

Využití rodu *Lactobacillus* v potravinářství

Sabina Kuncová, DiS.

Bakalářská práce
2020

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Sabina Kuncová, DiS.**
Osobní číslo: **T18611**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin – specializace Technologie mléka a mléčných výrobků**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Využití rodu *Lactobacillus* v potravinářství**

Zásady pro vypracování

1. Charakteristika rodu *Lactobacillus*.
 2. Význam rodu *Lactobacillus*.
 3. *Lactobacillus* v mléčných výrobcích.
 4. *Lactobacillus* ve fermentovaných výrobcích.
 5. Probiotika a jejich využití v potravinářství.
-

Forma zpracování bakalářské práce: **Tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- [1] ŠILHÁNKOVÁ L., Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology, Praha, Academia (2008), ISBN 978-80-200-1703-1.
- [2] MOZZI, F., RAYA, R. R., VIGNOLO, M. Biotechnology of lactic acid bacteria: novel applications. Second edition. Chichester, UK: Wiley Blackwell, 2016, 1 online zdroj (xvii, 374 stran). ISBN 9781118868386.
- [3] NĚMEC, M., MATOULKOVÁ, D. Základy obecné mikrobiologie. Brno: Masarykova univerzita, 2015, 255 s. ISBN 978-80-210-7923-6.
- [4] DEMNEROVÁ, K. a kol. Laboratoř mikrobiologického zkoumání potravin. Vydání první. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-957-0.
- [5] KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘICH, M. Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin. Ostrava, 2009. ISBN 978-80-7418-051-4.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Radmila Matějčíková**
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **17. února 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **22. května 2020**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 17. února 2020

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta: Sabina Kuncová

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit rešerši na téma využití bakterií rodu *Lactobacillus* v potravinářství. Bakterie rodu *Lactobacillus* jsou využívány především ve fermentovaných výrobcích. Jsou součástí čistých mlékárenských kultur a jsou využívány pro výrobu celé řady mléčných výrobků. Jsou přirozenou součástí lidského těla, proto mají také medicínské využití jako probiotika. Bakterie *Lactobacillus* mohou produkovat antimikrobiální látky, čehož je využíváno jak v potravinářství, tak i v medicíně.

Klíčová slova: *Lactobacillus*, protektivní kultury, fermentované mléčné výrobky, probiotika

ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on creating a research about the use of bacteria of the genus *Lactobacillus* in food industry. *Lactobacillus* bacteria are mainly used in fermented products. They are used in dairy cultures, which are used to produce a wide range of dairy products. They are a natural part of a human body, so they have a medical use as probiotics. *Lactobacillus* bacteria can produce antimicrobials, which is used in both food and medicine.

Keywords: *Lactobacillus*, protective cultures, fermentated dairy products, probiotics

Chtěla bych touto cestou poděkovat paní Ing. Matějčkové za rady, připomínky, cenné informace, trpělivost a vedení této práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD..... | 8 |
| I TEORETICKÁ ČÁST..... | 9 |
| 1 CHARAKTERISTIKA RODU <i>LACTOBACILLUS</i>..... | 10 |
| 1.1 ROZDĚLENÍ RODU <i>LACTOBACILLUS</i> | 10 |
| 1.1.1 Obligátně homofermentativní | 10 |
| 1.1.2 Fakultativně heterofermentativní | 11 |
| 1.1.3 Obligátně heterofermentativní | 11 |
| 2 VYUŽITÍ RODU <i>LACTOBACILLUS</i> | 12 |
| 2.1 FERMENTOVANÉ VÝROBKY | 12 |
| 2.2 PROBIOTIKA | 12 |
| 2.3 ANTIBAKTERIÁLNÍ EFEKT | 12 |
| 2.4 PROTEKTIVNÍ KULTURY..... | 13 |
| 2.5 NEGATIVNÍ VLASTNOSTI..... | 14 |
| 2.5.1 Vady piva | 14 |
| 2.5.2 Vady vína | 14 |
| 2.5.3 Vady masa a masných výrobků..... | 15 |
| 3 <i>LACTOBACILLUS</i> V MLÉČNÝCH VÝROBCÍCH..... | 17 |
| 3.1 ČISTÉ MLÉKAŘSKÉ KULTURY | 17 |
| 3.2 KYSANÉ MLÉČNÉ VÝROBKY | 18 |
| 3.2.1 Fermentovaná mléka | 20 |
| 3.2.1.1 Princip výroby..... | 21 |
| 3.2.2 Jogurty..... | 21 |
| 3.2.3 Kefír | 22 |
| 3.2.4 Acidofilní mléko | 22 |
| 3.2.5 Mikroorganismy při výrobě sýrů | 23 |
| 4 <i>LACTOBACILLUS</i> VE FERMENTOVANÝCH VÝROBCÍCH | 25 |
| 4.1 FERMENTOVANÁ ROSTLINNÁ STRAVA | 25 |
| 4.2 FERMENTOVANÉ MASNÉ VÝROBKY | 26 |
| 5 PROBIOTIKA A JEJICH VYUŽITÍ V POTRAVINÁŘSTVÍ | 28 |
| 5.1 PREBIOTIKA..... | 29 |
| 5.2 SYMBIOTIKA..... | 29 |
| ZÁVĚR | 31 |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | 32 |
| SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | 36 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 37 |
| SEZNAM TABULEK..... | 38 |

ÚVOD

Mikroorganismy rodu *Lactobacillus* hrají významnou roli pro lidský organismus. Jsou přirozenou součástí organismu, vyskytují se v trávicí, močové a pohlavní soustavě.

Laktobacily dále člověk využívá v průmyslové technologii, jsou součástí bakterií mléčného kvašení, protože zkvašují laktózu a další cukry na kyselinu mléčnou. Proto jsou využívány při výrobě kysaných mléčných výrobků. Dále jsou součástí fermentovaných výrobků, jedná se o výrobky, pro které je důležitý výskyt mikrobiální kultury. Mikroorganismy totiž pozitivně ovlivňují organoleptické vlastnosti těchto výrobků. Některé druhy se mohou vyskytovat jako nežádoucí kontaminace při výrobě vína a piva, kde způsobují senzorické vady výrobků a při výrobě droždí, kde dochází k hmotnostním ztrátám.

Rod *Lactobacillus* je také součástí medicínálních probiotik, která se podílejí na udržování fyziologického mikrobiálního prostředí trávicího traktu [1, 2].

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA RODU *LACTOBACILLUS*

Jedná se o grampozitivní nesporotvorné tyčinky, které mají průmyslové a potravinářské využití při rozkladu potravin. Rod *Lactobacillus* patří do kmene *Firmicutes*, třídy *Bacilli*, řádu *Lactobacillales* a čeledi *Lactobacillaceae*. Je charakteristický náročností na růstové látky. Jedná se o anaerobní, mikroaerofilní anebo fakultativně anaerobní mikroorganismy. Jejich fyziologickou vlastností je zkvašování cukrů včetně laktózy na kyselinu mléčnou. Homofementativní mléčné bakterie tvoří kyselinu mléčnou jako jediný produkt. Heterofermentativní mléčné bakterie tvoří mimo kyseliny mléčné i další produkty jako kyselinu octovou, ethanol, oxid uhličitý aj.

Mléčné bakterie jsou díky nepřítomnosti katalázy detekovány pomocí roztoku 3% peroxidu vodíku v potravinách nebo jiném prostředí, nedochází k uvolnění bublinek kyslíku, proto jsou nejpravděpodobněji řazeny k rodu *Lactobacillus*. Většina druhů se vyznačuje růstem při 45 °C [2, 3].

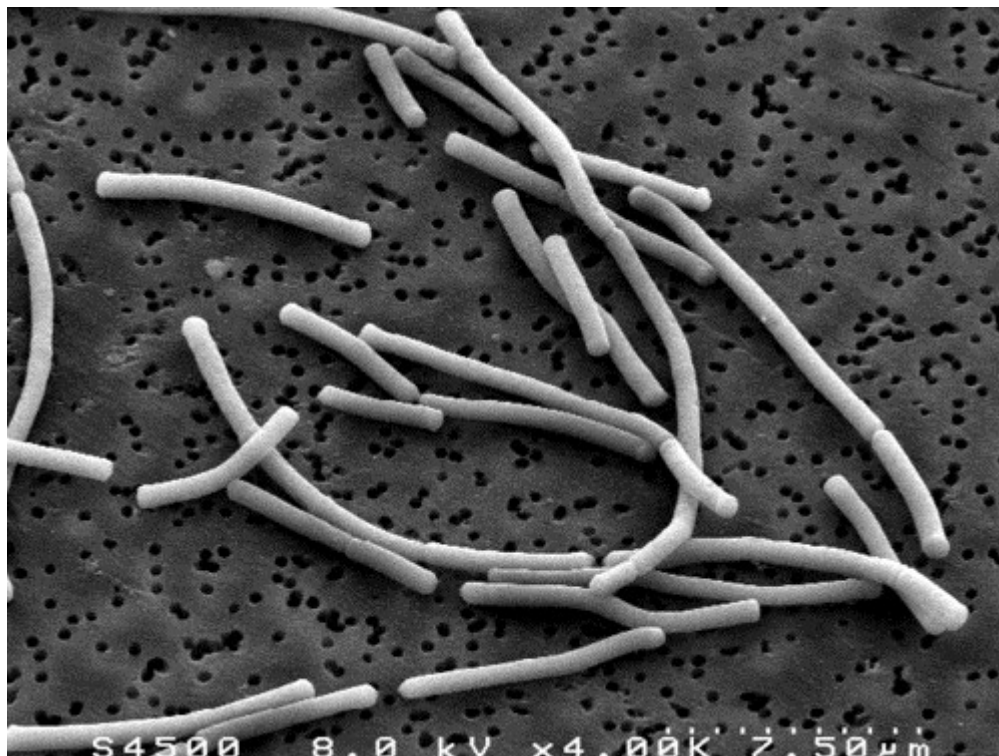
1.1 Rozdělení rodu *Lactobacillus*

Poprvé byl popsán rod *Lactobacillus* v roce 1901. Původně byl rod *Lactobacillus* členěn do tří podrodů: *Thermobacterium*, *Streptobacterium*, *Betabacterium*, toto členění je již neplatné. Podle nejnovější nomenklatury jsou řazeny do tří skupin dle zkvašování cukrů, dělí se na obligátně homofermentativní a fakultativně heterofermentativní a obligátně heterofermentativní mléčné bakterie [4].

1.1.1 Obligátně homofermentativní

Zkvašují hexózy na kyselinu mléčnou. Pentózy ani glukonát nejsou zkvašovány. Mezi zástupce patří např.: *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *delbrueckii* a subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. helveticus*.

Jedná se o laktobacily, které se využívají při fermentaci melasy, při výrobě jogurtů, mléčných nápojů, v sýrařství. Dále se některé přirozeně vyskytují v trávicím traktu.



Obrázek 1: *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* [22]

1.1.2 Fakultativně heterofermentativní

Zkvašují hexózy na kyselinu mléčnou. Pentózy jsou zkvašovány na kyselinu mléčnou a octovou. Uvolňují plyn z glukonátu, ale ne z glukózy. Mezi zástupce patří např.: *L. casei*, *L. paracasei*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*.

Tyto laktobacily jsou využívány v sýrařství, při kvašení zelí, siláže, pekařského kvásku, kefiru.

1.1.3 Obligátně heterofermentativní

Hexózy jsou zkvašovány na kyselinu mléčnou, ethanol a oxid uhličitý. Plyn je uvolňován z pentóz i glukózy. Mezi zástupce řadíme např.: *L. brevis*, *L. buchneri*, *L. kefir*, *L. vaginalis*.

Jedná se o laktobacily, které se vyskytují jako kontaminace droždí a vína, dále o laktobacily, které se využívají k výrobě kvašeného zelí, pekařského kvásku a siláže [2, 4, 5, 6].

2 VYUŽITÍ RODU *LACTOBACILLUS*

Mléčné bakterie se nacházejí v přírodě v pestrém prostředí. Objevují se ve mléce, kde jsou původci přirozeného kysání, dále je lze nalézt v půdě, na travinách, obilném zrně, ve vodě, v ústech i v zažívacím traktu.

2.1 Fermentované výrobky

Lze je použít při výrobě fermentovaných potravin, ve kterých se mohou vyskytovat buďto přirozeně nebo jsou přidávány ve formě startovacích kultur. Především jsou takto využívány při výrobě mléčných výrobků, výrobků z ovoce, zeleniny a při výrobě masných výrobků. Dále lze fermentace využít při rozkladu rostlinných zbytků ve volné přírodě [2, 4].

2.2 Probiotika

Laktobacily jsou dále součástí řady komerčních probiotických kultur, kdy pomáhají zdravému mikrobiálnímu osidlování trávicího traktu, čímž pozitivně podporují imunitní systém. Dále se pomocí probiotik dá předcházet mnoha onemocněním, především průjemového charakteru [7].



Obrázek 2: Komerčně vyráběné probiotikum [23]

2.3 Antibakteriální efekt

Podílejí se na udržování pH, především v lidském organismu. Jsou důležitou součástí vaginální mikroflóry. Produkce bakteriocinů, což jsou bakteriální proteiny, zajišťuje správné

mikrobiální osídlení tím, že eliminuje bakterie podobného nebo stejného druhu. Díky tomu se podílí na udržování homeostázy. Některé bakteriociny mohou sloužit jako probiotika a antibiotika, což vede k aktivaci imunitního systému [8, 9].

2.4 Protektivní kultury

Protektivní kultury se využívají díky jejich schopnosti zabránit růstu patogenních mikroorganismů a mají statut GRAS, tedy jsou považovány za bezpečné. Tyto kultury jsou specifické produkcí antimikrobiálních látek, které zabráňují rozvoji kontaminace v potravinách. Aktivitu protektivních kultur ovlivňuje mnoho faktorů, jako množství nežádoucích mikroorganismů, druh kontaminantů, doba fermentace, podmínky při skladování aj. Protektivní kultury mají za účinek prodloužení data použitelnosti potravinových výrobků. Protektivní kultury jsou tvořeny kombinací mikroorganismů *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* a *Lactobacillus rhamnosus* nebo *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* a *Lactobacillus paracasei*. Je prokázáno, že tyto kultury prodlužují datum spotřeby u jogurtů, protože působí proti kvasinkové, plísňové i bakteriální kontaminaci.

Protektivní kultura s využitím *Lactobacillus plantarum* bývá využívána při výrobě sýrů pro zabránění rozvoje kontaminační mikroflóry rodu *Listeria*. Tato kultura je používána jako povrchové ošetření.

Protektivní kultury jsou také přidávány do mělněných masných výrobků a mají zabránit rozvoji *Listeria monocytogenes* a *Salmonella* [32, 33].



Obrázek 3: *Lactobacillus rhamnosus* [34]

2.5 Negativní vlastnosti

Mohou působit jako součást nežádoucí mikroflóry při výrobě piva, vína, droždí, mléka, masa. Díky svému výskytu v dutině ústní se podílejí na tvorbě zubního kazu. Mohou být příčinou sepse a abscesů hojících se ran [1, 2].

2.5.1 Vady piva

Laktobacily jsou součástí mikroflóry ječmene, vykazují se schopností růstu po adaptaci na podmínky piva. Vady jsou převážně způsobeny při nedostatečném prokvašení piva. Bakterie rodu *Lactobacillus* se řadí mezi potenciálně škodící mikroflóru piva. K pomnožení těchto bakterií dochází pouze za daných podmínek, jako je přítomnost kyslíku, zvýšené pH piva nad hodnotu 4,7 a při nižším chmelení piva. Za těchto podmínek může dojít k pomnožení *Lactobacillus plantarum* a *Lactobacillus lactis*.

Laktobacily se dále řadí i mezi obligátně škodlivé mikroorganismy. Při pomnožení této mikroflóry vzniká v pivu sedlina a zákal, dále dochází ke změně chuťových vlastností piva (zápach, tvorba diacetylu). Mezi tyto organismy řadíme *Lactobacillus brevis* a *Lactobacillus lindneri*. Dělíme je na primární kontaminanty, ty se vyskytují především v kvasnicích a v nefiltrovaném úseku výroby (kvasné a ležácké sklepy). Mezi primární kontaminanty řadíme *Lactobacillus lindneri*, *Lactobacillus brevisimilis*, *Lactobacillus frigidus*. Mezi sekundární kontaminanty řadíme *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus coryniformis*.

Lactobacillus brevis způsobuje až 50 % mikrobiálního kažení piva. Vyskytuje se v meziproduktech i v hotovém pivě. Jeho extracelulární kapsuly přežijí 25 pasterizačních jednotek [41].

2.5.2 Vady vína

Vady vína způsobené rodem *Lactobacillus* vznikají u vín s nízkým obsahem kyselin a tříslovin a s vysokým obsahem cukru. Mohou způsobovat nežádoucí mléčné a manitové kvašení. Tato vada se vyskytuje ihned po alkoholovém kvašení ve vínech, která byla přislazována sacharózou a došlo u nich k pomnožení mléčných bakterií *Lactobacillus desidi- osus*, *Lactobacillus hilgardii*, *Lactobacillus brevis*. Tyto bakterie tvoří velké množství těkavých kyselin, z glukózy vytváří kyselinu octovou, oxid uhličitý a ethanol a z fruktózy tvoří manitol. Tuto vadu lze napravit u mladých vín odstředěním, filtrací nebo odkalením,

aby došlo k odstranění zákalových částic, ve kterých se nachází bakteriální kontaminace. Víno je třeba silně zasířit a přidat kvasinky rodu *Saccharomyces* nebo přidat zdravé kvasničné kaly z mladého a správně překvašeného vína.

Další vadu, a to zvrhávání vína, způsobuje *Lactobacillus plantarum*. Tato vada se vyskytuje u červených vín s nízkým obsahem kyselin, tříslovin a barviv. Je rozpoznávána díky změně barvy z červené na hnědou a vznikne zákal. Dojde k rozložení kyseliny vinné a vinného kamene na kyselinu octovou a oxid uhličitý. Současně probíhá rozklad glycerolu na kyselinu octovou, kyselinu mléčnou, oxid uhličitý a kyselinu propionovou. Vadu je možné odstranit u méně napadeného vína a to tím, že dojde k přidavku kyseliny a oxidu siřičitého a víno je vyčeřeno a přefiltrováno. U silněji napadených vín již nelze vadu odstranit a nejsou proto vhodná ke konzumaci.

Dále mohou bakterie mléčného kvašení způsobovat slizovitost a vláčkovatění vína. Dochází k tomu u mladých vín při kvasném procesu. Je přeměňován cukru na viskózní polysacharidy. Vadu lze rozeznat dle toho, že je víno zakalené, při nalévání se táhne, vůně je zvětralá až octová, je viskózní. K prevenci této vady se využívá síření vína po vykvašení, sterilní filtrace. K nápravě této vady je nutné silné provzdušnění nebo rozšlehání vína. Víno je nutné přetočit či přefiltrovat a zasířit nebo víno scelit s vínem s vyšším obsahem alkoholu a kyselin.

Myšina je vada vína, kterou způsobují bakterie rodu *Lactobacillus* společně s kvasinkami rodu *Brettanomyces*. Postihují vína, která prokváší delší dobu a obsahují zbytkový cukr a mají nízký obsah kyselin. Víno je zakalené, má škrábavou chuť připomínající myší moč, chuť vzniká v ústech až po několika vteřinách na zadní části jazyka. Jako prevence této vady je mošt odkalován a síří se mladá vína. V počátcích lze vadu napravit zvýšením obsahu oxidu siřičitého na 70 mg/l a filtrací vína. V pokročilejším stádiu je nutno víno přesířit až na 120 mg/l a poté víno scelit. Vadu lze také zmírnit přidavkem aktivního uhlí nebo přidavkem čerstvých mladých kvasnic [42].

2.5.3 Vady masa a masných výrobků

U masa může docházet díky bakteriím rodu *Lactobacillus* ke slizovitosti, která je podporována vysokou relativní vlhkostí prostředí. Počáteční stav je možné odstranit pomocí ošetření roztokem kyseliny octové a následného tepelného zpracování masa.

U masných výrobků mohou Laktobacily způsobovat kažení šunek, které je často spojováno s hlubokou hnilobou. Dochází ke vzniku dutinek ve vařené šunce a vznikají nežádoucí pachy. Dále může docházet ke kyselému kvašení, které se vyskytuje u výrobků s obsahem jater nebo glycidů, kdy kyselost výrobků klesá na pH 5 a níže. Takový výrobek uvolňuje nepříjemně páchnoucí plyny a postupně přechází v hnilobu. Lactobacily mohou způsobit také zelenání, které je vyvoláno peroxidem vodíku. Dochází při něm k oxidaci krevního barviva na šedo zelenou formu. Tato vada je typická pro měkké salámy, balené a krájené výrobky [43].

3 *LACTOBACILLUS* V MLÉČNÝCH VÝROBCÍCH

Lactobacillus se využívá při výrobě mléčných výrobků díky své vlastnosti rozkládat laktózu a další cukry na kyselinu mléčnou. Kyselina mléčná slouží v mléčných výrobcích jako inhibitor hnilobných procesů. Používá se především ve formě čistých mlékařských kultur [10].

3.1 Čisté mlékařské kultury

Čisté mlékařské kultury jsou izolované kultury užitečných mikroorganismů s definovanými účinky. Lze je dělit na kultury bakteriální, kvasinkové, plísňové a smíšené. Mohou být dodávány v několika formách: jako tekuté kultury, lyofilizované kultury, koncentrované lyofilizované kultury a koncentrované hlubokozamražené kultury.

Příprava čistých mlékařských kultur je klíčovou operací, na níž je závislá úspěšnost výroby kysaných mléčných výrobků. Tradičně se dodávaly v tekutém stavu jako tzv. matečná kultura. Bylo nutné je udržovat při teplotě do 5 °C. Matečná kultura se musela přeočkovat do sterilního mléka za vzniku matečného zákysu. Dále se matečným zákysem zaočkovalo větší množství mléka za vzniku mezioperačního zákysu. Poté je připravován tzv. provozní zákys, mléko pro provozní zákys je podrobena pasteraci, poté ochlazeno, zaočkováno, promícháno a nechá se zrát, je uchovávan při chladírenských teplotách. Tento zákys je použit k inokulaci při vlastní výrobě kysaných výrobků.

Při tradičním postupu bylo velké riziko kontaminace při vedení zákysu, proto jsou dnes běžně používány lyofilizované kultury, které mohou být použity pro výrobu matečného zákysu v laboratoři a dále pro mezioperační a provozní zákys nebo jsou používány pro přípravu provozního zákysu nebo dokonce pro přímou inokulaci mléka při výrobě mléčných výrobků.

Mikroorganismy rodu *Lactobacillus* se vyskytují v jogurtové kultuře, jedná se o termofilní kulturu složenou ze *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Dále jsou součástí sýrařské kultury, což je termofilní kultura skládající se z: *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Zástupci rodu *Lactobacillus* jsou také součástí keřirové kultury, která je zastoupena mikroorganismy: *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactococcus*

lactis subsp. *lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Kluyveromyces fragilis*, *Candida kefyr* [11, 12].



Obrázek 4: Lyofilizovaná jogurtová kultura [24]

3.2 Kysané mléčné výrobky

Jedná se o produkty získané procesem kysání mléka za účasti mikroorganismů mléčného kvašení, které fermentují mléčný cukr na kyselinu mléčnou. Při výrobě je uvolňována řada sensoricky aktivních látek, které dodávají výrobkům charakteristickou chuť a vůni. Nejznámějšími výrobky jsou jogurt a kefír.

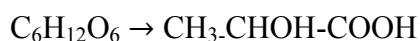
Dle vyhlášky č. 397/2016 Sb. jsou jako kysané a zakysané mléčné výrobky považovány výrobky, které splňují následující mikrobiologické požadavky.

| Druh výrobku | Použité mikroorganismy | Mléčná mikroflóra výrobku v 1 g |
|---|---|--|
| Kysané či zakysané mléčné výrobky dále ne- uvedené, např. kysané mléko, smetanový zákys, zakysané podmásli, zakysaná smetana, kysané mléčné nápoje | Monokultury nebo směsné kultury bakterií mléčného kvašení | 10 ⁶ |
| Acidofilní mléko | <i>Lactobacillus acidophilus</i> a další mezofilní, příp. termofilní kultury bakterií mléčného kvašení | 10 ⁶ <i>Lactobacillus acidophilus</i> |
| Jogurty včetně jogurtového mléka | Protosymbiotická směs <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> a <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> | 10 ⁷ |
| Kefír | Zákys připravený z kefirových zrn nebo kefirové kultury, jehož mikroflóra se skládá z kvasinek zkvašujících laktózu <i>Kluyveromyces marxianus</i> i nezkvašujících laktózu <i>Sacharomyces unisporus</i> , <i>Sacharomyces exiguus</i> a dále <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactococcus</i> a <i>Aerobacter</i> , rostoucí ve vzájemném společenství | Bakterie mléčného kvašení 10 ⁶ a kvasinky 10 ⁴ |

| Druh výrobku | Použité mikroorganismy | Mléčná mikroflóra výrobku v 1 g |
|--|---|--|
| Kefírové mléko | Zákys skládající se z kvasinkových kultur rodu <i>Kluyveromyces</i> , <i>Torulopsis</i> nebo <i>Candida valida</i> a mezofilních a termofilních kultur bakterií mléčného kvašení v symbióze | Bakterie mléčného kvašení 10^6 a kvasinky 10^2 |
| Kysaný mléčný výrobek s bifidokulturou | <i>Bifidobacterium</i> sp. v kombinaci s mezofilními a termofilními bakteriemi mléčného kvašení | 10^6 bifidobakterie |

Tabulka 1: Rozdělení kysaných a zakysaných mléčných výrobků [35]

Ve fermentovaných výrobcích může probíhat homofermentativní mléčné kvašení nebo heterofermentativní mléčné kvašení. Homofermentativní mléčné kvašení probíhá dle rovnice:



Heterofermentativní mléčné kvašení probíhá dle rovnice:



3.2.1 Fermentovaná mléka

Při fermentaci mléka se prodlužuje trvanlivost výrobků biologickou konzervací. Podle použitého typu mikroorganismů se při fermentaci uvolňují karbonylové sloučeniny, těkavé mastné kyseliny, aminokyseliny, ethanol, polysacharidy, oxid uhličitý, některé vitamíny. Uvolněná kyselina mléčná snižuje pH výrobku a zabraňuje růstu nežádoucích mikroorganismů. Všechny vznikající látky se podílejí na nutričních, sensorických a dietetických vlastnostech fermentovaných mlék.

3.2.1.1 Princip výroby

Pro výrobu se používá mléko s nízkým celkovým počtem mikroorganismů, není žádoucí výskyt inhibičních látek (antibiotika, rezidua čisticích a dezinfekčních prostředků). Dále probíhá standardizace obsahu tuku, standardizace obsahu mléčné a tukuprosté sušiny. Do výrobků jsou přidávány sacharidy, umělá sladidla a stabilizátory, které slouží k úpravě chuti a konzistence. Poté je provedena deaerace, homogenizace a tepelné ošetření, tyto procesy mají zabránit vyvstávání mléčného tuku v průběhu fermentace, zlepšit vlastnosti mléka pro zaočkování mikroorganismy, zabránit odlučování syrovátky.

Mléko je chlazeno na teplotu fermentace dle použitých mikroorganismů. Poté je provedeno zaočkování a probíhá samotná fermentace a chlazení mléčné směsi. Dále probíhají operace odlišné dle výsledného typu výrobku.

První je tzv. Set Type, jedná se o fermentovaný výrobek, u kterého nedošlo k rozmíchání koagulátu. Do zaočkovaného mléka jsou dávkovány přísady, poté je směs plněna do spotřebitelských obalů, ve kterých probíhá samotné zrání výrobku.

Druhý je tzv. Stirred Type, jedná se o výrobek, kde došlo k promíchání koagulátu. Zaočkované mléko s přísadami zraje ve fermentačním tanku, poté je vzniklý gel rozrušen a výrobek je plněn do spotřebitelských obalů – většinou je třeba aseptické plnění.

Třetím typem je tzv. Drink Type, jedná se o výrobek nízké viskozity určený k pití. Fermentace je uskutečňována ve zracím tanku. Dalšími operacemi dojde k rozrušení vzniklého koagulátu. Poté probíhá homogenizace a aseptické plnění nebo pasterace, homogenizace a aseptické plnění nebo UHT záhřev a aseptické plnění. Tepelně ošetřené výrobky neobsahují živé mikroorganismy, proto dle nové vyhlášky již nejsou řazeny mezi fermentované mléčné výrobky.

3.2.2 Jogurty

Jedná se o nejrozšířenější fermentované výrobky s využitím jogurtové kultury. Jogurtové výrobky jsou děleny na přírodní jogurty (Natural Yoghurts, Yoghurts) a ochucené jogurty (Flavoured Yoghurts), mohou vykazovat obsah nemléčných složek (ovoce, zelenina, koření, cereálie, kakao, káva, čokoláda atd.).

Jogurt je definován jako výrobek obsahující živé bakterie *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. Při fermentaci je nutné dodržet poměr mezi laktobacily a streptokoky. Na poměr mikroorganismů má vliv doba a teplota

kultivace a velikost inokula. Pokud by bylo přidáno větší množství inokula, prodloužila by se doba kultivace a zvýšila se teplota, došlo by k většímu pomnožení laktobacilů, tím by došlo ke zvýšení kyselosti výrobku a k vyššímu obsahu D(-) izomeru kyseliny mléčné, který je fyziologicky méně výhodný. V současnosti se snažíme, aby převažovaly streptokoky, tím vzniká výrobek s nižší kyselostí a s vyšším obsahem L(+) izomeru kyseliny mléčné.

Podobně jako u fermentovaných mlék rozlišujeme jogurty s nerozmíchaným koagulátem – Set Yoghurts, jogurty s rozmíchaným koagulátem – Stirred Yoghurts a jogurty určené k pití – Drikn Yoghurts.

3.2.3 Kefír

Při výrobě kefiru není konstantní složení kultur, nejčastěji tyto kultury obsahují laktokoky, laktobacily a kvasinky rodu *Saccharomyces*, *Candida*, *Tonda*. Kefír se odlišuje především obsahem kvasinek. Při výrobě je uplatňováno homofermentativní i heterofermentativní mléčné kvašení a ethanolové kvašení, díky tomu se vyvíjí typické aroma. Toto aroma je způsobeno kyselinou mléčnou, biacetylem, acetaldehydem, ethanolem a acetonem. Při výrobě je uvolňován oxid uhličitý.

Fermentace nejčastěji probíhá dvojstupňově, první stupeň trvá 12 hodin při teplotě 22 – 23 °C, dojde k poklesu pH asi na 4,5, poté je koagulát promíchán a ochlazen na 14 – 16 °C. Druhé zrání probíhá 12 – 14 hodin, dochází k většímu rozvoji kvasinek a k dalšímu poklesu pH [10, 11, 13].

3.2.4 Acidofilní mléko

Acidofilní mléko je probiotický mléčný výrobek, který je produktem fermentace *Lactobacillus acidophilus*. Princip výroby acidofilního mléka je následující, nejprve proběhnou základní ošetření mléka, standardizace, pasterace na 95 – 98 °C po dobu 20 sekund a homogenizace. Takto upravené mléko se rozdělí, 9 dílů mléka se vychladí na teplotu 18 – 23 °C a zakysá se smetanovou kulturou, probíhá zrání po dobu 15 – 18 hodin. Zbylý 1 díl mléka se vychladí na teplotu 37 °C a zakysá se acidofilní kulturou, probíhá zrání po dobu 12 – 15 hodin. Oba koaguláty jsou dokonale promíchány, následuje vychlazení na 10 °C a balení.

Obsah počtu bakterií *Lactobacillus acidophilus* se od výroby do doby spotřeby postupně snižuje. Tomu lze předejít, pokud se 25 % smetanové kultury nahradí jogurtovou kulturou.

Vyrábí se také sladké acidofilní mléko, protože tradiční acidofilní mléko není u části populace oblíbené díky své kyselé chuti. Při výrobě sladkého acidofilního mléka je smetanová kultura přidána do pasterovaného mléka při teplotě 5 °C. Sladké acidofilní mléko je asepticky plněno do obalů. V takto upraveném mléce je životaschopnost mikroorganismů 14 dní, aniž by došlo ke změně pH mléka [37].

3.2.5 Mikroorganismy při výrobě sýrů

Sýry představují čerstvé nebo prozřálé výrobky, které byly získány oddělením syrovátky po koagulaci mléka. Jedná se o koncentrát základní sušiny mléka, především kaseinu a mléčného tuku.

Po základním ošetření mléka následuje přidání zákysových kultur, syřidla a chloridu vápenatého, který se podílí na lepší syřitelnosti výrobku. Složení zákysových kultur se liší dle typu sýrů. Měkké sýry málo prozřálé obsahují *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus casei*, sýry s nízkodohřívanou syřeninou obsahují *Lactobacillus casei* a *Lactobacillus lactis*, sýry s vysokodohřívanou syřeninou obsahují *L. lactis*, *L. casei*, *L. helveticus*, sýry s mletou syřeninou obsahují *L. helveticus*, sýry typu parmazán obsahují *L. helveticus* a *L. fermenti*. Při výrobě sýrů se uplatňují mikroorganismy základní smetanové kultury, rozvoj laktobacilů nastává po lisování. Zákysové kultury při výrobě sýrů slouží k úpravě kyselosti mléka před syřením, k fermentaci laktózy a tvorbě kyseliny mléčné v průběhu koagulace a zpracování sraženiny, což brání rozvoji hnilobných bakterií, vytvářejí senzorycké vlastnosti, podporují proteolytické a lipolytické aktivity v průběhu zrání, mají vliv na texturu a konzistenci sýra.

Většina typů sýrů prochází procesem zrání. Jedná se o souhrn změn, které jsou způsobeny kombinací syřidlových enzymů, nativními enzymy, enzymatickou činností kultur a působením enzymů po lýze jejich buněk. Mezi hlavní zrací reakce patří glykolýza, proteolýza a lipolýza. Laktóza je u většiny sýrů fermentována již v průběhu lisování, maximálně v průběhu prvního nebo druhého týdne zrání. Fermentace laktózy probíhá již v průběhu zpracování mléka, syřeniny, formování a solení. Vznikající kyselina mléčná je neutralizována a zachycena jako mléčnan ve sraženině, který u některých sýrů slouží jako substrát pro další kultury, např. u propionového kvašení u sýrů ementálského typu, kde dochází

ke vzniku kyseliny propionové, kyseliny octové a oxidu uhličitého. Ten je odpovědný za tvorbu ok. Mléčnan může být rozkládán také díky máselnému kvašení, kdy vzniká vodík, oxidu uhličitý a těkavé mastné kyseliny. Tvorba vodíku vede k popraskání sýrů při tzv. pozdním duření [14, 15].



Obrázek 5: Zrání sýrů [25]

4 LACTOBACILLUS VE FERMENTOVANÝCH VÝROBCÍCH

Fermentace se začala užívat ke zvýšení údržnosti potravin. Jedná se o jednoduchý a levný proces konzervace, který zabezpečuje mikrobiální nezávadnost potravin pro spotřebitele. Hlavní úlohou fermentace je vznik metabolických inhibitorů, jako jsou organické kyseliny (mléčná, octová, mravenčí, propionová), ethanolu, bakteriocinů v kombinaci se snížením aktivity vody pomocí sušení nebo přidavku soli. Fermentace také ovlivňuje organoleptické vlastnosti výrobků. Dále zabraňuje množení nežádoucí mikroflóry ve výrobcích [16,17].

4.1 Fermentovaná rostlinná strava

Fermentovaná rostlinná strava je považována jako strava budoucnosti. Princip výroby je jednoduchý, dochází k potlačení nežádoucích mikroorganismů. Fermentované ovoce a zelenina jsou nízkokalorické, protože mají nižší obsah cukrů v porovnání se syrovým ovocem a zeleninou. Je bohatým zdrojem vlákniny, která reguluje střevní peristaltiku, dále je bohatým zdrojem vitamínu C a vitamínů skupiny B.

Fermentace ovoce se využívá při výrobě ovocných sirupů, pyré aj. Mezi nejznámější fermentovanou zeleninu patří kysané zelí, okurky a olivy. Konzervace těchto druhů zeleniny je výsledkem působení bakterií mléčného kvašení a přidavku dalších konzervačních látek a soli [18, 19].



Obrázek 6: Kysané zelí [26]

4.2 Fermentované masné výrobky

Některé druhy masných výrobků také využívají bakterií mléčného kvašení ke konzervaci. Jedná se především o trvanlivé fermentované salámy, kam můžeme zařadit např.: Poličan, paprikáš, uherský salám. Při výrobě se používají startovací kultury, které dodávají výrobkům senzorycké vlastnosti a podílejí se na jejich udržitelnosti. Startovací kultury jsou při výrobě přidávány do díla. Tyto masné výrobky nejsou tepelně opracovány. Proces zrání ovlivňují především bakterie rodu *Lactobacillus* a *Pediococcus* [20, 21].

Výroba trvanlivých tepelně neopracovaných výrobků je náročná a velmi často i riziková díky absenci tepelného zákroku, což poskytuje přítomným mikroorganismům příležitost k množení a zkáze výrobků. Musí být při procesu proto využito několik anabiotických zákroků a úprav, které spolu působí a zabraňují tvorbě nežádoucích mikroorganismů díky bariérovému efektu. Mezi tyto zákroky patří přidavek soli, která má konzervační účinek, přidavek dusitanů, které potlačují růst salmonel, přidavek kyseliny askorbové nebo jejích solí a sacharidů snižuje redox-potenciál, dále přidávaná startovací kultura působí antibakteriálně díky produkci bakteriocinů. Nejdůležitějšími parametry pro trvanlivost výrobků jsou hodnoty pH a aktivity vody. Při samotném zrání výrobků je nutné sledovat teplotu vzduchu a relativní vlhkost vzduchu [38].

Zrání probíhá v několika fázích. První fáze trvá 2 – 4 dny při teplotě 18 – 25 °C, relativní vlhkost 90 – 94 %. V tomto období dojde díky chemickým reakcím dusitanu a myoglobinu k vybarvení výrobku, hodnota pH 5,6 – 5,0. Druhá fáze trvá 5 – 10 dnů, teplota vzduchu 18 – 22 °C, relativní vlhkost 90 – 80 %, Výrobek dosahuje hodnoty pH 5,0 – 4,8. U trvanlivých salámů probíhá i třetí fáze, kdy je teplota vzduchu 12 – 15 °C, relativní vlhkost 65 – 80 %. Hodnota pH je kolem 4,7, ale ke konci zrání může dojít k mírnému zvýšení hodnoty pH [20].



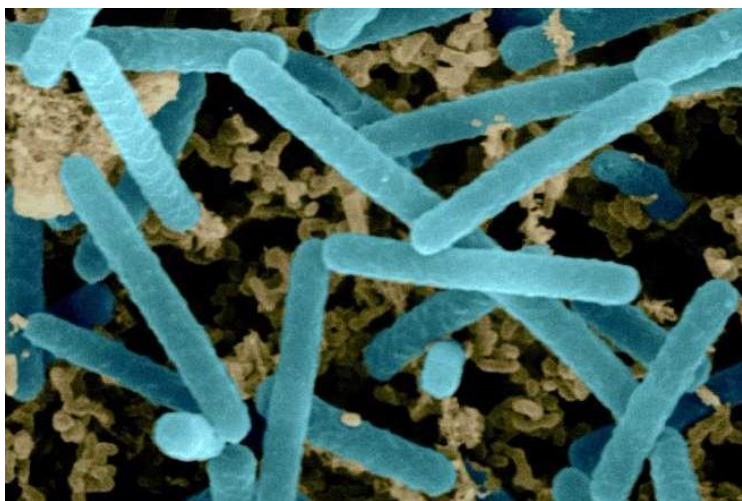
Obrázek 7: Fermentovaný salám [27]

5 PROBIOTIKA A JEJICH VYUŽITÍ V POTRAVINÁŘSTVÍ

Jako probiotikum je považován doplněk stravy, který je tvořen živými mikroorganismy, ty musí mít příznivý vliv na mikrobiální osídlení hostitele především v trávicí soustavě. Aby mohly být mikroorganismy součástí probiotik, musí být pro hostitele bezpečné, tedy nesmí být patogenní, toxické, mutagenní ani karcinogenní. Tyto mikroorganismy by měly být přirozenou součástí mikrobiálního osídlení organismu. Musí být také bezpečné pro užití v potravinářství a v klinické praxi, musí splňovat mnohé technologické požadavky. Měly by mít schopnost uchytit se ke střevnímu povrchu, tzn. snažit se doplnit mikrobiální osídlení střevní sliznice a pozitivně ovlivňovat další mikrobiální osídlování. Osidlování střevní mikroflóry je ovlivňováno také stravou hostitele a také případným užíváním léčiv, jako jsou například antibiotika. Proto jsou pro probiotika vybírány zejména kmeny, kteří jsou k antibiotikům rezistentní, to jsou zejména kmeny rodu *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Další parametr, který musí splňovat je, že musí být schopny přežít podmínky v horní části gastrointestinálního traktu, jako například kyselé prostředí žaludku. Probiotika mají široké využití v různých průmyslových odvětvích. Využívají se v potravinářství (přirozeně fermentované výrobky, sýr, fermentované mléko, jogurt, máslo, kefir, chléb, káva, čokoláda, med, doplňky stravy. Jsou využívány ve farmaceutickém průmyslu (registrované farmaceutické výrobky, tablety, vaginální čípky). Dále jsou využívány v kosmetickém průmyslu (anti-age séra, pleťová voda, hydratační krémy, zubní pasta), ve spotřební chemii (čistící prostředky na podlahu, průmyslové čištění odpadních vod) a v zemědělství (výrobky určené pro péči o ryby, doplňky krmiv hospodářských zvířat) [28, 29, 30].

Mezi nejznámější probiotika rodu *Lactobacillus* jsou řazeny především *Lactobacillus acidophilus* a *Lactobacillus casei*. Probiotika mají pro organismus řadu příznivých vlastností. Hlavní vlastností probiotik je ochrana střevní sliznice před působením patogenních mikroorganismů, protože jsou schopny kompetitivního chování na stěně střevní sliznice. Mezi další příznivé účinky patří produkce některých antimikrobiálních látek, jako například organických kyselin, peroxidu vodíku, antibiotik, bakteriocinů. Probiotické kultury mohou také vykazovat účinky proti vzniku rakoviny, díky produkci některých enzymů zabraňující přeměně prekarcinogenů na karcinogeny. Probiotika také příznivě ovlivňují průběh některých průjmových onemocnění, např. rotavirová průjmová onemocnění, průjem spojený s užíváním antibiotik nebo mohou zmírnit průběh průjmu cestovatelů. Spotřebitelům je doporučováno tzv. terapeutické minimum, což znamená denní příjem alespoň 100 g mléč-

ného výrobku s minimálním obsahem 10 milionů probiotických bakterií v 1 gramu nebo 1 mililitru daného výrobku [7, 30].



Obrázek 8: Probiotická kultura *Lactobacillus acidophilus* [31]

Probiotika jsou obecně považována za příznivá, ale za určitých okolností se mohou stát i patogenními. Mohou být patogenní u jedinců, kteří trpí určitým druhem imunitního onemocnění. Dále je vhodné nekombinovat mnoho probiotických kultur dohromady a využívat příznivého účinku pouze známých a probádaných kultur [30,31].

5.1 Prebiotika

Pojmem prebiotika je označován typ nestravitelné vlákniny. Slouží jako zdroj živin pro probiotika. Prebiotika i probiotika podporují tvorbu zdravých prospěšných kolonií bakterií a mikroorganismů ve střevě a pomáhají trávení. Tato složka potravy pomáhá prospěšným bakteriím díky tomu, že jim poskytují živiny a tím vytvářejí prostředí, ve kterém se mohou mikroorganismy rozvíjet. Prebiotika jsou přítomná ve stravě bohaté na vlákninu, v ovoci, zelenině, celozrnných výrobcích. Prebiotika projdou přes tenké střevo nestrávena a jsou zkvašována až v tlustém střevě [39].

5.2 Symbiotika

Symbiotika obsahují zároveň prebiotikum i probiotikum. Tyto komponenty musí být navzájem kompatibilní, tedy musí dané prebiotikum produkovat živiny pro obsažené probiotikum. Např. se používá jako prebiotikum laktitol společně s laktobacily, nebo se používají

jako prebiotikum fruktooligosacharidy společně s bifidobakteriemi. V této kombinaci dochází k prodloužení účinku daného probiotika, protože prebiotikum mu poskytuje dostatek živin[40].

ZÁVĚR

V dnešní době je kladen velký důraz na zdravotní nezávadnost potravin. Potraviny musí splňovat mnoho technologických, chemických i mikrobiologických požadavků.

V rámci bakalářské práce byla provedena rešerše týkající se využití rodu *Lactobacillus* v potravinářství. Mikroorganismy mají obecně v potravinářství široké využití. Rod *Lactobacillus* je velmi početný rod a stále se objevují noví zástupci. Bakterie rodu *Lactobacillus* jsou přirozenou součástí lidského organismu, díky tomu, a také díky jejich vlastnostem jsou bohatě využívány v potravinářství. Velmi bohatě se uplatňují při výrobě zakysaných mléčných výrobků díky své schopnosti zkvašovat cukry za tvorby kyseliny mléčné. Dále jsou uplatňovány při výrobě fermentovaných výrobků, jako jsou fermentované druhy ovoce a zeleniny a fermentované masné výrobky. Široké využití nacházejí také při výrobě probiotik.

Nově se rozvíjející oblastí využití jsou protektivní mikrobiální kultury, které nacházejí své uplatnění při výrobě mnoha potravin díky schopnosti potlačovat růst patogenních organismů, což má příznivý efekt na prodloužení údržnosti daných výrobků.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Lactobacillus. WebMD: Better information. Better health..
<https://www.webmd.com/vitamins/ai/ingredientmono-790/lactobacillus> (accessed April 21, 2019).
- [2] Šilhánková, L. Mikrobiologie pro potravináře, 1st ed.; SNTL - Nakladatelství technické literatury: Praha, 1983.
- [3] Žižka, B.; Martinková, Z. Mikrobiologie; Alfa: Bratislava, 1990.
- [4] Beneficial lactobacilli in food and feed: long-term use, biodiversity and proposals for specific and realistic safety assessments, 2006. Oxford Academic.
<https://academic.oup.com/femsre/article/30/4/487/2367309> (accessed April 21, 2019).
- [5] Němec, M.; Matoulková, D. Základy obecné mikrobiologie; Masarykova univerzita: Brno, 2015.
- [6] Mozzi, F.; et al. *Biotechnology of lactic acid bacteria: novel applications*, 2nd ed.; UK: Wiley Blackwell: Chichester, 2016.
- [7] Gulliland, S. E.; *Probiotics and Prebiotic*, 2nd ed.; Marcel Dekker: New York, 2001.
- [8] Micenková, L. Bactericinogeny in pathogenic and commensal *Escherichia coli* strains; Dizertační práce: MU Brno, 2016.
- [9] Kumherová, M. Laktobacily – mléčné bakterie, které najdeme i ve vaginálním traktu, 2018. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze.
<https://www.vscht.cz/popularizace/doktorandi-pisou/2018/laktobacily-mlacne-bakterie-ktere-najdeme-i-ve-vaginalnim-traktu> (accessed April 21, 2019).
- [10] Kadlec, P.; Melzoch, K.; Voldřich, M. Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin; Ostrava, 2009.
- [11] Teplý, M.; et al. Čisté mlékařské kultury, Výroba, kontrola, použití, 1st ed.; SNTL - Nakladatelství technické literatury: Praha, 1984.
- [12] Hylmar, B. Výroba kysaných mléčných výrobků, 1st ed.; SNTL - Nakladatelství technické literatury: Praha, 1986.

[13] Teplý, M.; et al. *Technologie mléčných výrobků*, 1st ed.; SNTL - Nakladatelství technické literatury: Praha, 1981.

[14] Plocková, M.; Březina, P.; et al. *Mikrobiologie mléka a tuků*, 1st ed.; VŠCHT: Praha, 1988.

[15] Doležálek, J.; *Mikrobiologie mlékárenského a tukařského průmyslu*, 1st ed.; SNTL - Nakladatelství technické literatury: Praha, 1962.

[16] Kyzlink, V.; *Základy konzervace potravin*, 2nd ed.; SNTL - Nakladatelství technické literatury: Praha, 1980.

[17] Kyzlink, V.; *Teoretické základy konzervace potravin*, 1st ed.; SNTL - Nakladatelství technické literatury: Praha, 1988.

[18] The Use of Lactic Acid Bacteria in the Fermentation of Fruits and Vegetables — Technological and Functional Properties, 2015. IntechOpen. <https://www.intechopen.com/books/biotechnology/the-use-of-lactic-acid-bacteria-in-the-fermentation-of-fruits-and-vegetables-technological-and-funct> (accessed April 21, 2019).

[19] Demnerová, K.; et al. *Laboratoř mikrobiologického zkoumání potravin*, 1st ed.; VŠCHT: Praha, 2016.

[20] Ingr, I.; *Produkce a zpracování masa*, 1st ed.; Mendelova zahradnická a lesnická univerzita v Brně: Brno, 2003.

[21] Garriga, M. Technological and sensorial evaluation of *Lactobacillus* strains as starter cultures in fermented sausages. *Int. J. Food Microbiol.* 1996, 32 (1-2), 173–183.

[22] <https://betterknowamicrobe.tumblr.com/post/66384146274/lactobacillus-delbrueckii-subsp-bulgaricus>

[23] <https://www.magister.sk/produkt/detail/produkty-od-a-po-z/swiss-laktobacily-5-30-tob/>

[24] <https://www.tomscheese.cz/Jogurtova-kultura-Yo-Flex-L903-Hollandia-na-250-l-d234.htm>

[25] <https://www.cheedeas.cz/o-syrech/deleni-podle-delky-zrani/>

[26] <https://www.regionalnipotravina.cz/ocenene-regionalni-potraviny/kralovehradecky-kraj/dobrovodske-kysane-zeli-bile/>

- [27] <https://www.krahulik.cz/o-nas/znacky/vysocina-hodice/sortiment/fermentovane-salamy/>
- [28] Fric, P. Probiotics and prebiotics – renaissance of a therapeutic principle. *Central European Journal of Medicine* 2007, 2 (3), 237–270.
- [29] Saarela, M. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. *Journal of Biotechnology* 2000, 84 (3), 197–215.
- [30] Maxa, V.; Rada, V. *Význam bifidobakterií a bakterií mléčného kvašení pro výživu a zdraví*; ÚZPI: Praha, 1996.
- [31] <https://probioticsamerica.com/lactobacillus-acidophilus/>
- [32] Kilcast, D., Subramaniam, P., Eds. *Food and Beverage Stability and Shelf Life*; A volume in Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 2011.
- [33] De W. Blackburn, C. *Food Spoilage Microorganisms*; A volume in Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 2006.
- [34] <https://www.indiamart.com/proddetail/lactobacillus-rhamnosus-4997115197.html>
- [35] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-397#cast1>
- [36] Vodrážka, Z. *Biochemie*; Academia: Praha, 2002.
- [37] Mihai Grumezescu, A., Holban, A., Eds. *Engineering Tools in the Beverage Industry*, 3rd ed.; The Science of Beverages, 2019.
- [38] Chiralt, A.; et al. Use of vakuüm impregnation in food salting process. *Journal of Food Engineering* 2001, 49 (2-3), 141–151.
- [39] Doyle, M., Beuchat, L., Montville, T., Eds. *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, 2nd ed.; ASM Press: Washington, D.C., 2001.
- [40] Nevorál, J. Prebiotika, probiotika a symbiotika. *Pediatric pro praxi* 2005, 2, 60–65.
- [41] ARPAI, Ján a Vladimír BARTL. *Potravinárska mikrobiológia*. Bratislava: Alfa, 1977. Edícia potravinárskej literatúry.

[42] KRAUS, Vilém, Zuzana FOFFOVÁ a Bohumil VURM. *Nová encyklopedie českého a moravského vína*. Praha: Praga Mystica, c2008, 2. díl. ISBN 978-80-86767-09-3.

[43] KAMENÍK, Josef. *Trvanlivé masné výrobky*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2010. ISBN 978-80-7305-106-8.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

GRAS Generally regarded as safe

UHT Ultra High Temperature

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> [22] | 11 |
| Obrázek 2: Komerčně vyráběné probiotikum [23] | 12 |
| Obrázek 3: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> [34] | 13 |
| Obrázek 4: Lyofilizovaná jogurtová kultura [24] | 18 |
| Obrázek 5: Zrání sýrů [25] | 24 |
| Obrázek 6: Kysané zelí [26] | 25 |
| Obrázek 7: Fermentovaný salám [27] | 27 |
| Obrázek 8: Probiotická kultura <i>Lactobacillus acidophilus</i> [31] | 29 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| Tabulka 1: Rozdělení kysaných a zakysaných mléčných výrobků [35] | 20 |
|--|----|