

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2016

ŽANETA ISHAKOVÁ

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav technologie potravin



Agronomická
fakulta

Mendelova
univerzita
v Brně



**Zdravotní aspekty a využití probiotických
mikroorganismů**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
MVDr. Olga Cwиковá, Ph.D.

Vypracoval:
Žaneta Ishaková

BRNO 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Zdravotní aspekty a využití probiotických mikroorganismů vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych tímto poděkovala mé vedoucí bakalářské práce paní MVDr. Olze Cwikové, Ph.D. za odbornou pomoc a čas strávený nad prací. Zvláště oceňuji její lidský přístup při řešení mých problémů.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá zdravotními aspekty a využitím probiotických mikroorganismů v potravinářském a farmaceutickém průmyslu. V práci jsou charakterizovány některé probiotické rody a jejich mikrobiologické a technologické požadavky. Následně jsou popsány vlivy probiotik na onemocnění postihující imunitního a gastrointestinálního systému. Dále je práce zaměřena na probiotické produkty jako jsou doplňky stravy s obsahem probiotik a fermentované mléčné výrobky. Poslední část je věnována legislativním požadavkům na probiotika.

KLÍČOVÁ SLOVA

probiotika, bakterie mléčného kvašení, střevní mikrobiota, doplňky stravy, fermentované mléčné výrobky

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the health aspects and the use of probiotic microorganism in food and pharmaceutical industry. There are characterized some genera of probiotic and their microbiological and technological requirements in the work. Subsequently are described the effects of probiotic on diseases related to the immune and gastrointestinal system. Further work is focused on the probiotic products such as dietary supplements containing probiotics and fermented dairy products. The last part is devoted to the legislative demands on probiotics.

KEY WORDS

probiotics, lactic acid bacteria, intestinal microflora, dietary supplements, fermented dairy products

OBSAH

1 ÚVOD	10
2 CÍL PRÁCE	11
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	12
3.1 Historie probiotik	12
3.2 Definice probiotik	12
3.3 Požadované vlastnosti probiotických kultur	13
3.3.1 Technologické vlastnosti	13
3.3.2 Stabilita probiotických mikroorganismů ve výrobku	14
3.4 Bakterie mléčného kvašení	14
3.4.1 Rod Lactobacillus	16
3.4.1.1 Skupina I. - obligátně homofermentativní	16
3.4.1.2 Skupina II. - fakultativně heterofermentativní.....	17
3.4.1.3 Skupina III. - obligátně heterofermentativní.....	17
3.4.2 Rod Bifidobacterium	18
3.4.3 Rod Streptococcus	19
3.4.4 Rod Enterococcus	20
3.4.5 Rod Lactococcus	21
3.5 Zdravotní aspekty probiotik	22
3.5.1 Imunitní systém	23
3.5.1.1 Probiotika a imunita.....	23
3.5.2 Mikrobiota trávicího traktu.....	24
3.5.3 Vliv probiotik na některá onemocnění	25
3.5.3.1 Průjmová onemocnění	25
3.5.3.2 Idiopatické střevní záněty (ISZ)	25
3.5.3.3 Cestovatelský průjem.....	27
3.5.3.4 Rakovina tlustého střeva	27
3.5.3.5 Probiotika v redukci sérového cholesterolu.....	28
3.5.3.6 Onemocnění vyvolané Helicobacter pylori	28
3.5.3.7 Dráždivý tračník	29
3.5.3.8 Alergická onemocnění	30
3.6 Probiotické přípravky na českém trhu.....	31

3.7 Fermentované mléčné výrobky	33
3.7.1 Mikrobiologické požadavky na probiotika.....	34
3.7.2 Fermentované výrobky s mezofilními kulturami	34
3.7.2.1 Kysané konzumní mléko	35
3.7.2.2 Kysané smetany	35
3.7.2.3 Kysané podmásli.....	35
3.7.3 Fermentované výrobky s termofilními kulturami.....	36
3.7.3.1 Jogurty	36
3.7.3.2 Acidofilní mléka	37
3.7.4 Fermentované výrobky s bakteriální a kvasinkovou kulturou	37
3.7.4.1 Kefír	38
3.7.4.2 Kumys	38
3.7.5 Sýry s probiotiky	38
3.8 Legislativa	40
3.8.1 Probiotikum jako funkční potravina	40
3.8.2 Zdravotní tvrzení	41
3.8.3 Povinné údaje na obalu výrobků s obsahem probiotik.....	42
4 ZÁVĚR	43
5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	44
6 SEZNAM OBRÁZKŮ.....	49
7 SEZNAM TABULEK	50

1 ÚVOD

V současnosti je novodobá medicína silně spojena s konkrétním životním stylem celé populace a jeho stravovacími návyky. Často je strava doplněna různými preparáty mezi které patří i probiotika. Veřejnosti jsou poměrně známé, avšak málo kdo ví, co skutečně znamenají a jejich význam je někdy podceňován. Probiotické výrobky patří mezi funkční potraviny, které prospívají lidskému zdraví a mají vliv na některá onemocnění. Působí nejen jako preventivní opatření, ale také jako přímý doplněk k léčbě medikamenty. Proto by se měly stát součástí každodenní stravy. Zvláště pro současnou generaci konzumentů rychlého stravování k eliminaci a omezení některých civilizačních chorob.

V mnoha společnostech na světě jsou probiotika a jogurty užívány k udržení zdraví. Snižují absenze v zaměstnání, omezují koliky kojenců a průjmů v dětských kolektivních zařízeních. Zlepšují odolnost k onemocněním v dětských zařízeních. Kombinace některých probiotických bakterií zkracuje u dospělých dobu trvání onemocnění z nachlazení, ale nikoliv výskyt tohoto onemocnění. Pravděpodobný mechanismus účinku je v posílení imunitní funkce a v přímé inhibici patogenu. Z uvedeného lze soudit, že probiotika mohou mít význam při jejich zařazení do stravy zdravých lidí za účelem udržení zdraví. Takovéto tvrzení je však více dietním než klinickým doporučením a v současné době není možno vytvořit specifické klinické doporučení. Naléhavá je potřeba kvalitních studií v příštích letech, které by umožnily zhodnocení jednotlivých probiotik ve výše uvedených souvislostech.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce bylo:

- charakterizovat nejvýznamnější skupiny probiotických mikroorganismů (shrnout mikrobiologické a technologické požadavky)
- charakterizovat zdravotní výhody plynoucí z konzumace probiotik prostřednictvím potravin i farmaceutických preparátů
- popsat technologické způsoby využití probiotik v potravinářském a farmaceutickém průmyslu
- shrnout legislativní požadavky na výrobky s probiotiky.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Historie probiotik

Prospěšné účinky bakterií mléčného kvašení jsou známá již po celá staletí. Už v Perské verzi Starého zákona (kniha Genesis 18:8) se můžeme dočíst, že Abrahám získal svou dlouhověkost díky pití zakysaného mléka. A v roce 76 před n. l. římský historik Plínius doporučil podávání fermentovaných mléčných výrobků při léčbě gastroenteritidy (GOKTEPE et al., 2006).

Jeden z prvních vědeckých důkazů o tom, že tzv. správné bakterie v potravinách mohou pozitivně ovlivnit hostitele, podal nositel Nobelovy ceny za medicínu v roce 1918 Ilja Mečnikov. Předpokládal, že důvodem dlouhověkosti bulharských rolníků je pravidelná konzumace fermentovaného mléka, hlavně jogurtů. Identifikoval v něm dvě bakterie *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus bulgaricus*. Tyto bakterie jsou schopné se usídlit ve střevě člověka, a tak snížit počet patogenních mikroorganismů.

Další výzkumy sice ukázaly, že výše uvedené bakterie nejsou schopné kolonizovat trávicí trakt, ale i přesto vědci pokračovali v objevování možných příznivých účinků bakterií. Bylo objeveno více kmenů *Lactobacillus acidophilus*, které se dokázaly usídlit v trávicím traktu a vyvíjet značnou fyziologickou aktivitu. To vyvolalo velký zájem o komerční produkty fermentované touto bakterií. Významným okamžikem pro průmyslovou výrobu byl rok 1930, kdy Minoru Shirota v Japonsku úspěšně izoloval a kultivoval kmen *Lactobacillus* schopný přežít průchod trávicím traktem. Kultura dostala název *L. casei* kmen Shirota a začala se používat k výrobě fermentovaného mléka zvaného Yakult (ÖTLES, 2014).

3.2 Definice probiotik

Termín probiotika poprvé použili Lilly a Stillwell v roce 1965. Pojmenovali tak látku produkovanou mikroorganismem, která stimulovala růst jiného mikroorganismu. Později se toto slovo užívalo pro krmné a potravní doplňky určené k výživě lidí a hospodářských zvířat. Název zahrnuje nejen živé kultury bakterií, ale také určité mikrobiální metabolity, aminokyseliny, enzymy atd., které pozitivně působí na mikrofloru trávicího traktu.

Význam slova „probiotikum“ pochází z řečtiny a znamená „pro život“, je tedy pravým opakem slova „antibiotikum“ (RADA, 2010).

V současné době se nejvíce používá Fullerova definice z roku 1989:
„ Probiotika jsou živé mikroorganismy přidávané do potravin, které příznivě ovlivňují zdraví jejich konzumenta zlepšením rovnováhy jeho střevní mikroflory. “

Doporučená definice odborníků z Evropy je poněkud širší: probiotika jsou živé mikrobiální přísady do potravin, které mají příznivý vliv na lidské zdraví (KALÁČ 2003).

3.3 Požadované vlastnosti probiotických kultur

Vlastnosti a účinky probiotických mikroorganismů se mohou, z hlediska zdravotního, u jednotlivých živočišných druhů lišit, a proto musí být lidského původu (izolované ze stolice kojenců). Mikroorganismy musí být odolné vůči kyselému prostředí gastrointestinálního traktu a musí být schopné kolonizovat trávicí trakt člověka. Nejčastěji jsou používány kmeny probiotických mikroorganismů, které dokáží přilnout ke střevním buňkám. Musí mít schopnost bránit tvorbě zubního kazu v dutině ústní a také produkovat antimikrobiální látky, které potlačují růst patogenních mikroorganismů. Nutností je genetická stabilita mikroorganismu a klinicky prokázané zdravotní účinky (VLKOVÁ et al., 2009).

3.3.1 Technologické vlastnosti

Probiotické mikroorganismy musí přežít technologický a skladovací proces v celkovém počtu mikroorganismů (10^6 až 10^9 KTJ/g). Použije-li se 1 až 10 % inokula proběhne nárůst buněk za 24 hod a dosažená hustota je 10^8 až 10^9 KTJ/ml. Kmeny by také měly být tolerantní vůči kyslíku. Během skladování dochází ke snížení počtu bifidobakterií vlivem růstu organických kyselin. Skleněné obaly výrobků jsou z hlediska počtu probiotických mikroorganismů vhodnější, protože tvoří bariéru pro plyny. Je třeba také zohlednit požadavky probiotických mikroorganismů na aktivitu vody, redoxní potenciál, teplotu, kyselost a možný antagoismus mezi jednotlivými kmeny (HORÁČKOVÁ a ŠVÍRÁKOVÁ, 2009).

Výrobky si musí během technologického procesu zachovat životaschopnost a po fermentaci uchovat dobré organoleptické vlastnosti jako je chuť a vůně. Nutností je přesná identifikace kmenů a znalost účinků, které záleží na dávce (KVASNIČKOVÁ, 2000).

3.3.2 Stabilita probiotických mikroorganismů ve výrobku

V době konzumace musí výrobek obsahovat alespoň 1×10^7 KTJ na g nebo ml, aby byly zachovány veškeré pozitivní vlastnosti probiotik. Kladné účinky se projeví pouze při konzumaci přibližně 1×10^6 živých buněk za den. Některé probiotické bakterie jako např. *L. acidophilus* a *B. bifidum* mají krátkou fázi stacionárního růstu, a to znamená velmi rychlou ztrátu jejich životaschopnosti, a to i během chladírenského skladování. Životnost bakterií *L. casei* a *L. plantarum* ve fermentovaném mléku je delší než u *L. acidophilus*, *L. reuteri* a *Bifidobacterium* spp. (KVASNIČKOVÁ, 2000).

3.4 Bakterie mléčného kvašení

Bakterie jsou převážně heterotrofní mikroorganismy žijící z látek organických, které využívají na stavbu buňky a tvorbu energie různými metabolickými dráhami. Produkty metabolismu těchto mikroorganismů mohou být pro člověka škodlivé (tvorba biogenních aminů, bakteriální toxiny, mykotoxiny), ale i užitečné (etanol, aromatické látky atd.) (GORNER a VALÍK, 2004).

Bakterie mléčného kvašení jsou grampozitivní, nesporující mikroorganismy, které postrádají cytochromy. Kyselina mléčná je hlavním produktem fermentace cukrů. Tyto bakterie jsou obvykle spojeny s přirozeným prostředím bohatým na živiny, jako jsou různé potravinové výrobky (mléko, maso, nápoje, zelenina), ale některé jsou součástí přirozené vegetace úst a střev (SAMPO et al., 2012).

Funkce a význam mikroorganismů v potravinářství lze rozdělit do tří skupin:

1. mikroorganismy ve fermentovaných mléčných produktech s pozitivním účinkem
2. mikroorganismy vznikající při kažení potravin ohrožující zdraví konzumenta
3. poživatiny a voda jako přenašeči choroboplodných mikroorganismů

Bakterie mléčného kvašení jsou řazeny do skupiny s pozitivním účinkem a patří sem bakterie z rodu *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*,

Bifidobacterium a Leuconostoc. Z potravinářsko-mikrobiologického hlediska má tato skupina nejdůležitější potravinářsko-technologický význam. Dle Orla-Jensena zní definice bakterií mléčného kvašení takto: „*Pravé bakterie mléčného kvašení tvoří velkou přirozenou skupinu nepohyblivých, nesporujících grampozitivních koků a tyčinek, které fermentují sacharidy za fakultativně anaerobních podmínek a tvoří při tom hlavně kyselinu mléčnou*“.

Bakterie mléčného kvašení produkují látky, které vytváří prostředí pro jiné mikroorganismy škodlivé (GÖRNER a VALÍK, 2004). Přehled nejpoužívanějších druhů bakterií je uveden v tabulce 1.

Tabulka 1: Nejčastěji používané bakteriální druhy (NEVORAL, 2005)

Lactobacily	<i>L. acidophilus</i> <i>L. casei, spec. rhamnosus</i> <i>L. casei shirota</i> <i>L. delbruckeii subsp. bulggaricus</i> <i>L. reuteri</i> <i>L. brevis</i> <i>L. cellobiosus</i> <i>L. curvatus</i> <i>L. fermentum</i> <i>L. plantarum 299v</i>
Gram pozitivní koky	<i>Lactococcus lactis subsp. cremoris</i> <i>Streptococcus salivarius subsp. thermophilus</i> <i>Enterococcus faecium</i> <i>S. diacetylactis</i> <i>S. intermedius</i>

	<i>E. coli</i> (sérotyp O83:K24:H1)
Bifidobacterie	<i>B. bifidum</i> <i>B. adolescentis</i> <i>B. animals</i> <i>B. infantis</i> <i>B. longum</i> <i>B. thermophilum</i>
Kvasinkové mikroorganismy	<i>Saccharomyces boulardi</i>

3.4.1 Rod *Lactobacillus*

Jsou to grampozitivní, fakultativně anaerobní, pravidelné, nepohyblivé tyčinky patřící do skupiny bakterií mléčného kvašení. Hlavním metabolitem při fermentaci sacharidů je kyselina mléčná, ale také kyselina octová, etanol a oxid uhličitý. Jsou přítomné zejména ve fermentovaných rostlinných a živočišných materiálech a podle zkvašování laktosy na kyselinu mléčnou se třídí do třech skupin (VLKOVÁ et al., 2009).

3.4.1.1 Skupina I. - *obligátně homofermentativní*

Druhy I. skupiny jsou obligátně homofermentativní, fermentují hexosy výhradně na kyselinu mléčnou, ale pentosy ani glukonáty nefermentují. Jsou to grampozitivní, mikroaerofilní, krátké až dlouhé tyčinky. Rostou při 30 až 45°C a jejich optimální hodnota pH se pohybuje v rozmezí 5,5 až 6,2. Vyskytují se v mléku, mléčných a masných produktech, v dutině ústní, trávicím traktu člověka a zvířat. Některé se využívají ve formě čistých zákysových kultur při výrobě jogurtu, tvarohu, acidofilního mléka a sýrů. Řadí se mezi ně všechny termobakterie jako například *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Delbrueckii*, *L. delbrueckii* spp. *bulgaricus*, *L. delbrueckii* spp. *lactis*, *L. helveticus*, *L. acidophilus*, *L. salivarius* (ŠILHÁNKOVÁ, 1995).

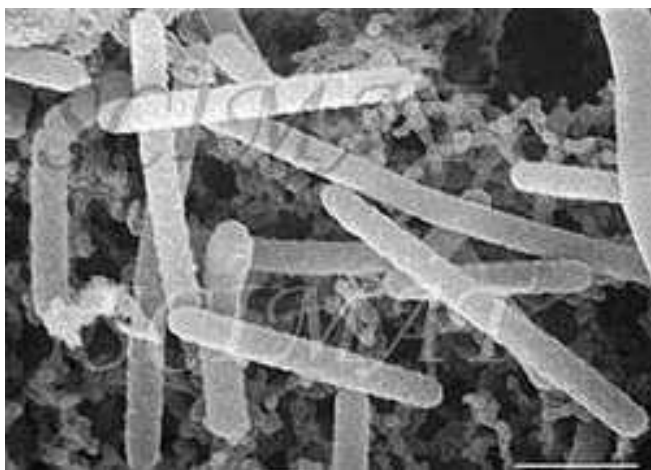
L. farciminis a *L. yamanashiensis*. Kmeny *L. delbruckeii* spp. *bulgaricus* tvoří ze sacharosy a jiné z laktosy extracelulární sliz (ŠILHÁNKOVÁ, 1995).

3.4.1.2 Skupina II. - fakultativně heterofermentativní

Jsou to mezofilní grampozitivní tyčinky s tendencí tvořit řetízky. Rostou při optimální teplotě 28 až 32 °C. Fermentují hexosy na kyselinu mléčnou a některé druhy produkují při nedostatku glukosy kyselinu octovou, etanol a kyselinu mravenčí. Pentosy tyto bakterie zkvašují na kyselinu mléčnou a octovou. Nachází se v mléčných a masných produktech, ve kvašené zelenině, trávicím traktu a ústní dutině. Tato skupina obsahuje druhy *L. casei* spp. *casei*, *L. casei* spp. *pseudopplantarum*, *L. casei* spp. *rhannosus*, *L. casei* spp. *tolerans*, *L. plantarum* a *L. bavaricus*. Druhy *L. casei* a *L. bavaricus* jsou používány v mlékárenském a konzervářském průmyslu ve formě čistých zákysových kultur (MARGOLES et al., 2011).

3.4.1.3 Skupina III. - obligátně heterofermentativní

Jsou to grampozitivní tyčinky, ale velmi často i koky. Optimální teplota růstu se liší podle druhu bakterie. *L. fermentum* a *L. reuteri* rostou při teplotě 45 °C, kdežto ostatní druhy roustou převážně při 15 °C. Obligátně heterofermentativní lactobacily fermentují hexosy na kyselinu mléčnou, kyselinu octovou, etanol a oxid uhličitý. Pentosy jsou zkvašovány na kyselinu mléčnou a octovou. K této skupině se řadí plynotvorné druhy *L. buchneri*, *L. brevis*, *L. fermentum*, *L. bifementas*, *L. confusus*, *L. divergens*, *L. fructivorans*, *L. kefir* a jiné. Uplatňují se také při kažení potravin a některé kmeny lactobacilů produkují bakteriociny. Výskyt je stejný jako u předchozích dvou skupin lactobacilů (VLKOVÁ et al., 2009).



Obr 1: *Lactobacillus acidophilus* (Kaláb, 2005)

3.4.2 Rod *Bifidobacterium*

Bifidobakterie jsou nepravidelné, grampozitivní, striktně anaerobní tyčinky, které nesporulují. Nesnášejí velmi kyselé prostředí a rostou jednotlivě v řetízcích, v palisádovém, a nebo hvězdicovém uspořádání. Jejich kolonie jsou smetanově bílé, lesklé s měkkou konzistencí a vypouklými hladkými okraji.

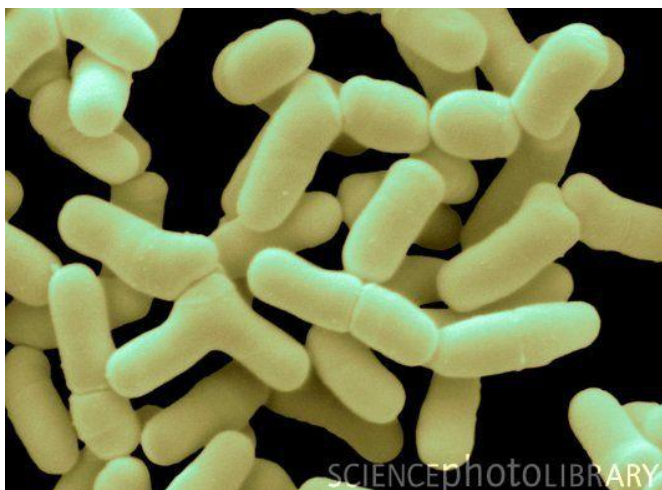
V současné době je v rodu *Bifidobacterium* zahrnuto 30 druhů, 10 z nich jsou z lidských zdrojů (zubní kaz, výkaly a pochva), 17 ze střev nebo bachoru zvířat, 2 z odpadních vod a 1 z kysaného mléka.

Za přítomnosti oxidu uhličitého nebo bifidogenních faktorů některé druhy tolerují přítomnost kyslíku. V aerobních podmínkách na Petriho miskách nerostou. Teplotní optimum růstu se pohybuje v rozmezí 37 až 41 °C, minimální hraniční teploty jsou v rozmezí 25 až 28 °C a maximální 43 až 45 °C. Optimální hodnota pH růstu je 6,5 až 7,0. Při pH 5,0 až 4,5 a 8,0 až 8,5 nerostou (MARGOLES et al., 2011).

Při metabolismu sacharosy produkují 2 molekuly hexosy, 3 moly kyseliny octové a 2 moly kyseliny mléčné. Oxid uhličitý nevytváří vůbec. Jako vedlejší produkty metabolismu vytváří kyselinu mravenčí, etanol a kyselinu jantarovou. V mléku některé druhy bifidobakterií vykazují mírnou proteolytickou aktivitu.

Ve starší literatuře byly bifidobakterie zahrnuté pod rod *Lactobacillus*, ale později roku 1957 byl kvůli charakteristickým morfologickým, fyziologickým a biochemickým vlastnostem vytvořen nový rod s názvem *Bifidobacterium*.

K nejpoužívanějším druhům pro probiotické účely patří *Bifidobacterium* spp. BB12, *Bifidobacterium breve* a *Bifidobacterium longum* BB536 (GORNER a VALÍK, 2004).



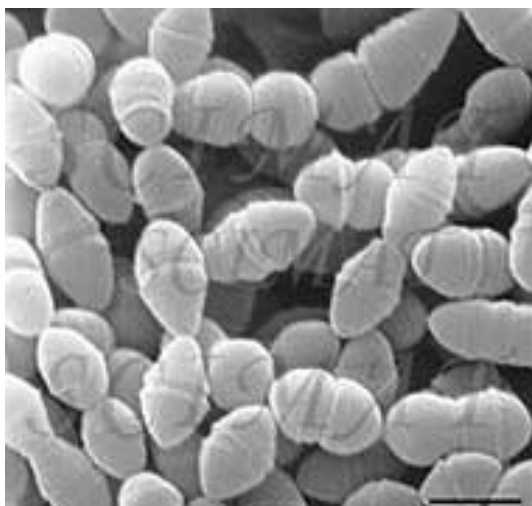
Obr.2: *Bifidobacterium bifidum* (www.sciencephotolibrary.com)

3.4.3 Rod *Streptococcus*

Jsou to grampozitivní, nesporulující a striktně anaerobní mikroorganismy. Jejich buňky jsou vejčitého nebo okrouhlého tvaru. Koky na tekutých médiích tvoří uspořádané páry, krátké nebo dlouhé řetízky a jsou nepohyblivé. Sacharidy fermentují zejména na kyselinu mléčnou a některé druhy fermentují i organické kyseliny a aminokyseliny.

Optimální teplota růstu je 37 °C, s výjimkou termofilního druhu *Streptococcus salivarius* spp. *thermophilus* (MARGOLES et al., 2011).

Tento rod zahrnuje i saprofytické druhy, které mají velmi významné využití v potravinářském průmyslu a patří sem dle novějšího zařazení rod *Lactococcus* a *Enterococcus*, patří k nim i *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* (GÖRNER a VALÍK, 2004).

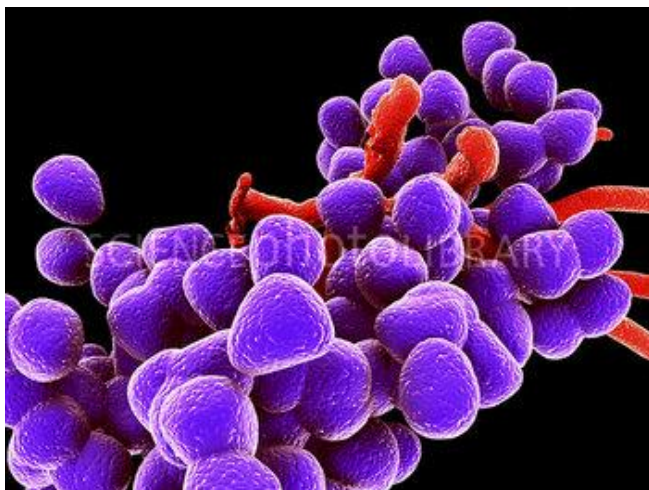


Obr. 3: *Streptococcus salivarius* spp. *thermophilus* (Kaláb, 2007)

3.4.4 Rod *Enterococcus*

Enterokoky jsou grampozitivní, striktně anaerobní koky, které tvoří krátké řetízky. Patří mezi homofermentativní bakterie mléčného kvašení, neboť jejich hlavním produktem metabolismu je kyselina mléčná. Vyskytují se v trávicím traktu lidí a zvířat a jsou také přítomny v mléce a mléčných výrobcích. Používají se také jako indikátory fekálního znečištění v pitné vodě. Mezi nejběžnější zástupce patří *Enterococcus faecium* a *Enterococcus faecalis*, kteří se využívají hlavně jako probiotika (VLKOVÁ et al., 2009).

Enterococcus faecalis vytváří nepohyblivé buňky vejcovitého tvaru uspořádané v krátkých řetízcích a párech. Vytváří hladké smetanové až bílé kolonie a optimální teplota růstu je 37 °C. Odolnost vůči antibiotikům regulují přenosné plazmidy. Nachází se v rostlinách, lidských fekáliích, ale také v těle teplokrevných a studenokrevných zvířat (ŠILHÁNKOVÁ, 1995).



Obr. 4: *Enterococcus faecalis* (www.sciencephotolibrary.com)

3.4.5 Rod *Lactococcus*

Tento rod zahrnuje grampozitivní, striktně anaerobní koky, které patří mezi homofermentativní bakterie mléčného kvašení. Vyskytují se v řetízcích nebo ve dvojicích a v přírodě jsou hojně rozmnoženy tam, kde dochází ke samovolnému kvašení biologického materiálu. Využívají se při výrobě másla, smetan, zakysaných mlék, sýrů a tvarohů jako kyselé kultury. Některé druhy působí proti grampozitivním bakteriím produkcí bakteriocinů. K nejvýznamnějším druhům se řadí *Lactococcus lactis* spp. *cremoris* a *lactis* (VLKOVÁ et al. 2009).

Lactococcus lactis spp. *cremoris* má na rozdíl od *Lactococcus lactis* spp. *lactis* nižší optimální teplotu růstu a tvoří měřitelné množství oxidu uhličitého. Buňky jsou zpravidla větší, tvořící dlouhé řetízky složené z 20 i více buněk. Jako optimální teplota růstu se udává 28 °C. Fermentace laktosy v mléce probíhá u tohoto druhu podstatně pomaleji. Při fermentaci se v mléku vytváří asi 0,7 % kyseliny mléčné.

Lactococcus lactis spp. *lactis* je nejrozšířenějším mikroorganismem mlékárenského průmyslu a využívá se jako součást tzv. „čistých mlékařských kultur“ na výrobu kysaných mlék, kysaných smetan a sýrů. Tvoří buňky vejcovitého tvaru uspořádané v párech nebo krátkých řetízcích. Teplotní optimum růstu je asi 30 °C a optimální tvorba kyseliny mléčné je při 30 °C. Sacharosu nefermentuje vůbec nebo jen v nepatrné míře. V mléku tvoří z laktosy 0,8 až 0,9 % kyseliny mléčné (CEMPÍROVÁ, 1997).

3.5 Zdravotní aspekty probiotik

Probiotickým mikroorganismům jsou přisuzovány velmi pozitivní zdravotní účinky na lidský organismus, z nichž některé jsou prokázané a jiné pouze pravděpodobné. Probiotika pomáhají při obnovení vyvážené střevní mikroflory a zároveň tvoří bariéru proti patogenům a potenciálním patogenům. Jedná se zejména o patogeny z rodů *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*, *Campylobacter* a *Vibrio*. K potenciálním patogenům patří zastupci rodů *Helicobacter*, *Clostridium*, *Candida* a také oportunní mikroflora s rody *Proteus*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus* aj. (VLKOVÁ et al., 2009).

K dalším účinkům probiotik na zdraví člověka patří:

- snížení infekce *Helicobacter pylori*
- snížení alergických příznaků
- úleva od zácpy
- úleva od syndromu dráždivého tračníku
- příznivé účinky na metabolismus minerálních látek, hlavně kostní hustota a stabilita
- prevence rakoviny
- snížení hladiny cholesterolu a triacylglycerolu (ÖTLES, 2014).

Tabulka 2: Lékařské aplikace probiotik (Mahya, 2013)

Zdravotní stav	Probiotika
Laktozová intolerance	BMK (bakterie mléčného kvašení) a <i>Streptococcus salivarius</i> spp. <i>thermophilus</i>
Antibiotika spojená s průjemem	BMK nebo <i>S. boulardii</i>
Cestovatelský průjem	BMK
Alergie	BMK
<i>Clostridium difficile</i>	BMK
Zubní kazy	BMK

Zánětlivé onemocnění střev nebo syndrom dráždivého tračníku	BMK a <i>Bifidobacterium species</i> , <i>S. boulardii</i> a lék, <i>S. boulardii</i> samostatně, nebo BMK samostatně
Rakovina	BMK

3.5.1 Imunitní systém

Hlavní funkcí imunitního systému je obrana organismu proti cizorodým látkám, kterými mohou být například cizorodé mikroorganismy jako jsou bakterie, viry, červi, houby, případně jejich toxiny a jiné látky s nežádoucím účinkem na lidský organismus. Mechanizmy protilátkové nebo buněčné imunity působí proti látkám, které mají povahu antigenu nebo antigen nesou na svém povrchu (KOHOUT, 2010).

Imunitní soustava se člení na přirozenou imunitu a specifickou imunitu. Přirozená imunita zůstává evolučně zachována a předává se do dalších generací jako málo proměnná složka našeho genomu. V této složce získává každý jedinec evoluční zkušenosti předchozí generace lidí. Přirozenou imunitu lze členit na složku buněčnou a humorální. Tyto buněčné složky přirozené imunity jsou představovány hlavně buňkami makrofágové linie, dendritickými buňkami a granulocytárními elementy. Přirozená imunita byla donedávna považována za primitivní součást imunitního systému člověka vyžadující spolupráci se specifickou imunitou. Přirozená imunita je ale naopak základem imunitní reaktivity člověka. Pouze složky přirozené imunity zvládnou identifikovat v nesčetném množství podnětů, kterým je člověk vystaven ve svém vnějším i vnitřním prostředí, takové podněty, které pro jedince představují „signály nebezpečí“. Přítomnost těchto „signálů nebezpečí“ naznačuje nežádoucí změny, které mohou vést k narušení stálého vnitřního prostředí člověka. Tyto nebezpečné podněty jsou identifikovány receptory na membránách buněk přirozené imunity (KREJSEK et al., 2007).

3.5.1.1 Probiotika a imunita

Účinky příjmu probiotik na imunitní funkci byly předmětem řady šetření u zdravých subjektů a u subjektů s imunitními zánětlivými poruchami. Výsledky těchto studií byly však velmi nesterjnorodé. Záleží především na:

- použití druhu probiotického kmene
- době trvání léčby a množství dávky
- hostitelských parametrech (imunitní systém, genetika, životní styl atd.)

Nicméně, je zde jednoznačný důkaz o tom, že konkrétní kmeny probiotik jsou schopny ovlivnit celou řadu imunitních funkcí ve zdraví a nemoci, a že by mohly být efektivně použity pro optimalizaci lidského zdraví (SAARELA, 2000).

3.5.2 Mikrobiota trávicího traktu

Fyziologická mikrobiota trávicího ústrojí je komplexní ekosystém, který je složen z aerobních a anaerobních bakterií, virů, hub a dalších mikroorganismů. Metody sekvenční analýzy ribozomální DNA a RNA ukazují, že obsah mikrobiálních kmenů ve střevní mikrofloře může dosahovat počtu až 40 000. Střevní mikrobiom tedy obsahuje 100krát více genů, než je obsaženo v celém lidském genomu a 10krát více buněk než je buněk v lidském organismu. Spolu s imunitním slizničním systémem slouží všechny tyto mikroorganismy k ochraně organismu hostitele proti patogenům a příznivě se podílí na některých metabolických pochodech.

Složení střevní mikrobioty se liší podle lokalizace. Mikrobiota dvanácterníku se svým složením podobá žaludku a je také z části ovlivňována jeho patologickými stavy. Orální část tenkého střeva (dvanácterník) obsahuje 10^3 KTJ/g bakterií. Ve střední části tenkého střeva (lačnicku) dominují hlavně aeroby a grampozitivní bakterie, ale jsou zde i anaeroby a koliformní bakterie. Enterobakterie se nachází v malém množství v dolní části tenkého střeva (kyčelíku), a to v koncentraci asi 10^{2-5} KTJ/g. V distální části kyčelníku převládají gramnegativní mikroorganismy nad grampozitivními. Běžně jsou zde také nalezeny koliformní bakterie, bakteroidy, fusobakterie, klostridie a bifidobakterie (LATA, 2011).

Z klinického hlediska je vhodné rozlišit patogenní mikrobiotu organismů, které nesmí být za fyziologických okolností v tomto prostředí přítomny. Za fyziologických podmínek je normální fyziologická mikrobiota v určité kvantitativní rovnováze. Porušením rovnováhy, v důsledku selhání kontrolních mechanismů, může být tzv. dysmikrobie, kdy se kvantitativní poměry zásadně mění a zachována zůstává pouze kvalitativní struktura mikrobiálního ekosystému. V zažívacím traktu přitom dochází k nárůstu mikroorganismů, které jsou dlouhodobě v menšině (např. kandidy,

pseudomonády, klostridia a stafylokoky). Přerůstání těchto mikroorganismů může vést k tzv. oportunní infekci (ZBOŘIL, 2005).

3.5.3 Vliv probiotik na některá onemocnění

3.5.3.1 Průjemová onemocnění

Důvodem používání probiotik k léčbě a prevenci průjemových onemocnění je fakt, že upravují složení mikrobioty tlustého střeva a působí proti střevním patogenům. Avšak přesný mechanismus působení probiotik proti enteropatogenům u lidí zůstává neznámý. Byla navržena řada různých mechanismů, většina z nich na základě výsledků *in vitro* a studiích na zvířatech. Patří sem:

- syntéza antimikrobiálních látek (*Lactobacillus* GG a *Lactobacillus acidophilus*)
- soutěž o živiny potřebné pro růst
- kompetitivní inhibice
- úprava toxinů nebo jejich receptorů

Navíc některé studie ukázaly, že probiotika stimulují a modifikují nespecifické a specifické imunitní reakce s patogeny. Ve skutečnosti, některá probiotika zvyšují počet lymfocytů, stimulují fagocytozu, zvyšují specifickou protilátkovou odpověď na vakcínu proti rotavirům atd. Kromě toho probiotika zvyšují odolnost slizniční bariéry. Zabraňují stavebnímu a funkčnímu poškození buněk sliznice. Tím, že naruší spojení mezi patogenem a buňkami hostitele. Je pravděpodobné, že několik výše popsanych mechanismů působí současně, a mohou se lišit v závislosti na vlastnostech probiotického kmene a patogenu (ÖTLES, 2014).

3.5.3.2 Idiopatické střevní záněty (ISZ)

Vznikají při selhání řízení odpovědi slizničního imunitního systému na antigenní podněty ze střevního lumen. Jejich hlavním zdrojem je rezidentní mikrobiota. Některé její kmeny mají protektivní účinek a jsou schopné vyvolat chorobu u geneticky

disponovaných jedinců, jiné se chovají neutrálně. Pro léčbu idiopatických střevních zánětů je důležité odstranění dominantních mikrobiálních antigenů a blokáda odpovědi slizničního imunitního systému na tyto podněty. Antibiotika a probiotika se z tohoto pohledu v terapii ISZ vzájemně doplňují. Při akutních zánětlivých projevech a komplikacích ISZ antibiotika likvidují agresivní mikrobiální kmeny. Probiotika ovlivňují porušenou rovnováhu jednotlivých složek gastrointestinálního ekosystému různými mechanismy. Při idiopatické proktokolitidě (IPK) se používá nejčastěji *Esterichia coli* Nissie 1917 (ECN) a dále *S. boulardii*, různé kmeny bifidobakterií a směsné probiotikum VSL3 (4 kmeny *laktobacilů*, 3 kmeny *bifidobakterií* a *Streptococcus salivarius*). V několika dvojité slepých, placebem kontrolovatelných studiích ECN prokázala stejnou účinnost jako lék mesalazin, který udržuje stav nemocného bez příznaků onemocnění. Kombinace probiotik a mesalazinu je při lehkém a středně těžkém stavu IPK výhodnější než monoterapie mesalazinem. Kombinace také umožňuje snížit dávku melasazinu, takže probiotikum má v této kombinaci šetřící efekt (FRIČ, 2005). Účinky probiotik a jejich mechanismy při idiopatických střevních zánětech uvádí tabulka 3.

Tabulka 3: Probiotika při idiopatických střevních zánětech – účinky a jejich mechanismy (FRIČ, 2005)

Inhibice střevních patogenů
• snížení pH střevního obsahu • sekrece mikrocinů a kolicinů • kompetice a membránové receptory kolonocytů • blokáda epiteliální vazby patogenů • inhibice epiteliální invaze
Posílení epiteliální a slizniční bariéry
• tvorba krátkých mastných kyselin • zvýšená produkce hlenu • snížení propustnosti bariéry

Úprava imunoregulací
• indukce exprese a sekrece IL-10 a TGFbeta • stimulace tvorby sekrečního IgA • snížení exprese TNFalfa

3.5.3.3 Cestovatelský průjem

U osob, které cestují z rozvinutých do rozvojových zemí, je průjem nejčastějším zdravotním problémem. Ročně trpí průjmovým onemocněním 11 až 12 milionů cestovatelů, z nichž 40 % mění kvůli nemoci svůj cestovní plán, 20 % přeruší cestu a 1 % je hospitalizováno. Jestliže cestovatel netrpí nějakou základní nemocí (diabetes mellitus, kardiopatie, imunosuprese), klinický průběh akutního průjmu bývá neškodný se samovolným uzdravením během 2 až 3 dnů. K úmrtí dochází jen velmi vzácně. Po příjezdu do cílové destinace se průjem objeví do 3 dnů, což vede k podezření, že se jedná o infekční onemocnění, i když může být průjem způsoben i neinfekčními příčinami. Většinu průjmů způsobují enteropatogenní mikroorganismy, dále pak v 85 % případů bakterie, paraziti a viry napadající hlavně děti v rozvojových zemích. Při léčbě průjmu cestovatelů můžeme použít nespecifickou terapii, ale nejdůležitější je dostatečný příjem tekutin. Léčba antibiotiky je doporučena pouze u závažných průjmových onemocnění nebo z epidemiologických důvodů (MANDÁKOVÁ, 2004).

3.5.3.4 Rakovina tlustého střeva

Probiotika se v dnešní době často využívají jako součást terapie a profylaxe dyspeptických obtíží, a to hlavně u dysmikrobie (narušení rovnováhy mezi střevními bakteriemi, konkrétně snížení počtu "hodných" bakterií) způsobené dietní chybou nebo dismikrobie vzniklé následkem léčby antibiotiky.

Na zvířecích subjektech bylo prokázáno, že probiotika brání tvorbě a růstu prekancerózních lézí a nádorů. Určité směsi metabolitů, které jsou izolované z fermentovaného mléka, mají vyšší schopnost deaktivovat etiologicky rizikové faktory kolorektálního karcinomu (KRK) než buněčné složky mikroorganismů. Byly zjištěny protinádorové vlastnosti probiotik uplatňující se při utlumení potenciálně škodlivých

účinků karcinogenů a potlačování karcinogenem indukovaných preneoplastických poruch a nádorů. Detoxikace genotoxinů ve střevě je jedním z mechanismů působení probiotik. Tento mechanismus byl prokázán např. použitím 1,2-dimethylhydrazinu (DHM), který u potkanů naznačuje poškození DNA až vznik KRK. Doplnění probiotik zabraňuje ranému vývoji nádoru tlustého střeva a vede ke snížení počtu následných polypů a tumorů u myši. Názor některých autorů je takový, že obranný vliv mají jen kultury živých mikroorganismů. Velmi silná obrana byla prokázána u potkanů, podáním bakterií *L. acidophilus* (z běžného jogurtu), *L. gasseri* (P79), *L. confusus* (DSM20196), *Streptococcus thermophilus* (NCI50083), *B. breve* a *B. longum* (izolované z lidské stolice). Ochranný účinek se snižoval s dávkou. *L. acidophilus*, který prošel tepelnou úpravou, genotoxicitu DHM ani MMNG neinhiboval (HRONEK et al., 2006).

3.5.3.5 Probiotika v redukci sérového cholesterolu

Ischemická choroba srdeční je hlavní příčinou nemocnosti a úmrtí, která je často spojena se zvýšením hladiny cholesterolu. Prevence snížení příjmu lipidů nebo změna stravy může snížit riziko výskytu a úmrtnosti u zdravých jedinců.

Existuje vysoká korelace mezi nasycenými tuky nebo příjmem cholesterolu a sérové hladiny cholesterolu. Probiotické bakterie, které jsou vázány na gekonjugované žlučové soli: dekonjugované žlučové kyseliny neabsorbují lipidy stejně snadno jako jejich konjugovaný protějšek, což vede ke snížení hladiny cholesterolu. Široká škála probiotických výrobků byla použita v klinických testech modulace sérových lipidů (PAVLOVIC et al., 2012).

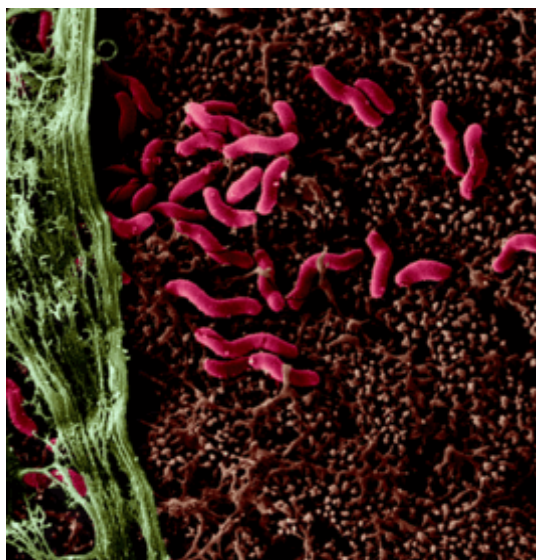
Orálním podáním *L. johnsonii* a *L. reuteri* u prasat vedlo ke snížení koncentrace sérového cholesterolu. Snížení HDL cholesterolu bylo také prokázáno u potkanů, kteří byli krmeni probiotickou směsí (ZEREHPOOSH a DARSANAKI, 2013).

3.5.3.6 Onemocnění vyvolané *Helicobacter pylori*

Důkazy použití probiotik v léčbě infekce vyvolané *H. pylori* jsou sporné. *H. pylori* nemusí být vždy devitalizován antibiotiky a odolnost vůči nim je často vážným problémem. *Lactobacillus salivarius* je schopen produkovat vysoké množství kyseliny

mléčné, která brání růstu *H. pylori*. Bylo také zjištěno, že *Lactobacillus* dokáže snížit aktivitu enzymu ureázy. Kromě toho se také snížil počet kolonií *H. pylori* na nedetekovatelnou úroveň (FELLEY a MICHETTI, 2003).

Při porovnání *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei* a *L. salivarius*, není *L. acidophilus* schopen potlačit *H. pylori*, možná z důvodu nižší produkce kyseliny mléčné při fermentaci. Nejvíce účinný byl *Lactobacillus salivarius*. Toto je v souladu s klinickou studií, která uvádí, že při perorálním podání dokáže *L. acidophilus* potlačit *H. pylori*, a nebo snížit zánět u pacientů se zánětem žaludku. Identifikace vhodných kmenů se zvýšenou přilnavostí a produkce kyseliny mléčné je pro budoucí studium rozhodující (DRISKO a GILES, 2003).



Obr 5: *Helicobacter pylori* (mikrobiologyglossary.wikispaces.com)

3.5.3.7 Dráždivý tračník

Hodnocení efektivity léčby dráždivého tračníku je obtížné, protože při indikaci hraje podstatnou roli placebo efekt. Určitou roli může u této nemoci hrát i změna zastoupení některých skupin střevních bakterií, a proto by mohlo být podání probiotik prospěšné.

Výsledky studií jsou sporné. Studie, popisující celkem 168 nemocných, kterým byla podávána kombinace *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum* a *Bifidobacterium breve*, prokázaly zlepšení potíží. Jiná studie se 160 pacienty užívajícími *Lactobacillus* sp. a VSL#3 toto zlepšení nepotvrdila (JURÁNKOVÁ et al., 2007).

3.5.3.8 Alergická onemocnění

Probiotika jsou přirozenou cestou pro správný vývoj imunity a předcházení vzniku alergií. Tam, kde nepomáhají antihistaminika a běžná farmakoterapie dokáží probiotické bakterie příznivě ovlivnit imunitní odpověď a zmírnit probíhající alergickou reakci.

V dvojité zaslepené klinické studii byl 446 těhotným ženám během posledních 5 týdnů těhotenství denně podáván probiotický kmen *Lactobacillus rhamnosus* nebo *Bifidobacterium animalis* spp. *lactis*. Novorozencům s vysokým rizikem výskytu alergií byly podávány probiotika od narození v průběhu 24 měsíců. Výsledkem podávání probiotika bylo statisticky významné snížení výskytu časných atopických onemocnění, ekzémů u dětí. Tato studie dokazuje potenciál probiotických mikroorganismů v ovlivnění imunitní odpovědi a prevenci výskytu alergických onemocnění (DEKKER, 2009).

***Bacillus clausii* – probiotikum odolné vůči antibiotikům**

Bacillus clausii se využívá jako probiotikum především v Itálii od 60. let 20. století pro léčbu virových průjmů a prevenci projevů postantibiotické dismikrobie. Spory *B. clausii* prostupují kyselým prostředím žaludku a ve střevě přecházejí ve vegetativní formy. Pro spory a vegetativní formy je charakteristická vysoká přilnavost ke střevní sliznici, kterou kolonizují. Působením *B. clausii* na patogenní mikroorganismy se zabývá studie, která sleduje inhibiční aktivitu tohoto probiotického kmene vůči širokému spektru patogenů.

Rezistence vůči antibiotikům patří k důležitým vlastnostem probiotika užívaného při anitibiotické léčbě. Důležitým genem u *B. clausii* je gen kodující laktamázu BCL-1 shodující se s geny kodující penicilinázy PenP. Přítomnost těchto genů u *B. clausii* je důvodem jeho odolnosti nejenom vůči penicilinovým antibiotikům, ale také vůči celafosporinům (FRÜHAUF et al., 2011).

3.6 Probiotické přípravky na českém trhu

V ČR jsou na základě posouzení bezpečnosti doplňků stravy Státním zdravotním ústavem (pokud si výrobce takové posouzení vyžádá) nebo na základě notifikace těchto subjektů MZd ČR (předložení etikety a oznámení o uvedení na trh) doplňky stravy registrovány v databázi RoHy (Registr hlavního hygienika).

V současné době je registrováno více než 100 druhů doplňků stravy s obsahem probiotik a prebiotik, přičemž asi 40 % obsahuje probiotika i prebiotika. Obsah mikroorganismů je obvykle označován jako 10^n v jedné tobolce/kapsli nebo v denní dávce. Nejpoužívanější formou jsou tobolky/kapsle, dražé, žvýkací tablety, výjimečně roztoky nebo práškovité formy. Pokud jde o zastoupení mikroorganismů v registrovaných doplňcích stravy, nejčastěji bývá zastoupen *Lactobacillus acidophilus* (73 %), *Bifidobacterium bifidum* (40 %), *L. rhamnosus*, *L. casei*, *B. longum*, *L. plantarum*, *L. lactis* (15 %). U méně jak 10 % výrobků byly zastoupeny *Streptococcus thermophilus*, *L. fermenti*, *L. helveticus*, *Enterococcus faecium*, *Saccharomyces boulardii*, *B. infantis*, *B. Laris*, *Bacillus subtilis* a ojediněle další rody bakterií a kvasinek (ŠPELINA a WINKLEROVÁ, 2009). Přehled registrovaných probiotických léků a doplňků stravy v ČR uvádí tabulka 4.

Tabulka 4: Některé registrované probiotické léky a doplňky stravy (dle příbalových informací léků a doplňků stravy)

přípravek	složení	popis a vlastnosti výrobku
Nutrolin B a Lactovit	<i>Bacillus colaguans</i> (dříve <i>Lactobacillus sporogenes</i>) Vitamin B1,B2, B3,B6, B12	1 kapsle obsahuje 4×10^7 životaschopných spor, přispívá ke správné látkové výměně, k udržení správného stavu sliznic, posiluje imunitní systém napomáhá při obnovení střevní mikroflory po léčbě antibiotiky
Bion3 Protect	3 kmeny TRIBION HARMONIS (<i>Lactobacillus gasseri</i> ,	v 1 tobolce je 1×10^7 životaschopných bakterií, dodává tělu potřebné látky ve střevní mikrofloře vytváří příznivé

	<i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>Bifidobacterim longum</i>) 12 vitaminů, 12 minerálních látek a stopových prvků	prostředí, pomáhá tělu lépe využít vitaminy a minerály
Nekadex	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> spp. <i>boulardii</i> kukuřičný škrob, magnesium-stearát, obal tobolky- hydroxypropylmethylcel- -ulosa	1 tobolka obsahuje $2,5 \times 10^9$ životaschopných bakterií, pomáhá k obnovení střevní mikroflory při dismikrobie
Probio-Fix	<i>Bifidobacterium animalis</i> spp. <i>lactis</i> BB-12, <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG, LGG, maltodextrin (plnivo), mikrokrystallická celulóza (stabilizátor), oxid křemičitý, stearan hořečnatý	1 tobolka obsahuje $2,7 \times 10^9$ lyofilizovaných životaschopných bakterií, lyofilizované bakterie jsou uloženy v jedinečné polysacharidové matrix pro zachování životaschopnosti
Mutaflor	<i>Esterichia coli</i> (kmen Nissle 1917), maltodextrin, glycerol, želatina, čištěná voda, potah tobolky: čevený oxid železitý, žlutý oxid železitý, makrogol, triethyl-citrát, kopolymer, oxid tataničitý, voskové leštidlo	1 tobolka obsahuje $2,5 \times 10^9$ životaschopných bakterií, působí proti patogenům a tak podporuje bariérovou funkci, střevní flory, produkty látkové výměny <i>E. coli</i> důležitými zdroji energie, pro buňky střevní sliznice, používá se při narušení střevní flory jako průjem, zácpa, plynatost, dráždivý tračník, zánět tlustého střeva, dále při novotvorbě střevní flory po užívání antibiotik a při některých mimostřevních onemocněních jako infekce, alergie, ekzémy
Lacidofil	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> <i>Lactobacillus</i> <i>acidophilus</i> , pomocné látky	1 tobolka obsahuje $2-6 \times 10^9$ bakterií, přípravek je určen pro léčbu a prevenci akutní gastritidy, enteritidy, průjmy způsobené dismikrobie, po léčbě

		antibiotiky, při průjmu spojeném s poruchou sekrece pankreatu, při syndromu slepé kličky
Vivomixx (dříve VSL#3)	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Bifidobacterium breve</i> , <i>Bifidobacterium longum</i> , <i>Bifidobacterium infantis</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus paracasei</i> , <i>Lactobacillus delbruckeii</i> spp. <i>bulgaricus</i> , pomocné látky: maltoza, oxid křemičitý	1 sáček obsahuje $4,5 \times 10^9$ bakterií, napomáhá při řízení výživy pacientů se syndromem dráždivého tračníku a různých průjmech, bakterie se přichytí na střevní stěnu a vytvářejí ochrannou bariéru, užívání vysoké koncentrace osmi různých kmenů přináší úlevu od symptomů provázejících střevní záněty a napomáhá zlepšit prostředí zažívacího traktu
Santax S	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> spp. <i>boulardii</i> , pomocné látky	léčba a prevence průjmových onemocnění, akutního průjmu a tzv. cestovního průjmu

3.7 Fermentované mléčné výrobky

Řízení mikrobiologického procesu mléčného kysání je základem výroby mlékárenských výrobků. Vlastnosti a složení mléka musí vytvářet vhodné podmínky pro růst a aktivitu přidaných čistých mlékařských kultur. V mléku nesmí být přítomny žádné inhibiční látky, musí mít normální složení a vlastnosti, a musí být získáno od zdravých dojníc v dostatečných hygienických podmínkách. V minulosti vznikaly tyto výrobky kvašením přirozenou cestou tzn. vlivem mikroflory syrového mléka, která byla charakteristická pro danou zeměpisnou oblast. Současná technologie je odvozena od těchto významných poznatků. Výroba využívá zákysů z izolovaných čistých mlékařských kultur. K základním kulturám patří buď mezofilní nebo termofilní bakterie mléčného kysání (ŠUSTOVÁ a SÝKORA, 2003).

Léčebné vlastnosti potravin jsou přisuzovány zejména fermentaci způsobující fyzikálně-chemické změny potravin, které jsou obvykle více výživné a zdravé. Během kvašení rozkládají naočkované mikroorganismy některé složky potravin (např. sacharidy, bílkoviny, tuky) na jednodušší, snadněji stravitelné a zároveň výživné.

Mléčné výrobky jsou populární kvůli své vysoké nutriční hodnotě a léčebným vlastnostem. Mléko a mléčné výrobky jsou důležitou součástí tradiční stravy, které poskytují dostatečné množství živin a obměňují různé fyziologické funkce (PUNIYA 2015).

3.7.1 Mikrobiologické požadavky na probiotika

Současná technologie výroby zakysaných mléčných výrobků umožňuje prodloužit dobu trvanlivosti výrobku a zároveň zachovat nutriční, zdravotní a senzorické vlastnosti. Jedná se o sortiment čerstvých druhů s živou mikroflorou v množství zaručeném do konce doby trvanlivosti (několik týdnů až jeden měsíc):

- jogurty – *Streptococcus salivarius* spp. *thermophilus* a *Lactobacillus delbruckeii* spp. *bulgaricus* v symbiotickém poměru a množství nejméně 10^7 mikroorganismů/g.
- jogurty a jiné kysané výrobky s probiotickou kulturou, nejméně 10^6 v 1 g výrobku
- acidofilní mléko – *Lactobacillus acidophilus* nejméně 10^6 /g a další mléčné mikroorganismy
- kysaná mléka bez specifikace, mléčné kultury nejméně 10^6 /g
- keřirové mléko – mezofilní a termofilní kultury nejméně 10^6 /g a kvasinky nejméně 100/g
- keřir – stejné kultury ale kvasinky nejméně 10^5 /g (ŠTIPKOVÁ, 2010)

3.7.2 Fermentované výrobky s mezofilními kulturami

Fermentovaná mléka vyrobená pomocí mezofilních bakterií mléčného kvašení lze dále rozdělit do skupin: konzumní kysaná mléka, kysané smetany, kysané podmásli, kysaná mléka se zvýšeným obsahem sušiny (FORMAN, 1994).

U všech těchto výrobků se uplatňuje kultura smetanová skládající se z kyselinotvorných kmenů *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris* a aromatvorných kmenů *Leuconostoc cremoris* a *Leuconostoc dextranicum*. K výrobě těchto kysaných mléčných výrobků se nejčastěji používají směsné smetanové kultury zajišťující aromatickou chuť a požadované reologické vlastnosti. U smetan se používají kultury, které nevytvářejí velké množství oxidu uhličitého, který by mohl narušit celistvost sraženiny, u jiných se používají speciální monokultury příznivě ovlivňující aroma a také některé reologické vlastnosti, jako je například viskozita a neoddělování syrovátky (HYLMAR, 1986).

3.7.2.1 Kysané konzumní mléko

Nejvhodnějšími kmeny pro výrobu kysaných mlék jsou takové, které tvoří viskozní kolagulát, jsou bohatého aroma a zabráňují oddělování syrovátky. K výrobě se používá pasterovaná směs obsahující 3,5 % tuku pro plnotučné kysané mléko nebo 2 % tuku pro polotučné kysané mléko (ŠUSTOVÁ a SÝKORA, 2013).

3.7.2.2 Kysané smetany

Kysané smetany se vyrábí z mléčné směsi o různé tučnosti, ošetřené homogenizací a vysokou pasterací. Při zakysávání se obvykle používá vyšší očkovací dávka, která vyrovnává horší podmínky pro růst mikroorganismů základní kultury a probiotickou variantu základní kultury (bez *Lactococcus lactis* spp. *lactis* biovar *diacetylactis*), kde se nevytváří velké množství oxidu uhličitého (FORMAN, 1994).

Kysané smetany jsou na trh v několika variantách:

- kysaná smetana s obsahem tuku 12 %
- kysaná lahůdková smetana s obsahem tuku nejméně 40 %
- kysaná krémovitá smetana s obsahem tuku 18 % (ŠUSTOVÁ a SÝKORA, 2013).

3.7.2.3 Kysané podmásli

Podmásli vzniká jako vedlejší produkt při výrobě másla a po té se zaočkovává jogurtovými kulturami společně s kulturami *Bifidobacterium longum* a *Bifidobacterium bifidum* (DRAGOUNOVÁ, 2003). Tento výrobek je vysoce nutričně hodnotný, protože

obsahuje fosfolipidy z obalů tukových kuliček uvolněných při výrobě másla. Fermentace sladkého podmáslí prodlužuje jeho trvanlivost a současně zlepšuje chuť (KOPÁČEK, 2011).

3.7.3 Fermentované výrobky s termofilními kulturami

K nejdůležitějším termofilním kulturám fermentovaných mléčných výrobků patří *Streptococcus salivarius* spp. *thermophilus*, *Lactobacillus delbruckeii* spp. *bulgaricus*, *Lactobacillus delbruckeii* spp. *lactis* a *Lactobacillus helveticus*. Mohou růst společně (např. jogurtové výrobky) nebo individuálně (výroba sýrů). Symbiotický vztah mezi *S. thermophilus* a *L. delbruckeii* spp. *bulgaricus* je pozitivně vyvážený a vyzkoušený. Tyto dva mikroorganismy jsou používány k výrobě jogurtů. Homofermentativní *L. delbruckeii* spp. *bulgaricus* produkuje kyselinu mléčnou zkvašováním laktosy, uvolňuje aminokyseliny při metabolickém štěpení bílkovin mléka pomocí proteolýzy a tím stimuluje růst *S. salivarius* spp. *thermophilus*. Streptokoky produkuje kyselinu mravenčí, která snižuje redoxní potenciál okolí, a to má stimulační účinek na růst laktobacilů. Tato symbioza umožňuje větší rychlost růstu, a produkci kyseliny.

K nejrozšířenějším výrobkům u nás patří jogurty, jogurtová mléka, smetanový jogurt a acidofilní mléko (HYLMAR, 1986).

3.7.3.1 Jogurty

Jogurt je fermentovaný mléčný výrobek, který se vyrábí kysaním pasterovaného mléka a zaočkováním jogurtové kultury. Tato kultura je protosymbiotická směs dvou druhů bakterií (*Streptococcus salivarius* spp. *thermophilus* a *Lactobacillus delbruckeii* spp. *bulgaricus*). Musí být zůstat zachován předepsaný počet živých mikroorganismů (10^7 v 1 g jogurtu).

Ke zvláštní skupině jogurtů patří výrobky, které jsou obohacené o probiotické kultury např. bifidobakterie, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* a dále kmeny *Streptococcus salivarius* spp. *thermophilus* a další kultury, které vykazují prokazatelné probiotické účinky. Takové výrobky jsou označovány např. bifi, bijo, probio (ŠUSTOVÁ a SÝKORA, 2013).

Dnešní výroba jogurtu se v zásadě neliší od té, která byla známá již před stovkami let. Principem je stále fermentace mléka přesně definovanými mikroorganismy.

V dnešní době se používají dva technologické způsoby výroby. První způsob je klasická výroba jogurtu s nerozmíchaným koagulátem. Tato výroba je založena na fermentaci přímo ve spotřebitelském obalu. Při využití této technologie zrání se do mléka přidává jogurtová kultura a tento polotovár se ihned stáčí do obalu, ve kterém pak probíhá zrání. Struktura výrobku je pevná, gelovitá, lámavá a na lomu nepravidelná. Při druhém způsobu probíhá fermentace v procesním tanku. Tento způsob je novější a v současné době i nejčastěji používaný. Finální produkt je plněn do obalů až po dokončené fermentaci a rozmíchání koagulátu. Konzistence takového výrobku je krémovitá, hladká a lesklá (KOPÁČEK, 2011).

3.7.3.2 Acidofilní mléka

Vyrábí se z 1 dílu pasterovaného mléka zahřátého na 37 °C až 40 °C a zaočkovaného 1 až 2 % kultury *Lactobacillus acidophilus* a z 9 dílů pasterovaného mléka zakysaného smetanovým zákyssem. Smetanový zákys obsahuje kmeny *Lactococcus lactis* spp. *lactis*, *Lactococcus lactis* spp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* spp. *lactis* biovar *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* spp. *dextranicum*, *Leuconostoc mesenteroides* spp. *cremoris* (DRAGOUNOVÁ, 2003).

3.7.4 Fermentované výrobky s bakteriální a kvasinkovou kulturou

Ve výrobcích s bakteriální a kvasinkovou kulturou probíhá rozklad laktosy mléčným kvašením za vzniku kyseliny mléčné a zároveň i alkoholovým kvašením za vzniku etanolu a oxidu uhličitého dodávající výrobkům lehce štiplavou chuť a našlehanou konzistenci (ŠUSTOVÁ a SÝKORA, 2013).

Používaná směsná keřirová kultura se skládá z kmenů *Streptococcus lactis*, *Lactobacillus casei* a kvasinek *Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces fragilis* a *Candida keřir*. Některé země používají při průmyslové výrobě keřiru a keřirového mléka mikrobiotu z keřirových zrn. Tato mikrobiota obsahuje někdy kromě uvedených mikroorganismů i další mikroorganismy jako např. bakterie octového kvašení, případně i nežádoucí mikrobiotu (HYLMAR, 1986).

3.7.4.1 Kefír

Je to fermentovaný mléčný produkt vyrobený v kombinaci kyseliny mléčné a alkoholového kvašení. Kefír pochází z Kavkazu a jeho zrna jsou bohaté na živiny včetně kyseliny listové, která potlačuje vysoký krevní tlak. Kefírová zrna jsou malé, houbovitě, symbiotické kolonie prospěšných kvasinek, které připomínají tvaroh.

Základ kefírové kultury tvoří *Lactobacillus acidophilus*, *L. delbruckeii* a *L. kefir*, kvasinky *Kluyveromyces marxianus* a *Candida kefir*. Tato směsná kultura se smíchá s kulturou smetanovou, která je aromatická a obsahuje kmeny *Lactococcus lactis* spp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* biovar *diacetylactis*. Fermentace probíhá 1 až 3 dny při teplotě 16 až 20 °C (PUNIYA, 2015).

3.7.4.2 Kumys

Kumys je fermentovaný mléčný výrobek původně z kobyliho mléka pocházející ze střední Asie. Vyrábí se z tekuté startovací kultury, která zahrnuje rody *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* a *Pediococcus*. Při výrobě kumysu se mléko zahřeje na 90 až 92 °C po dobu 5 minut a vychladí se na 26 °C až 28 °C poté se přidají startovací kultury a nechá se kvasit. Po fermentaci se ochladí na 20 °C za stálého míchání po dobu 1 až 2 hodiny. Výrobek se plní do lahví a nechá zrát při 6 °C až 8 °C po dobu 1 až 3 dnů. Kromě nutriční kvality má kumys různé léčebné vlastnosti (PUNIYA, 2015).

3.7.5 Sýry s probiotiky

Probiotické mikroorganismy musí přežít dobu skladování nutnou pro zrání sýrů (mnoho druhů sýrů vyžaduje období delší než 6 měsíců) a stejně tak dobu použitelnosti sýra, aby se vyvinuly jejich zdravotní účinky pro spotřebitele. A v důsledku toho výroba probiotických sýrů vyžaduje buď aby se kmeny bakterií rozrostly velmi rychle během zrání, a nebo byly přidány v průběhu výroby a přežily období zrání sýrů.

V jedné studii si probiotikum *Enterococcus faecium* zachovalo životaschopnost v počtu 4×10^8 KTJ/g v sýru čedar během zrání při teplotě 8 °C po dobu 15 měsíců. Kromě toho byl sýr vhodný zejména z důvodu přežití při průchodu trávicím traktem kvůli nižší kyselosti, proteinové struktuře sýru a tuku poskytující ochranu (FARNWORTH, 2003).

Tabulka 5: Druhy mikroorganismů v kysaných mléčných výrobcích (upraveno dle Vyhlášky č. 77/2003 Sb.)

Název kysaného výrobku	Použitá kultura	Mléčná mikroflora výrobku v 1 g
Acidofilní mléko	<i>Lactobacillus acidophilus</i> a další mezofilní, příp. termofilní kultury bakterií mléčného kvašení	10^6 <i>Lactobacillus acidophilus</i>
Jogurty	Protosymbiotická směs <i>Streptococcus salivarius</i> spp. <i>thermophilus</i> a <i>Lactobacillus</i> spp. <i>bulgaricus</i>	10^7
Kysané mléko, včetně smetanového zákysu, podmáslí, kysané smetany	Monokultury nebo směsné kultury bakterií mléčného kvašení	10^6
Kefír	Zákys připravený z keřirových zrn, jehož mikroflora se skládá z kvasinek zkvašujících laktosu <i>Kluyveromyces marxianus</i> i nezksašujících laktosu <i>Sacharomyces unisporus</i> , <i>Sacharomyces cerevisiae</i> , <i>Sacharomyces exiguus</i> a dále <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactococcus</i> a <i>Aerobacter</i> , rostoucí ve vzájemném společenství	10^6 bakterií mléčného kvašení 10^4 kvasinky
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 symbioze	10^6 bakterií mléčného kvašení 10^2 kvasinky

Kysaný mléčný výrobek s bifidokulturou	<i>Bifidobacterium</i> spp. v kombinaci s mezofilními a termofilními bakteriemi mléčného kvašení	10 ⁶ bifidobakterie
--	---	--------------------------------

3.8 Legislativa

3.8.1 Probiotikum jako funkční potravina

Pod pojmem funkční potravina si obecně představujeme potravinu, která nějakým způsobem příznivě působí na lidský organismus. V ČR ani v EU doposud neexistuje žádný oficiální dokument, který by definoval funkční potravinu a uváděl pravidla a podmínky pro výrobu funkční potraviny. Existuje však celá řada předpisů, které s potravinami tohoto druhu úzce souvisejí. Jedná se hlavně o předpisy týkající se označování potravin, protože každá funkční potravina obsahuje na obalu jedno nebo více zdravotních tvrzení, které informují spotřebitele o příznivých účincích potraviny nebo její složky na lidský organismus. V roce 1999 došlo pod vedením International Life Science Institute k uskutečnění diskuse předních evropských expertů ve výživě k funkčním potravinám. Výsledkem této diskuze bylo přijetí pracovní definice pro funkční potraviny (WINKLEROVÁ, 2009).

Hlavní body této definice jsou:

- funkční potravina je svým charakterem běžnou potravinou, není to tableta, kapsle ani jiná forma doplňku stravy
- průkaz příznivých účinků na lidské zdraví musí být založen na vědeckém základě
- funkční potravina kromě výživové hodnoty má příznivé účinky na lidské zdraví a/nebo snižuje riziko lidského onemocnění
- funkční potraviny se konzumují jako součást běžné stravy (KOKEŠOVÁ, 2009).

Nejčastější druhy funkčních potravin:

- potraviny, kde jsou přidány složky, které mají příznivý vliv na lidské zdraví, příkladem jsou probiotika a prebiotika v zakysaných mléčných výrobcích

- potraviny, kde jsou odstraněny složky, které mohou mít nepříznivý vliv na lidské zdraví, příkladem jsou transmastné kyseliny ve ztužených tucích
- potraviny, ve kterých přirozeně se vyskytující složky jsou chemicky modifikovány
- potraviny, kde je biologická dostupnost jedné nebo více složek zvýšena (WINKLEROVÁ, 2009).

3.8.2 Zdravotní tvrzení

Zdravotní tvrzení jsou uváděna na etiketách řady potravin. Donedávna ještě neexistovala žádná pravidla pro používání zdravotních tvrzení na obalu výrobku. Výrobci mohli na obalu potraviny nebo v reklamě tvrdit v podstatě cokoli o obsahu významných látek v určité potravine, o vylepšení zdraví, nebo nálady spotřebitele po konzumaci určité potraviny, o nezbytnosti konzumace určité potraviny apod. Tím docházelo k určitému matení a klamání spotřebitele, a proto se EK rozhodla vydat nařízení, které bude používání zdravotních tvrzení regulovat (WINKLEROVÁ, 2009). Toto nařízení vyšlo na konci roku 2006, jedná se o nařízení EP a Rady č. 1924/2006 o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin. Cílem tohoto nařízení je zajistit, aby u látek, které jsou předmětem tvrzení, bylo skutečně vědecky prokázáno, že mají příznivý výživový nebo fyziologický účinek. Dalším cílem je zajistit srozumitelnost těchto tvrzení a ochránit spotřebitele před klamavými tvrzeními (nařízení 1924/2006).

Seznam povolených zdravotních tvrzení při označování potravin je uveden v nařízení Komise (EU) č. 432/2012 ze dne 16. května 2012, kterým se zřizuje seznam schválených zdravotních tvrzení při označování potravin jiných než tvrzení o snížení rizika onemocnění a o vývoji a zdraví dětí. Nařízení je použitelné od 14. prosince 2012, tj. od tohoto data je možné při označování potravin používat jen uvedená povolená zdravotní tvrzení. Seznam schválených zdravotních tvrzení byl v roce 2013 doplněn nařízením (EU) č. 536/2012 (nařízení 432/2012).

3.8.3 Povinné údaje na obalu výrobků s obsahem probiotik

Na obalu musí být označen:

- rod, druh a kmen probiotických mikroorganismů
- minimální množství mikroorganismů (v 1 g) na konci doby trvanlivosti
- doporučená dávka, která obsahuje množství probiotika zajišťující účinek
- podmínky uchování
- zdravotní tvrzení
- kontaktní údaje, kde jsou k dispozici detailní informace o výrobci (KOKEŠOVÁ, 2009).

4 ZÁVĚR

Podávání probiotik se jeví jako relativně bezpečná možnost doplnění stávající medikamentózní terapie některých onemocnění. Na probiotické mikroorganismy se vztahují určité požadavky a jejich účinek je kmenově specifický. Bylo předloženo několik důkazů o prospěšném využití probiotik při působení proti patogenním mikroorganismům, kde probiotika mohou ovlivňovat imunitní systém nebo sama působit proti těmto patogenům například produkcí antimikrobiálních látek. Zároveň jsou některé mikroorganismy schopny chránit hostitele tím, že tlumí enzymatické aktivity nežádoucích karcinogenů. Probiotika dále preventivně brání v rozvoji atopického onemocnění. Zejména u kojenců, kterým bylo podáváním probiotik zjištěno významné zlepšení léčby atopického ekzému. Jednoznačně prokázány se také jeví účinek při terapii gastrointestinálních onemocnění, jako jsou průjemová onemocnění, zánětlivá onemocnění tlustého střeva a cestovatelský průjem. Dále je třeba zdůraznit dlouhodobý pozitivní účinek na vyvíjející se imunitní systém. Částečně ovlivňují léčbu antibiotiky infekčních onemocnění jako například infekce vyvolané *Helicobacter pylori*. Některé studie také doložily účinnost při udržování remise v léčbě idiopatické proktokolitidy a terapii dráždivého tračníku.

Výzkum vlivu a účinku probiotik stále pokračuje. Například při podávání preparátu prasatům a potkanům došlo k výraznému snížení hladiny cholesterolu v krvi a omezení růstu prekarcinogenních lézí a nádorů.

Probiotika jsou poměrně snadno dostupnou surovinou. Nacházejí se ve fermentovaných mléčných produktech jako jsou jogurty, acidofilní mléka, kefir, keřirové mléko atd. Najdeme je také jako kvalitní potravinové doplňky ve formě tobolek nebo šumivých kapslí, které jsou díky speciálnímu obalu odolné vůči kyselému prostředí žaludku. Základní podmínkou je, aby daný výrobek obsahoval dostatečné množství živých kultur.

5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Bion 3 protect [online]. [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: <http://www.bion3.cz/>

CEMPÍROVÁ, R., 1997: *Mikrobiologie potravin*. 1. vyd. České Budějovice, 165 s. ISBN 80-7040-254-7

DEKKER, J., 2009: Probiotics and allergy. *International dairy journal*; 19(3): 149-154

DRAGOUNOVÁ, H., 2003: *Hodnocení jakosti mléka a mlékárenských výrobků: návody a praktická cvičení*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. 57 s. ISBN 80-86642-24-0

DRISKO, J., GILES, CH., 2003: Probiotics in health maintenance and disease prevention. *Alternative medicine review*; 8(2): 143-155

FARNWORTH, E., 2003: *Handbook of fermented functional foods* [online]. CRC Press. ISBN 978-0-203-00972-7. [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: https://old.uqu.edu.sa/files2/tiny_mce/plugins/filemanager/files/4300301/Handbook_of_Fermented_Functional_Foods.pdf

FELLEY, C., MICHETTI, D., 2003: Probiotics and Helicobacter pylori. *Best practise and Research Clinical gastroenterology*; 17(5): 785-791

FRIČ, P., 2005: Probiotika v terapii chorob trávicího ústrojí. *Interní medicína*; 10(4): 434-437

FRÜHAUF, P., SLÍVA, J., AMBROŽOVÁ, H., KOTLÁŘOVÁ, L., 2011: Bacillus clausii – probiotikum rezistentní vůči antibiotikům. *Pediatric pro praxi*; 12(5): 361-362

GOKTEPE, I., JUNEJA, V., AHMEDNA M., 2006: *Probiotics in food safety and human health* [online]. Taylor & Francis. ISBN 978-1-4200-2757-0. [cit. 2016-02-24]. Dostupné z: <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/9781420027570.ch19>

GORNER, F., VALÍK, L., 2004: *Aplikovaná mikrobiologia požívatín*. 1. vyd. Bratislava: Malé Centrum, 2004. 528 s. ISBN 80-967064-9-7

HORÁČKOVÁ, Š., ŠVÍRAKOVÁ, E., 2009: Probiotické mikroorganismy v mlékárenském průmyslu. *Mlékařské listy*; 113(114): 12-14

HRONEK, M., KUDLÁČKOVÁ, Z., JÍLEK, P., HRNČIARIKOVÁ, D., 2006: Probiotika v profylaxi a terapii nádorových onemocnění a vulvovaginid. *Interní medicína*; 10(3): 109-111

HYLMAR, B., 1986: *Výroba kysaných mléčných výrobků*. Praha: SNTL. 212 s.

JURÁNKOVÁ, J., PŘÍBRAMSKÁ, V., OSTŘÍŽEK, T., 2007: Probiotika v gastroentologii a hepatologii. *Interní medicína*; 2(1): 7-10

KALAČ, P., 2003: *Funkční potraviny: krok ke zdraví*. České Budějovice, 130 s. ISBN 80-7322-029-6

KOHOUT, P., 2010: Možnosti ovlivnění imunitního systému nutraceutiky. *Interní medicína*; 12(3): 140-144

KOKEŠOVÁ, A., 2009: Imunomodulační účinky probiotik v klinické praxi. *Pediatric pro praxi*; 10(3): 169-174

KOPÁČEK, J., 2011: Jak poznáme kvalitu: mléko a mléčné výrobky. *Svět potravin*; 10(11): 16-17

KREJSEK, J., KUDLOVÁ, M., KOLÁČKOVÁ, M., NOVOSAD, J., 2007: Nutrice, prebiotika, probiotika a imunitní systém. *Pediatric pro praxi*; 2(4): 80-87

KVASNIČKOVÁ A., 2000: *Sacharidy pro funkční potraviny: probiotika - prebiotika - symbiotika*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 81 s. ISBN 80-7271-001-X

LAHTINEN, S., OUWEHAND, A. C., SALMINEN, S., WRIGHT A., 2012: *Lactic acid bacteria: Microbiological and functional aspects, fourth edition* [online]. CRC Press, 798 s. ISBN 978-1-4398-3677-4. [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/b11503-2>

LATA, J., JURÁNKOVÁ, J., 2011: Střevní mikroflora, slizniční bariéra a probiotika u některých interních chorob. *Interní medicína*; 13(2): 63-69

MAHYA, M., 2013: Probiotics and cancer. *Journal of biology and today's world* 2013, roč. 2, č. 4, s. 202-209

MANĎÁKOVÁ, Z., 2004: Střevní infekce cestovatelů. *Interní medicína*; 14(6): 320-322

MARGOLES, A., RUAS-MADEIRO, P., REYES-GAVILÁN, C., GUEIMONDE, M., 2011: *Molecular detection of human bacterial pathogens* [online]. CRC Press, 57 s. ISBN 978-1-4398-1239-6. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/b10848-7>

Nekadex [online]. [cit. 2016-03-27]. Dostupné z: <http://www.nekadex.cz/>

NEVORAL, J., 2005: Probiotika, prebiotika a synbiotika. *Pediatric pro praxi*; 6(2):59-65

Nutrolin B [online]. [cit. 2016-03-27]. Dostupné z: <http://nutrolin.cz/>

ÖTLES, S., 2014: *Probiotics and prebiotics in food, nutrition and health* [online]. Boca Raton, FL : CRC Press/Taylor & Francis, 504 s. ISBN 978-1-4665-8624-6. [cit. 2016-

03-22].

Dostupné

z:

<https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=W8rMBQAAQBAJ&oi>

PAVLOVIC, N., STANKOV, K., MIKOV, M., 2012: Probiotics interactions with bile acids and impact on cholesterol metabolism. *Applied biochemistry and biotechnology*; 178 (6): 1880-95

Probiofix [online]. [cit. 2016-03-27]. Dostupné z: <http://probiofix.cz/>

PUNIYA, A., 2015: *Fermented milk and dairy products* [online]. CRC Press. 744 s. ISBN 978-1-4665-7800-5. [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/b18987-3>

RADA, V., 2010: Využití probiotik, prebiotik a symbiotik. *Interní medicína*; 12(2):92-97

SAARELA, M., MOGENSES, G., FONDÉN, R., MATTO, J., MATHILA-SANDHOLM, T., 2001: Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. *Journal of Biotechnology*; 84(3) 197-215

ŠILHÁNKOVÁ, L., 1995: *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. 2. vyd. Praha: Victoria publishing, 361 s. ISBN 80-85605-71-6

ŠPELINA, V., WINKLEROVÁ, D., 2009: Principy hodnocení účinnosti a bezpečnosti probiotik a charakteristika registrovaných doplňků stravy s obsahem probiotik a prebiotik. *Pediatric pro praxi*; 10(4): 247-250

ŠTIPKOVÁ, J., 2010: Zakysané mléčné výrobky a nápoje – spotřebitelský fenomén. *Potravinářská revue*; 9 s.

ŠUSTOVÁ, K., SÝKORA, V., 2013: *Mlékárenské technologie*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 223 s. ISBN 978-80-7375-704-5

Vivomixx [online]. [cit. 2016-03-27]. Dostupné z: <http://www.vivomixx.eu/sk/>

VLKOVÁ, E., RADA V. a KILLER J., 2009: *Potravinářská mikrobiologie*. 2. vyd. V Praze: Česká zemědělská univerzita. 168 s. ISBN 978-80-213-1988-2

WILDMAN, E., 2007: *Handbook of nutraceuticals and functional foods* [online]. Boca Raton, FL : CRC/Taylor & Francis, 521 s. ISBN 978-1-4200-0618-6. [cit. 2016-03-24]. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=ej8qBgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Handbook+of+nutraceuticals+and+functional+foods&ots>

WINKLEROVÁ, D., 2009: Funkční potraviny a legislativa. *Výživa a potraviny*; 64(1): 11-12

ZEREHPOOSH, S., DARSANAKI R., 2013: Probiotics and health. *Journal of Biology and today's world*; 2(1): 41-52

ZBOŘIL, V., PROKOPOVÁ, L., HERTLOVÁ. M., 2005: *Mikroflóra trávicího traktu: klinické souvislosti*. Grada Publishing, Praha. 156 s. ISBN 978-80-247-6210-4

Vyhláška č. 77/2003 Sb. Ze dne 1. července 2003, kterou se stanoví požadavky na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 ze dne 20. prosince 2006 o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin

Nařízení komise (EU) č. 432/2012 ze dne 16. května 2012, kterým se zřizuje seznam schválených zdravotních tvrzení při označování potravin jiných než tvrzení o snížení rizika onemocnění a o vývoji a zdraví dětí

6 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: *Lactobacillus acidophilus* (Kaláb, 2005) [cit. 2016-03-14] Dostupné na:

<http://www.magma.ca/~scimat/>

Obr. 2: *Bifidobacterium bifidum* [cit. 2016-03-14] Dostupné na:

www.sciencephotolibrary.com

Obr. 3: *Streptococcus salivarius* spp. *thermophilus* (Kaláb, 2007) [cit. 2016-03-14]

Dostupné na: <http://www.magma.ca/~scimat/>

Obr. 4: *Enterococcus faecalis* [cit. 2016-03-16] Dostupné na:

www.sciencephotolibrary.com

Obr. 5: *Helicobacter pylori* [cit. 2016-03-24] Dostupné na:

www.mikrobiologyglossary.wikispaces.com

7 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Nejčastěji používané bakteriální druhy (Nevoral, 2005), (s. 15).

Tab. 2: Lékařské aplikace probiotik (Mahya, 2013), (s. 22).

Tab. 3: Probiotika při idiopatických střevních zánětech: účinky a mechanismy (Frič, 2005), (s. 27).

Tab. 4: Některé probiotické léky a doplňky stravy (s. 32)

Tab. 5: Druhy mikroorganismů v kysaných mléčných výrobcích (Vyhláška 77/2003 Sb.), (s. 39)