

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 - Zemědělství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra genetiky, šlechtění a výživy zvířat

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jindřich Čítek, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Význam probiotik a prebiotik ve výživě člověka

Autor: Tereza Ševčíková

Vedoucí bakalářské práce: Dr. Ing. Jaromír Kadlec

ČESKÉ BUDĚJOVICE, 2013

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tereza ŠEVČÍKOVÁ**
Osobní číslo: **Z10167**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Agropodnikání**
Název tématu: **Význam probiotik a prebiotik ve výživě člověka**
Zadávající katedra: **Katedra genetiky, šlechtění a výživy**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem bakalářské práce je zpracovat literární studii zabývající se významem probiotických potravin a probiotických a prebiotických doplňků stravy. Jejich zařazení do racionální výživy člověka a vztah ke zdravotnímu stavu konzumenta.

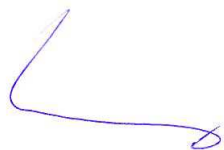
Probiotika jsou živé mikroorganismy žijící ve střevním traktu a významným způsobem pozitivně ovlivňují zdraví člověka. Pod pojmem prebiotika rozumíme látky, které slouží jako potrava bakteriím, které pozitivně ovlivňují zdravotní stav konzumenta - jak probiotických, tak tělu vlastních. Literární studie bude zahrnovat charakteristiku a definici probiotických potravin a probiotických a prebiotických doplňků stravy. Studentka podrobně vyhodnotí jednotlivé druhy probiotických potravin a doplňků stravy, jejich vliv na skladbu střevní mikroflóry a na zdraví člověka. Důraz bude kladen na prevenci vzniku civilizačních chorob a význam pro jednotlivé kategorie obyvatelstva.

Rozsah grafických prací: dle úvahy
Rozsah pracovní zprávy: cca 50 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

Kalač, P.: Funkční potraviny - kroky ke zdraví. Nakladatelství DONA s.r.o. 2003, 130 s., ISBN 80-7322-029-6
Kunová, V.: Zdravá výživa. Praha, Grada Publishing 2004, 136 s.
Piha, J., Poledne, R.: Zdravá výživa pro každý den. Praha, Grada 2009, 144 s.
Müllerová, D.: Zdravá výživa a prevence civilizačních nemocí. Praha, Triton 2003, 100 s.
Časopis společnosti pro výživu: Výživa a potraviny. Czech Nutrition Society Praha
Petrásek, R.: Co dělat, abychom žili zdravě. Praha, Vyšehrad 2004, 128 s.
Velíšek J., 1999: Chemie potravin I., II., III. Osis, Tábor, 352 s., 304 s., 342 s.

Vedoucí bakalářské práce: Dr. Ing. Jaromír Kadlec
Katedra genetiky, šlechtění a výživy

Datum zadání bakalářské práce: 30. března 2012
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2013



Ing. Karel Suchý, Ph.D.

proděkan pověřený vedením ZF



JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studená 13
370 05 České Budějovice



prof. Ing. Jindřich Čítek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 30. března 2012

Poděkování

Ráda bych poděkovala za cenné rady, odborné vedení při zpracování bakalářské práce a poskytnutí potřebných podkladů pro její vypracování vedoucímu bakalářské práce Dr. Ing. Jaromíru Kadlecovi.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 12. dubna 2013

.....

Tereza Ševčíková

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá probiotiky, prebiotiky a složením střevní mikroflóry. Význam střevní mikroflóry byl dlouhou dobu velmi podceňován. S rozvojem vědy docházelo k poznatkům o jejích pozitivních přínosech a složení. Bakterie tvořící střevní mikroflóru jsou dvojí. Ty „dobré“, které napomáhají v boji proti mnoha onemocněním, a ty „špatné“ které různá onemocnění způsobují. Zdraví prospěšné bakterie, které se zároveň používají k výrobě probiotických potravin a doplňků stravy, jsou zejména z rodů *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus* a *Streptococcus*.

Probiotika a prebiotika jsou důležitou součástí nového vědního oboru „Funkční potraviny“. Probiotika jsou živé mikroorganismy, které při podání v dostatečném množství, poskytují zdravotní přínos pro hostitele. Svojí funkcí napomáhají udržovat rovnováhu trávicího traktu. Nerovnováha je spojena s průjemem, infekcí močových cest, bolestí svalů a únavou. Probiotika mají také vliv na imunitní systém. Když nefunguje správně, mohou se objevit alergické reakce, autoimunitní onemocnění (např. ulcerózní kolitida, Crohnova nemoc a revmatoidní artritida) a infekce (např. infekční průjem, *Helicobacter pylori*, kožní infekce a vaginální infekce). Dále se probiotika a prebiotika podílejí na prevenci proti obezitě, snižují hladinu cholesterolu v krvi, snižují hladinu krevního cukru a tím napomáhají v boji proti diabetu 2. typu, pomáhají předcházet vzniku rakoviny tlustého střeva. Dále ustavují či obnovují vyvážení mikroflóry tlustého střeva, zvyšují odolnost proti osídlení tlustého střeva mikroorganismy, které vyvolávají průjmy, zmírňují nesnášenlivost (intoleranci) vůči mléčnému sacharidu laktose u osob postižených touto poruchou, zvyšují vstřebávání vápníku, syntézu některých vitaminů a některá probiotika vytvářejí bakteriociny, což jsou bílkoviny a peptidy potlačující choroboplodné bakterie. Prebiotika jsou naopak nestravitelné složky potravy, které příznivě ovlivňují zdraví hostitele a selektivně stimulují růst a / nebo aktivitu jednoho nebo omezeného počtu bakterií v tračníku. Nejčastěji jsou jako prebiotika používány oligosacharidy, které se přirozeně vyskytují v mnoha druzích zeleniny a ovoce.

Klíčová slova: probiotika; prebiotika; bakterie mléčného kvašení; oligosacharidy

Abstract

This thesis deals with probiotics, prebiotics and the composition of intestinal microflora. The importance of intestinal microflora has long been underestimated. With the development of science the knowledge of its positive benefits and composition has been extended. Bacteria forming intestinal microflora are twofold. The "good" ones, which help in the fight against many diseases, and the "bad" ones that cause various diseases. Health beneficial bacteria which are also used to produce probiotic foods and supplements, are mainly of the *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus* and *Streptococcus* genera.

Probiotics and prebiotics are an important part of the new science discipline of "Functional food". Probiotics are live microorganisms which when administered in adequate amounts, provide a health benefits to the host. Its function help to maintain the balance of the gastrointestinal tract. The imbalance is associated with diarrhea, urinary tract infections, muscle pain and fatigue. Probiotics also have an impact on the immune system. When the immune system isn't working properly, allergic reactions, autoimmune disease (eg, ulcerative colitis, Crohn's disease and rheumatoid arthritis) and infections (eg, infectious diarrhea, *Helicobacter pylori* infection, skin infections and vaginal infections) may appear. Furthermore, probiotics and prebiotics contribute to the prevention of obesity, lower cholesterol levels, blood sugar levels, thereby helping with the fight against diabetes type 2 and they also help to prevent colon cancer. Furthermore, instituted or renewed balance of the microflora colonic, increases resistance to colonization of the colon microorganisms that cause diarrhea, reduce intolerance against the milk carbohydrate lactose in persons affected by this disorder, increase calcium absorption, synthesis of some vitamins and some probiotics produce bacteriocins, which are the proteins and peptides inhibiting pathogenic bacteria. On the contrary, prebiotics are indigestible food components, that beneficially affect the health of the host and selectively stimulate the growth and / or activity of one or a limited number of bacteria in the colon. They are very often used as a prebiotic oligosaccharides, which occur naturally in many kinds of vegetables and fruits.

Keywords: probiotics, prebiotics, lactic acid bacteria; oligosaccharides

Obsah

1. Úvod	10
2. Fyziologické aspekty probiotik a prebiotik ve výživě člověka.....	11
2.1. Probiotika a prebiotika ve vztahu k tenkému střevu	12
2.2. Probiotika a prebiotika ve vztahu k tlustému střevu	12
3. Probiotika	13
3.1. Druhy probiotických bakterií	14
3.1.1. Rod Lactobacillus.....	15
3.1.2. Rod Bifidobacterium.....	16
3.1.3. Rod Enterococcus.....	17
3.1.4. Rod Streptococcus.....	17
3.2. Probiotické bakterie a jejich účinky	18
3.3. Vlastnosti probiotických bakterií	20
3.3.1. Požadované vlastnosti z hlediska zdravotního.....	20
3.3.2. Požadované technologické vlastnosti.....	21
3.4. Probiotické potraviny	21
3.5. Probiotické doplňky stravy.....	24
3.6. Zdravotní přínosy probiotik.....	24
3.6.1. Probiotika jako prevence civilizačních chorob	26
3.6.2. Zdravotní přínosy probiotik u kojenců a dětí.....	27
3.6.3. Zdravotní přínosy probiotik u seniorů.....	29
3.7. Zdravotní negativa probiotik	30
4. Prebiotika	31
4.1. Oligosacharidy.....	31
4.1.1. Inulin	33
4.1.2. Fruktooligosacharidy.....	34
4.1.3. Galaktooligosacharidy.....	34
4.2. Požadavky na prebiotika	35
4.3. Vliv prebiotik na střevní mikrofloru.....	36
4.4. Využití prebiotik.....	37
4.5. Zdravotní přínosy prebiotik.....	38
4.6. Zdravotní negativa prebiotik	39
5. Závěr	40

6. Seznam literatury.....	43
----------------------------------	-----------

1. Úvod

Probiotika a prebiotika jsou v posledních letech stále častěji diskutovaným tématem, zejména v odborných kruzích. Jejich prospěšnost pro lidský organismus podtrhuje mnoho vědeckých prací.

Zájem o potraviny, potravinové doplňky, vitamíny a prostředky ovlivňující organismus a podporující imunitní systém u laické veřejnosti neustále stoupá. Zejména obyvatelé ekonomicky vyspělých zemí, kde lidé trpí mnoha civilizačními chorobami, jsou neustále vystavováni stresu a škodlivým látkám, a jejichž stravovací návyky jsou díky uspěchané době stále horší a horší, patří do skupiny užívající vitaminové a jiné doplňky stravy stále častěji. Díky současným snahám o osvětu, dochází i k větší spotřebě tzv. „funkčních potravin“, do kterých patří i probiotika a prebiotika. Stále větší část populace si začíná uvědomovat, že správná strava a celková životospráva vedou ke zkvalitnění průběhu života i jeho prodloužení.

Tato bakalářská práce se zabývá probiotickými mikroorganismy, zejména pak probiotickými potravinami a doplňky stravy. Jejich druhy, vlivem na skladbu střevní mikroflóry, lidskou imunitu, prevenci celé řady onemocnění, na celkové zdraví člověka, ale i jejich možné negativní účinky. Dále prebiotiky, které napomáhají ke správnému udržení střevní mikroflóry, jejich významu ve stravě člověka, rozdělení jednotlivých prebiotických sacharidů a výskyt v jednotlivých potravinách. A v neposlední řadě na samotné složení střevní mikroflóry a její důležitost v životě člověka.

2. Fyziologické aspekty probiotik a prebiotik ve výživě člověka

Střevní mikroflóru ovlivňuje mnoho aspektů hostitelské fyziologie, včetně syntézy vitaminů a patogenezise onemocnění, a dále strava. Četné studie prokázaly, že střevní mikroflóra je spojena se zdravotním stavem hostitele, metabolickým fenotypem, vstřebáváním nebo přeměnou živin, rozvojem a regulací imunitního systému. Dysbióza střevní mikroflóry je spojena s více vadami, jmenovitě: obezitou, diabetem 2. typu, syndromem dráždivého tračníku, rakovinou tlustého střeva, zánětlivým onemocněním střev a abnormální imunitní odpovědí. Mnoho výzkumníků prokázalo, že hostitelský fenotyp, proces stárnutí, dysfunkce imunitního systému, strava, stav nemoci a užívání léků (např. antibiotik), to vše má vliv na střevní mikrobiální komunitu. Navíc hraje střevní mikroflóra důležitou roli v udržování imunitní, střevní a energetické homeostáze metabolismu.

Lidé mají ve střevě více než 10^{14} mikrobů, rozmanitost a hustota mikroflóry se zvyšuje od žaludku po střevo. Lidské střevní mikrobiální komunitě dominují *Firmicutes* a *Bacteroidetes*. Dále zde byl nalezen nízký podíl *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, *Fusobacteria*, a *Verrucobacteria*. Navíc se střevní mikrobiální společenstva liší v různých anatomických oblastech. Fylogenetická rozmanitost byla pozorována v tenkém střevě méně než v tlustém střevě a nedávné studie odhalily, že hlavní podíl na střevním mikrobiálním kmeni se liší podle země, životního stylu, věku a zdravotního stavu. Kromě bakterií jsou ve střevě také eukaryota. Nicméně rozmanitost eukaryotické mikroflóry v lidském střevě je nízká a funkční role střevní eukaryotické mikroflóry u lidí je v současné době neznámá. (Xu, et. al., 2013)

Vzhledem ke své rezidentní mikroflóře je tlusté střevo jedním z nejvíce metabolicky aktivních orgánů lidského těla. Střevní bakterie převážně kvasí materiál z nestrávených složek stravy. Povaha kvašení může mít různé zdravotní důsledky. Například, konečné produkty metabolismu sacharidů jsou benigní, zatímco proteolytické metabolity mohou být toxické. Výběr stravy k posílení určité části střevní flóry je dnes populárním aspektem vědní disciplíny "Funkční potraviny". (Fooks, Fuller, Gibson, 1999)

Náš trávicí systém má obvykle to, co bychom mohli nazvat "dobré" bakterie a "špatné" bakterie. Udržení správné rovnováhy mezi "dobrymi" bakteriemi a "špatných" bakteriemi je nezbytné pro optimální zdraví. Věci, jako léky, strava, nemoci a životní prostředí mohou tuto rovnováhu narušit. (Kovacs, 2012)

V této souvislosti hrají probiotika a prebiotika významnou roli. Probiotika jsou živé mikroorganismy: mikrobiální doplňky stravy zatímco prebiotika jsou potraviny, které mají selektivní účinek na metabolismus tlustého střeva. Bylo prokázáno, že každá z těchto dietních intervenčních tras může mít vliv na "rovnováhu" střevní mikroflóry. Zatímco skutečné zdravotní výhody zůstávají nedosažitelné, využití střevní mikroflóry má řadu potenciálně velmi důležitých efektů: odolnost vůči patogenům, ovlivnění střevních nádorů a snížení krevních lipidů. (Fooks, Fuller, Gibson, 1999)

Složení mikroflóry trávicího traktu zdravých lidí bývá při správné životosprávě konstantní. Může však být podstatně ovlivněno cizorodými látkami ve stravě a nemocemi. Mezi zdravotní problémy patří různé poruchy peristaltiky, způsobené např. dyspepsií a dysmikrobií, chorobami jater, ledvin a pankreasu, záněty slepého střeva, ale i chirurgickými zásahy, vlivem rakoviny a zhoubné anémie. Kardinální změna střevní mikroflóry pak může nastat léčením antibiotiky, sulfonamidy a dalšími chemoterapeutickými léky, ozařováním, stresy a také stárnutím, kdy se oslabuje imunitní systém člověka. (Maxa, Rada, 1996)

2.1. Probiotika a prebiotika ve vztahu k tenkému střevu

V jednotlivých částech GIT jsou usídleny různé mikroorganismy:

- dvanáctník ($10^1 - 10^3$ KTJ/ml) (KTJ = kolonie tvořící jednotky)

laktobacily

streptokoky

kvasinky

- jejunum a ileum ($10^4 - 10^8$ KTJ/ml)

laktobacily

Enterobacteriaceae

streptokoky

(Kvasničková, 2000)

2.2. Probiotika a prebiotika ve vztahu k tlustému střevu

V jednotlivých částech GIT jsou usídleny různé mikroorganismy:

- tlusté střevo ($10^{10} - 10^{12}$ KTJ/ml)

a) hlavní mikroflóru tlustého střeva tvoří striktní anaeroby ($10^{10} - 10^{11}$), a to:

Bacteroides

Eubacterium

Bifidobacterium a

Peptostreptococcus

b) „satelitní flóru“ tvoří fakultativní aeroby:

Enterobacteriaceae

streptokoky

lactobacily

Odhaduje se, že v tlustém střevě zdravých jedinců je obsaženo 300 – 400 různých druhů mikroorganismů schopných kultivace, které patří do více než 190 rodů. Značný podíl mikroflóry tlustého střeva však není v současné době existujícími technikami schopný kultivace.

Na základě moderních technik stanovení mikroorganismů (techniky otisku) se zdá, že jednotlivé kmeny *Bifidobacterium* a *Lactobacillus* jsou u každého člověka jedinečné. (Kvasničková, 2000)

3. Probiotika

Mikroby jsou zásadní složkou potravinářského a alkoholického kvašení po tisíce let. Během minulého století se začaly různé mikroorganismy účelně využívat pro jejich předpokládanou schopnost předcházet a léčit nemoci, což vedlo k vytvoření termínu probiotika, neboli "pro-život". Koncept probiotik vyvinul kolem roku 1900 nositel Nobelovy ceny Elie Metchnikoff, který předpokládal, že dlouhé a zdravé životy bulharských rolníků byly výsledkem jejich konzumace fermentovaných mléčných výrobků. První klinické zkoušky o účinku probiotik na zácpu, byly provedeny v roce 1930. Od té doby se výzkum probiotik neustále zvyšoval, hlavně v Evropě a Asii. V současné době jsou probiotika k dispozici po celém světě v různých potravinářských výrobcích a doplňcích. (Kopp-Hoolihan, 2001)

Probiotika mají řadu blahodárných účinků na zdraví lidí i zvířat, jako je snižování příznaků intolerance laktózy a zvýšení biologické dostupnosti živin. Probiotika pomáhají regulovat střevní mikroflóru a mají imunomodulační vlastnosti. Probiotika také snižují výskyt alergií u citlivých jedinců, brání zánětlivé reakci ve střevech, a mají protichůdné účinky proti střevním a alimentárním patogenům. Bakterie obvykle kolonizují střevní trakt a tak posilují systémy hostitelské obrany tím, že přimějí

slizniční tkáň k imunitní odpovědi. Mnoho zpráv ukázalo, že bakterie mléčného kvašení jako jsou rody *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*, a jejich fermentované výrobky, jsou účinné na zlepšení vrozené a adaptivní imunity, prevencí proti poškození žaludeční sliznice, zmírnění alergií a jako obrana proti střevní patogenní infekci. (Tsai, Cheng, Pan, 2012)

Kořen slova probiotika pochází z řeckého slova pro, což znamená "podpora" a biotic, což znamená "život." (Kovacs, 2012)

Definice probiotik pro výživu a zemědělství podle Organizace spojených národů a Světové zdravotnické organizace, zní: "Probiotika jsou živé mikroorganismy, které při podání v dostatečném množství, poskytují zdravotní přínos pro hostitele". Mikroorganismy, které jsou u lidí nazývány probiotika, jsou enterokoky, bifidobakterie a bakterie mléčného kvašení, jako laktobacily, laktokoky a streptokoky. (Kaboosi, 2011)

Probiotika mohou být bakterie, plísně a kvasinky, přesto jsou většina probiotik bakterie. Mezi nimi jsou nejvíce populární bakterie mléčného kvašení, z uvedených organismů se jako druh používají v probiotické přípravě: *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, druhy *Bifidobacterium*, a *Escherichia coli*. (Singh, et. al., 2011)

3.1. Druhy probiotických bakterií

Savčí mikroflóra obsahuje tisíce buněk různých druhů bakterií, zejména spojené s kůží a sliznicemi. Obvykle tvoří velmi dobře organizované společenství připojené k povrchu a uzavřené v matici, zejména biofilmu. Největší koncentrace bakterií v lidském těle je ve střevním traktu. Do společenství střevních bakterií patří takové rody, jako *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Eubacterium*, *Clostridium*, *Peptostreptococcus*, *Peptococcus*, *Propionibacterium* a *Escherichia coli*. Střevní biofilm se rozvíjí velmi brzy po narození a má důležitou roli v lidské výživě a zdraví. (Sadowska, Rozalska, 2008)

Probiotika jsou vybírána především mezi druhy mléčných bakterií rodu *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Mezi nejdříve používané patřily kmeny druhu *Lactobacillus acidophilus* a některých příbuzných druhů a *Bifidobacterium bifidum*. Takto se vyrábí např. acidofilní mléko. Jen v malé míře se pro lidskou výživu

používají mléčné bakterie jiných rodů, např. *Enterococcus faecium* či *Streptococcus thermophilus*. (Kalač, 2003)

Tab. č. 1. Mléčné bakterie používané jako probiotika pro lidskou výživu:

Druhy rodu <i>Lactobacillus</i>	Druhy rodu <i>Bifidobacterium</i>
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. adolescentis</i>
<i>L. amylovorus</i>	<i>B. animalis</i> (=lactis?)
<i>L. crispatus</i>	<i>B. bifidum</i>
<i>L. gasseri</i>	<i>B. breve</i>
<i>L. johnsonii</i>	<i>B. infantis</i>
<i>L. casei/paracasei</i>	<i>B. longum</i>
<i>L. plantarum</i>	
<i>L. reuteri</i>	
<i>L. rhamnosus</i>	

(Kalač, 2003)

3.1.1. Rod *Lactobacillus*

Rod *Lactobacillus* patří do velké skupiny bakterií mléčného kvašení (LAB). Jsou to gram-pozitivní organismy, které fermentací produkují kyselinu mléčnou. S více než 100 druhy a poddruhy, představuje rod *Lactobacillus* největší skupinu v rodinném *Lactobacillaceae*. Členové rodu jsou tyčinkovité bakterie často spojovány do řetězců. Jsou přísně enzymatické a aerobní, ale dobře rostou i za anaerobních podmínek. Existují dvě skupiny druhů v závislosti na jejich schopnosti zkvašovat cukry: homofermentativní druhy, převádí cukry většinou na kyselinu mléčnou a heterofermentativní druhy, které převádí cukry na kyselinu mléčnou, kyselinu octovou, ethanol a CO₂. Vzhledem k tomu, že hlavním katabolitem je kyselina mléčná, dávají laktobacily přednost relativně kyselým podmínkám (pH 5.5–6.5). (Giraffa, Chanishvilli, Widgastuti, 2010)

Laktobacily hrají klíčovou roli v průmyslové a řemeslné výrobě potravin surovinového kvašení, včetně velkého množství fermentovaných mléčných výrobků. Další jejich role v procesech fermentace, jsou specifické kmeny *Lactobacillus* v současnosti uváděny na trh jako zdraví prospěšné kultury nebo probiotika. V posledních deseti letech byl uskutečněn velký počet sekvencí genomu laktobacilů, včetně genomových sekvencí některých probiotických druhů a linií. Tento vývoj otevírá možnosti, aby odhalil zdravotní výhody laktobacilů na molekulární úrovni. (Kleerebezem, et. al., 2010)

Rod *Lactobacillus* zahrnuje různorodou skupinu bakterií. Různé laktobacily jsou přírodní obyvatelé střevního traktu lidí a jiných živočichů. V současné době je známo asi 154 druhů *Lactobacillus*. (Kant, et. al., 2011)

Většina probiotických laktobacilů v lidských potravinách je dodávána ve vysoce koncentrovaných formách obsahujících více než 10^{10} KTJ / g. Tyto koncentráty jsou obvykle lyofilizované, vysušené rozprašováním nebo v mikrokapslích. Tyto laktobacily jsou obvykle použity do fermentovaných mlék, sýrů, zmrzliny, potravinových doplňků a másla. (Coeuret, Guegen, Vernoux, 2004)

3.1.2. Rod *Bifidobacterium*

Bifidobakterie jsou striktně anaerobní bakterie, které jsou, vzhledem k jejich probiotickým vlastnostem, důležitou součástí lidské mikroflóry. (Averina, Zakharevich, Danilenko, 2012)

Bifidobakterie jsou nepohyblivé, gram-pozitivní bakterie, které se přirozeně vyskytují v trávicím traktu teplokrevných zvířat, lidí a dokonce i hmyzu. Neprodukují H_2O_2 a antibiotika, avšak tvoří kyselinu mléčnou a větší množství kyseliny octové. Produkci těchto kyselin dochází ke snižování pH střevního obsahu a tím se potlačuje růst mnoha patogenních, podmíněně patogenních a hnilobných bakterií. Zvýšením kyselosti intestinálního obsahu se snižuje produkce fenolů, amoniaku, steroidních metabolitů, bakteriálních toxinů jako jsou biogenní aminy např. histamin, tyramin, kadaverin a agmatin. Od ostatních bakterií mléčného kvašení se odlišují tím, že nefermentují cukry ani glykolýzou, ani hexosomonofosfátovou cestou. Další zvláštností rodu *Bifidobacterium* je schopnost trávit oligosacharidy, zvláště fruktooligosacharidy a galaktooligosacharidy, které jsou neštěpitelné lidskými endogenními enzymy a jen obtížně utilizovatelné jinými střevními bakteriemi a mohou tudíž stimulovat rozvoj bifidobakterií v trávicím traktu.

Největší počty jsou nalézány ve výkalech kojenců, kde se nacházejí převážně druhy *B. infantis*, *B. breve* a *B. longum*, zatímco u dospělých převládají *B. adolescentis* a *B. longum*. Největší význam mají u kojených nebo i uměle přikrmovaných novorozenců. (Maxa, Rada, 1996)

3.1.3. Rod *Enterococcus*

Enterokoky jsou gram-pozitivní bakterie, zapadající do obecné definice bakterií mléčného kvašení. Moderní klasifikační techniky vedly k přesunu některých členů rodu *Streptococcus*, zejména některé z Lancefieldovy skupiny D streptokoků, do nového rodu *Enterococcus*. (Franz, Holzapfel, Stiles, 1999)

Většina zástupců druhu je schopna růst v přítomnosti 6,5% NaCl, 40% žlučových solí, při pH 9,6 a může přežít 30 minut při teplotě 60 ° C. Většina druhů může růst při teplotách od 10 do 45 ° C. *Enterococcus faecalis* a *E. faecium* jsou u lidí přírodními členy trávicí mikroflóry. Liší se v hojnosti mezi jednotlivci (102 - 108 g/trávicího obsahu) a podél gastrointestinálního traktu. Enterokoky jsou také obvykle izolovány z potravin, rostlin, vody a půdy, pravděpodobně v důsledku šíření z fekálních zdrojů a jejich přirozené tolerance k nepříznivým podmínkám prostředí. *E. faecalis*, *E. faecium* a v menší míře *E. durans* se běžně vyskytují v mléčných výrobcích a sýrech, kde se také občas vyskytly *E. hirae* a *E. casseliflavus*. Na rozdíl od jiných bakterií mléčného kvašení, jsou enterokoky obecně považovány za " bezpečné " a jejich detekce ve vodě je považována za indikátor fekálního znečištění. Enterokoky nemají jednoznačný status týkající se jejich bezpečnosti. Na jedné straně mají enterokoky pozitivní přínos při použití v sýrové technologii a s některými kmeny se používají jako startovací kultury. Na druhé straně, jsou považovány za vznikající patogeny. (Ogier, Serror, 2008)

3.1.4. Rod *Streptococcus*

Streptococcus thermophilus je anaerobní, aerotolerantní, gram-pozitivní bakterie. Roste do lineárních řetězců eliptických buněk a nemůže růst při teplotě 10 ° C, při pH 9,6 nebo v 6,5% roztoku NaCl. Je to teplomilná bakterie mléčných kyselin, široce používaná jako startér při výrobě mléčných výrobků a je považována za druhý nejvýznamnější průmyslový mlékárenský startér po *Lactobacillus lactis*. Tradičně se používá při výrobě jogurtů a mnoha sýrů, např. tvrdých sýrů (ementál, gruyère, Parmigiano, Grana, atd.), mozzarely a čedaru. *S. thermophilus* je schopen růst nebo přežít při vysokých teplotách (45 ° C), požadovaných v několika výrobních procesech. Pro sýry, se *S. thermophilus* používají samostatně nebo v kombinaci s několika laktobacily a mezofilními startéry, ale pro jogurt je vždy používán s *Lactobacillus delbrueckii sp. bulgaricus*. Úloha *S. thermophilus* v mléčném kvašení, je vzhledem k jeho rychlému převodu laktózy na kyselinu mléčnou, rychlý pokles pH

a produkce metabolitů důležitých pro jejich technologické vlastnosti. (Delorme, 2008)

3.2. Probiotické bakterie a jejich účinky

Bakterie mléčného kvašení jsou, v průběhu posledních dvou desetiletí, neustále studovány jako potenciální nosiči pro různé biologické molekuly do gastrointestinálního traktu. Většina kmenů bakterií mléčného kvašení jsou schopny přežít průchod střevem a některé z nich jsou také schopny vytrvat a střevo kolonizovat. Několik kmenů bylo ve skutečnosti popsáno jako členy lidské komenzální flóry. Mohou pracovat s jejich hostiteli a jsou schopni přenést biomolekuly velké molekulární hmotnosti přes epitel, buňky m nebo dendritické buňky. Nejvíce široce aplikovaný LAB druh je *Lactococcus lactis*, nicméně i ostatní druhy z rodu *Lactobacillus* získávají popularitu a první příklady z rodu *Bifidobacterium* se začínají objevovat. Bakterie jsou většinou použity živé a umožňují nepřetržitou dodávku biomolekul. (Berlec, Ravnikar, Strukelj, 2012)

Bifidobakterie působí na ostatní střevní mikroflóru a ovlivňují řadu pochodů v intestinálním traktu. Složení intestinální mikroflóry je dáno tělesnou kondicí, stářím, pohlavím, podnebím, dietou, stresem, exogenními mikroorganismy a imunitním systémem hostitele. Prospěšná intestinální mikroflóra příznivě ovlivňuje i chuť k jídlu, stimuluje imunitní systém, pohyblivost střev, funkci jater, ledvin a ostatních vnitřních orgánů, preventivně působí proti rakovině a anémii. Rovnováha střevní mikroflóry bývá často porušena antibiotiky podávanými per os. Bifidobakterie jsou velmi rezistentní vůči streptomycinu, avšak jsou poměrně citlivé na penicilin, tetracyklin, neomycin a novobiocin. (Maxa, Rada, 1996)

K nejdůležitějším funkčním účinkům (vědecky podloženým) probiotik patří modulace imunity a posílení mukózní bariéry střev, a to:

- modulací střevní mikroflóry,
- adhezí ke střevní mukóze, čímž se zamezí adhezi patogenních mikroorganismů,
- modifikací dietetických proteinů střevní mikroflórou,
- modifikací enzymové aktivity bakterií, především té, která má vliv na indukci nádorů a
- ovlivněním permeability mukózy.

V Tab. č. 2 jsou uvedeny účinky dobře charakterizovaných probiotických kmenů, které byly pozorovány po aplikaci lyofilizovaných bakteriálních kmenů nebo fermentovaných mléčných výrobků. Na rozdíl od probiotických potravin, které jsou určeny pro „normální“ (zdravou) populaci, byla většina studií prováděna na dospělých a dětech se střevními problémy. (Kvasničková, 2000)

Tab. č. 2. Probiotické bakterie a jejich uváděné účinky:

Kmen	Uváděné účinky v klinických studiích
<i>Lactobacillus acidophilus</i> La1	zvyšuje imunitu, působí jako adjuvans (pomocný prostředek), lne k humánním intestinálním buňkám, vyvažuje střevní mikroflóru
<i>Lactobacillus acidophilus</i> NCFB 1748	snižuje aktivitu fekálních enzymů, snižuje fekální mutagenitu, zamezuje průjmu v souvislosti s radioterapií, pomáhá při zácpě
<i>Lactobacillus GG</i> (ATCC 53013)	zamezuje průjmu při aplikaci antibiotik, upravuje a zamezuje průjmu způsobenému rotavirem, upravuje opakující se průjmy způsobené <i>Clostridium difficile</i> , působí preventivně při akutním průjmu, Crohnově chorobě, působí proti kariogenním bakteriím, vakcínové adjuvans
<i>Lactobacillus casei</i> Shirota	zamezuje střevním poruchám, upravuje průjem způsobený rotavirem, vyvažuje střevní mikroflóru, snižuje aktivitu fekálních enzymů, zvyšuje imunitu, projevuje se pozitivně v prevenci rakoviny (např. močového měchýře, tlustého střeva)
<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	nezjištěn účinek při průjmu způsobeném rotavirem, při průjmu způsobeném rotavirem nedošlo ke zvýšení imunity, bez vlivu na fekální enzymy
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	upravuje průjem způsobený rotavirem, vyvažuje střevní mikroflóru, upravuje virový průjem
<i>Lactobacillus gasseri</i> (ADH)	snižuje aktivitu fekálních enzymů, přetrvává ve střevním traktu
<i>Lactobacillus reuteri</i>	kolonizuje střevní trakt, dosud se ověřoval hlavně na zvířatech, předěpodobně se uplatní v budoucnu jako humánní probiotikum

(Kvasničková, 2000)

3.3. Vlastnosti probiotických bakterií

Probiotika mají vynikající bezpečnost, a to jak u lidí, tak i zvířat. Mnoho populárních probiotických rodů jako laktobacily a bifidobakterie jsou součástí normální zdravé střevní mikroflóry, a proto nepředstavují pro hostitele zdravotní nebezpečí. Nicméně, bezpečnost probiotik je důležitá, a to zejména v případě nových potenciálních probiotik, které nemají dlouhou historii bezpečného použití, a probiotik patřící k druhům, u nichž lze obecně předpokládat problém, protože nejsou izolovány z lidského ekosystému. (Tejero-Sariñena, et. al., 2012)

Během posledních dvou desetiletí byly probiotické mikroorganismy stále více začleňovány do různých druhů potravin, a to zejména do fermentovaných mlék. Při výběru probiotických mikroorganismů, je třeba vzít do úvahy několik aspektů, včetně bezpečnostní, funkční a technické charakteristiky. Bezpečnostní aspekty zahrnují specifikace jako je původ (zdravý lidský GIT), nepatogenní a antibiotické rezistenční vlastnosti. Funkční aspekty zahrnují životaschopnost a vytrvalost v GIT, imunomodulační, antagonistické a antimutagenní vlastnosti. Před probiotickými kmeny, vybranými na základě jejich dobrých bezpečnostních a funkčních vlastností, které může využít spotřebitel, musí být nejprve schopny výroby v průmyslových podmínkách. Kromě toho musejí přežít a udržet si svoji funkčnost při skladování, a také v potravinách, do kterých byly začleněny bez přídavku chuti. Faktory související s technologickými a smyslovými aspekty probiotické potravinářské výroby mají zásadní význam, neboť pouze tím, že splní požadavky spotřebitele, může potravinářský průmysl uspět v podpoře spotřeby funkčních probiotických výrobků v budoucnosti. (Saarela, et. al., 2000)

3.3.1. Požadované vlastnosti z hlediska zdravotního

- Musí být humánního původu, neboť některé účinky probiotických bakterií vedoucí k podpoře zdraví mohou být u různých živočišných druhů odlišné,
- musí být rezistentní ke kyselinám a žluči,
- musí mít schopnost kolonizovat humánní intestinální trakt, minimálně přechodně,
- upřednostňují se kmeny probiotických bakterií, které mají schopnost přilnout nebo se vázat na střevní buňky,

- musí působit antagonisticky proti kariogenním a patogenním bakteriím buď produkcí antimikrobiálních látek nebo tím, že jim konkurují,
- jejich konzumace musí být bezpečná,
- musí mít klinicky prokázané zdravotní účinky. (Kvasničková, 2000)

3.3.2. Požadované technologické vlastnosti

- Musí si zachovávat ověřenou životaschopnost,
- po fermentaci si musí uchovat dobré organoleptické vlastnosti (chuť, vůni),
- během skladování musí udržovat mírnou kyselost, profil kyselosti musí být přijatelný,
- během výroby a skladování si musí zachovat schopnost kolonizace,
- ve fermentovaných výrobcích musí být během skladování stabilní,
- identifikace kmenů musí být přesná,
- je třeba znát údaje o účincích, které závisejí na dávce. (Kvasničková, 2000)

3.4. Probiotické potraviny

Probiotika byla poprvé představena světu jako funkční složka v mléčných výrobcích, snídaňových cereáliích a občerstvení. (Singh, et. al., 2011)

Nyní jsou bakterie mléčného kvašení široce používány k výrobě potravin, jako jsou sýry, jogurty a sušené klobásy. Jako takové jsou tyto bakterie lidmi spotřebovávány po tisíce let ve velkém množství, aniž by došlo ke známým zdravotním problémům. (Seegers, 2002)

Obecně nejvíce uváděné probiotické produkty na trh, jsou jogurt a mléčné fermentované výrobky. Minimální vyžadovaná dávka probiotik pro jejich účinek závisí na použitém probiotickém kmeni, stejně jako druhu potravin. U zdravých jedinců by probiotické kmeny měly posílit populace bifidobakterií nebo laktobacilů, aniž by došlo ke změně vyváženosti mikrobiálního ekosystému. (Roy, 2011)

V USA, jsou téměř všechny potraviny obsahující probiotika mléčné výrobky, mléko a jogurt. (Kopp-Hoolihan, 2001)

Přehled mikroorganismů vyskytujících se v mléčných kysaných výrobcích je uveden v Tab. č. 3. Paleta skutečně používaných mikroorganismů však není zdaleka tak pestrá, jak tabulka uvádí. Tak např. kvasinky se prakticky nepoužívají. Skutečný kefír připravený z keřírových zrn není možné skladovat v obchodě po dobu obvykle

požadovanou pro mléčné kysané výrobky (1 měsíc). Kvasinky totiž neustále rostou i při nízké teplotě skladování (4°C) a nevadí jim ani kyselé prostředí mléčných kysaných výrobků (pH 4,0–4,5). Produkce oxidu uhličitého jako vedlejšího produktu alkoholového kvašení by vedla k nadouvání výrobků. Stejně tak acidofilní kultura se nepoužívá jako monokultura. Obecně platí, že v jogurtech výrazně převažuje *Streptococcus thermophilus*, zatímco *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, který by měl vždy být přítomen, je zastoupen daleko menším podílem, než je klasicky doporučovaný poměr dva koky (streptokoky) na jednu tyčinku (laktobacilus). V mléčných kysaných nápojích je jako hlavní složka zpravidla přítomna smetanová kultura, tj. *Lactococcus lactis* a *Leuconostoc mesenteroides*. Probiotické kultury (specifické druhy laktobacilů, bifidobakterie) bývají v různých kombinacích přidávány k těmto tzv. základním kulturách (jogurtová, smetanová). Také výběr kmenů není příliš pestrý, v podstatě jde o bifidobakterie (v Evropě a v ČR hlavně *B. animalis*), dále o *Lactobacillus acidophilus* a *L. casei*. (Rada, 2008)

Tab. č. 3. Druhy živých mikroorganismů v kysaných mléčných výrobcích: (podle vyhlášky č. 77/2003 Sb., upraveno)

Druh výrobku	Použité mikroorganismy	Mléčná mikroflóra výrobku v 1 g
Acidofilní mléko	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , popřípadě další bakterie mléčného kvašení	10 ⁶ <i>L. acidophilus</i>
Jogurt	Protosymbiotická směs <i>Streptococcus thermophilus</i> a <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus</i>	10 ⁷
Kysané mléko, Smetanový zákys, podmásílí a kys. smetana	Monokultury nebo směsné kultury BMK	10 ⁶
Kefír	Kvasinky, <i>Kluyveromyces</i> , <i>Saccharomyces</i> , BMK	BMK 10 ⁶ Kvasinky 10 ⁴
Kefírové mléko	Kvasinky, <i>Kluyveromyces</i> , <i>Torulopsis</i> , <i>Candida</i> , BMK	BMK 10 ⁶ Kvasinky 10 ²
Kysaný mléčný výrobek s bifidobakteriemi	<i>Bifidobacterium sp.</i> v kombinaci s BMK	10 ⁶ Bifidobakterie

(Rada, 2008)

Probiotika musí působit pozitivní vliv na složení střevní mikroflóry a celkové zdraví. Aby se však tohoto docílilo, je nutné, aby bakteriální kultury zůstaly živé a aktivní v okamžiku spotřeby. (Coman, et. al., 2012)

Nedávné studie ukazují, že alergie na kravské mléko je rostoucí problém zejména u dětí a klinické studie ukazují zajímavé výsledky o snášenlivosti na koňské a oslí mléko. Konzumace oslího mléka je také považováno za dobrou prevenci aterosklerózy a má schopnost regulovat imunitní odpověď zdravých starších lidí. Koňské a oslí mléko a jejich mléčné deriváty by se mohly stát cennými potravinami pro starší spotřebitele; koňské a oslí mléko by mohlo být používáno pro výrobu probiotických nápojů. (Salimei, Fantuz, 2012)

Probiotické potraviny jsou velmi populární na domácím i zahraničním trhu. Použití probiotik v mléčných výrobcích, je poměrně časté, zatímco jejich použití v masných výrobcích je stále předmětem zkoumání. Vědci posuzovali tři varianty Sremské klobásy: 1. kontrolní klobása; 2. varianta s *Lactobacillus helveticus* RO52, 3. varianta s *Bifidobacterium longum* RO175. Chemické složení a hodnoty pH kvašených uzenin vyrobených s probiotickými bakteriemi se významně liší od kontrolní varianty. Organoleptické hodnocení prokázalo, že všechny varianty kvašených uzenin, měly přijatelnou smyslovou kvalitu. Na základě přežití probiotických bakterií během 40 dnů fermentace, lze učinit závěr, že probiotika mohou být úspěšně používána při výrobě fermentovaných uzenin, aniž by byla ovlivněna smyslová kvalita klobásy. (Radulović, et. al., 2011)

3.5. Probiotické doplňky stravy

Probiotika mohou být použita, jako potravinové matrice fermentované pomocí "skutečných" bakterií nebo jako "koncentrované" bakteriální doplňky stravy. Obě možnosti poskytují spotřebitelům živé bakterie, které jsou schopny projít žaludkem a tenkým střevem, a poté se reprodukovat v tlustém střevě. (Aureli, et. al., 2011)

Vědci došli k závěrům, že doplňky stravy jsou obecně méně vhodné s ohledem na druhy uvedené na etiketách a skutečnými počty mikroorganismů, ve srovnání s fermentovanými potravinami. (Matijasic, Rogejl, 2006)

Některé produkty obsahují méně laktobacilů, než tvrdí nebo žádné. To může být způsobeno narušením chladicího řetězce nebo deformací způsobující ztrátu životaschopnosti. Nedávná studie zjistila, že počet životaschopných bakterií je obecně nižší v doplňcích stravy, než v mléčných výrobcích. 37% doplňků stravy se nachází bez živých bakterií. Vzhledem k tomu, že probiotický účinek je závislý na počtu životaschopných bakterií, případné snížení má za následek ztrátu probiotické kvality. (Coeuret, Guegen, Vernoux, 2004)

Kromě toho, dietologové tvrdí, že lidé budou s větší pravděpodobností konzumovat probiotika spíše v potravinách než jako nutnost každodenně polykat "pilulky". (Del Piano, et. al., 2006)

3.6. Zdravotní přínosy probiotik

Předpokládá se, že probiotika nás chrání dvěma způsoby. První z nich je, že hrají určitou roli v zažívacím traktu. Náš trávicí trakt potřebuje udržovat rovnováhu mezi

dobrymi a špatnymi bakteriemi. Vypadá to, že problémem i řešením, je náš životní styl. Chudší výběr potravin, emoční stres, nedostatek spánku, nadužívání antibiotik a jiných léků a vlivy prostředí, mohou posunout rovnováhu ve prospěch špatných bakterií. Nerovnováha je spojena s průjemem, infekcí močových cest, bolestí svalů a únavou. Zdravý trávicí trakt filtruje a eliminuje látky, které ho mohou poškodit, jako jsou škodlivé bakterie, toxiny, chemikálie, a další odpadní produkty. Na druhou stranu vstřebává látky, které naše tělo potřebuje (živiny z potravy a vodu) a pomáhá je dodávat do buněk. Druhý způsob je, že probiotika mají vliv na imunitní systém. Vědci se domnívají, že tato úloha je nejdůležitější. Imunitní systém je ochrana před bakteriemi. Když nefunguje správně, mohou se objevit alergické reakce, autoimunitní onemocnění (např. ulcerózní kolitida, Crohnova nemoc a revmatoidní artritida) a infekce (např. infekční průjem, *Helicobacter pylori*, kožní infekce a vaginální infekce). (Kovacs, 2012)

Konzumace probiotik je spojována s řadou zdravotních přínosů, z nichž některé se považují za prokázané, další za pravděpodobné:

- ustavení či obnovení vyvážené mikroflóry tlustého střeva,
- zvýšení odolnosti proti osídlení tlustého střeva mikroorganismy, které vyvolávají průjemy,
- snížení hladiny krevního celkového a LDL cholesterolu, čímž se podílejí na prevenci srdečně cévních onemocnění,
- snížení tvorby takových bakteriálních enzymů v tlustém střevu, které mají mutagenní účinky a mohou vyvolávat růst nádorů,
- zmírnění nesnášenlivosti (intolerance) vůči mléčnému sacharidu laktose u osob postižených touto poruchou,
- posílení imunitního systému,
- zvýšené vstřebávání vápníku,
- syntéza některých vitaminů,
- některá probiotika vytvářejí bakteriociny, což jsou bílkoviny a peptidy potlačující choroboplodné bakterie. (Kalač, 2003)

Existuje několik dalších poruch a onemocnění, kde by se probiotika mohla uplatnit. Patří mezi ně slizniční vakcíny a imunomodulace, tlumení infekcí a vymýcení multirezistentních mikrobů, prevence přenosu AIDS a dalších pohlavně

přenosných chorob a antimutagenních a antikarcinogenních činností. (Saarela, et. al., 2002)

Použití probiotik může být i levná, neinvazivní a účinná intervence pro léčbu HIV- symptomů, které mají vliv na kvalitu života. (Wilson, Moneyham, Alexandrov, 2013)

Probiotika také hrají určitou roli v prevenci zubních onemocnění, zejména zubního kazu. Zdá se to být nový a efektivní přístup, zejména v době rostoucí antibiotické rezistence. Již kolonizace v raném věku může zabránit vzniku zubního kazu, což je důležité pro pediatrickou stomatologii. Před použitím probiotik, jako účinného preventivního opatření, je třeba vymazat několik pochybností, a najít nejlepší kmen pro použití v dutině ústní, dávkování a načasování příjmu, bezpečnost dlouhodobého užívání, nejúčinnější způsob podávání probiotik a trvání jeho kontaktu v dutině ústní, nákladovost a snadnou dostupnost, pro které jsou požadovány další dlouhodobé studie. (Jindal, et. al., 2012)

Živočišné a in vitro studie ukazují, že probiotické bakterie mohou snížit riziko rakoviny tlustého střeva tím, že snižují výskyt a počet nádorů. Jedna klinická studie ukazuje zvýšené období recidivy nemoci u jedinců s karcinomem močového měchýře. Výsledky jsou však příliš předběžné a musí se vyvinout specifické doporučení týkající se probiotické spotřeby jako prevence rakoviny u lidí. (Singh, et. al., 2011)

3.6.1. Probiotika jako prevence civilizačních chorob

V poslední době se hromadí důkazy, že probiotické bakterie mohou mít příznivý vliv na hladinu krevních lipidů. Jedna studie ukázala, že zvýšená hladina cholesterolu u myší, se při podání nízkých úrovní *Lactobacillus reuteri* po sedmi dnech snížila hladina celkového cholesterolu a triglyceridů o 38% a 40%, resp. se zvýšil HDL:LDL poměr o 20%. Hyperlipidemickým pacientům, kterým byl podáván více jak 3 měsíce *Lactobacillus sporogenes* projeví snížení celkového cholesterolu o 32% a snížení LDL cholesterolu o 35%. V dobře kontrolované, osmitýdenní, klinické studii u pacientů s nadváhou, kdy denní spotřeba jogurtu (450 ml) se *Streptococcus thermophilus* a *Enterococcus faecium* vedla ke snížení LDL cholesterolu o 8,4% a ke zvýšení hladiny fibrinogenu.

Předběžné důkazy naznačují, že probiotické bakterie nebo jejich výrobky na bázi fermentace, mohou hrát také roli v kontrole krevního tlaku. Klinické studie

prováděné na zvířatech, dokumentují antihypertenzní účinek po požití probiotik. U starších pacientů s hypertenzí, kteří konzumovali po dobu osmi týdnů fermentované mléko obsahující *Lactobacillus helveticus* a *Saccharomyces cerevisiae*, došlo ke snížení o 6,9 mm Hg systolického a diastolického krevního tlaku. Vzhledem k současné epidemii srdečních onemocnění, může pravidelná konzumace probiotik poskytovat mírný profylaktický účinek proti srdečním onemocněním. (Kopp-Hoolihan, 2001)

Studie z roku 2011, probíhající na 23 mužích a 37 ženách, zkoumala vliv probiotik u lidí s diabetem 2. typu a hodnotou LDL cholesterolu vyšší než 2,6 mmol/l. Účastníci denně konzumovali 300 g probiotického jogurtu obsahujícího *Lactobacillus acidophilus* a *Bifidobacterium lactis* LA5 BB12. Konzumace probiotického jogurtu snižuje obsah celkového a LDL cholesterolu v krvi a může přispět ke zlepšení rizikových faktorů kardiovaskulárních onemocnění u osob trpících diabetem typu 2. (Ejtahed, et. al., 2011)

Obezita je metabolické onemocnění postihující lidi na celém světě. Došlo k rozhodujícímu pokroku v pochopení složení střevní mikroflóry a její implikace v metabolických onemocněních. Protiobezitní potenciál probiotik získává stále větší pozornost, protože vzrůstají důkazy o úloze střevní mikroflóry v energetické homeostázi a ukládání tuku. Je prokázáno, že probiotika pracují s bakteriemi, které jsou již přítomné ve střevě tím, že změní své vlastnosti, které mohou rovněž ovlivnit metabolické cesty podílející se na regulaci tuků. Základní cesty, kterými probiotika v boji s obezitou působí, však zůstávají nejasné. (Arora, Singh, Sharma, 2013)

3.6.2. Zdravotní přínosy probiotik u kojenců a dětí

Již od narození jsou lidé v kontaktu s probiotiky a novorozenecký imunitní systém umožňuje komensálním mikroorganismům kolonizovat střevo bez potenciálně škodlivé zánětlivé reakce v hostiteli. V tomto ohledu je prokázána přítomnost probiotik, jako *Lactobacillus gasseri*, *L. fermentum*, *L. salivarius* a prebiotik (např. oligosacharidy, které pomáhají k podpoře střevní mikroflóry) v mateřském mléce tak, že je živným prostředím pro bakterie a přispívá k prevenci novorozeneckých infekcí. Požití probiotik je spojováno s nižší závažností autoimunitních, zejména střevních zánětlivých onemocnění, stejně jako alergických onemocnění. (Canche-Pool, et. al., 2008)

Během několika hodin od narození se u novorozence rozvíjí normální bakteriální flóra. Mateřského mléka často obsahuje nízké množství nepatogenních bakterií, jako jsou *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Staphylococcus*, *Corynebacterium* a *Bifidobacterium*. Obecně platí, že bakterie se začnou objevovat ve výkalech během několika hodin po porodu. Ke kolonizaci rodem *Bifidobacterium* dochází obvykle do 4 dnů života. (Bezirtzoglou, Stavropoulou, 2011)

V neonatálním imunitním systému proti sobě stojí dva hlavní problémy: na jedné straně musí aktivně reagovat na antigeny patogenních bakterií, a na druhé straně však "tolerovat" antigeny výživy a nepatogenních bakterií. V posledních letech se klinické zkoušky u dětí násobí a můžeme přesně posoudit účinky probiotik v prevenci a tlumení akutních a chronických gastrointestinálních poruch.

Většina z nedávných studií prokázala účinnost specifických probiotik při snižování příznaků v pediatrické populaci postiženou infekční gastroenteritidou. Probiotika zkracují dobu infekčních průjmů o 0,7 dne, stejně jako frekvenci průjmových epizod již v prvních hodinách od podání. Podle nejnovějších vědeckých poznatků je doporučeno podat probiotika, v případě akutní gastroenteritidy, od počátku příznaků. Obecně platí, že probiotika se mají podávat po dobu nejméně 5 dnů a v každém případě, po dobu hospitalizace, v jedné nebo dvou denních dávkách.

Výskyt průjmu související s užíváním antibiotik se pohybuje mezi 5% a 30%. Většina antibiotik může vyvolat průjem: riziko je větší v případě aminopenicillinu, aminopenicillinu v kombinaci s kyselinou klavulanovou, cefalosporiny a klindamyciny. Studie potvrzují, že existují dostatečné klinické důkazy na podporu využívání kmenů *Lactobacillus rhamnosus* GG a *Streptococcus boulardii* při léčbě těchto průjmů.

Nekrotizující enterokolitida (NEC) je hlavní příčinou morbidit a mortality u nedonošených dětí. Etiologie tohoto onemocnění není dosud plně objasněna. Rizikové faktory byly identifikovány jako nedonošenost, enterální výživa a bakteriální kolonizace, která způsobuje přehnanou zánětlivou reakci zodpovědnou za ischemickou nekrózu střeva. Nedávná recenze ukazuje, že riziko NEC a smrti v populaci léčené probiotiky je nižší a je potvrzena významná výhoda podávání probiotik u předčasně narozených dětí a při velmi nízké porodní hmotnosti dětí. (Aureli, et. al., 2011)

Jedna z nedávných studií prováděná na 90 dětech ve věku 1-3 let se středně těžkou až těžkou atopickou dermatitidou ukázala, že podávání směsi *Lactobacillus*

acidophilus DDS-1 a *Bifidobacterium lactis* UABLA-12 s frukto-oligosacharidy v dávce 5 miliard jednotek tvořících kolonie dvakrát denně, po dobu 8 týdnů významně potlačuje příznaky této nemoci. (Gerasimov, et. al., 2010)

V Brazílii se pohybuje výskyt anémie z nedostatku železa od zhruba 14% do 60% u dětí předškolního věku, což může být způsobeno nedostatečným příjmem železa, nízkou střevní absorpcí, zvýšenými fyziologickými požadavky, zvýšené ztrátě nebo sníženou biologickou dostupností nerostu. Proto byl uskutečněn experiment, který prokázal, že podávání kysaného mléčného nápoje s přísadkou železa a probiotických bakterií má pozitivní vliv na vstřebávání železa u těchto dětí. (Silva, et. al., 2008)

Dále dlouhodobá spotřeba kysaných mléčných nápojů obsahující *Lactobacillus casei* může zlepšit zdravotní stav dětí s alergickou rýmou. Tento efekt však nebyl pozorován u dětí s astmatem. (Giovannini, et. al., 2007)

3.6.3. Zdravotní přínosy probiotik u seniorů

Vývoj vědy a medicíny vedly ke zvýšení průměrné délky života a podstatnému zvýšení stáří populace. Výrazný posun ve věkové demografii je kvůli rychle rostoucímu stáří populace v mnoha zemích doprovázena zvýšením infekčních a věku-příbuzných nemocí. Odpověď střevní sliznice je ohrožena jak ve stáří zvířete, tak i člověka. Vzhledem k této nedostatečné imunitní odpovědi, se snižuje účinnost slizničních vakcín a zvyšuje se výskyt infekčních chorob. S nárůstem věku úroveň laktázy a β -galaktosidázy klesá, a proto se vyskytuje u starších pacientů horší trávení laktózy. Probiotické kmeny jako *Lactobacillus GG*, *L. reuteri*, *L. acidophilus*, *L. johnsonii*, *Bifidobacterium bifidum*, *Streptococcus faecium*, *Streptococcus boulardii* a další, mají příznivý terapeutický efekt v prevenci a léčbě mikrobiálních onemocnění. Role probiotik v procesech stárnutí ještě potřebuje rozsáhlý výzkum a jasný přístup založený na důkazech. (Pande, et. al., 2012)

Proces stárnutí ovlivňuje fylogenetické složení lidské střevní mikroflóry a jeho interakci s imunitním systémem. (Biagi, et. al., 2013)

Změny střevní mikroflóry u starších pacientů s sebou nesou snížení počtu zdravých bakterií (laktobacily a bifidobakterie) a zvýšení počtu potenciálně patogenních druhů. Tyto změny jsou obecně popsány jako gastrointestinální poruchy a infekce. Rostoucí počty výzkumů ukazují, že některé probiotické kmeny mohou pomoci udržet zdraví starých lidí. Proto vědci navrhují konzumaci ekonomicky

úsporných fermentovaných mléčných výrobků se zdravotními výhodami. Ty zahrnují: vytvoření vyvážené střevní mikroflóry, zlepšení kolonizační rezistence anebo prevenci průjmu, snížení počtu fekálních enzymů, snížení sérového cholesterolu, snížení potenciálních mutagenů, snížení intolerance laktózy, syntézu vitamínů, rozklad bílkovin. (Malaguarnera, et. al., 2012)

Studie ukazují, že probiotika (*Lactobacillus casei*) zlepšují protilátkovou odpověď na očkování proti chřipce u osob starších 70 let. Tento druh byl rovněž použit pro posouzení odolnosti k infekcím dýchacích cest. Výrobek obsahující probiotika vyvolal snížení doby trvání respiračních infekcí, zejména infekcí horních cest dýchacích a nachlazení. (Aureli, 2011)

Probiotika se používají i k prevenci Candidózy u starších pacientů, protože ti jsou více náchylní k této infekci, vyvolané chronickým onemocněním, léky, chudší ústní hygienou, snížením slinného toku a oslabenou imunitní odpovědí. Bakterie jako *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus rhamnosus GG*, *Lactobacillus rhamnosus LC705*, ukáží značné snížení výskytu infekce Candidózy. (Singh, et. al., 2011)

3.7. Zdravotní negativa probiotik

Probiotika jsou bezpečná (Marteau, 2001), ale kromě pozitivních aspektů, mohou být zodpovědná za čtyři typy vedlejších účinků: systémové infekce, riziko škodlivých metabolických aktivit, riziko adjuvantních vedlejších účinků a imunomodulace a riziko přenosu genů. (Kolozyn-Krajewska, Dolatowski, Zielinska, 2012)

Vyskytlo se jen několik případů fungémie během perorální léčby pomocí *Streptococcus boulardii* a všechny z nich byly pozorovány u hospitalizovaných nemocných s centrálním katétrem a byly pravděpodobně způsobeny v důsledku kontaminace vzduchu, povrchů nebo rukou sester po otevření paketů s probiotiky. (Marteau, 2001)

Lactobacillus rhamnosus je široce používaná bakterie pro zlepšování funkčních vlastností fermentovaného mléka. Pokud jde o nežádoucí účinky, je prokázáno, že infekce způsobené *L. rhamnosus* jsou vzácné a vyskytují se u pacientů s těžkými zdravotními následky, způsobenými léčbou imunosupresivou anebo u těch, kteří obdrželi intenzivní antibiotickou léčbu. Infekce byly většinou spojeny s různými patologickými stavy, včetně peritonitidy, abscesy, meningitidy a dokonce i těžkou jaterní abscesí. (Zamberlin, 2012)

4. Prebiotika

Je známo, že mikroflóra tlustého střeva má významný vliv na zdraví. V důsledku toho, je v současné době velký zájem o používání prebiotických oligosacharidů jako funkční složky potravin, která manipuluje se složením střevní mikroflóry s cílem zlepšit zdraví. Prebiotické oligosacharidy stimulují růst a kolonizaci probiotických bakterií. Existuje mnoho prebiotických oligosacharidů, zejména na japonském trhu. (Rastall, Maitin, 2002)

Většina studií o prebiotikách byla zaměřena na oligosacharidy, jako inulin, fruktooligosacharidy a galaktooligosacharidy, které jsou vyráběny za relativně nízkou cenu, protože mohou být extrahovány z rostlin nebo vyrobené enzymatickou syntézou. Jsou to také cenné funkční přísady pro potravinářský průmysl, který by mohly zlepšit smyslové vlastnosti potravin. (Delgado, et. al., 2011)

Prebiotika, jsou definována jako "nestravitelné složky potravin, které příznivě ovlivňují zdraví hostitele a selektivně stimulují růst a / nebo aktivitu jednoho nebo omezeného počtu bakterií v tračníku". Tato definice byla aktualizována v roce 2004, a prebiotika jsou nyní definována jako "selektivně fermentované složky, které umožňují konkrétní změny, a to jak ve složení, tak v činnosti mikroflóry zažívacího traktu, která uděluje zdravotní výhody a blahobyt pro hostitele". (Wang, 2009)

V běžných podmínkách jsou prebiotika potravou pro bakteriální druhy, především z rodu *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*, které jsou považovány za zdraví prospěšné. Většina účinků prebiotik jsou spojeny s optimalizací funkcí tlustého střeva a metabolismu, jako je změna ve složení mastných kyselin s krátkým řetězcem, zvýšené fekální hmotnosti, mírné snížení pH lumenu tlustého střeva, zvýšený projev vazebných proteinů nebo jako aktivní nosiči spojení s minerálním vstřebáváním a modulací imunitního systému. Tyto změny v mikroflóře tračníku a jejich účinky na hostitele, tvoří základní podstatu spojování zdravotních výhod s použitím prebiotik. (Douglas, Sanders, 2008)

4.1. Oligosacharidy

Oligosacharidy jsou skupinou sacharidů složených ze dvou až deseti vzájemně vázaných jednoduchých cukrů (monosacharidů). Nejznámější jsou disacharidy sacharosa (cukr řepný či třtinový) složená z glukosy a fruktosy, laktosa (mléčný cukr) tvořená glukosou a galaktosou a maltosa (cukr sladový) složená ze dvou molekul glukosy. Tyto sacharidy jsou však dobře stravitelné, to znamená, že vazba

mezi oběma cukry je snadno štěpena trávicími enzymy a uvolněné cukry jsou vstřebávány v tenkém střevu. Oligosacharidy plní roli prebiotik však stravitelné být nesmějí, musejí se dostat do tlustého střeva nerozštěpené. (Kalač, 2003)

Oligosacharidy jsou nalézány jako zásobní sacharidy v rostlinných druzích. Výskyt těchto cukrů v zelenině je však nedostatečný ve srovnání se škrobem. Oligosacharidy se nacházejí v téměř každém druhu čeledi hvězdnicovitých, z nichž mnohé ukazují hospodářský význam, jako čekanka obecná a topinambur.

Oligosacharidy jsou složeny z jedné nebo více jednotek fruktosy spojené, či nikoli do molekulového terminálu sacharózy. Oligosacharidy mohou mít lineární nebo rozvětvenou strukturu. (Delgado, et. al., 2011)

Oligosacharidy jsou rozpustné ve vodě, sladivost se pohybuje v rozmezí 30 – 60 % sladivosti sacharózy. Sladivost závisí na chemické struktuře a molekulové hmotnosti přítomných oligosacharidů a obsahu mono- a disacharidů ve směsi. Jejich relativně nízká sladkost je výhodná pro výrobky, u nichž se požaduje vytvoření objemu a omezená sladkost tak, aby se zvýraznily ostatní chutě a vůně potraviny. Lze je použít také jako objemová činidla ve spojení s intenzivními sladidly (např. aspartamem), přičemž oligosacharidy maskují pachut' některých intenzivních sladidel.

Vysoký zájem o oligosacharidy jako přísady pro funkční potraviny je dán především jejich kladnými fyziologickými účinky, mezi něž patří zejména tyto:

- jsou nekariogenní,
Na rozdíl od škrobu a jednoduchých cukrů nejsou oligosacharidy potravinářské kvality využívány mikroflórou v dutině ústní, a lze je proto použít jako náhražky cukru s nízkým kariogenním potenciálem při výrobě cukrovinek, žvýkaček, jogurtů a nápojů.
- jsou vhodné pro diabetiky
Řada oligosacharidů se netráví v zažívacím traktu člověka, a proto je vhodná pro diabetiky.
- jsou nestravitelné,
Tím, že jsou nestravitelné, vykazují oligosacharidy účinky podobné vláknině.
- podporují bifidobakterie.

Oligosacharidy podporují v tlustém střevu proliferaci bifidobakterií (usídlených v tlustém střevu i přijímaných ve formě probiotik). Účinnost závisí na typu oligosacharidu a jeho dávce, obvykle je účinná dávka asi 15 g/den. (Kvasničková, 2000)

4.1.1. Inulin

Inulin je skupina β (1,2) lineárních polymerů s malým výskytem větvení. Většina inulinů představuje směs oligomerů a polymerů obsahujících převážně 2-60, ale i více monomerních jednotek. (Kvasničková, 2000) Je přítomen jako zásobní sacharid ve velkém počtu rostlin. Například v cibuli, česneku, banánech a kořenech čekanky. (Meyer, et. al., 2011)

Tab. č. 4. Obsah inulinu v jedlém podílu některých druhů zeleniny, ovoce a obilovin:

Potravina	Inulin (%)
Čekanka (kořen)	15-20
Topinambury (hlízy)	16-20
Jakon (hlízy)	až 20
Česnek	9-16
Pór	3-10
Cibule	1,1-7,5
Banány	0,3-0,7
Pšenice	1-4
Žito	0,5-1

(Kalač 2003)

Výhody inulinu nejsou omezeny pouze na jeho požití ve stavu dietní vlákniny (snížení cholesterolu a lipidů v krvi, řízení střevní peristaltiky, zvýšení adsorpce vápníku, atd.), ale také jako aspekty týkající se jeho prebiotické povahy. Například jako stimulace růstu zdraví prospěšných bakterií (např. bifidobakterie) a regulace střevní flóry v tlustém střevě, snižující růst bakterií náležejících k rodům *Fusarium* a *Clostridium*. (Gonzalez-Tomás, Coll-Marqués, Costell, 2008)

Inulin ukazuje i další zajímavé technologické vlastnosti, jako nízkokalorické sladidlo, náhražka tuku, nebo může být použit k úpravě textury potravin. (Villegas, Costell, 2007)

4.1.2. Fruktooligosacharidy

Fruktooligosacharidy jsou glukózou nebo fruktózou zakončené polymery fruktózy. (Douglas, Sanders, 2008) Přirozeně se nacházejí v různých druzích zeleniny, např. chřest, pórk, artyčokách, cibuli a česneku. (Vitali, et. al., 2012)

Většina z komerčně dostupných fruktooligosacharidů jsou vyrobeny ze sacharosy a jsou považovány za funkční vlákninu. Přes rozdíly v chemické struktuře, jsou fruktooligosacharidy často označovány jako oligofruktóza. (Douglas, Sanders, 2008)

Fruktooligosacharidy jsou nestravitelné oligosacharidy a jsou považovány za nekalorické látky, protože jsou odolné vůči hydrolytickému působení trávicích enzymů. Po dosažení tlustého střeva, jsou fruktooligosacharidy rozkládány střevními bakteriemi, jako jsou bifidobakterie, na krátké mastné kyseliny, jako jsou acetát, propionát a butyrát. Dále na kyselinu mléčnou, oxid uhličitý a vodík. Hrají velmi důležitou roli v oblasti zdraví jako bifidogenní zástupci. Regulují gastrointestinální trakt, zlepšují metabolismus lipidů a zvyšují minerální absorpci. Také snižují hladinu glukózy při diabetu, modulují imunitní systém, snižují výskyt rakoviny tlustého střeva a syntézu triglyceridů, a jiné. (Delgado, et. al., 2011)

Důležitou vlastností fruktooligosacharidů je stimulace růstu bifidobakterií, s potlačením růstu potenciálně škodlivých druhů, jako jsou například *Clostridium perfringens* v tračníku. To je spojeno s poklesem pH ve stolici, zvýšením výskytu fekálních organických kyselin, pokles tvorby dusíkatých produktů v moči a stolici, pokles enzymatické aktivity u fekálních bakterií a úpravy neutrálních sterolů ve stolici. Fruktooligosacharidy zvyšují absorpci hořčičku u lidí a u zvířat bylo prokázáno snížení nádorového rozvoje v tlustém střevě. (Bornet, et. al., 2002)

4.1.3. Galaktooligosacharidy

Galaktooligosacharidy jsou cukry složené z 3-10 molekul galaktosy a glukózy přes transgalaktosylásové reakce zprostředkované enzymem β -galaktosidáza. (Lamsal, 2012) Tyto β -galaktosidázy působí jako hydrolytické enzymy, a také jako kondenzační enzymy. (Delgado, et. al., 2011) Jsou dobře srovnatelné s ostatními

oligosacharidy, pokud jde o jejich prebiotické, imunomodulační a funkční vlastnosti v potravinách. (Lamsal, 2012)

Galaktooligosacharidy jsou přítomny v lidském mléce, které obsahuje různé oligosacharidy pocházející z laktózy. Galaktooligosacharidy jsou vyráběny především s použitím laktózy z mléčného séra po odstranění bílkovin. Tímto způsobem, představují vedlejší produkt mlékárenství. (Delgado, et. al., 2011)

Galaktooligosacharidy jsou považovány za prebiotické látky, neboť dokážou projít nestrávené přes tenké střevo až do tlustého střeva, kde jsou selektivně metabolizovány střevními bakteriemi. Kromě toho mohou galaktooligosacharidy chránit před střevními patogeny. Výsledky testů navíc ukazují, že galaktooligosacharidy mohou být začleněny jako všestranné ingredience do široké škály potravinářských produktů, kvůli jejich podobnosti s oligosacharidy lidského mléka, stabilitě pH a teploty, dobré kvalitě chuti a relativně nízké sladkosti a kalorické hodnotě. (Cardelle-Cobas, et. al., 2010)

Galaktooligosacharidy jsou odolné vůči hydrolyze střevních trávicích enzymů a mají fyziologické účinky podobné vláknině. Požití těchto oligosacharidů povzbuzuje rychlý růst a rozmnožování bifidobakterií a laktobacilů ve střevě. Popularita a aplikace galaktooligosacharidů jako složky potravin (např. bifidogenní složka v kojenecké výživě) se zvyšuje. Další výhodou vyplývající z transformace laktózy na oligosacharidy, je výroba mléka s nízkým obsahem laktózy. Je známo, že stále více a více lidí na celém světě trpí gastrointestinálními problémy kvůli vysokému obsahu laktózy v mléčných výrobcích, tzv. intolerance laktózy. (Čurda, et. al., 2006)

4.2. Požadavky na prebiotika

Aby složky potravin mohly být považovány za prebiotikum, musí splňovat následující kritéria: odolávat žaludeční kyselosti, zkvasit střevní mikroflórou, stimulovat selektivně růst a / nebo aktivitu střevních bakterií. (Delgado, et. al., 2011)

Dále:

- mají procházet horní částí GIT v nezměněné formě, nemají se tam ani hydrolyzovat, ani absorbovat,
- mají sloužit určitým bakteriím tlustého střeva jako selektivní substrát, který vede ke zvýšení metabolické aktivity těch bakterií nebo k podpoře jejich růstu,
- mají pozitivně ovlivňovat složení mikroflóry tlustého střeva,

- mají mít celkově pozitivní vliv na zdraví a celkovou pohodu příslušného jedince. (Kvasničková, 2000)

4.3. Vliv prebiotik na střevní mikrofloru

Po konzumaci oligosacharidů dochází k nadměrnému růstu bifidobakterií a ke snížení počtu ostatních bakterií, např. *Clostridium perfringens*, fusobakterií a bakteroidů. Studie zabývající se vlivem oligosacharidů na patogenní mikroorganismus *C. perfringens* se prováděly na mladých dospělých jedincích, kteří mají endogenní bifidobakterie. Další prospěšnou vlastností bifidogenních oligosacharidů je zvýšení biomasy výkalů (hmotnosti a četnosti stolice). (Kvasničková, 2000)

Prebiotika mají následující vliv na střevní mikroflóru:

- podstatně mění mikroflóru tlustého střeva, protože oligosacharidy slouží jako substrát pro růst a bujení anaerobních bakterií, zejména bifidobakterií,
- pokles pH v tračníku. Nižší hodnoty pH inhibují růst určitých druhů patogenních bakterií při stimulaci růstu bifidobakterií a dalších bakterií mléčného kvašení,
- produkce živin, jako jsou vitaminy komplexu B (B1, B2, B6 a B12), nikotinové a listové kyseliny.
- zvýšení fekální sušiny, což souvisí se zvýšeným počtem bakterií vyplývajících z rozsáhlého kvašení oligosacharidů.
- prevence zácpy a případné účinky na střevní motilitu,
- inhibice průjmu, zvláště ve spojení se střevní infekcí.
- ochranný účinek proti infekci v gastrointestinálním, respiračním a urogenitálním ústrojí, kvůli jejich schopnosti inhibovat adhezi bakterií na epiteliálním povrchu,
- zvýšení absorpce různých minerálů, jako je například železo, vápník a hořčík. Zvýšené vstřebávání zejména vápníku, snižuje riziko osteoporózy, protože tento minerál podporuje zvýšení hustoty kostí a kostní hmoty,
- prospěšný vliv na metabolismus sacharidů a tuků, což vede ke snížení koncentrace cholesterolu, triglyceridů a fosfolipidů v krvi, snižuje se tak riziko vzniku cukrovky a obezity.

- snížení rizika vzniku rakoviny, zejména rakoviny střeva. (Mussatto, Mancilha, 2007)

Mechanismy, kterými prebiotické doplňky ovlivňují mikroflóru trávicího traktu, nejsou dobře prozkoumány, ale nejméně čtyři mechanismy účinku byly pozorovány: antibakteriální látky (bakteriociny), které jsou vyráběny a vylučovány probiotickými organismy, mohou mít inhibiční vliv na řízení patogenní mikroflóry, lidské mateřské mléko může změnit bakteriální antagonismus základních živin a brání přemnožení aerobům, stimulace imunitních odpovědí (např. protilátek, činnosti makrofágů, T-lymfocytů a interferonů) může potlačit potenciální patogeny, a zvláštní přilnavost receptorů střevního epitelu která pomáhá bakteriím mléčného kvašení a bifidobakteriím obsadit mezeru po organismech produkujících toxiny. (Walker, Duffy, 1998)

4.4. Využití prebiotik

Prebiotika mohou být začleněna do široké škály potravinářských produktů, včetně obilovin, sušenek, nápojů, pečiva a kojenecké výživy. (Sherman, et. al., 2009)
Nestravitelné oligosacharidy lze dále použít při výrobě:

- dalších mléčných výrobků a dezertů (sušené mléko, mražené krémy, pudinky, smetany, tavený sýr, aj.),
- snídaňových cereálií (müsli, tyčinky müsli),
- pekařských a cukrárenských výrobků (chléb, rohlíky, dorty, sušenky),
- cukrovinek (čokoláda, čokoládová pomazánka, žvýkačky, pastilky),
- ovocných výrobků (ovocné složky pro mléčné výrobky, džemy, marmelády, kompoty),
- nápojů (ovocné nápoje, káva, kakao, čaj, soda, alkoholické nápoje),
- dalších výrobků (rybí pomazánka, tofu aj.). (Kvasničková, 2000)

Třetí největší složkou mateřského mléka je komplexní směs sloučenin známých jako oligosacharidy. Zdá se, že tyto oligosacharidy, podporují růst prospěšné střevní flóry. Lze je označit jako prebiotika, nestravitelné složky potravy, které mají blahodárné účinky, selektivně stimulují růst a aktivitu prospěšných bakterií v tlustém střevě. Další výhody, jako je např. měkkí stolice obvykle produkovaná kojenými

děťmi, jsou připisovány prebiotikům v mateřském mléce. Některé společnosti na výrobu dětského mléka nyní přidávají do svých výrobků prebiotika s cílem posilovat populaci bifidobakterií u dětí krmených z láhve. Tyto probiotické směsi jsou tvořeny ze dvou oligosacharidů, galaktooligosacharidů a fruktooligosacharidů, které jsou podobné oligosacharidům mateřského mléka. Další používaná prebiotika jsou inulin, laktulóza a laktitol. (Wainwright, 2006)

4.5. Zdravotní přínosy prebiotik

Prebiotika vynikají mezi funkčními potravinami, hlavně kvůli jejich blahodárným účinkům. Zvýhodňují růst střevní mikroflóry, pomáhají gastrointestinálnímu metabolismu a regulují hladinu sérového cholesterolu a minerální absorpci. Experimentální údaje naznačují, že prebiotika by mohla snížit závažnost nebo výskyt degenerativních chorob, jako jsou neoplazie, diabetes, koronární choroby a infekční onemocnění. Rovněž se zdá, že podporují pozitivní modulaci imunitního systému. Jejich účinek na imunitní systém může být dokonce spojen se zvýšením odolnosti proti infekci a mikrobicidní schopností, stejně jako se snížením alergických reakcí. (Delgado, et. al., 2011)

Obezita a související nepřenosné nemoci dosahují globálního významu. Postihují více než jednoho z každých deseti dospělých. Prevalence obezity ve Spojených státech se odhaduje na více než 35% mezi dospělými. Chronické, nepřenosné nemoci spojené s obezitou, jako jsou diabetes, kardiovaskulární onemocnění a některé typy rakoviny, mohou mít za následek odhadem 36 milionů úmrtí na celém světě každý rok. Prebiotika mohou pomoci v boji proti obezitě. Změny mezi koloniemi mikrobiálních druhů v lidském střevě mohou vykazovat širokou škálu pozitivních účinků, včetně zvýšení sytosti, regulace střevní motility, výroby mastných kyselin s krátkým řetězcem, prevence průjmu a zácpy a snížení kolonizace patogenů. Navíc, může spotřeba prebiotik stimulovat imunitní systém, podporovat minerální absorpci, snižuje riziko rakoviny tlustého střeva a snižuje rizikové faktory spojené s obezitou a metabolickým syndromem. U prebiotik byla prokázána schopnost redukovat nadměrnou cirkulaci glukózy a cholesterolu v krvi a zlepšení citlivosti na inzulín. (Johnson, et. al., 2013)

Nedávná studie ukazuje, že suplementace konkrétní směsi oligosacharidů je účinná primární prevence atopické dermatitidy u kojenců z méně rizikové populace. Vědci se domnívají, že účinek přetrvává i po prvním roce života a může vést

dokonce ke snížení výskytu respiračních alergií v pozdějším životě. (Grüber, et. al., 2010)

Epidemiologické studie ukazují, že strava bohatá na tuky a zpracované maso je často spojována se zvýšeným rizikem kolorektálních chorob, jako je rakovina tlustého střeva. Výskyt kolorektálního onemocnění je snížen u jedinců, kteří konzumují stravu s vysokým obsahem škrobu, vlákniny (neškrobových polysacharidů), ovoce a zeleniny. Dietní přísady jako prebiotika (nestavitelné sacharidy) mění střevní mikroflóru ve prospěch probiotik a tudíž potenciálně snižují riziko kolorektálního onemocnění. Konkrétně u aplikace prebiotik a probiotik dohromady, bylo prokázáno, že mají celou řadu ochranných účinků, včetně prevence poškození DNA v lidských buňkách tlustého střeva, snížení výskytu nádorů u a myší, a pozměňování bakteriální střevní enzymové aktivity u potkanů. (Adebola, Corcoran, Morgan, 2013)

Několik studií provedených na kojencích a dětech, stále ukazuje pokles výskytu průjmu po dietní suplementaci fruktooligosacharidů a galaktooligosacharidů nebo ze směsi obou. Jiné studie neukazují vliv na výskyt průjmů, ale hlásí snížení doby trvání a / nebo závažnost infekcí. (Licht, Ebersbach, Frøkiær, 2012)

Většina důkazů, pokud jde o potenciální zdravotní přínosy prebiotik jsou odvozeny z experimentálních studií na zvířatech a lidech na malém množství subjektů. Některé nedávné studie naznačují, že prebiotika, která byla navržena tak, aby zcela změnila selektivní složení mikroflóry, mohou mít výhody u dráždivého tračníku. (Quigley, 2010)

4.6. Zdravotní negativa prebiotik

Nadměrná konzumace oligosacharidů může způsobit střevní potíže, nadýmání nebo dokonce průjem, kvůli jejich osmotickému účinku, vysoké míře fermentace a výrobě plynů. Například, spotřeba galaktooligosacharidů vyšší než 20 g/den a spotřeba fruktooligosacharidů vyšší než 40 g/den způsobuje průjem. (Mussatto, Mancilha, 2007)

5. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo shrnout nejnovější vědecké poznatky o problematice probiotik a prebiotik při jejich začlenění do lidské stravy. Na základě literární studie je patrné, že probiotika i prebiotika hrají důležitou roli v lidském životě. V dřívějších dobách byla úloha střevní mikroflóry přehlížena, ale v posledních několika letech se začíná objevovat stále více vědeckých důkazů o její důležitosti. Díky svým „pozitivním“ bakteriím, dokáže ovlivňovat řadu funkcí lidského imunitního systému a dalších obranných mechanismů.

V lidském střevě žije mnoho rozličných druhů bakterií. Nejčastěji se vyskytují bakterie z rodů *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus* a *Streptococcus*. Zejména druhy *Lactobacillus* a *Bifidobacterium* se používají při výrobě probiotických potravin a doplňků stravy. Při jejich začlenění se klade důraz na zdravotní a technologické požadavky, jako jsou například: humánní původ, rezistence ke kyselinám a žluči, zachování ověřené životaschopnosti, po fermentaci si musí uchovat dobré organoleptické vlastnosti (chuť, vůni), zachování schopnosti kolonizace během výroby a skladování, stabilita během skladování, přesná identifikace kmenů, a řada dalších. Nejčastěji se probiotika používají při výrobě jogurtů, kefírů, sýrů a klobás. U všech výrobků ale platí, že si bakterie musí udržet svou životaschopnost po celou dobu trvanlivosti výrobku. Díky rostoucímu výskytu alergie na kravské mléko, zejména u dětí a seniorů, se vědci začínají soustředit na jiné alternativy pro začlenění probiotik do výroby. Jako dobré se zdá být oslí a koňské mléko. Na trhu existuje i mnoho probiotických doplňků stravy, ale studie ukazují, že údaje o obsahu probiotik se často neshodují s realitou a navíc jsou vědci přesvědčeni, že spotřebitelé raději konzumují probiotické potraviny, než aby byli nuceni denně polykat pilulky.

Spotřeba probiotik je spojena zejména s jejich pozitivními přínosy, z nichž mnohé jsou klinicky potvrzené, a u některých se jejich pozitivní přínos zatím předpokládá a je nutné je doložit dalšími výzkumy. Probiotika působí dvěma způsoby. Za prvé hrají určitou roli v zažívacím traktu. Druhý způsob je, že probiotika mají vliv na imunitní systém. Tím pádem pomáhají v boji proti ulcerózní kolitidě, Crohnově chorobě, infekčním průjmům, atd. Konzumace probiotik je spojována s řadou dalších zdravotních přínosů. Nejznámější z nich jsou zažívací obtíže a dále například snížení hladiny krevního celkového a LDL cholesterolu, čímž se podílejí na prevenci srdečně cévních onemocnění, snížení tvorby takových bakteriálních

enzymů v tlustém střevu, které mají mutagenní účinky a mohou vyvolávat růst nádorů, posílení imunitního systému, zvýšené vstřebávání vápníku a syntézu některých vitaminů. V posledních letech se začínají objevovat výzkumy, potvrzující přínos probiotik u pacientů s onemocněním AIDS nebo u léčby HIV- symptomů, které mají vliv na kvalitu života. Probiotika také hrají určitou roli v prevenci zubních onemocnění, zejména zubního kazu. Zdá se to být nový a efektivní přístup, zejména v době rostoucí antibiotické rezistence. Již kolonizace v raném věku může zabránit vzniku zubního kazu, což je důležité pro pediatrickou stomatologii. U tohoto použití je však třeba dalších výzkumů pro nalezení odpovídajících kmenů s nejlepší účinností. Jak už bylo zmíněno, probiotika působí pozitivně při snižování celkového a LDL cholesterolu v krvi. Dalšími civilizačními chorobami, u kterých byl prokázán pozitivní vliv probiotik, jsou například obezita, diabetes 2. typu a snižování krevního tlaku. Použití probiotik je důležité zejména u kojenců a dětí, a seniorů. U dětí dochází ke kolonizaci střevními bakteriemi během prvních pár hodin života. Brzké podávání probiotik, ať už v mateřském mléce nebo náhradní kojenecké výživě, má příznivý vliv i do dalšího života. Byla prokázána jejich účinnost například u závažného onemocnění, jako je nekrotizující enterokolitida. Dále atopická dermatitida, snížení výskytu průjmů, snížení výskytu anémie z nedostatku železa, ale i alergické rýmy. Během stárnutí dochází ve střevech člověka k mnoha fyziologickým změnám. Snižuje se trávení laktózy, mění se složení střevní mikroflóry a snižuje se imunitní odpověď organismu. Proto vědci doporučují konzumaci probiotik, které výrazně zlepšují trávení mléčného cukru, vytvoření vyvážené střevní mikroflóry, zlepšení kolonizační rezistence anebo prevenci průjmu, snížení sérového cholesterolu, snížení potenciálních mutagenů, syntézu vitaminů, rozklad bílkovin. K použití probiotik se vztahují i některá negativa, jako systémové infekce, riziko škodlivých metabolických aktivit, riziko adjuvantních vedlejších účinků a imunomodulace a riziko přenosu genů. Dále se vzácně objevily infekce způsobené *Lactobacillus rhamnosus* u pacientů s těžkými zdravotními následky, způsobenými léčbou imunosupresivou anebo u těch, kteří obdrželi intenzivní antibiotickou léčbu.

Prebiotika jsou nestravitelné složky potravy, které stimulují růst anebo aktivitu bakterií v tlustém střevě. Nejčastěji se řadí mezi oligosacharidy, jako jsou inulin, fruktooligosacharidy a galaktooligosacharidy. Přirozeně se vyskytují v mnoha druzích zeleniny a ovoce. Nejčastěji se začleňují do mléčných výrobků, snídaňových

cereálií, cukrovinek, nápojů, atd. Zdravotní přínosy jsou podobné jako u probiotik, vzhledem k tomu, že tyto dva pojmy spolu úzce souvisí. Mezi nejčastěji uváděné patří změna mikroflóry tlustého střeva, protože oligosacharidy slouží jako substrát pro růst a bujení anaerobních bakterií, zejména bifidobakterií, pokles pH v tračníku, produkce živin, jako jsou vitaminy komplexu B (B1, B2, B6 a B12), nikotinové a listové kyseliny, zvýšení fekální sušiny, prevence zácpy a případné účinky na střevní motilitu, inhibice průjmu, ochranný účinek proti infekci v gastrointestinálním, respiračním a urogenitálním ústrojí, zvýšení absorpce různých minerálů, jako je například železo, vápník a hořčík. Zvýšené vstřebávání zejména vápníku, snižuje riziko osteoporózy, protože tento minerál podporuje zvýšení hustoty kostí a kostní hmoty. Prospěšný vliv na metabolismus sacharidů a tuků, což vede ke snížení koncentrace cholesterolu, triglyceridů a fosfolipidů v krvi, snižuje se tak riziko vzniku cukrovky a obezity, snížení rizika vzniku rakoviny, zejména rakoviny střeva. Negativa se projevují pouze při nadměrném užívání a to v podobě nadýmání či průjmů.

Téma svojí bakalářské práce jsem si vybrala zejména proto, že jsem v dřívějších dobách sama nadužívala antibiotika a projevíly se u mě problémy s tím spojené. Probiotika mi s těmito obtížemi hodně pomohly. Osobně jsem po dokončení této práce dospěla k názoru, že probiotika a prebiotika, ať už v přirozené formě v podobě jogurtů, sýrů, apod., nebo jako doplňky stravy, by se měly objevovat ve stravě každého člověka. Buď jako prevence proti civilizačním a jiným chorobám nebo jako pomůcka pro snížení obtíží u již probíhajícího onemocnění.

6. Seznam literatury

XU, X.; XU, P.; MA, CH.; TANG, J.; ZHANG, X. (2013): Gut microbiota, host health, and polysaccharides. *Biotechnology advances* 31: 318-337

FOOKS, L.J.; FULLER, R.; GIBSON, G.R. (1999): Prebiotics, probiotics and human gut microbiology. *International dairy journal* 9: 53-61

KOVACS B. (2012): <http://www.medicinenet.com/probiotics/article.htm>. Staženo 23. 11. 2012

MAXA V.; RADA V. (1996): Význam bifidobakterií a bakterií mléčného kvašení pro výživu a zdraví: Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 42 s.

KVASNIČKOVÁ A. (2000): Sacharidy pro funkční potraviny: Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 82 s.

KOPP-HOOLIHAN, L. (2001): Prophylactic and therapeutic use of probiotics: A review. *Journal of the American dietetic association* 101: 229-241

TSAI, YT.; CHENG, PC.; PAN, TM. (2012): The immunomodulatory effects of lactic acid bacteria for improving immune functions and benefits. *Applied microbiology and biotechnology* 4: 853-862

KABOOSI, H. (2011): Antibacterial effects of probiotics isolated from yoghurts against some common bacterial pathogens. *African journal of microbiology research* 5: 4363-4367

SINGH, K.; KALLALI, B.; KUMAR, A.; THAKER, V. (2011): Probiotics: A review. *Asian pacific journal of tropical biomedicine* 1: S287-S290

SADOWSKA, B.; ROZALSKA, B. (2008): Intestinal biofilm – can we and should we interfere in its composition and activity?. *Postepy mikrobiologii* 47: 359-364

KALAC P. (2003): Funkční potraviny: Dona, České Budějovice, 130 s.

GIRAFFA, G.; CHANISHVILLI, N.; WIDYASTUTI, Y. (2010): Importance of lactobacilli in food and feed biotechnology. *Research in microbiology* 161: 480-487

KLEEREBEZEM, M.; HOLS, P.; BERNARD, E.; ROLAIN, T.; ZHOU, M.; SIEZEN, R.J.; BRON, P.A. (2010): The extracellular biology of the lactobacilli. *FEMS Microbiology reviews* 34: 199-230

KANT, R.; BLOM, J.; PALVA, A.; SIEZEN, R.J.; DE VOS, W.M. (2011): Comparative genomics of *Lactobacillus*. *Microbial Biotechnology* 4: 323-332

COURET, V.; GUEGUEN, M.; VERNOUX, J.P. (2004): Numbers and strains of lactobacilli in some probiotic products. *International journal of food microbiology* 97: 147-156

AVERINA, O.V.; ZAKHAREVICH, N.V.; DANILENKO, V.N. (2012): Identification and characterization of WhiB-like family proteins of the Bifidobacterium genus. *Anaerobe* 4: 421-429

FRANZ, CH.M.A.P.; HOLZAPFEL, W.H.; STILES, M.E. (1999): Enterococci at the crossroads of food safety?. *International journal of food microbiology* 47: 1-24

OGIER, J.-C.; SERROR, P. (2008): Safety assessment of dairy microorganisms: The Enterococcus genus. *International journal of food microbiology* 126: 291-301

DELORME, CH. (2008): Safety assessment of dairy microorganisms: Streptococcus thermophilus. *International journal of food microbiology* 126: 274-277

BERLEC, A.; RAVNIKAR, M.; STRUKELJ, B. (2012): Lactic acid bacteria as oral delivery systems for biomolecules. *Pharmazie* 67: 891-898

TEJERO-SARIÑENA, S.; BARLOW, J.; COSTABILE, A.; GIBSON, G.R.; ROWLAND, I. (2012): In vitro evaluation of the antimicrobial activity of a range of probiotics against pathogens: Evidence for the effects of organic acids. *Anaerobe* 18: 530-538

SAARELA, M.; MOGENSEN, G.; RANGNE, F.; MÄTTÖ, J.; MATTILA-SANDHOLM, T. (2000): Probiotic bakterija: safety, functional and technological properties. *Journal of biotechnology* 84: 197-215

SEEGERS, J.F.M.L. (2002): Lactobacilli as live valine delivery vectors: progress and prospects. *Trends in biotechnology* 20: 508-515

ROY, D. (2011): 4.49-Probiotics. *Comprehensive biotechnology* 4: 591-602

RADA, V. (2008): Umíme kontrolovat obsah probiotických bakterii v mléčných kysaných výrobcích?. *Potravinářská revue* 5: 17-18

COMAN, M.M.; CECCHINI, C.; VERDENELLI, M.C.; SILVI, S.; ORPIANESI, C.; CRESCI, A. (2012): Functional food as carriers for SYN BIO®, a probiotic bakterija combination. *International journal of food microbiology* 157: 346-352

SALIMEI, E.; FANTUZ, F. (2012): Equid milk for human consumption. *International dairy journal* 24: 130-142

RADULOVIĆ, Z.; ŽIVKOVIĆ, D.; MIRKOVIĆ, N.; PETRUŠIĆ, M.; STAJIĆ, S.; PERUNOVIĆ, M.; PAUNOVIĆ, D. (2011): Effect of probiotic bakterija on chemical composition and sensory quality of fermented sausages. *Procedia food science* 1: 1516-1522

AURELI, P.; CAPURSO, L.; CASTELLAZZI, A.M.; CLERICI, M.; GIOVANNINI, M.; MORELLI, L.; POLI, A.; PREGLIASCO, F.; SALVINI, F.; ZUCCOTTI, G.V. (2011): Probiotics and health: An evidence-based review. *Pharmacological research* 63: 368-376

MATIJASIC, B.B.; ROGELJ, I. (2006): Demonstration of suitability of probiotic products – An emphasis on surfy of commercial products obtained on Slovenian market. *Agro food industry Hi-Tech* 17: 38-40

DEL PIANO, M.; MORELLI, L.; STROZZI, G.P.; ALLESINA, S.; BARBA, M.; DEIDDA, F.; LORENZINI, P.; BALLARÉ, M.; MONTINO, F.; ORSELLO, M.; SARTORI, M.; GARELLO, E.; CARMAGNOLA, S.; PAGLIARULO, M.; CAPURSO, L. (2006): Probiotics: from research to consumer. *Digestive and liver disease* 38: S248-S255

SAARELA, M.; LÄHTEENMÄKI, L.; CRITTENDEN, R.; SALMINEN, S.; MATTILA-SANDHOLM, T. (2002): Gut bacteria and health fous-the European perspective. *International journal of food microbiology* 78: 99-117

WILSON, N.L.; MONEYHAM, L.D.; ALEXANDROV, A.W. (2013): A systematic review of probiotics as a potential intervention to restore gut health in HIV infection. *Journal of the association of nurses in AIDS care* 24: 98-111

JINDAL, G.; PANDEY, R.K.; SINGH, R.K.; PANDEY, N. (2012): Can early exposure to brobiotics in children prevent dental caries? A current perspective. *Journal of oral biology and craniofacial research* 2: 110-115

EJTAHED, H.S.; MOHTADI-NIA, J.; HOMAYOUNI-RAD, A.; NIAFAR, M.; ASGHARI-JAFARABADI, M.; MOFID, V.; AKBARIAN-MOGHARI, A. (2011): Effect of probiotic yogurt containing *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* on lipid profile in individuals with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Dairy Science* 94: 3288–3294

ARORA, T.; SINGH, S.; SHARMA, R.K. (2013): Probiotics: Interaction with gut microbiome and antiobesity potential. *Nutrition* 29: 591-596

CANCHE-POOL, E.B.; CORTEZ-GÓMEZ, R.; FLORES-MEJÍA, R.; GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, E.; GONZÁLEZ-SERRANO, M.E.; LARA-RODRÍQUEZ, M.C.; LEDESMA-SOTO, Y.; MENDOZA-AQUILAR, M.D.; MEZA-SÁNCHEZ, D.E.; SÁNCHEZ-GARCÍA, F.J.; SILVA-SÁNCHEZ, A.; THOMPSON-BONILLA, M.R.; TRUJILLO-VIZUET, M.G.; WONG-BAEZA, I. (2008): Probiotics and autoimmunity: An evolutionary perspective. *Medical hypotheses* 70: 657-660

BEZIRTZOGLU, E.; STAVROPOULOU, E. (2011): Immunology and probiotic impal of the newborn and young children intestinal microflora. *Anaerobe* 17: 369-374

GERASIMOV, S.V.; VASJUTA, V.V.; MYHOVYCH, O.O.; BONDARCHUK, L.I. (2010): Probiotic supplement reduces atopic dermatitis in preschool children a randomized, double-blind, placebo-controlled, clinical trial. *American journal of clinical dermatology* 11: 351-361

SILVA, M.R.; GLAUCE, D.; FERREIRA, C.L.L.F.; FRANCESCHINI, S.C.C.; COSTA, N.M.B. (2008): Growth of preschool children was improved when fed an

iron-fortified fermented milk beverage supplemented with *Lactobacillus acidophilus*. Nutrition research 28: 226-232

GIOVANNINI, M.; AGOSTONI, C.; RIVA, E.; SALVINI, F.; RUSCITTO, A.; ZUCCOTTI, G.V.; RADAELLI, G. (2007): A randomized prospective double blind controlled trial on effects of long-term consumption of fermented milk containing *Lactobacillus casei* in pre-school children with allergic asthma and/or rhinitis. Pediatric research 62: 215-220

PANDE, R.; BAGAD, M.; DUBEY, V.; GHOSH, A.R. (2012): Prospectus of probiotics in modern age diseases. Asian pacific journal of tropical biomedicine 2: S1963-S1974

BIAGI, E.; CANDELA, M.; TURRONI, S.; GARAGNANI, P.; FRANCESCHI, C.; BRIGIDI, P. (2013): Ageing and gut microbes: Perspectives for health maintenance and longevity. Pharmacological research 69: 11-20

MALAGUARNERA, G.; LEGGIO, F.; VACANTE, M.; MOTTA, M.; GIORDANO, M.; BIONDI, A.; BASILE, F.; MASTROJENI, S.; MISTRETTA, A.; MALAGUARNERA, M.; TOSCANO, M.A.; SALMERI, M. (2012): Probiotics in the gastrointestinal diseases of the elderly. Journal of nutrition health & aging 16: 402-410

KOLOZYN-KRAJEWSKA, D.; DOLATOWSKI, Z.; ZIELINSKA, D. (2012): Probiotic use in meat products. Fleischwirtschaft 92: 101-108

MARTEAU, E. (2001): Prebiotics and probiotics for gastrointestinal health. Clinical nutrition 20: 41-45

ZAMBERLIN, S.; SPEHAR, I.D.; KELEVA, N.; SAMARZIJA, D. (2012): Probiotic bacterium *Lactobacillus rhamnosus*: beneficial and averse effect on human health. Milchwissenschaft-milk science international 67: 30-33

RASTALL, R.A.; MAITIN, V. (2002): Probiotic and synbiotics: towards the next generation. Current opinion in biotechnology 13: 490-496

DELGADO, G.T.CH.; DA SILVA CUNHA TAMASHIRO, W.M.; MARÓSTICA JUNIOR, M.R.; MORENO, Y.M.F.; PASTORE, G.M. (2011): The putative effects of prebiotics as immunomodulatory agents. Food research international 44: 3167-3173

WANG, Y. (2009): Probiotics: Present and future in food science and technology. Food research international 42: 48-12

DOUGLAS, L.C.; SANDERS, M.E. (2008): Probiotics and prebiotics in dietetics practice. Journal of the american dietetic association 108: 510-521

MEYER, D.; BAYARRI, S.; TÁRREGA, A.; COSTELL, E. (2011): Inulin as texture modifier in dairy products. Food hydrocolloids 25: 1881-1890

GONZALEZ-TOMÁS, L.; COLL-MARQUÉS, J.; COSTELL, E. (2008): Viscoelasticity of inulin – starch-based dairy systems. Influence of inulin average chain length. *Food hydrocolloids* 22: 1372-1380

VILLEGAS, B.; COSTELL, E. (2007): Flow behaviour of inulin – milk beverages. Influence of inulin average chain length and of milk fat content. *International dairy journal* 17: 776-781

VITALI, B.; NDAGIJIMANA, M.; MACCAFERRI, S.; BIAGI, E.; GUERZONI, M. E.; BRIGIDI, P. (2012): An in vitro evaluation of the effect of probiotics and prebiotics on the metabolic profile of human microbiota. *Anaerobe* 18: 386-391

BORNET, F.R.J.; BROUNS, F.; TASHIRO, Y.; DUVILLIER, V. (2002): Nutritional aspects of short-chain fructooligosaccharides: natural occurrence, chemistry, physiology and health implications. *Digestive and liver disease* 34: S111-S120

LAMSAL, B.P. (2012): Production, health aspects and potential food uses of dairy prebiotic galactooligosaccharides. *Journal of the science of food and agriculture* 92: 2020-2028

CARDELLE-COBAS, A.; CORZO, N.; OLANO, A.; PELÁEZ, C.; REQUENA, T.; ÁVILA, M. (2011): Galactooligosaccharides derived from lactose and lactulose: Influence of structure on *Lactobacillus*, *Streptococcus* and *Bifidobacterium* growth. *International journal of food microbiology* 149: 81-87

ČURDA, L.; RUDOLFOVÁ, J.; ŠTĚTINA, J.; DRYÁK, B. (2006): Dried buttermilk containing galactooligosaccharides—process layout and its verification. *Journal of food engineering* 77: 468-471

MUSSATTO, S.I.; MANCILHA, I.M. (2007): Non-digestible oligosaccharides: A review. *Carbohydrate polymers* 68: 587-597

WALKER, W.A.; DUFFY, L.C. (1998): Diet and bacterial colonization: role of probiotics and prebiotics. *The journal of nutritional biochemistry* 9: 668-675

SHERMAN, P.M.; CABANA, M.; GIBSON, G.R.; KOLETZKO, B.V.; NEU, J.; VEEREMAN-WAUTERS, G.; ZIEGLER, E.E.; WALKER, W.A. (2009): Potential roles and clinical utility of prebiotics in newborns, infants, and children: Proceedings from a global prebiotic summit meeting, New York City, June 27-28, 2008. *The journal of pediatrics* 155: S61-S70

WAINWRIGHT, L. (2006): Does the addition of prebiotics to infant formula have beneficial effects for the baby?. *Journal of neonatal nursing* 12: 130-137

JOHNSON, C.R.; THAVARAJAH, D.; COMBS, G.F.; THAVARAJAH, P. (2013): Lentil (*Lens culinaris* L.): A prebiotic-rich whole food legume. *Food research international* 51: 107-113

GRÜBER, CH.; VAN STUIJVENBERG, M.; MOSCA, F.; MORO, G.; CHIRICO, G.; BRAEGGER, CH.P.; RIENDLER, J.; BOEHM, G.; WAHN, U. (2010): Reduced occurrence of early atopic dermatitis because of immunoactive prebiotics among low-atopy-risk infants . Journal of allergy and clinical immunology 126: 791-797

ADEBOLA, O.; CORCORAN, O.; MORGAN, W.A. (2013): Protective effects of prebiotics inulin and lactulose from cytotoxicity and genotoxicity in human colon adenocarcinoma cells. Food research international (v tisku)

LICHT, T.R.; EBERSBACH, T.; Frøkiær, H. (2012): Prebiotics for prevention of gut infections. Trends in food science & technology 23: 70-82

QUIGLEY, E.M.M. (2010): Prebiotics and probiotics; modifying and mining the microbiota. Pharmacological research 61: 213-218