



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ

FACULTY OF CHEMISTRY

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

**CHARAKTERIZACE VYBRANÉHO TYPU MLÉČNÉHO
„BIO“ VÝROBKU**

THE CHARACTERISATION OF SELECTED TYPE OF „BIO“ DAIRY PRODUCT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Silvie Hanychová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Eva Vítová, Ph.D.

BRNO 2016

Zadání bakalářské práce

Číslo práce: FCH-BAK1013/2015
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií
Studentka: **Silvie Hanychová**
Studijní program: Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Potravinářská chemie
Vedoucí práce: **Ing. Eva Vítová, Ph.D.**
Akademický rok: 2015/16

Název bakalářské práce:

Charakterizace vybraného typu mléčného „bio“ výrobku

Zadání bakalářské práce zadání:

1. Zpracujte literární přehled dané problematiky:
 - „bio“ výrobky vs. klasické výrobky – charakteristika, vlastnosti
 - charakteristika základních složek mléčných výrobků (lipidy, proteiny)
 - charakteristika keřových zrn
 - stručná technologie výroby keřu
 - senzorické vlastnosti a senzorické hodnocení
2. Vyberte metody vhodné pro senzorické hodnocení vybraného typu mléčného výrobku
3. Zhodnoťte senzorickou kvalitu mléčného „bio“ výrobku

Termín odevzdání bakalářské práce: 20.5.2016

Bakalářská práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

Silvie Hanychová
student(ka)

Ing. Eva Vítová, Ph.D.
vedoucí práce

prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.
vedoucí ústavu

V Brně dne 31.1.2016

prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.
děkan

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá senzorickým hodnocením kefiru. Konkrétně jsou sledovány rozdíly v senzorických vlastnostech kefiru vyrobeného stejným způsobem z různých druhů mléka. Teoretická část pojednává o kefiru, jeho charakteristikách, složení a výrobě za použití kefirových zrn. V experimentální části jsou na základě senzorického hodnocení srovnány čtyři vzorky kefiru. K senzorickému hodnocení byli přizváni především studenti Fakulty chemické VUT v Brně, tedy hodnotitelé bez speciálního proškolení. Výsledky hodnocení by tedy mohly blíže odrazet názory běžného spotřebitele.

Vzorky kefiru byly podrobeny senzorickému hodnocení pořadovou zkouškou a příjemnost vybraných vlastností (vzhled, barva, konzistence, vůně a chuť) byla hodnocena pomocí sedmibodové stupnice. Dále byla za pomoci sedmibodové stupnice hodnocena celková přijatelnost.

Výsledky hodnocení byly statisticky zpracovány a graficky vyhodnoceny.

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the sensory evaluation of kefir. Specifically the differences in the sensory properties of kefir produced using the same method from various types of milk were observed. The theoretical part was focused on kefir, its characteristics, composition and production using kefir grains. The experimental part deals with the comparison of four kefir samples based on sensory evaluation. The evaluation was made by the students from Faculty of Chemistry BUT, the untrained assessors. Therefore the evaluation results may be closely reflecting the opinions of common consumers.

The samples of kefir were subjected to sensory evaluation by the ranking test and the pleasantness of chosen properties (appearance, colour, texture, odour and taste) was evaluated using a seven-point scale, as well as the overall acceptability of samples.

The results were statistically processed and graphically evaluated.

KLÍČOVÁ SLOVA

mléčné výrobky, fermentace, kefir, kefirová zrna, senzorické hodnocení

KEY WORDS

dairy products, fermentation, kefir, kefir grains, sensory evaluation

CITACE

HANYCHOVÁ, S. *Charakterizace vybraného typu mléčného „bio“ výrobku*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2016. 54 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Eva Vítová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem citovala správně a úplně. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

podpis studenta

Poděkování:

Děkuji Ing. Evě Vítové, Ph.D. za cenné rady, připomínky, ochotu a laskavost při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Lence Musilové za pomoc při přípravě vzorků a praktické rady k mojí práci a v neposlední řadě také všem hodnotitelům.

Obsah

1	Úvod	8
2	Teoretická část.....	9
2.1	Kefírová zrna	9
2.1.1	Mikrobiální složení keřírových zrn	9
2.1.2	Kefíran – strukturální polysacharid	13
2.1.3	Využití keřírových zrn.....	13
2.2	Složení keříru	14
2.2.1	Oxid uhličitý	15
2.2.2	Lipidy.....	16
2.2.3	Laktosa a kyselina mléčná.....	16
2.2.4	Ethanol.....	16
2.2.5	Proteiny.....	16
2.2.6	Těkavé složky	17
2.2.7	Vitaminy	17
2.2.8	Kefír ve výživě	17
2.3	Výroba keříru, technologie výroby fermentovaných mléčných výrobků	19
2.3.1	Výběr a získávání mléka.....	19
2.3.2	Uchování a transport keřírového zrna	21
2.3.3	Metody výroby keříru	22
2.3.4	Fermentace, mléčné kvašení.....	23
2.4	„Bio“ výrobky vs. klasické výrobky	24
2.4.1	Filosofie BIO produkce	24
2.5	Senzorické vlastnosti a senzorické hodnocení	25
2.5.1	Podmínky senzorické analýzy, hodnotitelé	25
2.5.2	Metody senzorické analýzy	26
2.5.3	Senzorické hodnocení keříru	27
3	Experimentální část.....	28
3.1	Vzorky keříru	28
3.1.1	Mléko na výrobu keříru	28
3.1.2	Kódování vzorků	28
3.1.3	Vlastní výroba keříru, uchování a příprava vzorků	28
3.2	Senzorické hodnocení	30

3.2.1	Pracovní pomůcky	30
3.2.2	Hodnotitelé	30
3.2.3	Použité metody senzorické analýzy.....	30
3.2.4	Statistické zpracování výsledků.....	30
4	Výsledky a diskuze.....	31
4.1	Hodnotitelé.....	31
4.2	Vyhodnocení jednotlivých senzorických vlastností kefíru pomocí stupnice.....	34
4.2.1	Hodnocení vzhledu a barvy	34
4.2.2	Hodnocení konzistence (textury).....	35
4.2.3	Hodnocení chuti a vůně	37
4.3	Hodnocení celkové přijatelnosti	39
4.4	Pořadový test.....	39
4.5	Celkové hodnocení jednotlivých vzorků kefíru	40
4.6	Statistické vyhodnocení výsledků pomocí metody PCA	41
5	Závěr.....	44
6	Použitá literatura	45
7	Seznam zkratk	49
8	Seznam obrázků	50
9	Seznam grafů.....	50
10	Seznam tabulek	50
11	Přílohy	51

1 ÚVOD

Mléko a mléčné výrobky jsou neodmyslitelnou součástí lidské výživy. Kromě skutečnosti, že se jakožto savci živíme ve svých prvních měsících až letech mateřským mlékem, jsme zvyklí konzumovat mléko i nadále po dobu celého života. Podmínky, ve kterých žijeme, nám nabízejí možnosti konzumace mléka mnohých hospodářských zvířat. Největší vliv na kvalitu, složení a nutriční hodnoty mléka má jeho zpracování a uchování, tedy celý proces od nadojení až po chvíli, kdy se dostane spotřebiteli na stůl. Totéž platí i pro všechny produkty, jejichž základní surovinou je mléko.

Zkvašením mléka pomocí bakterií a kvasinek obsažených v tzv. keřirovém zrnú vzniká nápoj zvaný keřir. Přirozený proces, kterým je mléko fermentováno, dodává výrobku na kvalitě i zajímavosti. Keřir vyrobený s použitím keřirových zrn je chuťově daleko výraznější, než jsou fermentované mléčné výrobky dostupné běžně v obchodech. Proto se od sebe při hodnocení spotřebiteli výrazně odlišují názory kladné a záporné, tedy kdo má rád keřir a jeho kyselou chuť, bude při jeho konzumaci velmi spokojen, zatímco komu více vyhovuje nasládlá mléčná chuť, tomu tento výrazný výrobek pravděpodobně moc chutnat nebude.

Keřirová zrna jsou kolonie bakterií mléčného kvašení, malé útvary na první pohled podobné zmenšené verzi kvěťáku. Mají tradici, která sahá do dob dávných Tibetských opatství a kmenů žijících v horách Kavkazu, pravděpodobně před více než pětí tisíci let. První fermentované výrobky byly pravděpodobně vyrobeny náhodou nebo omylem, přesto se fermentace rychle stala oblíbenou metodou uchování potravin dávno před tím, než byly objeveny další metody, jako je pastérace, konzervace atd. Keřir se od té doby vyrábí z mléka kravského, kozího, ovčího i buvolího.

Původ slova „keřir“ není zcela objasněn, stejně jako původ samotných keřirových zrn. Pochází pravděpodobně z jazyků kavkazské oblasti, kde se keřir vyráběl a odkud se šířil. Další možný původ slova je z tatarštiny (tatarské keřir, megrelské kipuri) [1].

Pověst praví, že prorok Mohamed předal zrno vybraným kmenům jako symbol nesmrtelného bytí, keřir je proto také znám jako „nápoj blaha“, zatímco keřirová zrna jsou nazývána „prorokovým prosem“. Vysušená nebo lyofilizovaná zrna si uchovávají své fermentační schopnosti po značnou dobu, což je jeden z aspektů, které usnadnily jejich rozšíření do celého světa. V devatenáctém století bylo keřirové zrno rozšířeno do Ruska a později do zemí Sovětského svazu, kde se keřir z nich vyráběný stal záhy velmi oblíbeným. Dnes se keřir vyrábí v mnoha zemích světa.

Cílem této práce je porovnání sensorické kvality čtyř vzorků keřiru, z nichž každý je vyroben z jiného mléka. Všechny vzorky byly vyrobeny stejnou metodou fermentace pomocí keřirových zrn. Pro sensorické hodnocení vzorků byl použit pořadový test a hodnocení vybraných sensorických vlastností pomocí stupnice.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Kefírová zrna

Kefírová zrna jsou kolonie kvasinek a bakterií o různém druhovém složení a různých poměrech. Výroba kefíru fermentací kefírovými zrny je jedinečnou kombinací mléčného a alkoholového kvašení. Přestože hlavní složkou jsou bakterie mléčného kvašení a hlavním metabolitem fermentace je kyselina mléčná, při fermentaci je produkován i alkohol. Kefír lze tedy definovat jako fermentovaný mléčný nápoj obsahující různá množství alkoholu [2].

Zrna jsou hrudkovité útvary velké 0,2–2 cm, pružné, ale pevné. Povrch je nerovný, záhybovitý. Barva je bělavá, smetanová až slonovinová (viz *obrázek 1*).

Výjimečnost kefírových zrn spočívá především v dokonalosti symbiózy, ve které spolu žijí bakterie a kvasinky. Většina mikroorganismů, které se v zrně nacházejí, není samostatného růstu v mléce schopna [3].



Obrázek 1: Kefírové zrno (stupnice v cm)

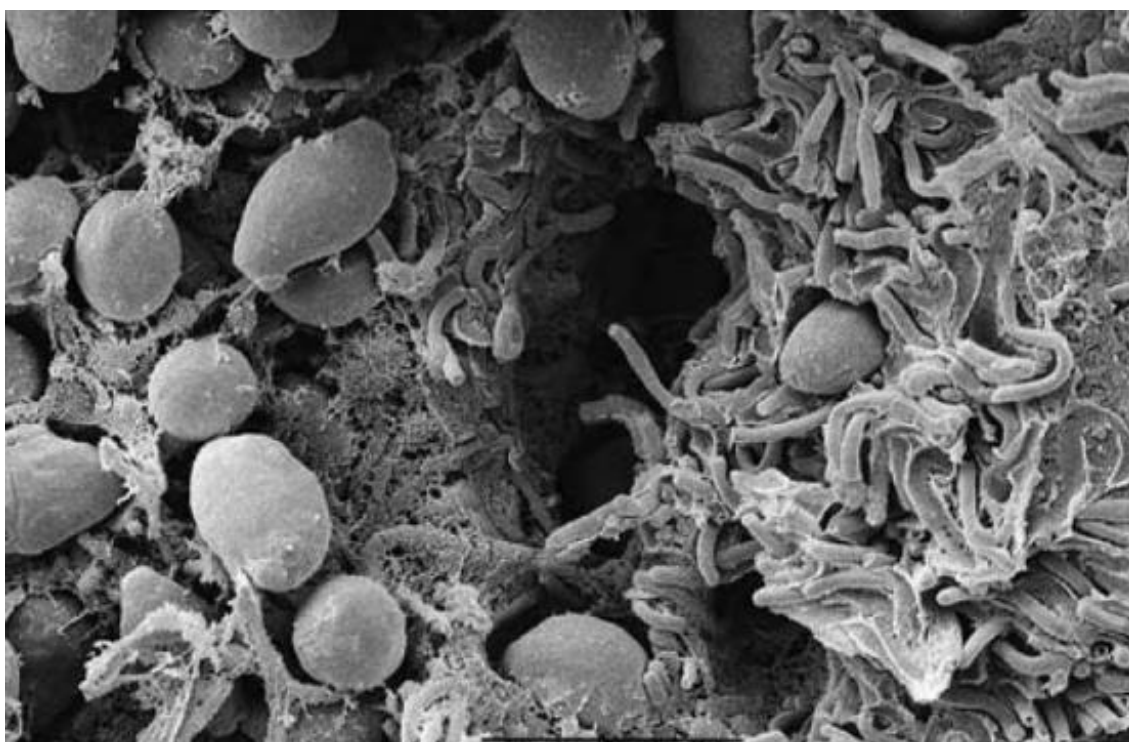
2.1.1 Mikrobiální složení kefírových zrn

Mikroflóra kefírových zrn je uschována v želatinovitém houbovitém matrixu složeném z polysacharidů a mléčných bílkovin (viz *obrázek 2* a *obrázek 3*). Celkový obsah vody se pohybuje mezi 85–90 %, sušina obsahuje přibližně 57–60 % sacharidů, 30 % bílkovin, 2–4 % tuku a 6–7 % popela [3].

Bakterie, kvasinky, polysacharidy a bílkoviny v keřírovém zrně, jsou-li přídané do mléka, produkují keřír. Protože po fermentaci již většinou nenásleduje proces pastérace, jsou ve výsledném produktu živé bakterie a kvasinky [2].

Hlavní populaci v keřírovém zrně zastupují rody *Lactobacillus*, *Lactococcus* a *Leuconostoc*. Další je rod *Acetobacter*, ale jeho přítomnost některé týmy zkoumající mikrobiální složení keřírových zrn neprokázaly. Je možné, že tento rod se vyskytuje v některých zrnech v malých množstvích nebo vůbec ne [3].

Vitaminy, aminokyseliny a další látky nezbytné pro růst bakterií jsou produkovány kvasinkami, zatímco konečné metabolické produkty bakterií slouží kvasinkám jako zdroj energie [3].

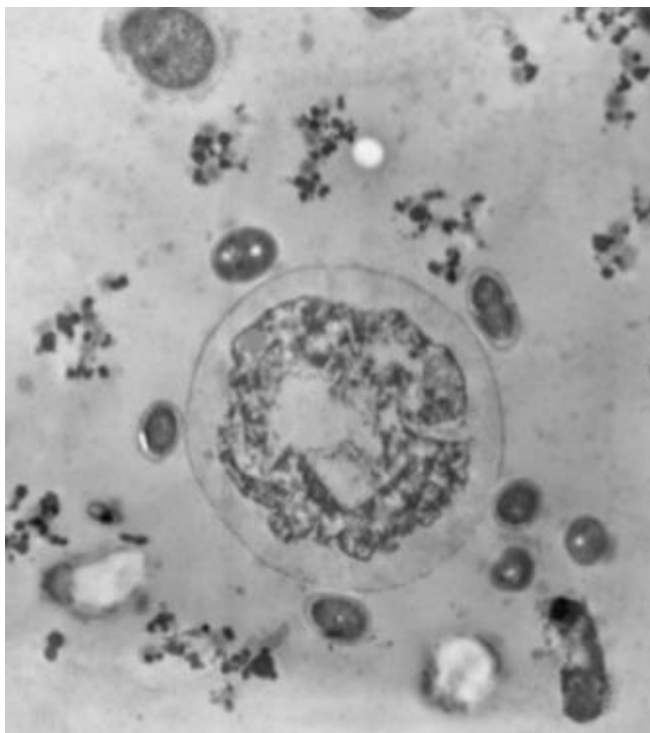


Obrázek 2: Keřírové zrně pod elektronovým mikroskopem. Bakterie a kvasinky v polysacharidovém a proteinovém matrixu [3]

Mikrobiologický profil keřírového zrna je takřka stabilní, navzdory různým kvalitám mléka, které s ním přijde do kontaktu, a navzdory možné přítomnosti antibiotik nebo jiných inhibujících látek [3].

Mikrobiální složení finálního produktu není mnohdy zcela shodné se složením zrna, což může být způsobeno podmínkami (teplota, pH) nebo umístěním samotných mikroorganismů v rámci zrna. Obecně se dá říci, že kvasinky jsou uvnitř struktury, zatímco bakterie na povrchu. Proto je počet kvasinek v produktu většinou nižší než v samotné kultuře zrna a bakterií

je ve stejném kontextu mnohem více. Komplexní mikrobiologické složení keřirového zrna produkuje keřir. Proto na rozdíl například od jogurtu nemůže být keřir použit jako startovací kultura pro další výrobu [3], [4].



Obrázek 3: Symbióza bakterií a kvasinek [3]

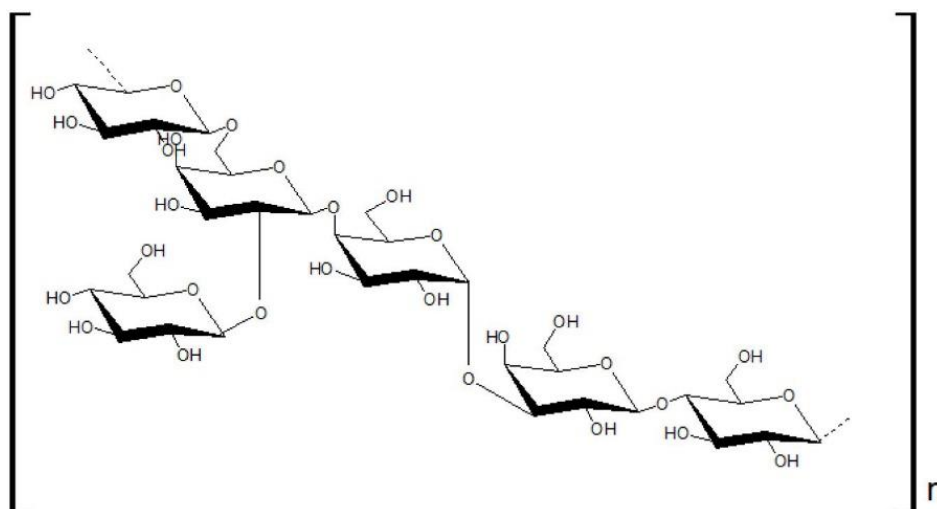
V komunitě keřirových zrn žije okolo 30 druhů bakterií a kvasinek. Mnohé z nich si jsou navzájem natolik podobné, že je velmi obtížné je identifikovat. V *tabulce 1* je uveden přehled všech mikroorganismů dosud nalezených v keřirových zrnech podle zemí, kde byly výzkumy provedeny. Z tabulky je zřejmé, že výčet stanovených bakterií a kvasinek není zdaleka kompletní [3].

Tabulka 1: Mikroorganismy nalezené v kefirových zrnech různého původu [3]

Bakterie mléčného kvašení	Kvasinky	Další	Původ
<i>Lb. kefiranum</i>	-	-	Dánsko
<i>Lb. kefiranofaciens</i>			
<i>Lb. kefir</i>			
<i>Lb. parakefir</i>			
<i>Lb. brevis</i>	<i>Torulaspora delbrueckii</i>	<i>Pediococcus spp.</i>	Španělsko
<i>Lb. viridescens</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Micrococcus spp.</i>	
<i>Lb. kefir</i>	<i>S. unisporus</i>	<i>Bacillus spp.</i>	
<i>Lb. fermentum</i>	<i>Candida kefyr</i>	<i>Acetobacter spp.</i>	
<i>Lb. rhamnosus</i>	<i>C. holmii</i>	<i>Escherichia coli</i>	
<i>Lb. casei ssp. tolerans</i>	<i>Kluyveromyces lactis</i>		
<i>Lb. casei ssp. pseudoplatanturum</i>	<i>Pichia fermentans</i>		
<i>Lb. acidophilus</i>			
<i>Lb. gasseri</i>			
<i>L. lactis ssp. lactis</i>			
<i>S. salivarius ssp. thermophilus</i>			
<i>Leuconostoc ssp.</i>			
-	<i>Kluyveromyces marxianus</i>	-	Rakousko
	<i>Pichia fermentans</i>		
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>		
	<i>S. dairensis</i>		
<i>Lb. helveticus</i>	<i>K. marxianus</i>	-	Taiwan
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	<i>Pichia fermentans</i>		
-	<i>K. marxianus</i>	-	Švýcarsko
	<i>Candida kefyr</i>		
	<i>C. colliculosa</i>		
	<i>Torulaspora delbrueckii</i>		
	<i>Brettanomyces unisporus</i>		
	<i>Saccharomyces unisporus</i>		
	<i>S. turicensis</i>		
<i>Lb. kefir</i>	<i>Saccharomyces unisporus</i>	-	Portugalsko
<i>L. lactis ssp. lactis</i>			
<i>Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	<i>K. marxianus var. lactis</i>	-	Bulharsko
<i>Lb. helveticus</i>	<i>S. cerevisiae</i>		
<i>Lb. casei ssp. pseudoplatanturum</i>	<i>C. maris</i>		
<i>Lb. brevis</i>			
<i>L. lactis ssp. lactis</i>			
<i>S. thermophilus</i>			
<i>Lb. fermentum</i>	<i>C. holmii</i>	-	Severní Afrika
<i>Lb. brevis</i>			
<i>Lb. delbrueckii spp. delbrueckii</i>			
<i>Lb. curvatus</i>			
<i>L. lactis ssp. lactis</i>			
<i>Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris</i>			
<i>Lb. kefir</i>	-	-	Argentina
<i>Lb. parakefir</i>			
<i>Lb. plantarum</i>			
<i>Lb. kefir</i>	<i>Candida kefyr</i>	<i>Acetobacter aceti</i>	Rusko
<i>Lb. kefiranofaciens</i>	<i>Saccharomyces exiguus</i>		
<i>L. lactis ssp. lactis</i>			
<i>L. lactis ssp. cremoris</i>			
<i>Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris</i>			

2.1.2 Kefíran – strukturální polysacharid

Pozorováním struktury keřirových zrn bylo zjištěno, že některé z mikroorganismů jsou obaleny kapsulárním polysacharidem. Název keříran mu udělil jeho první pozorovatel, La Rivière. Jedná se o rozvětvenou strukturu, složenou ze stejných dílů glukosy a galaktosy (viz obrázek 4) [3].



Obrázek 4: Struktura keříranu [5]

Zdá se, že keřirová zrna jsou jediným zdrojem keříranu, není však jisté, zda se v keříru a keřirových zrnech nevyskytují jeho různé izomery. Keřírové zrno obsahuje přibližně 34 % polysacharidů v sušině, zatímco v keříru je jejich obsah jen 0,2 až 0,7 %. Bakterie, která keříran produkuje, je rodu *Lactobacillus*. V průběhu let, kdy byla produkce keříranu zkoumána, byly zmíněny druhy *Lb. brevis* a *Lb. keřir*. Posléze byla izolována bakterie produkující polysacharid, nazvaná *Lactobacillus keřirofaciens*. Další druhy, které jsou pravděpodobně zodpovědné za produkci keříranu, jsou *Lb. keřirgranum* a *Lb. parakeřir*. Potenciálních zdrojů polysacharidu keříranu je tedy pět. Počet druhů bakterií, které polysacharid produkují, není stále konečný. Je pravděpodobné, že keříran přispívá ke konzistenci keříru [2], [3].

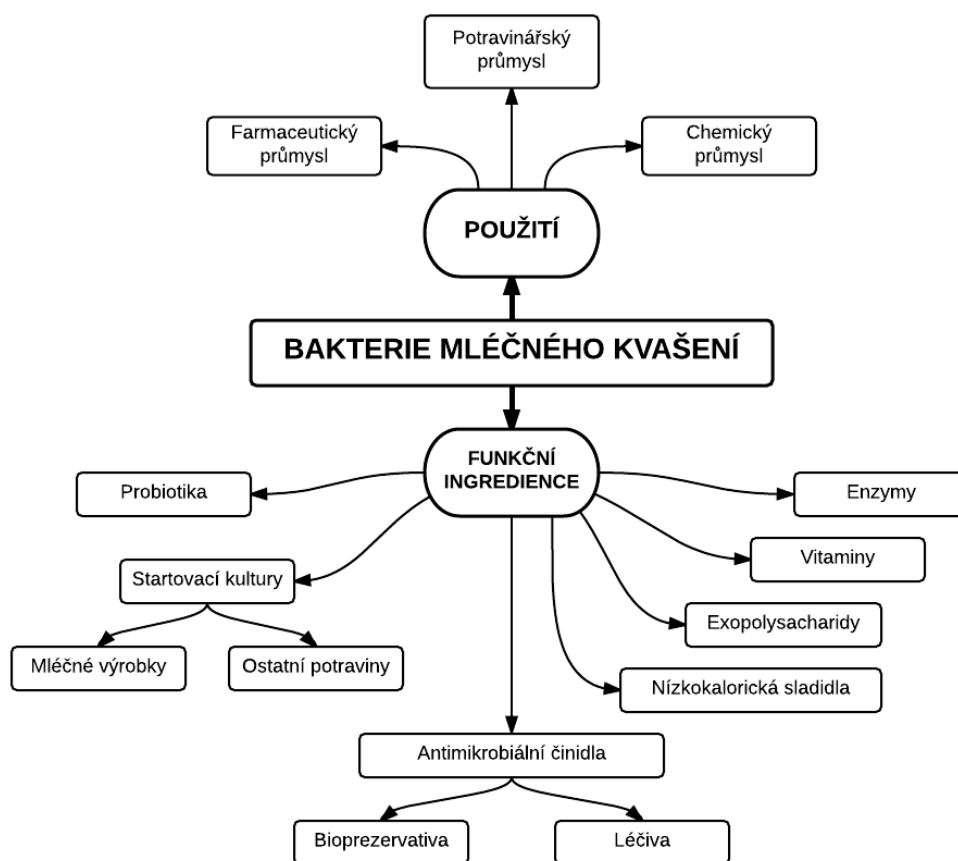
Ze zkoumání biologické aktivity tohoto polysacharidu vycházejí velmi pozitivní výsledky. Bylo prokázáno, že snižuje vysoký krevní tlak, že má účinky antimikrobiální a protinádorové, že příznivě působí na složení střevní mikroflóry a imunitní funkce s ní spojené, a že chrání buňky epitelu [5].

2.1.3 Využití keřírových zrn

O keřírovém zrně jako startovací kultuře pro výrobu keříru pojednávají další kapitoly. Jedinou kulturu složenou z kvasinek a bakterií pravděpodobně čeká mnohem širší využití. Použití keřírového zrna při výrobě dalších potravin jim dodává nejen ojedinělé senzorycké vlastosti, ale také výrazně prodlužuje jejich trvanlivost [3].

Kefírové zrno se s úspěchem využívá při výrobě pečiva, sýrů, dále pro přípravu krmiv s vysokým obsahem bílkovin. Široký výběr je také kefírovým zrnem komerčně vyráběných esterů a alkoholů [6], [7].

Schéma na *obrázku 5* popisuje možná využití bakterií mléčného kvašení.



Obrázek 5: Využití bakterií mléčného kvašení (upraveno podle [39])

2.2 Složení kefiru

Primární vliv na složení kefiru má složení kefírového zrna. Zrna různého původu vykazují velké rozdíly v obsahu mikroorganismů (viz *tabulka 1*). Dále má na složení kefiru vliv typ mléka (původ, složení, především obsah tuku) a způsob, jakým je kefir vyráběn (viz *tabulka 2*). Obecně platí, že pH kefiru se pohybuje v rozmezí mezi 4,2 a 4,6. Hlavní kritéria, podle kterých se hodnotí kvalita kefiru, jsou obsah oxidu uhličitého, bílkovin, tuků, laktosy, ethanolu a kyseliny mléčné [3], [8].

Tabulka 2: Složení různých druhů kefíru [3]

CO₂	Polský komerčně vyráběný kefír	24,74 %
	Kefír fermentovaný pomocí kefirového zrna	1,33 g.l ⁻¹
	Kefír vyrobený fermentací bez použití zrna	0,65 g.l ⁻¹
Proteiny	Taiwanský kefír, fermentace kefirovým zrnem	3,16–3,18 %
Tuk	Taiwanský kefír, fermentace kefirovým zrnem	3,07–3,17 %
Laktosa	Tradičně vyráběný kefír	2,5 %
	Východoevropský komerční „stir type“ kefír	3,7–3,8 %
	Irský kefír, fermentace kefirovým zrnem	1,8 %
	Taiwanský kefír, fermentace kefirovým zrnem	2,81–3,13 %
Ethanol	Polský komerčně vyráběný kefír	0,021–0,029 %
	Tradičně vyráběný kefír	0,5–1,5 %
	Východoevropský „stir type“ kefír	0,02–0,114 %
	Irský kefír, fermentace kefirovým zrnem	0,04 %
	Taiwanský kefír, fermentace kefirovým zrnem	0,17–0,25 %
Kyselina mléčná	Tradičně vyráběný kefír	0,7–1 %
	Východoevropský komerční „stir type“ kefír	0,7–0,8 %
	Irský kefír, fermentace kefirovým zrnem	0,5 %

2.2.1 Oxid uhličitý

Za vznik oxidu uhličitého jsou v kefíru zodpovědné kvasinky a některé heterofermentativní bakterie. Při výrobě kefíru klesá pH a současně roste obsah CO₂. Přítomnost CO₂ přispívá k typické struktuře kefíru a dodává nápoji šumivé vlastnosti. Díky obsahu CO₂ je kefír některými nazýván „šampaňským fermentovaných mléčných výrobků“ [2], [3].

Produkce oxidu uhličitého je závislá na přítomnosti konstitutivních enzymů, které jsou produkovány některými kvasinkami [3].

Přítomnost CO₂ v nápoji je při balení nejlépe zachována v obalech z polyetyleny (nebo jiného plastu) pokrytým aluminiovou fólií, ale kefír se běžně uchovává i ve skleněných nádobách [3].

2.2.2 Lipidy

Obsah tuku v kefiru je přímo závislý na obsahu tuku v mléce, které je fermentováno. Kefír se vyrábí z mléka o různém obsahu tuku, od odtučněných po plnotučná mléka s obsahem tuku přes 3 %. Mezi obsahem tuků (mono-, di-, a triacylglyceroly, volné mastné kyseliny a steroidy) v původním mléce a ve vyrobeném kefiru byly nalezeny jen drobné rozdíly. Obsah volných mastných kyselin v kefiru zvyšuje jeho stravitelnost oproti ostatním zdrojům tuku [3], [9].

2.2.3 Laktosa a kyselina mléčná

Pokles pH a srážení mléka jsou způsobeny procesem fermentace mléčného cukru, laktosy, na kyselinu mléčnou. Přibližně 30 % celkového obsahu laktosy je při procesu výroby kefiru zfermentováno. Enzym, který je k fermentaci laktosy nezbytný, se nazývá β -galaktosidasa (laktasa). Štěpí laktosu hydrolyticky na glukosu a galaktosu a v kefiru má poměrně nízkou aktivitu. Bakterie v kefiru jsou schopné štěpit glukosu na kyselinu mléčnou, přičemž vzniká jak D-, tak L+ kyselina mléčná, většinou převládá L+ forma. Poměr izomerů však závisí na složení samotného zrna. Dále bylo zjištěno, že při fermentaci za zvýšeného tlaku (> 1000 MPa) narůstá produkce D- formy kyseliny mléčné [3], [10], [11].

2.2.4 Ethanol

Vznik ethanolu v kefiru je komplexní proces, podílejí se na něm jak kvasinky, tak heterofermentativní bakterie. Množství ethanolu, který při fermentaci vzniká, je závislé na počtu mikroorganismů v zrně přidaném do mléka a na délce fermentace. Pokud je fermentační nádoba otevřená, ethanolu v nápoji zůstane méně. Kefír, který byl vyráběn v malých mlékárnách v bývalém Sovětském svazu na počátku 20. století, obsahoval přibližně 1 až 2 % alkoholu. Při dnešních metodách výroby je již obsah mnohem nižší. Jedním z důvodů je pravděpodobně zastavení fermentace při vyšších hodnotách pH než dříve. Produkce alkoholu probíhá po celou dobu fermentace, dokonce i po poklesu pH na hodnotu, kdy už bakterie mléčného kvašení nejsou aktivní. Koncentraci ethanolu ve finálním produktu je možné zvýšit vyšší teplotou fermentace. Dnešní komerčně vyráběný kefir má obsah ethanolu 0,002–0,005 % [3], [12].

2.2.5 Proteiny

Mléčné bílkoviny jsou při výrobě kefiru proteolyticky štěpeny. Kefír je díky tomu lépe stravitelný než mléko. Metabolismus bakterií má za následek vyšší obsah celkového i nebičkovinného dusíku v kefiru, než je v původním mléce, ze kterého je kefir vyroben. Kefír má díky tomu vyšší nutriční hodnotu a byl dokonce prokázán jeho regenerační vliv na jaterní tkáň u myši s částečnou hepatektomií [13], [3].

Obsah volných aminokyselin narůstá nejen při samotné fermentaci, ale i při dalším skladování výrobku. Jedná se především o lysin, prolin, cystein, izoleucin, fenylalanin a arginin. Bakterie a kvasinky v kefírovém zrně způsobují izomerizaci L-aminokyselin na D-aminokyseliny. To kefir odlišuje po stránce obsahu bílkovin například od jogurtu, ve kterém jsou D-aminokyseliny přítomny méně [9], [3].

Celkový obsah proteinů v kefiru lze zvýšit přidáním kaseinátu sodného do mléka [3].

2.2.6 Těkavé složky

Obsah těkavých látek je malý, ale má výrazný vliv na chuť a další senzorické vlastnosti kefiru. Dvě nejdůležitější složky, které mají vliv na chuť, jsou acetaldehyd a diacetyl. Na aroma mají vliv propionaldehyd, 2-butanon, n-propanon, iso-amylalkohol, kyselina octová a ethanol. Obsah všech těchto složek se v průběhu fermentace mění. Bylo zjištěno, že zatímco pH a obsah acetaldehydu klesá, koncentrace kyseliny mléčné a diacetylu roste. V některých kefirech je také obsažena kyselina propionová [14].

2.2.7 Vitaminy

Mléko je obecně dobrým zdrojem vitaminů (viz *tabulka 3*), kromě kyseliny askorbové a vitaminu B₁₂. Z hlediska pokrytí potřeb lidského organismu je výborným zdrojem vit. A a B₂ (riboflavinu). Studie neprokázaly výrazné změny v obsahu vitaminů v kefiru oproti mléku, opět kromě vitaminu B₁₂, jehož koncentrace při fermentaci ještě poklesne. Podobně jako funguje přidavek kaseinátu sodného do mléka na zvýšení obsahu proteinů, lze ke kultuře kefirového zrna přidat některé specifické bakterie, které zvýší obsah kyseliny listové a vitaminu B₁₂ [3], [11].

Tabulka 3: Obsah vitaminů v mléce [15]

Vitamin		Obsah vitaminu (mg.kg ⁻¹)	Rozpustnost
A	retinol	0,3–1,0	Rozpustné v tucích
D	kalciferol	0,001	
E	tokoferol	0,2–1,2	
K	fylochinon	0,01–0,03	
B ₁	thiamin	0,3–0,7	Rozpustné ve vodě
B ₂	riboflavin	0,2–0,3	
B ₃	niacin	0,8–5,0	
B ₅	kys. pantothenová	0,4–4,0	
B ₆	pyridoxin	0,2–2,0	
B ₁₂	kobalamin	0,01–0,03	
C	kys. askorbová	5,0–20	

2.2.8 Kefír ve výživě

Vliv mléčných výrobků na zdraví je téma velmi diskutované a nevládnou v něm jednotné názory. Podobně je tomu i u mléčných výrobků kysaných, kde je stěžejním předmětem dopad probiotických kultur na zdravotní stav, zvláště na střevní mikroflóru. Nezpochybnitelným faktem je, že střevní mikroflóra ovlivňuje zdravotní stav jedince. Její složení není v průběhu života konstantní, stejně jako míra jejího vlivu. Povrch trávicího ústrojí dospělého člověka činí asi 150–200 m² a obsahuje asi 10¹⁴ živých bakterií. Střevní mikroflóra je považována za jeden z tělesných orgánů. Její metabolické funkce se však vyvíjejí až po narození, výživa je tedy významným faktorem ovlivňujícím její složení [16].

Kefír lze také využívat v dětské výživě. V ruských nemocnicích je hojně podáván jak novorozencům, tak matkám po porodu. Doporučován je také jako strava vhodná po ukončení kojení, protože je dobře stravitelný a přispívá k rozvoji střevní mikroflóry [3].

Lidé s laktosovou intolerancí mají ve střevech nedostatečnou aktivitu enzymu β -galaktosidasy (laktasy). Konzumace kefiru je pro ně tedy vhodná možnost, jak získat nutričně důležité látky. Některé mikroorganismy v kefiru mají dokonce schopnost aktivitu tohoto enzymu zvyšovat [3].

Kefír je s úspěchem využíván jako podpora při redukčních dietách. V bývalém Sovětském svazu byl podáván obézním pacientům každý druhý den léčby. Dále byl podáván pro zvyšování příjmu esenciálních mastných kyselin u pacientů s metabolickými poruchami a dysfunkcemi trávicího traktu. Předepisován byl také pacientům s aterosklerózou, ischemickou srdeční chorobou a jaterní nebo žlučnickovou poruchou. V Japonsku byla vyvinuta a patentována potravina obsahující kefir společně s enzymatickými inhibitory (lipasou a α -amylasou) jako přípravek pro prevenci a boj s obezitou [3], [17].

Probiotikum je definováno jako mikrobiální přípravek, obsahující živé buňky, včetně jejich metabolitů, které mají zlepšovat mikrobiální nebo enzymatickou rovnováhu na povrchu sliznic nebo stimulovat imunitní mechanismus (viz *tabulka 4*). V průběhu dlouhodobého podávání kefiru byly na myších pozorovány změny střevní mikroflóry ve smyslu poklesu obsahu bakterií čeledi *Enterobacteriaceae* a klostridií, a zvýšení obsahu bakterií mléčného kvašení. Nejsou však dosud zcela prokázány pozitivní zdravotní účinky kefiru. Mikroorganismy jsou v kefiru však v dostatečně velké koncentraci, aby mohl být nazván probiotikem [18], [19], [20].

Tabulka 4: Definice pojmů „probiotikum“, „prebiotikum“ a „symbiotikum“ [21]

Název	Význam ve výživě
Probiotikum	„živá mikrobiální součást potraviny, která při konzumaci dostatečného množství vykazuje příznivé účinky na zdraví konzumenta“
Prebiotikum	„nestavitelná složka potraviny, která selektivně stimuluje růst, anebo modifikuje metabolickou aktivitu jednoho nebo více bakteriálních druhů ve střevě a tak zlepšuje zdraví hostitele“
Symbiotikum	„potravinářský produkt, který obsahuje obojí jak probiotické tak prebiotické složky“

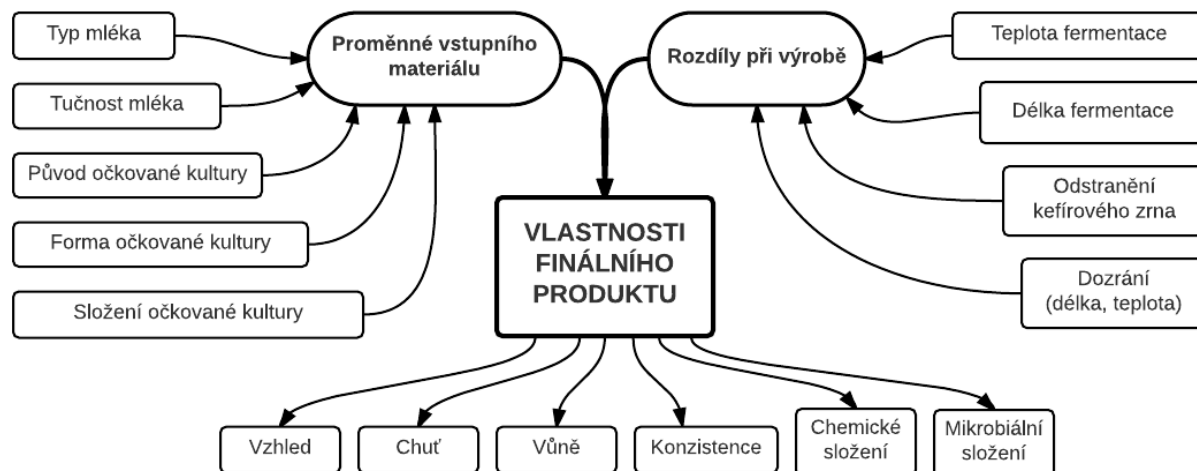
2.3 Výroba kefíru, technologie výroby fermentovaných mléčných výrobků

Kefír se na rozdíl od ostatních fermentovaných mléčných výrobků (FMV) nevyrábí v tak velkém měřítku. Důvodem je především celková náročnost celé procedury, která kromě samotného naočkování mléka kulturou vyžaduje ještě také odstranění zrna z výrobku a jeho regeneraci. Výroba kefíru ve většině zemí tedy probíhá v domácnostech, či v malých tradičních mlékárnách. Je běžné, že vědci pracující na zkoumání kefíru nebo kefirových zrn odebírají vzorky z domácích produkcí [2], [3].

Tradiční metoda výroby kefíru spočívá v přidání kefirového zrna do pasterovaného, vychlazeného mléka. Při domácí výrobě nejsou doba ani teplota fermentace mnohdy striktně dodržovány. Pro výrobu jsou kefirová zrna nezbytností, tedy platí, že z kefíru nelze vyrobit další kefír, jako je tomu u jiných startovacích kultur, například jogurtové [3].

Chemické, fyzikální i senzorické vlastnosti kefíru vyráběného ve větším množství jsou horší než u kefíru vyráběného v malých dávkách. Byly vyvinuty postupy, které pro výrobu kefíru o požadovaném složení nevyužívaly kefirových zrn, ale výsledný produkt také zdaleka nedosahoval kvalit tradičního výrobku. Největším problémem, se kterým se velkovýroba potýká, je regenerace a reprodukce kefirových zrn. Přes mnohé složitosti a nedostatky při výrobě se kefír průmyslově vyrábí v mnoha zemích po celém světě [3].

Schéma na *obrázku 6* shrnuje nejdůležitější vlivy na vlastnosti konečného výrobku.



Obrázek 6: Schéma vlivů na finální výrobek (upraveno podle [3])

2.3.1 Výběr a získávání mléka

Podmínky, které doprovázejí mléko od nadojení až do chvíle, kdy je naočkováno kulturou kefirových zrn, mají zásadní vliv na kvalitu konečného výrobku. Je třeba zdůraznit několik nejdůležitějších faktorů v tomto procesu. Jedná se o mléčnou užitkovost zvířat, hygienu při dojení, zpracování mléka (odstředění, tepelná úprava) a jeho další skladování. Následující kapitoly pojednávají o některých z těchto kroků.

Nejdůležitějšími faktory při výběru mléka jsou kysací schopnost (tzv. kvasnost), syžitelnost a tepelná stabilita. Kysací schopnost je rozhodujícím kritériem pro výběr mléka na výrobu jakýchkoli mléčných výrobků, především však výrobků kysaných. Určuje míru schopnosti mléka být zkvašováno bakteriemi mléčného kvašení. Mléko tak nesmí obsahovat žádné inhibiční látky. Přírodní obranné látky inhibující růst bakterií mléčného kvašení jsou obsaženy také v syrovém mléce [22].

2.3.1.1 Zdroj mléka

Mléčnou užitkovost zvířat a tím i kvalitu mléka ovlivňuje mnoho faktorů. Kvalita stájového prostředí se posuzuje podle průměrné doby ležení krav, jejich čistoty a kvality mikroklimatu v ustájovacích prostorách. Optimálními bioklimatickými podmínkami pro ustájení dojníc jsou teplota 10–14 °C, relativní vlhkost 75–85 %, maximální koncentrace CO₂ 0,15–0,20 %, maximální koncentrace NH₃ 0,0025 % a rychlost proudění vzduchu 0,10–0,25 m.s⁻¹. Regulace stájového mikroklimatu přispívá při poměrně malých nákladech k vytvoření příznivého prostředí pro dojnice [23].

Při dojení je zásadní dodržení hygienických předpisů a udržení čistoty. Po nadojení se mléko ihned filtruje pro očištění od mechanických nečistot, chladí se na teplotu 5 °C a uchovává v tancích nebo bazénech o obsahu 5 000–20 000 l. Teplota uchování zaručuje zastavení růstu i množení mikroflóry i patogenů [23], [24].

2.3.1.2 Syrové mléko

Syrové mléko je definováno jako mléko produkované sekrecí mléčné žlázy hospodářských zvířat, které nebylo podrobeno ohřevu nad 40 °C a nebylo ani ošetřeno žádným způsobem s rovnocenným účinkem [22].

Zvýšenou pozornost je třeba věnovat mikrobiologické čistotě syrového mléka. Základními parametry, podle nichž se posuzuje jakost syrového mléka, jsou obsah mikroorganismů a počet somatických buněk [22].

Zdrojem mikroorganismů v mléce mohou být jak záněty vemene zvířete, tak znečištěné prostředí při zpracování mléka, odkud mikroorganismy snadno do mléka přecházejí. Na obsah mikroorganismů mají vliv mimo jiné i podmínky chovu, tedy ustájení, krmení a způsob dojení a ošetřování. Například při dojení v dojárnách je riziko mikrobiální kontaminace nižší než u dojení přímo na stání [22], [24].

Počet somatických buněk vypovídá o zdravotním stavu jak dojnice, tak celého stáda. Somatické buňky, tedy tělní buňky s výjimkou pohlavních, přecházejí do mléka z krve nebo epitelu mléčné žlázy. Vysoký obsah somatických buněk vede prokazatelně ke změnám v chemickém složení a v senzorických i fyzikálně-chemických vlastnostech mléka. K jedné ze změn vede rozpad velkého množství somatických buněk. Uvolnění jejich aktivních enzymů (katalasa, laktoperoxidasa, glutamát-oxalacetát-transaminasa, N-acetyl-β-D-glukosoaminidasa (NAGasa), laktátdehydrogenasa (LDH)) má za následek ovlivnění jakosti mléka. Doprovodným jevem je nárůst množství antimikrobiálních látek (lysozomu a laktoferinu) a přechod některých enzymů z krve (proteasy, lipasy). Účinek lipas vede k růstu obsahu

volných nízkomolekulárních mastných kyselin (C8–C14) a kyseliny olejové, linolové a linolenové, zatímco obsah kyseliny palmitové a stearové klesá. Snižuje se také množství fosfolipidů na membránách tukových kuliček [22].

Celkový obsah proteinů není počtem somatických buněk příliš ovlivněn, nastávají ale změny v zastoupení jednotlivých bílkovin. Narůstá podíl sérového albuminu a imunoglobulinů přecházejících z krve. Klesá obsah laktosy a změny nastávají i na úrovni minerálních látek (zvyšuje se koncentrace sodných a chloridových iontů, stopových prvků zinku, železa a mědi; snižuje se obsah draselných kationtů, vápníku, hořčíku a fosforu) [22].

V důsledku zvýšení počtu somatických buněk byly popsány mnohé změny fyzikálních a technologických vlastností. Klesá měrná hmotnost mléka, bod mrznutí a oxidačně-redukční potenciál, zvyšuje se viskozita a elektrická vodivost. Klesá také kysací schopnost, syřitelnost a termostabilita mléka, což jsou základní kritéria pro výběr k výrobě mléčných výrobků (sýrů, kysaných výrobků atd.) [22].

2.3.1.3 Tepelná úprava mléka

Pasterací mléko ztrácí jen malou část svých vlastností, jak senzorických, tak technologických. Vlivem pasterace se denaturují syrovátkové bílkoviny, inaktivují enzymy a dochází k přechodu rozpustných forem vápenatých solí kyseliny fosforečné na kaseinové micely. Míra změn vlastností mléka se odvíjí od teploty a doby působení záhřevu [24], [25].

V pasterovaném mléce se mohou nacházet termorezistentní bakterie ze syrového mléka, které přežijí pasteraci, a dále kontaminanty z výrobního zařízení v případě, že je nedostatečně čištěné [24].

Patogenní organismy jsou pasterací zničeny. V mléce ale po pasteraci mohou zůstat některé termorezistentní bakterie, příp. jejich toxiny. Pasteraci přežívají například spory *B. cereus* nebo některé rezistentní kmeny *Staph. aureus* [24].

Mezi termolabilní enzymy, u kterých nastávají při pasteraci změny, patří především α -amylasa, lipasa a aldolasa. Na základě jejich přítomnosti se pasterace prokazuje. Na další výrobu, tedy konkrétně výrobu kefiru, může mít deaktivace těchto enzymů různě velký vliv.

Změny nastávají také v obsahu vitaminů. Úbytek nastává v závislosti na provedení pasterace pouze u thiaminu, pyridoxinu, kobalaminu, kyseliny listové a kyseliny askorbové. Ostatní vitaminy nejsou k pasteračním teplotám citlivé [24].

2.3.2 Uchování a transport kefirového zrna

Bylo prokázáno, že zrno, které bylo zmrazené na $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a v tomto stavu ponecháno 120 dní, mělo po rozmrazení stejné fermentační vlastnosti jako zrno nelyofilizované. Kefír měl stejné mikrobiologické složení, obsah CO_2 , kyselost i viskozitu jako kefir vyrobený ze zrna nezmrazeného. Na rozdíl od toho, zrno uchované po stejnou dobu v teplotě $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ vyrábělo kefir o nižších kvalitách. Lyofilizace se osvědčila jako metoda vhodná pro export zrna k průmyslové výrobě. Před dalším použitím lyofilizovaných zrn je třeba kulturu aktivovat, což se provádí přidáním 1 g zrna do 3 l mléka a ponecháním v tomto stavu po 24 hodin [3].

2.3.3 Metody výroby kefiru

Po celém světě se dnes vyrábí kefir mnoha různými způsoby. V *tabulce 5* jsou srovnány tři vybrané metody výroby kefiru. Čtvrtá uvedená metoda není specifikována délkou fermentace a dozrávání, proto není do srovnání zařazena (zásadní je u ní způsob očkování).

Tabulka 5: Srovnání některých faktorů při různých metodách výroby kefiru

Název metody	Množství použitého zrna (% hm. mléka)	Fermentace		Dozrávání	
		délka	teplota	délka	teplota
Tradiční řemeslná výroba	2–10	24 h	20–25 °C	15–20 h	8–10 °C
Ruský kefir	1–3	„rychlá“ nebo „pomalá“	19–28 °C nebo 8–10 °C	–	–
Průmyslový kefir	2–3	8 – 20 h	20–22 °C	12 hodin až 7 dní	8–16 °C

2.3.3.1 Tradiční řemeslná výroba (*Traditional artisan production*)

Tradiční výroba je jednoduchá a efektivní, avšak neumožňuje produkci kefiru ve větších množstvích. Pro naočkování mléka se použije množství zrna v rozmezí 2–10 % hm. mléka. Fermentace probíhá přibližně 24 hodin, a to buď po dosažení určené hodnoty pH, nebo do dosažení požadované konzistence. Teplota fermentace je 20–25 °C. Často následuje ještě proces dozrávání, který probíhá při teplotě 8–10 °C po dobu 15–20 hodin. Nakonec jsou zrna ze směsi oddělena přelitím přes síto a mohou být použita pro další fermentaci nebo jinak uchována. Ponechání zrn ve výsledném produktu nepřineslo dobré výsledky, kvalita kefiru byla horší [3].

2.3.3.2 Ruský kefir („Russian style“ kefir)

Takzvaná „ruská metoda“ výroby spočívá v přidání 1–3 % hm. kefirového zrna do chlazeného pasterovaného mléka a v následné rychlé nebo pomalé fermentaci. Rychlá fermentace probíhá při teplotách 19–28 °C, pomalá při 8–10 °C. Ukončena je opět při poklesu pH a nárůstu viskozity [3].

2.3.3.3 Průmyslový kefir („Industrial kefir“)

Tato metoda nevyužívá kefirového zrna přímo. Do mléka se přidá 2–3 % hm. „ruskou metodou“ vyrobeného kefiru a ponechá se fermentovat 8–20 hodin při 20–22 °C. Dozrávání probíhá 12 hodin až 7 dní při teplotě 8–16 °C. Jak již bylo řečeno, takto vyrobený kefir nedosahuje kvalit kefirů vyrobených předchozími dvěma metodami [3].

2.3.3.4 Dvoustupňová fermentace

Metoda využití dvou fermentačních kroků nebyla vzhledem ke kvalitě výsledného produktu příliš úspěšná. V prvním kroku se do mléka přidá kultura složená z bakterií *Lb. bulgaricus*,

Lb. acidophilus, *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus lactis* a *Leuconostoc*, ve druhém *Saccharomyces cerevisiae*. Konečný výrobek se od tradičního kefiru liší hodnotou pH, viskozitou, titrační kyselostí i počtem kvasinek. Ve víceetapovém postupu však mnozí vědci vidí ještě neobjevený potenciál [3].

2.3.4 Fermentace, mléčné kvašení

Mléčná fermentace je proces, který způsobují bakterie mléčného kvašení, čeleď *Lactobacteriaceae*. Tyto bakterie neobsahují cytochromy ani dýchací řetězec. Chybějí jim běžné anabolické dráhy [26].

Laktosa se při fermentaci štěpí hydrolyticky (enzym laktasa) na monosacharidy, glukosu a galaktosu. Tyto monosacharidy jsou dále fermentovány homofermentativně nebo heterofermentativně, podle druhu bakterií, kterými jsou zkvašovány. V tabulce 6 jsou uvedeny hlavní rody bakterií mléčného kvašení (BMK), produkty jejich fermentace a konfigurace vznikající kyseliny mléčné.

Tabulka 6: Bakterie mléčného kvašení, jejich typ a produkty [27]

Typ fermentace	Bakterie	Hlavní produkty (molární poměr)	Konfigurace kyseliny mléčné
Homofermentativní	<i>Lactococcus</i>	laktát	L(+)
	<i>Streptococcus</i>	laktát	L(+)
	<i>Pediococcus</i>	laktát	DL, L(+)
	<i>Lb. Thermobacterium</i>	laktát	D(–), L(+),DL
	<i>Lb. Streptobacterium</i>	laktát	D(–), L(+),DL
Heterofermentativní	<i>Lb. Betabacterium</i>	laktát:acetát:CO ₂ 1:1:1	DL
	<i>Leuconostoc</i>	laktát:acetát:CO ₂ 1:1:1	D(–)
	<i>Bifidobacterium</i>	laktát:acetát 2:3	L(+)

2.3.4.1 Homofermentativní mléčné kvašení

Homofermentativní mléčné kvašení probíhá podle rovnice:



Při homofermentativním kvašení je produktem z 90 % kyselina mléčná. Hlavními zástupci homofermentativního mléčného kvašení jsou *Lactobacillus plantarum* a *Lactococcus lactis* [26].

2.3.4.2 *Heterofermentativní mléčné kvašení*

Heterofermentativní bakterie provádějí mléčné kvašení podle rovnice:



Heterofermentativní bakterie neobsahují aldolasu, a proto odbourávají glukosu kombinací pentosového cyklu a částí glykolytického systému. Na laktát se proto mění jen část glukosy. Ze zbytku se tvoří ethanol a oxid uhličitý nebo acetát a oxid uhličitý [26].

2.4 „Bio“ výrobky vs. klasické výrobky

Stále častěji se na trhu setkáváme s výrobky označenými „BIO“. Přestože je jejich cena zpravidla vyšší a dostupnost nižší než u běžných výrobků, skupina spotřebitelů vyhledávajících tyto produkty se zvětšuje.

Podle zákona 242/2000 Sb. se v souvislosti s ekologickým zemědělstvím a z něj pocházejících produktů rozlišují dva pojmy. V první řadě jsou to tzv. bioprodukty, definované jako „suroviny rostlinného nebo živočišného původu nebo hospodářská zvířata získaná v ekologickém zemědělství podle předpisů Evropské unie“. Ve druhé řadě tzv. biopotraviny, tj. „potraviny vyrobené z bioproduktů za dodržení příslušných právních předpisů“ [28].

2.4.1 **Filosofie BIO produkce**

Cíle samotného ekologického zemědělství nejsou jen zisk bioproduktů, nýbrž hlavně snížení znečišťování a jiného poškozování životního prostředí, zachování či obnova rovnováhy v biosystémech, důraz na místní zdroje, nebo výběr vhodnějších podmínek pro chov zvířat. K poškozování životního prostředí a dalším nežádoucím jevům vede více či méně moderní zemědělská produkce. Nelze však jednoznačně prokázat, že bioprodukty a biopotraviny jsou „zdravější“ než produkty běžného zemědělského a potravinářského průmyslu. Jedná se hlavně o obsah kontaminujících látek, jako jsou například rezidua pesticidů, které se do plodin mohou dostat nejen přímým použitím, ale i ze znečištěného životního prostředí. Obsah takových látek potom není možné zcela vyloučit, ale jejich obsah v bioproduktech bývá nižší než u klasicky produkovaných plodin. Další sledovanou oblastí je obsah dusičnanů, který může být způsoben jak průmyslovými hnojivy, tak nadměrným používáním hnojiv organických (hnůj, kompost atd.) nebo nepříznivými klimatickými podmínkami. U pokusných zvířat krmených bioprodukty bylo také zaznamenáno lepší reprodukční zdraví než u kontrolních skupin. Některé bioprodukty vykazují vyšší obsah vitaminů, antioxidantů, nenasycených mastných kyselin, minerálních látek a stopových prvků, naopak je tomu u obsahu cukrů nebo nasycených mastných kyselin, těch je u bioproduktů pozorované množství nižší [28], [29].

Volba BIO produktů je tedy v mnohém spíše odrazem životních postojů a názorů, reakcí na průmyslovou výrobu a její podstatu, přiklonění se k tradičním a přírodnějším cestám. Zatímco některé z výše uvedených efektů nejsou prokazatelné či pravidelné, jednoznačně pozitivní dopad má ekologické zemědělství na biodiverzitu okolního prostředí, rostlin i zvířat.

2.5 Senzorické vlastnosti a senzorické hodnocení

Senzorická analýza je metoda, při které se pomocí lidských smyslů stanoví tzv. senzorické vlastnosti potravin. Nástrojem jsou tedy smysly, kterými vnímáme vůni, chuť, vzhled, teplotu, i kinestetické a mechanické vlastnosti. Již v dávné minulosti byla smysly posuzována potravina kvůli získání informace, zda je výživná, zda není zkažená nebo zda neobsahuje toxické látky. Tak se vyvinulo kladné hodnocení sladkých, tučných i slaných potravin, které člověku dodávají energii a minerální látky, zatímco hořké potraviny byly hodnoceny nepříznivě, protože vyvolávaly podezření z obsahu jedovatých sloučenin. Později se senzorická analýza potýkala s problémem zaměňování s oblíbeností. V posledních desetiletích se ale senzorická analýza posunula výrazně vpřed, a nyní je, shrnujíc poznatky z fyziologie smyslů, psychologie vnímání, biofyziky a dalších vědeckých oborů, významnou metodou pro hodnocení jakosti potravin [30], [31].

2.5.1 Podmínky senzorické analýzy, hodnotitelé

Senzorická analýza musí probíhat v podmínkách, které zajišťují objektivní, přesné a reprodukovatelné měření [30].

Uspořádání senzorického pracoviště je určeno normou ČSN ISO 8589. Hlavní parametry pro správné provedení senzorického hodnocení jsou uvedeny v *tabulce 7*. Přípravný prostor musí být oddělený od prostoru zkušebního [32].

Tabulka 7: Vybrané optimální podmínky pro senzorickou analýzu [33]

Optimalizovaný faktor	Optimální podmínky
Hladina zvuku	cca 40 dB, izolace dveří a oken
Teplota	21–23 °C
Vlhkost vzduchu	40–70 %
Pohyb vzduchu	bez pohybu vzduchu
Pachy	ochrana před pachy z ventilace, pachové filtry a nátěry neabsorbující pachy
Zrakové vjemy	bez výzdob, světle šedá nebo bílá barva
Kontakt s lidmi	kóje, přehrádky mezi hodnotiteli

Výběr hodnotitelů je pro senzorickou analýzu jedním z rozhodujících faktorů. Je třeba, aby byly u každé hodnotící osoby zjištěny eventuální nedostatky smyslového vnímání (anosmie, ageuzie). Nutné je soustředění, ukázněná spolupráce a schopnost slovního vyjádření. Hodnotitelé se dále školí nejprve pro obecné hodnocení, později pro konkrétní typ poživatin. Mezi základní požadavky patří, aby hodnotitel před analýzou nekouřil, nekonzumoval ostrá jídla, alkoholické nápoje a v den hodnocení nepoužíval kosmetické prostředky. Je také nutné,

aby hodnotitel dodržoval správné způsoby hodnocení, požíval dostatečné množství vzorku a dodržoval předepsané přestávky. Schopnost rychlého rozhodnutí a odpoutání od navyklých zálib nebo nechutí k některým pokrmům a neměnnost postupů jsou při hodnocení neméně důležité [31], [34].

2.5.2 Metody senzorické analýzy

Pro senzorické hodnocení existuje řada metod, většina z nich je specifikována v rámci příslušných norem. Níže jsou uvedeny některé z nich.

2.5.2.1 Pořadová zkouška (ČSN ISO 8587)

Metoda, která na základě stanovení pořadí náhodně podaných vzorků je orientačně roztrídí podle daných kritérií (příjemnost, intenzita chuti atd.) [35].

2.5.2.2 Metody s použitím stupnic (ČSN ISO 4121)

Hodnocení pomocí stupnic je jednou z nejčastěji využívaných metod, neboť umožňuje efektivní kvantifikaci určitého senzorického znaku (sladkost, kyselost, hořkost). Stupnice je v tomto smyslu vnímána jako „kontinuum, rozdělené do po sobě jdoucích hodnot (bodů, kategorií, stupňů), které může být grafické, popisové nebo číselné, používané k vyjádření úrovně vlastnosti“ [36].

Podle principu hodnocení lze stupnice dělit na intenzitní a hédonické. Intenzitní stupnice udávají úroveň určitého znaku (sladkost, hořkost, kyselost), zatímco hédonické jsou založeny na hodnocení obliby či neobliby. Stupnice mohou být bodové, grafické nebo bezrozměrové (poměrové) [35].

2.5.2.3 Zkouška duo-trio (ČSN ISO 10399)

Metoda duo-trio využívá jeden referenční vzorek podávaný jako standard, a dva anonymně podané vzorky – jeden z nich je stejný jako vzorek referenční, druhý je vzorek zkoumaný. Hodnotitel rozhodne, který z neznámých vzorků je odlišný od standardu. Metoda je vhodná pro zjišťování malých rozdílů mezi jednotlivými vzorky [35].

2.5.2.4 Trojúhelníková zkouška (ČSN EN ISO 4120)

K posouzení tří vzorků se používá uspořádání do trojic v šesti kombinacích: ABB BAB BBA BAA ABA AAB. Hodnotitel zde má rozhodnout, které dva vzorky jsou shodné a který je odlišný [35].

2.5.2.5 Srovnání se standardem

Metoda v různých modifikacích využívá principu srovnání několika neznámých vzorků s neanonymně podaným vzorkem referenčním (standardem). Hodnocena je velikost rozdílu jednotlivých vlastností vzorků vzhledem ke standardu. Hodnotitel například vybírá jednu z předložených odpovědí:

a = vzorek je totožný se standardem

b = vzorek se jen zcela nepatrně liší od standardu

c = vzorek se velmi málo liší od standardu

d = vzorek se málo liší

e = vzorek je zřetelně odlišný

f = vzorek je velmi odlišný

g = vzorek je naprosto odlišný / standardu zcela nepodobný [34].

Další možnosti, které skýtá metoda srovnání se standardem, je vytvoření dvousměrné stupnice, která může zjišťovat intenzitu vjemu, nebo zda je vzorek lepší nebo horší než standard a o kolik. Metodu lze s úspěchem využívat jak pro každodenní účely kontroly výroby, tak pro vědecké účely [35].

2.5.2.6 Metody stanovení senzorického profilu

Pomocí metod stanovení senzorického profilu lze stanovit příbuznost mezi jednotlivými vlastnostmi, například mezi chutí a vůní. Pomocí bodové nebo grafické stupnice se celkový vjem chuti nebo vůně rozdělí na parciální vjemy, u kterých hodnotitel určuje intenzitu [37].

2.5.3 Senzorické hodnocení kefíru

Mléčné výrobky se posuzují vytemperované na 20 °C.

Přihlíží se k celistvosti hmoty, obsahu vyloučené syrovátky a tvorbě plynu. Hodnotí se vzhled, barva, konzistence, vůně a chuť výrobku [37].

Barva a vzhled

Barva a vzhled výrobku vyvolávají ve spotřebiteli důležitý první dojem. Tyto vlastnosti jsou ovlivněny výběrem mléka a uchováváním vzorku. Již vizuální analýza může upozornit na některé nedostatky [37].

Kysané mléčné výrobky mají mít barvu stejnorodou, mléčně bílou až krémovitou, s lehce nažloutlým odstínem [37].

Konzistence

Konzistence má být stejnorodá, přiměřeně hustá a hladká. Mohou se vyskytovat bublinky oxidu uhličitého. Mírné oddělení syrovátky není na závadu [37].

Chuť a vůně

Vůně a chuť má být čistá, mléčně kyselá, charakteristická, bez cizích příchutí a pachů. Slabě kvasničná chuť není u kefírů na závadu [37].

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 Vzorky kefiru

Vzorky kefiru byly připraveny v laboratorních podmínkách za použití kefirového zrna jako startovací kultury.

3.1.1 Mléko na výrobu kefiru

K výrobě kefiru byly použity čtyři rozdílné vzorky mléka.

- plnotučné pasterované mléko zn. K-Classic, zakoupené v běžném obchodním řetězci
- čerstvé mléko z farmy, nepasterované, neupravené
- mléko z mléčného automatu, nepasterované plnotučné
- BIO mléko plnotučné pasterované zn. Olma, zakoupené v běžném obchodním řetězci

3.1.2 Kódování vzorků

Pro zachování anonymity byly vzorky pro předložení hodnotitelům kódovány (viz *tabulka 8*).

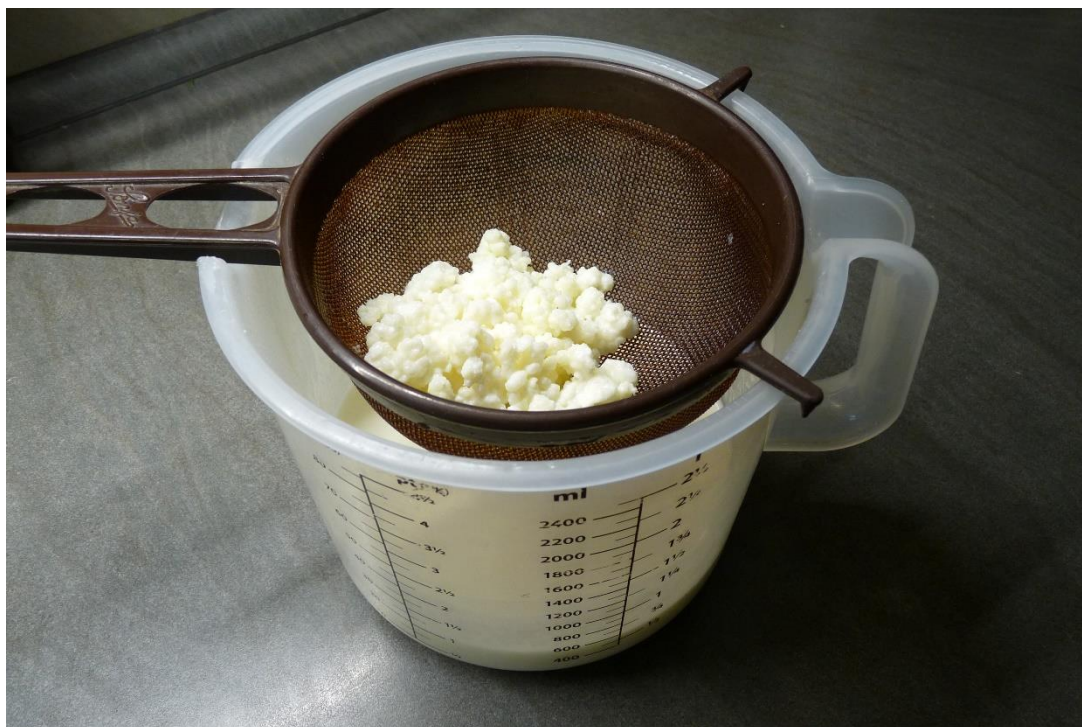
Tabulka 8: Kódování vzorků

Označení vzorku	Kód pro hodnocení	Popis
A	15	Plnotučné pasterované, K-Classic
B	21	Nepasterované z farmy
C	48	Nepasterované plnotučné z mléčného automatu
D	83	Plnotučné pasterované BIO, Olma

3.1.3 Vlastní výroba kefiru, uchování a příprava vzorků

Všechny vzorky kefiru byly připraveny stejným způsobem. 500 ml mléka bylo přidáno do sklenice s kefirovým zrnem (200 g) a ponecháno při teplotě 16 °C po dobu 24 hodin. Poté bylo zrno z výrobku odstraněno prolitím kefiru přes plastové síto. Kefír byl nadále uchován v lednici při teplotě pod 8 °C. K manipulaci s kefirovými zrny bylo použito plastové nádobí a před dalším použitím byla promyta převařenou vodou (viz *obrázek 7*).

Pro senzorické hodnocení byly vzorky hodnotitelům předkládány při laboratorní teplotě v množství cca 40 ml (viz *obrázek 8*).



Obrázek 7: Zregenerované zrno připravené k další výrobě kefíru



Obrázek 8: Připravené vzorky kefíru před hodnocením

3.2 Senzorické hodnocení

Hodnocení proběhlo dne 28. 4. 2016 v době od 10:00 do 18:00 hodin ve specializované senzorické laboratoři (ČSN ISO 8589) Fakulty chemické VUT v Brně.

3.2.1 Pracovní pomůcky

Pro hodnocení bylo použito následujících pomůcek: kádinky (50 ml), sklenice (400 ml), lžičky, podnosy.

3.2.2 Hodnotitelé

Senzorického hodnocení se zúčastnilo 14 hodnotitelů, z toho 6 mužů a 8 žen. Většina hodnotitelů označila svůj zdravotní stav za dobrý, dva uvedli, že jsou mírně nachlazení. Jeden z hodnotitelů uvedl, že je kuřák.

Většina hodnotitelů nebyla předem speciálně zaškolená, dá se tedy předpokládat, že jejich názory zastupují názory běžných konzumentů. Hodnotitelé byli studenti a zaměstnanci Fakulty chemické VUT v Brně a rodinní příslušníci.

Všichni hodnotitelé byli před samotným hodnocením seznámeni s tím, jak formulář vyplnit.

3.2.3 Použité metody senzorické analýzy

Pro hodnocení jednotlivých senzorických vlastností vzorků byla použita sedmibodová stupnice hédonického typu (ČSN ISO 4121). Byl hodnocen vzhled, barva, konzistence, vůně a chuť. Znamka 7 na stupnici byla definována jako vynikající a 1 jako nepřijatelný. U obou krajních bodů stupnice byla uvedena konkrétnější vysvětlení podle hodnocené vlastnosti. Pro hodnocení celkové přijatelnosti byla použita totožná stupnice, přičemž byli hodnotitelé tázáni na odůvodnění jejich výběru. Dále byl do hodnocení zařazen pořadový test (ČSN ISO 8587), který měl také za úkol zjistit celkovou přijatelnost výrobků (1 = nejlepší, 4 = nejhorší).

Jako chuťový neutralizátor byla podávána čistá voda.

Použitý dotazník pro senzorické hodnocení je uveden v *příloze I*.

3.2.4 Statistické zpracování výsledků

Získaná data byla zpracována v programu Microsoft Office Excel 2016. Výsledky jsou vyjádřeny jako medián hodnocení všech hodnotitelů (počet hodnotitelů $n = 14$) a prezentovány formou grafů.

Pro zkoumání korelací mezi senzorickými vlastnostmi a rozdílů mezi vzorky byla použita metoda PCA (Principal component analysis) (statistický software Statistica, v. 12). Veškeré statistické testování bylo provedeno na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$.

4 VÝSLEDKY A DISKUZE

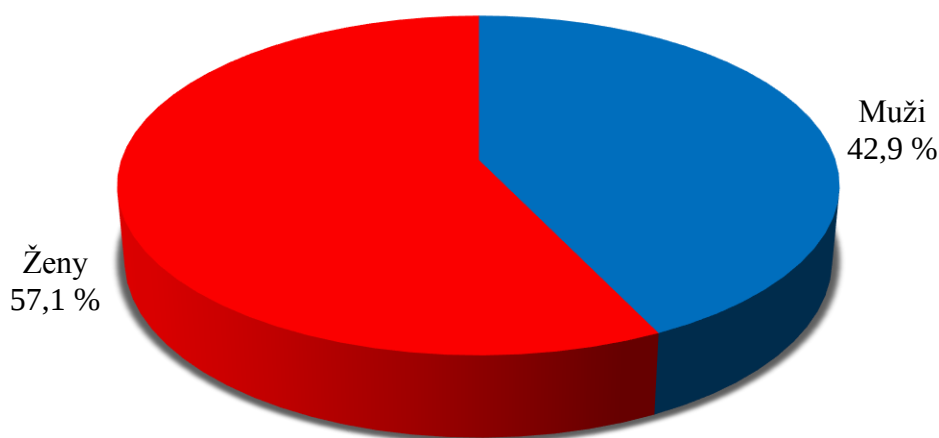
Hlavní náplní této práce bylo senzorické hodnocení kefíru. Cílem bylo zjistit:

- zda čeští konzumenti (hodnotitelé) znají kefír a vědí, jakým způsobem se vyrábí, zda je pro ně jeho poněkud nezvyklá chuť a vůně příjemná nebo nepříjemná, zda ho dokáží odlišit od ostatních klasických fermentovaných mléčných výrobků.
- zda a jakým způsobem ovlivňuje použité mléko (především jeho tepelné ošetření) senzorickou kvalitu konečného výrobku.

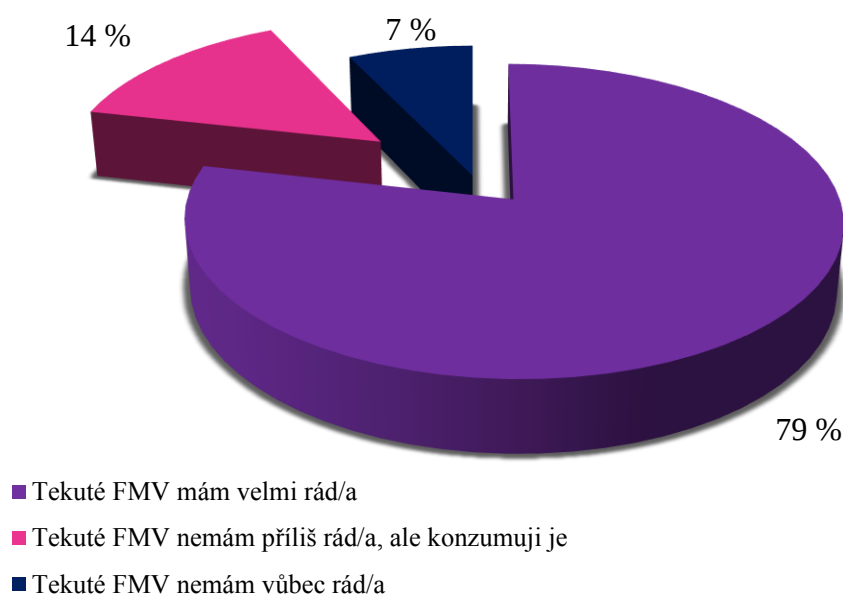
Za tímto účelem byly v laboratorních podmínkách vyrobeny čtyři různé vzorky kefíru, které se lišily použitou surovinou. Dva byly vyrobeny ze syrového mléka získaného buď přímo od producentů na farmě, nebo z mléčného automatu. Druhé dva vzorky byly vyrobeny z pasterovaného mléka zakoupeného v běžné tržní síti, z nichž jedno bylo na obale deklarováno jako „bio“. Další proces výroby včetně použitých keřirových zrn byl u všech vzorků totožný.

4.1 Hodnotitelé

Hodnocení se zúčastnilo 14 hodnotitelů (8 žen, 6 mužů, viz *graf 1*), z toho jeden kuřák. Svůj postoj k fermentovaným mléčným výrobkům vyjádřilo kladně 11 hodnotitelů. Další dva nemají tekuté FMV příliš rádi, ale konzumují je. Jeden hodnotitel nemá tekuté FMV rád vůbec. Viz *graf 2*.



Graf 1: Složení hodnotitelů z hlediska pohlaví



Graf 2: Složení hodnotitelů z hlediska postoje k tekutým FMV

Úvodní otázky v dotazníku předloženém hodnotitelům měly za cíl zjistit, jaké povědomí mají o keříru a jeho výrobě, popř. o keřirových zrnech. Byly položeny následující otázky:

- Co je podle Vás keřír?
- Jak se vyrábí?
- Pil/a jste už někdy keřír?
- Chutnal Vám?
- Co jsou keřirová zrna?
- Pokud jste se s nimi nikdy nesetkal/a, co si pod tímto pojmem představujete?
- Pokud jste se s keřirovými zrny setkal/a, při jaké příležitosti? Jaké jsou Vaše zkušenosti s nimi?

Všichni hodnotitelé uvedli, že již keřír někdy pili. Odpovědi na otevřenou otázku, zda jim keřír chutnal, potvrdily, že 11 hodnotitelů má keřír rádo. Dva uvedli, že jim některé keříry chutnají a některé ne. Jeden hodnotitel si stojí stále za svým, že mu keřír nechutná. Osm hodnotitelů uvedlo, že už se někdy setkali s keřirovými zrny. Odpovědi na vybrané otázky jsou vypsány v *tabulce 9* a *tabulce 10*. Z výsledků uvedených v tabulkách je patrné, že znalosti spotřebitelů co se týče keříru a keřirových zrn jsou stručné a poměrně nepřesné. Je to pravděpodobně způsobeno tím, že klasický keřír nebyl dlouhou dobu na českém trhu vůbec dostupný a i dnes se vyrábí jeho varianta ze startovacích kultur bakterií a kvasinek, která má zanedbatelný obsah ethanolu < 0,005 % [2], [11] a svými senzorickými vlastnostmi je podobná spíše ostatním fermentovaným mléčným výrobkům, než klasickému keříru.

Tabulka 9: Odpovědi hodnotitelů na otázku „co je podle vás kefir?“

Odpověď
Mléko zkvašené bakteriemi mléčného kvašení.
Nakvašené mléko.
Fermentací upravené mléko, očkovaním speciálními kulturami.
Kvašený mléčný tekutý nakyslý nápoj.
Kysaný mléčný nápoj (bakterie + kvasinky).
„Zkyslé mléko“ – sražené a zahuštěné mléko; poprvé vidím název „fermentovaný“ – tedy mléčným kvašením přešlé mléko.
Fermentovaný mléčný nápoj
Mléčný výrobek vyrobený kvašením z keřirového zrna – kultury.
Mléčný fermentovaný výrobek.
Mírně nakvašené mléko.
Mléčný výrobek, který vznikne kvašením mléka pomocí mlékařské kultury (směs bakterií mléčného kvašení).
Fermentovaný mléčný výrobek s obsahem prospěšných bakterií.

Tabulka 10: Odpovědi hodnotitelů na otázku „co jsou to keřirová zrna?“

Odpověď
Kolonie bakterií.
Sraženina v mléce, obsahuje kvasinky.
Shluky startovacích kultur.
Kolonie kvasinek a bakterií ve výživné matrici.
Aglomeráty polysacharidů, bakterií a kvasinek.
Směs kultur mléčného kvašení připomínající tvarem malý květák.
Kultura pro výrobu keřiru.
Seskupení bakterií, které tvoří houbovitou formaci, přesné složení nám není známo.

4.2 Vyhodnocení jednotlivých senzorických vlastností kefíru pomocí stupnice

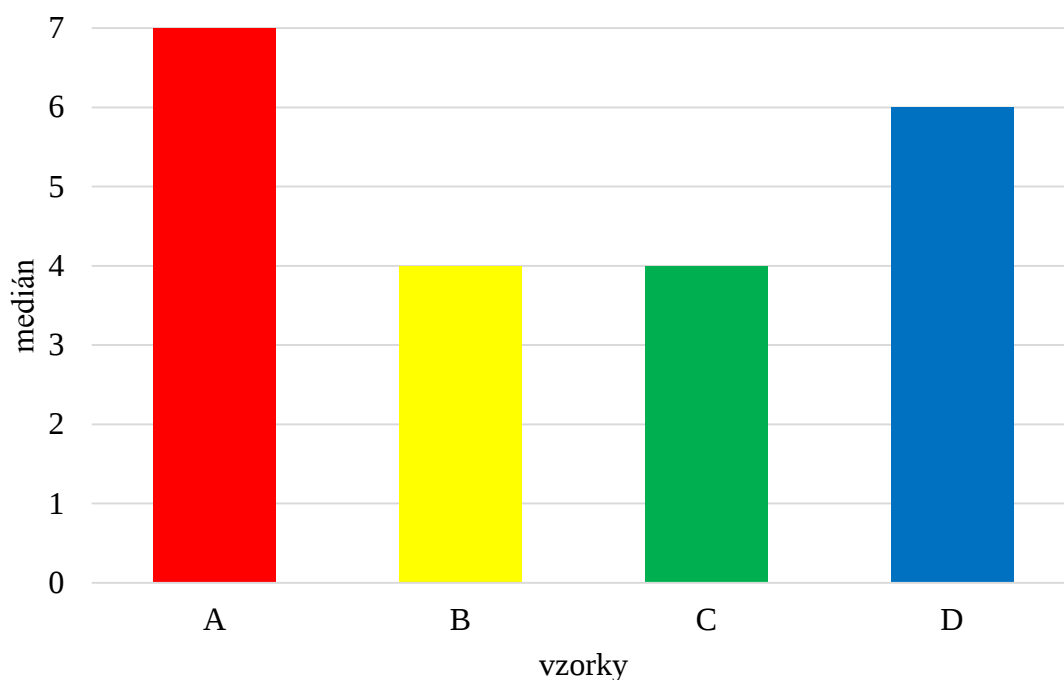
Příjemnost (přijatelnost) jednotlivých senzorických vlastností byla hodnocena pomocí sedmistupňové stupnice hédonického typu se slovním popisem krajních bodů, označených vždy stejně (1 = nepřijatelný, 7 = vynikající). Byly hodnoceny jednotlivé znaky: vzhled, barva, konzistence, vůně a chuť.

Z dat získaných z dotazníků byly vypočteny hodnoty mediánu ($n = 14$) pro jednotlivé vzorky ve zmíněných kategoriích. Hodnoty byly zpracovány graficky do sloupcových grafů.

4.2.1 Hodnocení vzhledu a barvy

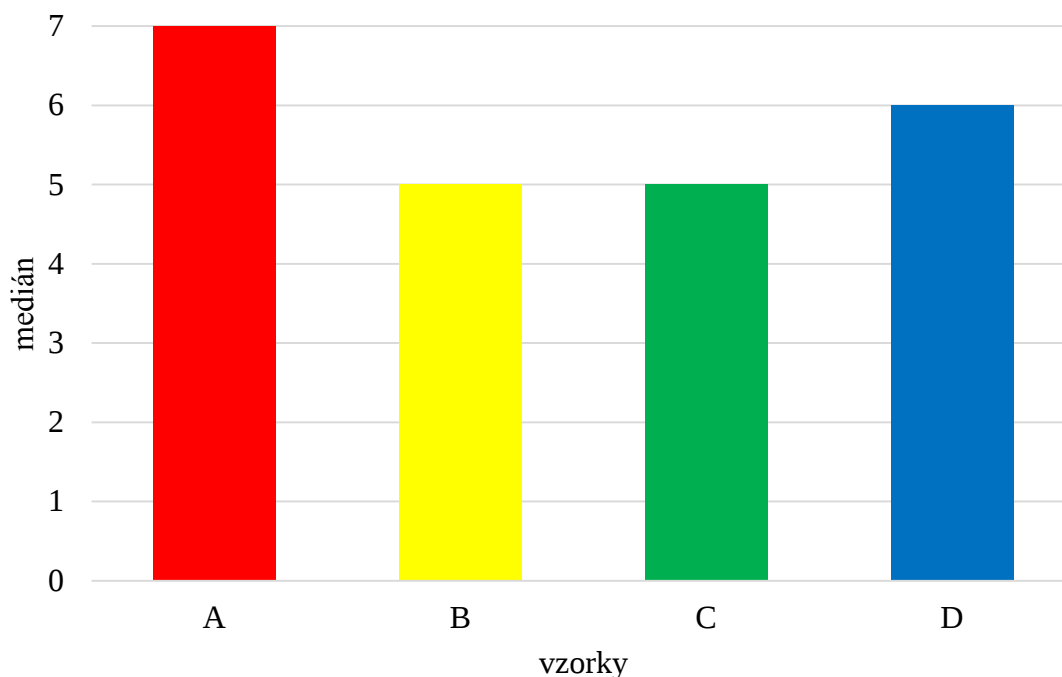
Vzhled je kategorie, která zahrnuje všechny viditelné vlastnosti výrobku. Nejdůležitější faktor ovlivňující vzhled výrobku je jeho barva. Kysané mléčné výrobky obecně mají mít barvu stejnorodou, mléčně bílou až krémovitou, s lehce nažloutlým odstínem [34].

Pro hodnocení vzhledu byla použita sedmistupňová stupnice v rozsahu: 1 = nepřijatelný (nehomogenní, oddělený tuk, syrovátka, příp. jiné výrazné vady) → 7 = vynikající (lesklý, stejnorodý, čistý, struktura homogenní). Data byla zpracována a výsledky shrnuty v *grafu 3*.



Graf 3: Srovnání hodnocení vzhledu jednotlivých vzorků

Pro hodnocení barvy byla použita tatáž stupnice v rozsahu: 1 = nepřijatelný (barva na povrchu i uvnitř nehomogenní, netypická, příliš světlá nebo tmavá, cizí odstín, barevné skvrny, příp. jiné výrazné vady) → 7 = vynikající (barva bílá nebo smetanová, stejnorodá, bez cizích odstínů). Data byla zpracována a výsledky shrnuty v *grafu 4*. Poznámky hodnotitelů, které se vztahují k hodnocení barvy, jsou shrnuty v *tabulce 11*.



Graf 4: Srovnání hodnocení barvy jednotlivých vzorků

Z grafů 3 a 4 je patrné, že nejlepší vzhled a barvu (vynikající) má vzorek A, naopak nejhorší (dobrý vzhled, velmi dobrá barva) mají vzorky B a C. Vzorek B hodnotitelům připadal tmavší, mírně nažloutlý. Vzhled vzorku C nebyl hodnotiteli blíže specifikován, nicméně pravděpodobně, stejně jako u vzorku B, k horšímu hodnocení vzhledu přispěla na pohled řidká, nehomogenní konzistence (viz následující kapitola).

Tabulka 11: Poznámky hodnotitelů k barvě jednotlivých vzorků

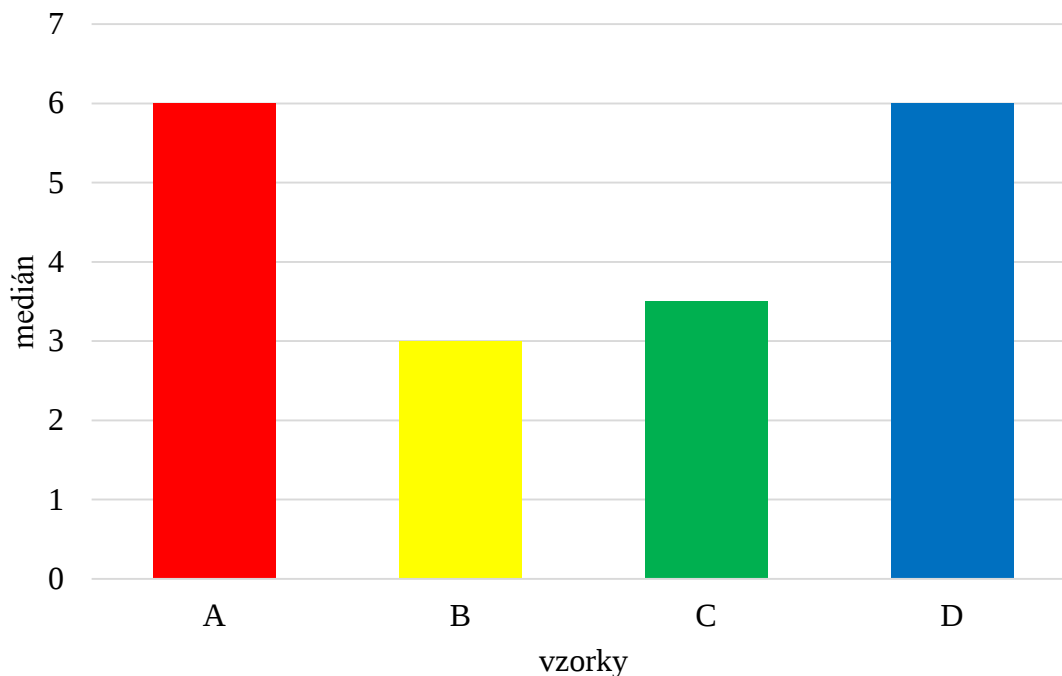
Číslo vzorku	Poznámka
A	Vzhled dobrý.
B	Tmavší. Barva je nažloutlá.
C	<i>Bez poznámek.</i>
D	Barva není čistě bílá. Tmavší barva.

4.2.2 Hodnocení konzistence (textury)

Konzistence (textura) fermentovaných mléčných výrobků má být stejnorodá, přiměřeně hustá a hladká. Mírné oddělení syrovátky není na závadu [34], i když konzervativní český konzument většinou vnímá oddělení syrovátky jako vadu. U keфіru, vzhledem k přítomnosti ethanolového kvašení, se mohou vyskytovat bublinky oxidu uhličitého [34].

Pro hodnocení vzhledu byla použita sedmistupňová stupnice v rozsahu: 1 = nepřijatelný (velmi tuhá, nebo naopak velmi řídká, nehomogenní s hrubými kousky, zrnitá, příp. jiné výrazné vady) → 7 = vynikající (jemná, hladká, přiměřeně hustá, homogenní; příp. výskyt

bublinek oxidu uhličitého). Data byla zpracována a výsledky shrnuty v *grafu 6*. Poznámky hodnotitelů, které se vztahují k hodnocení konzistence, jsou shrnuty v *tabulce 12*.



Graf 5: Srovnání hodnocení konzistence jednotlivých vzorků

Z *grafu 5* je patrné, že nejlepší konzistenci (výbornou) mají vzorky A a D, naopak nejhorší, hodnocenou pouze jako méně dobrá, má vzorek B, který hodnotitelům připadal příliš řídký a nehomogenní.

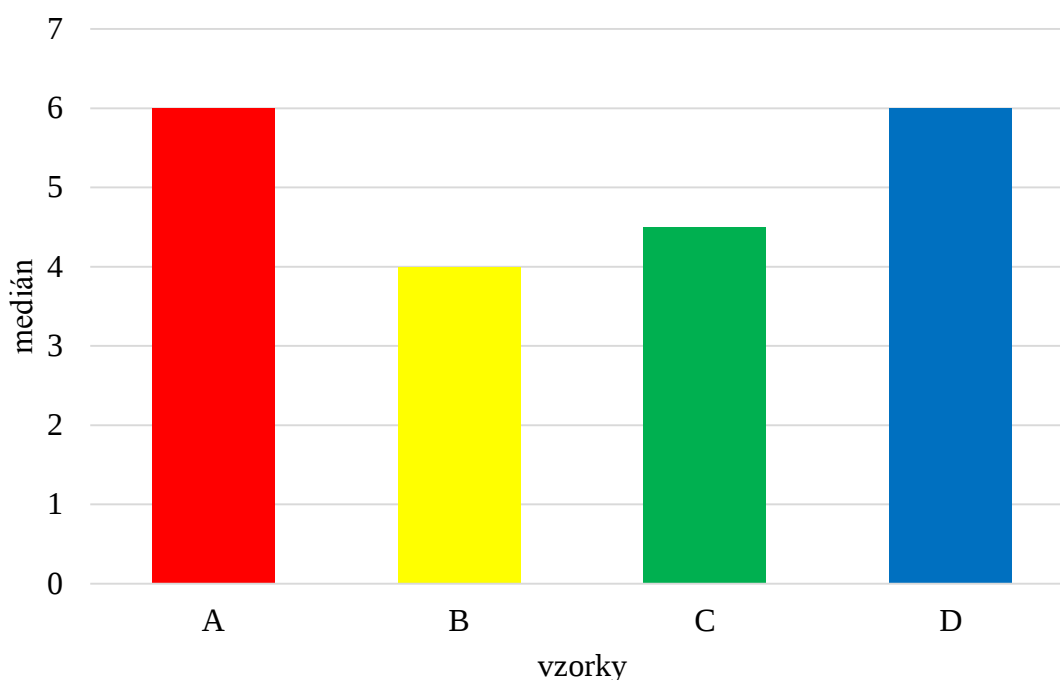
Tabulka 12: Poznámky hodnotitelů ke konzistenci jednotlivých vzorků

Číslo vzorku	Poznámka
A	Správná konzistence. Dobře hustý. Hustý akorát, bez bublinek. Ideální konzistence. Dobře konzistentní.
B	Příliš řídký. Malé kousky, bublinky, příliš řídký. Konzistence je moc tekutá. Vodový, nekonzistentní. Nehomogenní, příliš řídký. Příjemně hustý. Lehce oddělena syrovátka.
C	Konzistence je moc tekutá. Špatná konzistence. Příliš řídký, nehomogenní. Hrudky, řídký. Nehomogenní. Připomínající hodně rozředěný jogurt.
D	Super konzistence. Velmi hustý. Obzvláště dobrá konzistence. Hustý. Homogenní.

4.2.3 Hodnocení chuti a vůně

Vůně a chuť fermentovaných mléčných výrobků má být čistá, mléčně kyselá, charakteristická, bez cizích příchutí a pachů. Slabě kvasničná chuť není u kefiru, vzhledem k přítomnosti kvasinek, na závadu [34].

Pro hodnocení vůně byla použita sedmistupňová stupnice v rozsahu: 1 = nepřijatelný (nečistá, silně oxidovaná, žluklá, zatuchlá, ostře kyselá, příp. jiné výrazné cizí pachy) → 7 = vynikající (příjemná, čistá, typická pro kvašené výrobky, výrazná, harmonická, mírně alkoholická). Data byla zpracována a výsledky shrnuty v *grafu 6*. Poznámky hodnotitelů, které se vztahují k hodnocení vůně, jsou shrnuty v *tabulce 13*.

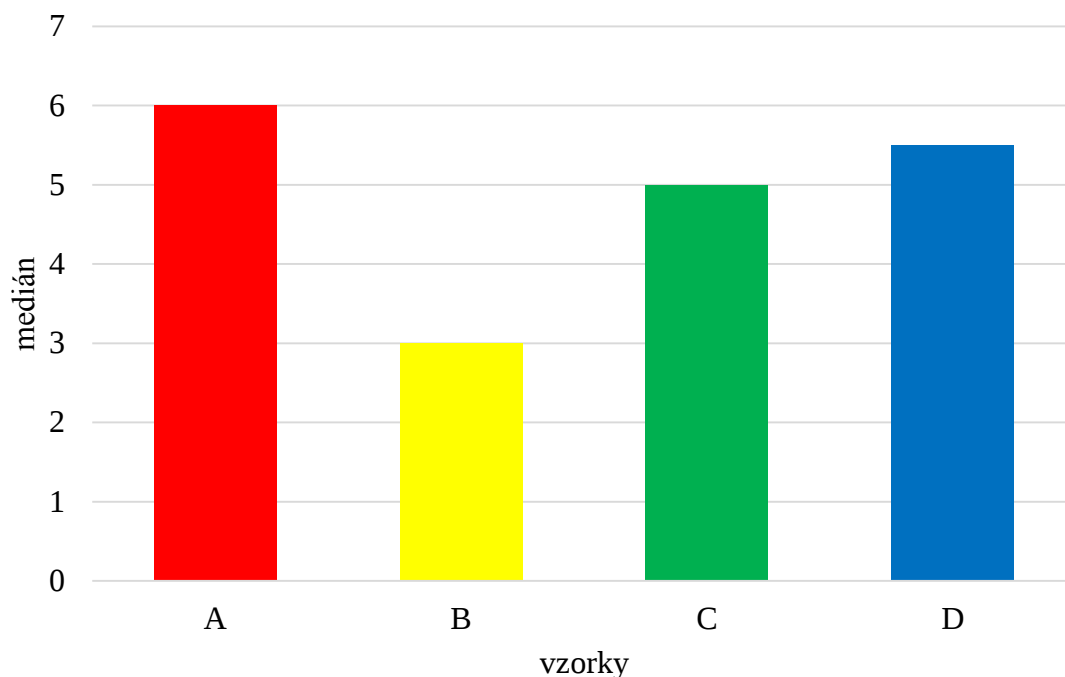


Graf 6: Srovnání hodnocení vůně jednotlivých vzorků

Tabulka 13: Poznámky hodnotitelů k vůni jednotlivých vzorků

Číslo vzorku	Poznámka
A	Harmonická vůně. Voňavý. Voní slabě.
B	Slabá vůně. Bez vůně. Nevoní.
C	Nevýrazná vůně.
D	Vůně velmi příjemná, nakyslá. Výborná vůně. Voňavý.

Pro hodnocení chuti byla použita sedmistupňová stupnice v rozsahu: 1 = nepřijatelný (nečistá, silně oxidovaná, žluklá, zatuchlá, hořká, ostře kyselá, kvasničná, příp. jiné výrazné cizí pachuti) → 7 = vynikající (chuť příjemná, čistá, mléčně kyselá, harmonická, výrazná, mírně alkoholová; cizí příchutě jsou vyloučeny). Data byla zpracována a výsledky shrnuty v *grafu 7*. Poznámky hodnotitelů, které se vztahují k hodnocení chuti, jsou shrnuty v *tabulce 14*.



Graf 7: Srovnání hodnocení chuti jednotlivých vzorků

Také výsledky hodnocení chuti a vůně jsou obdobné jako v předchozích kategoriích. Vůně byla nejlépe hodnocena u vzorků A a D (*graf 6*), tedy u kefirů vyrobených z mléka pasterovaného, zakoupeného v obchodě, a jeho BIO obdoby. U obou byla hodnocena jako výborná, harmonická a příjemná. Vzorky B a C mají vůni dobrou až velmi dobrou, podle hodnotitelů je vůně slabá nebo vůbec žádná.

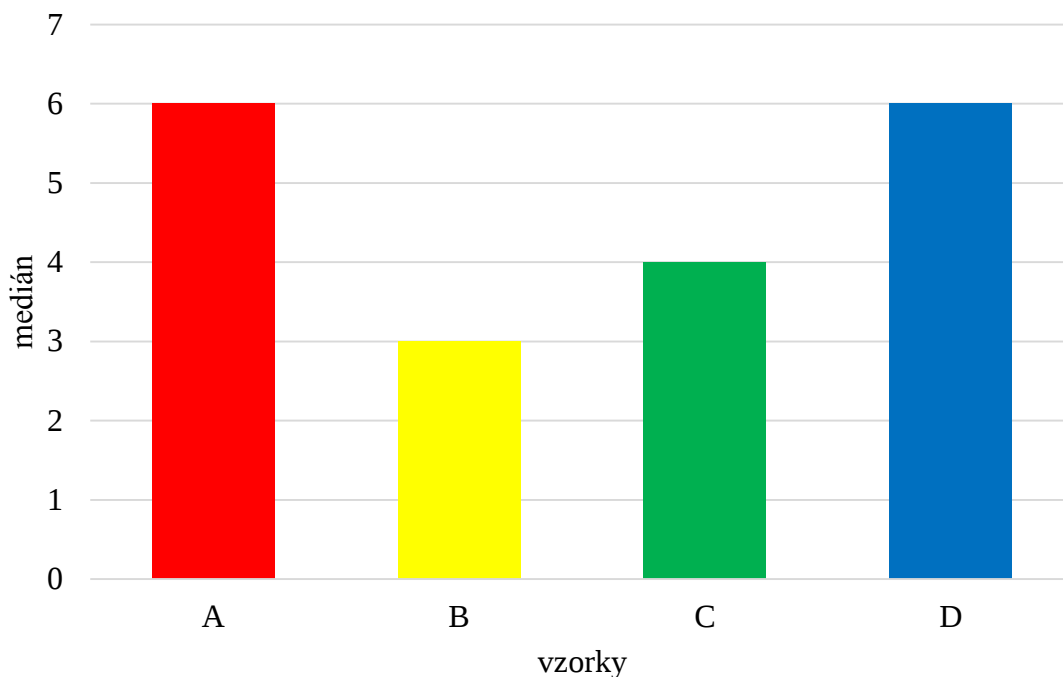
U vzorku A byla jako výborná hodnocena i chuť (*graf 7*). Nejhorší chuť a vůni měl opět vzorek B, vůně hodnocena jako dobrá, chuť dokonce méně dobrá. Hodnotitelům připadal vzorek vyrobený z mléka z farmy příliš kyselý a s cizí pachutí.

Tabulka 14: Poznámky hodnotitelů k chuti jednotlivých vzorků

Číslo vzorku	Poznámka
A	Málo výrazná chuť. Mírně nahořklá chuť. Hořký v dochuti. Krémová chuť. Štiplavá chuť. Mírně nepříjemná chuť. Příliš ostrá kyselost. Harmonická chuť, příjemně kyselá. Chuť podobná kefirům z obchodu.
B	Kyselá chuť. Chuť evokující pomazánkové máslo. Mírná pachutí. Kyselý. Kovová pachutí. Mírná cizí pachutí, kyselý. Neharmonická chuť. Příliš kyselý.
C	Nevýrazná chuť. Příliš kyselý. Kyselý.
D	Nepříliš kyselý. Plná a harmonická chuť. Výborná chuť. Vynikající chuť.

4.3 Hodnocení celkové přijatelnosti

Při hodnocení celkové přijatelnosti vzorků měli hodnotitelé přihlédnout ke všem hodnoceným vlastnostem s hlavním důrazem na chuť a vůni. Jako nejlepší (výborné) byly hodnoceny vzorky A a D, jako nejhorší (méně dobrý) vzorek B (viz *graf 8*).



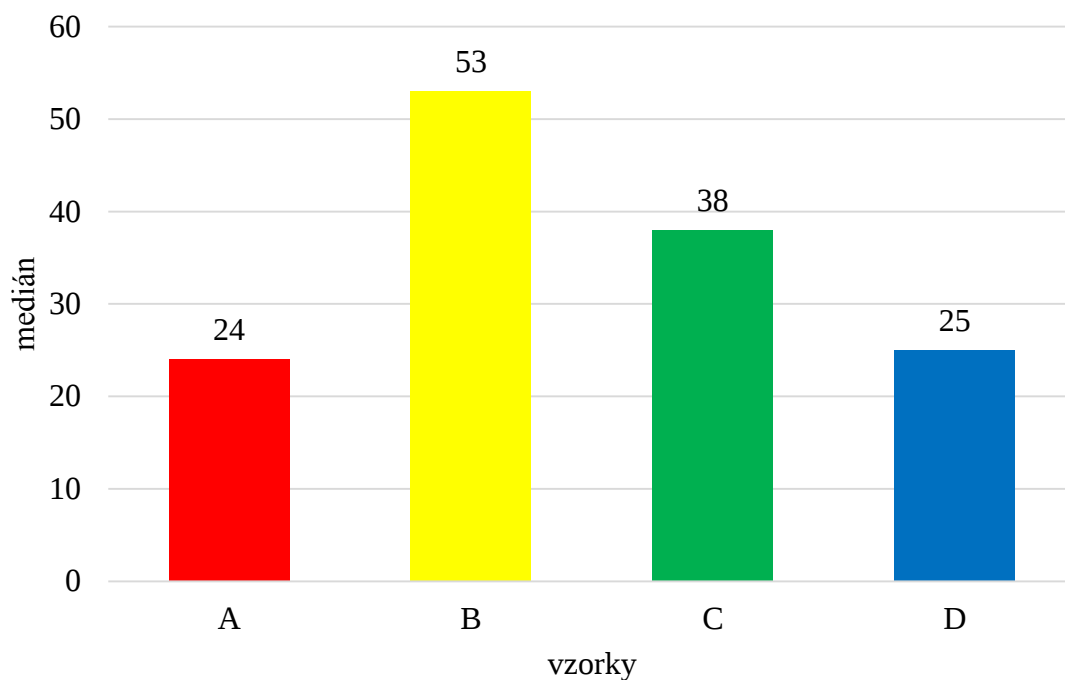
Graf 8: Hodnocení celkové přijatelnosti jednotlivých vzorků

4.4 Pořadový test

Na závěr dotazníku byl použit pořadový test, kde hodnotitelé měli za úkol vzorky seřadit podle celkové příjemnosti (přijatelnosti). Vzorkům byly přiřazeny hodnoty 1 až 4 (1 = nejlepší, 4 = nejhorší). Výsledky jsou vyjádřeny jako součty pořadí.

Ve srovnání s hodnocením podle stupnice se zde nemohou dva vzorky nacházet na stejném umístění a je tedy teoreticky možné rozlišit vzorky A a D. Nicméně jak je patrné z *grafu 9*, rozdíl mezi těmito vzorky je zanedbatelný.

Výsledky jsou v souladu s výsledky získanými v předchozích kapitolách hodnocením celkové přijatelnosti. Z *grafu 9* je zřejmé, že nejlépe hodnoceny byly vzorky A (plnotučné pasterované) a D (BIO plnotučné pasterované), jako nejméně přijatelný byl opět vzorek B, tedy kefir vyrobený z mléka z farmy.

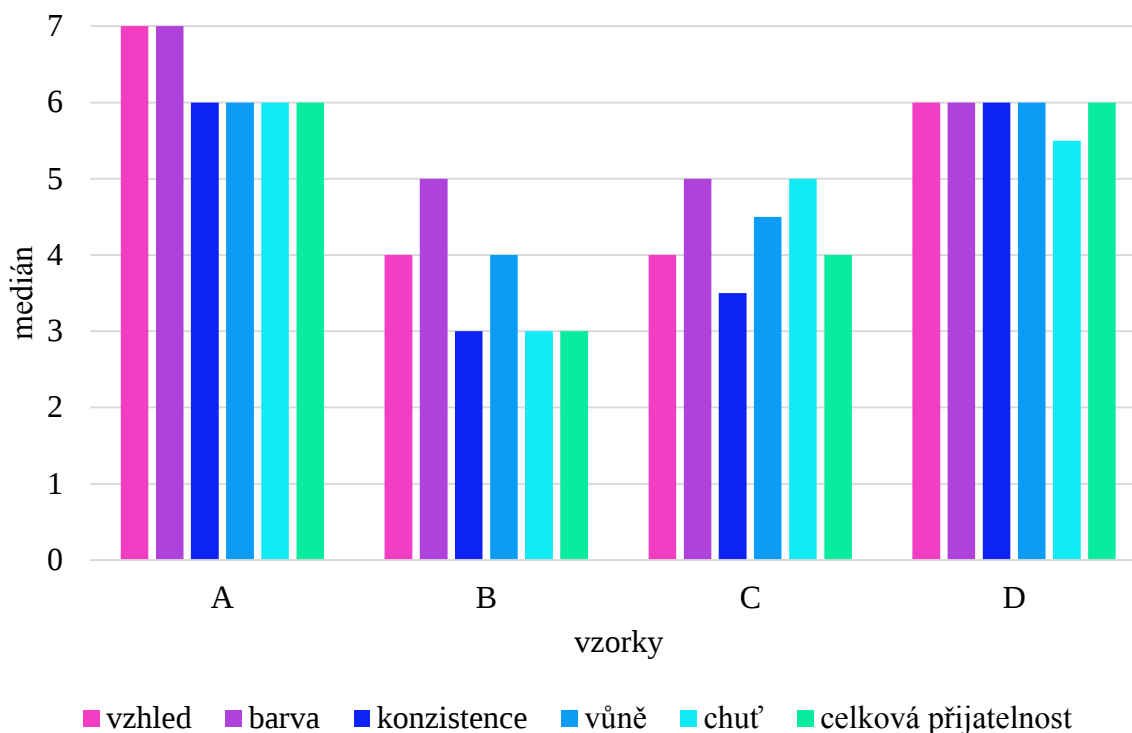


Graf 9: Výsledky pořadového testu

4.5 Celkové hodnocení jednotlivých vzorků kefíru

Již z předchozích výstupů je zřejmé, že nejlépe hodnoceny jsou vzorky A a D, tedy vzorky kefíru vyrobeného z pasterovaného mléka. Za nimi zaostává vzorek C, a nejhůře je hodnocen vzorek B. Veškeré získané výsledky jsou pro lepší názornost porovnány v *grafu 10*.

Z výsledků lze usuzovat, že navzdory očekávání, kefír z pasterovaného mléka je chutnější, senzoricky přijatelnější než kefír vyrobený z mléka syrového. Je to zajímavé zjištění, protože u syrového mléka, vzhledem k jeho neporušenému složení, by bylo možné očekávat mnohem bohatší obsah chuťových a aromatických látek.



Graf 10: Srovnání všech hodnocených parametrů u všech hodnocených vzorků

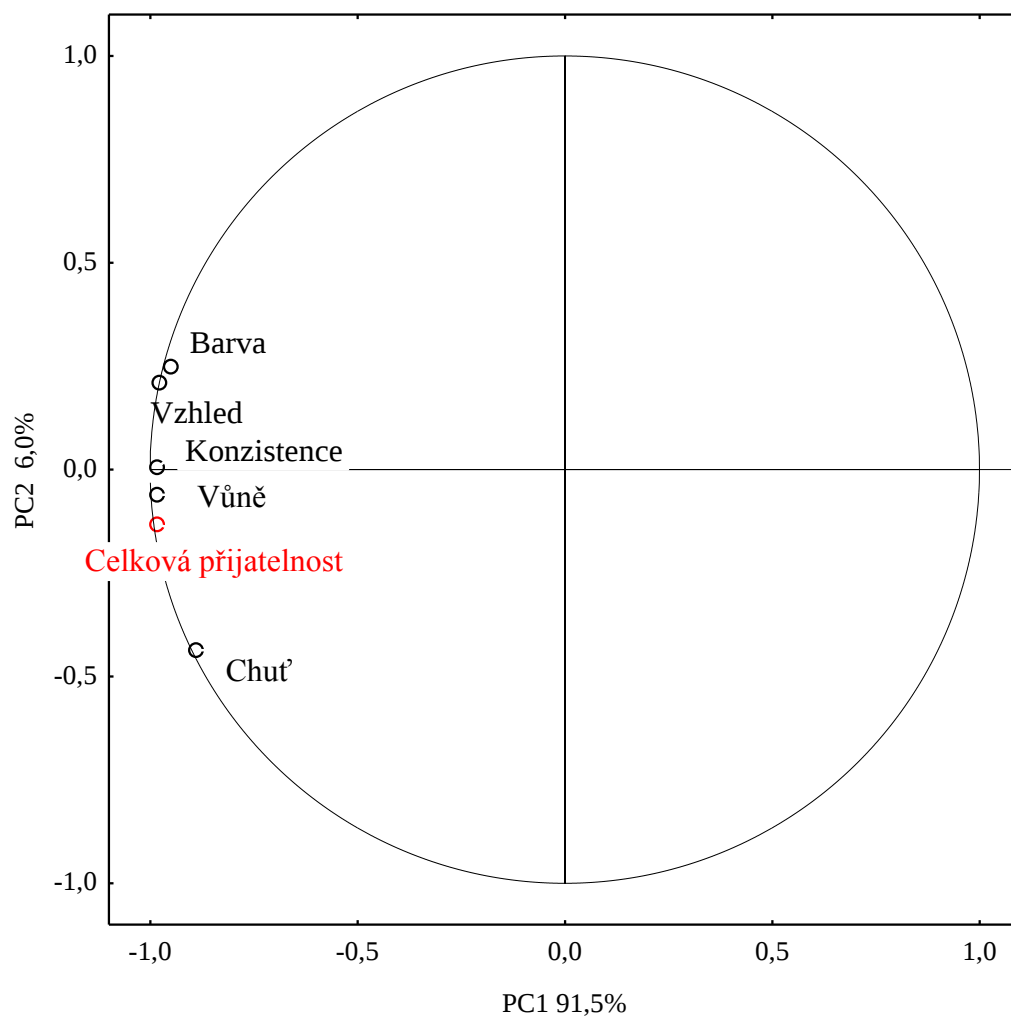
4.6 Statistické vyhodnocení výsledků pomocí metody PCA

Výsledky byly na závěr podrobeny statistickému testování s použitím metody PCA. Analýza hlavních komponent (PCA) je vícerozměrná statistická metoda, pomocí níž lze zredukovat počet původních dat, a přesto umožňuje vysvětlit variabilitu a závislost původních proměnných. Cílem PCA je transformace dat z původních znaků či proměnných x_j , $j = 1, \dots, m$, do menšího počtu latentních (skrytých) proměnných y_j . Nové proměnné mají vhodnější vlastnosti, je jich výrazně méně, vystihují téměř celou proměnlivost znaků a jsou vzájemně nekorelované. Tyto latentní proměnné se nazývají hlavní komponenty (PC) [38].

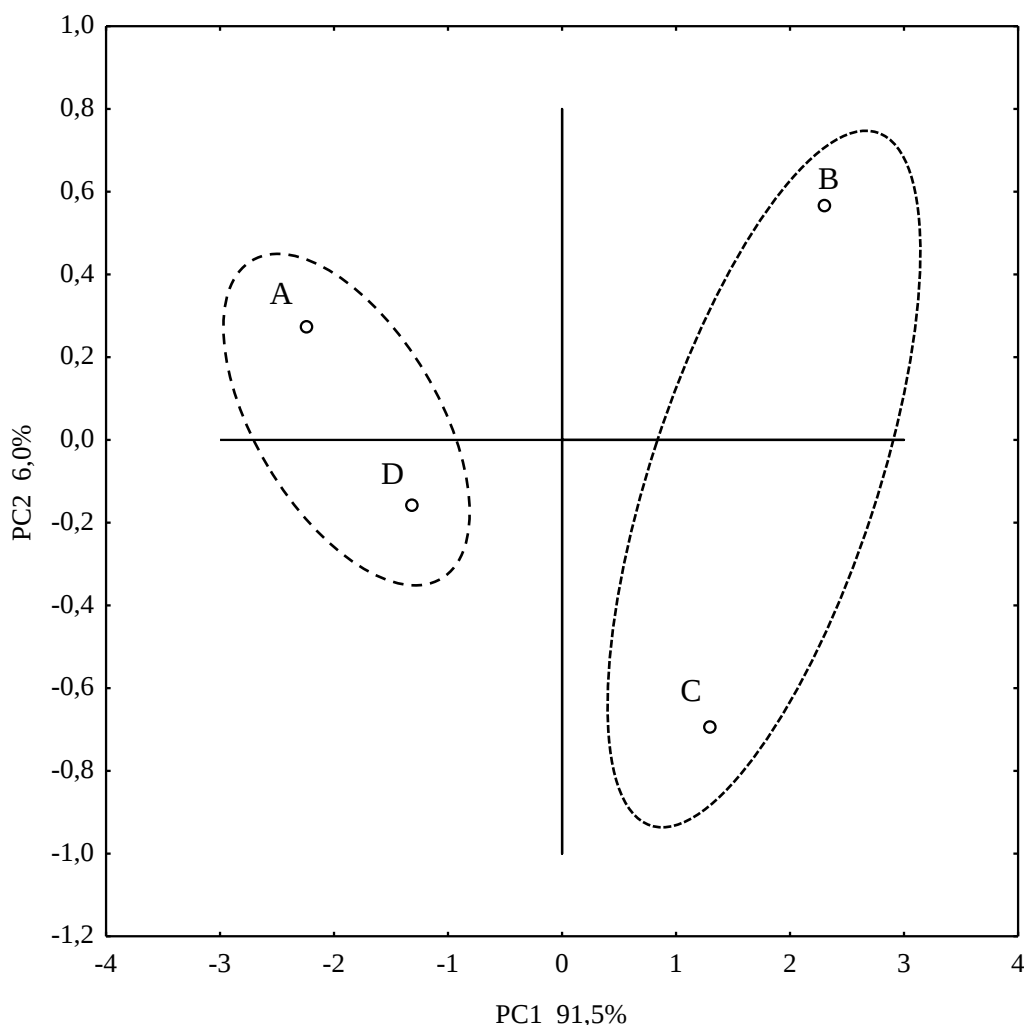
Testování umožnilo zjistit, které vlastnosti spolu korelují, jaký je mezi nimi vzájemný vztah a které nejvíce přispívají k celkové senzorické kvalitě vzorku. Zároveň lze dobře pozorovat rozdíly mezi vzorky. K interpretaci dat byly využity grafické metody – tzv. graf komponentních vah, který zobrazuje sledované znaky (tj. vlastnosti) a rozptylový diagram komponentního skóre, který zobrazuje objekty (tj. vzorky). V *grafu 11* je znázorněna projekce proměnných (senzorických vlastností), v *grafu 12* projekce vzorků do faktorové roviny PC1 x PC2. K interpretaci dat byly použity vždy první dvě komponenty PC1 a PC2.

Pro zpracování byly použity mediány hodnocení všech hodnotitelů ($n = 14$). Vzhledem k tomu, že „celkové hodnocení“ (tj. celková přijatelnost vzorku) zahrnuje všechny ostatní senzorické vlastnosti, tato kategorie byla brána jako doplňková/ilustrační proměnná, která není zahrnuta při konstrukci hlavních komponent a při výpočtu vzdálenosti vzorků. Aktivní

proměnné jsou všechny ostatní vlastnosti (celkem 5), které umožní detailněji popsat doplňkovou proměnnou. V *grafu 11* je doplňková proměnná označená červeně.



Graf 11: Graf komponentních vah jednotlivých senzorických vlastností



Graf 12: Rozptylový diagram komponentního skóre - diferenciace vzorků; značení vzorků viz kapitola 3.1.2

Z grafu 11 je dobře patrné, že k celkové senzorické kvalitě (přijatelnosti) vzorků kefíru pozitivně přispívají všechny hodnocené senzorické vlastnosti, nejvíce vůně (0,99) a konzistence (0,99); pak vzhled (0,93), chuť (0,91) a barva (0,87). Zároveň mezi sebou podle očekávání korelují vzhled a barva (0,99), vzhled a konzistence (0,95) a v neposlední řadě chuť a vůně (0,88). První dvě komponenty vysvětlují téměř 98% celkového rozptylu původních proměnných. Všechny sledované vlastnosti se nacházejí v levé části grafu a korelují tak výrazně negativně s PC1.

Na grafu 12 jsou rozdělené všechny čtyři hodnocené vzorky, což značí významné rozdíly v jejich senzorické kvalitě; podél PC1 jsou zřetelně odděleny vzorky kefíru vyrobeného z pasterovaného (vlevo) a/nebo syrového (vpravo) mléka.

Srovnání obou grafů potvrzuje už dříve zjištěné závěry, tedy lepší senzorickou kvalitu vzorků A a D, které leží v levé části grafu (korelují negativně s PC1), stejně jako všechny senzorické vlastnosti.

5 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo srovnání senzorické kvality čtyř vzorků kefiru, které byly vyrobeny z mléka získaného z rozdílných zdrojů. Bylo zakoupeno mléko plnotučné pasterované značky K-Classic, BIO mléko plnotučné pasterované zn. Olma, dále mléko nepasterované plnotučné z mléčného automatu a mléko nepasterované neodstředěné z farmy.

Na základě literární rešerše byly vybrány vhodné metody pro senzorické hodnocení jednotlivých vlastností a celkové přijatelnosti kefiru. Poté byl vypracován formulář pro samotné hodnocení.

Nejlépe byly hodnoceny vzorky kefiru vyrobené z plnotučného pasterovaného mléka zakoupeného v běžném obchodním řetězci; vzorek A (klasické mléko) a D (mléko v bio kvalitě). Tyto vzorky byly hodnoceny téměř totožně ve všech vlastnostech, jejich podobnost vyplývá i z hodnocení pořadovým testem. Podrobnější zkoumání pomocí metody PCA lépe zobrazuje rozdíl mezi těmito vzorky, způsobený především mírně lepším vzhledem a barvou vzorku A.

PCA také potvrdila dobré rozlišení vzorků kefiru vyrobených z pasterovaného vs. syrového mléka. Vzorky vyrobené ze syrového mléka byly hodnoceny hůře, z nich potom zvláště vzorek B (vyrobený z čerstvého neupraveného mléka z farmy). Navzdory očekávání, že výrobek z nejméně upraveného mléka bude nejkvalitnější jak po stránce obsahové, tak po senzorické, byl hodnocen nejhůře prakticky ve všech kategoriích. Z PCA je patrná jeho výrazně negativní korelace s chutí a celkovou přijatelností. Z výsledků senzorického hodnocení tedy lze usuzovat, že kefir vyrobený z pasterovaného mléka vykazuje podstatně lepší senzorické vlastnosti než kefir vyrobený z mléka nepasterovaného.

Rozdílné chování pasterovaného a nepasterovaného mléka při fermentaci lze předpokládat s ohledem na skutečnost, že během pasterace dochází k některým změnám v chemickém i mikrobiálním složení mléka. To může mít více či méně výrazný vliv na průběh fermentace i na výslednou kvalitu a hodnocení výrobků.

V této práci byly srovnány čtyři vzorky vyrobené shodným postupem. Je možné, že by zajímavé výsledky poskytlo také srovnání vzorků vyrobených při různých teplotách fermentace, nebo fermentovaných po různou dobu. Taková srovnání by nám snad mohla pomoci zoptimalizovat výrobu kefiru i z nepasterovaného mléka a porozumět lépe příčinám rozdílů v kvalitě výrobku způsobených pasterací.

Z průzkumu mezi hodnotiteli vyplývá, že jejich znalosti problematiky klasického kefiru jsou podle očekávání nedostatečné a nepřesné. Z provedeného senzorického hodnocení vyplývá, že s použitím kvalitní suroviny je tento výrobek hodnocen většinou kladně a nabízí se zde možnost obohacení českého trhu novým atraktivním výrobkem.

6 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] REJZEK, Jiří. *Český etymologický slovník*. Vyd. 2. Praha: Leda, 2012. ISBN 978-80-7335-296-7.
- [2] ROGINSKI, H., J. FUQUAY a P. FOX. *Encyclopedia of Dairy Science*. London: Academic Press, 2002. ISBN 0-12-227235-8.
- [3] FARNWORTH, Edward. *Handbook of Fermented Functional Foods: Functional Foods and Nutraceuticals Series*. Second Edition. London: CRC Press, 2008. ISBN 978-1-4200-5328-9.
- [4] FRAZIER, William a Dennis WESTHOFF. *Food microbiology*. Vyd. 4. New York: McGraw-Hill Book, 1988. ISBN 0-07-021921-4.
- [5] MARIA ROSA, Prado, Garcia LINA, Cristine RODRIGUES, Castro GUILLERMO RAUL, Carlos SOCCOL a Vanete SOCCOL. Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities, and related products. *Frontiers in Microbiology* [online]. 2015, (6) [cit. 2016-05-15]. DOI: 10.3389/fmicb.2015.01177. Dostupné z: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2015.01177/full>.
- [6] PLESSAS, S., L. PHERSON, A. BEKATOROU, P. NIGAM a A.A. KOUTINAS. Bread making using kefir grains as baker's yeast. *Food Chemistry*. 2005, **93**(4), 585-589. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.10.034. Dostupné také z: https://www.researchgate.net/publication/222625170_Bread_making_using_kefir_grains_as_baker%27s_yeast_Food_Chem.
- [7] KOURKOUTAS, Y., P. KANDYLIS, P. PANAS, J.S.G. DOODLEY, P. NIGAM a A.A. KOUTINAS. Evaluation of Freeze-Dried Kefir Coculture as Starter in Feta-Type Cheese Production. *Applied and Environmental Microbiology*. 2006, **72**(9), 6124-6135. DOI: 10.1128/AEM.03078-05. Dostupné také z: <http://aem.asm.org/content/72/9/6124.full>.
- [8] KISS, István. *Testing methods in food microbiology*. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1984. ISBN 963-05-3224-7.
- [9] ALM, Livia. Effect of Fermentation on Milk Fat of Swedish Fermented Milk Products. *Journal of Dairy Science* [online]. 1982, **65**(4), 521-530 [cit. 2016-05-20]. DOI: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82229-7](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82229-7). Dostupné z: [http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(82\)82229-7/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(82)82229-7/pdf)
- [10] FUJISAWA, Tohomiko, Susumu ADACHI, Takahiro TOBA, Keizoh ARIHARA a Tomotari MITSUOKA. *Lactobacillus kefiranofaciens* sp. nov. Isolated from Kefir Grains. *International Journal of Systematic Bacteriology*. 1988, **38**(1), 12-14. DOI: 10.1099/00207713-38-1-12. Dostupné také z: <http://ijs.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/00207713-38-1-12>

- [11] GAMAN, P. a K. SHERRINGTON. *The science of food: an introduction to food science, nutrition and microbiology*. Repr. Oxford: Pergamon Press, 1979. ISBN 0-08-019948-8.
- [12] KWAK, H.S., S.K. PARK a D.S. KIM. Biostabilization of Kefir with a Nonlactose-Fermenting Yeast. *Journal of Dairy Science* [online]. 1996, 79(6), 937-942 [cit. 2016-05-20]. DOI: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76444-5](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76444-5). Dostupné z: [http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(96\)76444-5/abstract](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(96)76444-5/abstract)
- [13] SCHMIDT, P., A. VASS a S SZAKÁLY. Effect of fermented milk diets on regeneration of the rat liver. *Acta Medica Hungarica*. 1984, **41**(2-3), 163-170. Dostupné také z: <http://www.biowebspin.com/pubadvanced/article/6462864/>
- [14] KÖK-TAŞ, Tuğba, Atif SEYDIM, Barbaros ÖZER a Zeynep GUZEL-SEYDIM. Effects of different fermentation parameters on quality characteristics of kefir. *Journal of Dairy Science* [online]. 2013, 96(2), 780-789 [cit. 2016-05-20]. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5753>. Dostupné z: [http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(12\)00903-4/abstract](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(12)00903-4/abstract)
- [15] CHODÁKOVÁ, Kateřina. *Sledování úbytku laktózy během fermentace mléka s použitím HPLC-RI*. Zlín, 2015. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati.
- [16] ANDĚL, Michal. *Mléko a mléčné výrobky ve výživě*. Vyd. 1. Praha: Potravinářská komora České republiky, 2010, 34 s. Publikace České technologické platformy pro potraviny. ISBN 978-80-254-9012-9.
- [17] VISIOLI, Francesco a Andrea STRATA. Milk, Dairy Products, and Their Functional Effects in Humans: A Narrative Review of Recent Evidence. *Advances in Nutrition*. [online]. 2014, (5), 131-143 [cit. 2016-05-20]. DOI: 10.3945/an.113.005025. ISSN 2156-5376. Dostupné z: <http://advances.nutrition.org/content/5/2/131.full>
- [18] WEISER, Harry *Practical food microbiology and technology*. Repr. Westport: Avi Publish, 1962. ISBN 978-0870550645.
- [19] MARQUINA, D., A. SANTOS, I. CORPAS, J. MUNOZ, J. ZAZO a J. PEINADO. Dietary influence of kefir on microbial activities in the mouse bowel. *Letters in Applied Microbiology* [online]. 2002, 35, 136-140 [cit. 2016-05-20]. DOI: 10.1046/j.1472-765X.2002.01155.x. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12100589>
- [20] REUTER, G. Present and Future of Probiotics in Germany and in Central Europe. *Bioscience Microflora* [online]. 1997, 16(2), 43-51 [cit. 2016-05-20]. DOI: 10.12938/bifidus1996.16.43. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/272140109_Present_and_Future_of_Probiotics_in_Germany_and_in_Central_Europe

- [21] PLOCKOVÁ, M., P. KADLEC, K. MLEZOCH a M. VOLDŘICH. *Technologie potravin: Co byste měli vědět o výrobě potravin?*. Ostrava: Key Publishing, 2009. ISBN 978-80-7418-051-4.
- [22] BUŇKA, František. *Mlékárenská technologie I*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013, 258 s. ISBN 978-80-7454-254-1.
- [23] DĚDEK, Miroslav. *Sanitace při výrobě mléka a mléčných výrobků*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1984. ISBN 04-847-84.
- [24] LUKÁŠOVÁ, Jindra. *Hygiena a technologie mléčných výrobků*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2001. ISBN 80-7305-415-9.
- [25] ŠUSTOVÁ, Květoslava a Táňa LUŽOVÁ. *Technologie zakysaných mléčných výrobků: odborný kurz : další vzdělávání pedagogických pracovníků Středních odborných škol*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013, 53 s. ISBN 978-80-7375-735-9.
- [26] VODRÁŽKA, Zdeněk. *Biochemie*. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0600-1.
- [27] GÖRNER, F. a Ľ VALÍK. *Aplikovaná mikrobiológia požívatín*. Vyd. 1. Bratislava: Malé centrum, 2004, 528 s. ISBN 80-967064-9-7.
- [28] DOSTÁLOVÁ, Jana a Pavel KADLEC. *Potravinářské zbožížnalství: technologie potravin*. 1. vyd. Ostrava: Key Publishing, 2014, 425 s. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-208-2.
- [29] KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘICH. *Procesy a zařízení potravinářských a biotechnologických výrob: [technologie potravin]*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2012, 494 s. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-086-6.
- [30] NEUMANN, Ralph, Pal MOLNÁR a Sigrid ARNOLD. *Senzorické skúmanie potravín*. Vyd.1. Bratislava: Alfa, 1990, 352 s. Edícia potravinárskej literatúry (Alfa). ISBN 80-05-00612-8.
- [31] POKORNÝ, Jan, Zdeňka PANOVSÁ a Helena VALETOVÁ. *Senzorická analýza potravin*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1998, 95 s. ISBN 80-708-0329-0.
- [32] ČSN ISO 8589. *Senzorická analýza - obecné pokyny pro uspořádání senzorického pracoviště*. 2008.
- [33] JAROŠOVÁ, Alžběta. *Senzorické hodnocení potravin*. Vyd.1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001. ISBN 978-80-7157-539-9.
- [34] POKORNÝ, Jan. *Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti*. Vyd. 2. dopl. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997, 195 s. ISBN 80-851-2060-7.

- [35] POKORNÝ, Jan. *Senzorická analýza potravin: Laboratorní cvičení*. Vyd. 1. Praha: VŠCHT, 1997. ISBN 80-708-0278-2.
- [36] BUŇKA, František, Jan HRABĚ a Bohumír VOSPĚL. *Senzorická analýza potravin I*. Vyd.1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 145 s. ISBN 978-80-7318-628-9.
- [37] INGR, Ivo, Jan POKORNÝ a Helena VALENTOVÁ. *Senzorická analýza potravin*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1997, 101 s. ISBN 80-715-7283-7.
- [38] MELOUN, Milan a Jiří MILITKÝ. *Kompendium statistického zpracování dat*. 3. Praha: Karolinum, 2012, 982 s. ISBN 978-80-246-2196-8.
- [39] FLOROU-PANERI, Panagiota, Efterpi CHRISTAKI a Eleftherios BONOS. Lactic Acid Bacteria as Source of Functional Ingredients. *Lactic Acid Bacteria - R & D for Food, Health and Livestock Purposes* [online]. b.r. [cit. 2016-05-15]. DOI: 10.5772/47766. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/272480186_Lactic_Acid_Bacteria_as_Source_of_Functional_Ingredients

7 SEZNAM ZKRATEK

BMK	bakterie mléčného kvašení
FMV	fermentované mléčné výrobky
PCA	analýza hlavních komponent (principal component analysis)
PC	hlavní komponenty (principal components)
ssp.	poddruhy (subspecies)

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Kefírové zrno (stupnice v cm)	9
Obrázek 2: Kefírové zrno pod elektronovým mikroskopem. Bakterie a kvasinky v polysacharidovém a proteinovém matrixu [3]	10
Obrázek 3: Symbióza bakterií a kvasinek [3]	11
Obrázek 4: Struktura kefiranu [5]	13
Obrázek 5: Využití bakterií mléčného kvašení (upraveno podle [39])	14
Obrázek 6: Schéma vlivů na finální výrobek (upraveno podle [3])	19
Obrázek 7: Zregenerované zrno, připravené k další výrobě kefiru	29
Obrázek 8: Připravené vzorky kefiru před hodnocením	29

9 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Složení hodnotitelů z hlediska pohlaví	31
Graf 2: Složení hodnotitelů z hlediska postoje k tekutým FMV	32
Graf 3: Porovnání hodnocení vzhledu jednotlivých vzorků	34
Graf 4: Srovnání hodnocení barvy jednotlivých vzorků	35
Graf 5: Srovnání hodnocení konzistence jednotlivých vzorků	36
Graf 6: Srovnání hodnocení vůně jednotlivých vzorků	37
Graf 7: Srovnání hodnocení chuti jednotlivých vzorků	38
Graf 8: Hodnocení celkové přijatelnosti jednotlivých vzorků	39
Graf 9: Výsledky pořadového testu	40
Graf 10: Srovnání všech hodnocených parametrů u všech hodnocených vzorků	41
Graf 11: Graf komponentních vah jednotlivých senzorických vlastností	42
Graf 12: Rozptylový diagram komponentního skóre - diferenciací vzorků; značení vzorků viz kapitola 3.1.2	43

10 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Mikroorganismy nalezené v kefirových zrnech různého původu [3]	12
Tabulka 2: Složení různých druhů kefiru [3]	15
Tabulka 3: Obsah vitaminů v mléce [15]	17
Tabulka 4: Definice pojmů „probiotikum“, „prebiotikum“ a „symbiotikum“ [21]	18
Tabulka 5: Srovnání některých faktorů při různých metodách výroby kefiru	22
Tabulka 6: Bakterie mléčného kvašení, jejich typ a produkty [27]	23
Tabulka 7: Vybrané optimální podmínky pro senzorickou analýzu [33]	25
Tabulka 8: Kódování vzorků	28
Tabulka 9: Odpovědi hodnotitelů na otázku „co je podle vás kefir?“	33
Tabulka 10: Odpovědi hodnotitelů na otázku „co jsou to kefirová zrna?“	33
Tabulka 11: Poznámky hodnotitelů k barvě jednotlivých vzorků	35
Tabulka 12: Poznámky hodnotitelů ke konzistenci jednotlivých vzorků	36
Tabulka 13: Poznámky hodnotitelů k vůni jednotlivých vzorků	37
Tabulka 14: Poznámky hodnotitelů k chuti jednotlivých vzorků	38

11 PŘÍLOHY

Příloha č. 1:

Protokol pro senzorické hodnocení kefíru

Vážení hodnotitelé,
zhodnoťte, prosím, předložené vzorky kefírů.
Děkuji Vám za spolupráci ☺

Hodnotitel:

Datum:

Čas:

Váš zdravotní stav:

kuřák / nekuřák

muž / žena

Jaké je Vaše stanovisko před ochutnáváním?

- a) tekuté fermentované mléčné výrobky (dále FMV) mám velmi rád/a
- b) tekuté FMV nemám příliš rád/a, ale konzumuji je
- c) tekuté FMV nemám vůbec rád/a, k ochutnávání se musím nutit

Co je podle Vás kefír?

Jak se vyrábí?

Pil/a jste už někdy kefír?

Chutnal Vám?

Co jsou keřirová zrna?

Pokud jste se s nimi nikdy nesetkal/a, co si pod tímto pojmem představujete?

Pokud jste se s keřirovými zrny setkal/a, při jaké příležitosti? Jaké jsou Vaše zkušenosti s nimi?

1. Senzorické hodnocení pomocí stupnice (zapište zvolený stupeň)

Kód vzorku	Znak					Poznámka
	Vzhled	Barva	Konzistence (textura)	Vůně	Chut' (flavour)	

Pokuste se vyjádřit **příjemnost (přijatelnost)** sensorických znaků pomocí uvedených stupnic. Jakékoli negativní vjemy vpisujte, prosím, do poznámky.

Vzhled

1. **Nepřijatelný** – nehomogenní, oddělený tuk, syrovátka, příp. jiné výrazné vady
2. **Nevyhovující**
3. **Méně dobrá**
4. **Dobrá**
5. **Velmi dobrá**
6. **Výborná**
7. **Vynikající** – lesklý, stejnorodý, čistý. Struktura homogenní

Barva

1. **Nepřijatelný** - barva na povrchu i uvnitř nehomogenní, netypická, příliš světlá nebo tmavá, cizí odstín, barevné skvrny, příp. jiné výrazné vady
2. **Nevyhovující**
3. **Méně dobrá**
4. **Dobrá**
5. **Velmi dobrá**
6. **Výborná**
7. **Vynikající** – barva bílá nebo smetanová, stejnorodá, bez cizích odstínů

Konzistence (textura) (hodnoťte zrakem, pak lžičkou a nakonec v ústech)

1. **Nepřijatelná** – velmi tuhá, nebo naopak velmi řídká, nehomogenní s hrubými kousky, zrnitá, příp. jiné výrazné vady
2. **Nevyhovující**

3. Méně dobrá
4. Dobrá
5. Velmi dobrá
6. Výborná
7. **Vynikající** – jemná, hladká, přiměřeně hustá, homogenní. Výskyt bublinek oxidu uhličitého

Vůně

1. **Nepřijatelná** – nečistá, silně oxidovaná, žluklá, zatuchlá, ostře kyselá, příp. jiné výrazné cizí pachy
2. **Nevyhovující**
3. Méně dobrá
4. Dobrá
5. Velmi dobrá
6. Výborná
7. **Vynikající** – příjemná, čistá, typická pro kvašené výrobky, výrazná, harmonická, mírně alkoholická

Chuť (flavour = komplexní pocit v ústech při konzumaci)

1. **Nepřijatelná** – nečistá, silně oxidovaná, žluklá, zatuchlá, hořká, ostře kyselá, kvasničná, příp. jiné výrazné cizí pachuti
2. **Nevyhovující**
3. Méně dobrá
4. Dobrá
5. Velmi dobrá
6. Výborná
7. **Vynikající** – chuť příjemná, čistá, mléčně kyselá, harmonická, výrazná, mírně alkoholová; cizí příchutě jsou vyloučeny

2. Hodnocení celkové přijatelnosti vzorku

Celkově byste vzorek hodnotili jako: (berte v úvahu všechny výše zmíněné vlastnosti, s důrazem především na chuť a vůni).

1. **nepřijatelný**
2. **nevyhovující**
3. **méně dobrý**
4. **dobrý**
5. **velmi dobrý**

6. výborný

7. vynikající

Kód vzorku	Celková přijatelnost	Proč ?

3. Pořadový test

Seřaďte předložené vzorky podle chutnosti. (Přiřaďte k číslům: 1 = nejchutnější)

1 -

2 -

3 -

4 -