

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Mikrobiologická kvalita jogurtů**

**Bakalářská práce**

**Adéla Filipová**

**Výživa a potraviny**

**doc. Ing. Šárka Musilová, Ph.D.**

**© 2024 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Mikrobiologická kvalita jogurtů" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 23.4.2024

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí své bakalářské práce doc. Ing. Šárce Musilové, Ph.D., za její odborné vedení, zaučení v laboratoři, čas a trpělivost, které mi věnovala. Dále bych ráda poděkovala Katedře mikrobiologie, výživy a dietetiky za poskytnutí potřebných materiálů a umožnění výzkumu v laboratoři.

# Mikrobiologická kvalita jogurtů

## Souhrn

Tato bakalářská práce se věnuje kvalitě a bezpečnosti jogurtu z mikrobiologického hlediska. Cílem bakalářské práce bylo zpracovat literární rešerši z odborných zdrojů a aktuálních poznatků týkající se kvality, mikrobiologie a výroby jogurtu. Tento produkt je známý obsahem živých mikroorganismů, nejedná se pouze o jogurtovou kulturu, ale i o další mikroorganismy, které výrobci do jogurtů přidávají. Jedná se především o probiotické mikroorganismy, které zvyšují příznivý vliv jogurtu na zdraví konzumenta, konkrétně se jedná o bakterie rodu *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Množství mikroorganismů v jogurtu je pozitivně i negativně ovlivňováno přidanými aditivami, tím se také zvyšuje riziko možné kontaminace nežádoucími mikroorganismy, jako jsou patogenní bakterie, plísně či kvasinky.

Cílem praktické části bylo potvrdit, zda jogurty nabízené na českém trhu splňují legislativní požadavky z mikrobiologického hlediska. Celkem bylo testováno 20 vzorků jogurtů z různých obchodních řetězců, jednalo se o ochucené i neochucené jogurty. K mikrobiologickému rozboru byla použita kultivační plotnová metoda s využitím selektivních kultivačních medií. Výsledky byly konfrontovány s vyhláškou č. 274/2019, o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, která udává, že mléčný výrobek, který je označován jako jogurt musí obsahovat minimálně  $1 \cdot 10^7$  KTJ/g živých mikroorganismů, konkrétně směs bakterií *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. V případě přidání bakterie rodu *Bifidobacterium* nebo *Lactobacillus acidophilus* do jogurtu, musí výrobek obsahovat minimálně  $1 \cdot 10^6$  KTJ/g jednotlivých živých mikroorganismů.

Výsledkem mikrobiologické analýzy je potvrzení, že všechny analyzované jogurty splňují legislativní požadavky stanovené vyhláškou. Avšak jeden vzorek jogurtu nesplnil legislativní požadavky, z důvodu nedostatečného množství přidané bifidokultury a zároveň i přidané bakterie *Lactobacillus acidophilus*.

**Klíčová slova:** jogurtová kultura; *Streptococcus thermophilus*; *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*; plotnová metoda



# Microbiological quality of yogurts

## Summary

This bachelor thesis focuses on the quality and safety of yogurt from a microbiological perspective. The aim of the bachelor thesis was to conduct a literature review from professional sources and current knowledge regarding the quality, microbiology, and production of yogurt. This product is known for containing live microorganism, not only yogurt culture but also other microorganism added by manufacturers. Primarily, these are probiotic microorganisms that enhance the beneficial effects of yogurt on consumer health, specifically bacteria of the genera *Lactobacillus* and *Bifidobacterium*. The quantity of microorganisms in yogurt is positively and negatively influences by added additives, thereby increasing the risk of possible contamination by undesirable microorganisms such as pathogenic bacteria, molds or yeasts.

The practical part aimed to confirm whether yogurts offered on the Czech market meet legislative requirements from a microbiological perspective. A total of samples of yogurts from various retail chains were tested, including flavoured and unflavoured yogurts. The cultivation plate method was used for microbiological analysis, utilizing selective cultivation media. The results were compared with Decree No. 274/2019, which specifies requirements for milk and dairy products, frozen creams, and edible fats and oils. According to this decree, a dairy product labelled as yogurt must contain at least  $1 \cdot 10^7$  CFU/g of live microorganisms, specifically a mixture of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. In the case of adding bacteria of the genus *Bifidobacterium* or *Lactobacillus acidophilus* to yogurt, the product must contain at least  $1 \cdot 10^6$  CFU/g of individual live microorganisms.

The results of the microbiological analysis confirms that all analysed yogurts meet the legislative requirements specified by the decree. However, one sample of yogurt did not meet the legislative requirements due to insufficient amounts of added bifidoculture and also added *Lactobacillus acidophilus* bacteria.

**Keywords:** yogurt culture; *Streptococcus thermophilus*; *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*; selective plating method

# Obsah

1 Úvod.....	7
2 Cíl práce .....	8
3 Literární rešerše .....	9
3.1 Jogurt .....	9
3.1.1 Historie.....	9
3.1.2 Spotřeba jogurtů.....	10
3.1.3 Výroba jogurtu .....	11
3.2 Mikroorganismy používané k výrobě jogurtů.....	13
3.2.1 Rod <i>Streptococcus</i> .....	14
3.2.2 Rod <i>Lactobacillus</i> .....	14
3.2.3 Rod <i>Bifidobacterium</i> .....	15
3.3 Kvalitativní znaky jogurtu .....	16
3.4 Mikrobiologická kvalita jogurtu.....	17
3.4.1 Mikrobiologické vady jogurtů .....	19
3.5 Vliv jogurtu na zdraví konzumenta.....	19
3.6 Vliv aditiv na mikrobiologickou kvalitu jogurtů.....	21
3.7 Mikrobiologické a kvalitativní znaky jogurtu ve světě.....	23
4 Materiál a metodika .....	25
4.1 Výběr a odběr vzorků .....	25
4.2 Příprava médií.....	26
4.3 Způsob očkování.....	28
4.4 Kultivace a způsob vyhodnocení.....	28
5 Výsledky .....	29
5.1 Stanovení symbiotické směsi <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> a <i>Streptococcus thermophilus</i> .....	29
5.2 Stanovení přidané bifidokultury.....	31
5.3 Stanovení přidané kultury <i>Lactobacillus acidophilus</i> .....	31
6 Diskuze .....	32
7 Závěr.....	34
8 Literatura.....	35
9 Samostatné přílohy .....	I

# 1 Úvod

V posledních letech si spotřebitelé stále více uvědomují, jaký vliv mají stravovací návyky na jejich zdraví a celkovou kvalitu života. Fermentované mléčné produkty jsou obecně považovány za zdravé potraviny. Oproti mléku jsou v těchto produktech laktóza a bílkoviny snáze stravitelné. V nedávné době začal trh s mléčnými výrobky směřovat k tzv. „funkčním“ potravinám, které získávají na popularitě, a mléčné produkty hrají v této skupině významnou roli (Guneser et al., 2019),

Jogurt je pravděpodobně nejstarší fermentovaný mléčný výrobek, který je konzumovaný velkou částí naší populace po celém světě. Pro konzumenty je přijatelný díky jeho charakteristické a příjemné chuti. Jedná se o nutričně vyváženou potravinu, která obsahuje stejné živiny jako mléko, ale v lépe dostupné formě (Matin et al., 2018). Jogurt se stává stále populárnější díky rostoucímu povědomí o jeho prospěšných účincích na zdraví, které jsou spojeny s přítomností živých bakterií (Suliman Ma, Mamdoh Ers, 2009). Jogurt se obvykle vyrábí za použití *Lactobacillus bulgaricus* subsp. *delbrueckii* a *Streptococcus thermophilus* jako kvašovací kultury. V současné době se za klíčový prvek kvality jogurtu považuje dostatečný obsah bakterií mléčného kvašení, zejména probiotických kmenů (Mosallaie et al., 2020).

## **2 Cíl práce**

Cílem bakalářské práce je zhodnotit mikrobiologickou kvalitu nabízených jogurtů na českém trhu.

### **Hypotéza**

Jogurty budou splňovat požadavky stanovené vyhláškou č. 274/2019 Sb.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Jogurt

Jogurt se získává fermentací mléka za použití jogurtové kultury, která se obvykle skládá z mikroorganismů *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Výsledkem působení jogurtové kultury je okyselení mléka (tvorba kyseliny mléčné), které denaturuje kaseinové micely. Tím vznikne gel, a i konečná struktura jogurtu. (Farag et al., 2022).

Jogurtové výrobky se dělí na přírodní jogurty a ochucené jogurty, do kterých mohou být přidány nemléčné složky, jako například ovoce, čokoláda atd., aromata, barviva a přísady zlepšující konzistenci. Dle použitého způsobu fermentace a dalšího zpracování koagulátu se rozlišují jogurty s nerozmíchaným koagulátem, jogurty s rozmíchaným koagulátem a jogurty pitné neboli jogurtové drinky (Kadlec et al., 2009). Dále se jogurty dělí dle chemického složení. Na základě obsahu tuku existují tři kategorie. Běžný jogurt, který by měl obsahovat minimálně 3,25 % mléčného tuku, nízkotučný jogurt a odtučněný jogurt. Existují produkty, které jsou spojené s jogurtem, a to mražený jogurt, jogurtový sušený prášek a bylinný jogurt. Trh nabízí různé typy jogurtů, které se odlišují různou výrobou od obyčejných jogurtů například řecký jogurt (Weerathilake et al., 2014).

#### 3.1.1 Historie

Fermentace je jednou z nejstarších metod úpravy potravin, která byla zaznamenána už 10 000-15 000 let př. n. l. Tato metoda pomáhala lidem udržovat potraviny v zásobě díky delší trvanlivosti (Tamime, Robinson, 2007). Mléčné výrobky byly do lidské stravy pravděpodobně zařazeny přibližně 10 000 – 5 000 let př. n. l., kdy došlo k domestikaci zvířat produkující mléko (Fisberg, Machando, 2015).

Jogurt je jednou z nejstarších a také nejvíce konzumovaných potravin po celém světě. Vznik jogurtu se datuje přibližně 3. tis. př. n. l. do oblasti euroasijských stepí. Původ samotného slova „yogurt“ pochází z Turecka, turecké slovo „yogūrmak“ v překladu znamená zhoustnout nebo srazit se (Kopáček, 2018). Na blízkém východě bylo tropické klima a nebyly zde dodržovány hygienické standardy. Zvířata se dojila ručně a mléko nebylo správně chlazené. Tyto podmínky vedly k možné kontaminaci produktu různými patogeny. Pastevci nosili mléko v pytlích vyrobených ze zvířecích střev, mléko se dostalo do kontaktu se střevními šťávami, které způsobilo srážení a kysání mléka, což ho zkonzervovalo a umožnilo uchovat mléčný výrobek po delší dobu. Mléko zкисло pomocí bakterií nemléčného kvašení, produkt byl bez

chuti, zatuchlý a vznikalo v něm mnoho syrovátky. Vývoj procesu kvašení mléka byl velmi intuitivní a postupem času byl systematizován postup jeho výroby, při kterém byly používány bakterie mléčného kvašení (Tamime, Robinson, 2007; Fisberg, Machando, 2015). Až v roce 1542 se jogurt dostal do západní Evropy, a to díky francouzskému králi Františkovi I., který ho přijal od Turků jako léčebný prostředek proti těžkému průjmům (Fisberg, Machando, 2015).

V 11. století Turci jako první objevili zdraví prospěšné vlastnosti jogurtu a používali ho k léčení různých nemocí a symptomů jako jsou průjmy a křeče, dále jej také používali k mazání spálené kůže od slunce. Až na začátku 20. století byl vysvětlen příznivý vliv jogurtů na zdraví člověka. Bulharský student medicíny Stamen Grigorov jako první objevil v roce 1905 v bulharském jogurtu bakterii mléčného kvašení *Bacillus bulgaricus* (nyní *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*), která se dodnes používá v jogurtových kulturách (Fisberg, Machando, 2015). Na základě Grigorovových poznatků navrhl imunolog Ilja Iljič Mečnikov hypotézu, že laktobacily v jogurtu souvisejí s dlouhověkostí bulharského rolnického obyvatelstva a svou prací tak popularizoval jogurt jako zdravý pokrm po celé Evropě. Komerční úspěch jogurtu se datuje do roku 1919, kdy Španěl Isaac Carasso založil v Barceloně malou průmyslovou výrobu jogurtu, kterou pojmenoval po svém synovi „Danone“, což v překladu znamená „malý Daniel“ (Kopáček, 2018). Při výrobě jogurtu, známého z oblasti Balkánu používal mléčné bakterie z Pasteurova institutu. Jogurty Danone se tehdy běžně neprodávaly v obchodech, ale pouze v lékárnách na doporučení lékaře a pomáhali dětem s podvýživou a průjmy po 1. světové válce (Danone, 2022).

První laboratoř a továrna na jogurty byly ve Francii otevřeny v roce 1932 a v USA byla první laboratoř s továrnou otevřena v roce 1941 (Fisberg, Machando, 2015).

### **3.1.2 Spotřeba jogurtů**

Jogurty a jogurtové výrobky patří mezi nejoblíbenější potraviny po celém světě, ale jejich konzumace se v jednotlivých zemích značně liší (Kopáček, 2018).

V Evropě se průměrná spotřeba jogurtů a ostatních zakysaných mléčných výrobků pohybuje okolo 19 kg na osobu za rok. Nejvyšší spotřebu jogurtu z evropských zemí vykazují Finsko, Švédsko, Island a Francie, kde se průměrně zkonsumuje více jak 32 kg jogurtu na osobu za rok (Kopáček, 2018).

Zahraniční statistiky uvádí že průměrná roční spotřeba jogurtu ve Spojených státech amerických za rok 2021 činila 6,5 kg na osobu, což je dvakrát méně než v Evropských zemích (Shahbandeh, 2022).

V České republice bylo v roce 2017 průměrně zkonsumováno jednou osobou 15,3 kg fermentovaných mléčných výrobků a z toho 10,8 kg jogurtů (Kopáček, 2018). Další české statistiky zařazují jogurt do kategorie – ostatní mléčné výrobky a jejich spotřeba za rok 2022 byla 35,7 kg na osobu (Český statistický úřad, 2023).

### **3.1.3 Výroba jogurtu**

Jogurty se vyrábí z různých složek včetně stabilizátorů, aromat, ovoce a bakteriálních kultur, avšak hlavní složkou je mléko (Weerathilake et al., 2014). Dle způsobu výroby a fyzikální struktury koagula existují dva hlavní typy jogurtů, a to jogurt s nerozmíchaným koagulátem (Set yogurt) a jogurt s rozmíchaným koagulátem (Stirred yogurt) (Tamime, Deeth, 1980). Hlavní kroky výroby těchto dvou typů jogurtů jsou standardizace mléka, homogenizace, tepelné ošetření, fermentace a chlazení, viz. obrázek 1 (Lee, Lucey, 2010).

#### Výběr mléka

Vhodné mléko pro výrobu jogurtů je s nejmenším celkovým počtem mikroorganismů. Záleží také na jejich druhovém zastoupení, nežádoucí je vysoký počet psychotrofních mikroorganismů. Při výběru mléka se z důvodu velké citlivosti kyselých kultur sledují také inhibiční faktory, jako jsou antibiotika, bakteriofágy, zbytky dezinfekčních prostředků apod. (Kadlec et al., 2009).

#### Standardizace tuku a tukuprosté sušiny

Standardizace mléka zahrnuje úpravu obsahu tuku ve výrobku přidáním smetany nebo odtučněného mléka tak, aby byl získán produkt o požadovaném obsahu tuku (Lee, Lucey, 2010). U fermentovaných mléčných výrobků včetně jogurtů je nejobvyklejší rozmezí obsahu tuku v rozmezí 0,5 – 3,5 %. (Kadlec et al., 2009). V případě vyššího obsahu tuku než 10 % se jedná o smetanový jogurt (Vyhláška č.274/2019, 2019).

Standardizace se týká také tukuprosté sušiny neboli složek neobsahujících tuk, mezi které patří laktóza, minerální látky a bílkoviny (Sfakianakis, Tzia, 2014). Minimální požadovaný obsah sušiny bez tuku ve většině zemí (včetně ČR) se pohybuje kolem 8,2 – 8,6 % a minimální požadovaný obsah bílkovin je 2,7 % (Lee, Lucey, 2010; Weerathilake et al., 2014)

#### Homogenizace

Hlavním úkolem homogenizace je zabránění separaci tuku a jeho stoupání a usazování se na povrchu výrobku během fermentace nebo skladování (Chandan, Kilara, 2013). Mléko se homogenizuje působením tlaku, obvykle 20-25 MPa při teplotě 65-70 °C. Homogenizace zlepšuje stabilitu a konzistenci jogurtů (Kadlec et al., 2009).

#### Tepelné ošetření

Tepelné ošetření mléka se používá za účelem snížení patogenních mikroorganismů a enzymů, kvůli zdravotní nezávadnosti, ale také z důvodu přípravy substrátu pro jogurtovou kulturu (Chandan, Kilara, 2013). Ošetření teplem ovlivňuje konečnou strukturu a viskozitu jogurtu, zároveň odstraňuje rozpuštěný kyslík v mléce, na které jsou startovací bakterie senzitivní (Weerathilake et al., 2014). Běžně se mléko ošetřuje vysokou pasterizací, která vyžaduje teploty 90-95 °C po dobu 5 minut, nebo 85 °C po dobu 30 minut (Lee, Lucey, 2010).

#### Chlazení a přidání startovací kultury

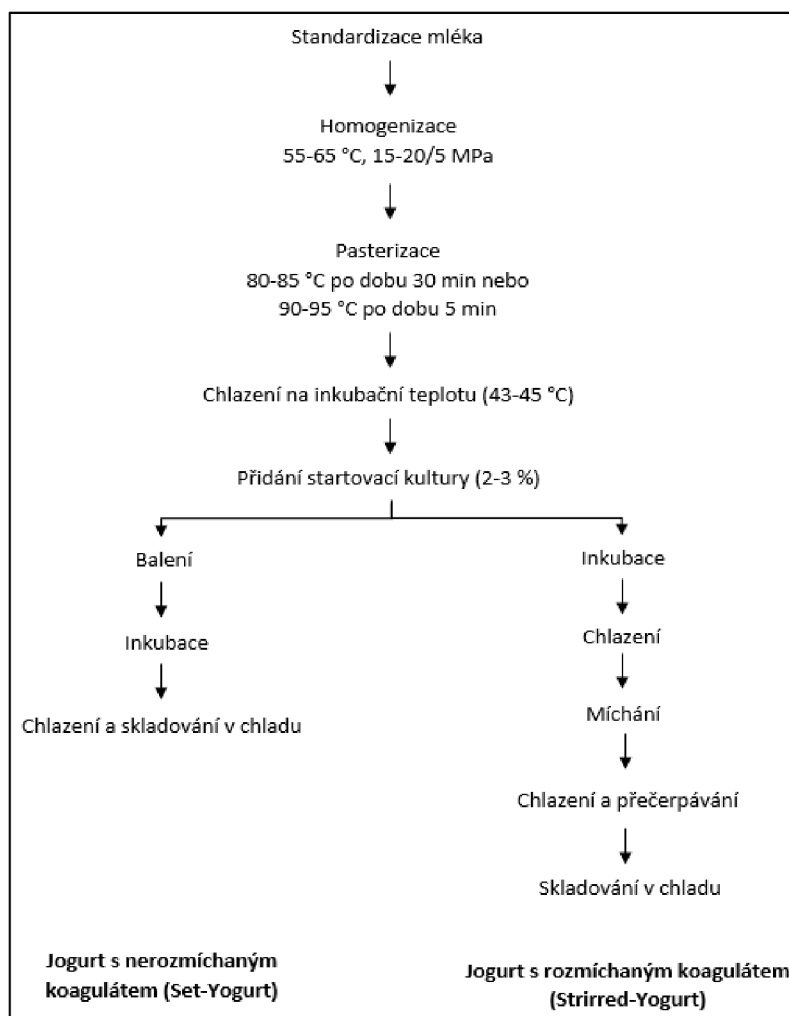
Mléko je po pasterizaci zchlazeno na teplotu 40-45 °C, která je vhodná pro inokulaci jogurtové kyselové kultury (Lee, Lucey, 2010). Standardní jogurtová kultura se skládá z termofilních bakterií *Streptococcus thermophilus* a *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* většinou v poměru 2:1 nebo 1:1 (Weerathilake et al., 2014; Dan et al., 2023).

#### Fermentace a chlazení

Samotná fáze fermentace je komplexním procesem v celém výrobním postupu, který má vliv na kvalitu a sensorické charakteristiky finálního výrobku (Sfakianakis, Tzia, 2017). U jogurtu s nerozmíchaným koagulátem se do mléka se kyselovou kulturou rovnou přidávají další přísady a směs se naplní do spotřebitelských obalů. Takto připravené výrobky se přemístí do zracích prostorů, kde probíhá fermentace po dobu 2-4 hodin, za teploty 40-45 °C (Kadlec et al., 2009). Jogurt s rozmíchaným koagulátem vzniká fermentací ve velké procesním tanku. Fermentace probíhá při teplotě 30 °C po dobu 10-12 hodin. Další přísady jako ovocná složka či aroma se přidávají do jogurtu při čerpání koagulátu ze zásobního tanku do plnicího zařízení. Po dokončené fermentaci a rozmíchání koagulátu se výrobek plní do obalů (Kopáček, 2018; Kadlec et al., 2009). Během bakteriální fermentace se laktóza přeměňuje na kyselinu mléčnou, která sráží mléko a dává tím jogurtu charakteristickou texturu, chuť a vůni (Lee, Lucey, 2010). Po získání požadované hodnoty pH 4,5, se jogurty před přidáním dalších složek zchladí na méně než 10 °C, v tomto případě se jedná o jednofázové chlazení. Dvoufázové chlazení spočívá v rychlém snížení teploty jogurtu pod 20 °C a následně se teplota postupně sníží na 5 °C. Tyto procesy inhibují růst a metabolickou reakci kyselové kultury a zabraňují další produkci kyselin (Sfakianakis, Tzia, 2014).



Obrázek 1: Schéma výrobního procesu jogurtu s rozmíchaným a nerozmíchaným koagulátem (Lee, 2010)



### 3.2 Mikroorganismy používané k výrobě jogurtů

Jogurt se získává z mléka fermentací kyseliny mléčné symbiotickým působením bakterií *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Počáteční pH mléka podporuje růst *S. thermophilus*, který produkuje kyselinu pyrohroznovou, kyselinu mravenčí a oxid uhličitý. Tyto látky snižují pH a podporují tím růst *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, který hydrolyzuje mléčné bílkoviny na peptidy a aminokyseliny, které stimulují růst bakterií *S. thermophilus*. Procesem fermentace vzniká z laktózy působením bakteriální kultury kyselina mléčná. Tento proces má za následek snížení pH a srážení mléčné bílkoviny, což dodává jogurtu charakteristickou viskózní gelovou strukturu (Routray, Mishra, 2011; Nagaoka, 2019).

Bakterie mléčného kvašení (BMK) jsou grampozitivní, nesporulující, katalasa-negativní koky nebo tyčinky postrádající cytochromy, pocházející z anaerobního prostředí. Dále jsou charakterizovány jako acidotolerantní, aerotolerantní mikroorganismy náročné na živiny, fermentující sacharidy a vyšší alkoholy za vzniku kyseliny mléčné. Některé druhy BMK jsou

součástí přirozené mikrobioty lidské ústní dutiny, vagíny a gastrointestinálního traktu (Suliman Ma, 2009, Horáčková, 2018). BMK používané v potravinářství plní tři hlavní funkce: technologickou, protektivní a probiotickou. Technologická funkce spočívá ve schopnosti bakterií přeměňovat substráty, jako jsou sacharidy, bílkoviny a lipidy, na metabolity, které ovlivňují chuť, vůni a konzistenci potravin. Protektivní funkce je realizována produkcí inhibičních látek, jako jsou organické kyseliny, oxid uhličitý, peroxid vodíku, deriváty aminokyselin, bakteriociny, které brání růstu a přežití nežádoucích mikroorganismů a patogenů v potravinách. Probiotická funkce vyplývá z mikrobiologických, biochemických a chemických aktivit, které příznivě ovlivňují zdravotní stav konzumenta (Horáčková et al., 2018).

### 3.2.1 Rod *Streptococcus*

*Streptococcus thermophilus* je jediným druhem tohoto rodu, který se používá v mléčných kyselinových kulturách, především při výrobě některých druhů sýrů a jogurtů. Tento druh je klasifikován jako termofilní mikroorganismus, morfologicky se jedná o koky, které se vyskytují v párech nebo řetězcích. Produkuje pouze kyselinu mléčnou, oxid uhličitý se z glukózy netvoří (Mullan, 2014).

*Streptococcus thermophilus* je považován za nejbezpečnější druh pro fermentaci, může být použit k výrobě fermentovaných mléčných výrobků samostatně anebo s různými druhy bakterií z rodu *Lactobacillus* (Guo et al., 2021).

### 3.2.2 Rod *Lactobacillus*

Existuje více než 200 druhů bakterií tohoto rodu (Hill et al., 2018). V roce 2020 došlo k reklasifikaci rodu *Lactobacillus*, spousta druhů se aktuálně jmenuje jinak, avšak v této práci jsou použity staré názvy (Horáčková, 2020).

Laktobacily jsou tyčinkovité grampozitivní bakterie. Morfologicky jsou různé, vyskytují se jako dlouhé štíhlé rovné tyčinky, zakřivené nebo krátké téměř kolovité tyčinky (Chandan, Kilara, 2013). *Lactobacillus* spp. kolonizují gastrointestinální trakt a urogenitální trakt lidí a zvířat. Vyskytují se v řadě potravinářských výrobků od ovoce a zeleniny až po řadu přirozeně fermentovaných produktů (Hill et al., 2018). Mnoho kmenů tohoto rodu jsou rozsáhle studovány a využívány jako fermentační startovací kultura a lidská probiotika, hlavně z důvodu odolnosti vůči žluči a schopností přilnout ke střevní mikrobiotě, což jim umožňuje nahradit patogenní bakterie (Ozogul, Hamed, 2016; Hill et al., 2018).

*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* je hlavní bakterie používaná k výrobě jogurtu a významnou roli hraje při zrání některých sýrů a v procesech dalších fermentovaných

produktů. Při fermentaci mléka produkuje acetaldehyd, který je nositelem aroma jogurtů (Kalhotka et al., 2009).

*Lactobacillus acidophilus* se vyskytuje v trávicím traktu lidí a pochvě lidí a zvířat. Jeho metabolická aktivita vede k produkci chuti a vůně, které vytvářejí charakteristické organoleptické vlastnosti fermentovaných potravin a zároveň potlačuje kažení výrobků (Ozogul, Hamed, 2016).

*Lactobacillus pentosus* se v lidském mateřském mléce vyskytuje jako probiotikum. Při výrobě jogurtu bývá využit jako doplněk ke standardní kyselé kultuře, nebo může dokonce kyselou kulturu nahradit (Farag et al., 2022).

*Lactobacillus plantarum* patří mezi bakterie mléčného kvašení, je součástí střevní mikrobioty a používá se jako startovací kultura při fermentaci potravin, hlavně z důvodu pozitivního vlivu na zdraví konzumenta (Farag et al., 2022).

*Lactobacillus rhamnosus* je probiotický mikroorganismus, který se nachází v lidském mateřském mléce (Farag et al., 2022). *Lactobacillus rhamnosus* produkuje sloučeninu, známou jako bakteriocin, s antimikrobiální aktivitou proti anaerobním bakteriím jako jsou *Clostridium*, *Bacteroides*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Streptococcus* a *Salmonella* (Gorbach et al., 2017). Jedná se o jeden z nejvíce prostudovaných a používaných druhů v probiotických potravinách a doplňcích stravy (Nyanzi et al., 2021). Má potenciální příznivé účinky v mnoha orgánových systémech a chorobných stavech. Zároveň bylo prokázáno, že je velmi bezpečný a dobře snášený spotřebitelem (Gorbach et al., 2017).

*Lactobacillus casei* je probiotický kmen se zdravím prospěšnými vlastnostmi a mnoha možnými aplikacemi v potravinářství. Při výrobě jogurtu může být součástí kyselé kultury nebo může být pouze doplněn ke standardní jogurtové kultuře (Farag et al., 2022).

### 3.2.3 Rod *Bifidobacterium*

V minulosti se rod *Bifidobacterium* řadil mezi BMK, ale v současné době se už řadí do kmene *Actinobacteria*. Bakterie patřící do tohoto rodu zkvašují sacharidy za vzniku kyseliny mléčné a kyseliny octové v poměru 2:3, ale neprodukují oxid uhličitý (Plocková, Horáčková, 2018). Bifidobakterie jsou charakterizovány jako grampozitivní, nesporulující, nepohyblivé a kataláza-negativní bakterie. Vzhledem k anaerobní povaze bifidobakterií je jejich izolace, pěstování a uchování obtížné (Chandan, Kilara, 2013). Bifidobakterie představují jeden z nejhojnějších rodů přítomných v gastrointestinálním traktu kojenců a lidí v raném věku, hrají důležitou roli ve střevní homeostáze a vývoji imunitního systému (Uusitupa et al., 2020).

*Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* je jedním z nejběžnějších druhů používaných jako probiotikum v komerčních produktech a fermentovaných potravinách, z důvodů vyšší toleranci ke kyslíku a odolnosti vůči pH a teplotním podmínkám. Původně byl izolován z lidských výkalů a byl vybrán pro svou bezpečnost a účinnost jako probiotikum s vysokou schopností adheze a odolností vůči žaludečním kyselinám a žlučovým solím, což mu dává vysokou schopnost kolonizace (Morales, Ruiz, 2016).

*Bifidobacterium longum* se vyskytuje v lidském trávicím traktu, zejména v lidském tlustém střevě a je znám svým pozitivním vlivem na lidské zdraví. Toto probiotikum je často přítomné v různých fermentovaných potravinách, jako jsou jogurty a kefíry, často bývá přidáno do probiotických doplňků stravy (Nishinari et al., 2018; Rashidinejad, Singh, 2021).

*Bifidobacterium longum* subsp. *infantis* se přirozeně vyskytuje v lidském trávicím traktu, zejména u novorozenců a kojenců. Je známý svou schopností štěpit a fermentovat látky přítomné v mateřském mléce. Tato bakterie je často přítomna v probiotických doplňcích stravy určených pro kojence a batolata a v některých fermentovaných mléčných výrobcích (Canganella et al., 2000; Hidalgo-Cantabrana et al., 2018).

*Bifidobacterium bifidum* je často využívaná ve výrobě mléčných fermentovaných potravinách. Tato bakterie se přirozeně vyskytuje v lidském trávicím traktu (Shah, 2011).

### **3.3 Kvalitativní znaky jogurtu**

Definice kvality potravin není jednoznačná, kvalitou je možné se zabývat z hlediska technického nebo výrobního, stejně tak jako z hlediska spotřebitelského, strategického či metafyzického. U potravin se často liší vnímání kvality spotřebitelem před nákupem od způsobu vnímání kvality potraviny po spotřebě (Jover et al., 2004). Kvalita potravin se dá obecně popsat jako požadavky nutné k uspokojení potřeb a očekávání spotřebitelů. Do souboru požadavků definující kvalitu potravin jsou zahrnuty: bezpečnostní požadavky (absence "rizikových faktorů"), komoditní, sensorické, nutriční, výrobní, etické, garantované a tržní požadavky a požadavky na balení produktu (Peri, 2006).

Kvalita jogurtu se hodnotí laboratorně, kde se zjišťují mikrobiologické, fyzikální a chemické parametry, a také sensoricky. Mezi sensorické kvalitativní faktory patří chuť, vůně, textura, barva a konzistence. Hodnocení kvality jogurtu obvykle probíhá 24 hodin po ukončení jeho výroby. Vedle hodnocení sensorických prvků, probíhá mikroskopické vyšetření, měření titrační kyselosti a pH, test produkce acetaldehydu, analýza složení (tuk, bílkoviny a celková sušina), test na koliformní organismy a zkouška trvanlivosti po 4 dnech skladování při teplotě 15 °C (Kroger, 1976).

Chuť, aroma, konzistenci a texturu jogurtu ovlivňuje mnoho parametrů jako např. jogurtová kultura, fermentace a použitá teplota, druh mléka a obsah tukuprosté sušiny mléčného základu a podmínky skladování. (Soukoulis et al., 2007; Routray, Mishra, 2011). Chuť je charakteristickou vlastností potravin, ovlivňuje jejich přijetí spotřebitelem a je také často spojována s pocitem pohody spotřebitele (Routray, Mishra, 2011). Jogurt je charakterizován jako hladký viskózní gel s charakteristickou chutí ostré kyseliny a zeleného jablka (Chen et al., 2017). Chuť a vůně zakysaných mléčných výrobků se vyznačují četnými bakteriálními metabolity, některé jsou vedlejší produkty mléčného kvašení nebo jsou produkovány jiným reakčními mechanismy. Kyselina mléčná je jedna z hlavních sloučenin, která se podílí na charakteristické jogurtové chuti (Routray, Mishra, 2011). Na charakteristickém jogurtovém aroma se podílejí hlavně složky kyselina mléčná, acetaldehyd, diacetyl, acetoin, 2-butanon a další látky (Chen et al., 2017). V případě ovocného nebo jinak ochuceného jogurtu závisí na kvalitě ochucující složky. Přidaná složka má vliv na chuť, barvu a mikrobiální kontaminaci výsledného jogurtu (Kroger, 1976).

Nutriční složení jogurtu je závislé hlavně na vstupní surovině, tedy mléce, ale je ovlivněno dalšími výrobními procesy a skladováním. Obsah bílkovin v jogurtu je vyšší než u mléka, hlavně z důvodu přidání odtučněného sušeného mléka, čímž se zvyšuje obsah bílkovin v konečném produktu. Bílkoviny z jogurtu jsou také snadněji stravitelné, z důvodu přetrávení mléčných bílkovin bakteriemi mléčného kvašení. Dále je jogurt bohatým zdrojem vápníku, hořčíku, fosforu a vitaminů B (Adolfsson et al., 2004).

Informace, které jsou uvedeny na obalu jogurtu musí splňovat Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011. Mezi povinné informace uvedené na obalu jogurtu patří zákonný název potraviny, seznam složek, alergeny, čisté množství potraviny, množství určitých složek nebo skupin složek, datum použitelnosti, podmínky uchování, země původu, jméno nebo obchodní název, adresu provozovatele potravinářského podniku, pod jehož jménem je potravina uváděna na trh a výživové údaje. Dále se musí splnit požadavky na označení kysaných nebo zakysaných mléčných výrobků dle vyhlášky č. 274/2019 sb., která udává že tyto výrobky musí být označeny názvem druhu, skupiny a podskupiny. Dále musí být na obalu uveden obsah tuku a použitá ochucující složka.

### **3.4 Mikrobiologická kvalita jogurtu**

Mikrobiologickou kvalitou jogurtu se rozumí zdravotní nezávadnost. Z důvodu obsahu živých mikroorganismů je jogurt vysoce náchylný k bakteriální kontaminaci. Dosáhnout nezávadného jogurtu lze dostatečným sledováním mikrobiologické kvality mléka před

výrobou, během výroby a správným skladováním výsledného produktu (Matin et al., 2018). Za mikrobiologickou kvalitu mohou konzumenti považovat počet druhů a celkové množství prospěšných mikroorganismů v jogurtech, tedy množství základní jogurtové kultury a množství dalších přidaných bakterií, nejčastěji bakterie rodu *Bifidobacterium* a *Lactobacillus acidophilus* (Kalhotka et al., 2009).

Různé poměry bakterií jogurtové kultury mají vliv na konečnou kvalitu jogurtu. Obecně je poměr *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus* v zákysové jogurtové kultuře 1:1 a 1:2. Typickou jogurtovou chuť, texturu a aroma jogurtu ovlivňuje symbiotický vztah bakterií v jogurtové kultuře prostřednictvím výměny metabolitů. *Streptococcus thermophilus* využívá peptidy a volné aminokyseliny produkované *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, zatímco *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* využívá kyselinu pyrohroznovou, kyselinu mravenčí, kyselinu listovou a mastné kyseliny s dlouhým řetězcem produkované *Streptococcus thermophilus* (Dan et al., 2023).

Ke zvýšení počtu a různých kmenů zdravích prospěšných bakterií a zároveň i ke snížení patogenů v jogurtech se přidávají probiotické bakterie. Probiotika, přidávána do jogurtu a dalších mléčných výrobků, musí splňovat několik kritérií. Musí být zdraví prospěšná, technologicky vhodná a kompatibilní s jogurtovými kulturami, aby byl zajištěn správný fermentační proces (Nyanzi et al., 2021). Produkce kyseliny mléčné *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* během skladování tzv. postkyselení, vystavení kyslíku a nízké teploty během skladování mohou negativně ovlivnit schopnost probiotických mikroorganismů přežít. Laktobacily jsou obecně odolnější, než bifidobakterie ve srovnání s jejich reakcí na různé faktory (Coskun, Karabulut Dirican, 2019; Bandiera et al., 2013). Během fermentace jogurtu produkují jogurtové kultury inhibiční látky, které mohou ovlivnit životaschopnost probiotických kmenů. Proto je klíčové najít optimální okamžik pro přidání každého probiotika během výrobního procesu jogurtu. (Bandiera et al., 2013).

Probiotické bakterie mohou negativně ovlivnit růst ostatních zákysových bakterií během fermentace jogurtu, a to prostřednictvím produkce metabolitů. Tyto metabolity mohou prodloužit proces fermentace a inhibovat růst jiných bakterií. Bakterie *Lactobacillus acidophilus* produkuje bakteriocin Acidophilin LA-1, který brání růstu bakterie *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Naopak *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* produkuje peroxid vodíku, který zpomaluje vývoj bakterie *Lactobacillus acidophilus* (Coskun, Karabulut Dirican, 2019).

Studie ukázala, že přídavek *Lactobacillus casei* v jogurtu nijak výrazně neovlivňuje množství jogurtové kultury během skladování. Množství *Lactobacillus casei* se však po 7 dnech

skladování snížilo, pravděpodobně z důvodu nízké teploty. Následně došlo k nárůstu populace bakterie v důsledku adaptace na matrici, po 21 dnech skladování se však množství opět snížilo z důvodu kyselého prostředí a nedostatku živin (Bandiera et al., 2013).

### 3.4.1 Mikrobiologické vady jogurtů

Ročně onemocní v důsledku kontaminovaných potravin každý desátý člověk (WHO, 2022). Nebezpečí růstu kontaminující mikrobioty mezofilními bakteriemi mléčného kvašení, koliformními bakteriemi, kvasinkami nebo plísněmi může nastat při nižší teplotě a delším času fermentace (Kalhotka et al., 2009). Z mikrobiálního hlediska je tedy bezpečnější jogurt s nerozmíchaným koagulátem z důvodu fermentace za vyšší teploty a kratší dobu. Tím vzniká více kyseliny mléčné, čímž je znemožněn růst kontaminujících bakterií (Pytel et al., 2018). Jogurty s přidaným cukrem a ovocem mohou být více náchylné k růstu kvasinek, ale i přesto se konzumace ochucených smetanových jogurtů zvyšuje (Matin et al., 2018; Pytel et al., 2018).

*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp., a dále plísně a gramnegativní bakterie jsou spojovány s infekcí pocházející od jogurtů. Tyto mikroorganismy produkují enterotoxin, který je hlavní příčinou otravy potravinami (Olaniran et al., 2022). Kontaminace jogurtu je nejčastěji způsobena plísněmi z čeledi *Mucoraceae*, které mají silnou proteolytickou a lipolytickou aktivitu, což způsobuje intenzivní zápach produktu. *Saccharomyces cerevisiae* a *Kluyveromyces fragilis* jsou nejčastější kvasinky kontaminující jogurt, mění chuť a vytváří bublinky v koagulu. Tyto změny jsou nejvíce pozorovatelné u ochucených jogurtů. Předcházet mikrobiální kontaminaci lze dodržováním hygienických podmínek při výrobě jogurtu a správném skladování. Při skladování v lednici do 5 °C je trvanlivost jogurtu 3-4 týdny (Pytel et al., 2018).

## 3.5 Vliv jogurtu na zdraví konzumenta

Jogurt obsahuje velké množství živin, jako jsou vápník, draslík, hořčík, vitamin B12 a B2 a můžou být do něj přidány další živiny např. další vitamíny, antioxidanty, vláknina. Jogurt je zdrojem vysoce kvalitních bílkovin, které jsou důležité pro zdraví kostí a budování a udržování svalové hmoty. Bílkoviny ve stravě přispívají k pocitu sytosti, což pomáhá při regulaci hmotnosti. (Freitas, 2017). Kromě plnění nutričních potřeb má jogurt podle výzkumů pozitivní vliv na střevní mikrobiotu. Je spojen se zlepšením intolerance laktózy (zejména u dětí), snížením rizika kardiovaskulárních onemocnění, metabolického syndromu a diabetu 2. typu. Dále může přispívat k redukci alergií, respiračních onemocnění a zlepšení zdraví zubů a kostí. Vzhledem k těmto pozitivním účinkům může být jogurt atraktivní alternativou k jiným mléčným výrobkům pro zvýšení příjmu živin a posílení celkového zdraví, přičemž pomáhá

předcházet nemocem ve společnosti (Fisberg, Machando, 2015). Výše zmíněné i další potenciální zdravotní přínosy lze získat prostřednictvím jogurtů, které obsahují dostatečné množství životaschopných probiotických mikroorganismů, konkrétně  $10^7$  KTJ/g a pokud bude konzument jogurt jíst pravidelně (Mahmoudi et al., 2021; Nyanzi et al., 2021). Zdravotní přínosy konkrétních probiotických kmenů jsou zobrazeny v tabulce č. 1 (Nyanzi et al., 2021).

Tabulka 1: Probiotické kmeny, které mají příznivý vliv na zdraví konzumenta (Nyanzi, 2021)

Potenciální přínos	Probiotické kmeny	Výsledky
Zlepšení tolerance laktózy, zlepšení střevní mikrobiální rovnováhy, prevence nebo kontrola infekce <i>Helicobacter pylori</i>	<i>Lactobacillus johnsonii</i> La1 <i>Lactobacillus salivarius</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> LB	Inhibice růstu patogenu a snížení aktivity enzymu ureázy, která je nezbytná k tomu, aby patogen zůstal v kyselém prostředí žaludku
Zlepšení střevní funkce, snížení hladiny cholesterolu, syntéza vitaminů skupiny B, léčba prevence průjmu způsobených patogenními bakteriemi a viry	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG <i>Lactobacillus casei</i> <i>Bifidobacterium lactis</i> BB-12 <i>Bifidobacterium bifidum</i> <i>Streptococcus thermophilus</i>	Prevence a léčba akutních průjmů způsobených bakteriálními infekcemi
Stimulace slizničního imunitního systému	<i>Lactobacillus casei</i> Shirota <i>Lactobacillus rhamnosus</i> HN001 <i>Lactobacillus acidophilus</i> HN017 <i>Bifidobacterium lactis</i> HN019	Zlepšení imunitních parametrů
Prevence rakoviny tlustého střeva	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LC-705 <i>Lactobacillus casei</i> Shirota <i>Lactobacillus acidophilus</i> LA-2 <i>Bifidobacterium</i> sp. <i>Propionibacterium</i> sp.	Zabraňuje vzniku rakoviny ve střevech nebo ji oddaluje
Bakteriální a kvasinková vaginitida	<i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG	Obnovení vaginální mikrobioty
Prevence močopohlavních infekcí	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GR-1 <i>Lactobacillus reuteri</i> RC-14	Snížení rizika infekcí, díky obnovení vaginální mikrobioty
Alergické příznaky	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG <i>Bifidobacterium animalis</i> BB12	Zabraňuje vzniku alergických onemocnění
Idiopatické střevní záněty	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG	Náprava zánětlivých stavů prostřednictvím modulace gastrointestinální mikrobioty

*Lactobacillus acidophilus* má schopnost léčit gastrointestinální onemocnění jako je průjem či zácpa, dále konkuruje patogenním bakteriím v lidském těle a snižuje biosyntézu cholesterolu, což přispívá k udržení zdravé hladiny cholesterolu a pomáhá v prevenci srdečně-cévních onemocnění. Tato bakterie je schopna přednatrávit laktózu a tím umožňuje lidem s intolerancí laktózy konzumovat mléčné výrobky bez obtíží. Dále vykazuje antimikrobiální



aktivitu vůči *Helicobacter pylori*, *Candida albicans* a různým druhům plísní (Ozogul, Hamed, 2016).

Gastrointestinální trakt je osídlen různými skupinami mikroorganismů. S optimálním fungováním se aktivně podílí na metabolismu živin, energetické homeostáze, regulaci imunitních reakcí a ochraně trávicího traktu před patogeny z potravin (Kontareva et al., 2020). Při selhání těchto regulačních mechanismů nebo při nerovnováze střevní mikrobioty může dojít k abnormální reakci imunitního systému a dále také k zánětlivému onemocnění střev (Wasilewska et al., 2019). Obecně v jogurtu najdeme *L. bulgaricus* a *S. thermophilus*, tyto bakterie neobývají střeva, ale dokážou stimulovat již přítomnou přátelskou mikrobiotu a udržovat jejich celkové zdraví. Bakterie rodu *Bifidobacterium* a *L. acidophilus*, které jsou do jogurtu navíc přidávány, jsou již ve střevech přítomné a jsou tedy více zdraví prospěšné (Weerathilake et al., 2014).

Rakovina je popisována jako nekontrolovaný růst a šíření abnormálních buněk v těle, k léčení rakoviny se zapojují alternativní léčebné postupy, jako podávání jogurtu z důvodu obsahu bioaktivních peptidů, které vznikají fermentací bakteriálními kmeny mléčných bílkovin. Mechanismus je popisován tak, že záporně nabitě rakovinné a bakteriální buňky vážou kladně nabitě peptidy z probiotického mléka a bioaktivní peptidy protrhnou membrány záporně nabitých buněk, což má za následek jejich zánik (Nyanzi et al., 2021). *Lactobacillus acidophilus* má schopnost potlačovat činnost enzymů přítomných v zažívacím traktu, které mohou přeměňovat prokarcinogeny na aktivní karcinogeny. Tímto způsobem může konzumace potravin či doplňků stravy obsahující *Lactobacillus acidophilus* přispívat k prevenci rakoviny nebo snižovat její riziko (Ozogul, Hamed, 2016).

### **3.6 Vliv aditiv na mikrobiologickou kvalitu jogurtů**

Přidatné látky v potravinářství jsou látky, které nejsou běžně konzumovány samy o sobě jako potraviny, ale jsou cíleně přidávány do potravin z technologických důvodů, jako například pro konzervaci potravin, barvení atd. (Státní zemědělská a potravinářská inspekce [SZPI], 2017). Látky, jako jsou emulgátory, stabilizátory a zahušťovadla se v potravinářském průmyslu používají k modifikaci textury a sensorických vlastností (Saha, Bhattacharya, 2010). Stabilizátory potravin mají v jogurtu dvě základní funkce, a to vázání vody a zlepšení textury, čímž přispívají k dosažení charakteristických vlastností jogurtu, a to ke správné konzistenci, chuti, vzhledu a viskozity. Stabilizátory jako např. pektin, želatina a různé škrobové produkty jsou do jogurtu přidávány za účelem potlačení synereze tzn. oddělování syrovátky. Toho lze také dosáhnout modifikací mléčných bílkovin (Weerathilake et al., 2014; Jia et al., 2017).

Zahušťovadla zvyšují viskozitu potravin, aniž by došlo k jiným změnám v jejich vlastnostech a využívají se například při výrobě mražených dezertů, džemů a mléčných výrobků (Faustino et al., 2019).

Koření jsou považována za funkční ochucovadla, jejich přidáním do jogurtu se nijak neovlivní jogurtová kultura ani přidané probiotické mikroorganismy. Dalším ochucovadlem přidávaným do jogurtů je ovoce, které se přidává hlavně z důvodu zlepšení chuti. Během studie zjistili, že jahodový jogurt na konci skladování obsahuje vyšší množství bakterie *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, než na počátku. Naopak u broskvového jogurtu bylo množství *L. bulgaricus* nižší, ale obsah bakterie *Streptococcus thermophilus* se zvýšil. U banánového jogurtu byl zjištěn nižší obsah mikroorganismu *Streptococcus thermophilus* (Farang et al., 2022). U jahodového jogurtu obsahujícího *Bifidobacterium bifidum* a *Lactobacillus acidophilus* se ukázali vyšší počty kvasinek a plísní než u kontrolního vzorku bez probiotických bakterií, počet kvasinek a plísní se v průběhu skladování zvyšoval. Počet těchto dvou druhů probiotických bakterií klesal v průběhu skladování, což bylo pravděpodobně způsobeno kyselostí jogurtu. I přesto konečný počet životaschopných probiotických bakterií splňoval legislativní hodnoty  $10^6$  KTJ/g. Množství jogurtové kultury bylo v tomto výzkumu po celou dobu skladování stabilní a nebylo ovlivněno ani probiotickými bakteriemi ani jahodovým ochucením (Turgut, Cakmakci, 2018). U jogurtu s přídavkem borovicového medu byl zaznamenán nižší počet bakterií *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Lactobacillus acidophilus*, ale i přesto byl dodržen minimální počet těchto bakterií v jogurtu ( $10^6$  KTJ/g). Počet bakterií *Streptococcus thermophilus* byl vyšší ve srovnání s kontrolním vzorkem po dobu skladování 21 dnů (Coskun, Karabulut Dirican, 2019).

Přidáním chia mouky do jogurtu se nijak neovlivní počet či životaschopnost bakterií mléčného kvašení, avšak je ovlivněna trvanlivost jogurtu, z důvodu konečného vyššího množství plísní a kvasinek. U jogurtu s přidanou quinoovou moukou se s vyšším množstvím mouky snižuje množství BMK, pravděpodobně v důsledku vyšší přítomnosti saponinů, které ovlivňují podmínky růstu bakterií. V jogurtu s přidanou 5 % bambusovou vlákninou byl zjištěn vyšší nárůst BMK než u kontrolního vzorku, avšak bambusová vláknina nemá výrazný vliv na růst kvasinek a plísní v jogurtu. Nopálový prášek v jogurtu má tendenci snižovat počet BMK, avšak s vyšším množstvím prášku v jogurtu se zvyšuje počet kvasinek a plísní. Přidáním jablečné vlákniny do jogurtu se zvýšil počet kvasinek a plísní, nijak významně ale neovlivňuje počet BMK (Pytel et al., 2018).

### 3.7 Mikrobiologické a kvalitativní znaky jogurtu ve světě

Mezinárodní organizace Codex Alimentarius uvádí, že v jogurtu musí být minimální množství  $10^7$  KTJ/g startovací kultury. Výrobek označený názvem jogurt musí mít jako startovací kulturu symbiotickou směs bakterií *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. V případě startovací kultury, která obsahuje *Streptococcus thermophilus* a jakýkoliv druh bakterie z rodu *Lactobacillus*, se jedná o alternativu jogurtu a musí to být výrazně vyznačeno na produktu. Z těchto předpisů a dalších norem týkající se bezpečnosti potravin, které tato organizace vytvořila, se vytváří národní normy většiny států. Dá se tedy předpokládat, že mikrobiologické požadavky na kvalitu jogurtů v různých státech budou velmi podobné (Food and Agriculture organization of the United Nations, 2003).

Ve Švýcarsku musí být jogurt, u kterého byla použita startovací kultura s obsahem *Streptococcus thermophilus* s jakýmkoliv jiným neškodným druhem *Lactobacillus* než s *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* označen jako „Joghurt mild“ v překladu „jemný jogurt“. Tento výrobek musí také poskytovat informace o změně vlastností jogurtu způsobené specifickými laktobacily. Do jogurtu mohou být přidány další vhodné mikroorganismy, ale jejich množství a speciální druhy už nejsou legislativou specifikovány. Švýcarská legislativa oproti české legislativě podrobněji specifikuje obsah tuku v jogurtech. Ve Švýcarsku se rozdělují jogurty dle obsahu mléčného tuku na odtučněné, kde je obsah mléčného tuku maximálně 0,5 %. Dále polotučné, které obsahují mléčný tuk v rozmezí 0,5 % - 3,5 % a plnotučné, které musí obsahovat nejméně 3,5 % mléčného tuku. Smetanové jogurty musí obsahovat nejméně 5 % mléčného tuku (Das Eidgenössische Departement des Innern (EDI), 2016). Česká legislativa rozděluje jogurty dle obsahu tuku pouze na jogurty bílé s obsahem mléčného tuku méně než 10 % a jogurty smetanové bílé, které musí obsahovat minimálně 10 % mléčného tuku (Vyhláška č.274/2019, 2019). Americká legislativa uvádí, že jogurt je potravina s charakteristickou bakteriální kulturou *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*. Do jogurtu mohou být přidány další bakteriální kultury, avšak není blíže specifikováno množství, ani o jaké druhy se může jednat. Pokud je název jogurtu doplněn o větu „obsahuje živé a aktivní kultury“ musí výrobek obsahovat minimální množství kultury  $1 \cdot 10^7$  KTJ/g v době výroby a  $1 \cdot 10^6$  KTJ/g po celou dobu trvanlivosti stanovené výrobcem. Jogurt musí obsahovat nejméně 3,25 % mléčného tuku. Jestliže obsahuje méně tuku, musí to být výrazně označeno na obalu výrobku, pokud se jedná o jogurt s nižším obsahem tuku než 2,44 %, jedná se modifikovaný výrobek (U.S. Government Publishing Office, 1998).

Turecká legislativa týkající se mikrobiologických požadavků jogurtu se neliší od české legislativy v množství ani specifikaci jogurtové kultury, ani v případě přidaných mikroorganismů. V Turecku musí být v jogurtu více jak 3,8 % mléčného tuku, v případě nízkotučného jogurtu se musí obsah tuku pohybovat v rozmezí 2 % - 1,5 %, u odtučněného jogurtu musí být obsah tuku v jogurtu menší než 0,5 % (Ministry of Food, Agriculture and Livestock, 2015),

V Austrálii je jogurt definovaný jako fermentované mléko, v němž bylo kvašení provedeno mikroorganismy produkující kyselinu mléčnou a produkt musí obsahovat nejméně  $1 \cdot 10^6$  KTJ/g mikroorganismů použitých při fermentaci. Podrobnější specifikace kvalitativních požadavků australská legislativa neuvádí (Australian Government, 1991).

## 4 Materiál a metodika

Pro stanovení mikrobiologické kvality jogurtu byla použita kultivační plotnová metoda dle technické normy ČSN ISO 7889 (571420) Jogurt – Stanovení počtu charakteristických mikroorganismů – Technika stanovení počtu kolonií při 37 °C, která udává stanovení počtu charakteristických mikroorganismů pro jogurt s využitím selektivních kultivačních medií.

### 4.1 Výběr a odběr vzorků

K mé bakalářské práci bylo náhodně vybráno 20 různých jogurtů z několika obchodních řetězců, jejichž specifikace se nachází v tabulce č.2 a v přílohách č. 1-20. Následně bylo z každého jogurtu odebráno 1 ml vzorku injekční stříkačkou asepticky přes víčko jogurtu. Vzorek byl vložen do 1. vialky ředící řady.

Tabulka 2: Specifikace vzorků

Vzorek č.	Název výrobku	Datum spotřeby	Deklarace výrobce
1	Jogurt Olma Klasik	17.07.2022	jogurtová kultura
2	Selský jogurt - bílý HOLLANDIA	22.07.2022	jogurtová kultura, kultura <i>Bifidobacterium</i> a <i>Lactobacillus acidophilus</i> (10 <sup>6</sup> /g)
3	Mlékárna Kunín - borůvkový jogurt	18.07.2022	jogurtová kultura
4	Bílý jogurt Natur Albert	02.08.2022	jogurtová kultura
5	Bílý jogurt z Valašska	31.07.2022	jogurtová kultura
6	Activia bílá, Danone	14.08.2022	jogurtová kultura a kultury <i>Bifidus ActiRegularis</i> v počtu min. 4x10 <sup>9</sup> /100g
7	Jogobella - Jogurt se zahradním ovocem ZOTT	19.08.2022	jogurtová kultura
8	Farmářský jogurt višeň BIO Vavřinec	29.07.2022	jogurtová kultura
9	Bílý jogurt BIO Nature's promise	13.08.2022	jogurtová kultura
10	Jogurt banán MILA suatirol	31.07.2022	jogurtová kultura
11	Olma Florian active+ bílý jogurt	11.08.2022	jogurtová kultura a kultura <i>Bifidobacterium BB-12</i>
12	Řecký jogurt bílý Milko	21.08.2022	jogurtová kultura s <i>Bifidobacterium BB-12</i>
13	Chocenský smetanový bílý jogurt	07.08.2022	jogurtová kultura
14	Odtučněný jogurt bílý JARMARK	22.08.2022	jogurtová kultura
15	BIO jogurt jahodový BILLA	21.08.2022	jogurtová kultura
16	Smetanový jogurt s meruňkami CLEVER	29.08.2022	jogurtová kultura
17	Athentikos jogurt jahodový mlékárna Kunín	11.08.2022	jogurtová kultura
18	BIO vanilkový jogurt Berchtesgander land	26.08.2022	jogurtová kultura
19	Bio bílý jogurt Rubelit	26.08.2022	jogurtová kultura
20	Opočenský jogurt borůvka ostružina BOHEMILK	26.08.2022	jogurtová kultura

## 4.2 Příprava médií

Před stanovením jednotlivých počtů mikroorganismů bylo potřeba připravit desítkovou ředící řadu pro lepší počitatelnost kolonií. Ředění bylo provedeno odebráním injekční stříkačkou 1 ml jogurtu a převedením do vialky s ředícím roztokem o složení viz. tabulka č. 3. Po promíchání se odtud odebral opět 1 ml vzorku a přenesl se do nové vialky s ředícím roztokem, čímž vzniklo 2. ředění ( $10^{-2}$ ). Stejným způsobem se postupovalo dle potřebného množství ředění pro jednotlivé sledované parametry.

Tabulka 3: Složení ředícího média

Trypton	0,5 g
Nutrient broth	0,5 g
Yeast extract	0,25 g
Tween	0,05 g
Cystein	0,025 g
dH <sub>2</sub> O	100 ml

Pro stanovení množství jednotlivých kmenů bakterií v jogurtech bylo použito 5 selektivních kultivačních médií. M17 agar (*Oxoid*, UK) byl použit pro růst bakterií *Streptococcus thermophilus*. Pro růst bakterií rodu *Bifidobacterium* bylo použito živné médium Wilkins – Chalgren anaerobe agar s přidaným mupirocinem o koncentraci 100 mg/l (*Oxoid*, UK). Kultivační média De Man, Rogosa a Sharpe (MRS) agar (*Oxoid*, UK) a Rogosa agar (*Oxoid*, UK) byla použita pro růst bakterií *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. MRS agar (*Oxoid*, UK) s přidanými antibiotiky ciprofloxacin (20 mg/10 ml, sterilizováno filtrací, 5 ml/l) a clinadamycin (2 mg /10 ml, sterilizováno filtrací, 0,5 ml/l) byl použit pro růst bakterií *Lactobacillus acidophilus* dle mezinárodní normy ISO 20128 (IDF 192) Mléčné výrobky – Stanovení počtu presumptivního *Lactobacillus acidophilus* na selektivní živné půdě – Technika počítání kolonií vykultivovaných při 37 °C.

### Příprava živných médií:

#### a) M17 agar

- Destilovaná voda 95 ml
- M17 agar 4,83 g
- Laktóza 5 ml

Navážený agar byl přisypán do Erlenmeyerovy baňky s destilovanou vodou. Krouživými pohyby byl zamíchán a následně byla baňka uzavřena alobalem, na který byla napsána zkratka agaru, aby se nepomíchal s ostatními médii. Poté byla baňka sterilizována v autoklávu 121 °C/15 minut. Po vytemperování byla do baňky injekční stříkačkou přidána laktóza a živné médium bylo vytemperováno ve vodní lázni na teplotu 49°C.

#### **b) WSP + MP agar**

- Destilovaná voda 100 ml
- Wilkins – Chalrgren anaerobe agar 4,3 g
- GMO – Free soya peptone 0,5 g
- L – cystein 0,05 g
- Tween 0,1 ml
- Antibiotikum Mupirocin 10 mg

Všechny suché přísady byli naváženy a nasypány do destilované vody v Erlenmeyerově baňce. Vše bylo promícháno, uzavřeno alobalem a popsáno. Následně se baňka dala vařit do vodní lázně na cca 30-40 minut. Po rozvaření a vytemperování na 49 °C bylo do baňky přidáno antibiotikum Mupirocin.

#### **c) ROGOSA agar**

- Destilovaná voda 100 ml
- Rogosa agar 6 g
- Kyselina octová 132 µl

Agar byl nasypán do Erlenmeyerovy baňky s destilovanou vodou, byl zamíchán, byl uzavřen alobalem a byl popsán. Následně se médium vařilo v hrnci po dobu 20-30 minut. Po rozvaření byla do baňky pipetou v digestoři přidána ledová kyselina octová a následně se dal agar znovu vařit na 2 minuty. Až poté byla baňka vložena do vodní lázně vyhřáté na 49 °C.

#### **d) MRS agar**

- Destilovaná voda 100 ml
- MRS agar 6,67 g

Do Erlenmeyerovy baňky s destilovanou vodou byl nasypán agar, byl promíchán, byl uzavřen alobalem, byl nadepsán a autoklávován 121 °C/15 min. Následně byl uložen do vodní lázně vyhřáté na 49 °C.

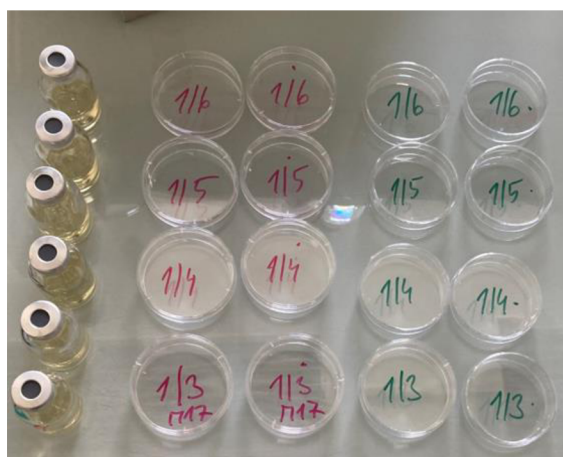
#### e) MRS agar + ATB

- Destilovaná voda 50 ml
- MRS agar 3,335 g
- Zásobní roztok ciprofloxacinu 0,25 ml
- Zásobní roztok clindamycinu 0,025 ml

Agar byl smíchán s vodou v Elenmeyerově baňce. Byl uzavřen alobalem a byl popsán. Následovně bylo médium vloženo do autoklávu na 121 °C po dobu 15 minut, aby se vysterilizovalo. Po vytemperování byla do agaru přidána antibiotika.

### 4.3 Způsob očkování

Každý vzorek z příslušného ředění byl naočkován o objemu 0,5 ml do označených Petriho misek. Po zaočkování byly misky okamžitě zality příslušným kultivačním médiem. Bakterie rodu *Lactobacillus* byli po zatuhnutí kultivačního média zality znovu pro zajištění nižší koncentrace kyslíku.



Obrázek 2: Připravená ředící řada a označené Petriho misky

### 4.4 Kultivace a způsob vyhodnocení

Plotny, které byly použity ke stanovení počtu *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* a bakterií rodu *Bifidobacterium* byly kultivovány v obrácené poloze, v anaerobní inkubační nádobě v termostatu při 37 °C po dobu 72 hodin. Plotny, které byly použity ke stanovení počtu *Streptococcus thermophilus* byly inkubovány v obrácené poloze v termostatu při 37 °C po dobu 48 hodin. Po kultivaci byl spočítán, na počítačce kolonií, počet narostlých kolonií na dvou po sobě jdoucích počitatelných plotnách. Následovně byla provedena kontrola pod mikroskopem a ověřena selektivita médií.



## 5 Výsledky

V praktické části bakalářské práce byly zjišťovány počty mikroorganismů ve 20 různých jogurtech. Laboratorní hodnoty byly zaneseny do programu MS Excel a následně byly výsledky vyhodnoceny pomocí metody uvedené v technické normě ČSN ISO 7889 (571420). Vyhodnocená data vzorků jogurtů byla konfrontována s vyhláškou č.274/2019 Sb. o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, kterou musí dané výrobky splňovat.

### 5.1 Stanovení symbiotické směsi *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*

Vyhláška č.274/2019 Sb. stanovuje, že mléčný výrobek, který je nazýván jogurtem musí obsahovat  $1 \cdot 10^7$  KTJ/g celkového počtu bakterií konkrétně *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*. V tabulce č. 4 jsou uvedené počty jednotlivých výše zmíněných mikroorganismů a také množství symbiotické směsi, která je složena z těchto dvou mikroorganismů, součtem jejich hodnot tedy získáme množství symbiotické směsi.

Všechny jogurty použité k výzkumu této bakalářské práce splňuje legislativní ustanovení o celkovém počtu mikroorganismů. Ve všech jogurtech použitých k výzkumu bylo zjištěno převládající množství bakterie *Streptococcus thermophilus*. Největší celkové množství mikroorganismů bylo zjištěno u Bio bílého jogurtu značky Rubelit, naopak nejmenší celkový počet bakterií byl zjištěn u Jogurtu se zahradním ovocem značky ZOTT.

Tabulka 4: Stanovené počty mikroorganismů *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus* (log KTJ/g ± směrodatná odchylka) po skončení kultivace

	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>		<i>Streptococcus</i> <i>thermophilus</i>	Symbiotická směs
	MRS agar	Rogosa agar	M17 agar	
Jogurt Olma Klasik	3,14 ± 0,26	2,90 ± 0,00	8,54 ± 0,06	8,54
Selský jogurt – bílý HOLLANDIA	6,18 ± 0,00	-	8,74 ± 0,05	8,74
Mlékárna Kunín – borůvkový jogurt	6,50 ± 0,00	6,08 ± 0,06*	8,83 ± 0,02	8,83
Bílý jogurt Natur Albert	7,54 ± 0,08	-	8,76 ± 0,05	8,79
Bílý jogurt z Valašska	7,57 ± 0,02	-	8,23 ± 0,03	8,32
Activia bílá, Danone	8,29 ± 0,01	-	8,98 ± 0,15	9,06
Jogobella – Jogurt se zahradním ovocem ZOTT	5,88 ± 0,11	-	8,31 ± 0,02	8,31
Farmářský jogurt višň BIO Vavřinec	4,87 ± 0,51	3,84 ± 0,06*	9,23 ± 0,04	9,23
Bílý jogurt BIO Nature's promise	7,54 ± 0,03	7,12 ± 0,02*	8,66 ± 0,06	8,69
Jogurt banán MILA suatirol	7,22 ± 0,06	5,89 ± 0,11*	9,13 ± 0,05	9,14
Olma Florian active+ bílý jogurt	4,38 ± 0,07	4,10 ± 0,01*	9,47 ± 0,02	9,47
Řecký jogurt bílý Milko	4,19 ± 0,03	3,79 ± 0,23*	9,34 ± 0,03	9,34
Choceňský smetanový bílý jogurt	3,57 ± 0,07	-	8,55 ± 0,06	8,55
Odtučněný jogurt bílý JARMARK	8,35 ± 0,10	8,24 ± 0,02	9,48 ± 0,00	9,51
BIO jogurt jahodový BILLA	6,75 ± 0,06	6,72 ± 0,01	8,53 ± 0,01	8,54
Smetanový jogurt s meruňkami CLEVER	8,72 ± 0,00	7,64 ± 0,04*	9,07 ± 0,05	9,23
Athentikos jogurt jahodový mlékárna Kunín	5,02 ± 0,15	5,64 ± 0,03	8,83 ± 0,05	8,83
BIO vanilkový jogurt Berchtesgander land	7,37 ± 0,06	5,99 ± 0,05*	8,58 ± 0,01	8,61
Bio bílý jogurt Rubelit	6,48 ± 0,05	4,59 ± 0,11*	9,59 ± 0,02	9,59
Opočenský jogurt borůvka ostružina BOHEMILK	4,99 ± 0,06	5,44 ± 0,06	9,17 ± 0,00	9,17

První dva sloupce jsou statisticky porovnány. Hodnoty v řádcích s hvězdičkou se statisticky významně liší ve stanovení počtu *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*.

Pro porovnání byla použita analýza rozptylu.

Na hladině významnosti s pravděpodobností na 95 %.

## 5.2 Stanovení přidané bifidokultury

Množství bifidokultury přidávané do jogurtu navíc k symbiotické směsi je rovněž zaneseno ve vyhlášce č. 274/2019 Sb. legislativa uvádí, že v jednom mililitru jogurtové kultury má být řádově nejméně  $10^6$  bakteriálních jednotek mikroorganismu rodu *Bifidobacterium*.

Mezi dvaceti náhodně vybraných vzorků byly pouze 4 jogurty, do kterých byla přidána bifidokultura. Selský jogurt bílý značky HOLLANDIA jediný nesplnil legislativní požadavky na množství přidané kultury do jogurtu. Další 3 vzorky dle provedeného výzkumu splňují množství přidané bifidokultury dané legislativou viz tabulka č.5.

Tabulka 5: Stanovené počty přidané bifidokultury (log KTJ/g  $\pm$  směrodatná odchylka)

	<i>Bifidobacterium sp.</i>
Selský jogurt – bílý HOLLANDIA	5,86 $\pm$ 0,13
Activia bílá, Danone	8,55 $\pm$ 0,02
Olma Florian active+ bílý jogurt	8,41 $\pm$ 0,04
Řecký jogurt bílý Milko	7,27 $\pm$ 0,03

## 5.3 Stanovení přidané kultury *Lactobacillus acidophilus*

V tabulce č. 6 je uvedena výsledná hodnota množství bakterie *Lactobacillus acidophilus*, který byl stanovován pouze v jednom vzorku. Vyhláška č. 274/2019 Sb. stanovuje, že množství přidané kultury musí obsahovat v jednom mililitru jogurtu  $10^6$  bakteriálních jednotek. Selský jogurt – bílý HOLLANDIA nesplňuje dle laboratorních výsledků legislativní požadavky v množství přidané bakterie *Lactobacillus acidophilus*.

Tabulka 6: Stanovené počty mikroorganismu *Lactobacillus acidophilus* (log KTJ/g  $\pm$  směrodatná odchylka) po skončení kultivace

	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Selský jogurt – bílý HOLLANDIA	5,31 $\pm$ 0,01

## 6 Diskuze

Startovací kultury představují jednu z nejdůležitějších složek ovlivňujících technologické a organoleptické vlastnosti fermentovaných mléčných výrobků. Různé poměry ve startovacích kulturách mají významný vliv na dobu fermentace, pH, viskozitu a další vlastnosti výrobku. Obecně se při výrobě jogurtu uvádí poměr bakterií *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 1:1 nebo 2:1 (Dan et al., 2023). Weerathilake et al. (2014) a Tamime a Robinson (2007) ve svých pracích uvádějí, že ideální poměr koků a tyčinek ve startovací jogurtové kultuře má být 1:1. V této bakalářské práci byli stanoveny poměry *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus* u 7 z 20 vzorků v poměru 1:1,8-2,7 a u zbytku vzorků se jedná o poměr bakterií 1:1-1,5. Hodnoty uvedeny v příloze č. 21 byly stanoveny z finálních výrobků, poměr bakterií ve startovací kultuře mohl být tedy odlišný. V jiné studii byla do jogurtu vložena startovací kultura v poměru 1:1, množství bakterie *Streptococcus thermophilus* se v rámci skladování po 21 dnů nezměnilo. Ale množství bakterie *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bylo už v 1. dnu skladování u některých vzorků nižší. U ostatních vzorků byl počet snížen až v 21. den skladování (Uzunsoy et al., 2022).

Přirozené změny v prostředí, rychlost růstu a vzájemná interakce těchto dvou bakterií může způsobit rozdílný poměr *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus* v jogurtu na konci fermentace od původního poměru ve startovací kultuře. Vychází z toho tedy, že po ukončené fermentaci se může změnit poměr bakterií už 1. den skladování a může se dále měnit v závislosti na délce skladování. Množství bakterií se mění ve prospěch bakterie *Streptococcus thermophilus*.

Všechny testované jogurty v této práci splňují množství jogurtové kultury stanovené vyhláškou nezávisle na tom, zda se blíží datum jejich spotřeby nebo ne. Předpokládalo se, že vitalita mikroorganismů v jogurtech bude klesat blížícím se datem spotřeby jogurtu, ale na grafu v příloze č. 22 je znázorněno, že se mění množství symbiotické směsi bakterií nezávisle na délce do data spotřeby od data testování. Nejnížší množství bakterií bylo u jogurtů, které byly testovány 25 dnů a 14 dnů před datumem spotřeby a nejvyšší množství mikroorganismů bylo u testovaného jogurtu 18 dnů před datumem spotřeby.

Pro stanovení *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* byla použita dvě kultivační média MRS agar, jak určuje technická norma ČSN ISO 7889 (571420) a Rogosa agar. Mezi médii byl významný statistický rozdíl, jak uvádí tabulka č. 4. Větší výtěžnost byla na MRS agaru, stejně jako vyšlo ve studii Ashraf et al. (2015), kde porovnávali více kultivačních medií

pro růst této bakterie. Demirci (2022) ve své studii zjistil nízkou výtěžnost *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* u probiotických jogurtů, a to v množství menším, než 5 log KTJ/g. V této práci bylo zjištěn obsah bakterie u probiotických i neprobiotických jogurtů v rozmezí mezi 3 až 8 log KTJ/g.

Dle technické normy ČSN ISO 7889 (571420) byl použit agar M17 jako kultivační médium pro stanovení *Streptococcus thermophilus*, který byl vždy doporučován a využíván výzkumníky, na druhou stranu Michael (2010) doporučil pro stanovení počtu a izolaci mléčných streptokoků *Streptococcus thermophilus* agar (ST agar). Demirci (2022) ve své studii použil obě média pro stanovení *Streptococcus thermophilus* a na obou mediích byli počty vyšší než log 9 KTJ/g. V této práci byli u všech testovaných vzorků počty vyšší než log 8 KTJ/g, nebyli zde tedy takové rozdíly mezi vzorky jako v případě počtu *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Důvodem větší vitality *Streptococcus thermophilus* je vyšší odolnost vůči chladovému stresu a v případě přidání probiotických bakterií není růst potlačen, ale spíše naopak (Demirci, 2022). Za to ve stejném případě je životaschopnost *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* negativně ovlivněna, což může být způsobeno vylučováním inhibičních metabolitů produkovaných probiotiky (např. bakteriocinů nebo reuterinu (Mani-López et al., 2014). V případě jogurtu bez probiotik ve studii Mani-López et al. (2014) zjistili, že množství *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* je se pohybuje kolem log 8 KTJ/g. V této práci byly u dvou ze čtyř vzorků s přidáními probiotiky počty *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* o polovinu nižší než množství *Streptococcus thermophilus*, ale v ostatních vzorcích jogurtů bez přidání probiotických mikroorganismů množství *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* nedosáhlo vyšších hodnot, než log 8,72 KTJ/g. Výsledky se tak shodují s předchozí zmiňovanou studií.

## 7 Závěr

- Všechny testované jogurty splňují vyhlášku č. 274/2019 Sb. ohledně množství jogurtové kultury s obsahem bakterií *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus* vyšším než  $1 \cdot 10^7$  KTJ/g.
- Jeden vzorek, konkrétně Selský jogurt – bílý HOLLANDIA nesplnil legislativní požadavky pro obsah přidané bifidokultury a bakterie *Lactobacillus acidophilus* z důvodu nižšího množství bakterií než  $1 \cdot 10^6$  KTJ/g.
- Zbylé tři testované jogurty s obsahem bifidobakterií splňují legislativní normy na množství přidané bifidokultury v množství vyšším než  $1 \cdot 10^6$  KTJ/g.

## 8 Literatura

ADOLFSSON, Oskar; MEYDANI, Simin a RUSSELL, Robert, 2004. Yogurt and gut function. online. *The American Journal of Clinical Nutrition*. roč. 80, č. 2, s. 245-256. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ajcn/80.2.245>. [cit. 2023-10-31].

ASHRAF, Rabia a SMITH, Stuart C, 2015. Selective enumeration of dairy based strains of probiotic and lactic acid bacteria. online. *International Food Research Journal*. roč. 22, č. 6, s. 2576-2586. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/281278127\\_Selective\\_enumeration\\_of\\_dairy\\_based\\_strains\\_of\\_probiotic\\_and\\_lactic\\_acid\\_bacteria#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/281278127_Selective_enumeration_of_dairy_based_strains_of_probiotic_and_lactic_acid_bacteria#fullTextFileContent). [cit. 2024-04-10].

AUSTRALIAN GOVERNMENT, 1991. *Food Standards Australia New Zealand Act 1991 - Standard 1.1.2 Definitions used throughout the Code*. online. In: AUSTRALIAN GOVERNMENT. Federal Register of Legislation. 2023. Dostupné z: <https://www.legislation.gov.au/F2015L00385/latest/text>. [cit. 2024-03-12].

BANDIERA, Nataly Simões; CARNEIRO, Isadora; SANTANA DA SILVA, Alisson; HONJOYA, Edson Renato; WALTER DE SANTANA, Elsa Helena et al., 2013. Viability of probiotic *Lactobacillus casei* in yoghurt: defining the best processing step to its addition. online. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. roč. 63, č. 1. Dostupné z: <http://www.alanrevista.org/ediciones/2013/1/art-8/>. [cit. 2024-03-07].

CANGANELLA, F.; GIONTELLA, D.; NESPICA, M. L.; MASSA, S. a TROVATELLI, L. D., 2000. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium infantis* in yogurts manufactured from cowmilk and soymilk during storage at two temperatures. online. *Annals of Microbiology*. roč. 50, s. 43-53. Dostupné z: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=a87c7f09d38eed172d6198b207484d6deddeebd7>. [cit. 2024-04-08].

COSKUN, Fatma a KARABULUT DIRICAN, Leyla, 2019. Effects of pine honey on the physicochemical, microbiological and sensory properties of probiotic yoghurt. online. *Food Science and Technology*. roč. 39, č. 2, s. 10. Dostupné z: <https://doi.org/10.1590/fst.24818>. [cit. 2024-02-12].

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2023. *Spotřeba potravin a nealkoholických nápojů*. online. In: ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Spotřeba potravin - 2022. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/191095283/2701392301.pdf/ab6ca41f-0820-4736-954b-f6dd1ff69ecb?version=1.0>. [cit. 2024-01-31].

DANONE, 2022. *Our epic history*. online. In: Danone. Dostupné z: <https://www.danone.com/about-danone/ourhistory.html>. [cit. 2024-04-18].

DAN, Tong; HU, Haimin; TIAN, Jiale; HE, Binbin; TAI, Jiahui et al., 2023. Influence of Different Ratios of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* on Fermentation Characteristics of Yogurt. online. *Molecules*. roč. 28, č. 5. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules28052123>. [cit. 2024-02-29].

DAS EIDGENÖSSISCHE DEPARTEMENT DES INNERN (EDI), 2016. *817.022.108 Verordnung des EDI über Lebensmittel tierischer Herkunft (VLtH)*. online. In: Fedlex - Die Publikationsplattform des Bundesrecht. 2024. Dostupné z: [https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/152/de#chap\\_11/sec\\_2](https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/152/de#chap_11/sec_2). [cit. 2024-03-11].

DEMIRCI, Talha, 2022. Enumeration Of *Bifidobacterium* Spp., *Lactobacillus Acidophilus* and Starter Cultures from Commercial Probiotic Yogurts and Freeze-Dried Yogurt Starter Mixes. online. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*. roč. 36, č. 3, s. 421-427. Dostupné z: <https://doi.org/10.15316/SJAFS.2022.056>. [cit. 2024-04-08].

FARAG, Mohamed; SALEH, Haidy; AHMADY, Sherwet a ELMASSRY, Moamen, 2022. Dissecting Yogurt: the Impact of Milk Types, Probiotics, and Selected Additives on Yogurt Quality. online. *Food Reviews International*. roč. 38, č. 1, s. 634-650. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1877301>. [cit. 2024-02-07].

FAUSTINO, Margarida; VEIGA, Mariana; SOUSA, Pedro; COSTA, Eduardo; SILVA, Sara et al., 2019. Agro-Food Byproducts as a New Source of Natural Food Additives. online. *Molecules*. roč. 24, č. 6, s. 23. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules24061056>. [cit. 2024-01-15].

FISBERG, Mauro a MACHANDO, Rachel, 2015. History of yogurt and current patterns of consumption. online. *Nutrition Reviews*. roč. 72, č. 1, s. 4-7. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv020>. [cit. 2024-02-05].

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2003. *Standard for fermented milks*. online. In: Codex Alimentarius. 2022. Dostupné z: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B243-2003%252FCXS\\_243e.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B243-2003%252FCXS_243e.pdf). [cit. 2024-02-25].

FREITAS, M., 2017. The Benefits of Yogurt, Cultures, and Fermentation. online. *The Microbiota in Gastrointestinal Pathophysiology*. s. 209-223. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804024-9.00024-0>. [cit. 2024-02-08].



GORBACH, S.; DORON, S. a MAGRO, F., 2017. Chapter 7 - Lactobacillus rhamnosus GG. online. In: FLOCH, Martin H.; RINGEL, Yehuda a WALKER, W. Allan (ed.); FLOCH, Martin; RINGEL, Yehuda; WALKER, W. *The Microbiota in Gastrointestinal Pathophysiology*. Academic Press, s. 79-88. ISBN 9780128040249. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804024-9.00007-0>. [cit. 2024-03-07].

GUNESER, Onur; ISLETEN HOSOGLU, Muge; AYDENIZ GUNESER, Buket a KARAGUL YUCEER, Yonca, 2019. Engineering of Milk-Based Beverages: Current Status, Developments, and Consumer Trends. online. In: *Milk-Based Beverages*. Elsevier, s. 1-37. ISBN 9780128155042. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815504-2.00001-3>. [cit. 2024-03-04].

GUO, Shuai; WU, Ting; PENG, Chuantao; SUN, Tiansong a ZHANG, Heping, 2021. Metabolic footprint analysis of volatile metabolites by gas chromatography-ion mobility spectrometry to discriminate between different fermentation temperatures during Streptococcus thermophilus milk fermentation. online. *Journal of Dairy Science*. roč. 104, č. 8, s. 8541-8553. Dostupné z: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19555>. [cit. 2024-02-06].

HIDALGO-CANTABRANA, Claudio; DELGADO, Susana; RUIZ, Lorena; RAUSMADIEDO, Patricia; SÁNCHEZ, Borja et al., 2018. Bifidobacteria and Their Health-Promoting Effects. online. In: CANI, Patricie D.; BRITTON, Robert A. (ed.). *Bugs as Drugs: Therapeutic Microbes for the Prevention and Treatment of Disease*. 1. ASM Press, s. 26. ISBN 9781683670803. Dostupné z: <https://doi.org/10.1128/9781555819705.ch3>. [cit. 2024-04-08].

HILL, Daragh; SUGRUE, Ivan; TOBIN, Conor; HILL, Colin; STANTON, Catherine et al., 2018. The Lactobacillus casei Group: History and Health Related Applications. online. *Frontiers in Microbiology*. roč. 9, s. 12. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02107>. [cit. 2024-03-04].

HORÁČKOVÁ, Šárka, 2020. Reklasifikace rodu Lactobacillus. online. *Mlékařské listy*. roč. 31, č. 4, s. 181. Dostupné z: <https://probiotika-prebiotika.cz/wp-content/uploads/2021/09/2.-Reklasifikace-II.pdf>. [cit. 2024-04-13].

HORÁČKOVÁ, Šárka; BIALASOVÁ, Kristina a PLOCKOVÁ, Milada, 2018. Metabolismus a význam bakterií mléčného kvašení ve fermentovaných mléčných výrobcích. online. *Mlékařské listy*. roč. 29, č. 5, s. 3. Dostupné z: [http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2018/170-171/veda\\_170-s.22-24.pdf](http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2018/170-171/veda_170-s.22-24.pdf). [cit. 2023-03-14].

CHANDAN, Ramesh a KILARA, Arun, 2013. *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*. 2. Iowa, USA: John Wiley & Sons, Inc., publication. ISBN ISBN-13: 978-1-1199-6708-8/2013.

CHEN, Chen; ZHAO, Shanshan; HAO, Guangfei; YU, Haiyan; TIAN, Huaixiang et al., 2017. Role of lactic acid bacteria on the yogurt flavour: A review. online. *International Journal of Food Properties*. roč. 20, č. 1, s. 316-330. ISSN 1094-2912. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1295988>. [cit. 2023-03-11].

JIA, Shia; YAN-PING, Han a XIN-HUAI, Zhao, 2017. Quality attributes of set-style skimmed yoghurt affected by the addition of across-linked bovine gelatin. online. *CyTA - Journal of food*. roč. 15, č. 2, s. 320-326. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1080/19476337.2016.125591>. [cit. 2023-09-21].

JOVER, Antonio; MONTES, Francisco a FUENTES, María, 2004. Measuring perceptions of quality in food products: the case of red wine. online. In: *Food Quality and Preference*. 5. vydání. s. 453-469. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2003.08.002>. [cit. 2024-03-07].

KADLEC, Pavel; MELZUCH, Karel a VOLDŘICH, Michal, 2009. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. Vyd. 1. Monografie (Key Publishing). Ostrava: Key Publishing. ISBN 978-80-7418-051-4.

KALHOTKA, L.; ŠUSTOVÁ, K.; GÖBEL, T. a KVASNIČKOVÁ, B., 2009. MIKROBIOLOGICKÉ A SENZORICKÉ VLASTNOSTI JOGURTŮ A JEJICH ZMĚNY PO UPLYNUTÍ DOBY MINIMÁLNÍ TRVANLIVOSTI. online. *SBORNÍK MENDELOVY ZEMĚDĚLSKÉ A LESNICKÉ UNIVERZITY V BRNĚ*. č. 5, s. 10. Dostupné z: <https://acta.mendelu.cz/pdfs/acu/2009/05/19.pdf>. [cit. 2023-02-28].

KONTAREVA, V; BELIK, S; MORGUL, E; GORLOV, I a SLOZENKINA, M, 2020. The effect of prebiotic components on the quality of yogurt. online. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. roč. 548, č. 8. ISSN 1755-1307. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/8/082054>. [cit. 2023-03-08].

KOPÁČEK, Jiří, 2018. Fermentované mléčné výrobky a vývoj jejich spotřeby v Evropě, v ČR a ve světě. online. *Bakterie mléčného kvašení, probiotika a fermentované mléčné výrobky*. roč. 1, s. 8. ISSN 978-80-88019-34-3. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/publikace/material%20ferment%20milk%20web.pdf>. [cit. 2024-02-05].

KROGER, Manfred, 1976. Quality of Yogurt. online. *Journal of Dairy Science*. roč. 59, č. 2, s. 7. Dostupné z: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(76\)84208-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(76)84208-7). [cit. 2023-03-10].

LEE, W. a LUCEY, J., 2010. Formation and Physical Properties of Yogurt. online. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. roč. 23, č. 9, s. 1127-1136. ISSN 1011-2367. Dostupné z: <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.r.05>. [cit. 2023-03-01].

MAHMOUDI, I.; TELMOUDI, A.; BEN MOUSSA, O.; CHOUAIBI, M. a HASSOUNA, M., 2021. Quality Characteristics of Goat Yogurt Containing Lactobacillus Probiotic Bacteria. online. *Journal of Agricultural Science and Technology*. roč. 23, č. 1, s. 83-96. Dostupné z: <http://jast.modares.ac.ir/article-23-34713-en.html>. [cit. 2024-02-07].

MANI-LÓPEZ, E.; PALOU, E. a LÓPEZ-MALO, A., 2014. Probiotic viability and storage stability of yogurts and fermented milks prepared with several mixtures of lactic acid bacteria. online. *Journal of Dairy Science*. roč. 97, č. 5, s. 2578-2590. Dostupné z: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7551>. [cit. 2024-04-11].

MATIN, Abdul; BANIK, Tuli; BADSHA, Md.; HOSSAIN, Altaf a HAQUE, Mohammad, 2018. Microbiological quality analysis of yoghurt in some selected areas of Bangladesh. online. *International Journal of Natural and Social Sciences*. s. 6. ISSN 2313-4461. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/328412871\\_Microbiological\\_quality\\_analysis\\_of\\_yoghurt\\_in\\_some\\_selected\\_areas\\_of\\_Bangladesh](https://www.researchgate.net/publication/328412871_Microbiological_quality_analysis_of_yoghurt_in_some_selected_areas_of_Bangladesh). [cit. 2023-03-01].

MICHAEL, Minto; PHEBUS, Randall K. a SCHMIDT, Karen A., 2010. Impact of a plant extract on the viability of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* in nonfat yogurt. online. *International Dairy Journal*. roč. 20, č. 10, s. 665-672. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694610000865>. [cit. 2024-04-11].

MINISTRY OF FOOD, AGRICULTURE AND LIVESTOCK, 2015. *TURKISH FOOD CODEX - COMMUNIQUÉ ON FERMENTED MILK PRODUCTS*. online. In: World Trade Organization. Dostupné z: [https://members.wto.org/crnattachments/2016/SPS/TUR/16\\_4756\\_00\\_e.pdf](https://members.wto.org/crnattachments/2016/SPS/TUR/16_4756_00_e.pdf). [cit. 2024-03-12].

MORALES, María Encarnación a RUIZ, María Adolfiná, 2016. Microencapsulation of probiotic cells: applications in nutraceutical and food industry. online. *Nutraceuticals*. roč. 4, s. 627-668. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804305-9.00016-6>. [cit. 2024-04-08].

MOSALLAIE, Fatemeh; JOOYANDEH, Hossein; HOJJATI, Mohammad a FAZLARA, Ali, 2020. Biological reduction of aflatoxin B1 in yogurt by probiotic strains of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus rhamnosus*. online. *Food Science and*

*Biotechnology*. roč. 29, s. 793-803. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00722-5>. [cit. 2024-03-07].

MULLAN, W.M.A., 2014. Starter cultures, Importance of Selected Genera. online. *Encyclopedia of Food Microbiology*. s. 515-521. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00321-9>. [cit. 2024-02-06].

NAGAOKA, Seiji, 2019. Yogurt Production. online. In: KANAUCHI, Makoto (ed.). *Lactic Acid Bacteria*. Methods in Molecular Biology. New York, NY: Springer New York, s. 45-54. ISBN 978-1-4939-8906-5. Dostupné z: [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8907-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8907-2_5). [cit. 2023-03-08].

NISHINARI, K.; FANG, Y.; NAGANO, T.; GUO, S. a WANG, R., 2018. Soy as a food ingredient. online. *Proteins in Food Processing*. s. 149-186. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100722-8.00007-3>. [cit. 2024-04-08].

NYANZI, Richard; JOOSTE, Piet a BUYS, Elna, 2021. Probiotic yogurt quality criteria, regulatory framework, clinical evidence, and analytical aspects. online. *Journal of Dairy Science*. roč. 104, č. 1, s. 1-19. Dostupné z: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19116>. [cit. 2024-02-06].

OLANIRAN, Oluwatoyin; IROKO, Olatunbosun; OLUWATOBI, Oluremi; FAMOJURO, Tayo a ADELEKE, Olufemi, 2022. Microbiological Quality Assessment of Dairy Product: Detection of Extended Spectrum Beta Lactamase Genes in Bacterial Isolates from Yoghurt Sold in Sagamu Metropolis, Ogun State, Nigeria. online. *Dutse Journal of Pure and Applied Sciences (DUJOPAS)*. roč. 8, č. 4, s. 14. Dostupné z: <https://www.ajol.info/index.php/dujopas/article/view/240293>. [cit. 2023-03-11].

OZOGUL, Fatih a HAMED, Imen, 2016. Lactic Acid Bacteria: *Lactobacillus* spp.: *Lactobacillus acidophilus*. online. *Reference Module in Food Science*. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00852-0>. [cit. 2024-02-07].

PERI, Claudio, 2006. The universe of food quality. online. *Food Quality and Preference*. č. 17, s. 6. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.03.002>. [cit. 2023-09-14].

PLOCKOVÁ, Mílada a HORÁČKOVÁ, Šárka, 2018. Bakterie mléčného kvašení, probiotika. online. *Bakterie mléčného kvašení, probiotika a fermentované mléčné výrobky*. roč. 1, s. 7-11. ISSN 978-80-88019-34-3. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/publikace/material%20ferment%20milk%20web.pdf>. [cit. 2024-03-07].

PYTEL, Roman; CWIKOVÁ, Olga; ONDRUŠÍKOVÁ, Sylvie; NEDOMOVÁ, Šárka a KUMBÁR, Vojtěch, 2018. Effect of additives to microbiological quality of yogurts. online. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*. roč. 12, č. 1, s. 186-194. ISSN 1337-0960. Dostupné z: <https://doi.org/10.5219/886>. [cit. 2023-02-10].

RASHIDINEJAD, Ali a SINGH, Harjinder, 2021. Chapter 2 - Application of nano/microencapsulated ingredients in milk and dairy products. online. *Nanoencapsulation in the Food Industry*. roč. 6, s. 43-103. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815726-8.00002-7>. [cit. 2024-04-08].

ROUTRAY, Winny a MISHRA, Hari, 2011. Scientific and Technical Aspects of Yogurt Aroma and Taste: A Review. online. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. roč. 10, č. 4, s. 208-220. ISSN 15414337. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00151.x>. [cit. 2023-02-10].

SAHA, Dipjyoti a BHATTACHARYA, Suvendu, 2010. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. online. *Journal of Food Science and Technology*. roč. 47, s. 587-597. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0162-6>. [cit. 2024-01-15].

SFAKIANAKIS, P. a TZIA, C., 2017. Flavour profiling by gas chromatography–mass spectrometry and sensory analysis of yoghurt derived from ultrasonicated and homogenised milk. online. *International Dairy Journal*. č. 75, s. 120-128. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2017.08.003>. [cit. 2023-11-16].

SFAKIANAKIS, Panagiotis a TZIA, Constatnina, 2014. Conventional and Innovative Processing of Milk for Yogurt Manufacture; Development of Texture and Flavor: A Review. online. *Foods*. roč. 3, č. 1, s. 176-193. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods3010176>. [cit. 2023-03-06].

SHAHBANDEH, M., 2022. *Food & Nutrition: Per capita consumption of yogurt in the United States from 2000 to 2021 (in pounds per person)\**. online. In: Statista. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/184309/per-capita-consumption-of-yogurt-in-the-us-since-2000/>. [cit. 2023-02-10].

SHAH, N.P., 2011. BACTERIA, BENEFICIAL | Bifidobacterium spp.: Morphology and Physiology. online. *Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition)*. s. 381-387. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00043-1>. [cit. 2024-04-08].

SOUKOULIS, C.; PANAGIOTIDIS, P.; KOURELI, R. a TZIA, C., 2007. Industrial Yogurt Manufacture: Monitoring of Fermentation Process and Improvement of Final Product Quality. online. *Journal of Dairy Science*. roč. 90, č. 6, s. 2641-2654. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://doi.org/10.3168/jds.2006-802>. [cit. 2023-03-01].

STÁTNÍ ZEMĚDĚLSKÁ A POTRAVINÁŘSKÁ INSPEKCE [SZPI], 2017. *Přídavné látky (aditiva)*. online. In: Státní zemědělská a potravinářská inspekce [SZPI]. Dostupné z: <https://www.szpi.gov.cz/clanek/-ecka-a-dalsi-latky-v-potravinach-pridatne-latky-aditiva.aspx>. [cit. 2023-11-20].

SULIMAN MA, Ayman a MAMDOH ERS, Omer, 2009. The Benefits of Lactic Acid Bacteria in Yogurt on the Gastrointestinal Function and Health. online. *Pakistan Journal of Nutrition*. roč. 8, č. 9, s. 1404-1410. ISSN 16805194. Dostupné z: <https://doi.org/10.3923/pjn.2009.1404.1410>. [cit. 2023-03-14].

TAMIME, A.Y. a DEETH, H.C., 1980. Yogurt: Technology and Biochemistry. online. *Journal of Food Protection*. roč. 43, č. 12, s. 939-977. ISSN 0362028X. Dostupné z: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-43.12.939>. [cit. 2023-03-01].

TAMIME, A. a ROBINSON, R., 2007. *Tamine and Robinson's Yoghurt: Science and technology*. online. 3rd ed. Abington, Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC. ISBN 978-1-84569-261-2. [cit. 2023-02-10].

TURGUT, Tamer a CAKMAKCI, Songül, 2018. Probiotic Strawberry Yogurts: Microbiological, Chemical and Sensory Properties. online. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. roč. 10, s. 64-70. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12602-017-9278-6>. [cit. 2024-02-13].

U.S. GOVERNMENT PUBLISHING OFFICE, 1998. § 131.200 *Yogurt*. online. In: Code of Federal regulation. 2023. Dostupné z: <https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-B/part-131/subpart-B/section-131.200>. [cit. 2024-03-11].

UUSITUPA, Henna-Maria; RASINKANGAS, Pia; LEHTINEN, Markus; MÄKELÄ, Sanna; AIRAKSINEN, Kaisa et al., 2020. Bifidobacterium animalis subsp. lactis 420 for Metabolic Health: Review of the Research. online. *Nutrients*. roč. 12, č. 4, s. 892. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu12040892>. [cit. 2024-03-07].

UZUNSOY, Irem; OZTURKOGLU BUDAK, Sebnem; SANLI, Tuba; TABAN, Birce; AYTAC, Aykut et al., 2022. OBSERVATION OF THE SUITABILITY OF SINGLE STRAINS OF STREPTOCOCCUS THERMOPHILUS AND LACTOBACILLUS DELBRUECKII SUBSP. BULGARICUS ISOLATED FROM LOCAL DAIRY SOURCES IN TURKEY AS YOGURT STARTER COMBINATIONS. online. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*. ISSN 1338-5178. Dostupné z: <https://doi.org/10.55251/jmbfs.9241>. [cit. 2024-03-05].

*Vyhláška č.274/2019*, 2019. online. *Zákony pro lidi*. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2019-274?text=VYHLÁŠKA%20Č.%20274%2F2019#Top>. [cit. 2023-03-06].

WASILEWSKA, E.; ZLOTKOWSKA, D. a WROBLEWSKA, B., 2019. Yogurt starter cultures of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* ameliorate symptoms and modulate the immune response in a mouse model of dextran sulfate sodium-induced colitis. online. *Journal of Dairy Science*. roč. 112, č. 1, s. 37-53. Dostupné z: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14520>. [cit. 2023-10-31].

WEERATHILAKE, W.A.D.V.; RASIKA, D.M.D.; RUWANMALI, J.K.U. a MUNASINGHE, M.A.D.D., 2014. The evolution, processing, varieties and health benefits of yogurt. online. *International Journal of Scientific and Research Publications*. č. 4, s. 10. ISSN 2250-3153. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/264004596\\_The\\_evolution\\_processing\\_varieties\\_and\\_health\\_benefits\\_of\\_yogurt](https://www.researchgate.net/publication/264004596_The_evolution_processing_varieties_and_health_benefits_of_yogurt). [cit. 2023-03-06].

WHO, 2022. *Food safety*. online. In: World Health Organization. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>. [cit. 2023-03-09].





## 9 Samostatné přílohy

Příloha 1: Testovaný vzorek č.1



Příloha 2: Testovaný vzorek č.2



Příloha 3: Testovaný vzorek č.3



Příloha 4: Testovaný vzorek č. 4



Příloha 5: Testovaný vzorek č. 5



Příloha 6: Testovaný vzorek č.6



Příloha 7: Testovaný vzorek č.7



Příloha 8: Testovaný vzorek č. 8



Příloha 9: Testovaný vzorek č.9



Příloha 10: Testovaný vzorek č. 10



Příloha 11: Testovaný vzorek č. 11



Příloha 12: Testovaný vzorek č. 12



Příloha 13: Testovaný vzorek č. 13



Příloha 14: Testovaný vzorek č. 14



Příloha 15: Testovaný vzorek č. 15



Příloha 16: Testovaný vzorek č. 16



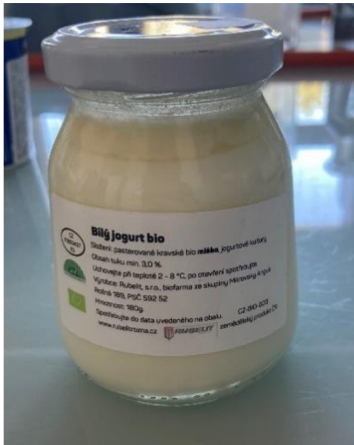
Příloha 17: Testovaný vzorek č. 17



Příloha 18: Testovaný vzorek č. 18



Příloha 19: Testovaný vzorek č. 19



Příloha 20: Testovaný vzorek č. 20



Příloha 21: Poměr *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus* v testovaných jogurtech

Testovaný vzorek č.	Poměr <i>Lactobacillus bulgaricus</i> subsp. <i>delbrueckii</i> a <i>Streptococcus thermophilus</i>
1	1:2,7
2	1:1,4
3	1:1,4
4	1:1,2
5	1:1,1
6	1:1,1
7	1:1,4
8	1:1,8
9	1:1,1
10	1:1,3
11	1:2,2
12	1:2,2
13	1:2,4
14	1:1,1
15	1:1,3
16	1:1
17	1:1,8
18	1:1,2
19	1:1,5
20	1:1,8

Příloha 22: Graf množství symbiotické směsi bakterií v jogurtech

