. Milk protein composition and sequence differences in milk and fermented dairy products affecting digestion and tolerance to dairy products. Pages in 299-314 Poltronieri P, editor. *Microbiology in dairy processing: Challenges and Opportunities*. Wiley Blackwell, Hoboken, NJ.
- Collin S, Jerkovic V, Bröhan M, Callemien D. 2013. Polyphenols and Beer Quality. Pages 2333-2359 in Ramawat KG, Mérillon J-M, Ramawat KG, Mérillon JM, editors. *Natural Products*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Corallo A, Latino ME, Menegoli M, Spennato A. 2019. A Survey to Discover Current Food Choice Behaviors. *Sustainability* **5041** DOI: <https://doi.org/10.3390/su11185041>.
- Czarniecka-Skubina E, Pielak M, Sałek P, Korzeniowska-Ginter R, and Owczarek T. 2021. Consumer Choices and Habits Related to Coffee Consumption by Poles. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **3948** DOI: 10.3390/ijerph18083948.
- Český statistický úřad. 2020. Spotřeba potravin - 2020. Český statistický úřad, Praha. Available from <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin>.
- Český svaz pivovarů a sladoven. 2015. České pivo. Český svaz pivovarů a sladoven, Praha. Available from <http://ceske-pivo.cz/ceske-pivo> (accessed January 2022).
- ČSN EN ISO 5495. 2009. Senzorická analýza – Metodologie - Párová porovnávací zkouška. Český normalizační institut, Praha.
- ČSN EN ISO 8589. 2008. Senzorická analýza – Obecné pokyny pro uspořádání senzorického pracoviště. Český normalizační institut, Praha.
- Dekker PJT, Koenders D, Bruins MJ. 2019. Lactose-Free Dairy Products: Market Developments, Production, Nutrition and Health Benefits. *Nutrients* **11**:551 DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11030551>.
- Deng Y, Misselwitz B, Dai N, Fox M. 2015. Lactose Intolerance in Adults: Biological Mechanism and Dietary Management. *Nutrients* **7**:8020-8035.
- Di Costanzo M, Berni-Canani R. 2018. Lactose Intolerance: Common Misunderstandings. *Annals of Nutrition and Metabolism* **73**:30-37.
- Di Rienzo T, D'Angelo G, D'aversa F, Campanale M, Cesario V, Montalto M, Gasbarrini A, Ojetti V. 2013. Lactose intolerance: from diagnosis to correct management. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences* **17**:18-25.
- Drake MA. 2007. Invited Review: Sensory Analysis of Dairy Foods. *Journal of Dairy Science* **90**:4925-4937.
- Dvořáková M, Dostálek P, Skulilová Z, Jurková M, Kellner V, Guido L. 2010. Barley and malt polyphenols and their antioxidant properties. *Kvasný Průmysl* **56**:160-163.
- Eßlinger H. 2009. *Handbook of brewing*. Wiley-VCH, Weinheim.
- Erkmen O, Bozoglu TF. 2016. Spoilage of Milk and Milk Products. Pages in 307-336 Erkmen O, Bozoglu, editors. *Food Microbiology: Principles into Practice*. John Wiley & Sons, United Kingdom.

Evropský parlament a Rada (ES). 2013. Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES), č. 1308/2013 ze dne 17. prosince 2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty. Pages 671-854 in Úřední věstník Evropské unie, Praha. Available from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1308&from=de> (accessed February 2022).

Facioni MS, Raspini B, Pivari F, Dogliotti E, Cena H. 2020. Nutritional management of lactose intolerance: the importance of diet and food labelling. *Journal of Translational Medicine* **PMC7318541** DOI: 10.1186/s12967-020-02429-2.

FAO. 2015. Consumers' Concerns and External Drivers in Food Markets. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Available from <https://www.fao.org/3/i4939e/i4939e.pdf> (accessed March 2022).

Fisher C, Scott T. 1997. Food flavours: biology and chemistry. Cambridge: Royal Society of Chemistry, London.

Fritzscheová D. 2015. Intolerance laktózy. Noxi s.r.o., Bratislava.

Gajdoš Kljusurić J, Benković M, Bauman I. 2015. Classification and Processing Optimization of Barley Milk Production Using NIR Spectroscopy, Particle Size, and Total Dissolved Solids Analysis. *Journal of Chemistry* **e896051** DOI: 10.1155/2015/896051.

GEA. 2022. Lactose-free dairy for special diets. GEA Group Aktiengesellschaft. Available from <https://www.gea.com/en/stories/lactose-free.jsp> (accessed February 2022).

Gharibzahedi S, Jafari S. 2017. The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. *Trends in Food Science & Technology* **62**:119-132.

Gironés-Vilaplana A, Villaño D, Marhuenda J, Moreno D, García-Viguera C. 2016. Vitamins. Page 159-201 in Galanakis C, editor. *Nutraceutical and Functional Food Components - Effects of Innovative Processing Techniques*. Academic Press, Cambridge, Massachusetts.

Głąb TK, Boratyński J. 2017. Potential of Casein as a Carrier for Biologically Active Agents. *Topics in Current Chemistry* **375**:1-20.

Gomaa A. 2018. Application of Enzymes in Brewing. *Journal of Nutrition and Food Science Forecast* **1**:1-5.

Green BG, Andrew K. 2017. Stimulus-Dependent Effects of Temperature on Bitter Taste in Humans. *Chemical Senses* **42**:153-160.

Green BG, Nachtigal D. 2015. Temperature Affects Human Sweet Taste via At Least Two Mechanisms. *Chemical Senses* **40**:391-399.

Guido L, Moreira M. 2013. 3 Malting. Pages 51-70 in Guiné R, Correia P, editors. *Engineering Aspects of Cereal and Cereal-Based Products*. CRC Press, USA.

Guiné RPF, Teixeira-Lemos E. 2018. Development of New Dairy Products with Functional Ingredients. *Journal of Culinary Science & Technology* **18**:1-18.

- Harrison MA, Albanese JB. 2017. Beer/Brewing. Reference Module in Life Sciences DOI: 10.1016/B978-0-12-809633-8.13014-6.
- Harvey C. 2013. Lactase Persistence. Available from <https://sites.google.com/site/lactosepersistence/> (accessed February 2022).
- Hertzler SR, Lieblein-Boff JC, Weiler M, Allgeier C. 2020. Plant Proteins: Assessing Their Nutritional Quality and Effects on Health and Physical Function. *Nutrients* **12**:3704 DOI: 10.3390/nu12123704.
- Hlaváček I, Basařová G, Basař P, Hlaváček J. 2011. České pivo. Havlíček Brain Team, Praha.
- Hopkins T. 2019. Milk Science 3.02 The Milk Fat Globule. Available from <https://www.baristahustle.com/lesson/ms-3-02-the-milk-fat-globule/> (accessed November 2021).
- Horáčková S, Dostálová J, Gabrovská D, Nevorál J, Kunešová M, Tláškal P, Navrátilová M, Bárta V, Kopáček J. 2021. Mléko a mléčné výrobky – rozdíly a souvislosti s výrobky rostlinnými. Potravinářská komora České republiky, Praha.
- Chandan R. 2016. Role of Milk and Dairy Foods in Nutrition and Health. Pages 428-466 in Chandan R, Kilara A, Shah N, editors. Dairy processing and quality assurance. Wiley Blackwell, Hoboken, NJ.
- Chládek L. 2007. Pivovarnictví. Grada Publishing, Praha.
- Informační centrum bezpečnosti potravin. pH piva. Ministerstvo zemědělství, Praha Available from <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92132.aspx> (accessed January 2022).
- Ipsos. 2021. Češi a káva. Ipsos s.r.o., Praha. Available from <https://www.ipsosknow.cz/post/%C4%8De%C5%A1i-a-k%C3%A1va> (accessed March 2022).
- Ismail MM, Hamad MF, Elraghy EM. 2018. Using Goat's Milk, Barley Flour, Honey, and Probiotic to Manufacture of Functional Dairy Product. *Probiotics and Antimicrobial Proteins* **10**:677-691.
- Jílek F. 2004. Biologické základy chovu hospodářských zvířat. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Kerry Group. 2021. Four in ten consumers have bought more functional products during pandemic, Kerry survey shows. Dairy Industries International, United Kingdom. Available from <https://www.dairyindustries.com/news/37642/four-in-ten-consumers-have-bought-more-functional-products-during-pandemic-kerry-survey-shows/> (accessed March 2022).
- Kiliç I, Yeşiloğlu Y. 2013. Spectroscopic studies on the antioxidant activity of p-coumaric acid. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* **115**:719-724.
- Kopáček J. 2014. Mléko a mléčné výrobky: jak poznáme kvalitu? Sdružení českých spotřebitelů, Praha.
- Kosař K et al. 2000. Technologie výroby sladu a piva. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha.

- Kubcová Beránková J. 2009. Funkční potraviny a legislativa. Internetový portál bezpečnosti potravin. Ministerstvo zemědělství, Praha. Available from <https://www.bezpecnostpotravin.cz/funkcni-potraviny-a-legislativa.aspx> (accessed March 2022).
- Kumar S, Prahalathan P, Raja B. 2011. Antihypertensive and antioxidant potential of vanillic acid, a phenolic compound in l-NAME-induced hypertensive rats: A dose-dependence study. *Redox Report* **16**:208-215.
- Lawless HT, Heymann H. 2003. *Sensory Evaluation of Food - Principles and Practices*. Springer, London.
- Lourenço SC, Moldão-Martins M, Alves VD. 2019. Antioxidants of Natural Plant Origins: From Sources to Food Industry Applications. *Molecules* **4132** DOI:10.3390/molecules24224132.
- Lu L, Guo L, Wang K, Liu Y, Xiao M. 2020. β -Galactosidases: A great tool for synthesizing galactose-containing carbohydrates. *Biotechnology Advances* **e107465** DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2019.107465>.
- MacLeod L, Evans E. 2016. Malting. Reference Module in Food Science **1**:68-76.
- Mahesh G, Abu-ghannam N, Gallagher E. 2010. Barley for Brewing: Characteristic Changes during Malting, Brewing and Applications of its By-Products. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety* **9**:318-328.
- Marangoni F et al. 2018. Cow's Milk Consumption and Health: A Health Professional's Guide. *Journal of the American College of Nutrition* **38**:1-12.
- Marks & Spencer. Malted Milk Biscuits. Available from <https://marksandspencer.com.ph/products/malted-milk-biscuits-f10a70685> (accessed February 2022).
- McCarthy KS, Parker M, Ameerally A, Drake SL, Drake MA. 2017. Drivers of choice for fluid milk versus plant-based alternatives: What are consumer perceptions of fluid milk? *Journal of Dairy Science* **100**:6125-6138.
- Meggle. Bez laktózy. Meggle s.r.o., Praha. Available from <https://meggle.cz/bez-laktozy/> (accessed February 2022).
- Mezerová M. 2017. Pivo: Jak poznáme kvalitu? Česká technologická platforma pro potraviny, Praha.
- Michon C, O'Sullivan MG, Delahunty CM, Kerry JP. 2009. The investigation of gender-related sensitivity differences in food perception. *Journal of Sensory Studies* **24**: 922-937.
- Mika-Mętel, M. (2010): Analysis of changes in the quality of milk during storage. Pages 136-142 in Żuchowski J, Zieliński R, editors. Selected issue of food quality. Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Ekspolatacji, Radom.

- Mikyška A, Prokeš J, Běláková S, Škach J, Hašková D. 2010. The influence of barley origin and malting technology on ferulic acid content in barley and malt. *Kvasny Prumysl* **56**:145-151.
- Ministerstvo zdravotnictví. 2018. Vyhláška č. 39/2018 Sb. ze dne 2. března 2018, kterou se mění vyhláška č. 54/2004 Sb., o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití. Pages 362-366 in *Sbírka zákonů České republiky*. Ministerstvo zdravotnictví, Praha.
- Ministerstvo zemědělství. 2019. Vyhláška č. 397/2016 ze dne 25. října. 2019, kterou se mění vyhláška č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje *Zákony pro lidi*, Zlín. Available from <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2019-274> (accessed January 2022).
- Misselwitz B, Butter M, Verbeke K, Fox M. 2019. Update on lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and clinical management. *Gut* **68** DOI: 10.1136/gutjnl-2019-318404.
- Montanari L, Mayer H, Marconi O, Fantozzi P. 2008. Minerals in Beer. Pages 359-365 in Preedy VR, editor. *Beer in Health and Disease Prevention*. Academic Press, United Kingdom.
- Moravia Lacto a.s.. Produkty – Mléka. Moravia Lacto a.s., Jihlava. Available from <https://www.mleko.cz/produkty/mleka/> (accessed February 2022).
- Nature's Promise. Výrobky bez laktózy. Nature's Promise. Available from <https://naturespromise.cz/vyrobky/vse/?search=&labels%5B0%5D=bez-laktozy&send=Filtrovat&form=products> (accessed February 2022).
- Nestlé Professional. 2021. Nestlé Carnation Original Malted Milk Canister (6 x 2.5 pounds). Available from <https://www.nestleprofessional.us/nestle-carnation/nestle-carnation-original-malted-milk-canister-6-x-25-pounds> (accessed January 2022).
- Ou S, Kwok KC. 2004. Review Ferulic acid: pharmaceutical function, preparation and applications in foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **84**:1261-1296.
- Palmer J. 2017. How to brew – Planning malt quantities for a recipe. Available from <http://howtobrew.com/book/section-2/what-is-malted-grain/planning-malt-quantities-for-a-recipe> (accessed March 2022).
- Park YW, Nam MS. 2015. Bioactive Peptides in Milk and Dairy Products: A Review. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* **35**:831-840.
- Pei K, Ou J, Huang J, Ou S. 2016. p-Coumaric acid and its conjugates: dietary sources, pharmacokinetic properties and biological activities. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **96**:2952-2962.
- Pereira P. 2014. Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition* **30**:619-627.
- Pivovar U Fleků. O nás. Pivovar a restaurace u Fleků, Praha. Available from <https://ufleku.cz/o-nas/historie-u-fleku/> (accessed March 2022).

- Pokorný, J, Panovská, Z, Valentová, H. 1998. Sensorická analýza potravin. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha.
- Popalia U, Manojbhai P, Balakrishnan S, Bharatbhai C. 2020. Functional, sensory, physico-chemical and microbial changes in oats and milk protein concentrate based malted milk food during storage. *International Journal of Chemical Studies* **8**:1306-1311.
- Pragolaktos. Produkty. Mlékárna pragolaktos a.s., Praha. Available from <https://www.pragolaktos.cz/cs/products> (accessed March 2022).
- Pritulska N et al. 2021. Consumer preferences on the market of plant-based milk analogues. *Potravinárstvo* **15** DOI: 10.5219/1485.
- Reich J. 2016. Barley Seed Cross-section. Available from <https://jonathanreich.art/barley-seed-final/> (accessed November 2021).
- Samaras TS, Camburn PA, Chandra SX, Gordon MH, Ames JM. 2005. Antioxidant Properties of Kilned and Roasted Malts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **53**:8068-8074.
- Samková E, Pešek M, Špička J. 2008. Vliv mléčného tuku na zdravotní stav konzumentů a možnost ovlivnění jeho složení v prvovýrobě. Pages 54-67 in *Výrobní zemědělská praxe a potravinářské biotechnologické úpravy pro zvýraznění pozitivních zdravotních vlivů mléka a mléčných výrobků*. Výzkumný ústav pro chov skotu, Rapotín.
- Sethi S, Tyagi SK, Anurag RK. 2016. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of Food Science and Technology* **53**:3408-3423.
- Shin J-A, Jeong S-H, Jia C-H, Hong ST, Lee K-T. 2018. Comparison of antioxidant capacity of 4-vinylguaiacol with catechin and ferulic acid in oil-in-water emulsion. *Food Science and Biotechnology* **28**:35-41.
- Silanikove N, Leitner G, Merin U. 2015. The Interrelationships between Lactose Intolerance and the Modern Dairy Industry: Global Perspectives in Evolutional and Historical Backgrounds. *Nutrients* **7** DOI: 10.3390/nu7095340.
- Silva A, Silva M, Ribeiro BD. 2020. Health Issues and Technological Aspects of Plant-based Alternative Milk. *Food Research International* **131**:1-17.
- Singh AK, Tiwari S, Singh RRB, Tyagi RK, Arora S. 2008. Optimization of ingredient levels for manufacturing malted milk beverage using response surface methodology. *International Journal of Dairy Technology* **61**:192-198.
- Singh H. 2019. Symposium review: Fat globules in milk and their structural modifications during gastrointestinal digestion. *Journal of Dairy Science* **102**:2749-2759.
- Spence C. 2015. On the psychological impact of food colour. *Flavour* **4** DOI: <https://doi.org/10.1186/s13411-015-0031-3>.
- Srinivasan M, Sudheer AR, Menon VP. 2007. Ferulic Acid: Therapeutic Potential Through Its Antioxidant Property. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition* **40**:92-100.
- Stannard S. 2018. Consumer insights. Agriculture and Horticulture Development Board, England. Available from

https://media.ahdb.org.uk/media/Default/Consumer%20and%20Retail%20Insight%20Images/PDF%20articles/ConsumerInsights%20WEB_1653_180725.pdf (accessed March 2022).

Státní zemědělský intervenční fond. 2022. Tržní informační systém České republiky - Zpráva o trhu s mlékem a mlékárenskými výrobky. Státní zemědělský intervenční fond, Praha. Available from https://www.szif.cz/cs/CmDocument?rid=%2Fapa_anon%2Fcs%2Fzpravy%2Ftis%2Fzpravy_o_trhu%2F04%2F1644503904493.pdf (accessed March 2022).

Suri S, Kumar V, Prasad R, Tanwar B, Goyal A, Kaur S, Gat Y, Kumar A, Kaur J, Singh D. 2019. Considerations for development of lactose-free food. *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism* **15**:27-34.

Sushil K. 2015. The chemistry of milk – Final part. Available from <https://sushilbandhu.wordpress.com/2015/10/16/the-chemistry-of-milk-final-part-2/> (accessed November 2021).

Szpakowska, M., Tymoszuik, E. 2011. Investigation of UHT milk freshness after every day opening of its container, during storage in cooling conditions. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu* **196**:162-169.

Take Two Foods. 2022a. Barley milk. Available from <https://taketwofoods.com/> (accessed February 2022).

Take Two Foods. 2022b. Barley Milk Original. Available from <https://taketwofoods.com/products/original> (accessed March 2022).

Thum C, Roy NC, Everett DW, McNabb WC. 2021. Variation in milk fat globule size and composition: A source of bioactives for human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*:1-27.

Trumbo P, Schlicker S, Yates A, Poos M. 2005. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. National Academies Press, Washington, D.C.

Únětický pivovar. Pivovar. Únětický pivovar, Praha. Available from <https://www.unetickypivovar.cz/pivovar/> (accessed March 2022).

Vávrová Š. 2018. Je cider pivo nebo není? Available from <http://www.craftbeertimes.cz/je-cider-pivo-nebo-neni/> (accessed November 29, 2021).

Verruck S, Fasura Balthazar C, Rocha R, Silva R, Esmerino E, Pimentel T, Freitas M, Silva M, da Cruz A, Schwinden Prudencio E. 2019. Dairy foods and positive impact on the consumer's health. *Advances in Food and Nutrition Research* **89**:95-164.

Villa C, Costa J, Oliviera M, Marfa I. 2018. Bovine Milk Allergens: A Comprehensive Review. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety* **17**:137-164.

Výzkumný a výukový pivovar Suchdolský Jeník. Historie pivovaru. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. Available from <https://pivovar.v2.czu.cz/cs/r-11806-historie-pivovaru> (accessed March 2022).

Wojcik M, Burzynska-Pedziwiatr I, Wozniak LA. 2010. A Review of Natural and Synthetic Antioxidants Important for Health and Longevity.. *Current Medicinal Chemistry* **17**:3262-3288.

Zamberlin Š, Antunac N, Havranek J, Samaržija D. 2011. Mineral elements in milk and dairy products. *Mljekarstvo* **62**:111-125.

9 Seznam použitých zkratek

ANOVA	Analýza rozptylu
BL	Bez laktózy
ČZU	Česká zemědělská univerzita
PCA	Metoda hlavních komponent
ROS	Reaktivní formy kyslíku

10 Seznam obrázků

Obr. 1: Kaseinová micela (upraveno dle Sushil 2015).....	11
Obr. 2: Struktura mléčné tukové kuličky (upraveno dle Hopkins 2019).....	13
Obr. 3: Molekula disacharidu 4-O- β -D-galaktopyranosyl-D-glukózy (laktózy) (upraveno dle A-Level Biology 2015).....	14
Obr. 4: Rozklad laktózy: A) u zdravého jedince, bez známek laktózové intolerance, B) u pacienta s laktózovou intolerancí, laktóza prochází trávicím traktem nerozštěpená, způsobuje typické symptomy laktózové intolerance (upraveno dle Harvey 2013).	17
Obr. 5: Produkce bezlaktózových výrobků kombinovaným způsobem (upraveno dle GEA 2022).....	18
Obr. 6: Schéma vsádkového a aseptického procesu výroby bezlaktózového mléka (upraveno dle Dekker et al. 2019).	19
Obr. 7: Sortiment bezlaktózových mlék společnosti Nature's Promise (Nature's Promise n.d.).....	20
Obr. 8: Bezlaktózová mléka značky Pragolaktos (Pragolaktos n.d.).....	20
Obr. 9: Bezlaktózová mléka od výrobce Meggle (Meggle n.d.).	20
Obr. 10: Stavba semena ječmene (upraveno dle Reich 2016).....	21
Obr. 11: Postup výroby sladu (Vávrová 2018).....	23
Obr. 12: Postup výroby piva (Český svaz pivovarů a sladoven 2015).	34
Obr. 13: Sladové mléko od společnosti Nestlé (Nestlé Professional 2021).	35
Obr. 14: Sušenky ze sladového mléka vyrobeny společností Marks & Spencer (Marks & Spencer n.d.).	35
Obr. 15: Různé druhy ječmenných rostlinných nápojů od Take Two Foods (Take Two Foods 2022a).....	36
Obr. 16: Složení ječného rostlinného nápoje Original společnosti Take Two Foods (Take Two Foods 2022b).....	37
Obr. 17: Schéma vztahů mezi sensorickými vlastnostmi a liskými smysly (upraveno dle Fisher & Scott 1997).....	38
Obr. 18: Vzorky připravené ze sladiny tmavé z ČZU pivovaru Suchdolský Jeník (vlevo nahoře vzorek č.1, vpravo dole vzorek č.15).....	41
Obr. 19: Vzorky připravené ze sladiny světlé (vlevo nahoře vzorek č.1, vpravo dole vzorek č.12).....	42
Obr. 20: Vzorky připravené pro účely sensorického ohodnocení (vlevo) a tmavá sladina ze které byly vzorky připravované (vpravo).	42
Obr. 21: Měření pH vzorku č.1 sladiny tmavé z pivovaru ČZU Suchdolský Jeník 2 týdny po přípravě.....	43
Obr. 22: Refraktometr General Tools REF103.	44
Obr. 23: Grafické znázornění změny pH 1. sady vzorků v čase.	48
Obr. 24: Pozorované změny vzorků ve 3. týdnu od připravení (vpravo vzorek č. 7, vlevo č. 1).	49
Obr. 25: Grafické znázornění změny pH 2. sady vzorků v čase.	49
Obr. 26: Změny vzorků po 2 týdnech (vpravo vzorek č. 9, vlevo vzorek č. 11).....	50
Obr. 27: Vzorky po 3 týdnech od připravení (vzorek č. 12 a 11).....	50



Obr. 28: Profilové hodnocení vzhledu vzorků mléčného nápoje.	56
Obr. 29: Profilové hodnocení vůně vzorků mléčného nápoje.	56
Obr. 30: Profilové hodnocení konzistence vzorků mléčného nápoje.	57
Obr. 31: Profilové hodnocení chuti mléčného nápoje.	58
Obr. 32: Grafické znázornění celkového hodnocení vzorků mléčného nápoje.	58
Obr. 33: Dendrogram výsledků hierarchického shlukování.	60
Obr. 34: Diferenciace vzorků mléčného nápoje metodou PCA.	61
Obr. 35: Diagram komponentního skóre.	61

11 Seznam tabulek

Tab. 1: Průměrné složení nejběžnějších druhů mlék (v %) (Kopáček 2014).	10
Tab. 2: Rozdělení konzumních mlék do kategorií dle tučnosti (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013).....	15
Tab. 3: Rozsah základních kvalitativních znaků karamelových sladů (Basařová et al. 2015).	27
Tab. 4: Analýza obsahu jednoduchých sacharidů stanovených ve sladinách připravených z vybraných druhů sladů stejným způsobem (v g na 100 g použitého sladu) (upraveno dle Samaras et al. 2005).....	30
Tab. 5: Stanovení obsahu volných polyfenolických sloučenin v extraktech sladů různých typů (v µg na 100 g použitého sladu) (upraveno dle Samaras et al. 2005).....	32
Tab. 6: Přehled nejběžnějších metod používaných při senzoričké analýze (Pokorný et al. 1998).	39
Tab. 7: Poměry vzorků hodnocených pomocí senzoričké analýzy.....	46
Tab. 8: Cukernatost sladiny tmavé karamelové ve °Bx a pH	48
Tab. 9: Cukernatost sladiny světlé v °Bx a pH.	49
Tab. 10: pH sladiny tmavé karamelové použité k senzoričké analýze.	50
Tab. 11: Hodnoty pH vzorků měřené ihned po přípravě v rámci senzoričké analýzy.	51
Tab. 12: Tabulka spolehlivosti párového testu při daném počtu odpovědí (ČSN EN ISO 5495 2009).	51
Tab. 13: Párový test pro vzorek 378 a 396.	52
Tab. 14: Párový test pro vzorek 493 a 475.	52
Tab. 15: Párový test pro vzorek 274 a 268.	52
Tab. 16: Párový test pro vzorek 673 a 697.	52
Tab. 17: Párový test pro vzorek 769 a 743.	53
Tab. 18: Párový test pro vzorek 837 a 843.	53
Tab. 19: Stanovené průměrné hodnoty a směrodatné odchylky vzorků v jednotlivých deskriptorech.....	54
Tab. 20: Stanovené průměrné hodnoty a směrodatné odchylky vzorků v jednotlivých deskriptorech 2.....	55
Tab. 21: Výsledky korelační analýzy pro deskriptory stanovené metodou senzoričkého profilu.	59

12 Samostatné přílohy

Příloha 1: Parametry běžně stanovované pro jednotlivé druhy sladů výrobcem – na obrázku lze vidět rozbor sladu plzeňského použitého k přípravě sladiny tmavé karamelové z pivovaru ČZU Suchdolský Jeník.

		Malt Analysis	Weyermann® Specialty Malts			
				Quality Department		
				Phone: +49 951 93 22 0 - 0		
				eMail: QS@weyermann.de		

Batch Analysis

Page 1 of 1

Batchcode:	W224-21110050-04	Sample Type:	F/F
Item:	Weyermann® Pilsner Malt Bag 50kg	Analysis Number:	170662/2.1
		Date of Analysis:	12.08.2021
Item Number:	21110050	Operator:	doemel
Date of Production:	12.08.2021	Production site:	Bamberg
Best before:	12.02.2023		

Specification	Unit	Specification	Unit
Physical		Friability	90.0 %
Malt Color	4.5 EBC	Glassy Kernels	0.6 %
Malt Color	2.1 °L	Chemical	
Boiled Wort Color	5.4 EBC	Wort pH	5.97
Boiled Wort Color	2.5 °L	Saccharification	10 min.
Viscosity calc. 8.6°P	1.44 mPas	Hartong Index VZ 45°C	36.2 %
Viscosity calc. 12°P	1.67 mPas	Total protein	10.3 %
Moisture content	4.4 %	Soluble Nitrogen dry base	699 mg/100g
Extract fine grind (as is)	79.3 %	Kolbach Index	42.4 %
Extract dry basis	82.9 %		

All Weyermann® products are produced according to the current valid European food laws.
 We produce all of our malts, malt extracts and roast malt beer according to the "German Purity Law".
 We do not use any genetically modified raw materials, no ionisation and no irradiation.

Please note that the CoA is system generated and valid without signature.

Příloha 2: První sada vzorků připravených z tmavé sladiny.

Číslo vzorku	Typ mléka/ smetany	Mléko (ml)	Smetana (ml)	Sladina tmavá (ml)
1	Plnotučné (3,5 %)	60		40
2	Plnotučné (3,5 %)	70		30
3	Plnotučné (3,5 %)	80		20
4	Plnotučné (3,5 %)	90		10
5	Polotučné (1,5 %)	60		40
6	Polotučné (1,5 %)	70		30
7	Polotučné (1,5 %)	80		20
8	Polotučné (1,5 %)	90		10
9	Smetana (10 %)		50	50
10	Smetana (10 %)		60	40
11	Smetana (10 %)		70	30
12	Bezlakt. Plnotučné (3,5 %)	60		40
13	Bezlakt. Plnotučné (3,5 %)	70		30
14	Bezlakt. Plnotučné (3,5 %)	80		20
15	Bezlakt. Plnotučné (3,5 %)	90		10

Příloha 3: Druhá sada vzorků připravených ze světlé sladiny.

Číslo vzorku	Druh mléka	Mléko (ml)	Sladina světlá (ml)
1	plnotučné (3,5 %)	51	49
2	plnotučné (3,5 %)	55	45
3	plnotučné (3,5 %)	60	40
4	plnotučné (3,5 %)	70	30
5	plnotučné (3,5 %)	80	20
6	plnotučné (3,5 %)	90	10
7	polotučné (1,5 %)	51	49
8	polotučné (1,5 %)	55	45
9	polotučné (1,5 %)	60	40
10	polotučné (1,5 %)	70	30
11	polotučné (1,5 %)	80	20
12	polotučné (1,5 %)	90	10

Příloha 4: Hodnoty pH 1. sady vzorků mléčného nápoje.

Číslo vzorku	2. týden	3. týden
1	5,95	6,24
2	6,19	6,38
3	6,24	6,44
4	6,32	6,48
5	6,59	6,01
6	6,18	6,11
7	6,51	6,23
8	6,55	6,41
9	6,33	6,35
10	6,39	6,23
11	6,44	6,04
12	6,35	6,05
13	6,40	5,61
14	6,48	6,11
15	6,53	6,25

Příloha 5: Hodnoty pH 2. sady vzorků mléčného nápoje.

Číslo vzorku	Po přípravě	1. týden	2. týden	3. týden
1	6,44	6,65	5,56	5,46
2	6,50	6,74	6,06	5,74
3	6,55	6,79	6,14	5,80
4	6,62	6,85	6,14	5,83
5	6,67	6,81	6,02	6,07
6	6,73	6,96	6,43	6,18
7	6,55	6,65	5,43	5,13
8	6,56	6,60	5,56	5,27
9	6,60	6,26	5,49	5,68
10	6,67	6,42	5,91	5,93
11	6,74	6,56	5,97	6,02
12	6,80	6,77	6,16	5,65

Hodnocení sensorického profilu mléčného výrobku

Jméno:..... Příjmení: Č. vzorku:

Zdravotní stav: Datum a hodina:

Úkol: Ochutnejte předložený vzorek a soustřeďte se na hodnocení vzhledu, vůně, chuti a konzistence. K hodnocení použijte grafické stupnice.

VZHLED

CELKOVÝ VZHLED: _____
velmi špatný _____ vynikající

PŘÍJEMNOST BARVY: _____
odporná _____ velmi příjemná

INTENZITA BARVY: _____
neznatelná _____ velmi silná

VŮNĚ

PŘÍJEMNOST VŮNĚ: _____
odporná _____ velmi příjemná

INTENZITA MLÉČNÉ VŮNĚ: _____
neznatelná _____ velmi silná

INTENZITA OBILNÉ VŮNĚ: _____
neznatelná _____ velmi silná

INTENZITA KÁVOVÉ VŮNĚ: _____
neznatelná _____ velmi silná

INTENZITA JINÉ VŮNĚ: _____
neznatelná _____ velmi silná

KONZISTENCE

PŘÍJEMNOST
KONZISTENCE: _____
odporná _____ velmi příjemná

VISKOZITA: _____
velmi řídká _____ velmi hustá

HOMOGENITA: _____
nestejnorodá _____ stejnorodá

Příloha 7: Formulář k hodnocení senzoričského profilu mléčného výrobku strana 2.

CHUŤ

CELKOVÁ PŘÍJEMNOST

CHUTI: _____
odporná velmi příjemná

INTENZITA MLÉČNÉ

CHUTI: _____
neznatelná velmi silná

INTENZITA OBILNÉ

CHUTI: _____
neznatelná velmi silná

INTENZITA DÍLČÍCH CHUTÍ

SLADKÁ:

neznatelná velmi silná

TUČNÁ:

neznatelná velmi silná

HOŘKÁ:

neznatelná velmi silná

TRPKÁ:

neznatelná velmi silná

CELKOVÁ INTENZITA

PACHUTÍ: _____
neznatelná velmi silná

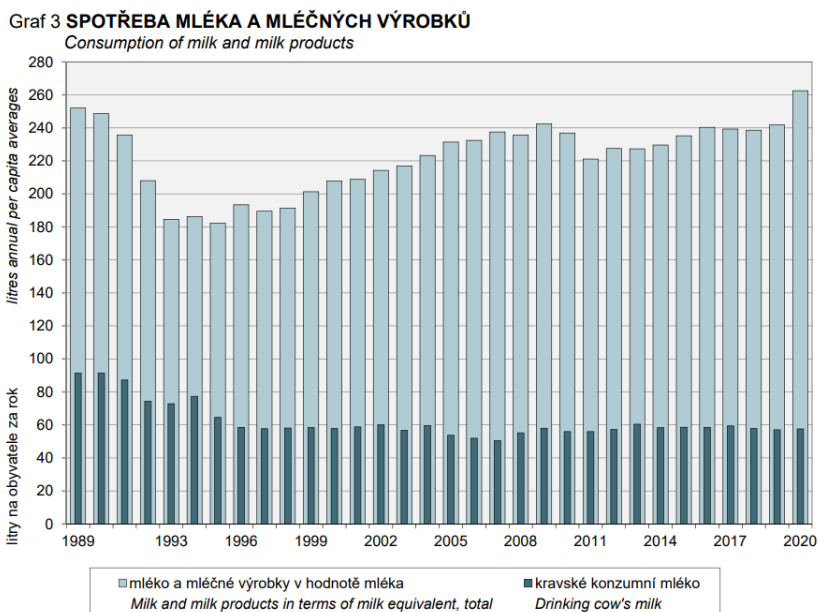
CELKOVÉ HODNOCENÍ VÝROBKU:

odporný velmi příjemný

ZAPIŠTE NALEZENÉ VADY VZHLEDU, VŮNĚ, CHUTI ČI KONZISTENCE:

.....
.....

Příloha 8: Spotřeba mléka a mléčných výrobků od roku 1989-2020 (Český statistický úřad 2020).



Příloha 9: Výsledek nutričního rozboru akreditovanou laboratoří ALS Czech Republic, s.r.o. pro mléčný nápoj v poměru 60:40 plnotučné mléko a tmavá sladina karamelová.

Matrice: **MLÉČNÉ VÝROBKÝ**

Identifikace vzorku
Datum odběru/čas odběru

FP2132854-001

9.12.2021

Parametr	Metoda	LOQ	Jednotka	Výsledek	NM
nutriční ukazatele					
bílkoviny	B-PROT-DUM	0.060	g/100 g	2.18	± 5.0%
celkové sacharidy	B-ENE1-CC	0.30	g/100 g	7.68	± 7.0%
popel	B-ASH-GR	0.060	g/100 g	0.836	± 3.0%
sůl jako NaCl	B-METORDT2	0.0012	g/100 g	0.0588	± 20.0%
tuk	B-FATT-NMR	0.10	g/100 g	2.16	± 5.0%
energetická hodnota (kJ/100 g)	B-ENE1-CC	50	kJ/100 g	247	± 7.0%
energetická hodnota (kcal/100 g)	B-ENE1-CC	12	kcal/100g	59	± 7.0%
sušina	B-DRY-GR	0.10	g/100 g	12.8	± 1.0%
energie z tuku (kJ/100 g)	B-ENE1-CC	10	kJ/100 g	80	± 7.0%
vlhkost	B-DRY-GR	0.10	g/100 g	87.1	± 1.0%
energie z tuku (kcal/100 g)	B-ENE1-CC	2.4	kcal/100g	19.1	± 7.0%
SAFA	B-FTAFID02	0.10	g/100 g	1.40	± 30.0%
MUFA	B-FTAFID02	0.10	g/100 g	0.54	± 30.0%
PUFA	B-FTAFID02	0.10	g/100 g	<0.10	----
TFA	B-FTAFID02	0.10	g/100 g	<0.10	----
suma omega-3 MK	B-FTAFID02	0.10	g/100 g	<0.10	----
suma Omega-6 FFA	B-FTAFID02	0.10	g/100 g	<0.10	----
celkové kovy / hlavní kationty					
Na	B-METORDT2	0.00050	g/100 g	0.0235	± 20.0%
cukry / sladidla					
glukóza	B-SUG-IC	0.050	g/100 g	0.442	± 20.0%
galaktóza	B-SUG-IC	0.050	g/100 g	<0.050	----
fruktóza	B-SUG-IC	0.050	g/100 g	0.056	± 20.0%
sacharóza	B-SUG-IC	0.050	g/100 g	0.122	± 20.0%
maltóza	B-SUG-IC	0.050	g/100 g	2.11	± 20.0%
laktóza	B-SUG-IC	0.050	g/100 g	2.83	± 20.0%
suma cukrů	B-SUG-IC	0.30	g/100 g	5.56	± 20.0%