Prebiotici i sinbiotici u mljekarskoj industriji

Larma, Krunoslav

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:772914

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Krunoslav Larma

Prebiotici i sinbiotici u mljekarskoj industriji

završni rad

Osijek, 2015.

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA

Završni rad

Prebiotici i sinbiotici u mljekarskoj industriji

Nastavni predmet:

Tehnologija prerade sirovina animalnog podrijetla

Mentor: dr. sc. Vedran Slačanac, izv. prof.

Student: Krunoslav Larma (MB: 4007/14)

Mentor: dr. sc. Vedran Slačanac, izv. prof.

Predano:

Pregledano:

Ocijena: Potpis mentora:

_____ _____

Sažetak

Fermentirani mliječni proizvodi, proizvodi dobiveni fermentacijom laktoze u mlijeku, su najpopularniji komercijalni industrijski proizvodi ne samo zbog brojnih nutritivnih i terapijskih karakteristika nego zbog unosa probiotika u ljudski probavni sustav. Ljudsko debelo crijevo sadrži veliku koncentraciju bakterija (10^{12} po gramu suhe tvari sadržaja debelog crijeva), a istraživanja pokazuju da probiotički mikroorganizmi u mikroflori debelog crijeva korisno djeluju na zdravlje domaćina. Glavni čimbenici za razmnožavanje probiotika i njihov opstanak u ljudskom probavnom sustavu su prebiotici, neprobavljivi oligosaharidi, tj. dijetalni šećeri. Sinbiotiči proizvodi predstavljaju kombinaciju tih probiotičkih mikroorganizama i njihovih prebiotičkih prehrambenih sastojaka, te u fermentiranim mliječnim proizvodima povoljno djeluju na zdravlje i spriječavaju razne bolesti.

Ključne riječi: Probiotici, prebiotici, sinbiotici, probavni sustav, zdravlje

Summary

Fermented milk products, products made by the fermentation of lactose in milk, are the most popular commercial industrial products not only due to their many nutritional and therapeutic characteristics but also for the intake of probiotics in the human digestive system. The human colon contains a large concentration of bacteria (10^{12} per gram of dry matter content of the colon), and studies have shown that probiotic microorganisms in the colon microflora have beneficial effects on the health of the host. The main factors for the multiplication of probiotics and their survival in the human digestive system are prebiotic, non digestible oligosaccharides, ie. dietary sugars. Synbiotics products represent a combination of probiotic microorganisms, and their prebiotic food ingredients, and have many health benefits in products of fermented milk and also prevent various diseases.

Key words: Probiotics, prebiotics, synbiotics, digestive system, health benefits

SADRŽAJ

1. UVOD.....1

2. TEORIJSKI DIO.....2

2.1. Fermentirani mliječni proizvodi.....2

2.1.1. Fermentirani mliječni proizvodi kroz povijest.....2

2.1.2. Klasifikacija fermentiranih mliječnih proizvoda.....2

2.1.3. Proizvodnja fermentiranih mliječnih proizvoda.....4

2.1.4. Nutritivna svojstva fermentiranih mliječnih proizvoda.....5

2.1.5. Mikrobne kulture u proizvodnji fermentiranih mliječnih proizvoda.....6

2.2. Probiotici.....7

2.2.1. Mehanizam djelovanja probiotika.....9

2.2.2. Terapeutske osobine probiotika.....10

2.3. Prebiotici.....13

2.3.1. Podijela prebiotika.....13

2.3.2. Kriteriji za selekciju prebiotika.....20

2.3.3. Sigurnost prebiotika.....21

2.4. Sinbiotici.....22

3. ZAKLJUČAK.....24

4. LITERATURA.....25

1. UVOD

Znanstveni temelj za razvoj probiotika, prebiotika ili njihove kombinirane primjene (sinbiotika) proizlazi iz spoznaje da gastrointestinalna mikroflora štiti domaćina od naseljavanja neautohtonih mikroorganizama u crijevni sustav. Primjena probiotika (živih, korisnih mikroorganizama) i prebiotika (neprobavljivih oligosaharida), kao prehrambenih dodataka u proizvodima mljekarske industrije - konkretno fermentiranom mlijeku i mliječnim proizvodima korisno djeluje na domaćina poboljšavajući ravnotežu njegove crijevne mikroflore.

U ovom radu je predstavljen osvrt na konzumaciju fermentiranih mliječnih proizvoda od početaka do danas, njihovu klasifikaciju i proizvodnju, probiotske kulture mikroorganizama koje se dodaju u fermentirano mlijeko i mliječne proizvode, prebiotske i sinbiotske pripravke koji se koriste u mljekarskoj industriji, njihovi benefite i primjene u poboljšanju zdravlja, te negativne strane.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Fermentirani mliječni proizvodi

2.1.1. Fermentirani mliječni proizvodi kroz povijest

Fermentirani proizvodi razvili su se iz proizvoda ranije pripremanih u seoskom domaćinstvu, a imali su karakteristike kraja u kome su se proizvodili. Uz pojavu voćnog i aromatiziranog jogurta, fermentirani proizvodi postaju najznačajnijim proizvodima u mljekarskoj industriji. Na svom značenju još više dobivaju kada se počinje isticati njihova zdravstvena uloga.

Prvi koji je povjerovao narodu o velikoj zdravstvenoj vrijednosti fermentiranog mlijeka i fermentiranih mliječnih proizvoda bio je francuski liječnik H. Tissier. On je 1900. godine otkrio Bacillus bifidus. Promatrajući taj mikroorganizam, brzo je otkrio da ona mijenja mikrofloru u crijevima. Smatrao je kako transformacijom bakterijske flore u crijevu može kulturom bifidusa liječiti crijevne infekcije.

Mnogo veću pažnju pobudio je ruski znanstvenik Ilija Mečnikov kad je 1908. godine objavio svoje mišljenje o razlozima dugovječnosti ljudi u Bugarskoj i u susjednim balkanskim državama, pa i u zapadnoafričkih Arapa, kao posljedicu uživanja fermentiranih proizvoda, posebno jogurta, zahvaljujući Lactobacillusu bulgaricusu. 1996. godine objavljeno je mnoštvo znanstvenih radova o djelovanju bifido bakterija i drugih bakterija mliječne kiseline.

Naša znanstvenica Kruna Tomić-Karović intenzivno se, kao prva u našoj zemlji, bavila problemom bakterija mliječne kiseline. Drugi je u Zagrebu bio Ljudevit Gutschy, nekadašnji Mečnikovljev suradnik.

2.1.2. Klasifikacija fermentiranih mliječnih proizvoda

Skupinu proizvoda poznatih pod nazivom fermentirani mliječni proizvodi čine proizvodi koji se međusobno razlikuju ovisno o vrsti upotrebljene kulture i primjenjenoj tehnologiji. Najpoznatiji su: jogurt, acidofil, kefir, kumis, yakult, vili i drugi.

Fermentirana mlijeka i mliječni proizvodi mogu se klasificirati na više načina. Međutim, vjeruje se da je najprikladniji onaj način koji za osnovu uzima mljekarsku mikrobnu kulturu (starter kulturu) upotrebljenu za proizvodnju. (Slika 1.)

Tablica 1. Klasifikacija fermentiranih mliječnih proizvoda

Fermentirani mliječni proizvodi	**Vrste mikroorganizama korištenih kultura**
Terapijske bakterije mliječne kiseline i bifidobakterije (37-40 ^{o}C)	
Acidofil (-no mlijeko) (1) Bifido (mlijeko) (2 ili 3 ili 12) AB kultura (1 i 2 ili 3) Acidofilni jogurt (1, 4, 5) Bifido jogurt (2 ili 12, 4, 5) Bioghurt (1, 4) Biogarde (1, 2, 4) Biokys (1, 2, 6) Yakult (7) b Aktiv (4, 5, 8) Vivis (3, 4, 5) Vitaktiv (1, 4, 5, 9) BRA mlijeko (1, 10, 11) ABT mlijeko (1, 4, 12) SymBalance (1, 9, 10, 13) ProBiotik Fortija (4, 5, 13)	1. Lactobacillus acidophilus 2. Bifidobacterium bifidum 3. Bifidobacterium longum 4. Streptococcus termophilus 5. Lactobacillus delbrueckii spp. bulgaricus 6. Pediococcus acidilactici 7. Lactobacillus casei soj Shirota 8. Lactobacillus rhamnosus GG 9. Bifidobacterium spp. 10. Lactobacillus reuteri 11. Bifidobakterium infantis 12. Bifidobacterium animalis 13. Lactobacillus casei + inulin
Bakterije mliječne kiseline - kvasci	
Kefir (1) Acidofilin (1, 2, 3) Kumis (3, 4, 5, 6)	1. Kefirna zrnca (bakterije + kvasci) 2. Lactococcus lactis spp. lactis 3. Lactobacillus acidophilus 4. Lactobacillus delbrueckii spp. bulgaricus 5. Kluyveromyces marxianus var. marxianus 6. Kluyveromyces marxianus var. lactis
Bakterije mliječne kiseline - plijesni	
Viili (samo u Finskoj)	-kao za Filmjolk + Geotrichum candidum

Fermentirani mliječni proizvodi	Vrste mikroorganizama korištenih kultura
Mezofilne bakterije mliječne kiseline (20-30 ^{o}C)	
Kiselo mlijeko (1, 2, 3, 4) Fermentirana sepka (1, 2, 3, 4) Filmjolk (1, 3, 4) Taetmjolk (1, 2, 3, 4) Ymer (2, 3)	1. Lactococcus Lactis spp. lactis 2. Lactococcus lactis spp. cremoris 3. Lactococcus lactis spp lactis biovar. diacetylactis 4. Leconostoc mesenteroides spp. cremoris 5. Leuconostoc mesenteroides spp. dextranicum
Termofilne bakterije mliječne kiseline (37-45 ^{o}C)	
Tradicionalni jogurt Koncentrirani jogurt (Labneh, Skyr i dr.)	Streptococcus termophilus i Lactobacillus delbrueckii spp. bulgaricus (jogurtna kultura)
Fermentirana stepka	Lactobacillus delbrueckii spp. bulgaricus

2.1.3. Proizvodnja fermentiranih mliječnih proizvoda

Prerada mlijeka u različite fermentirane mliječne proizvode vrlo je slična. Općenito, bakterije mliječne kiseline u obliku čistih kultura dodaju se u toplinski obrađeno mlijeko. Fermentacija se prekida hlađenjem kada je postignuta optimalna kiselost proizvoda. Tijekom fermentacije nastaju fizikalno-kemijske i biokemijske promijene u proizvodu.

Proces mliječno-kiselog vrenja laktoze mlijeka u mliječnu kiselinu djelovanjem enzima bakterija mliječne kiseline vrlo je složen i odvija se postupnom razgradnjom laktoze, pri čemu nastaju brojni međuproizvodi i energija. Bakterije mliječne kiseline ne koriste laktozu mlijeka izravno nego ju pomoću proton motornih sila (PMS) specifičnih permeaza prevode u svoju stanicu, gdje pomoću enzima β-galaktozidaze (laktaze) laktozu cijepaju u glukozu i galaktozu. Glukoza se glikolizom prevodi u dvije molecule piruvata. Redukcijom pirogrižđane kiseline (piruvata), djelovanjem laktat-dehidrogenaze, nastaje mliječna kiselina (laktat). Neke bakterije mliječne kiseline također imaju i sposobnost vrenja galaktoze. Galaktoza se ili prevodi u glukozu-6-fosfat koja se uključuje u glikolizu ili u fosfoketolazni put, ili se tagatoza-6-fosfat putem prevodi u gliceraldehid-3-fosfat koji se uljučuje u glikolizu.

2.1.4. Nutritivna svojstva fermentiranih mliječnih proizvoda

Nutritivnu vrijednost fermentiranih mliječnih proizvoda nije teško utvrditi, jer fermentacija prema mišljenju većine znanstvenika bitno ne mijenja nutritivni sastav ni proteina, ni masti, ni ugljikohidrata, ni mineralnih tvari. Ne mijenja sadržaj vode, samo je donekle promijenjen sadržaj vitamina.

Prehrambena vrijednost fermentiranih mlijeka u prvom redu ovisi o sastavu sirovine upotrebljene za njihovu proizvodnju, ali i o promjenama koje nastaju pri procesu proizvodnje, osobito pri vrenju.

Nastale promijene i stvoreni metaboliti vrenja ovise o sastavu korištene mikrobne kulture koja utječe na nova svojstva u fermentiranom mlijeku u odnosu na svježe mlijeko.

Lakoza se u mlijeku tijekom vrenja smanjuje za 20-30%, a nastaje mliječna kiselina ili druge, ovisno o vrsti mikrobne kulture. Nakon vrenja laktoze nastala mliječna kiselina potiče peristaltiku crijeva, sekreciju sluzi i korisnih enzima te udvostručuje reapsorpciju kalcija, fosfora i ostalih hranjivih tvari. Mliječna kiselina također produljuje trajnost proizvoda, a konzumiranjem fermentiranog mlijeka snizuje se pH-vrijednost probavnog sustava i spriječava se rast nepoželjne mikroflore te potiče rast poželjne.

Vrlo značajna uloga fermentiranih mliječnih proizvoda je u probavljivosti laktoze. Oko 70% svijetske populacije ima nedovoljnu razinu intestinalne laktaze za probavu laktoze.

Drugačija organoleptička svojstva fermentirani mliječni proizvodi duguju djelovanju bakterija mliječne kiseline, koje uz ostale učinke, pridonose boljoj probavljivosti mliječnih proteina, zbog njihove djelomične denaturacije, a posebno alergenskih proteina mlijeka.

Vrlo je bitan i dijetetski učinak fermentiranih mliječnih proizvoda, u liječenju i prevenciji raznih bolesti kod dijece i odraslih, a posebice kod raka probavnih i drugih organa i gastrointestinalnih infekcija. U svakom slučaju, fermentirano mlijeko ima puno veću hranjivu vrijednost od svježeg mlijeka, a mogu se sažeti njegove glavne prednosti:

- lakše je probavljivo od svježeg mlijeka,
- održava ravnotežu crijevne mikroflore,

- inhibira rast štetne mikroflore,
- poboljšava toleranciju laktoze,
- posjeduje mnoga terapijska svojstva,
- čuva organizam od preranog starenja.

2.1.5. Mikrobne kulture u proizvodnji fermentiranih mliječnih proizvoda

Najvažniju ulogu u tehnologiji fermentiranih proizvoda imaju mikroorganizmi. Prema vrsti mikroorganizama i tipu fermentacije, fermentirane mliječne proizvode možemo klasificirati.

Najčešće zastupljeni mikroorganizmi su bakterije mliječne kiseline (*LAB - lactis acid bacteria*), koje dodane mlijeku kao čista kultura imaju važnu ulogu u proizvodnji mliječne kiseline fermentacijom laktoze. Odgovorni su za sviježkiselkast okus, formiranje i teksturu gruša.

Novi pristup i porast interesa u terapeutskim osobinama fermentiranih mliječnih proizvoda dovodi do sve veće uporabe intestinalne bakterije Bifidobakterium. Kvasci koji su zajedno sa bakterijama mliječne kiseline isto tako važni, osobito pri proizvodnji alkoholno fermentiranih mliječnih proizvoda; kumisu i kefiru.

U proizvodnji kumisa se upotrebljavaju Kluyveromyces marxianus var. marxianus i K. marxianus var. lactis, dok kefirna zrna sadrže Candida kefyr zajedno s jednim ili više drugih kvasaca.

Neke vrste bakterija mliječne kiseline i bifidobakterije dio su mikrobne populacije probavnog sustava ljudi ili životinja te sudjeluju u njihovom metabolizmu. Od pojedinih vrsta iz rodova Lactobacillus, Bifidobakterium, Enterococcus i Propionibakterium, samo se određene vrste, izolirane iz probavnog sustava ljudi, koriste za proizvodnju fermentiranih mlijeka. Posebno mjesto pripada odabranim vrstama probiotičkih bakterija. One se koriste kao monokulture ili u zajednici s drugim bakterijama.

Fermentirana mlijeka proizvedena probiotičkim bakterijama, koje su osjetljive na kiselinu, neznatno su kisela s vrlo slabo izraženom aromom, koja odbija potrošača pa se često kombiniraju s tradicionalnim termofilnim i mezofilnim bakterijama.

2.2. Probiotici

Riječ probiotik potječe od grčke riječi *pro bios* (=za život) i tijekom godina poprimala je različita značenja. Prvi put su je upotrijebili Lilly i Stillwell 1965. godine i njome opisali tvar koju je izlučivao jedan mikrorganizam da bi se poticao rast drugog mikroorganizma.

Probiotici su živi mikroorganizmi koji konzumirani u određenom broju iskazuju zdravstveni učinak iznad granica normalne prehrane. Probiotici se prema načinu primjene mogu podijeliti na bioterapeutike i funkcionalne dodatke hrani. Bioterapeutici su probiotički sojevi namijenjeni za terapiju ili prevenciju mnogih bolesti što ih svrstava u kategoriju živih lijekova, dok probiotici kao funkcionalna hrana ili dodaci hrani promoviraju zdravlje tj. pozitivno utječu na ravnotežu crijevne mikroflore i stimulaciju imuno sustava.

Dakle, izraz probiotik odnosi se na proizvode koji:

- sadrže žive mikroorganizme,
- poboljšavaju zdravstveno stanje ljudi i životinja,
- mogu djelovati u ustima ili probavnom traktu, gornjem respiratornom traktu ili urogenitalnom traktu.

Najznačajniji probiotičke bakterije korištene u proizvodnji fermentiranih mlijeka i mliječnih proizvoda su iz rodova Bifidobakterium, Lactobacillus i Streptococcus.

Posebna je prednost probiotičkih bakterija što dobro preživljavaju u ljudskom probavnom sustavu, povećavaju aktivnost enzima važnih za probavu, a smanjuju aktivnost fekalnih enzima i onih koji sudjeluju u kancerogenim procesima.

Razmnožavanje probiotičkih bakterija u mlijeku, tijekom vrenja ili preživljavanje stanica tijekom skladištenja proizvoda znatno ovisi o soju i njihovoj pH-tolerantnosti. Sojevi L.

acidophilus bolje preživljavaju pri višim pH-vrijednostima i pri temperaturi hladnjaka (5-9 ˚C) nego pri sobnoj temeraturi (25 ˚C), dok su sojevi Bifidobakterium spp. puno osjetljiviji na uvijete vrenja ili čuvanja.

Tablica 2. Uspješno primjenjene probiotičke bakterije i njihovo djelovanje

VRSTA BAKTERIJE	PROBIOTIČKO DJELOVANJE KAO REZULTAT KLINIČKIH ISTRAŽIVANJA
Lactobacillus acidophilus LA 1	Stimulira imuno sustav, veže se na crijevne stanice, regulira sastav crijevne mikroflore
Lactobacillus acidophilus NCFB 1748	Smanjuje aktivnost fekalnih enzima, primjenjuje se u terapiji dijaterije uzrokovane radioterapijom u terapiji konstipacije
Lactobacillus GG (ATCC 53013)	Primjenjuje se u terapiji dijareje uzrokovane antibiotičkom terapijom, rotavirusom i bakterijom Clostridium difficile; za prevenciju Crohnove bolesti i kao nadomjestak za vakcine
Lactobacillus casei Shirota	Primjenju se u prevenciji crijevnih poremećaja, u terapiji dijareje uzrokovane rotavirusom; stimulira imuno sustav u ranoj fazi raka krvi i raka crijeva; regulira sastav crijevne mikroflore, smanjuje aktivnost fekalnih enzima
Streptococcus salivarius subsp. thermophilus; Lactobacillus delbrueckii subs. bulgaricus	Ne dijeluju na rotavirus dijareje i ne utječu na aktivnost fekalnih enzima
Bifidobacterium bifidum	Regulira sustav crijevne mikroflore i primjenjuje se u terapiji dijareje uzrokovane rotavirusom i drugim virusima
Lactobacillus gasseri (ADH)	Smanjuje aktivnost fekalnih enzima, preživljava u intestinalnom traktu
Lactobacillus reuteri	Kolonizira intestinalni trakt (istraživanja provedena na životinjama); postoji mogućnost da postane humani probiotik

2.2.1. Mehanizam djelovanja probiotika

Mehanizam djelovanja probiotika ovisi o mikrobnom soju i uvijetima. Razlikujemo:

I. INHIBICIJA RASTA NEPOŽELJNIH MIKROORGANIZAMA

1. Antimikrobno djelovanje

Tijekom rasta i fermentacije bakterije mliječne kiseline proizvode značajne količine organskih kiselina koje djeluju inhibicijski na rast i razmnožavanje mikroorganizama.

2. Natjecanje za hranjive komponente

Brojne aktivnosti intestinalne flore smatraju se odgovornim za spriječavanje rasta neautohtonih mikroorganizama. Budući da se intestinalni trakt ponaša kao kontinuirani reaktor, populacijski kontrolni mehanizmi koji spriječavaju rast neautohtone kulture u skladu su sa teorijom kemostata. Osnovni koncept teorije kemostata je da se bakterije u mješovitoj, kontinuiranoj kulturi natječu za nužne hranjive tvari, što je temeljno važno za regulaciju bakterijske populacije u intestinalnom traktu.

3. Natjecanje za mjesta vezanja

Jedan od mehanizma suzbijanja rasta patogeno je natjecanje za mjesta vezanja na epitelnoj površini crijeva. Poznato je da se bakterije mliječne kiseline mogu vezati na crijevni epitel, što je vrlo poželjna osobina probiotičkih sojeva.

4. Toksični metaboliti i nepovoljni uvijeti okoline

Toksični metaboliti koji uključuju vodikov sulfid, slobodne žučne kiseline i kratkolančane masne kiseline inhibicijski djeluju na istestinalne bakterije.

II. PROMIJENE MIKROBNOG METABOLIZMA U PROBAVNOM TRAKTU

Jedan od najvažnijih načina korisnog djelovanja probiotičkih organizama na domaćina je modifikacija metabolitičkih procesa, posebno onih koji se odvijaju u probavnom traktu:

- zaustavljanje reakcija čiji rezultat je proizvodnja toksičnih ili kancerogenih metabolita,

- stimulacija enzimskih reakcija uključenih u detoksifikaciju potencijalno toksičnih supstanci,
- stimulacija enzima uključenih u razgradnju kompleksnih hranjivih sastojaka,
- sintetiziranje enzima i drugih esencijalnih hranjivih sastojaka koji prehranom nisu osigurani u dovoljnim količinama.

III. STIMULACIJA IMUNOLOŠKOG SUSTAVA

Gastrointestinalni trakt je važan organ u tijelu domaćina u obrani protiv patogenih mikroorganizama i kancerogenih tvari - imunokompetentne stanice aktivirane u crijevima prenose se na respiratorni i urogenitalni trakt.

2.2.2. Terapeutske osobine probiotika

Zbog korisnog djelovanja bakterija u fermentiranom mlijeku i mliječnim proizvodima na zdravlje ljudi one pripadaju probioticima, kojima se pripisuju mnoga terapijska svojstva. Proizvodi terapijskih svojstava moraju sadržavati minimalno 10^6 živih stanica/mL od svake prisutne probiotičke bakterije da bi se mogli deklarirati kao 'probiotički'.

Konzumiranjem proizvoda odabrani sojevi probiotičkih bakterija, osobito uz prebiotike (sinbiotici), mogu obnoviti ili uspostaviti cjelovitu crijevnu mikrofloru koja je oštećena ili poremećena zbog ubrzanog ritma života, stresa ili nakon infektivnih bolesti, kemoterapije ili sl. Tada postaje važna uloga unosa živih probiotičkih bakterija koje stimuliraju imunološki sustav ljudskog organizma.

Zdravstvene i terapeutske osobine pripisuju se posebice bifidobakteriji, s osobitim naglaskom na antikancerogeni utjecaj, porast imunokompetencije i antimikrobne aktivnosti. Lactobacilus casei spriječava crijevne infekcije i stimulira IgA u neishranjenih životinja. Jogurt može spriječiti rast intestinalnog karcinoma kroz porast aktivnosti IgA, T-stanica i makrofaga. Fermentirani mliječni proizvodi koji sadrže Lactobacillus acidophilus, Bifidobakterium bifidum, Bifidobakterium longum, Bifidobakterium adolescentis, Bifidobakerium breve i Bifidobakterium infantis imaju sposobnost potiskivanja nepoželjnih bakterija u intestinalnom traktu.

Bifidobakterium spp. također dobro utječe na smanjenje candida infekcije koja nastaje nakon antileukemijskih kemoterapija.

Istražuju se različite mogučnosti proizvodnje probiotika kako bi se maksimalno očuvala terapijska svojstva odabranih sojeva bakterija iz probavnog sustava i tržištu ponudio funkcionalni proizvod koji će služiti u terapiji mnogih bolesti.

Tablica 3. Probiotička i terapijska svojstva fermentiranih mlijeka s bakterijama probavnog sustava

Svojstva probiotika	Mehanizam djelovanja
Održavanje normalne mikroflore probavnog sustava	Proizvodnja inhibitora za nepoželjnu mikrofloru Stimulacija imuno-sustava (osobito Bifidobacterium spp.)
Suzbijanje putničke dijareje i dijareje uzrokovane antibioticima	Suzbijanje patogena probioticima i "biogenima" (mliječna kiselina, laktoferin, laktoperoksidaza) Normalizacija mikroflore probavnog sustava
Poboljšanje tolerancije laktoze	Smanjena koncetracija laktoze u proizvodu Aktivnost laktaze bakterija mlječne kiseline Aktivna laktaza prisutna u proizvodu
Suzbijanje alergija (atopijski dermatitis)	Značajna redukcija indeksa aktivnosti bolesti (P=0,008) nakon unosa Lactobacillus rhamnosus GG (5x108 CFU dnevno/1 mjesec), osobito u dojenčadi Značajna prevencija bolesti (P=0,008) unosom L. rhamnosus GG (10^{10}CFU/dnevno/4 mjeseca) u dojenčadi i njihovih majki (porast antiupalnog kapaciteta majčinog mlijeka)
Antikancerogena aktivnost	Uklanjanje prokarcinogena; stimulacija imunosustava; Redukcija toksičnih/mutagenih reakcija (smanjenje aktivnosti enzima uključenih u proizvodnju genotoksičnih tvari i mutagenu aktivaciju) antikarcinogeni sastojci miljeka (konjugirana linolna kiselina, bioaktivni peptidi, glutation); potencijalni učinak egzopolisaharida od kojih neki imaju antitumurnu i imunomodulacijsku aktivnost)
Smanjenje serum kolesterola	Nedovoljno istraženi uzroci (unos proizvoda ili farmaceutskih preparata pokazalo je različite rezultate u testiranih osoba) Asimilacija kolesterola uz probiotike u prisustvu žučnih soli Jedan od mehanizma djelovanja prebiotika na zdravlje Potencijalni učinak egzopolisaharida koja imaju svojstva prebiotika
Nutritivno poboljšanje	Sinteza nekih vitamina B-kompleksa (B. Bifidum i L. acidophilus) Povećanje apsorpcije kalcija (tvorba mliječne kiseline koja otapa koloidni Ca-fosfat i nastaju topljive Ca-soli, bolja resorpcija)
Poboljšanje bubrežne funkcije	Uklanje toksičnih amina
Kontrola bolesti crijeva	Normalizacija intestinalne mikrobne populacije Imunomodulacija koja dovodi do uravnoteženog imuno odgovora Opskrba epitelnih stanica crijeva kratkolančanim masnim kiselinama i vitaminima (folati)

2.3. Prebiotici

Korištenje prebiotika u proizvodnji fermentiranih mlijeka nešto je novijeg datuma nego probiotika.

Za prebiotike također postoji definicija: prebiotik je neprobavljiv sastojak hrane koji povoljno utječe na domaćina selektivnom stimulacijom rasta i /ili aktivnosti jedne ili ograničenog broja bakterija u debelom crijevu što poboljšava zravlje domaćina.

Slično probioticima, prebiotici su 'hrana debelog crijeva' i služe kao supstrat endogenim bakterijama, koji neizravno opskrbljuju domaćina energijom, metaboličkim spojevima i esencijalnim mikronutrijentima. Supstrati su bakterijama mliječne kiseline i bifidobakterijama u debelom crijevu, ali u prevelikim količinama mogu izazvati dijareju.

Mnogi su prebiotici danas na tržištu, a najpoznatiji su:

- rafinoza,
- sojini oligosaharidi,
- fruktooligosaharidi,
- galaktooligosaharidi,
- galaktozil laktoza,
- palatinoza,
- polioli.

2.3.1. Podijela prebiotika

Rafinoza

Rafinoza je trisaharid koji se sastoji od galaktoze (α-D-galaktopiranoze), glukoze (α-D-glukopiranoze) i fruktoze (β-D-fruktofuranoze) povezane 1→6 odnosno 1→2 glikozidnom vezom.

Rafinoza je prisutna u grahu, kupusu, prokulicama, brokuli, šparogama, drugom povrću i cjelovitim žitaricama, a dobiva se iz šećerne repe. Rafinoza može hidrolizirati u D-galaktozu i saharozu djelovanjem enzima α-galaktozidaze, koji nije prisutan u ljudskom probavnom traktu.

Rafinozna porodica oligosaharida spada u alfa-galaktozil derivate sukroze, a najčešći su trisaharidi rafinoze, tetrasaharidi stahioze i pentasaharidi verbaskoze. Ljudi i nepreživajuće životinje (svinje i perad) ne posjeduju α-galaktozidazu za razgradnju rafinoze, pa ona prolazi probavnim sustavom neprobavljena. U debelom crijevu dolazi do fermentacije rafinoze pomoću bakterija koje sadržavaju α-galaktozidazu te nastaju ugljikov dioksid, metan i vodik.

Sojini oligosaharidi

Zrno soje sadrži oko 30% ugljikohidrata, a od toga je 10% topivih i oko 20% netopivih (vlakana). Većinu topivih ugljikohidrata čine oligosaharidi: saharoza, rafinoza i stahioza. Najviše ima saharoze (41-67%), te nakon nje rafinoze i stahioze. Saharoza je standardni šećer, najčešće korišten u prehrambenoj industriji, a po kemijskom sastavu disaharid sastavljen od glukoze i fruktoze. Stahioza je tetrasaharid sačinjen od jedne molekule saharoze i dvije molekule galaktoze. Stahioza kao i rafinoza, neprobavljena dolazi u debelo crijevo čovjeka, gdje podliježe mikrobnoj razgradnji. Nastali plinovi stvaraju nadutost i uzrokuju bol u trbuhu, a mogu dovesti i do gastrointestinalnih poremećaja.

Fruktooligosaharidi

Fruktooligosaharidi su oligosaharidi fruktana. Ova grupa oligosaharida i po bifidogenom djelovanju i po ekonomskim pokazateljima spada u najznačajnije. Fruktooligosaharidi su kratkolančani polimeri sastavljeni od D-fruktoze i D-glukoze. Ljudski organizam ih ne može metabolizirati do običnog šećera i stoga spadaju u neprobavljive ugljikohidrate. Nalaze se u 36.000 biljnih vrsta diljem svijeta, a koriste se kao niskokalorični i antikariogeni alternativni zaslađivači. Posebice su dobri za dijabetičare jer ne potiču izlučivanje inzulina. Osim toga pomažu održavanju ravnoteže crijevne mikroflore i sniženju ukupnog kolesterola i lipida u krvi,

te poboljšavaju omjer dobrog i lošeg kolesterola. Brojne studije pokazuju da fruktooligosaharidi povećavaju apsorpciju minerala u organizmu, osobito kalcija i magnezija. Postoje dvije različite klase fruktooligosaharidnih smjesa - bazirani na degradaciji inulina i na procesima transfruktozilacije. Najčešće korišten prebiotik iz skupine fruktooligosaharida je inulin.

Inulin je jedan od prebiotika koji se najviše koristi u praksi jer je najbolje istražen. Dobiva se ekstrakcijom iz korijena cikorije. Inulin je dijetalno vlakno koje se sastoji od jedinica fruktofuranoze povezanih 2→1 vezom (polifruktan). Blagog je okusa, a profil slatkoće je blizak šećeru i nema priokusa. U kombinaciji s jakim zaslađivačima inulin ublažava njihov priokus i pomaže izražajnost glavnog (voćnog) okusa. Posjeduje i neka važna tehnološka svojstva za fermentirano mlijeko - može služiti kao zamjenica za mliječnu mast (miješanjem s vodom tvori gel kremaste strukture), stabilizira pijenjenje i emulgiranje te ima malu energetsu vrijednost. Poznato je i nutritivno-zdravstveno djelovanje inulina - poboljšava apsorpciju Ca i Mg, stimulira metabolizam i povećava aktivnost probave, snižava kolesterol i triacilglicerole u krvi, aktivator je probiotičkih bakterija i tako utječe na opće zdravlje organizma. Zbog mnogih tehnoloških prednosti i nutritivne vrijednosti, inulin se već uvelike koristi kao dodatak u proizvodnji fermentiranih vrsta mlijeka u svijetu, ali i kod nas. U Hrvatskoj se inulin primjenio 1998. godine u probiotičkom običnom i voćnom jogurtu Vivis, koji je proizveden sojem Bifidobakterium longum BB 536. Od tada do danas na svjetsko i našem tržištu pojavljuju se mnogi fermentirani probiotički proizvodi s inulinom.

Galaktooligosaharidi

Galaktooligosaharidi su oligosaharidi građeni od molekula glukoze i galaktoze. Neprobavljivi su i stimuliraju razmnožavanje bifidobakterija. Prisutni su u majčinom mlijeku, kravljem mlijeku i komercijalnom jogurtu. Mješavina galaktooligosaharida nastaje iz laktoze enzimatskim djelovanjem ß-D-galaktozidaze iz Aspergillus oryzae i Streptococcus thermophilus. Ista studija upućuje da primjena glukooligosaharida proizvedenih iz laktoze spomenutim enzimima značajno utječe na crijevnu mikrofloru.

Galaktozil laktoza

Galaktozil laktoza je trisaharid pronađen u majčinom mlijeku. Galaktozil laktoza se industrijski proizvodi u Japanu i dodaje komercijalnoj hrani za dojenčad radi poticanja rasta bifidobakterija u crijevima dojenčadi. Pokazalo se da galaktozil laktoza mijenja svojstva fecesa dojenčadi hranjene majčinim mlijekom.

Galaktozil laktoza je pogodna za dojenačke formule i druge mliječne proizvode jer povećava broj bifidobakterija u fekalnom uzorku. Iako nije rađena studija neškodljivosti, iskustva iz dojenačkih formula pokazuju sigurnost galaktozil laktoze.

Palatinoza

Palatinoza ili izomaltuloza (6-O-alfa-D-glukopiranozil-D-fruktofuranoza) je disaharid blago slatkog okusa dobiven iz saharoze, a korištena u raznim prehrambenim proizvodima kao nekancerogeni zaslađivač. Prirodni je sastojak meda i šećerne trske. Smjesa palatinoze i njenih kondenzata dobivena je grijanjem otopine pod optimalnim uvjetima. Kondenzati su klasificirani kao heterooligosaharidi sastavljeni od glukoznih i fruktoznih rezidua. Palatinoza je probavljiva, ali probavljivost kondenzata nije jasna. U humanoj studiji uzimanje palatinoze je povezano s velikim brojem bifidobakterija u fecesu.

Kalorijska vrijednost palatinoze jednaka glukozi - 4 kcal/g, ali zbog spore apsorpcije ne uzrokuje brzi porast koncentracije glukoze u krvi niti inzulinske skokove. Stoga je idealni izvor energije za sve osobe koje imaju problema sa tjelesnom težinom jer ne uzrokuje nagle promjene koncentracije glukoze i inzulina u krvi, i time poboljšava iskorištavanje masti.

Palatinoza ima i antikariogeno djelovanje, tj. ne potiče nastanak karijesa u zubima, stoga je idealna prirodna zamjena za šećer u prehrambenoj industriji.

Polioli

Šećerni alkoholi - polioli, su prirodni zaslađivači, po kemijskom sastavu alkoholi ali su izvedeni iz molekula šećera. U njih spadaju *laktuloza, laktitol, ksilitol, sorbitol, manitol* i drugi.

Razlikuju se po slatkoći koja varira od polovine slatkoće šećera pa do njegove pune slatkoće. Polioli se polako i nepotpuno apsorbiraju iz tankog crijeva u krv. Pretvaranje apsorbiranih poliola u energiju je proces koji zahtjeva vrlo malo inzulina ili on uopće nije potreban.
S obzirom na to da se ne apsorbiraju u potpunosti u krv i da se neapsorbirani dio pretvara u masne kiseline, polioli unešeni u pretjeranim količinama mogu izazvati laksativni efekt.
Na svakom proizvodu koji sadrži poliole naznačena je dozvoljena dnevna količina.

Laktitol je disaharidni alkohol ((4-0-b-D-galaktopiranozil)-D-glucitol) proizveden hidrogenacijom laktoze ili laktuloze. Laktitol se može koristiti kao sirovina za druge oligosaharide. Laktitol se, kao i većina poliola, može primjenjivati u dijetalnoj hrani dijabetičara jer omogućava ograničen unos kalorija. Može se koristiti kao zaslađivač, ali zbog slabe slatkoće nije baš popularan. Proizvodi proizvedeni s laktitolom su vrlo ukusni i nemaju nikakvog priokusa. Laktitol se koristi i u farmaceutskoj industriji. Može se koristiti umjesto laktuloze kod nekih terapijskih aplikacija te u specijalnoj dijetalnoj hrani. Laktitol mijenja mikrofloru probavnog sustava i djeluje kao i laktuloza. Točnije, laktitol povećava broj bifidobakterija u debelom crijevu ljudi što su pokazala istraživanja sa skupinom koja je uzimala laktitol i kontrolnom skupinom kojoj je davan placebo, s i bez kombinacije s probioticima. ß-galaktozidaza probavnog sustava ne može hidrolizirati laktitol tako da je on prepušten djelovanju bakterija mliječne kiseline i bifidobakterija u debelom crijevu. Gore spomenuta studija je pokazala da uzimanje laktitola povećava i broj bakterija mliječne kiseline i broj bifidobakterija u probavnom sustavu ljudi. Povećanje broja crijevnih bifidobakterija je povezano sa zdravstvenim boljitkom kao na primjer olakšanom konstipacijom i prevencijom intestinalnih infekcija .

Laktitol je ekstenzivno toksikološki proučen. Sve potrebne toksikološke studije su završene uključujući dugotrajne kancerogene studije. Također su završene kratke studije o promjenama mikroflore crijeva. Studije ukazuju na pojavu diaree uslijed konzumacije velikih doza laktitola, međutim nije zabilježen nikakav toksikološki efekt (WHO, 1982.). Znanstveni prehrambeni komitet Europske Unije prihvaća uporabu laktitola i većine drugih poliola u prehrambenoj industriji.

S obzirom da je laktitol tek od nedavno komercijalno dostupan, većina zemalja ga još nije klasificirala kao prehrambeni sastojak ili aditiv. Laktitol je odobren kao prehrambeni aditiv u većini europskih zemalja, a koristi se i u farmaceutskoj industriji Švicarske.

Laktuloza ((4-0-b-D-galaktopiranozil)-D-fruktoza) je sintetski derivat laktoze. Suprotno laktozi, rezistentna je na hidrolitičko djelovanje intestinalne ß-galaktozidaze, pa ne može biti apsorbirana u gornjem probavnom sustavu, Laktuloza se može koristiti za selektivnu modifikaciju mikroflore debelog crijeva, budući da je mogu koristiti samo bakterije mliječne kiseline i bifidobakterije. Laktuloza je na tržištu dostupna kao sirup koji sadrži 67% laktuloze u kristalnom obliku. Relativno je slabe slatkoće, ali je stabilna u većini hrane.

Laktuloza se može koristiti u većini tekuće hrane, ali radi slabe slatkoće nema veliku primjenu. Kao dodatak ima laksativna svojstva što otežava njeno korištenje u većini uobičajene hrane. Koristi se kao zaslađivač samo u specijalnoj dijetalnoj hrani za ljude koji pate od konstipacije. Laktuloza u dječjoj hrani i formulama povećava broj bifidobakterija u intestinalnoj flori dojenčeta koja je tada slična mikroflori djece koja su dojena. Laktuloza djeluje kao neapsorbirajući supstrat za bakterije debelog crijeva uzrokujući poželjne promjene u mikroflori te je pogodna za specijalnu dijetalnu hranu. Laktuloza ima veliku primjenu u farmaceutskoj industriji. Dijetalnom suplementacijom s laktulozom kod dobrovoljaca značajno je povećan broj bifidobakterija u fecesu. Također je došlo do pada fekalnog pH i porasta sadržaja vode u fecesu. Povećanje broja fekalnih bifidobakterija je povezano sa zdravstvenim boljitkom kao na primjer olakšanom konstipacijom i prevencijom intestinalnih infekcija kao i kod laktitola.

Nije napravljena toksikološka studija laktuloze. Ipak ona se godinama koristi u tretmanu kronične konstipacije kod bolesnika s cirozom jetre. Osim prolazne diaree nisu primijećeni drugi štetni učinci. I laktuloza i laktitol uzrokuju slične promjene intestinalne mikroflore. Imaju slično djelovanje na probavljivost i metabolizam proteina, i obje su preporučene zbog terapijskog djelovanja. U većini zemalja laktuloza se koristi u farmaceutskoj industriji te povremeno u specijalnoj dijetalnoj hrani. Laktuloza koja se ubraja u prebiotike još se odavno spominje kao ‘bifidus faktor’ u proizvodnji hrane za dojenčad, jer potiče rast bifidobakterija u probavnom

sustavu. Nešto se laktuloze uvijek nalazi u fermentiranom mlijeku kao rezultat visoke pasterizacije mlijeka.

Ksilitol (pentapentol) je šećerni alkohol sa pet C-atoma za koji je dokazano da djeluje na mikrofloru usne šupljine i tako sprečava karijes. Bakterije usne šupljine ga ne mogu fermentirati, te se smatra antikariogenim agensom. Ksilitol ima jače antikarijesno djelovanje od sorbitola, kojeg mogu fermentirati neki mutanti streptokoka iz usne šupljine. Dnevno uzimanje 2-3 gume za žvakanje s ksilitolom značajno smanjuju pojavu karijesa. Ksilitol se izravno prevodi u ksiluloza-5-P u jetri. Ksilitol i laktitol uzrokuju manje promjene nivoa šećera u krvi i koncentracije inzulina nego glukoza. Dok je glikemični indeks glukoze 100, indeks ksilitola i laktitola je 7 i 1, te su zbog toga oba poliola pogodna za prehranu dijabetičara. Dijeta s 10% ksilitola sprečava slabljenje biomehaničkih svojstava te pozitivno utječe na očuvanje mineralnog sastava i volumena kostiju. Ksilitol ima jednaku slatkoću kao i saharoza te u ustima izaziva jaki efekt hlađenja. Prirodno se nalazi u klipovima kukuruza, stabljici pamuka i vinskom grožđu. Velike količine ksilitola također djeluju na crijevnu mikrofloru, uzrokujući pad pH vrijednosti u debelom crijevu i porast gram-pozitivnih bakteirja u fecesu. Ksilitol se je pokazao kao potencijalni inhibitor adhezije štetnih bakterija u raznim studijama. Čini se da ksilitol može biti potencijalni supstrat za neke bakterije mliječne kiseline i bifidobakterije, ali to je potrebno još dokazati. Ksilitol je proučavan u kratkoročnim i dugoročnim studijama i dokazana je njegova neškodljivost kao sastojka hrane te se on koristi kao sastojak hrane ili kao aditiv.

Sorbitol se uglavnom koristi kao zaslađivač dijetalne hrane, jer objedinjuje povećanje slatkoće, specifične karakteristike okusa i poboljšanje viskoznosti tekućina. Koristi se u slatkišima i gumama za žvakanje bez šećera te u hrani za dijabetičare. U kombinaciji s drugim šećerima sorbitol mijenja svojstva kristalizacije hrane. Kad se dodaje sirupima koji sadrže saharozu, smanjuje kristalizaciju tijekom čuvanja. Također se može koristiti kao sredstvo za vezanje vode i stabilizator, te kao zamjena za glicerol. Male količine se mogu dodati u niskokalorične napitke da ublaže okus saharina. Tipični proizvodi koji ga sadrže su slastice, pastile, dijabetički džem i keksi, sladoled, čokolada i kolači.

Toksičnost sorbitola je revizirana od WHO i nije previđena nikakva štetnost po zdravlje (WHO, 1982.). Zbog spore apsorpcije pogodan je kao zaslađivač za dijabetičare jer omogućava ograničen unos kalorija. Velike količine mogu uzrokovati nadimanje i diareu. Postupno povećanje doze sorbitola u dijeti uzrokuje toleranciju. U većini zemalja sorbitol je odobren kao sastojak ili aditiv hrane.

Manitol je heksitol i stereoizomer sorbitola. Sastojak je nekih biljaka kao što je repa, celer, masline i morska trava. Manitol ima oko 0,4-0,5 slatkoće saharoze, a svojstva su mu slična sorbitolu. Jedino je topljivost manitola slabija u usporedbi sa sorbitolom. Manitol se proizvodi iz saharoze ili dekstroze i može se dobiti kao nusprodukt nekih fermentacija.

Manitol se koristi u dijetalnoj hrani bez šećera, gumama za žvakanje, slatkišima i sladoledu. Osim kao zaslađivač manitol se može koristiti kao poboljšivač teksture, protiv sljepljivanja ili kao serdstvo za vezanje vode. Glavna mu je primjena u proizvodnji guma za žvakanje.

Manitol se slabo apsorbira iz probavnog sustava i može uzrokovati diareu i nadutost. U eksperimentima sa životinjama primjećena je adaptacija na manitol. Kod ljudi dolazi do laksativnog efekta nakon uzimanja 20-30 g manitola. Toksikološke studije ne pokazuju nijedan štetni efekt manitola, osim diaree. Toksičnost manitola je revizirana od WHO i nije previđena nikakva štetnost po zdravlje (WHO, 1982.).

2.3.2. Kriteriji za selekciju prebiotika

Usprkos dostupnosti najnovijih studija, teško je utvrditi pogodne supstrate i prebiotike koji će povećati broj bifidobakterija i laktobacila u probavnom sustavu ljudi. Bazirano na ranijim istraživanjima i iskustvu nužno je poštivati sljedeće uvjete:

- Slaba apsorpcija ili neapsorpcija prirodnih ili prirodno deriviranih sastojaka,
- Da ih mnoge bakterije ne mogu reducirati,
- Bifidobakterije mogu obično koristiti di- ih trisaharide koji sadrže galaktozu bez prethodne adaptacije,

- Rast bifidobakterija i bakterija mliječne kiseline je poboljšan prisustvom fruktooligosaharida, laktuloze i laktitola,
- Bifidobakterije mogu koristiti šećere koji sadrže galaktozu, glukozu i/ ili fruktozu,
- Bifidobakterije mogu koristiti derivate inulina,
- Veće količine poliola mogu imati laksativno djelovanje,
- Opadanje fekalnog pH je općenito poželjno svojstvo za svaki supstrat, a potiče rast bakterija probavnog sustava i uravnotežava zdravu mikroekologiju,
- Poželjna je kombinacija supstrata koja istovremeno potiče rast laktobacila i bifidobakterija,
- Poželjno je da prebiotički supstrat inhibitorno djeluju na aktivnost patogena i na virulenciju,
- Prebiotičke komponente u dijeti moraju selektivno modificirati ljudsku mikrofloru debelog crijeva (takozvana hrana debelog crijeva) djelujući i na mikrofloru probavnog sustava i na metaboličke funkcije.

2.3.3. Sigurnost prebiotika

Neškodljivost oligosaharida i supstrata za bakterije mliječne kiseline i bifidobakterije nije još dobro proučena unatoč činjenici da su mnogi od njih prirodni sastojci hrane u raznim dijetama. Toksikološki testovi za poliole su kompletirani (ksilitol, sorbitol, manitol i laktitol). Polioli su intenzivno testirani i podaci su procjenjeni od strane JECFA. Za njih su utvrđene ADI vrijednosti i E kodovi (E brojevi za prehrambene aditive od Europske Unije).

Za druge supstrate, uključivši oligosaharide, nije provedena intenzivna toksikološka studija. Pretpostavlja se da oni ne predstavljaju veliku opasnost jer su to prirodni spojevi ili su sastavljeni od prirodnih komponenata. Međutim, vrlo su različite odobrene količine od zemlje do zemlje jer ne postoji internacionalna toksikološka procjena.

Najsporije apsorbirajući šećeri uzrokuju prolazne intenstinalne i abdominalne probleme. U slučaju poliola dolazi do postupne adaptacije na veće doze. Problemi koji se najčešće javljaju u

konzumiranju velikih količina sporo-apsorbirajućih šećera su abdominalni grčevi i bol, te nadimanje. Može se javiti i prolazna diarea. Usprkos tome mali je broj studija o nepoželjnim učincima šećera i oligosaharida.

Inulin i oligofruktoza su prirodno prisutni u mnogim vrstama uobičajene hrane, uključujući povrće i voće. U većini europskih zemalja su klasificirani kao prirodni sastojci hrane. Već je provedeno nekoliko nutritivnih studija s inulinom i oligofruktozom te je potvrđena njihova neškodljivost. Oligosaharidi bazirani na laktozi, prisutni su u humanom mlijeku i u fermentiranim mliječnim proizvodima kao laktoza hidrolizirani mliječni proizvodi. Radi svog prirodnog podrijetla već godinama se koriste u ljudskoj prehrani i ishrani životinja. Njihova prosječna preporučena potrošnja je nekoliko grama po danu.

Istraživanja koja su provedena da bi se procjenilo moguće toksično djelovane oligofruktoze u ljudima i životinjama, nisu pokazala značajno štetno djelovanje. Nakon uzimanja velikih količina primjećene su blage posljedice, kao pojava nadutosti i mekane stolice. Pretjerana konzumacija neprobavljivih ohgosaharida može uzrokovati stvarne poremećaje probavnog sustava kao na primjer: vjetrove, nadutost, kolike ili čak gubitak stolice kod velikih doza. Te su posljedice usporedive i kod veće konzumacije drugih dijetalnih vlakana. Količina prebiotika koja se konzumira u praksi (obično 2-3 g po serviranju ili kod poliola 2-20 g/danu tijekom nekoliko serviranja) je znatno ispod količine koja uzrokuje poremećaje probavnog sustava i/ili laksativne efekte. Jedna velika doza može dovesti do neželjenih efekata.

2.4. Sinbiotici

Pojam sinbiotik odnosi se na prehrambene dodatke koji kombiniraju probiotike i prebiotike u sinergističnom djelovanju. Glavni razlog za korištenje sinbiotika je taj da pravi probiotik, bez svog prebiotika, nije sposoban učinkovito opstati u probavnom sustavu. Bez potrebnog izvora hrane probiotik će imati veću netoleranciju na kisik, nisku pH vrijednost i temperaturu.

Kako prebiotici pružaju odlične uvijete za rast i razvoj probiotika, nužni su za njihovo preživljavanje u velikoj mjeri. Istraživanja pokazuju da kombinacijom probiotika i prebiotika broj

dobrih bakterija u probavnom sustavu povećava se za više puta u cilju poboljšanja našeg zdravlja. Sinbiotički proizvodi sadrže jednu do deset milijardi aktivnih stanica.

Sinbiotici djeluju dvojako: poboljšavajući održivosti probiotika i pružajući benefite za zdravlje domaćina.

Postoji nekoliko mogućih mehanizama pomoću kojih sinbiotici imaju blagotvoran učinak na organizam:

- Antagonističko djelovanje protiv patogenih bakterija, bilo inhibicijom adherencije i translokacije ili proizvodnjom antibakterijskih tvari,
- Modulacija crijevne barijere,
- Modulacija crijevne produkcije citokina,
- Protuupalna svojstva,
- Poboljšanje propusnosti crijeva .

3. ZAKLJUČAK

Probiotici, prebiotici i sinbiotici u narednim godinama dobivaju na važnosti prvenstveno zbog njihovih brojnih prednosti za zdravlje, posebno u liječenju netolerancije za laktozu, povećanja razine kolesterola i bolesti krvožilnog sustava kao što je ateroskleroza.

Njihovi benefiti za zdravlje domaćina također uključuju jačanje imunološkog sustava i antikancerogeno djelovanje - koje se u najvećoj mjeri očituje u smanjenju rizika od raka crijeva, redukciji razina fekalnih enzima koji se povezuju s rakom, prevenciji i liječenju dijareje, prevenciji i liječenju konstipacije i povećanju otpornosti patogenim mikroorganizmima.

Sinbiotici također i smanjuju neke simptome alergija i djeluju antimikrobno. U budućnosti, smatraju znanstvenici, probiotici, prebiotici i sinbiotici primjenjivati će se u liječenju raka crijeva, mokraćnom mjehura, dijabetesa i reumatoidnog artritisa.

Nažalost, popularnost probiotičkih, prebiotičkih i sinbiotičkih proizvoda u mljekarskoj industriji je mala. Zbog toga je potrebno educirati javnost o njihovim benefitima i primjenama. Takvi proizvodi ne bi se trebali smatrati lijekom za određene bolesti, već se uklopiti u svakodnevnu prehranu u cilju njihove prevencije.

Studije pokazuju da potencijalni benefiti probiotičkih, prebiotičkih i sinbiotičkih suplemenata uključuju i djelomičnu zamjenu za antibiotike.

4. LITERATURA

Bengmark S.: Synbiotics and Human Health, Food Technol. Biotechnol. 48 (4) 464–475 (2010).

Božanić R.: Proizvodnja, svojstva i fermentacija sojinog mlijeka. Mljekarstvo 56 (3) 233-254, 2006.

Božanić R., Tratnik Lj.: Prebiotički supstrati i bakterije mliječne kiseline. Mljekarstvo 49 (1) 27-46, 1999.

Božanić R., Rogelj I., Tratnik Lj.: Fermentacija i čuvanje probiotičkog jogurta od kozjeg mlijeka. Mljekarstvo 52 (2) 93-111, 2002.

Herceg Z.: Procesi u prehrambenoj industriji. Plejada. Zagreb, 2011.

Kovačić L, Senta A: Fermentirani mliječni proizvodi u prehrani i dijetetici. Hrvatska akademija medicinskih znanosti. Zagreb, 1996.

Krebs B.: Primjena sinbiotika u poslijeoperacijskoj pripremi bolesnika za elektivnu operaciju debelog crijeva. Doktorska dizertacija. Medicinski fakultet. Zagreb, 2014.

Lovković S.: Optimiziranje fermentacije sojinog mlijeka probiotičkim bakterijskim kulturama. Magistarski rad. Prehrambeno-biotehnološki fakultet. Zagreb, 2010.

Marić V., Šantek B.: Biokemijsko inženjerstvo. Golden marketing-Tehnička knjiga. Zagreb, 2009.

Rosenzwig Jukić I.: Što su probiotici?. 2007. http://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/10929/sto-su-probiotici.html [26.09.2015.]

Sekhon S. B., Jairath S.: Prebiotics, probiotics and synbiotics: an overview. J Pharm Educ Res Vol. 1, Issue No. 2, December 2010.

Tamime A. Y., Božanić R., Rogelj I.: Probiotički fermentirani mliječni proizvodi. Mljekarstvo 53 (2) 111-134, 2003.

Tratnik Lj, Božanić R.: Mlijeko i mliječni proizvodi. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb, 2012.

Tratnik Lj.: Mlijeko – Tehnologija, biokemija i mikrobiologija. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb, 1998.

Verbanac D.: Probiotici i zdravlje. http://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/23475/Probiotici-i-zdravlje.html [29.09.2015.]

Vinko I. i sur.: Fermentacija mlijeka različitim mikrobnim kulturama. Mljekarstvo 61 (2), 161-167, 2011.

Volarić I.: Fermentirano mlijeko – melem za dugovječnost ljudskog organizma. http://www.hmu.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=326&Itemid=106&lang=hr [29.09.2015]