

Využití probiotických bakterií ve fermentovaných potravinách

Markéta Konečná

Bakalářská práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Markéta KONEČNÁ**

Osobní číslo: **T09122**

Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Využití probiotických bakterií ve fermentovaných potravinách**

Zásady pro vypracování:

1. Bakterie mléčného kvašení.
2. Fermentace.
3. Probiotika.
4. Prebiotika.
5. Synbiotika.
6. Výrobky obsahující probiotika.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] FARNWORTH, Edward R. Handbook of fermented functional foods, second edition, CRC Press, 2008.

[2] LEE, Y. a Seppo SALMINEN. Handbook of probiotics and prebiotics, second edition, John Wiley, 2009.

[3] ŠILHÁNKOVÁ, L. Mikrobiologie pro potravináře a biotechnolog, Academia 2008.

[4] ZELINKA, J. Bakteriální a plesňové fermentace, Vydavatelstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava 1960.

Vedoucí bakalářské práce:

MVDr. Ivan Holko, Ph.D.

Ústav inženýrství ochrany životního prostředí

Datum zadání bakalářské práce:

16. ledna 2013

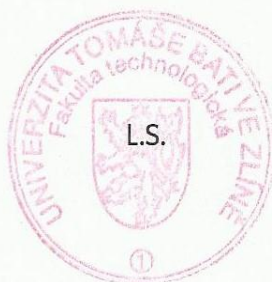
Termín odevzdání bakalářské práce:

2. května 2013

Ve Zlíně dne 4. února 2013


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

děkan




doc. Ing. František Buňka, Ph.D.

ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/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 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/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);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/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.

Ve Zlíně

Konečná Markéta

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřena na probiotika a jejich využití ve fermentovaných potravinách. Popisuje jak základní charakteristiky a požadavky na probiotické bakterie, tak jejich následný vliv na lidský organizmus a výživovou hodnotu fermentovaných potravin. Dále je zde uvedena možnost náhrady klasických startovacích kultur za startovací kultury probiotické. Okrajově jsou zmíněna i témata, která s probiotiky souvisí, jako prebiotika a synbiotika.

Klíčová slova: Probiotika, fermentované potraviny, prebiotika

ABSTRACT

Bachelor's thesis is focused on probiotics and their use in fermented foods. The basic characteristics and requirements for the probiotic bacteria and their effect on the human health and nutritional value of fermented foods are described. There is indicated the possibility of substitution of classical starter cultures by probiotic microorganisms. Also another matters related to probiotics such as prebiotics and synbiotics are mentioned.

Keywords: Probiotics, fermented foods, prebiotics

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce MVDr. Ivanu Holkovi, Ph.D. za cenné rady a trpělivost při vypracování této práce.

Prohlašuji, že jsem na celé bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala.

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

Ve Zlíně

.....

Markéta Konečná

OBSAH

ÚVOD	9
1 BAKTERIE MLÉČNÉHO KVAŠENÍ	10
1.1 HOMOFERMENTATIVNÍ MLÉČNÉ BAKTERIE	10
1.2 HETEROFERMENTATIVNÍ MLÉČNÉ BAKTERIE.....	11
2 STARTOVACÍ KULTURY	13
2.1 ÚČINKY STARTOVACÍCH KULTUR	13
2.2 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA STARTOVACÍ KULTURY	14
2.3 ROZDĚLENÍ KULTUR	15
3 PROBIOTIKA	16
3.1 POŽADAVKY NA PROBIOTIKA.....	16
3.2 ÚČINKY PROBIOTIK.....	18
3.3 PROBIOTICKÉ BAKTERIE	19
3.3.1 <i>Rod Lactobacillus</i>	20
3.3.2 <i>Rod Bifidobacterium</i>	23
3.3.3 <i>Rod Lactococcus</i>	24
3.3.4 <i>Rod Leuconostoc</i>	24
3.3.5 <i>Rod Enterococcus</i>	25
3.3.6 <i>Rod Streptococcus</i>	25
3.4 PROBIOTICKÉ STARTOVACÍ KULTURY	26
4 PREBIOTIKA	28
4.1 VYUŽITÍ PREBIOTIK	28
4.2 ÚČINKY PREBIOTIK	29
5 SYNBIOTIKA	30
6 VÝROBKY OBSAHUJÍCÍ PROBIOTIKA	31
6.1 FERMENTOVANÉ UZENINY	33
6.2 FERMENTOVANÉ MLÉČNÉ VÝROBKY	35
6.3 KVAŠENÁ ZELENINA	40
6.4 TERAPEUTICKÉ ÚČINKY PROBIOTICKÝCH KULTUR VE FERMENTOVANÝCH POTRAVINÁCH	40
ZÁVĚR	43
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	44
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	49
SEZNAM OBRÁZKŮ	50
SEZNAM TABULEK	51

ÚVOD

Probiotika jsou živé mikroorganismy, které mají příznivý vliv na lidské zdraví. Představují jednoduchou cestu, jak nastolit rovnováhu v zažívacím traktu, zlepšit funkci imunitního systému a tím předcházet řadě onemocnění, jako například průjmům, zánětlivým střevním onemocněním nebo onemocněním cest dýchacích. Tento příznivý vliv je dán schopností probiotik přilnout na střevní sliznici, a tím bránit zachycení nežádoucích mikroorganismů. Protože probiotika patří mezi bakterie mléčného kvašení, mají vlastnost fermentovat sacharidy za vzniku různých produktů (např. kyselina mléčná, octová, oxid uhličitý), čímž zajišťují požadované organoleptické vlastnosti a výživovou hodnotu fermentovaných potravin a zároveň inhibují nežádoucí bakterie v trávicím traktu konzumenta snížením pH. Dalším pozitivem je umožnění konzumace mléčných výrobků jedincům, kteří trpí laktózovou intolerancí. To je zajištěno rozkladem mléčného cukru.

Pro výrobu fermentovaných potravin je využíváno mnoho druhů probiotických bakterií, ale nejpoužívanější jsou rody *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Mezi nejznámější potraviny obsahující probiotika patří zejména mléčné výrobky, ale pro své příznivé účinky jsou využívány i v masném průmyslu jako probiotické startovací kultury. Díky účinkům na zdraví, mají tyto potraviny významnou roli v lidské výživě.

1 BAKTERIE MLÉČNÉHO KVAŠENÍ

Pod pojmem bakterie mléčného kvašení se zpravidla rozumí skupina kokovitých a tyčinkovitých bakterií zahrnující některé druhy rodu *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* a *Bifidobacterium* [1]. Již po staletí jsou využívány pro konzervaci mléka a zeleniny. Tyto bakterie produkují antimikrobní látky, jako jsou: organické kyseliny, oxid uhličitý, peroxid vodíku a bakteriociny. Fermentací hexózu vzniká i kyselina octová, která je proti nežádoucím mikroorganismům účinnější než kyselina mléčná [2].

Pro většinu BMK není kyslík toxický, rostou proto i za přítomnosti vzduchu. Jsou aerotolerantní, mikroaerofilní nebo fakultativně anaerobní. Výjimku tvoří přísně anaerobní bifidobakterie. Při přípravě speciálních kysaných mléčných výrobků na bázi bifidobakterií se používají kmeny za daných podmínek aerotolerantní (např. *Bifidobacterium longum* BB536) [1].

BMK jsou široce používány v mléčných a masných výrobcích, které jsou zpracovány fermentací bez ohřevu [3].

1.1 Homofermentativní mléčné bakterie

Homofermentativní BMK se používají pro kvasnou výrobu kyseliny mléčné. Pyruvát vzniklý glykolýzou je redukován za součinnosti redukovatelného kofaktoru v laktát, tj. anion kyseliny mléčné [4].

Rod *Streptococcus*

Z rodu *Streptococcus* byly již dříve vyjmuty druhy vyskytující se často ve střevním traktu člověka a jiných savců, a byly přerazeny do rodu *Enterococcus* (např. *Enterococcus faecalis* a *Enterococcus faecium*). Byly navrženy jako indikátory fekálního znečištění, avšak vyskytují se i na rostlinách, které nepřišly s fekáliemi do styku, takže jsou méně specifické než *Escherichia coli*. Bakterie rodu *Streptococcus* jsou odolnější v nepříznivých podmínkách, například při uzení, než střevní tyčinky [4]. Jsou to grampozitivní, kataláza negativní koky uspořádané do dvojic a řetězků. Tvoří podstatnou část flóry dutiny ústní a mohou být přítomny i v horní části trávicího traktu (tenké střevo, appendix). Streptokoky pevně adherují na povrch slizničních buněk a přispívají tak k ochraně sliznice před jinými bakteriálními druhy [5].

Rod *Lactococcus*

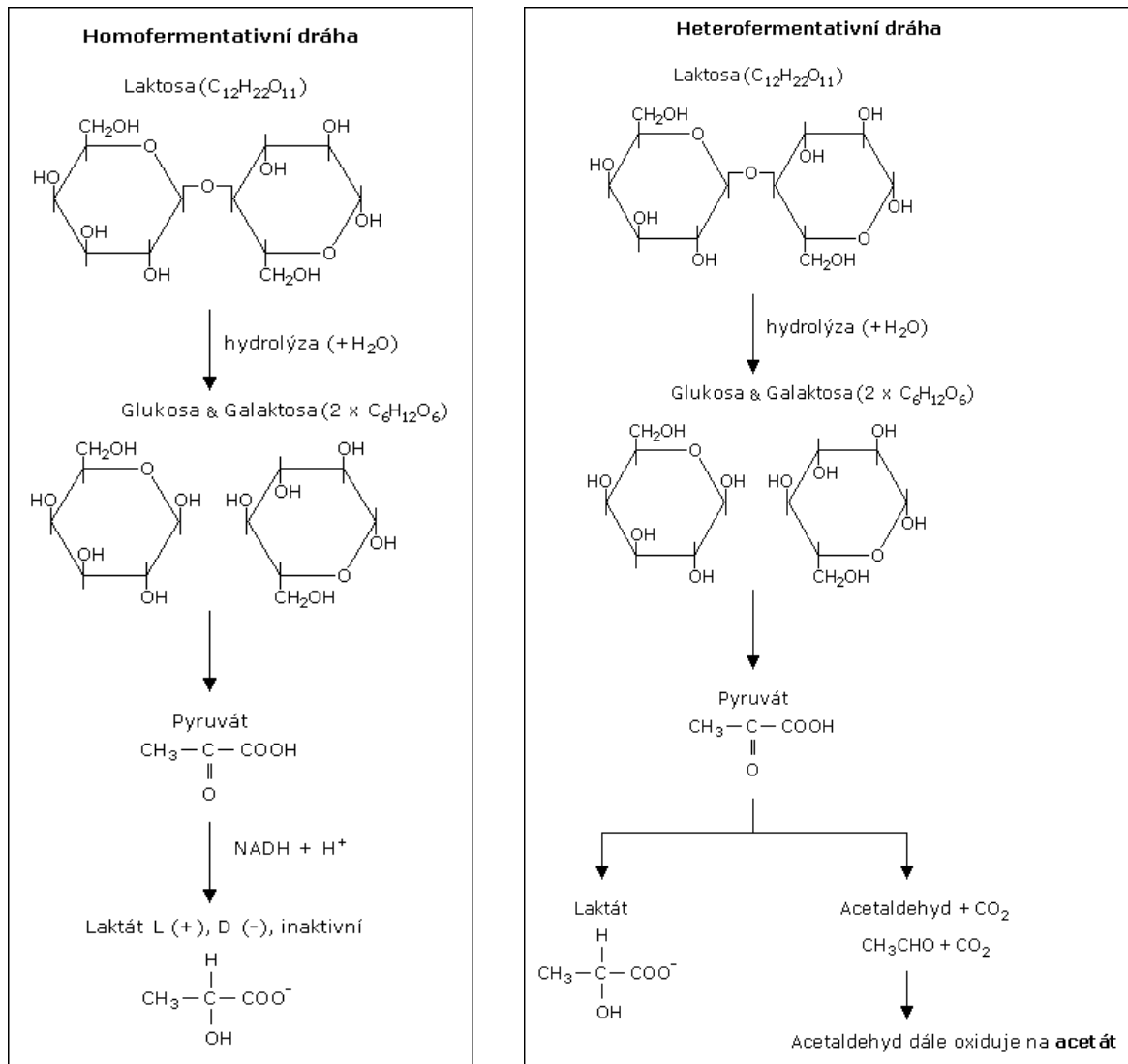
Bakterie z rodu *Lactococcus* jsou grampozitivní, fakultativně anaerobní, kataláza negativní koky, uspořádané do dvojic nebo řetízků. Některé druhy tohoto rodu mají schopnost zkvašovat citran na diacetyl a CO₂, což má pozitivní vliv na aroma mléčných výrobků. Produkce CO₂ se využívá při výrobě sýrů jako je Eidam nebo Gouda. Dále se laktokoky využívají jako čisté mlékařské kultury při výrobě tvarohu, smetany nebo másla [6].

1.2 Heterofermentativní mléčné bakterie

Heterofermentativní mléčné bakterie neobsahují aldolázu, tj. glykolytický enzym štěpící hexóza-1,6-bisfosfát ve dva triózafosfáty. Proto převádějí hexózy oxidačním mechanismem hexózafosfátového zkratu v pentóza-5-fosfát a CO₂. Za součinnosti anorganického fosfátu se pak enzymově štěpí pentóza-5-fosfát v acetylfosfát a v glyceraldehyd-3-fosfát. Z acetylfosfátu vzniká za součinnosti redukováného kofaktoru etanol, glyceraldehyd-3-fosfát je glykolýzou přeměněn v pyruvát a pak v laktát [4]. CO₂ potlačuje růst některých mikroorganismů, zejména gramnegativních psychrofilních bakterií, podílejících se na kažení potravin [2].

Rod *Leuconostoc*

Bakterie rodu *Leuconostoc* jsou grampozitivní, fakultativně anaerobní, kataláza negativní, nepohyblivé koky. Při zkvašování cukrů kromě kyseliny mléčné tvoří i etanol a CO₂. Některé kmeny mají oxidační metabolismus, a proto místo CO₂ tvoří kyselinu octovou [6]. Jsou to chemoorganotrofní bakterie – k růstu vyžadují medium obsahující aminokyseliny a vitaminy (kyselinu nikotinovou, thiamin, biotin a kyselinu pantotenovou nebo její deriváty) [6].



Obrázek 1 : Produkty homofermentativního a heterofermentativního mléčného kvašení [7]

Výživa mléčných bakterií

Fermentace je proces, kdy činností enzymů mikroorganismů vznikají ze sacharidů jiné produkty, jako je například kyselina mléčná, octová nebo alkohol. Aby proces fermentace probíhal za optimálních podmínek, je nutné znát požadavky na výživu mikroorganismů. Protože mléčné bakterie na běžných půdách rostou minimálně, je třeba do nich přidávat různé extrakty [8].

Většina mléčných bakterií není schopna využívat anorganický dusík, proto je potřeba jim dodávat organický dusík ve formě AMK. Normální růst probíhá pouze za přítomnosti vitamínu B₂ [8].

2 STARTOVACÍ KULTURY

Startovací kultury jsou bakterie, kvasinky nebo plísňe se žádoucími fyziologickými vlastnostmi. Jsou antagonisty hnilobné mikroflóry, například laktobacily potlačují zejména rozvoj sporulátů, v menší míře také bakterie z čeledi *Enterobacteriaceae* [9].

Potlačení této mikroflóry je dosahováno produkcí kyseliny mléčné a některých bakteriocinů. Obě tyto látky mají prokázané bakteriostatické až baktericidní účinky. Startovací kultury mají také schopnost omezit tvorbu biogenních aminů a významně ovlivňují rozklad nitrátů [10].

Žádoucí uplatnění startovacích kultur je závislé na řadě vlivů, především však na teplotě živného prostředí [9].

Přídavek startovací kultury k dílu (směs masa a dalších přídatných látek k výrobě salámu) má zajistit rychlou náhradu náhodné mikroflóry, kterou se surovina v různé míře kontaminuje v průběhu technologických procesů, kulturou, která za správných klimatických podmínek dává větší výrobní jistotu a vyrovnanou jakost hotovým výrobkům. Činnost kultury, především pak rozklad cukrů, má nastat co nejdříve po přidání do díla, aby se co nejrychleji znemožnilo pomnožování nežádoucí hnilobné mikroflóry poklesem pH. Různé kultury mají různé optimální růstové teploty. Tyto teploty je nutné znát a během uzení i zrání respektovat [9].

Z praktického hlediska je často výhodnější získávat vhodnou mikroflóru rozmělněním hotových kvalitních výrobků vlastního závodu a následným přimícháním tohoto rozmělněného produktu do díla. Získá se tak specifická mikroflóra přizpůsobená klimatickým poměrům v příslušném závodě, práce je jednodušší a výsledky spolehlivější [9].

2.1 Účinky startovacích kultur

Hlavním úkolem startovacích kultur je tvorba organických kyselin ze sacharidů. Při okyselení díla na pH nižší než 5,1 dochází ke srážení svalových bílkovin, což má za následek zvýšení pevnosti a stability řezu výrobku. Dochází také k přeměně dusitanů na oxid dusnatý, který reaguje s myoglobinem za vzniku nitrosomyoglobinu, jenž dává salámu růžovou barvu. Nadměrná tvorba kyselin naopak způsobuje barevné vady [11].

Při fermentaci tvoří startovací kultury bakteriociny, které vytváří póry v cytoplazmatické membráně grampozitivních patogenů, jako je *Listeria monocytogenes*, *Clostridium*

perfringens nebo *Bacillus cereus*, a tím způsobí jejich zánik. Gramnegativní bakterie jsou chráněny vnější membránou, která brání proniknutí bakteriocinů do buňky. Bakteriociny jsou nejvíce tvořeny druhy: *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus plantarum* a *Pediococcus acidilactici* [11].

Vzhledem k tomu, že většina střevních laktobacilů jsou anaerobní, nevyskytují se ve vysokém počtu na povrchu výrobku. Nežádoucí bakterie na povrchu se inhibují kouřem nebo plísňovými startovacími kulturami [12].

2.2 Základní požadavky na startovací kultury

- psychrofilnost -dobrý růst a množení v rozmezí teplot 5 – 20 °C
- antagonistický účinek na hnilobné a patogenní mikroorganismy
- tvorba látek s antioxidačním účinkem (zejména u výrobků s dlouhodobou skladovatelností)
- účinná redukce dusičnanů a dusitanů
- vysoká fermentativní aktivita ve složitých podmínkách masitého substrátu (s ohledem na přítomné živiny, koncentraci soli, obsah a aktivitu vody, pH, teplotu, ...)
- nepatogenost a nepřítomnost toxických látek
- schopnost tlumit zelenání [9].

Pokud jsou splněny výše uvedené požadavky, před použitím probiotických bakterií jako startovací kultury je důležité ověřit, zda zapojené bakteriální kmeny nejsou nosiči genů, způsobujících rezistenci vůči antibiotikům. Dále by neměly dekarboxylovat AMK [11].

Probiotické kmeny používané ve fermentovaných masných výrobcích musí být schopny “soutěžit” s přirozeně se vyskytující mikroflórou masa, které není jejich přirozeným prostředím. Dále musí probiotika přežít proces fermentace, sušení, chlazení a skladování v takovém počtu, aby byly zdraví prospěšné [12].

Pro zachování životaschopnosti probiotických buněk v konečných produktech, je třeba inhibovat patogeny bez tepelného ošetření [13].

2.3 Rozdělení kultur

Startovací kultury je možné rozdělit do 5-ti základních skupin:

1. Jednotlivé druhy kultur – kultury, které zdokonalují pouze chuť a barvu sušených a roztíratelných výrobků
2. Startovací kultury pro tradiční výrobu fermentovaných výrobků – aromatické kultury s mírným a silnějším okyselením
3. Rychle fermentující startovací kultury – velmi rychle fermentující kultura, kontrolovající růst listerií a vysokoteplotní fermentační kultura
4. Plísňové kultury – výhradně bílé plísňové kultury
5. Kultury pro solené masné výrobky – kultury pro zdokonalení chuti a barvy masných výrobků a šunek [10].

Vybrané startovací kultury

Mezi startovací kultury patří například *Pediococcus acidilactici* a *Pediococcus damnosus*. Slouží k zaočkování prátu (spojka jednotlivých kousků masa v obalu uzzeniny) při výrobě a zrání klobás a salámů. Tyto kultury v prátu rychle tvoří kyselinu mléčnou, která inhibuje rozvoj hnilobných bakterií a příznivě ovlivňuje chuť hotového výrobku [6].

Jako startovací kultury ve fermentovaných salámech se dále používají: *Pediococcus pentosaceum*, *Lactobacillus pentosus* (prokazují vysokou přilnavost), *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactococcus lactis* a *Streptococcus thermophilus*, které zároveň slouží i jako probiotika [1, 11].

Stálou součástí mikroflóry klobás a šunek jsou také enterokoky. Nepoužívají se jako technické mikroorganismy, ale mohou být synergisty užitečné mikroflóry, protože rychle tvoří štěpné produkty bílkovin proteolytickými kmeny, které jsou pak snadno dostupným zdrojem dusíku pro jiné BMK [6].

3 PROBIOTIKA

Název probiotika je odvozen z řečtiny (pro bios) a znamená „pro život“. FAO/WHO (Organizace pro výživu a zemědělství/ Světová zdravotnická organizace) definuje probiotika jako živé mikroorganismy, které jsou-li podávány v přiměřeném množství, působí příznivě na zdravotní stav hostitele [2].

Probiotika jsou definována také jako živé organismy převážně lidského původu. Jejich použití může příznivě ovlivnit lidské zdraví a zmírnit nebo dokonce zabránit určitým chorobám [14].

Původně byl pozitivní efekt probiotik na organismus hostitele připisován pouze vhodné úpravě mikrobiální rovnováhy zažívacího traktu. Ze současných intenzivních a dokumentovaných studií, které se zabývají vlastnostmi a účinky probiotik však vyplývá, že jejich vliv na lidský organismus je mnohem rozsáhlejší. Například pomáhají při zmírňování chronických intestinálních zánětů, při prevenci a léčbě průjmů způsobených přítomností patogenních mikroorganismů nebo při léčbě urogenitálních infekcí [9].

3.1 Požadavky na probiotika

Probiotika by měla splňovat následující kritéria:

- fenotypová a genotypová klasifikace (soubor pozorovatelných vlastností a genetických informací)
- žádné patogenní vlastnosti
- aplikace v živém stavu
- odolnost vůči žaludeční kyselině a žluči
- schopnost kolonizovat střevo [14].

Některá probiotika se adaptují prostřednictvím specifických genů na vývoj střeva, což jim umožňuje využívat k vlastní výživě střevní hlen a oligosacharidy mateřského mléka [15].

Z technologického hlediska probiotika musí:

- zachovávat otevřenou životaschopnost
- po fermentaci si musí uchovat dobré organoleptické vlastnosti
- během skladování musí udržovat mírnou kyselost
- ve fermentovaných výrobcích během skladování a po sušení musí být stabilní
- identifikace kmenů musí být přesná [16].

Kmeny bakterií s probiotickým účinkem musí být natolik rezistentní, aby se nepoškodily v průběhu technologického zpracování, transportu a skladování. Dále musí být přítomny v aktivní formě a v dostatečném množství ve fermentovaném výrobku v době konzumace. Výběr vhodných probiotických kultur je také zaměřen na schopnost vytvořit příznivé organoleptické vlastnosti probiotické potraviny nebo schopnost tyto vlastnosti negativně neovlivňovat [17, 18].

V případě některých probiotických bakterií je zjištěno, že vlastnosti, které mají ve střevním traktu, se nemusí projevovat při technologickém zpracování potravin. Například bakterie, která v tlustém střevě způsobuje pokles pH, nemá tuto schopnost v mléce nebo jiné potravíně. Proto se k fermentaci některých výrobků musí často použít jiný mikroorganismus [19].

Probiotika musí splňovat také určité podmínky, které jsou důkladně studovány před aplikací do výrobků. K hodnocení bezpečnosti probiotik patří:

- stanovení rezistence vůči antibiotikům
- hodnocení některých metabolických aktivit (např. produkce D-laktátu)
- hodnocení vedlejších účinků během studií prováděných na lidech
- epidemiologický dozor
- hodnocení případné produkce toxinů
- stupeň hemolytické aktivity
- hodnocení toxicity a patogenity [20]

Klinické testy probiotických kmenů jsou založeny na charakterizování fyziologických vlastností (schopnost přežít v prostředí žaludečních kyselin a solí kyselin žlučových), následně na účinky na imunitní systém. Nejprve jsou klinické testy prováděny na zvířatech, až poté na lidech. Některé probiotické kultury jsou po testech vyloučeny, protože nejsou stabilní při zpracování nebo skladování potravin [21].

3.2 Účinky probiotik

Probiotika vykazují řadu prospěšných fyziologických a terapeutických vlastností v závislosti na dávce a metodě aplikace [15].

Mají příznivý vliv na střevní imunitu, obnovu narušené slizniční bariéry, prevenci mikrobiální translokace, vylučování toxinů a odstranění mikrobiálních patogenů. Dále vyrábí steroidy z cholesterolu, účastní se regulace střevní funkce a snižují výskyt nádorů tlustého střeva [14].

Probiotika nabízejí nové léčebné postupy řady chorob a lze očekávat, že jejich význam bude stoupat nejen v oblasti potravinářství, ale také v oboru lékařství. A to zejména díky stále intenzivnějšímu zkoumání, rostoucím znalostem a zkušenostem problematiky probiotických kultur [14].

V současnosti jsou jediným prostředkem primární prevence atopie [15].

Účinek probiotik se může měnit podle toho, jakou formou jsou do potravinářských výrobků přidávány a jak jsou následně zpracovávány v trávicím traktu (samostatně nebo společně s jinými mikroorganismy, v jídle, v lécích, v různých přísadách a potravinových doplncích) [22].

Účinky probiotik na zdraví konzumenta se vztahují k jejich schopnosti přilnout na střevní sliznici. Adheze je předpokladem pro střevní kolonizaci, stimulaci imunitního systému a pro antagonistickou aktivitu proti enteropatogenům prostřednictvím konkurenčního vyloučení [2].

Mechanismus účinku probiotik

Mechanismy funkce probiotik jsou velmi různorodé. Využívají různé buněčné a molekulární mechanismy, včetně blokování účinků patogenních bakterií, upravují imunitní

odpověď a změnu střevního epitelu tím, že podporují přežití buněk, zlepšují bariérové funkce a stimulují ochranné odpovědi [23].

Mezi mechanismy patří i “soutěžení” střevních bakterií s patogeny o kolonizaci místa a následná soutěž o živiny. Tyto mechanismy se vzájemně nevylučují, inhibice se může skládat z jednoho, více nebo všech těchto mechanismů [24].

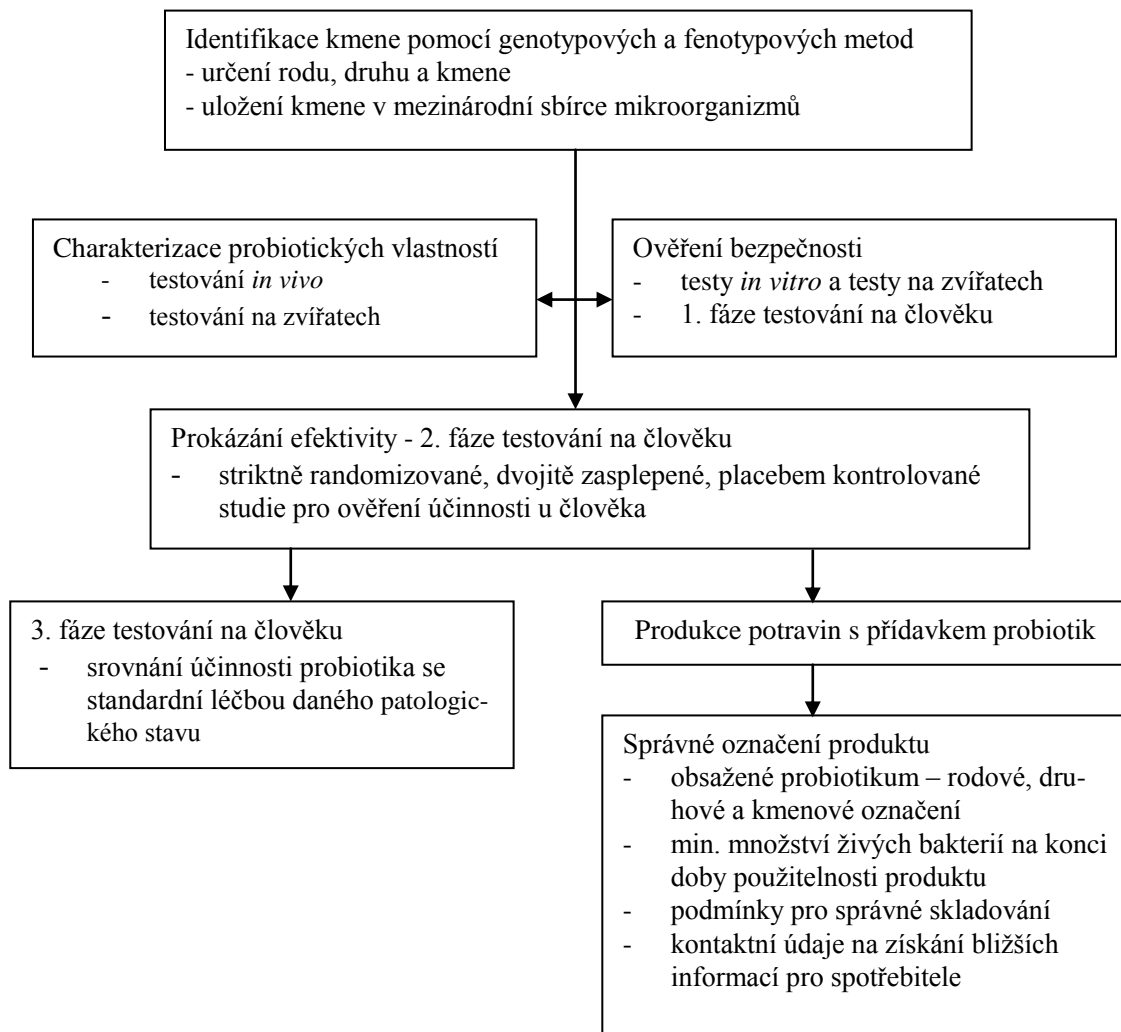
Mezi mechanismy účinku probiotik dále patří imunomodulace, přímý vliv na komenzální a patogenní bakterie, obnovení homeostázy a úpravy patogenních toxinů [25].

Genomické účinky některých probiotických kmenů odhalují přítomnost několika molekul, které jsou schopny lnout k jednotlivým složkám střevní sliznice a vyměňovat signály se střevním imunitním systémem, což naznačuje dobrou adaptaci probiotik na střevní prostředí [2].

3.3 Probiotické bakterie

Jako probiotika se užívají hlavně různé kmeny rodů *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*, jejichž vhodnost byla prokázána fyziologickou přítomností u zdravých jedinců a prospěšností kvašených mléčných výrobků. Dále se užívají některé nepatogenní kmeny rodů *Escherichia*, *Bacillus*, *Enterococcus*, *Propionibacterium* a *Saccharomyces* [15].

Laktobacily jsou nejčastěji používaná probiotika v potravinách, zatímco bifidobakterie jsou používány méně, protože jsou citlivé na kyslík a kyselé prostředí. Jejich životaschopnost v mléčných výrobcích je proto velmi omezená. Látky, které ji zlepšují, jsou tzv. růstové faktory a patří mezi ně například κ -kasein, α -laktalbumin, β -laktoglobulin, kvasničný extrakt, threonin, cystein, pepton, dextrin, maltosa a hydrolyzáty kaseinu. Významnými růstovými faktory jsou dále galaktooligosacharidy, inulin, rafinóza nebo fruktooligosacharidy, které jsou zároveň také prebiotiky [21, 23].



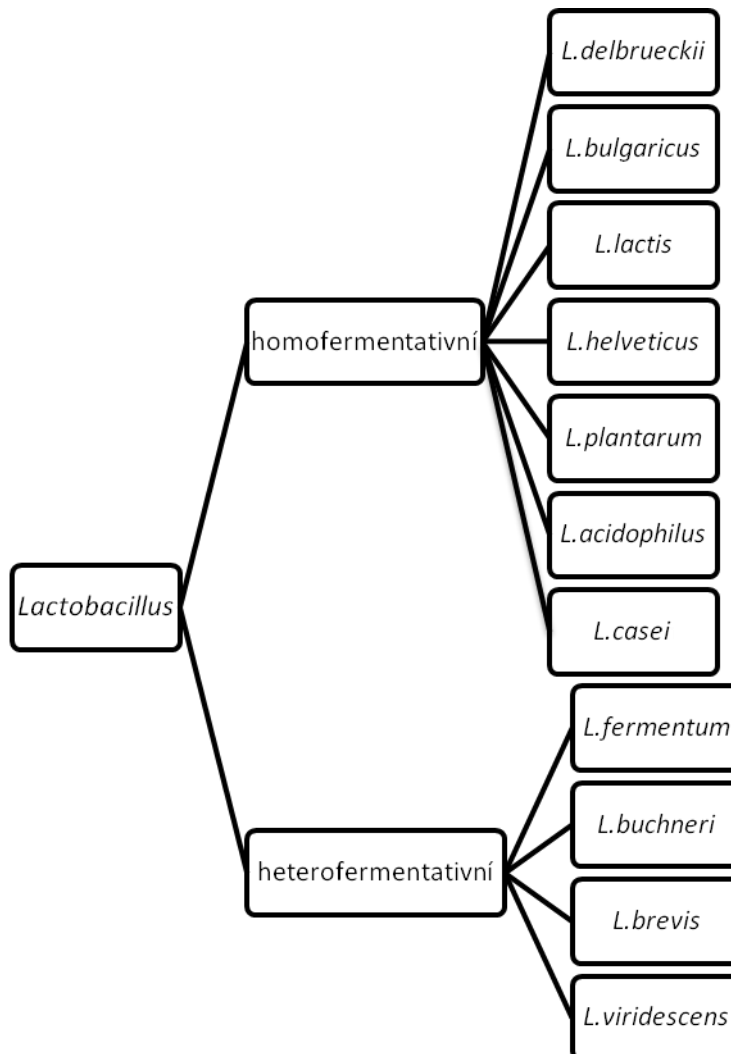
Obrázek 2: Pokyny pro hodnocení probiotik pro užití v potravinách [26]

3.3.1 Rod *Lactobacillus*

Rod *Lactobacillus* jsou grampozitivní nesporelující tyčinky anaerobní, mikroaerofilní nebo fakultativně anaerobní povahy. Hlavním fyziologickým znakem je schopnost zkvašování cukrů, většinou včetně laktózy, na kyselinu mléčnou [25]. Snižují střevní pH, čímž omezují růst patogenních a hnilobných bakterií [6].

V mlékárenském průmyslu se laktobacily používají při přípravě sýrů (*Lactobacillus casei*, *Lactobacillus lactis*), acidofilního mléka (*Lactobacillus acidophilus*) a jogurtů (*Lactobacillus bulgaricus*). Některé druhy (například *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*) jsou důležitou součástí pekařského kvásku při

výrobě žitného chleba. Určité heterofermentativní druhy (*Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus buchneri*) se vyskytují jako nežádoucí kontaminace ve vinařství a pivovarnictví, kde způsobují chuťové vady výrobků [27].



Obrázek 3: Přehled nejdůležitějších druhů rodu *Lactobacillus* [27]

Lactobacillus delbrueckii

Tento druh má rovný nebo zahnutý tyčinkovitý tvar, v plazmě obsahuje zrna. Kolonie jsou malé, ploché, hladké nebo slabě zrnité a mají šedé zbarvení. Na bílkovinných půdách nerostou, v tekutých půdách tvoří zákal. Fermentují glukózu, sacharózu a maltózu. Může být izolován z bramborové šťávy [8].

Lactobacillus casei

Buňky mohou být krátké i dlouhé, grampozitivní, nesporulující. Vyskytují se jednotlivě nebo v řetězcích. Roste jen na půdě s kvasničným extraktem a v mléku. Fermentuje glukózu, laktózu a maltózu na kyselinu mléčnou. Rozkládá kasein. Izoluje se z mléčných výrobků [8].

Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus*

Vyskytuje se ve velkých, dlouhých tyčinkovitých formách, jednotlivě nebo v krátkých řetězcích. Buňky jsou nepohyblivé. Roste na půdách s obsahem mléka, syrovátky nebo sladu. Kolonie jsou bezbarvé nebo slabě žlutohnědé, hladké nebo vlnité s nerovnými okraji. Rychle fermentuje mléko, nerozkládá kasein, fermentuje glukózu, laktózu a galaktózu. Nefermentuje sacharózu a maltózu. Čerstvě izolované kultury jsou anaerobní, postupně se však stávají mikroaerofilními. Nachází se v mléčných výrobcích, které se udržují při vysoké teplotě [8].

Lactobacillus pentosum

Vyskytuje se jednotlivě nebo v krátkých řetězcích. Tvoří drobné, vypuklé, lesklé a hladké kolonie. Fermentuje hexózy i pentózy. Může být izolován z kyselé kapusty [8].

Lactobacillus acidophilus

Hlavními produkty fermentace tohoto druhu jsou: kyselina mléčná, octová a H₂O₂. Tyto metabolity zamezují růstu patogenních mikroorganismů, jako je *Salmonella typhimurium* nebo *Campylobacter jejuni*. Dále *Lactobacillus acidophilus* zlepšuje metabolismus lipidů snížením hladiny cholesterolu. Ovlivňuje činnost regulačních T-lymfocytů a využívá se jako startovací kultura mléčných výrobků [6, 12].

3.3.2 Rod *Bifidobacterium*

Bakterie rodu *Bifidobacterium* jsou grampozitivní, katalázanegativní, nepravidelné nepohyblivé tyčinky. V primární kultuře jsou bifidobakterie striktně anaerobní, po přeočkování se stávají mikroaerofilními. Optimální teplota pro růst bifidobakterií je 37 – 41 °C, optimální pH pak 6,5 – 7. Životaschopnost bifidobakterií je díky citlivosti na kyslík velmi omezená, ale můžeme ji zvýšit tzv. růstovými faktory, mezi které patří například: κ-kasein, hydrolyzáty kaseinu, α-laktalbumin, β-laktoglobulin, kvasničný extrakt, threonin, cystein, pepton, dextrin, a také prebiotika jako jsou GOS, inulin, rafinóza nebo FOS [6].

Pro tento rod je typická tvorba směsi kyseliny octové a mléčné (v poměru 3:2), za současné produkce malého množství etanolu, sukcinátu a mravenčanu. Kyselina octová má silnější antagonistický účinek vůči nežádoucí mikroflóře než kyselina mléčná [6].

Bifidobakterie se používají ve formě čistých mlékařských kultur spolu s dalšími BMK a slouží k přípravě probiotických kysaných mlék [6].

Bifidobacterium animalis subsp. *lactis*

Kmen *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* byl speciálně vybrán pro výrobu probiotických mléčných výrobků. Je obsažen v kojeneckých potravinových doplňcích a v kysaných mléčných výrobcích prodávaných po celém světě a je klinicky velmi dobře zdokumentován. Technologicky je velmi stabilní a vysoce tolerantní vůči žluči. V lyofilizované formě se nachází v potravinových doplňcích. Nemá žádné nepříznivé účinky na chuť a vzhled výrobku a je schopen přežít v produktu až do konce data spotřeby. Tento kmen je odolný ke žlučovým kyselinám a trávicím enzymům, proto je schopný přežít přechod přes žaludek a působit ve střevě [2].

Bifidobacterium bifidum

Bifidobacterium bifidum vyžaduje růstové faktory jako adenin, guanin, xantin a uracil. Nachází se zejména v tlustém střevě lidí a v trávicím traktu mláďat savců živených mateřským mlékem. Pomáhá nastolit mikrobiální rovnováhu po léčbě antibiotiky. Dále se podílí na redukci rotavirové infekce u dětí. Je využíván k výrobě zakysaných mlék [6].

Bifidobacterium longum

Tento druh je charakteristický svou vysokou životaschopností a snadnou kolonizací trávicího ústrojí. V tlustém střevě omezuje antikarcinogenní a antimutagenní účinky. Dále

potlačuje gastrointestinální onemocnění vyvolané užíváním antibiotik a stimuluje imunitní systém. Často je využíván jako čistá mlékařská kultura pro výrobu zakysaných mlék [2, 6].

3.3.3 *Rod Lactococcus*

Bakterie tohoto rodu jsou grampozitivní, fakultativně anaerobní, katalázanegativní koky. Jsou řazeny mezi homofermentativní BMK, produkují především kyselinu mléčnou, ale některé druhy mají schopnost redukovat citran na diacetyl a CO₂, čehož se využívá při výrobě sýrů jako je Gouda a Eidam. Dále jsou využívány jako mezofilní čisté mlékařské kultury při výrobě smetany, tvarohů a másel [6].

Lactococcus lactis subsp. *lactis*

Tyto bakterie mají teplotní optimum 30°C, homofermentativně zkvašují glukózu, maltózu a laktózu; sacharózu nepatrně fermentují jen určité kmeny. Některé kmeny jsou také schopné produkovat antibiotikum nisin, jenž inhibuje růst řady grampozitivních bakterií a zároveň slouží jako pomocná látka při konzervaci potravin. Je součástí mlékárenské kultury, užívající se pro výrobu zakysaných mlék, smetan a sýrů [1].

Podobné vlastnosti má *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*. Liší se pouze velikostí buněk a tvorbou delších řetízků v mléce. Také je složkou smetanové kultury, sloužící k výrobě zakysaných smetan [1].

3.3.4 *Rod Leuconostoc*

Bakterie tohoto rodu patří mezi heterofermentativní. Kyselinu mléčnou tvoří pomalu a v malém množství, dále tvoří etanol a CO₂. Kmeny s oxidačním metabolismem tvoří místo etanolu kyselinu octovou. Většina leukonostoků tvoří acetoin a diacetyl. V mlékařství je diacetyl významná aromatická látka, naopak v pivě a víně je nežádoucí [1].

Leuconostoc mesenteroides subsp. *dextranicum*

Tento kmen je málo náročný na živiny a růstové faktory. Teplotní optimum se pohybuje v rozmezí 20 – 30 °C. Vyznačuje se především tvorbou vysokomolekulárního polymeru glukózy, tzv. dextranového slizu, který byl dříve využíván pro lékařské účely jako náhražka krevní plazmy. Produkuje aromatickou látku diacetyl a je využíván jako součást smetanové kultury [1].

Leuconostoc mesenteroides subsp. *cremoris*

Na rozdíl od *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum* je velmi náročný na růstové faktory jako jsou vitamin skupiny B a AMK. Je součástí kultury používané k výrobě smetany a másla. Tvorba diacetylu dodává máslu příjemné aroma [1].

3.3.5 Rod *Enterococcus*

Enterokoky se nacházejí v mléce, mléčných produktech, sýrech a uzeninách. Jejich původním stanovištěm je ale střevní trakt lidí a ostatních savců. Jsou odolné vůči zvýšené koncentraci soli a snížené aktivitě vody. Přežívají pasterační a termizační teplotu, přičemž optimální teplota pro jejich růst je 37°C. Tak jako i jiné BMK fermentují sacharidy. Neredukují dusičnany na dusitan, nerozkládají pektin a celulózu. Enterokoky se někdy účastní tvorby aroma a chutě potravin. Mohou být synergisty užitečné mikroflóry střevního traktu a jsou stálou součástí mikroflóry sýrů, fermentovaných klobás, šunek a dalších potravin, i rostlinného původu [1].

Enterococcus faecalis

Tvoří nepohyblivé koky uspořádané do dvojic nebo krátkých řetízků. Je odolný vůči záhřevu 60°C po dobu 30 minut, což je ale podmíněno stářím buněk a hodnotou pH prostředí. Dekarboxyluje aminokyselinu tyrosin na biogenní amin tyramin. Pokud se vyskytuje ve větším množství ($5 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^6$ KTJ/g) v ementálských sýrech, může způsobovat tzv. bílou hnilobu, která má za následek inhibici propionových bakterií. Tím je omezena tvorba ok a nevzniká typická chuť ementálského sýra [1].

3.3.6 Rod *Streptococcus*

Streptokoky jsou grampozitivní, fakultativně anaerobní, katalázanegativní, nepohyblivé, nesporulující koky, uspořádané v párech nebo delších řetězcích. Mohou růst v rozsahu od 10 do 44°C, při pH 4,8 – 9,2 a koncentraci NaCl menší než 6,4%. Velmi dobře rostou na půdách bohatých na bílkoviny. Sacharidy fermentují především na kyselinu mléčnou, ale mohou produkovat i malé množství kyseliny octové a etanolu. Některé druhy tvoří aromatické látky z kyseliny citronové [6].

Určité druhy streptokoků jsou patogenní (např. *Streptococcus pyogenes*) a způsobují hnisavá onemocnění, angínu, spálu, zubní kazy apod. Patogenní druhy tohoto rodu pro-

dukují enzymy rozkládající červené krvinky a způsobují tak jejich hemolýzu. Nepatogenní druhy bývají hlavní součástí mikroflóry dutiny ústní [6].

Streptococcus salivarius subsp. *thermophilus*

Optimální teplota růstu je 40 – 45°C, ale dobře roste i při 37°C a snáší i teplotu 68°C. Vzhledem k nízké optimální teplotě růstu nepatří mezi pravé termofilní bakterie. Nejvhodnějším prostředím pro kultivaci je mléko, v syntetických médiích je náročný na růstové faktory a živiny [1].

Protože přežívá vysokou teplotu, využívá se při výrobě jogurtů a sýrů s vysokodohřívanou sýřeninou [1]. Při výrobě jogurtů se používá zároveň s *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, kdy jsou spolu v symbióze. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* rozkládá kasein na příslušné peptidy a AMK, které pak *Streptococcus thermophilus* využívá ke svému růstu. *Streptococcus thermophilus* tvoří kyselinu mléčnou, která snižuje pH na optimum pro růst *Lactobacillu delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, a kyselinu mravenčí která růst stimuluje [6]. Protože je citlivý na antibiotika a jiné inhibiční látky, využívá se pro zjišťování přítomnosti inhibičních látek v mléce [1].

3.4 Probiotické startovací kultury

Ve výrobě suchých fermentovaných salámů se někdy klasické startovací kultury nahrazují probiotickými startovacími kulturami. Nemají vliv na technologické vlastnosti potravin a mají příznivý vliv na zdraví konzumenta [11].

Za klasické startovací kultury se nahrazují hlavně proto, že inhibují patogenní bakterie nejen v salámu, ale také v lidském střevě. Bohužel, výrobci fermentovaných produktů s využitím probiotických kultur, často nejsou schopni určit přímo kmen, takže spotřebitel neví, že má výrobek probiotické účinky [12].

Probiotické bakterie jsou vybírány hlavně pro účinky na lidské zdraví, ale kvašení pomocí nich trvá déle než s klasickou kulturou. Proto by měla být vybrána vhodná kombinace, která zajistí rychlé kvašení a zároveň dostatečné množství životaschopných probiotických bakterií [21].

Tyto bakterie musí přežít pH 2,5 a účinek žlučových solí. Výběr závisí také na schopnosti zkvašovat sacharidy v mase. Jejich antagonistický vliv vůči bakteriím

Escherichia coli, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus*, *Shigella flexneri* a *Yersinia* musí být funkční i v anaerobních podmínkách [11, 28].

Lactobacillus plantarum produkuje přebytek kyseliny listové, tím pomáhá udržovat normální hladinu homocysteinu v plazmě a působí jako ochrana proti některým formám rakoviny, zejména rakoviny tlustého střeva. [11]

Lactobacillus rhamnosus je obsažen v tradiční směsi startovacích kultur a zároveň je probiotikem. Střevo kolonizuje déle než týden, zvyšuje metabolickou aktivitu střevních bakterií, produkci kyseliny mléčné a máselné, a snižuje produkci amoniaku. Erkkila a kol. (2001) ve své studii dokázali, že *Lactobacillus rhamnosus* netvoří biogenní aminy a je vhodný pro výrobu fermentovaných salámů [3].

Lactobacillus salivarius je silně antibakteriální, především proti salmonelám. Je izolován z mateřského mléka a má silný probiotický potenciál. Metabolická aktivita tohoto kmene ve střevě může vyvolat změny v koncentraci kyseliny octové, máselné a propionové, čímž ovlivňuje růst bifidobakterií. MK pak ovlivňují pH střeva a střevní funkci, včetně metabolismu sacharidů a vstřebávání. Tento kmen posiluje vrozenou i získanou imunitu [29].

Studie, kterou provedl Holko a kol. (2013) ukazuje, že použití probiotik v masných výrobcích nemá vliv jen na zdraví konzumenta – zvýšení počtů laktobacilů v zažívacím traktu, ale zlepšuje také texturu, chuť a vůni výrobku. Rozdíly v aktivitě vody, pH, obsahu tuku, sušiny a kyselin v mase nebyly významné [12].

Ve studii Pidcock, Heard, Henriksson (2001) bylo sledováno přežití patogenních bakterií v mediích se startovacími kulturami. Bylo dokázáno, že laktobacily, bifidobakterie a pediokoky přispívají inhibici patogenních mikroorganismů v trávicím traktu lidí. Mléčné bakterie a bakterie izolované ze střeva lidí, mohou být přidávány do díla při výrobě fermentovaných salámů jako probiotické startovací kultury. To vede k produkci bezpečného výrobku, přičemž sensorické vlastnosti nejsou ovlivněny [30].

4 PREBIOTIKA

Prebiotika jsou látky nestravitelné enzymy eukaryotických buněk, ale ve střevě se stávají substráty enzymů mikroflóry [15]. Zvyšují počet probioticky aktivních bakterií přisunem selektivního zdroje uhlíku a energie. Tuto funkci zastávají přídatné látky, jako jsou laktulóza, laktinol, oligosacharidy (např. inulin), různé druhy vlákniny, pektiny, xylany a celulóza. Mikrobiální enzymy štěpí tyto substráty na látky významné pro mikroflóru i střevní sliznici (krátké MK, AMK, polyaminy, růstové faktory a antioxidanty) [15, 31].

Prebiotika musí být látky rezistentní vůči žaludečním kyselinám a vůči hydrolytickým enzymům v trávicím traktu, naopak musí být fermentovatelné prospěšnými střevními bakteriemi a musí stimulovat růst a aktivitu střevních bakterií, které mají příznivý vliv na hostitelovo prospívání a zdravotní stav [32].

Většina prebiotik jsou sacharidy, mající řadu příznivých fyziologických vlastností, například jsou nestravitelné (případně jen částečně), nevstřebávají se v tenkém střevě, bakterie v ústech a patogenní bakterie ve střevech je nefermentují, naopak prospěšnými střevními bakteriemi kvašeny jsou [2].

4.1 Využití prebiotik

Pro odstranění patogenních mikroorganismů z trávicího traktu bývají používána antibiotika, která s sebou nesou nežádoucí rizika, jako je zánik prospěšné mikroflóry. Pro obnovení rovnováhy této prospěšné mikroflóry se využívají probiotika, z jedné třetiny prebiotika. Nejde o zdroj živých bakterií, ale o nestravitelné složky potravin, které stimulují množení a aktivitu žádoucích mikroorganismů střevního traktu spotřebitele [2].

Prostřednictvím prebiotik je komplexně zajištěna výživa mikroflóry a střevní sliznice. Jejich užíváním se počet bifidobakterií a laktobacilů ve střevech až 100x zvýší, naopak počet hnilobných bakterií se sníží [2, 15].

Prebiotika lze přidávat i do krmných směsí pro hospodářská zvířata. V trávicím traktu zvířat po podání prebiotik dochází k pozitivnímu ovlivnění rovnováhy intestinální mikroflóry, ke snížení podílu hnilobných sloučenin ve výkalech, a tím i ke snížení nežádoucího zápachu odpadních produktů živočišné výroby [9].

4.2 Účinky prebiotik

Nízká dávka prebiotik nemá žádné účinky, doporučená dávka (1-18 g za den) má účinky příznivé, kdežto vysoké dávky mohou vyvolat negativní účinky, jako je například břišní nevolnost, pocit plnosti, plynatost nebo průjem [17].

Pomáhají probiotickým bakteriím udržet se déle ve střevě, popřípadě usadit se na místo již přítomné, neúčinné mikroflóry [2].

Prebiotika nabízí řadu výhod v úpravě střevní mikroflóry oproti probiotikům a antibiotikům.

Výhody oproti probiotikům:

- v trvanlivých potravinách a nápojích jsou stabilní
- protože nejde o živé buňky, jsou stabilní vůči teplotě a pH a vyskytují se v celé řadě nápojů a potravin
- mají fyzikálně-chemické vlastnosti, příznivě ovlivňující chuť a texturu potravin
- jsou odolné vůči kyselinám, proteázám a žluči, stimulují mikroorganismy žijící v trávicím traktu hostitele
- stimulují proces fermentace [2].

Výhody oproti antibiotikům:

- jsou bezpečná i při dlouhodobém užívání
- nemají vedlejší účinky, jako je průjem vyvolaný užíváním antibiotik nebo poškození jater
- nejsou alergenní
- nestimulují geny vůči rezistenci na antibiotika [2].

Nevýhody prebiotik:

- na rozdíl od probiotik může předávkování způsobit nadýmání a bolest břicha
- při odstraňování specifických patogenů nejsou tak účinné, jako antibiotika
- mohou zhoršovat účinky malabsorpce (porucha vstřebání živin) [2].

5 SYNBIOTIKA

Prebiotika nejsou jen funkční potravinářské ingredience vyvinuté ke zlepšení lidského zdraví stimulací střevní mikroflóry, mají synergický přístup a spolupracují vzájemně s probiotiky [2].

Výrobky obsahující současně probiotika a prebiotika se nazývají synbiotika. Například prebiotika se přidávají do mléka pro výrobu fermentovaných mléčných nápojů s obsahem probiotických bakterií obvykle v množství 1-3 % hmotnosti [31].

Z mnoha studií vyplývá, že probiotické druhy *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium catenulatum*, *Bifidobacterium animalis* a *Lactobacillus acidophilus* rostou rychleji na médiu s fruktooligosacharidy, s inulinem nebo škrobem než na médiu bez nich. Synbiotické přípravky, které obsahovaly zároveň bifidobakterie a fruktooligosacharidy (popřípadě inulin) byly podány laboratorním krysám a jejich výkaly byly poté analyzovány z hlediska četnosti bifidobakterií, koliformních bakterií a celkového počtu mikroorganismů. Ve výkalech těchto krys bylo pozorováno větší množství bifidobakterií a menší množství koliformních bakterií. Mikroflóra tedy byla nakloněna ve prospěch probiotických kultur a přítomnost patogenů byla příjmem synbiotik omezena [33].

Počet živých mikroorganismů, který by měl být přítomen v probiotickém výrobku je předmětem rozsáhlých diskuzí, ale obvykle se vyžaduje alespoň 10^6 - 10^8 KTJ/ml. Proto jsou vyvíjeny nové postupy, které by zajistily vysoký počet probioticky aktivních bakterií ve výrobku, i nové metody monitorování přítomnosti těchto probiotických bakterií [31].

Správná kombinace probiotik a prebiotik zajišťuje snadnější přežití probiotických kmenů. Vhodná synbiotika jsou například: bifidobakterie s FOS, laktobacily s laktinolem, nebo bifidobakterie s GOS [34].

6 VÝROBKY OBSAHUJÍCÍ PROBIOTIKA

Důležitost zdravé mikroflóry střevního traktu vedla k přijetí probiotik jako funkční potraviny. Jejich pozitivní efekt je způsoben zvýšením obsahu pozitivních, nebo snížením obsahu negativních látek. Funkční potraviny představují 5% všech potravin v Evropě [20, 35].

Konzumace probiotických bakterií podporuje zdraví střev a prevenci nemocem posílením vrozené i získané imunity [20].

Probiotické bakterie kysaných výrobků vyvažují střevní mikroflóru a udržují nebo obnovují fyziologickou rovnováhu v zaživacím traktu. Zmírňují obtíže způsobené změnou složení střevní mikroflóry, například při léčbě antibiotiky, infekcích gastrointestinálního traktu, radioterapii, chirurgických zákrocích, onemocnění jater a ledvin, při stresu, stárnutí a poruchách imunity. Důsledkem jejich pravidelné aplikace bývá náprava symptomů, jako jsou průjemy nebo zácpa [19].

Aby probiotika plnila svou funkci, měly by být probiotické výrobky konzumovány pravidelně a v dostatečném množství, což je alespoň 400g za týden. Životaschopnost probiotických bakterií pak musí být zachována i na konci data spotřeby. S datem spotřeby klesá i životaschopnost těchto bakterií [20].

Dále musí být zajištěno těchto 5 bodů:

- typ probiotika musí být kompatibilní s potravinou
- podmínky zpracování potravin musí být slučitelné s přežitím probiotika
- musí být zajištěno kvašení, aby mohla probiotika růst
- obal potraviny a podmínky skladování musí být takové, aby umožnily přežití probiotik
- probiotika nesmí mít nepříznivý vliv na chuť a texturu potraviny [2].

Přesto, že se využití probiotik přenáší i na další skupiny potravinářských výrobků, například na snídanové cereálie a šťávy, masné výrobky, nápoje a kvašené výrobky obecně, fermentované mléčné výrobky mezi probiotickými potravinami stále dominují [36].

Po celá desetiletí byla probiotika využívána ve fermentovaných mléčných výrobcích jako jsou jogurty a kefirová mléka [2].

V současné době patří k probiotickým výrobkům téměř všechny zakysané mléčné výrobky tekuté a jogurtového typu, které obsahují bifidobakterie nebo laktobacily [36].

V následující tabulce jsou uvedeny komerční startovací kultury podporující mléčné kvašení.

Tabulka 1 - přehled startovacích kultur využívaných ve fermentovaných výrobcích [21]

Surovina	Produkty	Kultury
Mléko	Sýry, zakysaná smetana, jogurt, kefír,	<i>Lactobacillus lactis</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Leuconostoc cremoris</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Lactobacillus kefiranofaciens</i> , <i>Lactobacillus paracasei</i>
Maso	Suché salámy	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus sake</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Pediococcus pentosaceum</i>
Zrna	Chleba	<i>Lactobacillus sanfrancisco</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus brevis</i>
Zelenina	Kyselé zelí, olivy, nakládaná zelenina	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i>
Ovoce	Nápoje, vína	<i>Oenococcus oeni</i>

Pro případ, že probiotické bakterie ve výrobku špatně rostou, nebo je omezena jejich činnost, byly navrženy procesní úpravy s cílem podpořit růst probiotických bakterií. Mezi tyto úpravy patří:

- změny v potravinové matici přidávkem antioxidantů, enzymů nebo prebiotik či jiných doplňků podporujících růst
- změna používané startovací kultury
- technologické adaptace (dezodorace mléka, přizpůsobení teploty kvašení probiotiku, růst probiotik odděleně) [21].

6.1 Fermentované uzeniny

Maso a masné výrobky jsou obecně uznávány jako dobré zdroje bílkovin, vitaminů skupiny B, minerálů a stopových prvků, jakož i dalších bioaktivních látek. Dopad na spotřebitele je však i negativní, vzhledem k obsahu tuků a nasycených MK, cholesterolu, sodíku a jiných látek, které mohou přispívat k rozvoji nejrozšířenějších chorob západních společností, jako jsou kardiovaskulární choroby, diabetes mellitus a rakovina. Aspekty zdraví a pohody jsou pro spotřebitele důležité, proto v rámci EU probíhají výzkumy, jak tyto potraviny vyrábět zdravěji. Masný průmysl uvádí strategie ke zlepšení výživových vlastností snížením obsahu nezdravých látek a podporou zdraví, například obohacením masa o omega-3 MK, bioaktivní peptidy, kyselinu linolovou, probiotické bakterie, prebiotika a antioxidanty. Kyselina linolová je antikarcinogenní, napomáhá snížení obezity a podporuje imunitu [28, 37].

Mikrostruktura fermentovaných uzenin ovlivňuje proces zrání, ale také přežití patogenních mikroorganismů. Jak již bylo zmíněno, inhibice patogenů v uzeninách je zajištěna přidávkem startovacích kultur. Použitím probiotických startovacích kultur je zajištěna inhibice nejen v uzenině, ale také v zažívacím traktu konzumenta. Pro tyto účely se užívají především bakterie rodu *Lactobacillus* [13]. Činností mikroorganismů (zejména mikroků) vznikají četné sensoricky aktivní látky, které pak dávají vznik chuti a aromatu typickému pro fermentované salámy. Tyto druhy salámů patří mezi nejkvalitnější a technologicky nejnáročnější výrobky. Kvalitní fermentované výrobky zrají delší dobu, takže se vytvoří množství sensoricky aktivních látek [31].

Typická chuť salámů je dána i obsahem bílkovin a tuku ve svalovině. Probiotické bakterie nejenže dávají výrobkům výraznější chuť a aroma, ale snižují také obsah cholesterolu a TAG, což má příznivý vliv pro lidské zdraví [28, 35].

Životaschopnost probiotických bakterií v mase ovlivňuje pH, vodní aktivita a způsob zpracování (mírný záhřev nebo jen fermentace). Na těchto aspektech závisí jejich výběr [37].

Fermentované salámy

Jsou vyráběny ze syrového masa, soli, kořeních přípravků a startovacích kultur bez tepelného opracování [38]. Údržnosti je dosaženo snížením pH (tvorba kyseliny mléčné) a následným sušením [31].

Fermentace je závislá na přírodně se vyskytující flóře suroviny i na výrobním procesu. Mléčným kvašením se snižuje pH a díky tomu se zvyšuje trvanlivost masa. Dále proces kvašení zajišťuje optimální nutriční a sensorické vlastnosti [21].

Aby fermentace probíhala v celé matici, je potřeba rozmělnit svalovou tkáň spolu s kvasnými organizmy na velikost částic od 1 do 30 mm. Obsah tuku suroviny ovlivňuje konečnou chuť, barvu a texturu salámu. Spolu s kořením jsou přidávány soli, dusičnany, kyselina askorbová, v některých případech glutamát sodný a také sacharidy, sloužících jako substrát pro BMK. Doplněním laktózy nebo sušeného mléka dojde k poklesu počáteční aktivity vody, čímž se zamezí rozmnožení nežádoucí mikroflóry. Jako startovací kultury mohou být používány i laktobacily a bifidobakterie, které mají zároveň i probiotickou funkci [21].

Příkladem fermentovaných uzenin může být například klobása s probiotiky, vyráběná firmou CARNEX spol. s r.o.. Byla vyrobena ve spolupráci s Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně. Jde o tepelně neopracovaný fermentovaný výrobek s obsahem probiotických bakterií. Díky směsi vlákniny a syrovátky, obsažené ve výrobku, dochází k žádoucímu pomnožení probiotik. 100 g tohoto výrobku se obsahuje minimálně 10^6 KTJ/g probiotických bakterií [39].

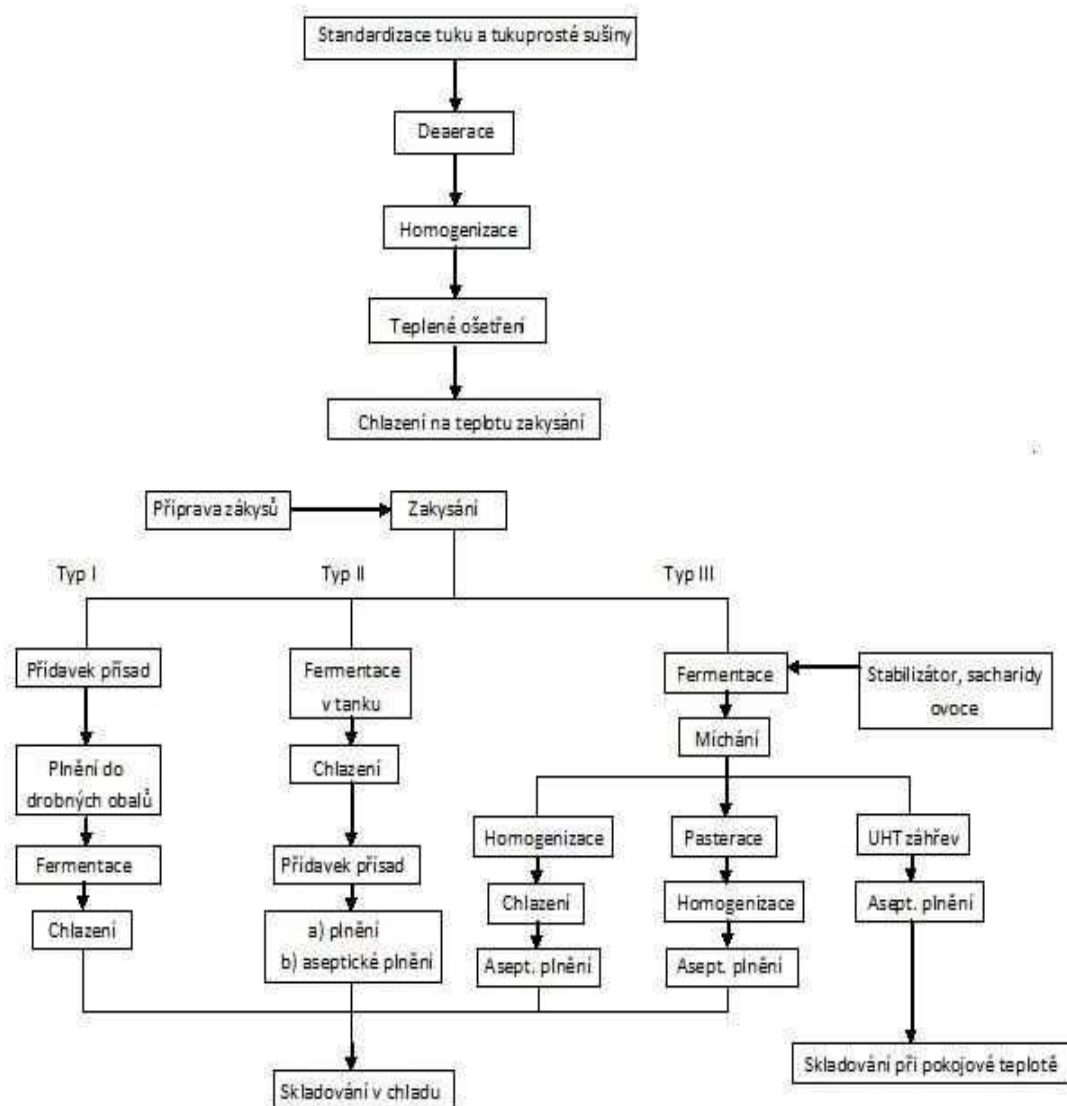
6.2 Fermentované mléčné výrobky

Probiotika spolu s ostatními BMK mají v mléčných výrobcích i svůj nutriční význam. U osob se sníženou aktivitou laktázy (β -galaktosidázy) se při konzumaci mléka dostává do tlustého střeva většina laktózy, která je příčinou klinických projevů – bolesti břicha, průjmu, nadýmání. Tento stav se nazývá laktózová intolerance. Fermentované mléčné výrobky mohou konzumovat i lidé, jejichž trávicí trakt má nedostatek laktázy, protože při výrobě kysaných mléčných výrobků se přemění asi 20 - 30 % laktózy na kyselinu mléčnou. Toto částečné odbourání laktózy dostačuje, aby kysané mléčné výrobky mohli konzumovat i lidé s laktózovou intolerancí [19]. Současně vznikají v závislosti na typu mikroorganismů použitých pro fermentaci karbonylové sloučeniny, těkavé MK, AMK, ethanol, polysacharidy, oxid uhličitý, některé vitaminy, příp. antimikrobní metabolity (např. bakteriociny, kyselina fenylmléčná, kyselina benzoová atd.). Všechny tyto sloučeniny spolu s dalšími faktory jsou zodpovědné za nutriční, sensorické, příp. dietetické vlastnosti fermentovaných mlék [31].

I další zdravotně významné aspekty jsou vyvolány pravidelnou konzumací běžných kysaných mléčných výrobků, aniž by se muselo jednat o speciální probiotika. K nim kromě výše uvedeného zlepšení trávení laktózy dále patří: povzbuzující účinek na trávení, podpora resorpce vápníku, schopnost syntetizovat některé vitaminy skupiny B a některé volné AMK (tryptofan, methionin, lysin), zlepšení stravitelnosti mléčných výrobků částečným štěpením proteinů, lipidů i sacharidů [19].

Protože probiotické vlastnosti bakterií závisejí především na jejich schopnosti zůstat živé a kolonizovat povrch intestinálních buněk, musí v době konzumace výrobek obsahovat dostatečný počet živých mikroorganismů. Za „terapeutické minimum“ se považuje denní konzumace alespoň 100 g mléčného výrobku, který obsahuje minimálně 10^6 probiotických bakterií v 1 g nebo v 1 ml [19].

V následujícím schématu jsou znázorněny operace výroby fermentovaných mléčných výrobků.



Obrázek 4 : Schéma výroby fermentovaných mléčných výrobků [40]

Jogurt

Jogurt vzniká fermentací mléka za použití BMK, především *Lactobacillus bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*, které jsou spolu v symbióze. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* hydrolyticky rozkládá bílkoviny na příslušné peptidy a AMK, které pak *Streptococcus thermophilus* využívá ke svému růstu. *Streptococcus thermophilus* tvoří kyselinu mléčnou, která snižuje pH prostředí na optimum pro růst *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a kyselinu mravenčí, která růst stimuluje [21, 41, 42].

Pro zvýšenou podporu zdraví jsou přidávány probiotické bakterie, které snižují hladinu celkového cholesterolu, upravují střevní mikroflóru a zmírňují alergické záněty. Používají se například bakterie *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus* nebo *Lactococcus lactis* [21, 20].

Životaschopnost probiotických bakterií v jogurtu ovlivňují tyto faktory:

- vznik kyselin a H_2O_2 při výrobě jogurtu
- obsah kyslíku v produktu
- propustnost kyslíku přes obal
- koncentrace kyseliny mléčné a octové v produktu
- tepelné ošetřením mléka
- inkubační teplota
- koncentrace syrovátkových bílkovin
- fyziologický stav přidávaných kultur
- podmínky skladování finálního výrobku
- možné interakce probiotik s kvasnými kulturami [20].

Studii, kterou provedl Olivares a kol. (2005) bylo dokázáno, že probiotické bakterie v jogurtu jsou dobře snášeny a působí blahodárně na funkci střeva. Této studii se zúčastnilo 30 zdravých dospělých dobrovolníků, u nichž byl prokázán nárůst objemu stolice a zvýšený počet fekálních laktobacilů [43].

Fermentované mléčné nápoje

Mléčné nápoje jsou vyráběny z mléka pomocí mléčných kultur stejně jako jogurty, ale v konečné fázi jsou naředěny syrovátkou, takže mají nižší viskozitu. Fyzikální vlastnosti mléčných nápojů mohou být ovlivněny složením a tepelným zpracováním mléka, využitím stabilizátorů, mikrobiální kulturou, a podmínkami skladování až do konce doby použitelnosti. BMK rozštěpí mléčný cukr laktózu na jednodušší cukry (glukózu a galaktózu), což umožňuje příjem těchto výrobků i jedincům s laktózovou intolerancí. Přídavek probiotických bakterií a prebiotických složek přidává další výhody pro zdraví, jako je například: snížení krevního tlaku, prevence rakoviny, zvýšení antimikrobiální funkce [44].

Mezi fermentovaný jogurtový nápoj, prodávaný v tuzemsku, patří například Actimel. Obsahuje bakterie *Lactobacillus bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*. Odborníci ze společnosti Danone, která tento nápoj vyrábí, vybrali ještě jeden kmen - *Lactobacillus casei* DN 114-001 s chráněným názvem *L.casei Danone*®. Je klíčovou složkou tohoto výrobku a byl vybrán především pro jeho vysokou odolnost vůči kyselému prostředí žaludku [45]. Actimel je zdrojem živých mikroorganismů, ale také bílkovin, vitamínů a minerálních látek [46].

Merenstein a kolektiv (2010), provedli studii s dětmi ve věku od 3 do 6-ti let, kdy dokázali, že každodenní příjem Actimelu snižuje náchylnost k infekcím horních cest dýchacích a výrazně snižuje délku běžných onemocnění [46].

Vzhledem k vysoké náchylnosti k infekčním chorobám, především cest dýchacích a s nimi spojené úmrtnosti u starších osob je vhodné podávat výrobky obsahující kmen *Lactobacillus casei* DN 114-001 i této skupině populace [47].

Studie provedená Guillemardem s kolektivem (2010) potvrzuje, že pravidelná konzumace Actimelu u lidí ve věku nad 65 let snižuje náchylnost k infekcím, nebo zkracuje dobu trvání infekčních onemocnění [47].

Dalším výrobkem obsahujícím bakterie *Lactobacillus bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus* je jogurtový nápoj nebo jogurt Activia. Ta navíc obsahuje unikátní bakterii *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* DN 173-010 s patentovaným názvem *Bifidus ActiRegularis*®, která se dokáže ve vysokém množství dostat až do tlustého střeva díky značné odolnosti vůči působení kyseliny solné, žluči a trávicích enzymů. Konzumací těchto zakysaných mléčných výrobků přijímáme spolu s probiotiky také jimi vyprodukovanou kyselinu mléčnou, která zlepšuje podmínky pro bakterie člověku prospěšné, zatímco komplikuje působení bakterií škodlivých [48].

Acidofilní mléko

Acidofilní mléko má dobré organoleptické vlastnosti a dietetické a léčebné účinky. K výrobě se používají kultury rodu *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Acidofilní mléko se vyrábí oddělenou kultivací dvou kultur v mléce a jejich následným smícháním. První je kultivace acidofilní kultury (*Lactobacillus acidophilus*) a druhá kultivace smetanové kultury (*Pediococcus acidilactici* a *Bifidobacterium bifidum*), které jsou zároveň kulturami probiotickými [40].

Acidofilní mléko od firmy Olma obsahuje kulturu *Lactobacillus acidophilus* a další mléčné kultury. Díky použité acidofilní kultuře má výrobek charakteristickou jemně nakyslou chuť. Jeden gram tohoto výrobku obsahuje nejméně million živých bakterií, které přežívají kyselé prostředí žaludku a osídlují trávicí trakt [49].

Kefír

Kefír je perlivý, osvěžující kysaný nápoj vyrobený z mléka působením kefírových zrn. Ty vznikají akumulací mléčných bakterií, kvasinek a jejich metabolických produktů. Většinou obsahuje bakterie *Lactobacillus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Leuconostoc* a kvasinky *Kluyveromyces* sp, *Saccharomyces* sp., *Hansenula*, *Candida kefir* a *Candida valida*.

Tato složitá směs mikroorganismů produkuje fermentovaný mléčný výrobek s jedinečnými vlastnostmi. Finální produkt má vysokou kyselost a různé množství alkoholu a CO₂. Díky kvasinkám má kefír typickou kvasinkovou chuť. Konzumace kefiru zvyšuje osídlení střeva bakteriemi mléčného kvašení a naopak snižuje počet klostridií a bakterií z čeledi Enterobacteriaceae [21, 50].



Obrázek 5- Kefírová zrna [50]

Tempeh

Tempeh (sojové mléko) vznikl v Indonésii a je vyroben fermentací vařených loupavých sojových bobů s plísní *Rhizopus oligosporus* [21]. Je funkční potravinou, protože obsahuje i bifidobakterie, které jsou jednou z nejvíce převládajících skupin bakterií střevní mikroflóry a mají probiotické účinky. Tempeh je vhodný pro růst mléčných bakterií, zejména bifidobakterií. Za stimulační faktory růstu jsou považovány oligosacharidy, AMK

a peptidy. Sojové výrobky mají roli v prevenci chronických nemocí jako je ateroskleróza, rakovina, nebo osteoporóza.

Studie Shimakawa a kol. (2003) dokázala probiotické účinky tempehu s využitím *Bifidobacterium breve* kmen *Yakult* a to i po zamrazení produktu [51].

6.3 Kvašená zelenina

Významným zdrojem probiotických bakterií je také zelenina konzervovaná mléčným kvašením, jako je například kysané zelí a šřáva z něj, rychlokvašené okurky nebo houby [52]. Činnost mikroorganismů při kvašení zeleniny má příznivé účinky pro lidské zdraví:

- zvyšuje obsah vitamínů
- podporuje štěpení bílkovin a polysacharidů, které byly pro člověka původně nestavitelné
- chrání před střevními infekcemi produkcí organických kyselin, CO₂ a specifických inhibičních látek typu antibiotik (acidolin, acidophilin, laktocidin, reuterocyclin) nebo látek s baktericidním účinkem, například laktocinu [53].

6.4 Terapeutické účinky probiotických kultur ve fermentovaných potravinách

Stimulace imunity

Probiotické bakterie fermentovaných výrobků regulují prospěšným způsobem imunitní eliminaci antigenů patogenních mikroorganismů, a imunologickou toleranci na potravinové antigeny. Mechanismem tohoto působení je zabránění adheze patogenních mikroorganismů na střevní epitel. Podstatou působení probiotických kultur fermentovaných výrobků je účinek jejich produktů fermentace na podporu imunitních mechanismů, které se uplatňují v obraně proti patogenním mikroorganismům v gastrointestinálním traktu. Naopak potlačují imunitní reakce při přecitlivělosti k potravinovým antigenům [54].

Imunomodulační účinek probiotických kultur kysaných mléčných výrobků se odráží i ve zvýšené rezistenci člověka na nádory tlustého střeva a jater. Tento účinek je připisován snížené aktivitě prokarcinogenních enzymů [54].

BMK a bifidobakterie ve střevě člověka mají schopnost neustále stimulovat imunitu tím, že neustále aktivují buněčné mikrořágy. Tohoto jevu je možno využít i při léčbě imunodeficientních stavů, kdy je jedinec náchylnější k infekčním onemocněním. Zejména to platí o bakteriích *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus* a *Lactobacillus helveticus* [55].

Snížení hladiny cholesterolu

Některé probiotické bakterie mají vliv i na snižování sérového cholesterolu. Produkuji enzym hydroxymethylglutarát, který inhibuje hydroxymethylglutaryl-koenzym A reduktažu, což je enzym, který se účastní syntézy cholesterolu. Po pravidelné konzumaci jogurtu s probiotickými kulturami bylo popsáno snížení cholesterolu v krvi [55].

Dalším mechanismem snižování sérového cholesterolu je, že kmeny *Lactobacillus acidophilus* asimilují cholesterol z prostředí za vzniku koprostanolu nebo inhibují absorpci cholesterolových micel střevní stěnou po rozkladu solí žlučových kyselin, kdy se volný cholesterol nemůže vstřebat [55].

Zánětlivá střevní onemocnění

Střevní onemocnění se projevují poruchami střevní funkce a častými záněty střevní sliznice. Typickým znakem je snížený výskyt bakterií *Lactobacillus* sp. a *Bifidobacterium* sp. a naopak zvýšené množství anaerobních koků a bakterií redukujících sulfáty. Je tak narušen jinak vysoce účinný obranný mechanismus, potlačující zánětlivé procesy. Jednou z možností, jak zvýšit osídlení střeva laktobacily a bifidobakteriemi a tím zánětlivým onemocněním předcházet, je příjem těchto bakterií například prostřednictvím probiotických fermentovaných potravin [56].

Gastroenteritida

Příčinou této nemoci je konzumace potravy kontaminované patogenními mikroorganismy nebo jejich toxiny. Mezi nejčastější patogenní rody patří *Shigella*, *Salmonella*, *Listeria*, *Yersinia*, *Campylobacter*, *Vibrio*, *Escherichia* a *Clostridium perfringens*. Zdravá střevní mikroflóra tvoří pomocí probiotik silnou bariéru proti vstupu patogenů. Pokud dojde k příjmu těchto patogenů, probiotické bakterie, které produkují velké množství MK s krátkým řetězcem (např. *Bifidobacterium* sp. a *Lactobacillus* sp.) dokážou omezit jejich růst [56].

Průjmová onemocnění

Po podávání probiotik dochází také k ústupu onemocnění provázených silným průjmem, například při užívání antibiotik, nebo průjmem salmonelózového a shigelózového typu. Například konzumací acidofilního mléka dochází k ústupu onemocnění u 43% trpících salmonelózou a u 67% trpících schigelózou. Při kontinuálním podávání jsou všechny symptomy nemoci vyléčeny [55].

ZÁVĚR

Probiotické bakterie mají schopnost přilnout na střevní sliznici, “vytěsnit“ nežádoucí mikroorganismy a potlačit tak jejich růst. Stimulují střevní mikroflóru, imunitní systém a zajišťují optimální osídlení prospěšných mikroorganismů v trávicím traktu, například po oslabení mikroflóry užíváním antibiotik. Dále probiotika snižují obsah cholesterolu a triacylglycerolů, což má taktéž příznivý vliv pro lidský organizmus.

Funkční potraviny obsahují tyto probiotické bakterie, a proto mají příznivý vliv na lidské zdraví. Jejich konzumace je doporučena všem, především ale starším lidem, kteří již mají přirozený nedostatek probiotických bakterií ve střevech. Aby funkční potraviny plnily svou roli, je třeba je konzumovat pravidelně a v množství alespoň 100g výrobku, který obsahuje minimálně 10^6 probiotických bakterií v 1 g nebo v 1 ml.

Dalším pozitivem je možná konzumace kysaných mlék i lidmi trpícími laktózovou intolerancí, díky zkvašení laktózy. Mimo to je zlepšena resorpce vápníku, schopnost syntézy vitamínů skupiny B a některých aminokyselin. Protože dochází k částečnému štepení proteinů, lipidů a sacharidů, je zlepšená i stravitelnost těchto výrobků.

Funkční potraviny představují jednoduchou cestu, jak dopravit probiotické bakterie do trávicího traktu, kde plní svou funkci. Díky tomu, že jsou probiotika obsažena i v salámech, mohou si konzumací jinak ne moc zdravých produktů, přilepšit na zdraví i jedinci, kteří mléčné výrobky nemají v oblibě.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] GÖRNER, F., VALÍK, L.: *Aplikovaná mikrobiologie požívatin*, Bratislava, Malé centrum, 2004. první vydání, ISBN 80-967064-9-7.
- [2] LEE, Y., SALMINEN, S.: *Handbook of probiotics and prebiotics, second edition*, John Wiley, 2009, ISBN 978-0-470-13544-0
- [3] ERKKILA, S., SUIHKO, M-L., EEROLA, S., PETAJA, E.: Dry sausage fermented by *Lactobacillus rhamnosus* strains, *International Journal of Food Microbiology*, 2001 205–210
- [4] ŠILHÁNKOVÁ, L.: *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnologii*, Victoria Publishing a.s., 1995, ISBN 80-85605-71-6
- [5] BEDNÁŘ, M., FARŇKOVÁ, V., SCHINDLER, J., SOUČEK, A., VÁVRA, J.: *Lékařská mikrobiologie*, Praha, Nakladatelství Marvil, 1996, ISBN 80-238-0297-6
- [6] TRNČÁK, S.: *Přehled mikroorganismů využívaných v potravinářském průmyslu*, bakalářská práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009
- [7] anonym, *produkty homofermentativního a heterofermentativního mléčného kvašení*, [cit. 29.11.2012,] dostupné na: http://www.zatamoko.cz/old/teorie_j.php
- [8] ZELINKA, J.: *Bakteriálne a plesňové fermentácie*, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava 1960
- [9] LÁT, J.: *Technologie masa, druhé, přepracované a doplněné vydání*, Praha 1984, SNTL-nakladatelství technické literatury
- [10] DĚDEK, S.: *Dieteticko-nutriční hodnocení masných výrobků s přidávkou probiotické a klasické startovací kultury*, diplomová práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011
- [11] MOHAMMED, S.A.: *Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production*, *Science direct*, Meat science 97, 2007, 138-146
- [12] HOLKO, I., HRABĚ, J., ŠALAKOVÁ, A., RADA, V.: The substitution of a traditional starter culture in mutton fermented sausages by *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis*, *Meat Science* 94, 2013, 275-279

- [13] ARIHARA, K., OTA, H., ITOH, M., KONDO, Y., SAMESHIMA, T., YAMANAHARA, H., AKIMOTO, M., KANAI, S., MIKI, T.: Lactobacillus acidophilus Group Lactic Acid Bacteria Applied to Meat Fermentation, *Journal of Food Science*, 63, 3, 1998
- [14] FRIČ, P.: Probiotics in Gastroenterology, *Second Department of Medicine*, Central Military Hospital and Postgraduate Institute of Medicine, Prague, Czech Republic, 2002
- [15] FRIČ, P.: Probiotika a prebiotika – renesance terapeutického principu. I. *Teorie a experimentální doklady. Postgrad medicina 2005*; 7: 472–477. 7
- [16] KVASNIČKOVÁ, A.: *Sacharidy pro funkční potraviny, probiotika-prebiotika-symbiotika*, 1.vydání, ÚZPI, Praha 2000
- [17] MALCATA, F. X, GOMES, A: Bifidobacterium spp. and Lactobacillus acidophilus- biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics, *Trends in Food Science and Technology*, 1999, 10, 139-157
- [18] SAARELA, M., MOGENSEN G., FONDÉN, R., MATTO, J., MATTILA, T.: Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties, *Journal of Biotechnology*, 2000, 84, 197-215
- [19] NECIDOVÁ, L., CUPÁKOVÁ, Š., JANŠTOVÁ, B., NAVRÁTILOVÁ, P.: Úloha probiotik v kysaných mléčných výrobcích, *Veterinářství* 52, 2002, 66-68
- [20] SARKAR, S.: Microbiological Considerations for Probiotic Supplemented Foods, *International Journal of Microbiology & Advanced Immunology*, 2013, 1-5
- [21] FARNWORTH, E.: *Handbook of Fermented Functional Foods*, CRC Press, 2008. ISBN 978-1-4200-5326-5
- [22] KOHOUTKOVÁ, J., *Možnosti využití biologických agens v ochraně potravního řetězce*, [cit. 2006-02-06]. Dostupné na:
<http://www.phyosanitary.org/projekty/2004/vvf-08-04.pdf>
- [23] VANDERPOOL, C., YAN, F., POLK, B., D.: Mechanisms of probiotic action: implications for therapeutic applications in inflammatory bowel diseases, *Inflammatory Bowel Diseases*, 14, 2008, 11, 1585-1596

- [24] PATTERSON, J.,A., BURKHOLDER, K.,M.: Application of prebiotics and probiotics in poultry production, *Poultry Science*, 2003
- [25] OELSCHLAEGER, A., T.: Mechanism of probiotic action-a review, *International Journal of Medical Microbiology*, 300, 2010, 1, 57-62
- [26] PERŽINOVÁ, K.: *Význam tvorby biofilmu u probiotických mikroorganismů*, bakalářská práce, Masarykova univerzita, přírodovědecká fakulta, 2011
- [27] ŠILHÁNKOVÁ, L.: *Mikrobiologie pro potravináře*, SNTL Nakladatelství technické literatury, Praha, 1983
- [28] TOLDRÁ, F., REIG, M.: Innovations for healthier processed meats, *Trends in Food Science & Technology* 22, 2011, 517-522
- [29] SIERRA, S., et al.: Intestinal and immunological effects of daily oral administration of *Lactobacillus salivarius* CECT5713 to healthy adults, *Anaerobe*, 16, 2010, 195-200
- [30] PIDCOCK, K., HEARD, G.M., HENRIKSSON, A.: Application of nontraditional meat starter cultures in production of Hungarian salami, *International Journal of Food Microbiology* 76, 2002, 75-81
- [31] KADLEC, P., MEIZOCH, K., VOLDŘICH, M.: *Co byste měli vědět o výrobě potravin?*, Technologie potravin, KEY Publishing s.r.o. Ostrava, 2009
- [32] RADA, V.: probiotika, prebiotika a symbiotika, *Potravinářská Revue*, 2008, č.2, s.15-16
- [33] ČURDA, L., et al.: *Stabilita galaktooligosacharidů ve fermentovaných mléčných výrobcích a jejich vliv na probiotické kultury*, Odborná studie pro Institut Danone, VŠCHT v Praze, ústav technologie mléka a tuků, 2004, dostupné na:
<http://www.institut-danone.cz/data/studie/pridelene-granty/2004-04.pdf>
- [34] COLLINS, D. M., RIBSON, G. R.: Probiotics, prebiotics, and synbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut; *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1999, 1052S-1057S
- [35] ERKKILA, S., et al.: Flavour profiles of dry sausages fermented by selected novel meat starter cultures, *Meat science* 58, 2001, 111-116

- [36] BARTOŠOVÁ, L.: *Účinky živých bakterií v potravinách*, Státní zemědělská a potravinářská inspekce, 2009, dostupné na:
<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1000465&docType=ART&nid=11327>
- [37] KHAN, I.M.: Meat as a functional food with special reference to probiotic sausages, *Food Research International*, 44, 2011, 3125-3133
- [38] RAUŠOVÁ, L.: *Kvalitativní požadavky na fermentované masné výrobky*, bakalářská práce, Mendelova Univerzita v Brně, 2008
- [39] anonym, *Klobása s probiotiky*, [cit.13.4.2013], dostupné na: <http://www.farma-obchod.cz/klobasa-s-probiotiky>
- [40] KADLEC, P. et al.: *Technologie potravin II*, VŠCHT Praha, 2002
- [41] HOLS, P. et al.: New insights in the molecular biology and physiology of *Streptococcus thermophilus* revealed by comparative genomic, *FEMS Microbiology Reviews*; 2005, 29, 435-463
- [42] HUTKINS, R.; HALAMBECK, S.M.; MORISS, H.A.: Use of galactose-fermenting *Streptococcus thermophilus* in the manufacture of Swiss, Mozzarella and chort-method Cheddar cheese, *Journal of dairy science*, 1985, 69, 1-8
- [43] OLIVARES, M. et al.: Oral administration of two probiotic strains, *Lactobacillus gasseri* CECT5714 and *Lactobacillus coryniformis* CECT5711, enhances the intestinal function of healthy adults, *International Journal of Food Microbiology* 107, 2006, 104-111
- [44] CASTRO, W.F. et al.: Development of probiotic dairy beverages: Rheological properties and application of mathematical models in sensory evaluation, *Journal of Dairy Science*, 96, 1, 2013, 16-25
- [45] anonym, *O Actimelu*, 2012, [cit.3.5.2013], dostupné na: <http://www.actimel.cz/actimel/>
- [46] MERENSTEIN, D., et al.: Use of a fermented dairy probiotic drink containing *Lactobacillus casei* (DN-114 001) to decrease the rate of illness in kids: the DRINK study, *European Journal of Clinical Nutrition*, 2010, 64, 669-677
- [47] GUILLEMARD, E. et al.: Consumption of a fermented dairy product containing the probiotic *Lactobacillus casei* DN-114 001 reduces the duration of respiratory infections in the elderly in a randomized controlled trial, *British Journal of Nutrition*, 2010, 103, 58-68

[48] anonym, *Co je Activia*, 2013, [cit.3.5.2013], dostupné na:

<http://www.activia.cz/cz/activia/co-je-activia>

[49] anonym, *Acidofilní mléko*, [cit. 3.5.2013], dostupné na: http://www.olma.cz/mleko-acidofilni-mleko-d_6_17.html

[50] anonym, *TIBI kefír: více informací o Tibi kefíru*, [cit. 11.5.2013], dostupné na: <http://www.fisar.net/tibi/japonske-krystaly.php>

[51] SHIMAKAWA, Y., MATSUBARA, S., YUKI, N, IKEDA, M., ISHIKAWA, F.: Evaluation of Bifidobacterium breve strain Yakult- fermented soymilk as a probiotic food, *International Journal of Food Microbiology*, 81, 2, 2003, 131-136

[52] ŠPELINA, V. *Informace vědeckého výboru pro potraviny ve věci: Probiotika a startovací kultury*. Brno: Státní zdravotní ústav 2006, 5-11

[53] MOUČKA, T.: *Mléčně kvašená zelenina ve výživě člověka*, bakalářská práce, Masarykova Univerzita v Brně, Lékařská fakulta, 2011

[54] FERENČÍK, M., EBRINGER, L.: Možnosti využitia probiotik v prevenci a terapii alergických chorôb, *Alergie*, 2002, 10, 1-9, dostupné na:

<http://www.tigis.cz/alergie/alerg102/10.htm>

[55] MAXA, V., RADA, V.: *Význam bifidobakterií a bakterií mléčného kvašení pro výživu a zdraví*, 2.vydání, Praha, ÚZPI 2002, 40, ISBN 80-85120-57-7

[56] STEER, T., CARPENTER, H., TUOHY, K., GIBSON, R.: Perspectives on the role of the human gut microbiota and its modulation by pro and prebiotics, *Nutrition Research Reviews*, 2000, 13, 229-254

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AMK	aminokyseliny
BMK	bakterie mléčného kvašení
CO ₂	oxid uhličitý
EU	Evropská unie
FAO	Food and agriculture organization (Organizace pro výživu a zemědělství)
FOS	fruktooligosacharidy
GOS	galaktooligosacharidy
H ₂ O ₂	peroxid vodíku
KTJ	kolonie tvořící jednotku
MK	mastné kyseliny
NaCl	chlorid sodný
TAG	triacylglycerol
WHO	World health organization (Světová zdravotnická organizace)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Produkty homofermentativního a heterofermentativního mléčného kvašení.....	7
Obr. 2. Pokyny pro hodnocení probiotik pro užití v potravinách.....	21
Obr. 3. Přehled nejdůležitějších druhů rodu <i>Lactobacillus</i>	22
Obr. 4. Schéma výroby fermentovaných mléčných výrobků.....	38
Obr. 5. Kefírová zrna.....	41

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. přehled startovacích kultur využívaných ve fermentovaných výrobcích.....	34
--	----