

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Využití mikroorganismů pro potravinářské účely

Bakalářská práce

Natálie Benešová

Výživa a potraviny

Vedoucí práce: Ing. Eva Popelářová, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Využití mikroorganismů pro potravinářské účely" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí 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 20. 4. 2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní Ing. Evě Popelářové, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce, za její velmi cenné rady, čas a možnost osobních konzultací. Dále patří obrovské poděkování mé rodině a nejbližším přátelům, kteří mě při tvorbě této práce velice podpořili.

Využití mikroorganismů pro potravinářské účely

Souhrn

Mikroorganismy jsou nedílnou součástí potravinářského průmyslu, bez jejich aktivity by se některé potraviny vůbec nedaly vyprodukovat. Největší skupinou, která je využívána pro průmyslové zpracování v potravinářství jsou bakterie mléčného kvašení.

Cílem kompilační bakalářské práce bylo vytvořit přehled těchto významných mikroorganismů a jejich charakteristiku. Dalším úkolem bakalářské práce bylo popsat procesy, které bakterie mléčného kvašení způsobují, jejich vliv na lidské zdraví a také využití v konkrétních potravinách.

Mezi nejvýznamnější patří rody *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* a mnohé další. Tyto bakterie se běžně vyskytují v gastrointestinálním traktu, ale nalezneme je i na povrchu zeleniny, a hlavně jsou využívány v procesu fermentace mléka a dalších surovin. Obecně se bakterie mléčného kvašení výrazně podílejí na změně sensorických vlastností, zejména chuti a vůně, současně slouží ke konzervování potravin, prodlužování jejich údržnosti a zlepšování nutričních hodnot. Do potravin jsou přidávány jako jednodruhové či vícedruhové startovací kultury, nebo se přirozeně vykytují na povrchu substrátu. Produkty vzniklé procesem fermentace jsou výborným zdrojem probiotik a dalších prospěšných látek. Díky obohacení o prospěšné látky pro lidský organismus lze takové výrobky považovat za funkční potraviny.

Zájem spotřebitelů o fermentované potraviny neustále stoupá a s ním i poptávka po fortifikovaných funkčních potravinách. V potravinářském průmyslu dochází k neustálému vývoji nových potravin a metod využívání mikroorganismů. Výzkum bakterií s probiotickým potenciálem je v současnosti na rozvoji a je budoucností v léčbě různých onemocnění.

S přijímáním probiotik ve stravě souvisí fermentované výrobky, kde nalezneme vysoký obsah bakterií mléčného kvašení. Vyskytují se v mnoha potravinách, od nejnámějších mléčných výrobků (jogurty, kefíry, acidofilní mléka atd.), přes fermentované zeleniny (kysané zelí, kvašené okurky, kimchi) až po masné a luštěninové výrobky (fermentované salámy, tempeh atp.). Pravidelnou konzumací těchto potravin lze ovlivnit složení lidské mikrobioty, a tím zlepšit tělesný stav.

Klíčová slova: bakterie mléčného kvašení, probiotika, funkční potraviny, fermentace

Use of microorganisms for food purposes

Summary

Microorganisms are an integral part of the food industry, without their activity some foods could not be produced at all. The largest group that is used for industrial processing in the food industry are lactic acid bacteria.

The aim of the compilation bachelor thesis was to create an overview of these important microorganisms and their characteristics. Another task of the bachelor thesis was to describe the processes that lactic acid bacteria cause, their effect on human health and also their use in specific foods.

Among the most important are the genera *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* and many others. These bacteria are commonly found in the gastrointestinal tract, but are also found on the surface of vegetables and are mainly used in the fermentation process of milk and other raw materials. In general, lactic acid bacteria contribute significantly to changing the sensory properties, especially taste and aroma, while at the same time serving to preserve foods, prolong their shelf life and improve their nutritional value. They are added to foods as single or multi-species starter cultures or naturally occur on the surface of the substrate. The products resulting from the fermentation process are an excellent source of probiotics and other beneficial substances. Due to the enrichment with beneficial substances for the human body, such products can be considered as functional foods.

Consumer interest in fermented foods is steadily increasing and with it the demand for fortified functional foods. The food industry is constantly developing new foods and methods of using micro-organisms. Research on bacteria with probiotic potential is currently on the rise and is the future in the treatment of various diseases.

The intake of probiotics in the diet is related to fermented products where a high content of lactic acid bacteria can be found. They are found in many foods, from the most well-known dairy products (yoghurt, kefir, acidophilus milks, etc.), to fermented vegetables (sauerkraut, fermented pickles, kimchi), to meat and legume products (fermented salami, tempeh, etc.). By regularly consuming these foods, the composition of the human microbiota can be influenced, thereby improving the body's health.

Keywords: lactic acid bacteria, probiotics, functional foods, fermentation

1	Úvod.....	9
2	Cíl práce	10
3	Literární rešerše.....	11
3.1	Bakterie a jejich rozdělení	11
3.2	Bakterie mléčného kvašení.....	13
3.3	Charakteristika vybraných rodů.....	14
3.3.1	<i>Lactobacillus</i> spp.....	15
3.3.2	<i>Streptococcus</i> spp.	16
3.3.3	<i>Pediococcus</i> spp.	17
3.3.4	<i>Lactococcus</i> spp.....	17
3.3.5	<i>Leuconostoc</i> spp.	18
3.3.6	<i>Enterococcus</i> spp.....	19
3.3.7	<i>Bifidobacterium</i> spp.....	20
3.4	Probiotika	21
3.4.1	Probiotika nové generace	22
3.4.2	Prebiotika a synbiotika	23
3.4.3	Funkční potraviny.....	23
3.5	Potravinářské využití.....	24
3.5.1	Mléčné výrobky	26
3.5.1.1	Jogurty	26
3.5.1.2	Kefír.....	27
3.5.1.3	Viili	27
3.5.1.4	Zakysaná smetana/Crème fraîche	28
3.5.1.5	Sýry.....	28
3.5.2	Kysaná zelenina neboli Pickles	29
3.5.2.1	Nakládané okurky	29
3.5.2.2	Kysané zelí.....	30
3.5.2.3	Kimchi	30
3.5.3	Fermentované nápoje.....	31
3.5.3.1	Kombucha.....	31
3.5.3.2	Jun.....	32
3.5.3.3	Vodní kefir.....	32
3.5.3.4	Ayran	32
3.5.3.5	Kumys.....	33
3.5.4	Fermentované uzeniny.....	33
3.5.5	Další fermentované výrobky	34
3.5.5.1	Tempeh	34
3.5.5.2	Miso	35

3.5.5.3	Sójová omáčka	35
4	Závěr	37
5	Seznam literatury.....	38

1 Úvod

Mikroorganismy jsou mimořádně důležité při výrobě mnoha potravin a některé by bez jejich přičinění vůbec nemohly vzniknout. V potravinářském průmyslu dochází k využití široké škály mikroorganismů jako jsou například plísně, kvasinky a hlavně bakterie. Mezi nejvýznamnější patří bakterie mléčného kvašení jako např. rody *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* a další. Tyto bakterie se výrazně podílejí na změně sensorických vlastností, zejména chuti a vůně. Při výrobě potravin jsou používány jako čisté startovací kultury pro výrobu různých druhů výrobků. Často se využívají vícedruhové kultury, kvůli různému účinku jednotlivých kultur. Přirozený výskyt těchto bakterií je velmi rozmanitý, a proto může docházet i k další fermentaci v mase, rostlinách a v zelenině. Tímto procesem dochází ke konzervování potravin, prodlužování údržnosti potravin a zlepšování nutričních hodnot.

S bakteriemi mléčného kvašení úzce souvisí probiotika a prebiotika, která jsou velmi prospěšná našemu gastrointestinálnímu ústrojí, a proto jsou v dnešní době často diskutovaným tématem v léčbě několika druhů onemocnění. Stejně tak jsou v dnešní době populární fermentované výrobky, jejich využití a prospěšnost pro lidský organismus v podobě funkčních potravin.

2 Cíl práce

Cílem kompilační práce bylo vytvořit přehled významných mikroorganismů využívaných pro potravinářské účely se zvláštním zaměřením na bakterie mléčného kvašení.

Účelem literární rešerše bylo vypracování charakteristiky vybraných rodů probiotických bakterií (např. *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* či *Bifidobacterium*), které jsou používány jako součást funkčních potravin. Hlavním úkolem bylo popsat procesy, které tyto bakterie způsobují a jejich vliv na lidské zdraví.

Dílčím cílem bylo popsat procesy výroby vybraných fermentovaných výrobků.

3 Literární rešerše

Mikroorganismy jsou často využívány v potravinářském průmyslu, ať už se jedná o bakterie, plísně či houby. Často by bez jejich přičinění nemohli některé potraviny vůbec vzniknout, nebo by neměly tak obohacující účinek, chuť a aroma. Na druhé straně se může jednat i o patogenní nežádoucí druhy mikroorganismů, které je nežádoucí až velmi nebezpečné konzumovat. Rešerše je zaměřena zejména na vybrané druhy bakterií mléčného kvašení, které se pozitivně podílí na vytvoření fermentovaných výrobků. Mají nutriční přidanou hodnotu a lze je nazvat funkční potravinou.

3.1 Bakterie a jejich rozdělení

Bakterie jsou jednobuněčné mikroorganismy, které jsou nejjednoduššími, ale zároveň nejhojněji vyskytovanými organismy na Zemi. Vyznačují se prokaryotickým typem buňky, kde nenajdeme jádro ani složité orgány. Za ideálních a konstantních podmínek je jejich schopnost množení obrovská. Velikost celé buňky může být do 10 mikrometrů (Mohamad et al. 2014).

Bakterie můžeme dělit podle několika kritérií, a to zejména dle nároků na výživu, dle způsobu získávání energie, dle morfologie a dle nároků na kyslík.

Dle nároků na výživu

- a) Autotrofní – bakterie, kterým k výživě stačí pouze anorganické sloučeniny. Přítomnost organických sloučenin často inhibuje jejich rozmnožování. Některé získávají energii oxidací anorganických sloučenin, jiné využívají energii světelnou. Patří sem především řasy a některé bakterie.
- b) Heterotrofní – vyžadují přítomnost organických sloučenin v živném prostředí, ať už jako zdroj uhlíku, vodíku nebo energie. Patří sem kvasinky, plísně a většina bakterií (Šilhánková 2002).

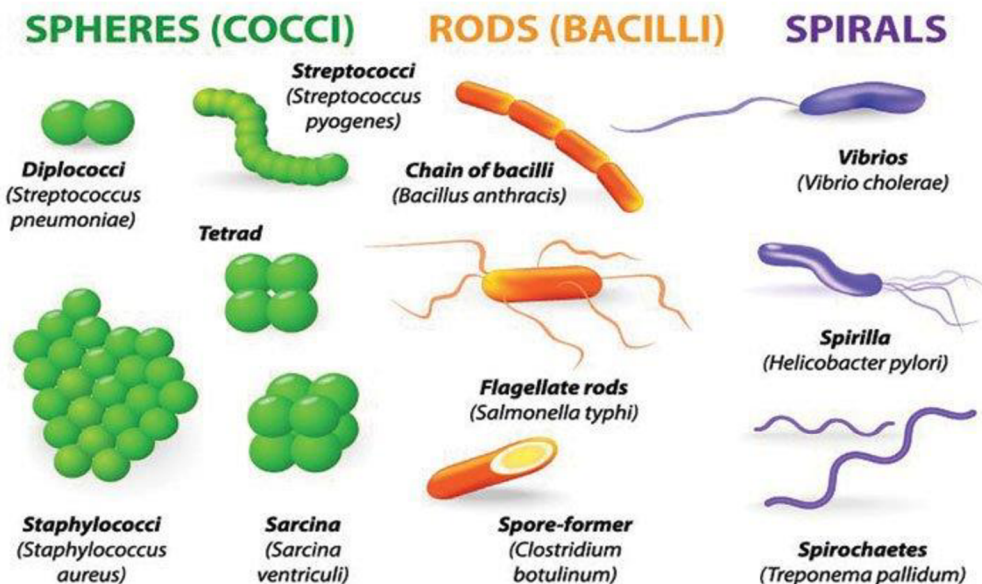
Dělení bakterií dle způsobu získávání energie

- a) Fototrofní organismy – zdrojem energie je přeměna energie světelné na energii chemickou, která je dále spotřebována v pochodech buněk. Stejně tak jako rostliny potřebují i tyto mikroorganismy k přeměně chlorofyl.
- b) Chemotrofní organismy – energie je získávána oxidací anorganických sloučenin. Např. sírné a nitrifikační bakterie.
- c) Chemoorganotrofní organismy – získávají energii oxidací organických sloučenin. Do této skupiny je řazena většina bakterií (Šilhánková 2002).

Dělení podle morfologie

Mezi nejběžnější tvary bakterií patří tyčinkovité, koky (kulaté) a spirálové formy viz Obr. 1. Tyto tvary můžeme nejčastěji najít jednotlivě, v sériích nebo ve skupinách.

- a) Koky – jedná se o kulaté buňky, které mohou být občas zploštělé, pokud jsou na sebe napojené. Koky mohou existovat jednotlivě, ve dvojicích (diplokoky), v řetězích (streptokoky), ve tvaru hroznu (stafylokoky).
- b) Tyčinkovité – tímto tvarem se vyznačují především bacily, mohou se vyskytovat spirily, spirochéty, vibria samostatně (Mohamad et al. 2014).



Obrázek 1: Tvary bakterií (<https://www.scicell.org/wp-content/uploads/2018/10/tvary-bakt%C3%A9ri%C3%AD.jpg>)

Bakterie se dělí na základě přítomnosti peptidoglykanu v buněčné stěně na grampozitivní a gramnegativní.

- a) Grampozitivní – G+

Grampozitivní bakterie jsou bakterie klasifikované dle složení buněčné stěny. Buněčná stěna obsahuje kyselinu teichoovou, která je vázána na muramovou kyselinu, a další polysacharidy, které se společně váží na peptidoglykan. Obsahuje tlustou vrstvu peptidoglykanu, která zabrání vymytí modrého barviva acetonem. Tato reakce dává grampozitivním organismům modrou barvu při pohledu pod mikroskopem. Mezi tyto bakterie patří například rod *Streptococcus* či *Staphylococcus*.
- b) Gramnegativní – G-

Buněčná stěna u gramnegativních bakterií, složená též z peptidoglykanu, je v porovnání s předchozím případem velice slabá, neobsahuje kyselinu teichoovou. Při barvení dochází k odbarvení acetonem a následně červené barvivo obarví buněčnou stěnu bakterie na červenou barvu. Tato skupina obsahuje specifický lipopolysacharid, který dokáže v krvi vyvolat syntézu specifické protilátky, vedoucí k imunitě. Příkladem gramnegativní skupiny je rod *Salmonella* (Šilhánková 2002; Thairu et al. 2014).

Dělení dle nároků na kyslík

- a) Aerobní – tyto mikroorganismy vyžadují pro svůj život vzdušný kyslík. Jejich metabolismus není schopný bez kyslíku fungovat. Patří sem některé hnilobné a octové bakterie (např. rod *Acetobacter*).
- b) Anaerobní – mají pouze anaerobní metabolismus, proto vzdušný kyslík nepotřebují a mohou žít bez něj (rod *Clostridium*).
- c) Mikroaerofilní – mají anaerobní metabolismus, avšak nízké koncentrace kyslíku urychlují jejich rozmnožování. Patří sem v přírodě velmi rozšířená skupina mléčných bakterií (rod *Lactobacillus*).
- d) Fakultativně anaerobní – mají schopnost anaerobního i aerobního metabolismu (Post et al. 2019).

Existuje mnoho možností, jak dělit mikroorganismy, lze je dělit dle již zmiňovaných kritérií, nebo dále dle škodlivosti (patogenní, nepatogenní), vztahu k teplotě (psychofilní, mezofilní, termofilní) a využití. Velká skupina mikroorganismů je využívána v potravinářském průmyslu, a to zejména bakterie mléčného kvašení.

3.2 Bakterie mléčného kvašení

Pro potravinářský průmysl má velký význam především skupina bakterií mléčného kvašení. Po výzkumu jejich účinků, byly zařazeny do seznamu GRAS (generally recognized as safe) jsou uznávány jako bezpečné pro použití v potravinářství. Jedná se o probiotické anaerobní organismy neboli fakultativní, to znamená, že ke svému životu nevyžadují přístup kyslíku. Jsou nepohyblivé a mají grampozitivní buněčnou stěnu. Přeměnou z jednoduchých sacharidů (hlavně mono a disacharidů) vytváří mikroorganismy kyselinu mléčnou. Podle výsledného produktu fermentace sacharidů se dělí na homofermentativní (např. *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Pediococcus*) a heterofermentativní kvašení (např. *Leuconostoc* a některé laktobacily) (Wedajo 2015).

Bakterie mléčného kvašení (BMK) – z anglického lactic acid bacteria (LAB) jsou heterogenní skupinou bakterií, které hrají významnou roli v mnoha fermentačních procesech. Fermentují sacharidy a produkují kyselinu mléčnou, jakožto hlavní produkt fermentace. Kvůli degradaci proteinů, lipidů a další produkci aldehydů, kyselin, esterů a sloučenin síry, dochází k vytváření specifické chuti fermentovaných potravinářských produktů (Bintsis 2018).

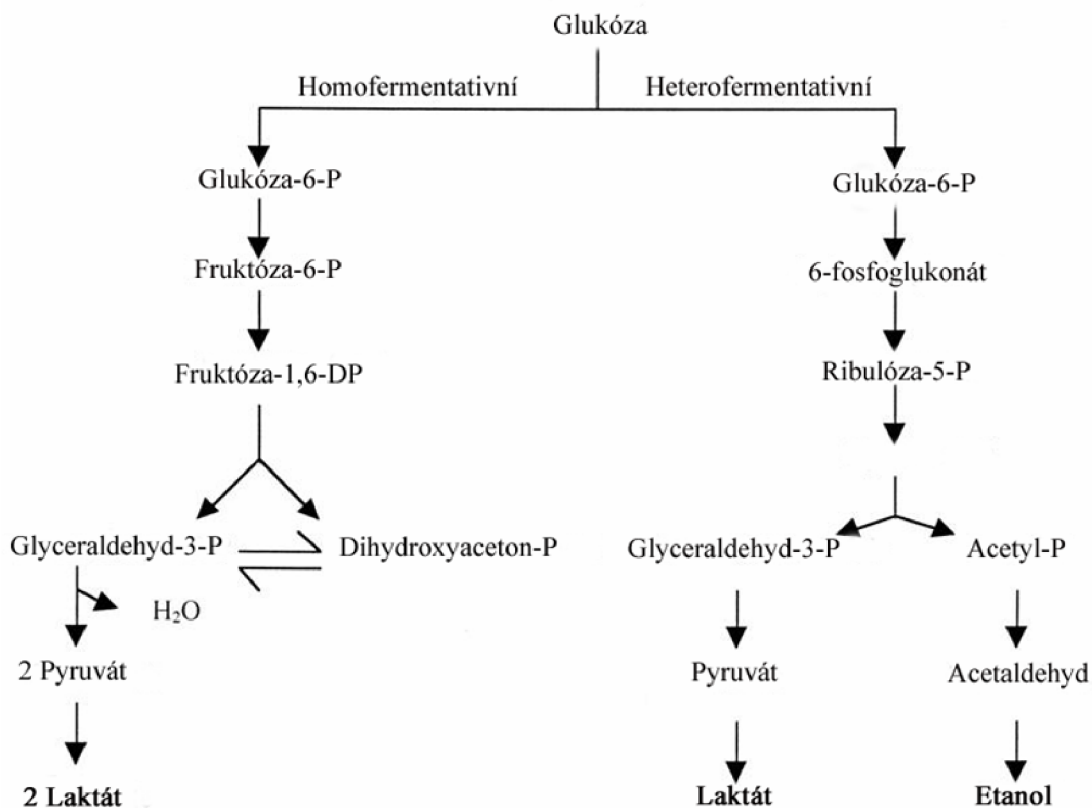
Skupina bakterií mléčného kvašení (BMK) zahrnuje např. tyto rody: *Aerococcus*, *Alloiococcus*, *Atopobium*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Paralactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* a *Weisella* (Pot et al. 2014).

Běžně se používají jako konzervační látky v potravinách, zvýrazňovače chutí, vůně a ke zlepšování nutričních vlastností. Tyto vlastnosti vyplývají ze schopnosti bakterií produkovat různé typy metabolitů, jako jsou např. kyselina mléčná, octová, ethanol, aceton atd. Mezi nejvýznamnější BMK v potravinářství řadíme rody *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* a *Leuconostoc* (Porto et al. 2017).

Z fylogenetického hlediska se BMK řadí mezi G+ bakterie s tvarem buněčné stěny – koky, kokobacily, bacily. Většinou anaeroby s tolerancí i k aerobnímu prostředí. Podle

typu mléčného kvašení se dělí na homofermentativní a heterofermentativní, viz Obr. 2 (Dráb & Kavková 2019). Homofermentativní rody, jako jsou *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus* a některé druhy rodu *Lactobacillus*, uskutečňují metabolismus monosacharidů za vzniku pyruvátu, který se přemění na kyselinu mléčnou. Homofermentativní BMK jsou často využívány jako startovací kultury, kde vznik kyseliny mléčné a snížení pH je žádoucí. Uplatňuje se při konzervaci, kde zabraňuje hnilobným procesům (Saeed & Salam 2013; Mozzi 2016).

Do skupiny BMK s heterofermentativním metabolismem patří rod *Leuconostoc*, *Oenococcus* a některé druhy rodu *Lactobacillus*. Provádí metabolismus monosacharidů za vzniku kyseliny mléčné, ale dále se produkuje formiát, acetát, ethanol a CO₂. Speciálním příkladem jsou druhy *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus curvatus* a *Lactobacillus plantarum* a další, které jsou schopné heterofermentativně kvasit hexózy a pentózy (Mozzi 2016).



Obrázek 2: Homofermentativní a heterofermentativní způsoby kvašení
https://genderi.org/bakterie-mlnho-kvaen-bmk-jsou-heterogenn-skupinou-mikroorganismu/56963_html_m3f511a35.png

3.3 Charakteristika vybraných rodů

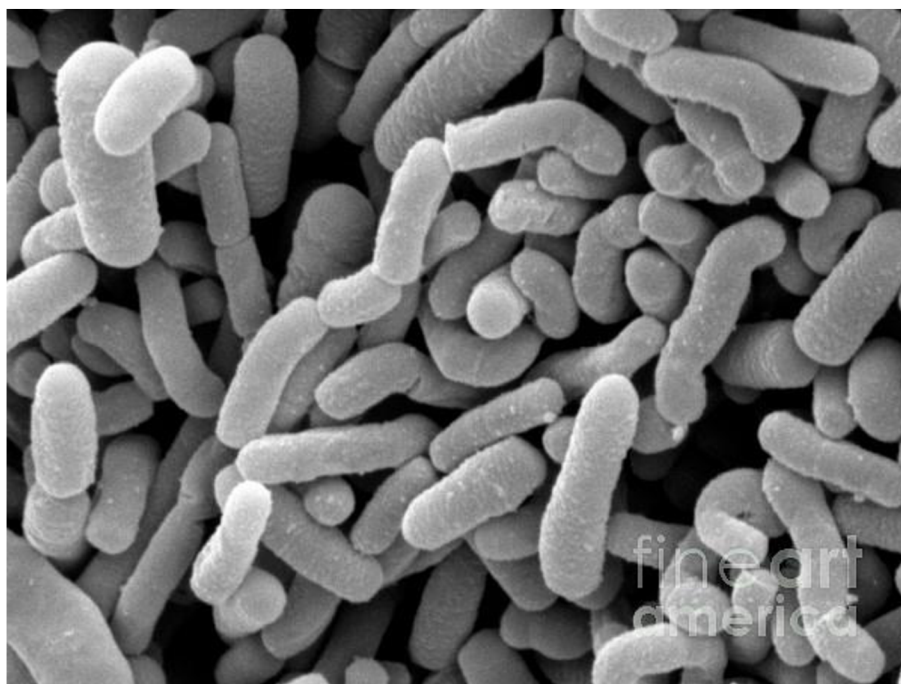
Bakterie mléčného kvašení jsou děleny do několika rodů. Každý z nich obsahuje několik druhů, které mají společné specifické vlastnosti, výskyt a využívají se v potravinářském průmyslu. Některé z nich mají probiotické účinky. Ne všechny druhy působí pozitivně nýbrž často jsou považovány za kontaminanty a některé nesmí být vůbec konzumovány.

3.3.1 *Lactobacillus* spp.

Rod *Lactobacillus* je řazen mezi grampozitivní nesporulující mikroaerofilní tyčinky, které získávají energii mléčným kvašením. Jedná se o největší a nejrozmanitější rod v rámci bakterií mléčného kvašení. Existuje více než 200 druhů *Lactobacillus* spp. Jeho druhy se vyskytují v mléce, kde vyvolávají přirozené kysání (tj. laktóza se přeměňuje na kyselinu mléčnou) a mají potvrzené probiotické vlastnosti. Dále se vyskytují v ústech, trávicím traktu savců, půdě a na rostlinách. Většina druhů je termofilní tzn. schopna růst při 45 °C. Často jsou používány v biotechnologiích a konzervaci potravin a neméně často jsou zkoumány jako terapeutika (Sun et al. 2015).

Nacházejí se také v různých potravinářských produktech od ovoce a zeleniny, až po řadu fermentovaných výrobků (Owusu-Kwarteng et al. 2015) a proto byl tento rod přesunut na seznam QPS (kvalifikovaný předpoklad bezpečnosti), světově uznávaných a bezpečných pro použití v potravinářství (Ricci et al. 2017).

Skupina tří blízce příbuzných druhů, a to *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* a *Lactobacillus rhamnosus* se řadí k nejvíce studovaným kvůli svému komerčnímu, průmyslovému a zdravotnímu potenciálu. Tyto druhy našly uplatnění v potravinářských fermentacích, především k fermentaci mléčných výrobků, výrobě potravin se zlepšenou chutí a texturou a některých probiotických produktech (Hill et al. 2018; Holzappel et al. 2001).



Obrázek 3: *Lactobacillus casei* a *Lactobacillus acidophilus*
(<https://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/fotografie/Lactobacillus.jpg.jpg>)

Mezi hlavní zástupce patří *Lactobacillus casei*, který je izolován především z mléka, sýrů a z intestinálního traktu, viz Obr. 3. Dalším důležitým zástupcem je *Lactobacillus brevis*, který může být izolován z mléka, sýru, kysaného zelí, úst a střevního traktu lidí a potkanů. *Lactobacillus plantarum* je fakultativně heterofermentativní druh, který je velmi

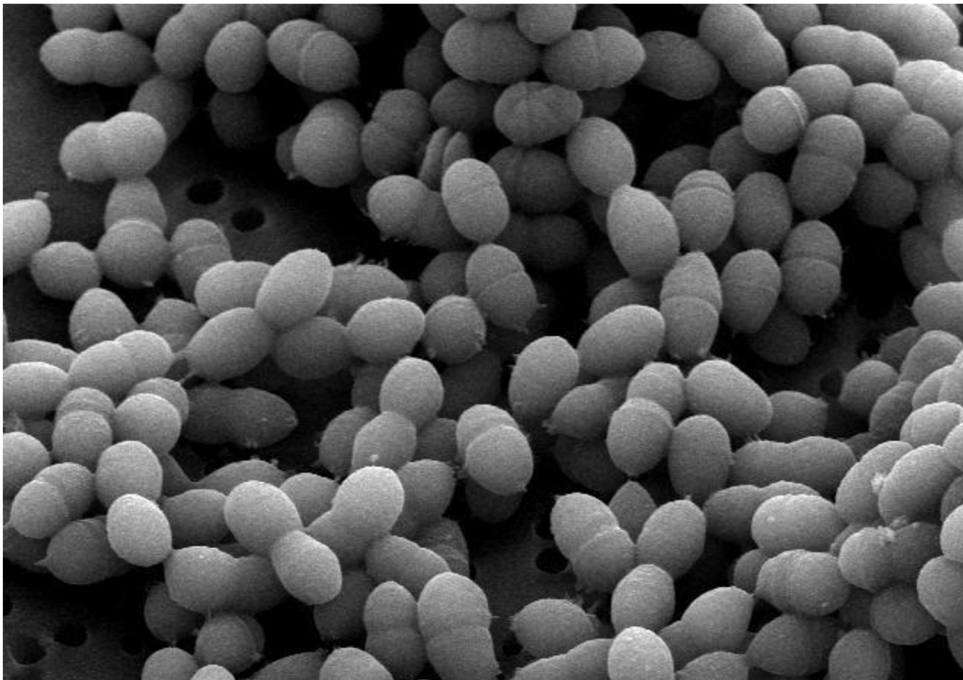
homogenní a izoluje se ze zelí, okurek a píce. *Lactobacillus delbrueckii* je nejstarším druhem rodu *Lactobacillus*. Je zastoupen pěti poddruhy, které sdílejí minimálně 78% podobnost DNA. Skupina obsahuje především obligátně homofermentativní laktobacily. Do této skupiny řadíme také průmyslově důležitý druh *Lactobacillus acidophilus* a *Lactobacillus kefir*. Vyskytují se v mléce a mléčných výrobcích jako jsou jogurty, kefir a acidofilní mléko (Pot et al. 2014).

3.3.2 *Streptococcus* spp.

Rod *Streptococcus* zahrnuje především grampozitivní, nepohyblivé koky organizované do párů nebo řetězců. Patří do skupiny komezálů, ale i patogenů pro lidi a zvířata (Haenni et al. 2018).

Rostou za fakultativně oxidativních podmínek, ale některé z nich vyžadují přítomnost CO₂. Živí se chemoorganotrofním způsobem, kvasí glukózu a produkují kyselinu mléčnou jako hlavní produkt. Je mezofilní bakterií, přičemž teplotní růstové optimum je kolem 37 °C. Buňky, které mají kulovitý nebo vejčitý tvar, tvoří řetězky a jejich průměr je do 2 μm, můžeme pozorovat na Obr. 4. Dle analýz genových sekvencí se druhy sdružují do šesti skupin v závislosti na specifických vlastnostech a patogenitě (Toit et al. 2014).

Mezi nejvýznamnějšího zástupce tohoto rodu, využívaného v potravinářském průmyslu, se řadí *Streptococcus thermophilus*, který se široce používá při fermentaci mléčných výrobků, především jogurtů a sýrů (Ementál, Camembert, Brie, Mozzarella a Parmezán) jako startovací kultura. O jeho probiotických účincích je stále ještě diskutováno (Uriot et al. 2017).

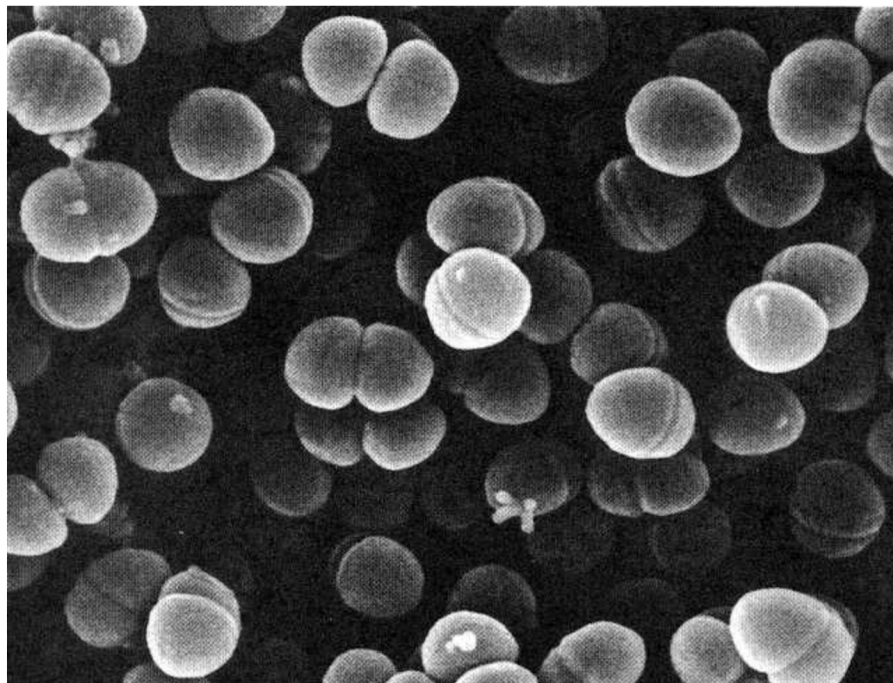


Obrázek 4: *Streptococcus thermophilus* (<https://alchetron.com/cdn/streptococcus-thermophilus-2b2dec9d-0cd4-40d9-a186-d2874633df8-resize-750.jpeg>)

3.3.3 *Pediococcus* spp.

Rod *Pediococcus* je charakterizován jako bakterie ve tvaru nepohyblivých koků, které jsou uspořádány do tetrad (viz Obr. 5). Netvoří spory, patří do skupiny grampozitivních bakterií a jsou fakultativně anaerobní mikroorganismy (Porto et al. 2017).

Pediokoky, řadící se mezi homofermentativní bakterie mléčného kvašení, se vyskytují v celé řadě prostředí. Od rostlinného materiálu (siláže), fermentovaných nápojů až po mléčné výrobky a maso. Mají velký význam pro výrobu potravin, ať už jako kazící organismy ve víně nebo pивě, nebo jako startovací kultury pro zeleninové, masné a mléčné fermentované výrobky. Zvláštností u tohoto druhu je, že hlavním produktem při fermentaci glukózy je D nebo L kyselina mléčná. Z lékařského hlediska jsou pediokoky patogenní a mohou způsobovat infekce. Mezi nejvýznamnější zástupce řadíme *Pediococcus damnosus*, který se vyskytuje jako kontaminující mikroorganismus v pивě, víně a moštu a *Pediococcus acidilactici* kvasící rostlinné substráty a maso (Franz et al. 2014).

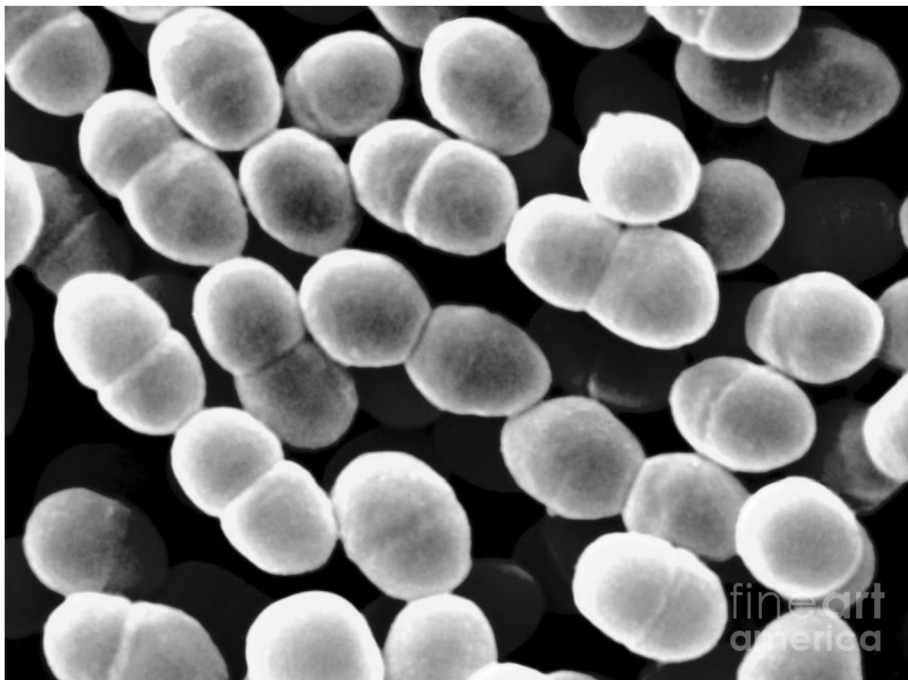


Obrázek 5: Rod *Pediococcus* (<https://alchetron.com/cdn/pediococcus-7e12fab8-3999-4151-b845-6138246c597-resize-750.jpeg>)

3.3.4 *Lactococcus* spp.

Jedná se o rod bakterií mléčného kvašení, který produkuje pouze laktát a je tedy homofermentativní mléčnou bakterií. Tvoří charakteristické grampozitivní nepohyblivé kokoidní vejčité buňky (viz Obr. 6), které se vykytují jednotlivě, v páru, nicméně lze je pozorovat i v řetězci. Druhy rodu *Lactococcus* jsou nejvíce rozšířeny v rostlinách a zvířatech. Do této skupiny patří sedm druhů *Lactococcus* spp. Nejčastěji je využíván jako startovací kultura fermentovaných mléčných výrobků jako jsou sýry, zakysaná smetana a máslo.

Mezi nejvýznamnější zástupce řadíme *Lactococcus lactis* a *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, který se využívá jako vhodná kultura pro výrobu sýru čedar a zakysané smetany. Dalším zástupcem je *Lactococcus plantarum* izolovaný z rostlin, fermentující siláže (Kim 2014).



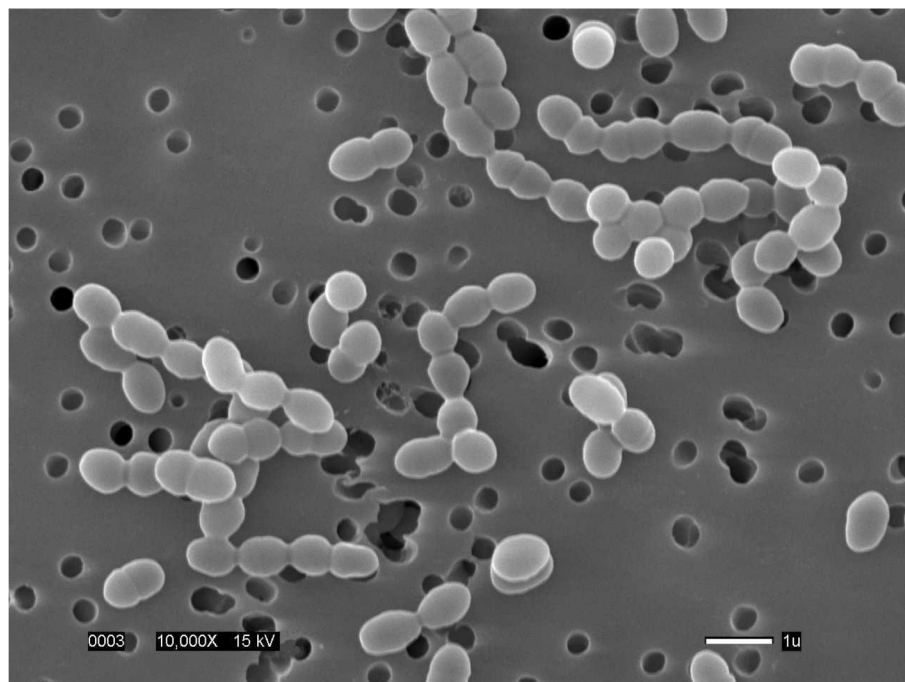
Obrázek 6: Rod *Lactococcus*

(<https://images.fineartamerica.com/images/artworkimages/mediumlarge/1/1-lactococcus-lactis-scimat.jpg>)

3.3.5 *Leuconostoc* spp.

Rod *Leuconostoc* je úzce příbuzný s rody *Lactobacillus* a *Pediococcus*. Řadí se mezi grampozitivní bakterie mléčného kvašení a je obligátně heterofermentativní. Typický je kokoidní tvar spojený v řetězky, viditelný na Obr. 7. Je známo, že bakterie rodu *Leuconostoc* využívají pro fermentaci glukózy přítomnost kyslíku, tzn. jsou aerobní organismy. Fermentují sacharidy a produkují kyselinu mléčnou, octovou a diacetyl. Diacetyl je důležité aroma v potravinářství, které způsobuje typickou máslovou chuť v mléčných výrobcích. Produkce bakteriocinů u kmenů rodu *Leuconostoc* a dalších mléčných bakterií je významná proti patogenům v potravinách. Slouží jako biokonzervační prostředek pro ochranu potravin. Spojeny jsou fermentací potravin jako je např. kysané zelí, okurky, olivy, kimchi, mléčné výrobky, maso. Způsobují také kažení masných výrobků a typická je přítomnost slizu.

Mezi zástupce rodu *Leuconostoc* je řazen *Leuconostoc mesenteroides*, kterého nalezneme v mléčných výrobcích, jako je keřirové mléko, smetanové sýry apod. Dále se podílí na fermentaci kysaného zelí, kimchi, ale i fermentovaného nápoje kombucha (Björkroth et al. 2014). *Leuconostoc lactis* se podílí na fermentaci mléka k výrobě sýrů a je důležitý pro typické máselné aroma u tvrdých sýrů a spojení několika aromatických látek u sýru Gouda a Parmezán (Pogačić et al. 2015).

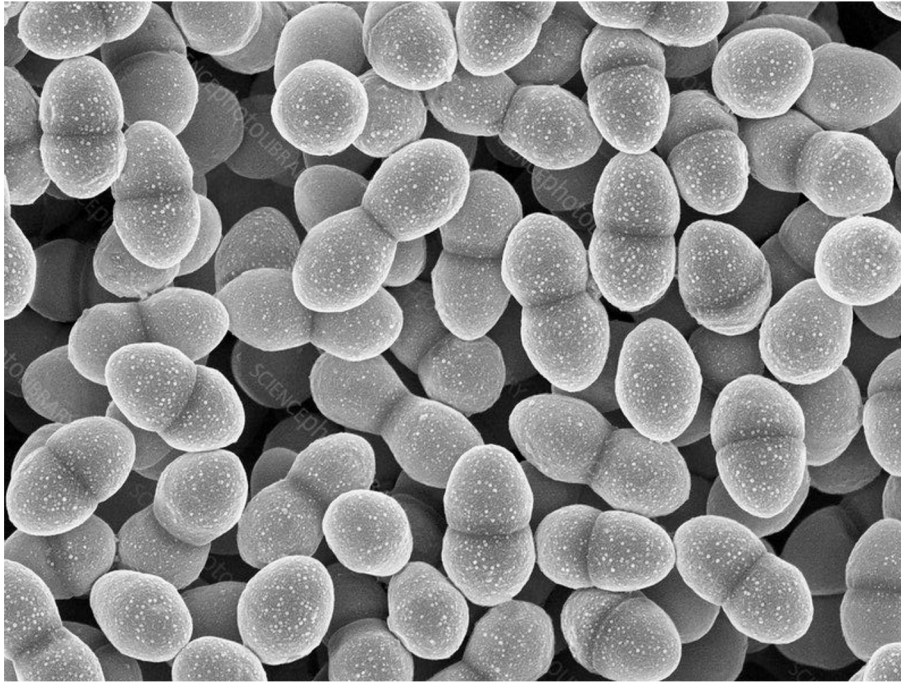


Obrázek 7: Rod *Leuconostoc* (<https://genome.jgi.doe.gov/portal/leume/leume.jpg>)

3.3.6 *Enterococcus* spp.

Kontroverzní rod *Enterococcus* zahrnuje jak komenzální mikroorganismy, tak patogenní a je řazen ke skupině grampozitivních homofermentativních bakterií mléčného kvašení. Ve formě koků, či diplokoků, které lze pozorovat na Obr. 8, hojně osidlují trávicí trakt lidí i živočichů a tyto vysoce tolerantní mikroorganismy k solím, kyselinám, vysokým i nízkým teplotám, extrémnímu pH se výborně adaptují v potravinářství. Lze je najít v tepelně ošetřených potravinách, které prošly sterilací a pasterací, ale i ze syrových surovin tzn. může dojít ke kontaminaci dalších výrobků. Stejně jako ostatní rody BMK zlepšují organoleptické vlastnosti a produkují konzervační látky bakteriociny, které mimo jiné mohou být novým nástrojem v boji proti bakteriálním onemocněním rezistentním k antibiotikům.

Druhy vyskytující se v trávicím traktu jsou *Enterococcus faecium* a *Enterococcus faecalis*, jsou dále využívány jako krmná aditiva zvířat. V průmyslové výrobě jsou také přidávány jako startovací kultury. Zejména při výrobě tradičních sýrů a fermentovaných suchých salámů španělského typu nalezneme druhy *Enterococcus hiraea*, *Enterococcus durans*. V nedávné době studie prokázaly, že *Enterococcus* spp. má probiotický potenciál stejně jako např. rody *Bifidobacterium* a *Lactobacillus* a nabízí nové inovace ve vývoji probiotik a léčiv. Některé druhy jsou využívány jako probiotika, ale je nutné je velmi dobře rozlišovat, což se jeví jako problém, protože nesprávné druhy představují zdravotní riziko pro člověka. EFSA neboli Evropský úřad pro bezpečnost potravin, zatím povolil používání jen několika druhů rodu *Enterococcus* pro potravinářské účely (Hanchi et al. 2018).



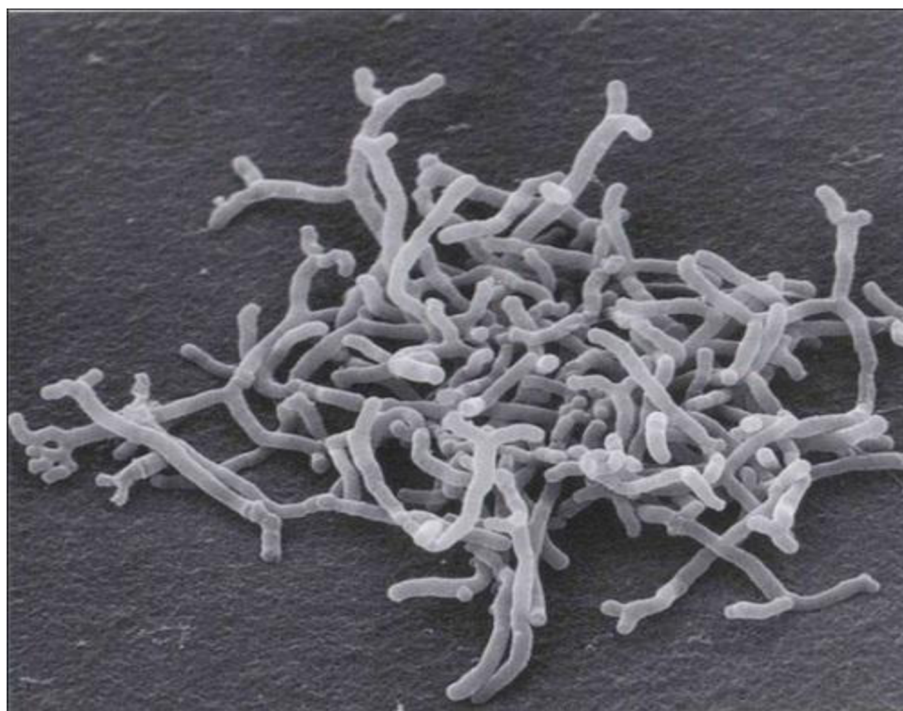
Obrázek 8: Rod *Enterococcus* (<https://media.sciencephoto.com/image/c0370113/800wm>)

3.3.7 *Bifidobacterium* spp.

Jedná se o grampozitivní, nesporulující, anaerobní tyčinky. Tyto bakterie z Obr. 9 (známé svým charakteristickým tvarem, podobající se písmenu Y) se nejčastěji vykytují v lidském a zvířecím gastrointestinálním traktu, odpadních vodách, ale i fermentovaných potravinách (kumys – fermentované kobyli mléko, vodní kefir). Často jsou spojovány s pozitivním účinkem podporující zdraví, ať už jako součást střevní mikrobioty, nebo jako alochtonní druhy probiotik. Střevní mikrobiota je velmi variabilní a u každého jedince unikátní tzv. intersubjektová variabilita. Některé bifidobakterie jsou často používány jako probiotická složka funkčních potravin. Společně s dalšími bakteriemi jsou hojně využívány jako kultury v mlékárenství, pro výrobu fermentovaných mléčných výrobků (Mattarelli & Biavati 2018; Turroni et al. 2011).

Jako zástupce je potřeba zmínit *Bifidobacterium longum*, který je součástí střevní mikrobioty od dětství, až do dospělosti. Má schopnost metabolizovat sacharidy rostlinného původu (např. xylózu, arabinózu). *Bifidobacterium bifidum* je jedním z nejpoužívanějších druhů v probiotických potravinách a farmaceutických přípravcích. Přirozeně se nachází v lidském mateřském mléce. Dalším významným druhem, který se vykytuje ve fermentovaném mléce a jogurtech je *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*. Druh *Bifidobacterium animalis* je izolován z fermentovaného komerčního mléka.

Rod *Bifidobacterium* se neřadí mezi bakterie mléčného kvašení, patří do kmene Actinobacteria, ale dříve byl klasifikován jako člen rodu *Lactobacillus*. Představují jednu z nejdominantnějších skupin s probiotickými vlastnostmi (Collado & Hernández 2007; Mattarelli & Biavati 2018).



Obrázek 9: Typický tvar rodu *Bifidobacterium* (<https://5.imimg.com/data5/EG/TQ/MY-22272522/bifidobacterium-longum-500x500.jpg>)

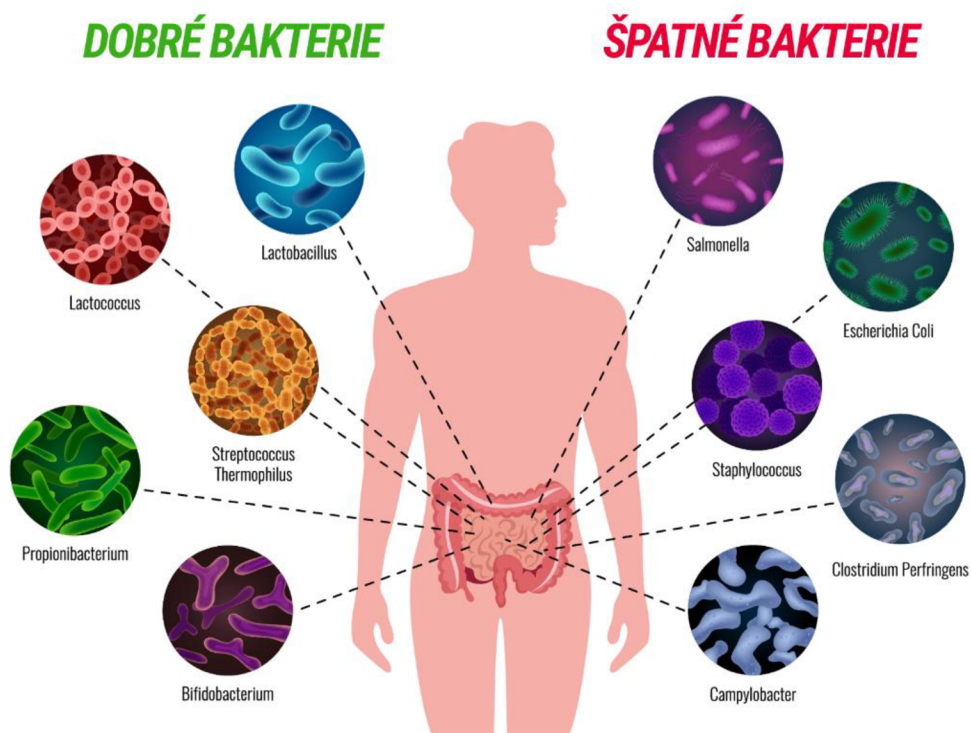
3.4 Probiotika

Probiotika jsou definována jako živé mikroorganismy, které při podávání v přiměřeném množství přinášejí hostiteli určité zdravotní benefity. Aby mohl být bakteriální kmen považován za probiotikum, musí být nejen bezpečný, ale měl by být také schopný přežít v lidském gastrointestinálním traktu (Uriot et al. 2017).

Dle Colombo et al. (2018) jsou nejčastěji používanými mikroorganismy bifidobakterie a rody bakterií mléčného kvašení. Byly studovány po několik desetiletí a v nedávné době výzkum prokázal důležitou roli probiotik ve zdraví. Probiotika jsou známá jako nástroj pro zlepšení mikrobioty hostitele a tím i zlepšení stavu organismu. Posilují a opravují střevní bariéru tím, že stimulují produkci ochranných buněk střevního epitelu, která je polopropustná tzn. umožňuje průchod živin, ale zároveň zabraňuje průchodu látek, které mohou negativně ovlivnit celý organismus. Modulují výrobu některých bioaktivních látek tím, že mohou produkovat enzymy a napomáhat trávení (laktáza, hydrolázy žlučových solí, polysacharidy získané z vlákniny – pektin atd.). Mají antipatogenní účinek, jde o jeden z nejpříznivějších účinků probiotik, kdy inhibují patogeny produkcí antipatogenních sloučenin, jako jsou ethanol, organické kyseliny (octová, máselná), diacetyl, bakteriociny, peroxid vodíku a mnoho dalších. Je známo, že probiotika interagují s imunitním systémem, kdy jsou schopny především zlepšit vrozené imunitní reakce na patogeny. Některé z probiotických bakterií, jako např. *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus* a *Bifidobacterium longum* působí příznivě na snižování cholesterolu tím, že zamezují nárůstu adipocytární tkáně a snižují pravděpodobnost vzniku obezity. Příznivě účinkují také na alergie a kožní problémy

(ekzémy, akné). Všechny mechanismy, kterými probiotika uplatňují své příznivé účinky na hostitele, nejsou zatím zcela pochopeny (Kerry et al. 2018; Sanders et al. 2019).

V organismu se vyskytuje několik rodů mikroorganismů, které mohou ovlivnit hostitele pozitivně i negativně viz Obr. 10. Dobrymi jsou míněny mikroorganismy prospěšné lidskému zdraví, jako například již zmíněné probiotické bakterie (rod *Bifidobacterium*, rod *Lactobacillus* atd.). Špatnými patogenní bakterie, které se mohou do organismu dostat ze zkažených potravin a způsobit vážné komplikace. Mezi patogenní jsou řazeny např. rody *Salmonella*, *Staphylococcus*.



Obrázek 10: Prospěšné bakterie pro střevní mikrobiotu
(https://inlive.cz/upload/article/default/1_bakterie-dobre-spatne.png)

3.4.1 Probiotika nové generace

Lidský střevní mikrobiom je velmi složitý ekosystém, který má důležitou roli v udržování zdraví celého organismu. Častá konzumace zpracovaných potravin, potravin s nízkým obsahem vlákniny nebo příliš hygienický styl života jsou zásadními faktory modulující mikrobiotu a mohou vést k dysbióze. Při určité dysbalanci dochází k řadě gastrointestinálních a systémových onemocnění tudíž je nutná modulace. Mikrobiota je u každého jedince velmi rozdílná a lze ji ovlivňovat stravováním. Tradiční probiotika a poznatky, které již máme pomáhají při vzniku probiotik nové generace. Tyto konkrétní probiotické kmeny mají specifický účinek na konkrétní zdravotní problém a onemocnění.

Nedávná studie dle Satokari (2019) ukázala, že perorálním podáváním probiotických kmenů *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* dochází pouze k dočasné kolonizaci a postupně, během několika dnů až týdnů, jsou vyloučeny stolicí. U části jedinců při podávání kmene *Bifidobacterium longum* APC1472 lze ovlivnit patologické dopady obezity na jedince. Při podávání tohoto konkrétního kmene došlo ke ztrátě hmotnosti a zlepšení zdravotního

stavu. Ze studie plyne, že je nutný vhodný výběr kmene, druhu probiotické bakterie pro konkrétního jedince či populaci. Studie zdůraznila důležitost komenzálních bakterií v gastrointestinálním traktu. Tímto způsobem se dají přizpůsobit probiotické produkty tak, aby účinně působily na určitý zdravotní problém. Konzumací inulinu, můžeme zvýšit populaci bakterie *Faecalibacterium prausnitzii*, která má protizánětlivý účinek a je považována za indikátor lidského zdraví. Pokud populace bakterií v tlustém střevu poklesne, může dojít ke vzniku onemocnění. Tímto způsobem by se dalo využít a zacílit na extrémně citlivé bakterie jako je již zmíněný druh *Faecalibacterium prausnitzii*, který lze považovat za probiotika nové generace neboli tzv. bioterapeutika.

Za další bioterapeutické druhy považujeme *Roseburia intestinalis*, *Eubacterium hallii* a další. V posledním desetiletí je modulace střevní mikrobioty velmi diskutovaným tématem a zároveň budoucností v léčbě systémových onemocnění. Získávání těchto nekonvenčních probiotik nové generace z tradičních probiotik je stále ještě v prvotním stádiu výzkumu, ale jedná se o nadějnou léčebnou strategii (Hiippala et al. 2018).

3.4.2 Prebiotika a synbiotika

Zkoumání probiotik vedlo k vývoji prebiotik, které lze využít jako jejich doplněk. Modifikují střevní mikrobiom a jsou to především nestravitelné složky potravy, které příznivě ovlivňují hostitele. Běžně známé jsou oligosacharidy a fruktooligosacharidy (FOS), celulóza, inuliny, které lze přirozeně získat konzumací zeleniny, ovoce a obilovin. Fermentace sacharidů představuje primární zdroj energie pro epitelální buňky tlustého střeva. K fermentaci dochází působením přítomných bifidobakterií. Prebiotika, neboli vláknina, neslouží jen pouze jako zdroj energie, ale mají za následek několik zdravotních přínosů. Snižují četnost výskytu zánětů střev a jsou prevencí karcinomu tlustého střeva. Podporují pocit sytosti a tím i predispozice k obezitě a kardiovaskulárním onemocněním. Je nutné vzít ale v úvahu, že předávkování může vést k plynatosti a průjmům (Kerry et al. 2018).

S pojmem prebiotika souvisí pojem synbiotika, Markowiak & Ślizewska (2017) uvádí, že mnohé studie se v dnešní době zaměřují na výzkum nových nutričních a zdravotních přínosů synbiotik. Jedná se o fúzi probiotik a prebiotických produktů, které významně přispívají ke zdraví střev a prevenci nemocí. Pokusy a výzkumy prokázaly, že použití probiotik, prebiotik a synbiotik je mnohem účinnější než dosud běžné jednotné použití.

3.4.3 Funkční potraviny

Potraviny jsou pro nás zdrojem obživy, hodnotných nutričních látek a energie. Existují potraviny, které jsou fortifikované o další látky, jako právě již zmiňované fermentované potraviny. Tyto potraviny se souhrnně nazývají funkční potraviny, protože mají jedinečný pozitivní účinek na lidské zdraví (Granato et al. 2010). Jednou z definic používaných pro funkční potraviny je, že se jedná o potraviny, které obsahují bioaktivní látky a prokazatelně snižují rizika chronických onemocnění, poskytují zdravotní výhody nad rámec základní výživy. Pojem funkční potravina vznikl v Japonsku v osmdesátých letech, avšak později byl přijat i v USA, Evropě a dalších zemích. Zájem o tento druh

potravin se neustále zvyšuje, protože populace se stále snaží o zlepšení svého zdraví a životního stylu. Pod pojmem funkční potraviny si můžeme představit jakoukoliv potravinu obohacenou o přidané prospěšné látky např. vitaminy, vláknina, mikronutrienty, či semena. Konkrétně se jedná o džusy a džemy, obohacené o vitamin C, rostlinná másla obohacená o vitamín A a D, kuchyňská sůl s přídavkem jodu a fluoru. cereálie obohacené vlákninou a v neposlední řadě pečivo, zejména chleby s přidanými semeny olejnatých plodin. V současné době často vidáme potraviny obohacené o proteiny. Nejedná se tedy o doplňky stravy v podobě pilulek nebo kapslí (Lau et al. 2012). Zatímco nutraceutika jsou suplementy v podobě kapslí a dle Cano y Postigo et al. (2021) se jedná o biosloučeniny, které jsou přítomny v potravinách nebo z nich přímo pocházejí a poskytují zdravotní benefity nad rámec základních nutričních účinků. Většinou jde o fytochemikálie a další chemické sloučeniny, jako např. fenolové sloučeniny, mastné kyseliny atd.

Díky mikroorganismům lze využívat jednu z nejstarších metod konzervování fermentací, která se stala atraktivním procesem v celosvětovém měřítku. Fermentace přeměňuje obvyklé potraviny na obohacené, funkční potraviny s přidanou hodnotou, vylepšenou chutí a vůní.

3.5 Potravinářské využití

V potravinářském průmyslu se využívají mikroorganismy opravdu hojně. Nejen bakterie mléčného kvašení mají podíl na vzniku chutných obohacených výrobků, ale i houby, zejména kvasinky a plísně. Kvasinky můžeme nalézt jako symbiotickou bakterii v keřirových znech, při výrobě keřiru, dále při produkci nápoje kombucha, piva, vína. Nejčastěji se jedná o rody *Saccharomyces*, *Candida*. Běžně využívané jsou kvasinky v pekárenském průmyslu pro přípravu chlebů, housek a dalších druhů kynutých pečiv. Z plísní jsou využívány především rody *Penicillium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Aspergillus* a to při výrobě fermentovaných suchých salámů, výrobků ze sóji jako např. tempeh a sýrů s mazem, plísní na povrchu i uvnitř.

Fermentované výrobky v posledním desetiletí přitahují velkou pozornost, kvůli zdravotním benefitům, které přináší. Ziskávají se působením bakterií mléčného kvašení, především kvašením mléka (jogurty, sýry, keřir a acidofilní mléko), zeleniny (kysané zelí, kimchi), nápojů (kombucha, kumys) a dalších (tempeh, miso, sójová omáčka, fermentované salámy). Kromě BMK obsahují výrobky bioaktivní sloučeniny a metabolity produkované během fermentace. Fermentační procesy zvyšují nutriční hodnotu mnoha potravin a může vést k odstranění např. laktózy, aby byly vhodné i pro jedince s intolerancí (García-Burgos et al. 2020).

Metoda fermentace se využívala ještě před objevením bakterií a byla zdokonalena použitím specifické mikrobiální konkurence. Ta je vysvětlována jako proces, při kterém jeden organismus snižuje růst ostatních nebo úplně přežití. Mikroorganismy se navzájem ovlivňují vylučováním sekundárních metabolitů a produktů, nebo jednoduše zamezením přísunu výživy (Pilevar & Hosseini 2017). Tabulka 1 uvádí souhrn významných potravinářských výrobků s použitím BMK.

Tabulka 1: Shrnutí vybraných fermentovaných výrobků a výskyt BMK a dalších mikroorganismů

Typ fermentovaného produktu	Produkt	Mikroorganismy
Mléčné výrobky	Jogurt	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>
	Kefir	Směs BMK ¹ a kvasinek
	Zakysaná smetana	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>
	Villi	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>
Fermentovaná zelenina	Zelí	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Pediococcus cerevisiae</i>
	Nakládané okurky/Pickles	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Leuconostoc citreum</i>
	Kimchi	<i>Lactobacillus kimchii</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Leuconostoc citreum</i>
Fermentované nápoje	Kombucha/Jun	Směs BMK ² , kvasinek a bakterií octového kvašení ³
	Kumys	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> a kvasinky
Fermentované salámy	Uherský salám	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus pentosus</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus curvatus</i> , <i>Lactobacillus alimentarius</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i>
Další fermentované výrobky	Tempeh	<i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Streptococcus fuecium</i>

¹ Kefir směs BMK – druhy *Lactobacillus kefiranofaciens*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

² Kombucha/Jun směs BMK – rody *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* a *Oenococcus*

³ Bakterie octového kvašení – rody *Acetobacter*, *Gluconobacter* a *Gluconactetobacter*

3.5.1 Mléčné výrobky

Mezi nejznámější skupinu fermentovaných výrobků bezpochyby řadíme mléčné výrobky. Jsou široce konzumované po celém světě a jejich spotřeba výrazně roste díky nutričním i zdravotním benefitům. Nejběžnější druhy používané pro fermentaci mléka jsou *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus rhamnosus*. Fermentované mléčné výrobky jsou výborným základem pro vývoj široké škály inovativních produktů podporujících zdraví a funkčních potravin.

3.5.1.1 Jogurty

Jogurt vznikl náhodným mléčným kvašením mléka již pravděpodobně přibližně 8 tisíc let před naším letopočtem v Mezopotámii a Egyptě. Jedná se o fermentovaný výrobek získaný mléčným kvašením dvěma druhy živých bakterií, *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (Widyastuti & Febrisiantosa 2014).

Jogurt vzniká okyselením a srážením mléka bez přidání činidla (Nguyen et al. 2018). Senzorické vlastnosti závisí na složení mléka, zda se jedná např. o kravské, ovčí, kozí atd a také na obsahu tuku, rozdílná chuť je u plnotučných a nízkotučných produktů. Dále záleží, zda jsou v jogurtu přidány další přísady ovlivňující chuť, barvu či texturu. Mezi tyto přísady jsou zahrnuty sladidla, ochucovadla (ovocné aroma, vanilka), ovoce (džem, kousky ovoce), stabilizátory (pektin, škrob) a emulgátory. V neposlední řadě je důležitý použitý technologický postup při výrobě. Může se jednat o předúpravu mléka, zahušťování, sušení a chlazení. Startovací kultury *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* jsou aktivovány při 37 °C v kultivačním médiu. Když kyselost dosáhne pH 4,6 kultivační médium se zchladí. Tento proces trvá přibližně 16–20 hodin a lze jej ovlivnit zvýšením teploty z 37 °C až na 43 °C. Dále se zhomogenizuje mléko zahřátím na 65–70 °C a tepelně se ošetří pasterací, aby byly odstraněny všechny patogenní mikroorganismy a došlo k denaturaci syrovátkových bílkovin. Vzniklá směs je buď naočkována volně loženým zákysem nebo se homogenizované mléko naočkuje aktivovanými startovacími kulturami a teplota se udržuje na 40–43 °C. Následně je vzniklé inokulum plněno do kelímků, kde dojde ke kultivaci při udržování stejné teploty až do zakyselení. Jogurty jsou skladovány v chladnu při teplotě 5 °C. Tento mléčný produkt lze vyrobit i v domácím prostředí. Norma Codex Alimentarius požaduje, aby výrobek obsahoval více než 10 milionů jednotek tvořící kolonie bakterií mléčného kvašení. Počet BMK je měřen dle standardů IDF (International Dairy Federation) (Nagaoka 2019).

Jogurty obsahují probiotické bakterie, které mají pozitivní vliv na lidský organismus. Stimulují imunitní systém, jedná se o prevenci mikrobiálních infekcí a mnoho dalších. Existuje několik typů jogurtů např. řecký jogurt, který má nízký obsah tuků a vysoký obsah bílkovin, jogurty s ovocnou složkou, s aromaty, zrající ve sklenici a mnoho dalších. Druhy jogurtů se od sebe odlišují technologickým postupem (Corrieu & Béal 2016).

V dnešní době je velmi oblíbený jogurt typu skyr. Pochází z Islandu a jeho historie sahá až do dob Vikingů. Skyr je hustý jogurt, který se vyrábí vysrážením odtučněného mléka. Ke srážení dochází za pomoci bakterií mléčného kvašení a případně se dá využít syřidlo (ve velkovýrobě se nevyužívá). Bakterie vyskytující se ve skyru jsou obdobné jako v jogurtu, tzn. druhy *Streptococcus thermophilus*, který zajišťuje kvašení a kyselost, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, zlepšující chuť. Odtučněné mléko způsobí, že produkt obsahuje nízké množství tuku, ale zároveň je bohatý na obsah syrovátkových bílkovin (Gudmundsson & Kristbergsson 2016).

Další alternativou je jogurt typu řecký, který se vyznačuje především svou hustší a krémovější konzistencí v porovnání s klasickým bílým jogurtem. Technologie výroby je totožná s výrobou jogurtů popsanou výše. Obsahuje i stejné startovací kultury, a to *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*. Do jogurtu řeckého typu mohou být také přidávána probiotika pro větší benefity lidskému organismu (Costa et al. 2019).

3.5.1.2 Kefir

Kefir je fermentované mléko kavkazského a tibetského původu. Jde o kyselý, šumivý, viskózní a mírně alkoholický nápoj (Nielsen et al. 2014). Vzniká fermentací a působením kefirového zrna v mléce, kde jsou uloženy bakterie mléčného kvašení, konkrétně jde zejména o druhy *Lactobacillus kefiranofaciens*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a kvasinky *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces unisporus*, *Candida kefir* a *Kluyveromyces marxianus* subsp. *marxianus*.

Mléčný či nemléčný základ se inokuluje kefirovými zrny a při teplotě 20–25 °C se nechá několik hodin fermentovat. Procesu fermentace předchází obdobná příprava mléka jako u jogurtů (viz výše). Po fermentaci se zrno odfiltruje a může být použito na další očkování. Zrna jsou slizovitá, nažloutlá, 1–4 cm dlouhá, mají laločnatý tvar a uvnitř spolu v symbióze žijí kvasinky, bakterie octového kvašení a BMK. Kefir lze vyrobit z jakéhokoliv mléka (kravské, ovčí, kozi), ale i z alternativních druhů „mlék“ (sójové, kokosové, rýžové). Nejvyšší kvalita kefiru je získávána z plnotučných mlék, zatímco z alternativních druhů není tak kvalitní (Azizi et al. 2021).

Sharifi et al. (2017) ve své studii uvádí, že užívání, zejména mléčných kefirů, je díky přítomnosti probiotických bakterií velmi účinným prostředkem k prevenci rakoviny, onemocnění gastrointestinálního traktu, hypertenze, hypercholesterolemii a dalších onemocnění.

3.5.1.3 Viili

Jedná se o fermentovaný hustý mléčný výrobek, který je typický pro severské země, především pro Finsko. Obsahuje vysoký počet probiotických a mléčných mezofilních bakterií, kde převládá slizotvorný *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*. Strukturou připomíná jogurt, ale je mnohem více lepivý a slizovitý. Proces výroby je téměř totožný jako u jogurtů s tím rozdílem, že mléko se očkuje jinou startovací kulturou. Konzumuje se

jako svačina, či snídaně, samostatně nebo s obilovinami a ovocem. Díky vysokému obsahu probiotických bakterií má příznivý vliv na lidský střevní mikrobiom (Luo & Deng 2016).

3.5.1.4 Zakysaná smetana/Crème fraîche

Tyto dva produkty, pocházející z Ruska a Francie, jsou si v mnoha ohledech podobné. Nepasterizovaná smetana je zakvašena přidavkem syřidla a bakterií mléčného kvašení, které taktéž způsobují hustou konzistenci a kyselou chuť. Používají se především druhy *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* a *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*. Typický je nízký obsah bílkovin, ale vysoký obsah tuku. U Crème fraîche je obsah tuku minimálně 30 %, u zakysané smetany jsou hodnoty nižší a pohybují se od 18–25 %. Používají se v kuchyni pro přípravu, či dochucení studených i teplých pokrmů a výrobu dezertů (Gibson & Newsham 2018).

3.5.1.5 Sýry

Vyrábí se fermentací mléka u kterého závisí na druhu (kravské, kozí, ovčí atd.), typu pastvy pro zvíře a především na technologickém postupu při výrobě a podmínkách pro zrání sýru. Existuje velké množství druhů sýrů, avšak každý druh je určen jiným obsahem organických sloučenin a souborem organoleptických vlastností, především chutě a vůně (Tilocca et al. 2018).

Původ sýru Gouda a Eidam je pravděpodobně v Nizozemsku. Při výrobě se používá čerstvé kravské mléko, které bývá odstředěné. Proto obsah tuku v sušině je obvykle 40 %. K fermentaci se používají startovací kultury, jako jsou druhy *Leuconostoc lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* a *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, které vytváří ve struktuře typická oka. Pomocí syřidla dochází ke srážení mléka, následuje prosolení, okyselení, lisování, tvarování do bochníků o hmotnosti až 20 kg. Zrání u těchto druhů musí trvat nejméně 4 týdny. Sýry mají poloměkkou až polotvrdou konzistenci a hladkou strukturu s několika typickými oky na řezu (Düsterhöft et al. 2017).

Čedar je tvrdý zrající anglický sýr a stejně tak, jako další druhy je výborným zdrojem bílkovin, tuku a minerálních látek. Typické aroma sýra čedar je způsobeno přítomností mnoha těkavých a aromatických sloučenin. Doba zrání bochníků se může lišit, ale nejčastěji se pohybuje mezi 6–18 měsíci. Během zrání dochází k mnoha biotechnologickým a mikrobiologickým změnám, které následně určují strukturu a sensorické vlastnosti produktu. Konzistence je hladká, krémová až máslovitá. Typická žlutá až oranžová barva je způsobena přidáním přírodních barviv. Nejpoužívanějšími startovacími kulturami pro výrobu sýru čedar jsou druhy *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* a *Lactococcus cremoris* (Murtaza et al. 2014).

Parmezán je řazen mezi velmi tvrdé zrající sýry se světle žlutou barvou pocházející pravděpodobně z Itálie. Do skupiny podobného typu sýru jako je Parmezán patří Parmigiano–Reggiano, Grana Padano, Pecorino Romano atd. Pro získání tvrdé struktury musí zrát nejméně dva roky, čím déle tím tvrdší. Do kravského mléka se přidávají bakterie mléčného kvašení, které mléko fermentují a sráží. Jedná se o druhy *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus* a bakterie ovlivňující typickou chuť parmezánu, *Lactobacillus*

helveticus a *Lactobacillus casei*. Přidáním syřidla neboli proteolytického enzymu se zrychlí proces srážení a dochází k oddělování srážené části od syrovátky. Syřidlo je získáváno ze žaludku telat, tím vznikají nejkvalitnější sýry. Parmezán se využívá jako zvýrazňovač chuti, nebo přísada do těstovin, chleba a pizzy (Aliwarga et al. 2017).

Původem italský sýr Mozzarella spadá do skupiny měkkých tvarohových bílých sýrů s vláknitou strukturou, které lze konzumovat ihned po výrobě. Vyrábí se především z bůvolího a kravského mléka, které v produkci převažuje. Přidáním startovacích kultur v podobě bakterií mléčného kvašení dojde ke srážení mléka. Jedná se především o termofilní druhy *Lactococcus lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii*. Obsah tuku se pohybuje mezi 30–45 %, má jemnou chuť a drobnou strukturu, po zahřátí elastickou. Je vhodnou přísadou např. na pizzu nebo do dalších pokrmů studené i teplé kuchyně (Ah & Tagalpallewar 2017; Gonçalves & Cardarelli 2021).

Cream cheese neboli smetanovým sýrem se rozumí měkký nezrající tvarohový sýr obsahující alespoň 33 % tuku. Vyrábí se z čerstvé nepasterizované smetany anebo kombinací smetany a mléka přidáním bakterií mléčného kvašení, které způsobí koagulaci a okyselení. Tuto skutečnost způsobují rody *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*. Velmi oblíbený je v Severní Americe díky jemné chuti a bez hrudkovité konzistence. Konzumuje se ve slané podobě s přidavkem např. bylinek a koření nebo na sladko v podobě dezertů. Je používán jako potravinářská přísada do již zmíněných dezertů, salátů či jako pomazánka na pečivo (Phadungath 2005; Gutiérrez-Méndez et al. 2019).

3.5.2 Kysaná zelenina neboli Pickles

Nakládání je jedním z nejstarších způsobů konzervace potravin, ať se jedná o potraviny rostlinného (ovoce, zelenina) nebo živočišného původu (maso, ryby) již od dob staré Mezopotámie. „Pickles“ zahrnuje všechny druhy kvašené nakládané zeleniny. Při tomto způsobu konzervace dochází ke změně chuti, barvy a struktury. Existují dva druhy nakládání nefermentované a fermentované.

U prvního způsobu je zelenina ponořena do solného nálevu (16 % soli). Nebo do nálevu z octa, soli, cukru a vody. V tomto případě dochází ke konzervaci právě díky solnému nebo octovému nálevu, nikoliv díky přičinění bakterií mléčného kvašení. Následně se obvykle pasterují, pro likvidaci nežádoucích mikroorganismů.

Fermentovaná zelenina se vyrábí obdobně ponořením do solného roztoku, ale koncentrace soli je nižší (2–5 %), nebo roztoku z cukru, octu a koření. Klíčovou roli hrají bakterie mléčného kvašení přirozeně se vyskytující na povrchu zeleniny a produkující kyselinu mléčnou, která přirozeně konzervuje a brání růstu nežádoucích bakterií. Jako startovací kultura se v při fermentaci zeleniny používá výhradně rod *Lactobacillus* (Behera et al. 2020).

3.5.2.1 Nakládané okurky

Nejčastější zeleninou v Evropě a Spojených státech, která se používá k fermentování jsou okurky. Je to výrobek získaný z čerstvých okurek s přidavkem aromatických, chuťových koření a soli, získaný fermentací kyselinou mléčnou.

Předpokládáme, že k první fermentaci došlo na Blízkém východě kolem roku 2000 př. n. l. Před kvašením dochází k několika úpravám (Behera et al. 2020).

Okurky se ponoří do studené tekoucí čisté vody, aby se zbavily nečistot a obnovila se jejich pevnost. Následně se vloží do sklenic společně s nálevem, který obsahuje sůl (5–7 %), cukr, ocet a koření a dojde ke stabilizaci přirozenou fermentací. Ta probíhá přibližně 2–6 týdnů. Jako startovací BMK jsou využívány rody *Lactobacillus*, *Pediococcus* a *Leuconostoc*, které jsou produkcí kyseliny mléčné a CO₂ zodpovědné za proces fermentace. Tento proces prodlužuje trvanlivost, zlepšuje sensorické vlastnosti a stravitelnost (Zieliski et al. 2017).

3.5.2.2 Kysané zelí

V Evropě, Asii a USA se k výrobě kysaného zelí využívá druh zelí bílé hlávkové (*Brassica oleracea*). Syrové čerstvé zelí má bohatou antioxidační aktivitu především díky obsahu glukosinolatů, kyseliny listové, karotenoidů, flavonoidů a dalších zdravích prospěšných látek.

Fermentace kysaného zelí probíhá za přítomnosti bakterií mléčného kvašení, které se přirozeně vyskytují na povrchu zelných listů. U spontánní fermentace závisí na čerstvosti, teplotě, době fermentace a koncentraci soli. Poslední dva zmíněné faktory ovlivňují růst mikrobiální populace a později i organoleptické vlastnosti kvašeného zelí. Jako startovací kultura je používán druh *Leuconostoc mesenteroides*, který přeměňuje cukr na mléčnou kyselinu, octovou kyselinu, CO₂ a další sloučeniny ovlivňující chuť výsledného produktu (Özer et al. 2019). Ostatní druhy podílející se na fermentaci kysaného zelí jsou *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum* *Enterococcus faecalis* a *Pediococcus cerevisiae*. Druh *Lactobacillus plantarum* je nejvíce odolný vůči kyselinám, a proto zakončuje celkové kvašení. Hlávka zelí se nakrouhá na jemné nudličky. Přidáním 2% solného roztoku a utěsněním do nádoby za anaerobních podmínek je připraveno k přirozené fermentaci, která trvá přibližně 4–6 týdnů při 15 °C. Pokud nedojde ke sterilaci výrobku, je kysané zelí výborným zdrojem vitamínu C, vlákniny, fytochemikálií a především probiotik (Alan et al. 2021).

3.5.2.3 Kimchi

Tento způsob nakládání zeleniny pochází z Koreji, kde je považováno za jeden z tradičních pokrmů. Vyrábí se z čínského zelí, mrkve, cibule, petržele, ředkviček, která se nakrouhá nebo nakrájí a vloží do nádob. Kimchi je dochucováno česnekem a směsí koření, která se skládá z červené papriky, zázvoru, hořčice a soli. Existuje mnoho druhů kimchi a spotřeba stále roste.

Fermentace probíhá v anaerobním prostředí díky druhům *Lactobacillus kimchii*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* a *Leuconostoc citreum*, které se přirozeně vyskytují na povrchu zeleniny. Jedná se o spontánní přirozenou fermentaci, startovací kultury není nutné přidávat. Kimchi je multifunkční potravina s vysokou výživovou hodnotou a v poslední době je stále více populární ve světě. Zelenina použitá v kimchi má své nutriční benefity, protože je bohatá na vitamíny, minerální látky,

fytochemikálie, vlákninu. Tyto benefity jsou následně po fermentaci obohaceny přítomností probiotických bakterií, které příznivě působí na lidský organismus (Chang et al. 2010; Özer et al. 2019).

3.5.3 Fermentované nápoje

Kvašení nápojů je velmi starý způsob uchovávání, ale v nedávné době se stalo po celém světě populárním a zároveň byla populací celého světa objevena přidaná hodnota těchto zkvašených výrobků. Zlepšují se sensorické, nutriční vlastnosti a přináší zdravotní benefity. Za vzniku fermentovaných nápojů lze kvasit mléko, obiloviny a další substráty. Zájem o fermentované funkční nápoje stále stoupá, protože moderní spotřebitelé projevují větší pozornost svému zdraví. Nejoblíbenějšími nápoji jsou fermentovaná mléka zejména kefir, ayran, kumys. A fermentované nápoje nemléčného původu zejména vodní kefir, velmi populární kombucha a málo známý nápoj jun (Marsh et al. 2014).

3.5.3.1 Kombucha

Tento tradiční nápoj pocházející ze severovýchodní Číny je nealkoholický, kyselý a perlivý. Vyrábí se fermentací oslazeného (sacharózou) černého nebo zeleného čajového nálevu za přístupu kyslíku. Do čaje je přidána symbiotická kultura bakterií a kvasinek tzv. SCOBY (symbiotic colony of bacteria and yeast), zejména označovaná jako kombuchová kultura. Není vyloučeno, že kulturou lze očkovat i nálevy z jiných rostlin. Hlavní složkou jsou bakterie kyseliny octové, kvasinky a bakterie kyseliny mléčné. Z bakterií octového kvašení je nutné zmínit kmeny *Acetobacter*, *Gluconobacter* a *Gluconacetobacter*. Bakterie mléčného kvašení jsou obvykle v kombuchovém čaji přítomny v menším množství, ale mezi přítomnými nalezneme například rody *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* a *Oenococcus*. Mezi další nepostradatelné mikroorganismy v nápoji jsou kvasinky *Saccharomyces* a *Kluyveromyces*. Rozkládají sacharózu a produkují organické kyseliny jako je kyselina glukonová a octová (Laureys et al. 2020).

Fermentaci nápoje lze považovat za přirozenou fermentaci, protože proces je zahájen přidáním již použité předchozí kombuchové kultury, která má podobu slizké pružné rosolovité mikrobiální pelikuly připomínající houbu. Jedná se o zpětné kvašení, které se v potravinářském průmyslu hojně využívá při výrobě kváskového těsta, mléčného kefiru, vodního kefiru a fermentaci masa a obilovin. Zkvašení nápoje trvá přibližně 8–14 dní za pokojové teploty 20 °C.

Popularita kombuchy stále přetrvává obzvláště v západních zemích především díky blahodárným účinkům na zdraví. Je považována za funkční potravinu, která snižuje hladinu tlaku, cholesterolu, zlepšuje funkci tělních orgánů, imunitního systému, ale tyto účinky nejsou vědecky podloženy, jsou založené pouze na osobním pozorování (Villarreal - Soto et al. 2018).

3.5.3.2 Jun

Tento nápoj se velmi podobá již zmíněnému nápoji kombucha, jak svou chutí, vzhledem, původem, tak i složením. Nicméně liší se v použitém druhu čaje a sladidla. Jun je fermentovaný nápoj připravovaný ze zeleného čaje a doslazován medem. Kolonie mikroorganismů, které se v tomto nápoji vyskytují jsou aerobní bakterie mléčného kvašení především rody *Lactobacillus*, *Enterococcus*, kvasinky a bakterie octového kvašení. Jun je považován za zdravější verzi kombuchy, protože zelený čaj i med společně přináší zdravotní benefity na lidské zdraví. Nápoj se nechá kultivovat přibližně 5–7 dní, potom se odstraní pelikula, která se použije na další dávku. Chuťově je jemnější než kombucha, ale stejně tak perlivý. Ke zlepšení chuti je možné přidat ovocné šťávy, nebo ovoce samotné (Rana et al. 2021).

3.5.3.3 Vodní kefir

Podobně jako mléčný kefir je i vodní kefir mírně kyselý kvašený kavkazský nápoj. Vyrábí se z roztoku vody a cukru (sacharóza) za přidání čerstvého nebo sušeného ovoce a kefirových zrn. Tato želatinová zrna neboli jiným názvem tibi krystaly, obsahují symbiotickou kulturu bakterií mléčného kvašení a kvasinek. Při výrobě lze kontrolovat chuť vůni a kyselost, která závisí právě především na obsahu bakterií a kvasinek. Tento nápoj není zatím tolik oblíbený, ale vzhledem k rostoucí popularitě zdravého životního stylu a vzdělanosti o střevním mikrobiomu se jistě ke své popularitě dostane. V nápoji se z mikroorganismů vyskytují především rody *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Saccharomyces* a *Acetobacter*, které jsou považovány za klíčové kultury. Tato směs se kultivuje 2–4 dny při pokojové teplotě, následně jsou zrna odfiltrována a lze je opětovně využít. Vzniklý nápoj je perlivý, nakyslý, alkoholický a mírně sladký s příchutí ovoce či dalších koření např. zázvoru, kardamomu, hřebíčku a skořice (Laureys & de Vuyst 2017; Lynch et al. 2021).

3.5.3.4 Ayran

V současné době se stávají stále oblíbenější jogurtové nápoje, které jsou směsí jogurtu s odstředěným mlékem, syrovátkou nebo vodou. Tento nápoj má původ na Balkáně, ve střední Asii a na Blízkém východě.

Ayran, který je řazen mezi jogurtové nápoje může být průmyslově produkován dvěma způsoby. Buď již zmíněným zředěním jogurtu vodou, nebo z nízkotučného standardizovaného mléka přidáním vody a zakvašením jogurtovými zákysovými mezofilními a termofilními kulturami *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a dalšími. Ayran stejně jako kefir má komplexnější složení BMK díky kterému lze tento nápoj považovat za prospěšnější pro lidské zdraví (Kaledina et al. 2021). Chemické složení závisí na míře ředění, na druhu použitého mléka, obsahu tuku. U druhé metody se mléko homogenizuje a pasterizuje. Pasteraci se získá ayran s velmi dobrou mikrobiologickou kvalitou. Po zakvašení a dosažení kyselého pH 4,2–4,4 je možné tento nápoj stáčet do skleněných či plastových lahví.

Díky vysokému obsahu vápníku a vitamínů se stává celosvětově stále oblíbenějším nápojem. Některé studie spekulují o vytvoření funkčního nápoje za přidání inulinu jako prebiotika a probiotických rodů *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Po obohacení má výrobek lepší senzoričké vlastnosti a především významně lepší zdravotní benefity (Altay 2017).

3.5.3.5 Kumys

Původem středoasijský tradiční fermentovaný mléčný nápoj, který se vyrábí zkvašením kobyliho mléka, konkrétně laktózy na kyselinu mléčnou a alkohol. Z toho důvodu se jedná o lehce šumivý kyselý nápoj s obsahem alkoholu přibližně 2 %.

Nejvíce je konzumován v západní Asii, především v Mongolsku, Kazachstánu a Kyrgyzstánu a Rusku. Původně se kumys vyráběl pouze z kobyliho mléka, ale v dnešní době se jako alternativa využívá i mléko kravské. Kobyli mléko se složením od kravského velmi liší. Podobá se více lidskému, především vysokým obsahem laktózy a nízkým obsahem syrovátkových proteinů. Obsah tuku je v kobyliím mléce nižší než v mléce kravském.

Působením dvou typů mikroorganismů dojde k fermentaci. Zejména bakterie mléčného kvašení a kvasinky, hlavně rody *Kluyveromyces*, *Saccharomyces* a *Candida*. Tyto mikroorganismy nejvíce ovlivňují texturu, aroma a kyselost výrobku a přispívají k typické vůni a chuti. Celková fermentace trvá nejméně 3–8 hodin, při delším působení je obsah alkoholu vyšší. Pro rychlejší a výraznější množení kvasinek, je nutné do mléka přidat glukózu nebo sacharózu. Populace bakterií mléčného kvašení je složena především z druhů *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus lactis* subsp. *lactis*, které se zaočkují do pasterovaného mléka a inkubují se při 30–37 °C po dobu 7 hodin. Následně se skladuje při teplotě 6 °C. Pro další výrobu se odebere část zkvašeného zákysu, přidá se do čerstvého mléka a společně promíchá. Má mnoho výživových a léčebných vlastností, které jsou prospěšné pro rekonvalescenci (Singh et al. 2017).

3.5.4 Fermentované uzeniny

Proces výroby fermentovaných uzenin sahá až k Římanům do středověku. Celosvětová produkce fermentovaných masných výrobků prudce eskaluje, zvýšila se téměř o 20 %. Výhodou je jejich trvanlivější skladovatelnost, ale i zlepšené senzoričké vlastností a uspokojení požadavků spotřebitelů. Největším producentem fermentovaných uzenin v Evropě je Německo, kde jsou vyráběny především zauzené produkty, dále Španělsko, Francie, Belgie, Maďarsko, kde jsou produkty syrové, sušené na vzduchu a na jejich povrchu se vyskytuje vrstvička pokrytá plísněmi.

V tradičních masných výrobcích se buď startovací kultury přirozeně vyskytují, nebo jsou za přísně definovaných podmínek přidány. Tyto způsoby se nazývají spontánní nebo řízená fermentace a mají odlišné výsledky. Nejčastěji se využívají bakterie mléčného kvašení, kvasinky a plísně. Je velmi důležité, jaké druhy se v procesu zrání a fermentace využijí, protože rozvíjí barvu, chuť, texturu, produkují biokonzervační látky a jsou schopné interagovat s patogeny a probiotiky. Pro fermentaci masných výrobků jsou nejčastěji využívány mikrobiální populace BMK, konkrétně druhy *Lactobacillus plantarum*,

Lactobacillus pentosus, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus alimentarius*, *Pediococcus acidilactici* a mnoho dalších. Z kvasinek se jedná o druh *Candida famata* a *Debaryomyces hansenii* a z plísní o rod *Penicillium*. Bakterie mléčného kvašení způsobí, že razantně a rychle poklesne pH a po přeměně sacharidů na kyselinu mléčnou. Kvůli prostředí s velmi nízkým pH patogenní bakterie zahynou.

Různé druhy salámů se liší dobou zrání, složením suroviny, vzhledem a chutí, dle těchto parametrů mohou být klasifikovány. Navíc fermentované maso je příznivější pro lidský gastrointestinální trakt, protože se mnohem rychleji tráví. Zároveň fermentované uzeniny obsahují probiotické bakterie, proto působí příznivě na žaludek, zlepšují rovnováhu střevní mikrobioty a zlepšují imunitu. Na druhou stranu v těchto výrobcích se vyskytuje velké množství soli a nasycených masných kyselin. Maso, nejčastěji hovězí, vepřové, jehněčí, se namele, do homogenátu se přidá směs koření a sůl, již zmíněné kultury. Vzniklá směs se naplní do stříveku, nechá se fermentovat přibližně dva dny při teplotě 25 °C a po snížení teploty ještě další dva týdny. Následně se buď nechá vysušit na vzduchu nebo se zaudí studeným kouřem. Tyto dva procesy se často i kombinují, pro lepší a výraznější chuť. Sušení je proces, trvající od 2 měsíců do půl roku. Salámy se rozdělují na tepelně neopracované a tepelně opracované trvanlivé salámy a na salámy s vysokou a nízkou kyselostí.

Ve světě je nejznámějším fermentovaným výrobkem Uherský salám, zatímco v České republice je vyráběno několik variant a to např. salám Lovecký, Poličan, Herkules, Křemešník. Každý má svou specifickou chuť, barvu a především texturu. Pro skladování všech druhů fermentovaných uzenin je ideální chladno, sucho, temno a slabé proudění vzduchu (Kołozyn-Krajewska & Dolatowski 2012; Pilevar & Hosseini 2017).

3.5.5 Další fermentované výrobky

3.5.5.1 Tempeh

Fermentovaný produkt tempeh obsahuje převážně sójové boby, které jsou zdrojem bílkovin. Tempeh může být levnou, ale neméně kvalitní alternativou masa, u kterého je v dnešní době velkým trendem snižování spotřeby a produkce. Tato potravina je původem z Indonésie, kde se konzumuje již po tři staletí.

Díky vysokému obsahu luštěnin je zdrojem rostlinných bílkovin, vitamínu B12 a dalších bioaktivních látek. Tento výrobek je možné vyrábět i obilovin, fazolí a různých druhů skořápkových plodů. Dle normy Codex Alimentarius (sbírka mezinárodně uznávaných standardů, praktických postupů, směrnic a dalších doporučení vztahujících se k bezpečnosti potravin) je tempeh definován jako bílý kompaktní výrobek připravený z vařených sójových bobů fermentovaný houbou rodu *Rhizopus*, bakteriemi mléčného kvašení, kde se jedná o druhy *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum* a *Streptococcus faecium* a kvasinkami. Chuťově by měl být výrobek masitý s lehce houbovou a oříškovou chutí a vůní, bez zápachu. Při rozkrojení by se neměl rozpadat.

Existuje mnoho způsobů výroby, sójové boby se namočí, aby se usnadnilo loupání. Namáčení trvá přibližně 24 až 36 hodin při teplotě 20 až 37 °C a díky tomuto způsobu se snižuje obsah antinutričních látek. Potom se odstraní slupky, protože slupky jsou

považovány za kontaminující látky. Při dalším kroku se boby vaří přibližně 30 minut. Tímto krokem se odstraní patogeny a škodlivé organismy, které mohou narušovat proces fermentace a bezpečnost výsledných potravin. Dalším krokem je sušení. Následně se vzniklá směs inokuluje mikroorganismy a nechá se fermentovat a růst při teplotě 25–37 °C po dobu 18–72 hodin. Při nižších teplotách buď vůbec mikroorganismy nerostou, nebo se jejich růst výrazně zpomalí. Tempeh se skladuje v chladničce při teplotě 4–6 °C. Může se ošetřovat vysokým tlakem CO₂ pro prodloužení trvanlivosti, ale tímto způsobem dojde k ovlivnění obsahu vitamínu skupiny B, vápníku, tuku a bílkovin. Přidané mikroorganismy zvyšují nutriční vlastnosti produktu a jejich zdraví prospěšný potenciál. Fermentovaný tempeh se servíruje především jako vegetariánská alternativa masa, podobně jako tofu (Efriwati et al. 2013; Ahnan-Winarno et al. 2021).

3.5.5.2 Miso

Miso neboli miso pasta je tradiční polotuhé asijské ochucovadlo vyrobené z fermentovaných sójových bobů. Původem pochází z Číny anebo Japonska a používá se již mnoho let.

Sójové boby, koji rýže se namočí do 12% roztoku vody a NaCl, kde dochází k fermentaci a následně se společně namelou. Namáčí se přibližně na 15–17 hodin. Koji rýže, je rýže spařená a následně fermentovaná příměsí kulturní plísně *Aspergillus oryzae*. Kvůli přirozeně se vyskytujícím BMK na surovinách dojde k mléčnému kvašení za vzniku kyseliny mléčné. V tomto procesu se přičiňují druhy *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus fructivorans* a *Lactobacillus plantarum*. Hlavním druhem, který napomáhá ke zrání miso pasty je *Tetragenococcus halophilus*. Má významnou schopnost velmi dobře snášet prostředí s vysokou koncentrací soli. Ideální podmínky pro zrání produktu jsou teploty od 28–32 °C na 4 až 6 měsíců. Miso můžeme dělit na čtyři druhy ječné, sójové, rýžové a směsí všech předchozích druhů. Existuje červené, bílé a žluté miso. Nejčastěji se využívá jako přísada v japonské kuchyni, zejména do polévek jako ochucovadlo (Mohsin et al. 2017; Kusumoto et al. 2021).

3.5.5.3 Sójová omáčka

Tato tmavě hnědá tekutina je známá jako jedno z nejoblíbenějších ochucovadel a tekutých koření, především po celé Asii, ale je rozšířena po celém světě. Sójová omáčka má velmi slanou výraznou chuť.

Vyrábí se ze směsi sójových bobů a pšenice, kde se na fermentaci podílejí druhy plísní *Aspergillus oryzae* a *Aspergillus soyae*, kvasinky rodu *Zygosaccharomyces*, *Candida* a některé druhy bakterií mléčného kvašení. Právě mikroorganismy způsobují charakteristickou chuť a aroma. Omáčka je typická speciální pátou chutí umami. Proces fermentace je u sójové omáčky velmi obdobný jako u miso pasty. Plísně produkují enzymy, které rozkládají sóju a pšenici, BMK produkují organické kyseliny, což vede ke snížení pH a kvasinky produkují těkavé látky a alkohol. Vzniklá kaše tzv. moromi se nechá kvasit několik měsíců a následně projde lisem, filtrací a pasterací. Samozřejmě stejně jako u nakládané zeleniny existují i sójové omáčky, kde k fermentaci nedochází. K bobům se

přidává pouze karamel a kukuřičný sirup pro zlepšení barvy. Tento typ sójové omáčky je hydrolyzovaný (Harada et al. 2018). U dochucovadel je častým problémem vysoký obsah soli a z toho důvodu je nutné dodržovat dávkování a doporučenou denní dávku soli. Při dlouhodobém vysokém příjmu soli může dojít k hypertenzi, nadměrnému zatěžování ledvin až k jejich poškození (Mohsin et al. 2017).

4 Závěr

Mikroorganismy jsou mimořádně důležité při výrobě mnoha potravin a bez jejich aktivity by se některé potraviny vůbec nedaly vyprodukovat. Bakalářská práce se věnovala vytvoření přehledu mikroorganismů využívaných v potravinářství se zvláštním zaměřením na bakterie mléčného kvašení a procesům, které způsobují. Cílem práce bylo charakterizovat vybrané rody a popsat jejich účinky na lidské zdraví. Součástí práce bylo popsat procesy výroby vybraných fermentovaných výrobků.

Produkty vzniklé procesem fermentace jsou výborným zdrojem probiotik a dalších zdraví prospěšných látek. Díky obohacení o prospěšné látky pro lidský organismus lze takové výrobky považovat za funkční potraviny.

Mezi nejvýznamnější probiotické bakterie patří rody *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* *Leuconostoc*, *Bifidobacterium* a mnohé další.

Probiotické bakterie jsou v současnosti populárním tématem a nástrojem v léčbě chronických onemocnění. Probiotika i prebiotika nebo výrobky s obsahem probiotických látek mohou výrazně pomoci zlepšit patologický stav pacientů. Nejvíce zkoumanou skupinou jsou probiotika nové generace. S přijímáním probiotik ve stravě úzce souvisí fermentované výrobky, kde nalezneme vysoký obsah bakterií mléčného kvašení. Vyskytují se v potravinách od mléčných výrobků (jogurty, kefíry, acidofilní mléka atd.), fermentované zeleniny (kysané zelí, kvašené okurky, kimchi) až po masné a luštěninové výrobky (fermentované salámy, tempeh). Pravidelnou konzumací těchto potravin lze ovlivnit složení lidské mikrobioty a tím zlepšit tělesný stav. Lze je nazývat funkční potraviny, což jsou potraviny, které obsahují bioaktivní látky, prokazatelně snižují rizika chronických onemocnění a zároveň poskytují zdravotní výhody.

Zájem spotřebitelů o fermentované potraviny neustále stoupá a s ním i poptávka po fortifikovaných funkčních potravinách. V potravinářském průmyslu dochází k neustálému vývoji nových potravin a metod využívání mikroorganismů. Výzkum bakterií s probiotickým potenciálem je v současnosti na rozvoji a je budoucností v léčbě mnohých onemocnění.

5 Seznam literatury

- Ah, J, Tagalpallewar GP 2017. Functional properties of Mozzarella cheese for its end use application. *Journal of Food Science and Technology* **54**(12):3766–3778.
- Ahnan-Winarno AD, Cordeiro L, Winarno FG, Gibbons J, Xiao H. 2021. Tempeh: A semicentennial review on its health benefits, fermentation, safety, processing, sustainability, and affordability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **20**(2):1717–1767.
- Alan Y, Yildiz N. 2021. Effects of *Lactobacillus* used as the starter culture on naturally fermented pickled cabbage. *Food Science and Technology*. (e45020) DOI: 10.1590/FST.45020.
- Aliwarga L, Christianti EN, Lazarus C. 2017. Development of parmesan cheese production from local cow milk. American Institute of Physics Inc. (e060003) DOI: 10.1063/1.4982283.
- Altay F. 2017. Rheology and functionality of ayran a yogurt drink. Pages 295–305 in Shah NP. editor. *Yogurt in Health and Disease Prevention*. Academic Press, Turkey.
- Azizi NF, Kumar MR, Yeap SK, Abdullah JO, Khalid M, Omar AR, Osman MA, Mortadza SAS, Alitheen NB. 2021. Kefir and its biological activities. *Foods* **10**(6):1210.
- Behera SS, Sheikha EAF, Hammami R, Kumar A. 2020. Traditionally fermented pickles: How the microbial diversity associated with their nutritional and health benefits? *Journal of Functional Foods*. (e103971) DOI: 10.1016/j.jff.2020.103971.
- Bintsis T. 2018. Lactic acid bacteria: their applications in foods. *Journal of Bacteriology & Mycology Open Access* **6**(2):89–94.
- Björkroth J, Dicks LMT, Endo A, Holzapfel WH. 2014. The genus *Leuconostoc*. Pages 391–404 in Holzapfel WH, Wood BJB editors. *Lactic Acid Bacteria: Biodiversity and Taxonomy*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Cano y Postigo LO, Jacobo-Velázquez DA, Guajardo-Flores D, Amezcua GLE, García-Cayuela T. 2021. Solid-state fermentation for enhancing the nutraceutical content of agrifood by-products: Recent advances and its industrial feasibility. *Food Bioscience*. (e100926) DOI: 10.1016/j.fbio.2021.100926.
- Collado MC, Hernández M. 2007. Identification and differentiation of *Lactobacillus*, *Streptococcus* and *Bifidobacterium* species in fermented milk products with bifidobacteria. *Microbiological Research* **162**(1):86–92.
- Colombo M, Castilho NPA, Todorov SD, Nero LA. 2018. Beneficial properties of lactic acid bacteria naturally present in dairy production. *MBC Microbiology* **18**(1):219.

- Corrieu G, Béal C. 2016. Yogurt: The Product and its Manufacture. Pages 617–624 in Caballero B, Finglas PM, Toldrá F editors. Encyclopedia of Food and Health. Academic Press, Paris.
- Costa MF, Pimentel TC, Guimaraes JT, Balthazar CF, Rocha RS, Cavalcanti RN, Esmerino EA, Freitas MQ, Raices RSL. 2019. Impact of prebiotics on the rheological characteristics and volatile compounds of Greek yogurt. *LWT* **105**:371–376.
- Dráb V, Kavková M. 2019. Funkční vlastnosti bakterií mléčného kvašení. *Mlékařské listy* **30**(5):4–6.
- Düsterhöft EM, Engels W, Huppertz T. 2017. Gouda and Related Cheeses. Pages 865–888 in McSweeney PLH, Fox PF, Cotter PD, Everett DW editors. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: Fourth Edition. Academic Press, Amsterdam.
- Efriwati M, Suwanto A, Rahayu G, Nuraida L. 2013. Population dynamics of yeasts and lactic acid bacteria (LAB) during tempeh production. *HAYATI Journal of Biosciences* **20**(2):57–64.
- Franz CMAP, Endo A, Abriouel H, van Reenen CA, Gálvez A, Dicks LMT. 2014. The genus *Pediococcus*. Pages 359–376 in Holzapfel WH, Wood BJB, editors. Lactic Acid Bacteria: Biodiversity and Taxonomy. John Wiley & Sons, Chichester.
- García-Burgos M, Moreno-Fernández J, Alférez MJM, Díaz-Castro J, López-Aliaga I. 2020. New perspectives in fermented dairy products and their health relevance. *Journal of Functional Foods*. (e104059) DOI: 10.1016/J.JFF.2020.104059.
- Gibson M, Newsham P. 2018. Milk and dairy. Pages: 133–167 in Gibson M, Newsham P editors. Food Science and the Culinary Arts. Academic Press, London.
- Gonçalves MC, Cardarelli HR. 2021. Mozzarella cheese stretching: a minireview. *Food Technology and Biotechnology* **59**(1):82–91.
- Granato D, Branco GF, Nazzaro F, Cruz AG, Jos J, Faria JAF. 2010. Functional foods and nondairy probiotic food development: trends, concepts, and products. *Comprehensive reviews in food science and food safety* **9**:292–302.
- Gudmundsson G, Kristbergsson MK. 2016. Modernization of skyr processing: icelandic acid-curd soft cheese. Pages: 45–53. in McElhatton A, El Idrissi MM, editors. Modernization of Traditional Food Processes and Products. Springer Science, Reykjavik.
- Gutiérrez-Méndez N, Balderrama-Carmona A, García-Sandoval SE, Ramírez-Vigil P, Leal-Ramos MY, García-Triana A. 2019. Proteolysis and rheological properties of cream cheese made with a plant-derived coagulant from *solanum elaeagnifolium*. *Foods* **8**(2):44.

- Haenni M, Lupo A, Madec JY 2018. Antimicrobial resistance in *Streptococcus* spp. *Microbiology Spectrum*. (e29600772) DOI: 10.1128/microbiolspec.ARBA-0008-2017.
- Hanchi H, Mottawea W, Sebei K, Hammami R. 2018. The genus *Enterococcus*: Between probiotic potential and safety concerns—an update. *Frontiers in Microbiology*. (e01791) DOI: 10.3389/fmicb.2018.01791.
- Harada R, Yuzuki M, Ito K, Shiga K, Bamba T, Fukusaki E. 2018. Microbe participation in aroma production during soy sauce fermentation. *Journal of Bioscience and Bioengineering* **125**(6):688–694.
- Hiippala K, Jouhten H, Ronkainen A, Hartikainen A, Kainulainen V, Jalanka J, Satokari R. 2018. The potential of gut commensals in reinforcing intestinal barrier function and alleviating inflammation. *Nutrients* **10**(8):988.
- Hill D, Sugrue I, Tobin C, Hill C, Stanton C, Ross RP. 2018. The *Lactobacillus casei* group: history and health related applications. *Frontiers in Microbiology*. (e02107) DOI: 10.3389/fmicb.2018.02107.
- Holzappel WH, Haberer P, Geisen R, Björkroth J, Schillinger U. 2001. Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition. *The American Journal of Clinical Nutrition* **73**(2):365–373.
- Chang JH, Shim YY, Cha SK, Chee KM. 2010. Probiotic characteristics of lactic acid bacteria isolated from kimchi. *Journal of Applied Microbiology* **109**(1):220–230.
- Kaledina M, Li S, Park MK, Popenko VP, Shevchenko NP, Chuev SA. 2021. Kefir and ayran – traditional fermented products of russia. *Earth and Environmental Science*. (e012109) DOI: 10.1088/1755-1315/845/1/012109.
- Kerry GR, Patra JK, Gouda S, Park Y, Shin HS, Das G. 2018. Benefaction of probiotics for human health: a review. *Journal of Food and Drug Analysis* **26**(3):927–939.
- Kim W. 2014. The genus *Lactococcus*. Pages 429–453 in Holzappel WH, Wood BJB editors, *Lactic Acid Bacteria: Biodiversity and Taxonomy*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Kołodzyn-Krajewska D, Dolatowski ZJ. 2012. Probiotic meat products and human nutrition. *Process Biochemistry* **47**(12):1761–1772.
- Kusumoto KI, Yamagata Y, Tazawa R, Kitagawa M, Kato T, Isobe K, Kashiwagi Y. 2021. Japanese traditional miso and Koji making. *Journal of Fungi* **7**(7):579.
- Lau TC, Chan MW, Tan HP, Kwek CL. 2012. Functional food: A growing trend among the health conscious. *Asian Social Science* **9**(1):198–208.

- Laureys D, Britton SJ, de Clippeleer J. 2020. Kombucha tea fermentation: a review. *Journal of the American Society of Brewing Chemists* **78**(3):165–174.
- Laureys D, de Vuyst L. 2017. The water kefir grain inoculum determines the characteristics of the resulting water kefir fermentation process. *Journal of Applied Microbiology* **122**(3):719–732.
- Luo C, Deng S. 2016. Viili as fermented food in health and disease prevention: a review study. *Journal of Agricultural Science and Food Technology* **2**(7):105–113.
- Lynch KM, Wilkinson S, Daenen L, Arendt EK. 2021. An update on water kefir: microbiology, composition and production. *International Journal of Food Microbiology*. (e109128) DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109128.
- Markowiak P, Ślizewska K. 2017. Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. *Nutrients* **9**(9):1021.
- Marsh AJ, Hill C, Ross RP, Cotter PD. 2014. Fermented beverages with health-promoting potential: past and future perspectives. *Trends in Food Science and Technology* **38**(2):113–124.
- Mattarelli P, Biavati B. 2018. Species in the Genus *Bifidobacterium*. Pages: 9–48 in Mattarelli P, Biavati B, Holzapfel WH, Wood BJB editors. *The Bifidobacteria and related Organisms*. Academic Press, Bologna.
- Mohamad NA, Jusoh NA, Zaw Htike Z, Lei Win S. 2014. Bacteria Identification From Microscopic Morphology: A Survey. *International Journal on Soft Computing, Artificial Intelligence and Applications* **3**(2):1–12.
- Mohsin M, Tulain R. 2017. Lactic acid bacteria in traditional fermented Asian foods. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* **30**(5):1803–1814.
- Mozzi F. 2016. Lactic acid bacteria. Pages: 501–508 in Caballero B, Finglas PM, Toldrá F editors. *Encyclopedia of food and health*. Academic Press, San Miguel de Tucumán.
- Murtaza MA, Ur-Rehman S, Anjum FM, Huma N, Hafiz I. 2014. Cheddar cheese ripening and flavor characterization: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **54**(10):1309–1321.
- Nagaoka S. 2019. Yogurt production. Pages: 45–54. in Kanauchi M, editor. *Methods in Molecular Biology*. Humana Press Inc., New York.
- Nguyen H, Afsar S, Day L. 2018. Differences in the microstructure and rheological properties of low-fat yoghurts from goat, sheep and cow milk. *International – Food Research* **108**:423–429.

- Nielsen B, Candan G, Gü G. 2014. Kefir: a multifaceted fermented dairy product. *Probiotics and Antimicrobial Protein* **6**:123–135.
- Owusu-Kwarteng J, Tano-Debrah K, Akabanda F, Jespersen L. 2015. Technological properties and probiotic potential of *Lactobacillus fermentum* strains isolated from West African fermented millet dough. *BMC Microbiology* **15**:261.
- Özer C, Yıldırım HK. 2019. Some special properties of fermented products with cabbage origin: pickled cabbage, sauerkraut and kimchi. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology* **7**(3):490–497.
- Phadungath C. 2005. Cream cheese products: a review. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* **27**(1):191–199.
- Pilevar Z, Hosseini H. 2017. Effects of starter cultures on the properties of meat products: a review. *Annual Research & Review in Biology* **17**(6):1–17.
- Pogačić T, Maillard MB, Leclerc A, Hervé C, Chuat V, Valence F, Thierry A. 2015. *Lactobacillus* and *Leuconostoc* volatiles in cheese conditions. *Applied microbial and cell physiology* **100**:2335–2346.
- Porto MCW, Kuniyoshi TM, Azevedo POS, Vitolo M, Oliveira RPS. 2017. *Pediococcus* spp.: An important genus of lactic acid bacteria and pediocin producers. *Biotechnology Advances* **35**(3):361–374.
- Post KW, Jeffrey ZJ, Karriker LA, Ramirez A, Schwartz KJ, Stevenson GW, Zhang J. 2019. Overview of bacteria. Pages: 743–748 in Post KW, Jeffrey ZJ, Karriker LA, Ramirez A, Schwartz KJ, Stevenson GW, Zhang J editors. *Diseases of swine*. John Wiley & Sons, New York.
- Pot B, Felis GE, de Bruyne K, Tsakalidou E, Papadimitriou K, Leisner J, Vandamme P. 2014. The genus *Lactobacillus*. Pages 249–353 in Holzapfel WH, Wood BJB editors, *Lactic Acid Bacteria: Biodiversity and Taxonomy*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Rana P, Panda P, Shukla P, Sahore A, Chauhan A, Kanwal A. 2021. Production of fermented green tea and its nutrient analysis: a mini review. *Journal of Postharvest Technology* **9**(2):101–113.
- Ricci A, et al. 2017. Update of the list of QPS-recommended biological agents intentionally added to food or feed as notified to EFSA 5: suitability of taxonomic units notified to EFSA until September 2016. *EFSA Journal* **15**(3):4663.
- Saeed AH, Salam AI. 2013. Current limitations and challenges with lactic acid bacteria: a review. *Food and Nutrition Sciences* **4**:73–87.

- Sanders ME, Merenstein DJ, Reid G, Gibson GR, Rastall RA. 2019. Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology* **16**(10):605–616.
- Satokari R. 2019. Modulation of gut microbiota for health by current and next-generation probiotics. *Nutrients* **11**(8):19–21.
- Sharifi M, et al. 2017. Kefir: a powerful probiotics with anticancer properties. *Medical Oncology* **34**:183.
- Singh PK, Shah NP. 2017. Yogurt in health and disease prevention. Pages: 87–106 in Shah NP editor. *Other fermented dairy products: kefir and koumiss*. Academic Press, Asia.
- Sun Z, et al. 2015. Expanding the biotechnology potential of lactobacilli through comparative genomics of 213 strains and associated genera. *Nature Communications* **6**(1):8322.
- Šilhánková L. 2002. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. 3. vyd. Academia, Praha.
- Thairu Y, Nasir IA, Usman Y. 2014. Laboratory perspective of gram staining and its significance in investigations of infectious diseases. *Sub-Saharan African Journal of Medicine* **1**(4):168.
- Tilocca B, Costanzo N, Morittu VM, Spina AA, Soggiu A, Britti D, Roncada P, Piras C. 2018. Milk microbiota: Characterization methods and role in cheese production. *Journal of Proteomics* (e103534) DOI: 10.1016/j.jprot.2019.103534.
- Toit M, Huch M, Cho GS, Franz CMAP. 2014. The genus *Streptococcus*. Pages 457–505 in Holzapfel WH, Wood BJB editors, *Lactic Acid Bacteria: Biodiversity and Taxonomy*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Turroni F, van Sinderen D, Ventura M. 2011. Genomics and ecological overview of the genus *Bifidobacterium*. *International Journal of Food Microbiology* **149**:37–44.
- Uriot O, Denis S, Junjua M, Roussel Y, Dary-Mourot A, Blanquet-Diot S. 2017. *Streptococcus thermophilus*: From yogurt starter to a new promising probiotic candidate? *Journal of Functional Foods* **37**:74–89.
- Villarreal-Soto SA, Beaufort S, Bouajila J, Souchard JP, Taillandier P. 2018. Understanding kombucha tea fermentation: a review. *Journal of Food Science* **83**(3):580–588.
- Wedajo B. 2015. Lactic acid bacteria: benefits, selection criteria and probiotic potential in fermented food. *Journal of Probiotics & Health* **3**(2):1–9.

Widyastuti Y, Febrisiantosa RA. 2014. The role of Lactic acid bacteria in milk fermentation. *Food and Nutrition Sciences* **5**(4):435–442.

Zieliski H, Surma M, Zieliska D. 2016. The naturally fermented sour pickled cucumbers. Pages: In: 503–516 in Frias J, Martinez-Villaluenga C, Peñas E, editors. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention* Academic Press, Krakow.