

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNE
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁRSKA PRÁCA

BRNO 2015

IVANA STRNADOVÁ

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav technologie potravin



**Probiotiká a prebiotiká v prevencii a léčbě porúch
tráviaceho traktu**

Bakalárska práca

Vedúca práce:
Ing. Doubravka Rožnovská, Ph.D.

Vypracovala:
Ivana Strnadová

BRNO 2015

ZADANIE BAKALÁRSKEJ PRÁCE

Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že som prácu pod názvom „*Probiotiká a prebiotiká v prevencii a liečbe porúch tráviaceho traktu*“ vypracoval/a samostatne a všetky použité pramene a informácie uvádzam v zozname použitej literatúry. Súhlasím, aby moja práca bola zverejnená v súlade s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v znení neskorších predpisov a v súlade s platnou *Smernicou o zverejňovaní vysokoškolských záverečných prací*.

Som si vedomý/á, že na moju prácu sa vzťahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brne má právo na uzatvorenie licenčnej zmluvy a použitia tejto práce ako školského diela podľa § 60 odst. 1 autorského zákona.

Ďalej sa zaväzujem, že pred spísaním licenčnej zmluvy o využití diela inou osobou (subjektom) si vyžiadam písomné stanovisko univerzity, že predmetná licenčná zmluva nie je v rozpore s oprávnenými záujmami univerzity, a zaväzujem sa uhradiť prípadný príspevok na úhradu nákladov spojených so vznikom diela, a to až do jej skutočnej výšky.

V Brne

.....

podpis

Pod'akovanie

Touto cestou by som rada pod'akovala mojej konzultantke Ing. Miroslave Kolárovej za poskytnutie odborných rád a ochotu venovať mi svoj čas pri jej vypracovávaní.

ABSTRAKT

Názov: Probiotiká a prebiotiká v prevencii a liečbe porúch tráviaceho traktu

Bakalárska práca sa zaoberá probiotikami a prebiotikami v prevencii a liečbe porúch tráviaceho traktu. V prvej časti sú charakterizované probiotiká a prebiotiká, požiadavky, ktoré musia spĺňať, ich výroba a mechanizmus pôsobenia. Následne sú popísané probiotické produkty, v ktorých sa probiotiká nachádzajú najbežnejšie, ako sú fermentované mliečne výrobky, fermentované trvanlivé salámy a fermentovaná zelenina. Ďalšia časť je zameraná na črevnú mikroflóru, jej postupný vývoj a vybrané choroby, ktoré ju ovplyvňujú, a pri ktorých sa probiotiká preukázali ako prospešné z hľadiska prevencie, prípadne liečby.

Kľúčové slová: probiotiká, črevná mikroflóra, choroby

ABSTRAKT

Title: Probiotics and prebiotics in the prevention and treatment of disorders in the digestive tract

The bachelor thesis deals with probiotics and prebiotics in the prevention and treatment of disorders in the digestive tract. In the first part of the thesis, probiotics and prebiotics are defined, as well as their requirements that must be fulfilled, their production and the mechanism of action. In the first part of the thesis, probiotics and prebiotics, their requirements that must be fulfilled, their production and the mechanism of action are defined. Subsequently, probiotic products, of which probiotics are the most common (such as fermented milk products, fermented hard salami, fermented vegetables), are described. The next section focuses on the intestinal microflora and the gradual development of selected diseases affecting it and for which probiotics have shown to be beneficial in the prevention or treatment.

Key words: probiotics, intestinal microflora, diseases

OBSAH

1 ÚVOD.....	8
2 CIEĽ PRÁCE.....	9
3 LITERÁRNY PREHLAD	10
3.1 Fyziológia mikroflóry tráviaceho traktu	10
3.1.1 Štruktúra mikroflóry tráviaceho traktu	10
3.2 Charakteristika probiotík	11
3.2.1 Rozdelenie probiotík.....	12
3.2.2 Požiadavky na probiotiká.....	13
3.2.3 Výroba probiotík.....	14
3.2.4 Mechanizmus účinku probiotík	15
3.2.5 Zdravotné účinky probiotík	15
3.3 Charakteristika jednotlivých druhov mikroorganizmov	16
3.3.1 Baktérie mliečneho kvasenia	16
3.3.2 Rod <i>Escherichia</i>	19
3.4 Probiotické produkty.....	19
3.4.1 Fermentované mliečne výrobky.....	20
3.4.2 Vplyv jednotlivých faktorov na obsah probiotických mikroorganizmov	20
3.4.3 Vybrané druhy fermentovaných mliečnych výrobkov	21
3.4.4 Fermentované salámy	22
3.4.5 Fermentovaná zelenina	23
3.4.6 Probiotické farmaceutické preparáty	23
3.5 Charakteristika prebiotík.....	24
3.5.1 Rozdelenie prebiotík	25
3.5.2 Vlastnosti prebiotík.....	25
3.5.3 Fruktooligosacharidy a inulín	26

3.5.4 Laktulóza	26
3.5.5 Galaktooligosacharidy	27
3.5.6 Xylooligosacharidy	27
3.5.7 Izomaltooligosacharidy	27
3.6 Synbiotiká	28
3.7 Vývoj a zloženie črevnej mikroflóry	28
3.8 Klinické využitie probiotík a prebiotík v prevencii a liečbe porúch tráviaceho traktu	29
3.8.1 Laktózová maldigescia a intolerancia	29
3.8.2 Hnačkové ochorenia	30
3.8.3 Infekcia <i>Helicobacter pylori</i>	31
3.8.4 Idiopatické črevné zápalý	31
3.8.5 Vplyv probiotík na hladinu cholesterolu	33
3.8.6 Probiotiká a imunitný systém človeka	34
3.8.7 Probiotiká a alergické choroby	35
3.8.8 Probiotiká a karcinogenita	36
4 ZÁVER	38
5 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	39
6 ZOZNAM TABULIEK	47
7 ZOZNAM OBRÁZKOV	48

1 ÚVOD

Funkčná potravina je odvodená zo slova „*functional*“, pochádzajúceho z angličtiny, a v preklade znamená účelný. To znamená, že plní určitou funkciu, hlavne dodáva konzumentovi potrebné množstvo živín. Funkčnou potravinou sa rozumie ktorákoľvek potravina, ktorá poskytuje nielen výživovú hodnotu, ale má aj pozitívny účinok na zdravie konzumenta, jeho fyzický a duševný stav. Je to potravina vyrobená z bežne vyskytujúcich sa zložiek a mala by byť súčasťou každodennej stravy. Ich konzumácia má vplyv na rad pochodov v organizme, najmä (Kalač, 2003):

- a) Posilňuje prirodzené obranné mechanizmy proti negatívnym vplyvom okolia.
- b) Pôsobí ochranné proti chorobám.
- c) Podporuje fyzický a duševný stav.
- d) Spomaľuje proces starnutia.

V súčasnosti tvoria ponuku funkčných potravín také, ktoré prospešne podporujú črevnú mikroflóru a tým aj zdravie jedinca. Patria k nim predovšetkým probiotické, prebiotické a synbiotické potraviny. Na európskom trhu sa ako prvé probiotické produkty objavili fermentované mliečne výrobky. Dnes sa k nim radia okrem mliečnych výrobkov taktiež mäsové výrobky, nápoje a ďalšie fermentované potraviny (Šinková, 2015).

Výskum probiotík siaha do počiatku 20. storočia, kedy sa v roku 1905 izolovalo prvé známe probiotikum *Lactobacillus bulgaricus*. Zásluhu má na tom ruský mikrobiológ a držiteľ Nobelovej ceny Ilja Mečnikov. Pri svojom výskume sa sústredil na obyvateľov bulharského vidieka, ktorí sa dožívali vysokého veku prostredníctvom priaznivého zdravotného stavu. Podľa Mečnikova tento stav dosiahli konzumáciou kyslého mlieka a mliečnych výrobkov s obsahom baktérie *Lactobacillus bulgaricus*. Aj keď táto teória mala svoje formálne nedostatky, v konečnom dôsledku podnietila odborníkov k ďalšiemu skúmaniu probiotík a ich vplyvu na ľudské zdravie (Anonym A, 2006).

2 CIEĽ PRÁCE

Cieľom mojej bakalárskej práce bolo preštudovať dostupnú odbornú literatúru týkajúcu sa probiotík a prebiotík v ľudskej výžive. Zamerať sa na vplyv probiotík na mikrobiálne osídlenie tráviaceho traktu a ich možnosti využitia v prevencii a liečbe porúch tráviaceho traktu. Získané údaje o riešenej problematike ďalej spracovať formou bakalárskej práce.

3 LITERÁRNY PREHĽAD

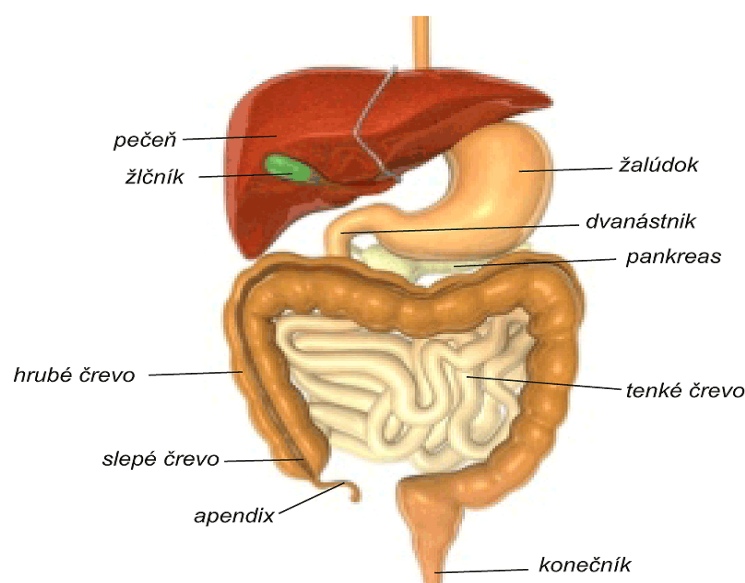
3.1 Fyziológia mikroflóry tráviaceho traktu

3.1.1 Štruktúra mikroflóry tráviaceho traktu

Ľudský gastrointestinálny trakt je komplexný ekosystém skladajúci sa zo stoviek rôznych druhov baktérií, ktoré spoločne zohrávajú dôležitú úlohu vo fyziológii svojho hostiteľa. Zloženie črevnej mikroflóry je u každého jedinca odlišné, je zložité vymedziť optimálny zdravotný stav mikroflóry hostiteľa vo vzťahu k prítomnosti alebo neprítomnosti určitých druhov mikroorganizmov v tráviacom trakte (Tannock, 2005).

Gastrointestinálny trakt je biologicky nadmieru aktívna časť ľudského tela a v súčasnosti je ešte stále nedostatočne prebádaná. Je najväčšou žľazou s vnútornou sekréciou. Tráviaci trakt sa skladá zo žalúdka nadväzujúceho na tenké črevo, ktoré pozostáva z troch častí: dvanástnik (duodenum), lačník (jejunum) a bedrovník (ileum), ktorý vstupuje do hrubého čreva, tračniku a následne vyúsťuje konečníkom. U dospelého človeka má črevný trakt rozlohu 150 – 200 m² vzhľadom k veľkému počtu klkov a mikroklkov (Kalač, 2003).

Obr. 1 *Tráviaci systém* (Gašperák, 2015)



Z klinického hľadiska je normálna fyziologická mikroflóra definovaná ako súbor mikroorganizmov, ktoré sa môžu nachádzať v digestívnom trakte zdravého človeka. Avšak, za určitých okolností sa môže uplatniť ich patogénny potenciál, napr. imunokompromitácia pacienta v dôsledku choroby a následnej liečby (Zbořil et al., 2005).

Z klinického didaktického hľadiska je dobré rozlíšiť patogénnu mikroflóru, teda mikroorganizmy, ktoré nesmú byť prítomné za fyziologických okolností. Bežná mikroflóra je za fyziologických okolností v určitej kvantitatívnej rovnováhe. Vplyvom zlyhania kontrolných mechanizmov môže dôjsť k porušeniu tejto rovnováhy. Výrazom tejto nerovnováhy je dysmikróbia, kedy sa menia kvantitatívne pomery, pričom kvalitatívna štruktúra mikrobiálneho ekosystému je neznemená. V tomto prípade dochádza k nárastu mikroorganizmov, ktoré boli v tráviacom trakte dlhodobo v menšine (kandidy, klostrídia, pseudomonády a stafylokoky) a zmeny vedú k tzv. oportúnnej infekcie. Následne takýto mikroorganizmus môže byť zdrojom superinfekcie (Zbořil et al., 2005).

Kvantitatívne rozloženie bakteriálnej mikroflóry tráviaceho traktu je charakterizované aborálnym rastom mikroorganizmov (Zbořil et al., 2005):

- žalúdok a duodenum $10^1 - 10^3$ /ml mikroorganizmov,
- jejunum a ileum $10^4 - 10^8$ /ml mikroorganizmov,
- kolon $10^{10} - 10^{12}$ /ml mikroorganizmov.

Kvalitatívne zastúpenie (Zbořil et al., 2005):

- žalúdok a duodenum – laktobacily, streptokoky, kvasinky,
- jejunum a ileum – laktobacily, koliformné baktérie, streptokoky, bakteroidy,
- kolon – bakteroidy, bifidobaktérie, streptokoky, eubaktérie, fusobaktérie, koliformné baktérie, klostrídia, veillonely, laktobacily, *Proteus*, stafylokoky, pseudomonády, kvasinky.

3.2 Charakteristika probiotík

Probiotiká boli pôvodne charakterizované ako živé nepatogénne mikroorganizmy, ktoré po kolonizácii gastrointestinálneho traktu pôsobia prospešne na zdravie hostiteľa. V súčasnosti sa táto definícia rozšírila: probiotiká sú látky alebo produkty obsahujúce v postačujúcom množstve životaschopné mikroorganizmy, ktoré po implantácii

a osídlení zmenia mikroflóru v istom anatomickom mieste hostiteľa, čím sa umožnia prejavíť ich prospešné zdravotné účinky. Rozšírenie definície vyplýva z poznatkov, podľa ktorých určité kmene probiotických baktérií sa dajú použiť nielen pri prevencii, ale aj liečbe hnačkových, zápalových, alergických, nádorových a ďalších chorôb (Ferenčík et al., 2005).

Ide o probiotické baktérie, ktoré majú schopnosť prekonať vplyv nepriaznivého prostredia v žalúdku ako je nízka hodnota pH, prítomnosť kyseliny chlorovodíkovej a proteolytických enzýmov, hlavne lysozým, ktorý je schopný vyvolať lýzu baktérií a najmä jogurtových baktérií. V zažívacom trakte musia zniesť žlčové kyseliny a slabé povrchové napätie. Významným selekčným faktorom, ktorý probiotické baktérie musia zvládnuť, je peristaltika čriev, rýchlosť, ktorou prechádza potravinu tráviacim traktom človeka (Görner, Valík, 2004).

3.2.1 Rozdelenie probiotík

Probiotiká sa rozdeľujú do 3 hlavných skupín (Zbořil et al., 2005):

- nepatogénne *E. coli*,
- laktobacily a bifidobaktérie,
- ďalšie (*Streptococcus salivarius*, *Saccharomyces boulardii*, enterokoky a laktokoky).

Tab. 1 *Prehľad najčastejšie používaných probiotík* (Nevoral, 2005)

Lactobacily	Gram pozitívne koky	Bifidobaktérie	Kvasinkové MO
<i>L. acidophilus</i>	<i>Lactococcus lactis</i> <i>subsp. Cremonis</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>Saccharomyces</i> <i>boulardii</i>
<i>L. casei spec. rhamnosus</i> (<i>Lactobacillus</i> GG)	<i>Streptococcus</i> <i>salivarius subsp.</i> <i>Thermophilus</i>	<i>B. adolescentis</i>	
<i>L. casei Shirota</i>	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>B. animalis</i>	
<i>L. casei delbrueckii</i> <i>subsp. bulgaricus</i>	<i>S. diacetylactis</i>	<i>B. infantis</i>	
<i>L. reuteri</i>	<i>S. intermedius</i>	<i>B. longum</i>	
<i>L. brevis</i>	<i>E. coli</i>	<i>B.</i> <i>thermophilum</i>	
<i>L. cellobiosus</i>			
<i>L. curvatus</i>			
<i>L. fermentum</i>			
<i>L. plantarum 299v</i>			

3.2.2 Požiadavky na probiotiká

Požiadavky na probiotiká sa dajú rozdeliť do 3 hlavných skupín (Nevoral, 2012):

1. Prospešné pre zdravie:

- schopnosť kolonizácie a príľnavosti,
- antagonistický vplyv na patogénnu mikroflóru,
- schopnosť produkcie antimikrobiálnych látok,

- schopnosť imunomodulácie,
- merateľná a klinicky dokázateľná použiteľnosť pre zdravie hostiteľa.

2. Mikrobiálne bezpečnostné požiadavky:

- eventuálne presné taxonomické zaradenie,
- humánny pôvod,
- netoxické a nepatogénne,
- geneticky stabilné,
- tendencia prežívať a rásť, metabolická aktivnosť v tráviacom trakte príjemcu,
- potenciálne rezistentné proti antimikrobiálnym látkam pôvodnej mikroflóry príjemcu,
- stabilné voči žalúdočným kyselinám a žlčovým kyselinám.

3. Priemyslové parametre:

- Stabilita potrebných vlastností počas výroby, transportu a pri skladovaní,
- Pozitívne organoleptické vlastnosti.

3.2.3 Výroba probiotík

Výroba probiotík sa riadi predpismi pre potraviny, pretože im nebol schválený zdravotný účinok príslušným panelom Európskeho orgánu pre bezpečnosť potravín.

V prvej fáze je potrebné kmeň identifikovať a charakterizovať na úroveň rodu, druhu a kmeňa, kedy je kmeň ďalej uložený v medzinárodnej zbierke mikroorganizmov. Táto časť sa robí prostredníctvom fenotypových a molekulárnych metód.

V druhej fáze sa musia otestovať ich funkčné charakteristiky pomocou *in vitro* testov, pričom sa testuje ich odolnosť na kyseliny a žlč, príľnavosť na črevné bunky a tvorba metabolitov. Tieto testy sa robia na pokusných zvieratách.

V ďalšom kroku je potrebné dokázať bezpečnosť kultúry, znova pomocou *in vitro* testov na zvieratách, nakoniec sa podávajú ľudským dobrovoľníkom. Kultúra nesmie vykazovať faktory patogenity, hlavne v produkcii enterotoxínov, a enteroinvazívnosť. Ak kultúra spĺňa všetky predošlé kroky a požiadavky, môže byť použitá na výrobu probiotických potravín, pričom sú brané do úvahy aj ich technologické vlastnosti (Rada, 2010).

3.2.4 Mechanizmus účinku probiotík

Mechanizmus účinku probiotík je rôznorodý. Hlavným dôvodom je, že sa používajú rozmanité druhy probiotických mikroorganizmov. Účinok probiotík sa odvíja od veku osôb a fyziologického stavu príjemcu. V súčasnej dobe sú podľa Rady (2010) 4 základné efekty probiotík:

- bariérový efekt – tvorba antimikrobiálnych látok, blokovanie priľnavosti patogénov, tvorba živín pre kolonocyty (kyselina maslová), produkcia defenzínov,
- znížiť osídlenie, invazívnosť, metabolizmus a množenie patogénnych baktérií,
- ovplyvniť zloženie črevnej mikroflóry poklesom pH, tvorbou metabolitov, ovplyvnenie aktivity mikrobiálnych enzýmov a črevnej motility,
- imunostimulačné účinky – tvorba protilátok a cytokínov, napomáhanie fagocytózy.

3.2.5 Zdravotné účinky probiotík

Konzumácia probiotík má mnoho zdravotných účinkov, niektoré z nich sú dokázané a ďalšie sú pravdepodobné (Vlková et al., 2009):

- ustálenie, prípadne obnova mikroflóry tráviaceho traktu,
 - mikrobiálna bariéra voči patogénnym mikroorganizmom,
 - tvorba metabolitov mikroflóry, ktoré majú pozitívne fyziologické účinky,
 - podpora imunitného črevného systému,
 - schopnosť produkovať vitamíny najmä skupiny B a K,
 - zníženie tvorby bakteriálnych enzýmov v hrubom čreve, ktoré majú mutagénne účinky a majú schopnosť vyvolať vznik nádorov,
 - určité probiotické baktérie produkujú bakteriocíny, ktoré potlačujú choroboplodné baktérie,
 - zníženie intolerancie voči mliečnemu disacharidu laktóze u postihnutých ľudí.
-
- jedna z najdôležitejších úloh probiotík je, že zvyšujú vstrebávanie živín, pomocou probiotických baktérií uľahčujú procesy, ktoré napomáhajú tráveniu a vstrebávaniu potravín, ktoré skonzumujeme,

- väčšina kmeňov probiotík produkuje enzýmy v gastrointestinálnom trakte, ktoré napomáhajú úplnejšiemu rozkladu potravín, takto sa živiny lepšie vstrebaajú a znižuje sa tvorba plynov a nadúvanie,
- probiotiká majú okysľujúci účinok na tráviaci trakt, ak má črevná mikroflóra neutrálne pH, dochádza k množeniu negatívnych baktérií, znížením pH mikroflóry (okyslením) dochádza k potlačeniu nežiaducich mikroorganizmov, zlepši sa priechodnosť živín cez črevnú mikroflóru do krvného riečiska,
- probiotiká pomáhajú predchádzať potravinovým alergiám, pôsobia ako črevná ochranná bariéra a v kombinácii s imunitným systémom zabraňujú absorpcii látok, ktoré by sa nemali dostať do krvného riečiska (Mindell, Challem, 2004).

3.3 Charakteristika jednotlivých druhov mikroorganizmov

3.3.1 Baktérie mliečneho kvasenia

Pod touto skupinou sa rozumie skupina baktérií paličkovitých a kokovitých, ktoré zahŕňajú predovšetkým rody: *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* a *Bifidobacterium*. Rozdeľujeme ich na homofermentatívne, ktoré fermentujú sacharidy na kyselinu mliečnu a heterofermentatívne, kedy vzniká okrem kyseliny mliečnej aj kyselina octová a CO₂ a v konkrétnych situáciách aj etanol (Görner, Valík, 2004).

Baktérie mliečneho kvasenia rozkladajú sacharidy na karboxylové kyseliny s krátkym reťazcom (kyselinu mliečnu, octovú, propiónovú a maslovú). Vyznačujú sa tiež produkciou vitamínov skupiny B a K a ďalších vitamínov so schopnosťou dehydroxylovať a dekonjugovať žľčové kyseliny. Touto schopnosťou zabraňujú premene na fekálne sekundárne žľčové kyseliny, ktoré sa podieľajú na vzniku rakoviny hrubého čreva. Dokážu premieňať bilirubín na urobilinogén a cholesterol na koprostanol, tým sa znižuje schopnosť ich resorpcie z tráviaceho traktu. Baktérie mliečneho kvasenia vytvárajú v čreve prostredie, ktoré zabraňuje premnoženiu patogénnych druhov, hnilobných a menej užitočných baktérií (Tančinová et al., 2012).

Tab. 2 Rody baktérií mliečneho kvasenia, ich fermentačný typ a produkty (Görner, Valík, 2004)

Rod	Typ fermentácie	Hlavné produkty	Konfigurácia kyseliny mliečnej
<i>Lactococcus</i>	Homoferm.	laktát	L (+)
<i>Streptococcus</i>	Homoferm.	laktát	L (+)
<i>Pediococcus</i>	Homoferm.	laktát	DL, L (+)
<i>Lactobacillus</i>	Homoferm.	laktát	D (-), L (+), DL D (-), L (+), DL DL
<i>Thermobacterium</i>	Homoferm.	laktát	
<i>Streptobacterium</i>	Homoferm.	laktát	
	Heteroferm. *	laktát : acetát	
<i>Betabacterium</i>	Heteroferm.	laktát : acetát : CO ₂	DL
<i>Leuconostoc</i>	Heteroferm.	laktát : acetát : CO ₂	D (-)
<i>Bifidobacterium</i>	Heteroferm.	laktát : acetát	L (+)

* pri fermentácii pentóz

Rod *Lactobacillus* čel'ad' *Lactobacillaceae*, je aeróbnej, mikroaerofilnej až fakultatívne anaeróbnej povahy. Radí sa medzi pravidelné, grampozitívne tyčinky netvoriace spóry. Vyznačujú sa tvorbou dlhých nepohyblivých buniek, ktoré majú značné požiadavky na rastové látky. Ich optimum rastu je 45 °C, pričom termofilný druh *Lactobacillus bulgaricus* je schopný rastu pri teplote 55 °C (Šroubková, 1996).

Väčšina druhov lactobacilov je udomácnených v tráviacom trakte, ktoré v ňom fungujú ako komensál flóry na mukóznom povrchu epitelu. Väčšinou nie sú patogénne, ale sú uvádzané ako pôvodca rôznych chorôb. Používajú sa pri výrobe fermentovaných výrobkov ako sú jogurty, syry, kyslá kapusta, pivo a víno (Sládková, Hlaváčová, 2011).

Rod *Enterococcus* sa radí do grampozitívnych, katalázou negatívnych kokov v dvojiciach a krátkych reťazcoch. Do rodu *Enterococcus*, čel'ad' *Enterococcaceae*, patrí 12 druhov. Z nich sú podstatné pre človeka predovšetkým druhy *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. durans*. Ich kultivačná nenáročnosť sa prejavuje možnosťou rásť v hypertónickom roztoku (6,5 % NaCl) a rezistenciou na vysoké pH (8,5). Sú schopné rásť aj pri nízkej teplote 10 °C a pri 45 °C a vedia prežiť zahriatie na teplotu 60 °C počas 30 minút.

Enterokoky sa nachádzajú bežne v mikroflóre hrubého čreva, kde dosahujú množstvo 10^7 baktérií v 1 g stolice. Ďalej sa vyskytujú v tenkom čreve, v genitálnom trakte a v špecifických prípadoch v horných dýchacích cestách. Rod *Enterococcus* je podmieneným patogénom, ktorý spôsobuje infekciu buď endogénnu, alebo exogénnu. Uplatňuje sa ako samostatný agens, alebo je súčasťou polymikrobiálnej infekcie (Bednář et al., 1996).

Rod *Streptococcus* patrí do čeľade *Streptococcaceae*. Obsahuje katalázo negatívne, grampozitívne koky, väčšinou fakultatívne anaeróbne, ktoré sa vyskytujú v pároch alebo v retiazkach a majú okrúhly alebo vajcový tvar s priemerom menším ako 2 μm . Ich optimum rastu je 37 °C a menej s výnimkou termofilného druhu *Streptococcus thermophilus*. Tento rod sa rozdeľuje do 3 základných skupín: pyogénne, orálne a iné streptokoky. K iným streptokokom patrí mliekarensky významný druh *Streptococcus thermophilus*. Je charakteristický produkciou dvoch mliečnych dehydrogenáz tvoriacich L – laktát. Týmto sa odlišujú od ostatných baktérií mliečneho kvasenia, ktoré produkujú DL – laktát (Görner, Valík, 2004).

Z rodu *Streptococcus* boli v nedávnej dobe vyradené nehomolyzujúce nepatogénne druhy, ktoré sa používajú v mliekarenskom priemysle a vytvoril sa nový rod *Lactococcus*. Nachádza sa predovšetkým v surovom kravskom a ovčom mlieku a ďalších potravinových výrobkoch, ale už dlhé roky sa využíva najmä ako štartovacia kultúra v malovýrobných a veľkovýrobných podnikoch. K najdôležitejším patria kmene *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* a *Lactococcus lactis* spp. *cremoris*. Kmeň *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* rastie v teplotnom rozmedzí 10 až 45 °C, jeho optimum je 30°C. Bunky sa vyskytujú v pároch, prípadne v kratších retiazkach, sú vajcovitého tvaru s priemerom 0,5 až 1,0 μm . Optimum teploty u kmeňa *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* je 28°C s väčším priemerom bunky 0,6 až 1,0 μm . Niektoré kmene sú schopné produkovať antibiotikum nizín, ktorý potláča rozvoj mnohých grampozitívnych baktérií (Šilhánková, 2002; Hladíková et al., 2012).

Bifidobaktérie sa radia ku grampozitívnym, striktno anaeróbnym, katalázou negatívnym a nesporulujúcim paličkám. Môžu rásť jednotlivo, v retiazkach v rôznom usporiadaní, najmä hviezdovitom a palisádovom. Bifidobaktérie vytvárajú z fermentovateľných sacharidov kyselinu octovú a mliečnu v pomere 3:2, tým má väčší

antagonistický účinok na nežiaduce gramnegatívne baktérie. Vedľajšími metabolitmi môžu byť v minimálnom množstve kyselina mravčia, etanol a kyselina jantárová. Netvorí oxid uhličitý. Niektoré druhy sú schopné tolerovať prítomnosť kyslíka za predpokladu prítomnosti oxidu uhličitého alebo bifidogenných faktorov. Optimum rastu je 37 až 41 °C a optimálne pH pre rast je 6,5 až 7,0. Vo väčšom množstve sa nachádzajú v stolici dojčiat kŕmených materským mliekom než u dojčiat na umelom mlieku. Majú vplyv na stimuláciu intestinálnej peristaltiky (Görner, Valík, 2004).

3.3.2 Rod *Escherichia*

Rod *Escherichia* patrí do čeľade *Enterobacteriaceae* a sú to gramnegatívne fakultatívne anaeróbne tyčinky. Druh baktérie *Escherichia coli* je súčasťou črevnej mikroflóry zdravých ľudí a bežným komensálom hrubého čreva. Vyznačuje sa produkciou kolicínov, ktoré sú toxické pre niektoré baktérie a priamo sa podieľa na vzniku vitamínu K. Má schopnosť vyvolať chorobný stav, ak je kmeň vybavený špecifickými faktormi virulencie. Mimo čreva je takmer vždy patogénny, je to teda podmienené patogénny mikrób (Sládková, Hlaváčová, 2011).

3.4 Probiotické produkty

Výroba prvého produktu, ktorý obsahoval probiotické mikroorganizmy, sa uskutočnila v Japonsku v dvadsiatych rokoch 20. storočia. Na ich výrobe sa podieľali baktérie druhov *Lactobacillus acidophilus* a *Lactobacillus casei*. V súčasnosti je tento sortiment značne rozšírený, čo je obsahom ďalšej kapitoly (pozri kap. 3.4.3).

Fermentované mliečne produkty sú významným vektorom prenosu probiotických baktérií do zažívacieho traktu človeka. Kmene na ich výrobu sa musia vyznačovať schopnosťou dobre rásť v mlieku a produkovať organické kyseliny a vykazovať maximálnu životaschopnosť počas celej doby skladovania výrobkov. Nesmú negatívne ovplyvňovať reologické a senzorické vlastnosti konečného produktu. Počet živých mikroorganizmov by sa mal pohybovať v rozmedzí $10^6 - 10^8$ KTI/ml (Kadlec et al., 2002).

3.4.1 Fermentované mliečne výrobky

Fermentované mliečne výrobky sú vyrábané kysnutím mlieka, smotany, cmaru alebo ich zmesi aplikáciou mikroorganizmov mliečného kvasenia (Šustová, Sýkora, 2013).

3.4.2 Vplyv jednotlivých faktorov na obsah probiotických mikroorganizmov

Obsah probiotických baktérií vo fermentovaných výrobkoch ovplyvňuje (Kadlec et al., 2002):

1. Kombinácia probiotických kmeňov s tradičnými zákvasovými kultúrami – laktobacily na rozdiel od bifidobaktérií dokážu lepšie prežiť vďaka vyššej tolerancii ku kyslíku a nízkemu pH. Bifidobaktérie vyprodukujú obvykle viac než 0,4 g/l kyseliny octovej, ktorá negatívne ovplyvňuje chuť a vôňu finálneho výrobku a taktiež stimuluje rast baktérie druhu *Lactobacillus acidophilus* a platí to aj naopak. Pri druhoch baktérie *Streptococcus thermophilus* sa preukázalo, že podporujú rast striktne anaeróbných bifidobaktérií využitím prítomného kyslíka. Pri kmeni *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sa prejavili podporné účinky na bifidobaktérie spp. tvorbou voľného valínu, glycínu a histidínu pri proteolýze kaseínu silnou produkciou kyseliny mliečnej a peroxidu vodíku.

2. Zloženie fermentačného média – zloženie mlieka a výška tepelného záhrevu mlieka podporuje rast zákvasových kultúr, najmä probiotických. Prídavkom kaseínu, hydrolyzátu srvátkových bielkovín, kvasničného extraktu, glukózy, vitamínov a minerálnych látok je možné stimulovať rast a prežívanie probiotických kmeňov a skvalitniť konzistenciu výrobku. Prebiotiká, napr. laktulóza, ktorá vzniká pri silnom zehre mlieka z laktózy alebo prídavkom poly- a oligosacharidov do produktov, taktiež podporujú rast bifidobaktérií v konečnom výrobku a v tráviacom trakte.

3. Množstvo rozpusteného kyslíka – bifidobaktérie sú obligátne anaeróbne a laktobacily mikroaerofilné. Nižší podiel kyslíka v hotovom výrobku sa dosiahne deaeráciou mlieka a použitím obalov, ktoré neprepúšťajú kyslík. Vďaka tomu sa stimuluje rast a zlepšuje prežívanie bifidobaktérií aj druhu *Lactobacillus acidophilus*.

4. Veľkosť inokula – pre nedostatočné pomnoženie baktérií sa používa na ich zaočkovanie oproti tradičným kultúram vyššie inokulum 5 – 10 %.

5. Inkubačná teplota – pre väčšinu probiotických baktérií je optimálna teplota 37 °C vzhľadom k ich intestinálnemu pôvodu. Pre potrebnú produkciu kyselín pri jogurtovej kultúre sa teplota pohybuje medzi 40 – 43 °C. Preto pri spoločnej kultivácii nižšia teplota stimuluje rast probiotických kmeňov.

6. Vysoká kyslosť a akumulácia D (-) kyseliny mliečnej – u prekysaných produktov zreteľne znižuje životaschopnosť prítomných laktobacilov a bifidobaktérií.

7. Nízka skladovacia teplota – pri teplote nižšej ako 4 °C je menšie riziko rastu a dodatočnej produkcie kyselín pri kmeni *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, čím sa zlepšuje prežívanie bifidobaktérií.

3.4.3 Vybrané druhy fermentovaných mliečnych výrobkov

V rôznych krajinách sa vyrába široká škála fermentovaných mliečnych výrobkov. Klasickým príkladom je jogurt, ktorý sa vyrába ako klasický biely jogurt, rôzne ochutený alebo ako jogurtový nápoj. Prírodný probiotický jogurt sa vyznačuje dlhšou dobou fermentácie a výsledný produkt má mierne sladšiu chuť oproti klasickým jogurtom. Variabilita probiotických baktérií v jogurte závisí od použitého kmeňa a vzájomných interakcií medzi prítomnými druhmi, produkcie peroxidu vodíka v dôsledku bakteriálneho metabolizmu a konečnej kyslosti produktu, dostupnosti živín, rastových stimulátorov a inhibítorov, koncentrácií sacharidov a rozpustného kyslíka (Tamime, 2005).

Kefír je fermentovaný mliečny výrobok vyrobený z kefírových zŕn za použitia kefírových kultúr. Kefírové zrná sú zmes prospešných baktérií a kvasiniek s polysacharidovou matrix. Počas fermentácie kyseliny mliečnej, CO₂, etylalkoholu a aromatických zlúčenín, sa vytvárajú jeho jedinečné organoleptické vlastnosti. Patrí medzi prírodné probiotikum (Otleš et al., 2003). Kefír sa od kefírového mlieka odlišuje počtom kvasiniek. Kefír obsahuje v 1 ml 10 000 a kefírové mlieko v 1 ml len 100 kvasiniek (Šustová, Sýkora, 2013).

Acidofilné mlieko má probiotický efekt na zachovanie zdravej črevnej mikroflóry, obsahuje živé kultúry druhov *Lactobacillus acidophilus* a *Bifidobacterium bifidum*. Tradičné acidofilné mlieko obsahuje množstvo kyseliny mliečnej, tým je finálny produkt pre spotrebiteľa kyslý, preto sa pridáva do hotového výrobku malé množstvo cukru (Hui et al., 2004).

Cmar je vyrobený mikrobiálnou fermentáciou plnotučného alebo odstredeného mlieka. Typickými štartovacími kultúrami sú mezofilné kultúry obsahujúce baktérie kmeňov *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*. Probiotický kultivovaný cmar obsahuje rozličné mikroorganizmy v mliečnych štartovacích kultúrach, napr. druhy *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus* a *Bifidobacterium* spp. (Tamime, 2005).

Syr je mliečny výrobok, vyrobený vyzrážaním mliečnej bielkoviny z mlieka pomocou syridla alebo ďalších koagulačných činidiel, následným prekysaním a oddelením podielu srvátky (Šustová, Sýkora, 2013).

Zavedenie probiotických baktérií spolu s mliečnymi štartovacími kultúrami pri výrobe syra zvyšuje riziko ich strát, pomalé množenie, preto treba dbať na správny výber kmeňov. Probiotické mikroorganizmy musia v syroch prežiť počas celej doby ich trvanlivosti. Nesmú narúšať svojou aktivitou ostatné základné mikroorganizmy v syre a tvoriť metabolity, ktoré sú škodlivé pre výslednú kvalitu syra. Rôzne druhy syrov sú vhodnými nosičmi probiotických mikroorganizmov v porovnaní s fermentovanými mliečnymi výrobkami, ako je napríklad jogurt. Dôvodom je nižšia kyslosť a komplex bielkovín a tuku, ktorý poskytuje ochranu probiotickým mikroorganizmom počas ich prechodu gastrointestinálnym traktom (Tamime, 2005).

3.4.4 Fermentované salámy

Fermentované salámy sa vyrábajú z kvalitne vyzretého mäsa, ktoré sa rozomelie, pridá sa korenie, sacharidy, soliaca zmes a hotové dielo sa plní do priepustných čriev, ktoré môžu byť prírodné, kolagénové alebo celulózoové (Pipek, 2008).

Kľúčovou fázou výroby je fermentácia, teda zrenie, kedy dochádza k premene jednotlivých zložiek diela a k množeniu ušľachtilej mikroflóry. Pri rýchlo zrejúcich salámach sa uplatňujú mliečne baktérie *Lactococcus lactis*, laktobacily a pediokoky. Ich počet v mäse počas zrenia postupne vzrastá, pričom rast pozitívne ovplyvní prídavok soli a deficit kyslíka. Ušľachtilá mikroflóra má pozitívny vplyv nielen na organoleptické a technologické vlastnosti, ale aj na zdravie hostiteľa v podobe probiotického účinku (Pipek, 2008).

3.4.5 Fermentovaná zelenina

Konzervovanie kvasením patrí k biologickej konzervácii, kedy dochádza k mliečnemu alebo alkoholovému kvaseniu. Mliečne kvasenie sa u nás využíva pri konzervácii hlávkovej kapusty, uhoriek a v určitých krajinách aj olív a húb. Pre tento typ konzervácie sa používa kapusta z neskorých, poloneskorých odrôd, alebo sa pestujú odrody určené priamo na kvasenie. Uhorky sa skvasujú vcelku za prídavku 8% soľného roztoku, pričom soľ riadi priebeh kvasenia a potláča nevhodné zmeny v zelenine.

Za primárne kvasenie sú zodpovedné baktérie rodu *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus* a *Pediococcus*. Hlavnými nežiaducimi procesmi pri kvasení je ich nedostatočná produkcia alebo pomalé množenie (Bulková, 2011).

3.4.6 Probiotické farmaceutické preparáty

Probiotické mikroorganizmy sa nachádzajú vo farmaceutických probiotických produktoch vo forme kapsúl a tabliet. Tieto preparáty majú zväčša obmedzenú životnosť aj pri dodržaní skladovacích teplotných podmienok (4 °C) (Tančinová et al., 2012).

Mutafor obsahuje nepatogénny kmeň *E. coli* NISSLE 1917. Patrí k najstarším typom farmaceuticky vyrábaného probiotika. Využíva sa pri liečbe infekčných hnačiek, dysbakteriôz a funkčných porúch a idiopatických črevných zápalov (Zbořil, 2005). U dojčiat do jedného roka sa používa preparát **Colifant New Born** (Vlková et al., 2009).

Na našom trhu je v súčasnosti pár lyofilizovaných produktov s probiotickými kmeňmi laktobacilov a bifidobaktérií. Používajú sa na zníženie laktózovej intolerancie a proti patogénom (Zbořil et al., 2005; Vlková et al., 2009):

1. **Bion 3** – produkt obsahuje zmes troch kultúr *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum* a *Bifidobacterium bifidum*. Nachádzajú sa v preparáte v množstve 10 miliónov baktérií/g. Mechanizmus účinku spočíva v zabránení pôsobeniu žalúdočných kyselín a tráviacich enzýmov na mikroorganizmy.
2. **Biopron** (*Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *Bifidobacterium bifidum*, *B. breve*, *B. longum*, *Streptococcus thermophilus* a *Lactococcus lactis*).
3. **Bifi-Pangamin** (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* a *B. longum*).
4. **Probioflora** (*Lactobacillus acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. casei*, *Bifidobacterium bifidum*, *B. longum*, *B. lactis*, *Streptococcus thermophilus*).
5. **Lacidofil** obsahuje *Lactobacillus acidophilus* a *Lactobacillus rhamnosus* v množstve 2 miliardy živých lyofilizovaných baktérií/g.
6. **Syntax S** – v preparáte je obsiahnutá kvasinka *Sacharomyces boulardi*, ktorá inhibuje rast patogénov, vrátane *Clostridium difficile*, podporuje tvorbu IgA v sliznici tráviaceho traktu a tým zvyšuje aktivitu disacharidáz v podobe laktázy a maltázy.

3.5 Charakteristika prebiotík

Prebiotika sú definované ako nestráviteľné potraviny, ktoré priaznivo ovplyvňujú zdravotný stav hostiteľa. Vplyvom prebiotík dochádza k úprave črevnej mikroflóry stimuláciou rastu a aktivitou probiotických baktérií, predovšetkým laktobacilov a bifidobaktérií v hrubom čreve (Lee, Salminen, 2009).

Reakčnými štepnými produktmi prebiotík pomocou mikrobiálnych enzýmov sú krátke mastné kyseliny (kyselina maslová), niektoré aminokyseliny, polyaminy, rastové faktory, vitamíny a antioxidanty. Spoločne sa tieto látky podieľajú na výžive črevného epitelu a ostatných metabolických procesov (Frič, 2005).

Prebiotiká ako látky by sa mali dostať do hrubého čreva v čo najmenej zmenenom stave, kde sú využité určitými druhmi baktérií, ktoré sú schopné ich rozštiepiť a využiť na svoj rast. Prekvasením prebiotík vznikajú kyseliny (propiónová, maslová, octová) ako odpadné produkty, ktoré znižujú pH v čreve (Müllerová et al., 2014).

Prebiotiká by mali tvoriť približne 10 % z celkového energetického príjmu a 20 % z celkového príjmu potravy (Kohout et al., 2010).

Medzi hlavné látky, ktoré patria k prebiotikám, sú sacharidy od jednoduchých alkoholických cukrov cez disacharidy až k zložitejším polysacharidom (Vlková et al., 2009).

3.5.1 Rozdelenie prebiotík

Keďže sú účinky prebiotík najviac preskúmané pri bifidobaktériách, nasledujúce rozdelenie je podľa chemického zloženia prebiotík s bifidogenným účinkom (Vlková et al., 2009):

- fruktooligosacharidy a inulín,
- laktulóza,
- galaktooligosacharidy a sójové oligosacharidy,
- izomaltooligosacharidy,
- xylooligosacharidy.

3.5.2 Vlastnosti prebiotík

- Antiobstipačný účinok – sú schopné tvoriť črevné plyny a spolu s vyšším obsahom vody dochádza k zväčšeniu objemu stolice a k zlepšeniu peristaltiky.
- Pokles črevného pH - prevaha fermentácie sacharidov na úkor proteolýzy.
- Obnova rovnováhy mikroflóry čreva – dochádza k podpore určitých bakteriálnych kmeňov buď priamo, kedy prebiotikum podporuje rast baktérií alebo nepriamo, kedy prebiotikum podporí rast baktérií a ich metabolity sa stávajú esenciálnymi pre ďalšie baktérie.
- Pravdepodobné ovplyvnenie hladiny plazmatického cholesterolu.
- Nižšie nebezpečenstvo vzniku kolorektálneho karcinómu – v súčasnosti predmetom diskusií.

- Podpora nešpecifickej imunity – prebiotiká podporujú rast špecifických baktérií, a tie následne majú schopnosť ovplyvniť imunitu (Slíva, Minárik, 2009).

3.5.3 Fruktooligosacharidy a inulín

Inulín je polymér skladajúci sa z monomérov fruktózy spojených β (1–2) glykosidickou väzbou. Tieto väzby sú odolné voči tráviacim enzýmom a pH v ľudskom gastrointestinálnom trakte. Vďaka tomu sa dostávajú do hrubého čreva v neporušenom stave, kde dochádza k ich fermentácii domorodými baktériami (Gibson, Delzenne, 2008).

V prirodzenom stave sa nachádzajú v potravinách rastlinného pôvodu a u väčšiny vyšších rastlín sú zásobnými polymérmi. Hlavným zdrojom inulínu je (Kvasničková, 2010):

- zelenina: cibuľa kuchynská, topinambur, čakanka obyčajná, chren, pór, cesnak kuchynský, artičoky, hadí mord španielsky,
- ovocie: banán,
- obilniny: pšenica obyčajná, žito siate, jačmeň,
- rastliny: lopúch, púpava lekárska.

Fruktooligosacharidy je možné priemyselne získať dvoma spôsobmi s dvoma mierne rozdielnymi produktmi. Buď zo sacharózy pomocou β – fruktofuranosidázy, alebo z inulínu riadenou enzymovou hydrolyzou prostredníctvom inulinázy (Kvasničková, 2010).

3.5.4 Laktulóza

Disacharid laktulóza pozostáva z monosacharidov glukózy a fruktózy a vznikáť môže priemyselne alkalickou izomeráciou alebo izomeráciou zapríčinenou tepelným ošetrením mlieka (Vlková et al., 2009). V tenkom čreve sa takmer nevstrebáva, až v hrubom čreve je laktulóza bakteriálnou flórou rozložená na nízkomolekulárne látky, ktoré majú kyslý charakter. Laktobacily a bifidobaktérie ľahko hydrolyzujú laktulózu oproti ostatným baktériám vyskytujúcim sa v čreve, ako sú druhy *E. coli* a *Bacteroides fragilis*. V hrubom čreve slúži ako energetický substrát pre sacharidy fermentujúce baktériami. Menia sa kvantitatívne aj kvalitatívne pomery v štruktúre črevnej

mikroflóry a znižuje sa pH. Dochádza k množeniu laktobacilov a bifidobaktérií, ktoré sa usádzajú na intestinálnych epiteliárnych bunkách, čím sa zabraňuje rastu patogénov a potenciálnych patogénov (Zbořil et al., 2005).

3.5.5 Galaktooligosacharidy

Prirodzene sa nachádzajú v ľudskom a kravskom mlieku. Komerčne sú získavané z laktózy enzýmom beta-galaktosidázou. Chemický vzorec je $G(1-4) [\beta(1-6) Gal]_n$. Znamená to, že na jednotku glukózy sa viažu galaktooligosacharidy väzbou (1-4), ktoré sú vzájomne prepojené väzbou β (1-6) a n predstavuje množstvo jednotiek galaktózy (Vlková et al., 2009). Používajú sa pri výrobe umelej detskej výživy pre dojčatá, kedy sú fortifikované prebiotickou vlákninou galaktooligosacharidmi a v menšom pomere fruktooligosacharidmi (Havlík, Marounek, 2012).

Sójové oligosacharidy pozostávajú z trisacharidu rafinózy a tetrasacharidu stachyózy. Extrahujú sa priamo zo sójovej srvátky a taktiež enzymatickými procesmi. Rafinóza i stachyóza sú odolné voči tráveniu a ľahko fermentovateľné bifidobaktériami. Mnohé štúdiá ukázali, že príjem 1 až 2 g/deň vedie k zvýšeniu bifidobaktérií u jedincov s nedostatkom týchto baktérií (Gibson, Rastall, 2006).

3.5.6 Xylooligosacharidy

V súčasnej dobe tvoria xylooligosacharidy malý podiel zo všetkých oligosacharidov. Surovinou pre syntézu xylooligosacharidov je xylán, ktorý sa extrahuje najmä z kukuričných klasov. Xylán je hydrolyzovaný enzýmom β (1-4) xylanázou. Ich predpokladaním účinkom je stimulácia bifidobaktérií v črevnej mikroflóre (Gibson, Rastall, 2006).

3.5.7 Izomaltooligosacharidy

Vyrábajú sa zo škrobu pomocou enzýmov α a β – amylázy a α – glukosidázy. Tvoria krátky reťazec pozostávajúci z jednotiek glukóz spojených väzbou α (1-6). Komerčne produkované výrobky sú zmesi di-, tri- a tetrasacharidov s bifidogenným účinkom. Ich účinok závisí od zastúpenia jednotlivých zložiek z dôvodu možného trávenia v tenkom čreve pri nízkych stupňoch polymerácie (Vlková et al., 2009).

3.6 Synbiotiká

Ďalšou možnosťou na ovplyvnenie črevnej mikroflóry je použitie synbiotík. Synbiotikum je kombinácia prebiotík a probiotík. Ich správna kombinácia podporuje rast a aktivitu mikroorganizmov. Fungujú na báze synergizmu, pretože okrem podpory rastu už existujúcich kmeňov baktérií v hrubom čreve podporujú prežitie a rast pridaných probiotických baktérií (Otles, 2013).

Príkladom je vzájomné pôsobenie oligofruktózy a bifidobaktérií, kedy vzniká synergický efekt na probiotiká nachádzajúce sa v čreve (Mokrý, 2007).

3.7 Vývoj a zloženie črevnej mikroflóry

Vývoj a zloženie črevnej mikroflóry je ovplyvnený predovšetkým výživou. Novorodenci, ktorí sú dojčení, majú intestinálnu mikroflóru pozostávajúcu z laktobacilov a bifidobaktérií. Ich flóra neobsahuje fakultatívne anaerobné druhy *E. coli*, striktne anaerobné *Bacteroides fragilis* a v neposlednom rade *Clostridium species*. Dôvodom prevahy bifidobaktérií je látkové zloženie materského mlieka, ktoré priaznivo ovplyvňuje ich rast (bifidogénny faktor). V materskom mlieku je tento faktor tvorený oligosacharidmi a glykoproteínmi. Konečným produktom týchto baktérií je kyselina mliečna, ktorá spolu so špecifickými živinami obsiahnutými v materskom mlieku, ako je laktoferín, kaseín a nukleotidy, prispievajú k vzniku vhodného prostredia v ktorom laktobacily a bifidobaktérie dobre rastú. Osídlenie črevnej mikroflóry sa vytvorí počas niekoľkých dní až týždňov a stabilizácia nastáva pri prechode od výlučného dojčenia k použitiu príkrmov. Deti, ktoré sú na umelej výžive majú iné zloženie intestinálnej mikroflóry ako deti dojčené. Okrem bifidobaktérií obsahuje ich flóra aj enterobaktérie, enterokoky a klostrídie. Črevná mikroflóra sa vyvíja do 1 – 2 roka života, kedy naberá podobu dospeljej mikroflóry (Nevoral, 2005).

V tráviacom trakte zdravého človeka sa väčšina mikroorganizmov nachádza v hrubom čreve, zatiaľ čo žalúdok a horná časť tenkého čreva je skoro sterilná. Črevo dospelého človeka obsahuje približne 500 rozličných druhov baktérií a jeho obsah sa pohybuje v rozmedzí 1,0 až 1,5 kg mikroorganizmov. Anaeróbne baktérie viacnásobne prevyšujú nad aeróbnymi. Druhové zloženie mikroflóry sa počas života mení a závisí od

potravy, ktorú človek konzumuje, ekologických a hygienických pomerov, stresových situácií a veku. U starších jedincov sa postupne strácajú prospešné baktérie výmenou za menej výhodne druhy. Táto zmena je podľa najnovších predpokladov jednou z najvážnejších príčin starnutia, kedy dochádza k akumulácii chronických infekcií a latentných toxikóz, ktoré vznikajú ako následok nevhodného zloženia črevnej mikrofóry (Tančinová et al., 2012).

3.8 Klinické využitie probiotík a prebiotík v prevencii a liečbe porúch tráviaceho traktu

Zmena stravovacích návykov, pridávanie chemických látok do potravín, vody a ovzdušia zaznamenalo zvýšený výskyt mnohých ochorení, ktoré dostali pomenovanie „civilizačné ochorenia“. V súčasnosti sa potraviny rôzne upravujú (chemicky, konzervovaním), majú síce dlhšiu trvanlivosť, ale neobsahujú prirodzenú flóru, ktorá dodáva prirodzenú ochranu tak, ako to bolo v minulosti.

Možnosťou, ako zamedziť výskytu civilizačných ochorení, čo vedie ku skvalitneniu života, je dodávať organizmu látky, ktoré dokážu obnoviť, prípadne upraviť črevnú mikrofóru potlačením škodlivých mikróbov prospešnými. Týmto organizmu prospešnými látkami môžu byť funkčné potraviny, prípadne farmaceutické preparáty (Mokrý, 2007).

3.8.1 Laktózová maldigescia a intolerancia

Laktózová maldigescia a intolerancia sú ochorenia, ktoré predstavujú u postihnutých jedincov spravidla neznášanlivosť potravín súvisiacich s deficitom enzýmu β – galaktozidázy. Laktóza sa prostredníctvom tohto enzýmu štiepi na glukózu a galaktózu, pričom glukóza prechádza rovno do krvi a následne prenikne do buniek. Ak jedinec trpí vyššie zmienenými ochoreniami, tráviaci systém vytvára enzým, ktorý má nízku aktivitu (laktózová maldigescia) alebo ho vo všeobecnosti netvorí (laktózová intolerancia). Tá časť laktózy, ktorá sa nerozštiepi, prechádza do hrubého čreva, kde je fermentovaná nežiaducimi baktériami. Pri fermentácii vzniká vodík, metán, CO₂, čo je príčinou plynatosti, nadúvania, kŕčov a hnačiek.

Znatelné zlepšenie stavu nastáva pri konzumácii fermentovaných výrobkov obsahujúce baktérie mliečneho kvasenia, kedy vďaka fermentácii dochádza k rozloženiu laktózy (Vidová et al., 2013).

Dokázalo sa, že baktérie mliečneho kvasenia s vysokou aktivitou laktázy nachádzajúce sa v jogurtoch, prípadne v podobe liekov, podporujú spracovanie laktózy, čím sa zmiernujú príznaky intolerancie. Pravdepodobný efekt probiotík je skôr v tlmení prejavov intolerancie ako v samotnom štiepení laktózy (Mego, Zajac, 2008).

3.8.2 Hnačkové ochorenia

Hnačkové ochorenia sú charakterizované buď ako mierne, kedy má jedinec denne 3 a viac stolíc bez závažnejších symptómov, alebo ako prudké, ktoré sú sprevádzané navyše kŕčmi, zvracaním, horúčkou a dehydratáciou (Schindler, 2014).

Metaanalýza vykonaná autormi Sazawal et al. (2006) zahŕňala 34 randomizovaných placebom kontrolovaných štúdií na ktorých sa zúčastnilo celkovo 4 844 pacientov. Vekové rozmedzie bolo od 6 do 71 rokov. Podávali sa im probiotické baktérie *Saccharomyces boulardii*, *L. rhamnosus*, *L. acidophilus* a *L. bulgaricus* vo forme kapsúl alebo mliečnych výrobkov. Sledoval sa ich účinok spojený s akútnou hnačkou vyvolanou antibiotikami, cestovaním a inými vplyvmi.

Hnačky spojené s užívaním antibiotík nastanú pri porušení prirodzenej črevnej mikroflóry, spôsobenej druhom *Clostridium difficile* a kvasinkami. V tomto prípade podávané probiotiká spoločne s antibiotikami napomáhajú navráteniu rovnováhy črevnej flóry (Lata, Juránková, 2011). Vykonanou metaanalýzou sa zistilo, že užívanie antibiotík spoločne s probiotikami znížilo riziko ich výskytu o 57 %. Pri hnačkách z iných príčin sa dosiahlo zníženie ich výskytu o 34 %. Probiotiká zaznamenali najnižšiu účinnosť na vznik cestovateľských hnačiek, kedy ich konzumácia dosiahla zníženie len o 8 %.

Účinok probiotických kmeňov v prevencii vzniku akútnych hnačiek bol v priemere 37 % a najvyššia účinnosť sa pripisuje kvasinke *Saccharomyces boulardi*, až o 52 %. Štatisticky bola vyššia ochrana pred vznikom akútnych hnačiek u detí (57 %), ako u dospelých (26 %). Konzumácia mliečnych výrobkov, najmä jogurtov,

zaznamenala pozitívnejší vplyv než užívanie probiotík vo forme kapsúl (Sazawal et al., 2006).

3.8.3 Infekcia *Helicobacter pylori*

Helicobacter pylori je gramnegatívna baktéria, ktorá má špirálovitý tvar s bičikmi. Vyskytuje sa v napadnutej žalúdočnej sliznici. Môže spôsobovať vznik gastritídy, žalúdočných, dvanástnikových vredov a podieľa sa na vzniku karcinómu žalúdka.

Je všeobecne známe, že určité druhy *Lactobacillus* a *Bifidobacterium* dokážu inhibovať rast baktérie *Helicobacter pylori* produkciou a následným uvoľnením bakteriocínov a organických kyselín. Funkciou probiotík je ich priľnutie na slizničné povrchy a zabránenie invazivity patogénom. Už v minulosti sa dokázalo, že v žalúdočnej sliznici sa na glykolipidové receptory viažu druhy *L. fermentum*, *L. acidophilus*, *L. plantarum*, *L. reuteri* a *L. casei*. Liečba baktérie *Helicobacter pylori* je prostredníctvom eradikačnej antimikróbnej liečby, kedy pri jej užívaní môžu nastať vedľajšie nežiaduce účinky, ako je hnačka, kŕče a nafukovanie. Probiotiká sú nenahraditeľné pri prevencii a potlačaní týchto vedľajších nežiaducich účinkov, podporuje sa znášanlivosť eradikačnej liečby. Zvažuje sa, že probiotiká napomáhajú hojeniu žalúdočnej sliznice pomocou ich protizápalových a antioxidantných vlastností. Nielen z týchto poznatkov vyplýva, že probiotiká majú priaznivý vplyv pri liečbe a prevencii druhu *Helicobacter pylori*. Táto oblasť sa však naďalej skúma (Minárik et al., 2009).

Štúdia autorov Myllyluoma et al. (2005) zahrňovala 47 dospelých ľudí, z nich 23 prijímalo probiotikum. Výsledkom tejto malej štúdie bolo, že prijímanie probiotických výživových doplnkov 2× denne s celkovou dávkou 10^{11} KTJ znížilo početnosť a závažnosť vedľajších príznakov spojených s eradikačnou liečbou druhu *Helicobacter pylori*.

3.8.4 Idiopatické črevné zápaly

Medzi idiopatické črevné zápaly sa radí Crohnova choroba a ulcerózna kolitída. Patria medzi chronické zápalové ochorenia, majú nejednoznačný pôvod a v konečnom dôsledku poškodzujú tráviaci trakt. Vo svojej podstate sú to imunologické ochorenia,

ktoré sú sprevádzané chronickým zápalom s nadmerným porušením steny gastrointestinálneho traktu. Ani v súčasnosti nie je príčina týchto ochorení jasná, teda neexistuje ani kauzálna liečba. Liečba sa zameriava minimálne na zoslabenie až odstránenie príznakov, ťažkostí a na udržanie remisie ochorení.

Mechanizmus pôsobenia probiotík pri idiopatických črevných zápaloch spočíva vo vytesnení patogénnych mikroorganizmov z receptorov na črevnom epiteli, vyššou sekréciou črevného hlienu posilňujúcim slizničnú obranu a stimuláciou lokálneho imunitného systému (Kučela, 2012).

Pri Crohnovej chorobe je v súčasnosti k dispozícii málo randomizovaných klinických štúdií (Kučela, 2012). Pri pilotnej štúdií podľa Gupta et al. (2000) sa aplikoval kmeň *Lactobacillus rhamnosus* GG vo forme tabliet 4 deťom s mierne až stredne aktívnou Crohnovou chorobou. Už po týždni podávania kmeňa *Lactobacillus rhamnosus* GG spolu so sprievodnou liečbou došlo k zlepšeniu ich klinického stavu a toto zlepšenie vydržalo počas celej doby štúdie, ktorá trvala 6 mesiacov.

Randomizovaná kontrolovaná štúdia autorov Fujimori et al. (2009), ktorá trvala 3 mesiace, sa zamerala na vplyv probiotík, prebiotík a synbiotík na ulceróznou kolitídu. Na štúdiu sa podieľalo 120 pacientov rozdelených do troch skupín. Pacienti tejto štúdie trpeli mierne ťažkou formou ulceróznej kolitídy, alebo mali chorobu v remisii. Prvá skupina prijímala probiotikum *Bifidobacterium longum*, druhá skupina konzumovala prebiotikum psyllium a tretia skupina prijímala probiotikum aj prebiotikum súčasne.

Podľa tejto štúdie každý z týchto troch liečebných režimov mal pozitívny vplyv na kvalitu života ľudí trpiacich ulceróznou kolitídou. Avšak, synbiotická podporná liečba mala o niečo lepší výsledok. Výsledky vyplývajú z dotazníka IBDQ, ktorý zahŕňa otázky z určitých oblastí života a ktoré najviac zasahujú do kvality života týchto pacientov. Podľa tohto dotazníka probiotiká zlepšili emocionálne funkcie, prebiotiká podporili funkciu čriev a pri synbiotikách nastalo zlepšenie v systémových a sociálnych funkciách.

Vysoká účinnosť sa pripisuje tiež špeciálnemu kmeňu *E. coli* (Nissle 1917) v prevencii relapsov idiopatických črevných zápalov (Fulmeková, 2013).

3.8.5 Vplyv probiotík na hladinu cholesterolu

Pôvod slova cholesterol pochádza z gréčtiny, pričom „*chole*“ v preklade znamená žlč a „*stereos*“ pevný. Definovaný je ako lipid zo skupiny steroidov a pôvodne bol izolovaný zo žlčových kameňov. Je podstatnou látkou obsiahnutou v bunkových membránach, v nervových obaloch, v žlčových kyselinách a v steroidných hormónoch. Vyskytuje sa v eukaryotických bunkách v bunkovej membráne. V ľudskom organizme je súčasťou všetkých tkanív a taktiež krvi. Podstatná časť telesného cholesterolu sa syntetizuje v organizme a teda nie je priamo zo stravy. Najviac sa cholesterol koncentruje v tkanivách, kde sa syntetizuje (pečeň) a v miestach s pevnejšími bunkovými membránami (mozog, miecha). Cholesterol je jednou z príčin vzniku kardiovaskulárnych ochorení spojených s vyššou hladinou lipoproteínov v krvi (hypercholesterolémia, ateroskleróza) (Martinčeková, 2013).

Všeobecne rozoznávame HDL cholesterol, ktorý je súčasťou potravín živočíšneho pôvodu a LDL cholesterol, predstavujúci hladinu cholesterolu v krvi. HDL cholesterol je lipoproteín s vysokou hustotou a predstavuje časť „dobrého“ cholesterolu v krvi. Jeho účinok spočíva v čistení tepien a priaznivo vplýva na celkový krvný obeh. LDL cholesterol je lipoproteín s nízkou hustotou a naopak predstavuje časť „zlého“ cholesterolu v krvi, a teda je príčinou upchávania ciev a jeho hodnota by mala byť čo najnižšia. Za primeranú dennú dávku cholesterolu sa považuje 300 mg (Martinčeková, 2013).

Autori Mann a Spoerry (2015) už v roku 1974 prišli na to, že mlieko fermentované pomocou laktobacilov viedlo k hypocholesterolickému efektu. Neskôr sa zistilo, že bifidobaktérie majú obdobný efekt na zníženie sérového cholesterolu. Ich spoločným účinkom je zvýšenie rezistencie lipoproteínov s nízkou hustotou (LDL) voči oxidácii (Grofová, 2010).

Autori Kiessling et al. (2002) vykonali randomizovanú placebo kontrolovanú štúdiu, do ktorej bolo zapojených 29 žien, ktoré konzumovali jogurt s obsahom *L. acidophilus* 145 a *B. longum* 913 v množstve 300 g/deň. Výsledok výskumu po 21 týždňoch ukázal signifikantný vzostup HDL cholesterolu, a došlo k zlepšeniu pomeru LDL/HDL cholesterolu.

Pravdepodobné mechanizmy zníženia cholesterolu sú nasledovné (Grofová, 2010):

- asimilácia cholesterolu baktériami (bifidobaktérie, *L. acidophilus*, *L. lactis*) nachádzajúcimi sa v tenkom čreve,
- zabudovanie cholesterolu do bunkovej steny a bunková membrány baktérií, čím sa zníži jeho absorpcia do enterohepatálneho obehu.

3.8.6 Probiotiká a imunitný systém človeka

Imunita je definovaná ako ochrana organizmu pred rozličnými ochoreniami. Je to dispozícia organizmu tvoriť základnú obrannú líniu pred choroboplodnými mikroorganizmami a pred nádorovým bujnením. Imunitný systém predstavuje súbor buniek a orgánov, ktoré vzájomným pôsobením obraňujú organizmus pred cudzorodými látkami. Obrana prvej línie je v podobe nešpecifickej imunity (prirodzená) a druhú líniu tvorí špecifická imunita (získaná) (Martinčeková, 2011).

Mechanizmy nešpecifickej imunity sú založené na reakciách, ktoré sú vrodené. Pomocou nich sa organizmus bráni prieniku infekcie priamo do organizmu jedinca. Radia sa k nim bariérové mechanizmy ako je koža, sliznica tráviaceho traktu s vrstvou hlienu, obsahujúcim protilátky (špecifická imunita) a rozličné baktericidné látky. Ďalej sú to samotné baktérie buď organizmu vlastné alebo podané vo forme liekov alebo potravinových doplnkov, napríklad probiotických, ktoré dokážu zabrániť adhézii nežiaducich baktérií. K ďalším mechanizmom patria tzv. pyrogény, sú to látky, ktoré zvyšujú telesnú teplotu jedinca a tým ničia cudzorodé organizmy. Podstatné sú tiež látky proteínovej povahy (komplement). Nachádzajú sa v krvi a ich aktiváciou sa poškodzujú bunkové membrány cudzorodých látok a následne dôjde k ich likvidácii. Fagocytárna schopnosť leukocytov (granulocyty) a monocyto-makrofágového systému sú taktiež súčasťou nešpecifickej imunity. Tieto bunky pohltia cudzorodé látky a zničia ich.

Špecifická imunita je založená na reakciách, ktoré sú cielené na konkrétny antigén s ktorým mal organizmus už v minulosti skúsenosť. Zabezpečujú ju B – lymfocyty vyvíjajúce sa do plazmatických buniek tvoriacich protilátky a T – lymfocyty, ktorých úlohou je zabezpečiť bunkovú odpoveď (Kohout, 2010).

Probiotické baktérie sú taktiež ako iné baktérie rozoznávané imunitnými bunkami čreva, kedy ich vzájomný kontakt aktivuje špecifickú i nešpecifickú imunitu v črevnom

lymfatickom systéme a v systémovej imunite. Probiotiká majú vplyv na imunitnú odpoveď (Kohout, 2010):

- nešpecifickú – stimuláciou fagocytózy, cytotoxickou činnosťou a tvorbou imunoregulačných cytokínov,
- špecifickú – podporou tvorby protilátok IgA a IgG a supresiou produkcie IgE.

Črevná mikroflóra má jednu z kľúčových úloh pri formovaní imunity človeka. Na obe formy imunity majú vplyv mikroorganizmy nachádzajúce sa v čreve. Najväčší význam v imunite jedinca majú laktobacily a bifidobaktérie, ktoré ako prvé osídľujú črevnú mikroflóru človeka od narodenia. Ich pozitívum spočíva vo vytvorení ochrannej bariéry na povrchu sliznice, spúšťajú produkciu protilátok alebo celulárnej imunity. Tieto organizmu prospešné baktérie zamedzujú prenikaniu cez črevnú stenu choroboplodným mikroorganizmom priamo do organizmu človeka. Dokážu na sliznici čreva získať väzobné miesta pre antigény a choroboplodné baktérie a podporujú tak ich vylučovanie z organizmu bez vyvolania nožnej infekcie. Výsledkom je, že organizmus ich neberie ako telu cudzorodé látky, ale sú to baktérie telu prospešné (Klucho, 2014).

3.8.7 Probiotiká a alergické choroby

Alergickými ochoreniami trpí tretina populácie a radia sa medzi civilizačné ochorenia. Sú to ochorenia, pri ktorých nastáva opakovaná expozícia bežne neškodných antigénov vonkajšieho prostredia (alergény) a vyvoláva v tkanivách orgánov zápalové zmeny, ktoré sú príčinou porúch ich funkcie. Alergény sú vlastne antigény, ktoré u precitlivených ľudí zapríčinia hypersenzitívnu odpoveď. Ide hlavne o bielkoviny, ale aj nízkomolekulárne látky (hapteny), ktoré po naviazaní na makromolekulové substancie spustia alergickú reakciu (Novotná, Novák, 2012).

Vzhľadom na to, že probiotiká normalizujú črevnú mikroflóru, ich podávanie môže zabrániť vzniku alergií. Probiotiká majú pravdepodobný vplyv na produkciu protizápalových cytokínov a tým sa predchádza ich vzniku. Týmto zistením sa začali klinické štúdie, kedy sa začali probiotiká testovať pri prevencii a liečbe alergických chorôb, ako je atopická dermatitída (Kostluk, 2009).

V prvotnej prevencii ide najmä o podávanie probiotík tehotným ženám a ich deťom v postnatálnom období, teda v období, kedy je možné ovplyvniť ich imunitný systém

a zabrániť vzniku alergických chorôb (Kostluk, 2009). Podľa Fínskej štúdie autorov Kalliomäki et al. (2007), sa potvrdilo, že skupina matiek, konzumujúcich probiotický kmeň *Lactobacillus rhamnosus* CG podávaný počas posledných 4 týždňov tehotenstva a počas 6 mesiacov postnatálne deťom s vysokým rizikom vzniku atopického ekzému, znížilo toto riziko v 2. až 7. roku života. Zaujímavé je, že v tejto skupine nastal vyšší výskyt alergickej rinitídy a astmy.

Štúdia autorov Lodinová et al. (2003), ukázala, že úmyselná kolonizácia čreva novonarodených detí probiotickou baktériou (nepatogénnou *E. coli*) viedla k zníženiu výskytu alergií a opakovaných infekcií v ich neskoršom veku.

Metaanalýzy poskytujú lepší pohľad na vzťah medzi probiotikami a alergiami. (Kostluk, 2009). Metaanalýza od autorov Lee et al. (2008), ukázala, že z 10 preventívnych štúdií sa v 6 z nich dokázal pozitívny vplyv probiotík na zníženie vzniku atopickej dermatitídy. Hlavne u osôb, ktoré užívali probiotiká nielen postnatálne, ale aj v priebehu tehotenstva sa toto riziko znížilo až o 61 %.

3.8.8 Probiotiká a karcinogenita

Karcinómy tráviaceho traktu sa v populácii vyskytujú čoraz častejšie v porovnaní s nádormi iných orgánov. Najčastejším karcinómom intestinálneho traktu je kolorektálny karcinóm, ktorý sa vyskytuje častejšie u mužov ako u žien a riziko stúpa so zvyšujúcim sa vekom. Takisto aj rakovina konečníka postihuje viac mužov. Etiologické faktory sú buď genetické, predispozičné, a tiež faktory vonkajšieho prostredia. K faktorom vonkajšieho prostredia patrí najmä výživa a životný štýl jedinca, pričom výživa môže mať na človeka protektívny, alebo naopak, karcinogénny vplyv. Jedným z protektívnych faktorov je konzumácia dostatočného množstva vlákniny. Pravý mechanizmus vplyvu vlákniny na kolorektálny karcinóm je síce zatiaľ nejasný, ale predpokladá sa, že má vplyv na (Vavrečka, 2010):

- zväčšenie objemu stolice a peristaltiku, čím sa výrazne skracuje doba kontaktu karcinogénov so sliznicou a púta karcinogény na svoje polymérové štruktúry,
- normalizáciu črevnej mikróflóry smerom k probiotickým kultúram a redukcii hladiny určitých baktériových enzýmov v čreve, čím sa zamedzuje aktivácii karcinogénov,

- zvýšenie klírensu žlčových kyselín vedúcej k bunkovej proliferácii,
- zníženie pH črevného obsahu, čo vedie k zníženiu rozpustnosti a následnej, resorpcie možných karcinogénov,
- elimináciu kyslíkových radikálov z dôvodu obsahu antioxidantov vo vláknine.

Pod vedením Lee et al. (2014) prebehla randomizovaná placebom kontrolovaná štúdia, kde sa sledovali pacienti s kolorektálnym karcinómom druhého až tretieho stupňa s vekovou hranicou viac ako 20 rokov. Do štúdie bolo zapojených 60 pacientov rozdelených do dvoch skupín. Jednej skupine (28) sa podávalo probiotikum Lacidofil obsahujúci druhy *L. rhamnosus* a *L. acidophilus* vo forme tabliet. Druhá skupina (32) konzumovala placebo. Štúdia sa vyhodnocovala po 12 týždňoch na základe biochemickej analýzy, antropometrických meraní a dotazníka.

Po 12 týždňoch sa významne znížil podiel pacientov s črevnými príznakmi. Taktiež sa zlepšili príznaky dráždivého tračníka. Pozitívny vplyv nastal aj v kvalite života pacientov s týmto ochorením z hľadiska únavy a celkového duševného zdravia. Bola to prvá randomizovaná placebom kontrolovaná štúdia so zameraním na črevné príznaky, kvalitu života a ich duševné zdravie, aj keď neodhalila presný mechanizmus účinku probiotík na toto ochorenie.

4 ZÁVER

Probiotiká a prebiotiká by mali byť súčasťou každodennej stravy, pretože len ich pravidelnou konzumáciou dosiahneme požadovaný efekt. Dávka probiotík by sa mala zvyšovať postupne, aby nedošlo k nežiaducim vedľajším účinkom u oslabených jedincov (bolesti hlavy, nechutenstvo, únava, flatulencia, dyspeptické ťažkosti, kožné alergické prejavy). Probiotiká sa nachádzajú vo fermentovaných mliečnych výrobkoch ako sú jogurty, kefir a kefirové mlieko, acidofilné mlieko a cmar. Nájdeme ich aj ako potravinové doplnky vo forme kapsúl. Prebiotiká sú v prirodzenom stave obsiahnuté najmä v rastlinných potravinách ako je zelenina, obilniny, prípadne ovocie. V súčasnosti sa na trhu propaguje veľké množstvo potravín s probiotickými látkami a pri ich výbere treba byť opatrný. Základnou podmienkou je, aby daný produkt obsahoval dostatočné množstvo živých kultúr a väčšinou takéto potraviny sa vyznačujú kratšou dobou trvanlivosti.

Konzumácia probiotických potravín prispieva k optimalizácii črevnej mikroflóry, kedy sú patogénne mikróby potlačené mikroorganizmami telu prospešnými. Používajú sa predovšetkým ako súčasť prevencie voči chorobám, aj keď majú schopnosť zmierniť priebeh niektorých ochorení.

Okrem ich priaznivého účinku môžu mať probiotiká aj tie nežiaduce. Týka sa to predovšetkým dlhodobej konzumácie probiotík u ľudí s autoimunitnými ochoreniami, so znateľne narušením imunitným systémom (AIDS, nedonosený novorenedenci). Nebezpečenstvo predstavuje aj prenos vankomycínovej rezistencie kmeňmi *Enterococcus faecium* a sekundárne infekcie (krvavé hnačky, imunosupresívna liečba, ožarovanie). Vo väčšine prípadov ide o raritné prípady a konzumáciu probiotík môžeme pokladať za relatívne bezpečnú.

5 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

ANONYM A. Probiotika. *Pharma News* [online]. 2006, č. 3 [cit. 2015-02-26]. Dostupné z: http://www.pharmanews.cz/2006_03/probiotika.html

BEDNÁŘ, M., FRAŇKOVÁ, V., SCHINDLER, J., SOUČEK, A. a VÁVRA, J. *Lékařská mikrobiologie: Bakteriologie, virologie, parazitologie*. 1. vyd. Praha: Marvil, s. r. o., 1996, 558 s.

BULKOVÁ, V. *Rostlinné potraviny*. 1. vyd. Brno: IDVZP, 2011, 162 s. ISBN 978-80-7013-532-7.

FERENČÍK, M., ROVENSKÝ, J., SHOENFELD, Y. a MAŤHA, V. *Imunitní systém: Informace pro každého*. 1 vyd. Praha: Grada publishing, a. s., 2005, 236 s. ISBN 80-247-1196-6.

FRIČ, P. Probiotika v terapii chorob trávicího ústrojí. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2005, č. 10, s. 434–437 [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2005/10/04.pdf>

FUJIMORI, S., GUDIS, K., MITSUI, K., SEO, T., YONEZAWA, M., TANAKA, S., TATSUGUCHI, A. a SAKAMOTO C. A randomized controlled trial on the efficacy of synbiotic versus probiotic or prebiotic treatment to improve the quality of life in patients with ulcerative colitis. *Nutrition* [online]. 2009, roč. 25, č. 5, s. 520–525 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0899900708004917#>

FULMEKOVÁ, M., MASARYKOVÁ, L. a LEHOTSKÁ, L. Probiotiká v živote človeka. *Praktické lekárnictvo* [online]. 2013, roč. 3, č. 1, s. 15–18 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.solen.sk/pdf/632c0fe3e66d9c423287fd15c58391ea.pdf>

GAŠPERÁK, Z.. Vnútorne systémy a orgány: Tráviaci systém. *Chiropraktik* [online]. 2015 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://777888.eu/sk/vnutorne-organy/>

GIBSON, G. R. a DELZENNE, N. Inulin and oligofructose: New scientific development. *Nutrition today* [online]. 2008, roč. 43, č. 2, s. 54–59 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: 0fcfd508653e182652000000.pdf

GIBSON, G. R. a RASTALL, R. A. *Prebiotics: Development & application*. 1st ed. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd, 2006, 264 s. ISBN 978-0-470-02313-6.

GÖRNER, F. a VALÍK, L. *Aplikovaná mikrobiológia požívatin: princípy mikrobiológie požívatin, potravinársky významné mikroorganizmy a ich skupiny, mikrobiológia potravinárskych výrob, ochorenia mikrobiálneho pôvodu, ktorých zárodky sú prenášané požívatinami*. 1. vyd. Bratislava: Malé centrum, 2004, 528 s. ISBN 80-967064-9-7.

GROFOVÁ, Z. Probiotika a jejich vliv na dyslipidemii a diabetes. *Medicína pro praxi* [online]. 2010, roč. 5, č. 7, s. 233–234 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2010/05/06.pdf>

GUPTA, P., ANDREW, H., KIRSCHNER, B. S. a GUANDALINI, S. Is lactobacillus GG helpful in children with Crohn's disease? Results of a preliminary, open-label study. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition* [online]. 2000, č. 4, s. 453–457 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=gupta+prbiotics+and+crohn%C2%B4s+disease>

HAVLÍK, J. a MAROUNEK, M. *Živiny a živinové potřeby člověka: Učebnice ČZU*. 1. vyd. Praha: ČZU, 2012, 84 s. ISBN 8021322691.

HLADÍKOVÁ, Z., SMETANKOVÁ, J., GREIF, G. a GREIFOVÁ, M. Characterization of Lactotoccus strains and their using in dairy technology. *Potravinárstvo* [online]. 2012, roč. 6, č. 1, s. 21–29 [cit. 2015-03-16]. Dostupné z :<http://www.potravinarstvo.com/journal1/index.php/potravinarstvo/article/view/162/166>

HUI, Y. H., MEUNIER-GODDIK, L., HANSEN, A. S., JOSEPHSEN, J., NIP, W. K., STANFIELD, P. S. a TOLDRÁ, F. *Handbook of food and bevarage fermentation technology*. 1st ed. New York: Marcel Dekker, Inc., 2004, 891 s. ISBN 0-247-4780-1.

KADLEC, P., ČEPIČKA, J., ČURDA, L., DOSTÁLOVÁ, J., FILIP, V., MELZOCH, K., PLOCKOVÁ, M., RYCHTERA, M., ŠMIDRKAL, J., ŠTETINA, J. a VOLDŘICH, M. . *Technologie potravin II*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002, 236 s. ISBN 80-7080-510-2.

KALÁČ, P. *Funkční potraviny: Kroky ke zdraví*. 1. vyd. České Budějovice: DONA s. r. o., 2003, 130 s. ISBN 80-7322-029-6.

KALLIOMÄKII, M., SALMINEN, S., POUSSA, T. a ISOLAURI, E. Probiotics during the first 7 years of life: A cumulative risk reduction of eczema in a randomized, placebo-controlled trial. *The journal of allergy and clinical immunology* [online]. 2007, roč. 119, č. 4, s. 1019–1021 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: [http://www.jacionline.org/article/S0091-6749\(06\)03800-0/fulltext](http://www.jacionline.org/article/S0091-6749(06)03800-0/fulltext)

KIESSLING, G., SCHNEIDER, J. a JAHREIS, G. Long-term consumption of fermented dairy products over 6 months increases HDL cholesterol. *European journal of clinical nutrition* [online]. 2002, roč. 56, č. 9, s. 843–849 [cit. 2015-02-11]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12209372>

KLUCHO, J. Črevná mikroflóra a jej vplyv na imunitný systém človeka. *MediNews* [online]. 2014, č. 2 [cit. 2015-02-12]. Dostupné z: <http://www.edukafarm.sk/data/soubory//casopisy/mediNEWS/02-2014/14.pdf>

KOHOUT, P. Možnosti ovlivnění imunitního systému nutraceutiky. *Klinická farmakologie a farmacie* [online]. 2010, roč. 24, č. 1, s. 47–50 [cit. 2015-02-14]. Dostupné z: <http://solen.cz/pdfs/far/2010/01/09.pdf>

KOHOUT, P., DOSTÁLOVÁ, J., BROULÍK, P., MAXOVÁ, M., MOTÁN, J., VEVERKA, J., GABROVSKÁ, D., MACH, I., FRIC, P. a VLČEK, J. *Potraviny: součást zdravého životního stylu*. 1. vyd. Olomouc: Solen s. r. o., 2010, 106 s. ISBN 978-80-87327-39-5.

KOSTLUK, P. Prenatální a postnatální podávání probiotik v prevenci alergie. *FarmiNews* [online]. 2009, roč. 6, č. 1, s. 14 [cit. 2015-02-02]. Dostupné z: <http://www.edukafarm.cz/data/soubory/casopisy/5/014.pdf>

KUŽELA, L. Probiotiká a nešpecifické črevné zápaly. *Thalion: Gastroentero-hepatologické centrum* [online]. Bratislava, 2012 [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://www.thalion.sk/doc/odbornici/Probiotika%20lekarom.pdf>

KVASNIČKOVÁ, A. *Sacharidy pro funkční potraviny: Probiotika-prebiotika-symbiotika*. 1.vyd. Praha: ÚZPI, 2010, 82 s. ISBN 80-7271-001-X.

LATA, J. a JURÁNKOVÁ, J. Střevní mikroflóra, slizniční bariéra a probiotika u některých interních chorob. *Praktické lékárenství* [online]. 2011, roč. 7, č. 5, s. 212–217 [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://www.praktickelekarenstvi.cz/pdfs/lek/2011/05/04.pdf>

LEE, J. Y., CHU, S. H., JEON, J. Y., LEE, M. K., PARK, J. H., LEE, D. C. , LEE, J. W. a KIM, N. K. Effects of 12 weeks of probiotic supplementation on quality of life in colorectal cancer survivors: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Digestive and liver disease* [online]. 2014, roč. 46, č. 12, s. 1126–1132 [cit. 2015-03-31]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1590865814007014>

LEE, J., SETO, D. a BIELORY, L. Meta-analysis of clinical trials of probiotics for prevention and treatment of pediatric atopic dermatitis. *Journal of allergy and clinical immunology* [online]. 2008, roč. 121, č. 1 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0091674907021720>

LEE, Y. K. a SALMINEN, S. *Handbook of probiotics and prebiotics*. 2nd ed. New Jersey: A John Wiley & Sons, Inc., Publication, 2009, 576 s. ISBN 978-0-470-13544-0.

LODINOVÁ-ZAHRADNIKOVA, R., CUKROWSKA, B. a TLASKALOVA-HOGENOVA, H. Oral Administration of Probiotic *Escherichia coli* after Birth Reduces Frequency of Allergies and Repeated Infections Later in Life (after 10 and 20 Years). *International archives of allergy and immunology* [online]. 2003, roč. 131, č. 3, s. 209–211 [cit. 2015-03-17]. Dostupné z: <http://www.karger.com/Article/Abstract/71488>

MANN, G. V. a SPOERRY, A. Studies of a surfactant and cholesteremia in the maasai. *The American journal of clinical nutrition* [online]. 2015, roč. 27, č. 5, s. 464–469 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://ajcn.nutrition.org/content/27/5/464.full.pdf+html>

MARTINČEKOVÁ, M. Cholesterol z hľadiska životosprávy. *Praktické lekárnictvo* [online]. 2012, roč. 3, č. 4, s. 134–136 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: http://www.solen.sk/index.php?page=pdf_view&pdf_id=6629&magazine_id=14

MARTINČEKOVÁ, M. Imunita: čo by sme mali o nej vedieť. *Praktické lekárnictvo* [online]. 2011, roč. 1, č. 3, s. 153–154 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: <http://www.solen.sk/pdf/f0544addfc18b9ea91e5b07a939e880e.pdf>

MEGO, M. a ZAJAC, V. Probiotiká a ochorenia tráviaceho traktu. *Via practica* [online]. 2008, roč. 5, č. 4-5, s. 206–210 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: http://www.solen.sk/index.php?page=pdf_view&pdf_id=3187&magazine_id=1

MINÁRIK, P., HANESOVÁ, T. a OGURČÁK, D. Probiotiká a ich význam v prevencii a liečbe infekcie *Helicobacter pylori*. *Via practica* [online]. 2009, roč. 6, č. 12, s. 484–487 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.solen.sk/pdf/6055c74f30c6d062640c3ab675eea284.pdf>

MINDELL, E. a CHALLEM, J. *Probiotics: Basic health publications user's guide to probiotics, user's guides to nutritional supplements, user's guides*. North Bergen: Basic health publications, 2004, 92 s. ISBN 1-59120-114-4.

MOKRÝ, J. Probiotiká v ambulantnej praxi. *Via practica* [online]. 2007, roč. 4, č. 4, s. 172-177 [cit. 2015-01-30]. Dostupné z: <http://www.solen.sk/pdf/790608cc7854f6ec5d39ca6e77a818bb.pdf>

MÜLLEROVÁ, D., AUJEZDSKÁ, A., DVOŘÁKOVÁ, J., KLEPÁČ, J., LANGMAJEROVÁ, J., POKORNÝ, T., SEDLÁČEK, P. a ZLOCH, A. *Hygienu, preventivní lékařství a veřejné zdravotnictví*. 1. vyd. Praha: Karolinum Press, 2014, 256 s. ISBN 978-80-246-254-3.

MYLLYLUOMA, E., VEIJOLA, L., AHLROOS, T., TYNKKYNNEN, S., KANKURI, E., VAPAATALO, H., RAUTELIN, H. a KORPELA, R. Probiotic supplementation improves tolerance to *Helicobacter pylori* eradication therapy: a placebo-controlled, double-blind randomized pilot study. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics* [online]. 2005, roč. 21, č. 10, s. 1263–1272 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2036.2005.02448.x/full>

NEVORAL, J. Prebiotika a probiotika v pediatrii. *Pediatric pro praxi* [online]. 2012, roč. 13, č. 3, s. 167–173 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.pediatricpropraxi.cz/pdfs/ped/2012/03/07.pdf>

NEVORAL, J. Prebiotika, probiotika a synbiotika. *Pediatric pro praxi* [online]. 2005, č. 2, s. 60–65 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.pediatricpropraxi.cz/pdfs/ped/2005/02/02.pdf>

NOVOTNÁ, B. a NOVÁK, J. *Alergie a astma: v tehotěnství, prevence v dětství*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing a. s., 2012, 244 s. ISBN 978-80-247-4390-5.

OTLES, S. a CAGINDI, A. O. Kefir: A Probiotic Dairy-Composition, Nutritional and Therapeutic Aspects. *Pakistan journal of nutrition* [online]. 2003, roč. 2, č. 2, s. 54–59 [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://hum.pm/onewebmedia/Ke%CC%81fir%20Composicio%CC%81n%20Aspectos%20Terape%CC%81uticos%20y%20Nutricionales%20.pdf>

OTLES, S. *Probiotics and Prebiotics in Food, Nutrition and Health..* CRC Press, 2013, 512 s. ISBN 978-1466586239.

PIPEK, P. Fermentované salámy a probiotika. *Potravinárska revue* [online]. 2008, roč. 5, č. 3, s. 13–16 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/PZ/RE3-2008.pdf>

RADA, V. Využití probiotik, prebiotik a synbiotik. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2010, roč. 12, č. 2, s. 92–97 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2010/02/08.pdf>

SAZAWAL, S., HIREMATH, G., DHINGRA, U., MALIK, P., DEB, S. a BLACK, R. . Efficacy of probiotics in prevention of acute diarrhoea: A meta-analysis of masked, randomised, placebo-controlled trials. *The lancet infectious diseases* [online]. 2006, roč. 6, č. 6, s. 374–382 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1473309906704959>

SCHINDLER, J. *Mikrobiologie: Pro studenty zdravotnických oborů*. 2 vyd. Praha: Grada Publishing a. s., 2014, 248 s. ISBN 978-80-247-4771-2.

SLÁDKOVÁ, P. a HLAVÁČOVÁ, J. *Speciální mikrobiologie*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita, 2011, 88 s. ISBN 978-80-7375-558-4.

SLÍVA, J. a MINÁRIK, J. *Doplňky stravy*. 1.vyd. Praha: TRITON, 2009, 107 s. ISBN 978-80-7387-169-7.

ŠILHÁNKOVÁ, E. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnolgy*. 1. vyd. Praha: Akademie věd České republiky, 2002, 363 s. ISBN 80-200-1024-6.

ŠINKOVÁ, T. Informácie pre spotrebiteľov: Bioaktívne látky. *Výskumný ústav potravinársky* [online]. 2015 [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://www.vup.sk/index.php?mainID=1&navID=35&id=9>

ŠROUBKOVÁ, E. *Technická mikrobiologie*. 1.vyd. Brno: Mendelova univerzita, 1996, 150 s. ISBN 80-7157-226-8.

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

TAMIME, A. Y. *Probiotic dairy products*. 1st ed. UK: Blackwell publishing Ltd, 2005, 216 s. ISBN 1-4051-2124-6.

TANČINOVÁ, D., MAKOVÁ, J., FELŠÖCIOVÁ, S., KAČÁNIOVÁ, M. a KMEŤ, V. *Mikrobiológia potravín*. 4.vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2012, 144 s. ISBN 978-80-552-0904-3.

TANNOCK, G. W. *Probiotics and Prebiotics: Scientific Aspects*. Norfolk: Horizon Scientific Press, 2005, 230 s. ISBN 1-904455-01-8.

VAVREČKA, A. Epidemiológia, etiológia, klinický obraz a prevencia kolorektálneho karcinómu. *Via practica* [online]. 2010, roč. 7, č. 1, s. 10–13 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: http://www.solen.sk/index.php?page=pdf_view&pdf_id=4267&magazine_id=1

VIDOVÁ, M., HRONSKÁ, H., TOKOŠOVÁ, S. a ROSENBERG, M. Importance of prebiotic and probiotic: The role of galactooligosacharides as prebiotic additives. *Potravinárstvo* [online]. 2013, roč. 7, č. 1, s. 28–35 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.potravinarstvo.com/journal1/index.php/potravinarstvo/article/viewFile/251/pdf>

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

ZBOŘIL, V., PROKOPOVÁ, L. a HERTLOVÁ, M. *Mikroflóra trávicího traktu: Klinické souvislosti*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2005, 153 s. ISBN 80-247-0584-2.

6 ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1 *Prehľad najčastejšie používaných probiotík*

Tab. 2 *Rody baktérií mliečneho kvasenia, ich fermentačný typ a produkty*

7 ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1 *Tráviaci systém*