

Primjena probiotičkih bakterija u mljekarstvu

Belković, Mateja

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:390990>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-11**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





Sveučilište Sjever

Završni rad br. 3/PREH/2022

Primjena probiotičkih bakterija u mljekarstvu

Mateja Belković, 3532/336

Koprivnica, rujan, 2022. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za Prehrambenu tehnologiju

Završni rad br. 3/PREH/2021

Primjena probiotičkih bakterija u mljekarstvu

Student

Mateja Belković, 3532/336

Mentor

Doc. dr. sc. Katarina Lisak Jakopović

Koprivnica, rujan, 2022. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za prehrambenu tehnologiju

STUDIJ preddiplomski stručni studij Prehrambena tehnologija

PRISTUPNIK Mateja Belković

MATIČNI BROJ 0336039116

DATUM 30.8.2022.

KOLEGIJ Tehnologija proizvodnje i prerade mlijeka

NASLOV RADA Primjena probiotičkih bakterija u mljekarstvu

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Application of probiotic bacteria in dairy industry

MENTOR Katarina Lisak Jakopović

ZVANJE docentica

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. izv. prof. dr. sc. Irena Barukčić (predsjednica)
2. doc. dr. sc. Katarina Lisak Jakopović (mentorica)
3. dr.sc. Marija Kovač (članica)
4. doc.dr.sc. Dunja Šamec
- 5.

Zadatak završnog rada

BROJ 34/PREH/2022

OPIS

Zadatak ovog završnog rada je dati pregled dostupne literature o probiotičkim vrstama te prebioticima koji se nalaze, odnosno koriste pri proizvodnji mliječnih proizvoda. Probiotički proizvodi postaju sve popularniji u prehrani modernog čovjeka koji sve više brine o zdravom načinu života i zdravoj prehrani. Također, zadatak rada je opisati probiotičke bakterije i prebiotike te opisati način njihove prilagodbe i upotrebe u mliječnim proizvodima te njihov učinak na zdravlje čovjeka.

ZADATAK URUČEN

POTPIS MENTORA

Predgovor

Želim zahvaliti svojoj mentorici, doc. dr. sc. Katarini Lisak Jakopović na uloženom vremenu i trudu oko pisanja Završnog rada. Hvala Vam na dostupnosti i predanosti koje ste ustupili tijekom pisanja ovog rada. Zahvaljujem se svim Vašim savjetima i prijedlozima. Posebno se zahvaljujem mojim roditeljima i cijeloj obitelji na strpljenju i podršci koju su mi davali tijekom studiranja. Također se zahvaljujem i svim profesorima na Sveučilištu, a osobito pročelniku Odjela za prehrambenu tehnologiju Izv.prof.dr.sc Bojanu Šarkanju!

Sažetak

U ljudskom gastrointestinalnom sustavu nalaze se mnogobrojne bakterijske vrste koje su bitne za ljudsko zdravlje i koje pozitivno utječu na njega. U svrhu povećanja tih dobrih bakterija u crijevima, danas na tržištu nalazimo razne probiotičke mliječne proizvode u kojima su ukomponirane bakterijske vrste poput *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus salivarius*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus gasseri*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Bifidobacterium animalis*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus kefir* i *Lactobacillus plantarum*. Najzastupljeniji probiotički mliječni proizvodi su fermentirana mlijeka, no razvojem tehnologije i zahvaljujući brojnim istraživanjima, probiotičke bakterije su danas prisutne i u drugim mliječnim proizvodima poput sira, sladoleda, vrhnja, maslaca i formule za dojenčad. Mliječni su se proizvodi pokazali najprikladnijima za komponiranje probiotičkih bakterija za razliku od bilo kojih drugih proizvoda iz drugih prehrambenih industrija. Konzumacija proizvoda koji sadrže probiotičke bakterije je izuzetno poželjna jer, kako navode mnogobrojne znanstvene studije, pozitivno utječu na ljudsko zdravlje.

Ključne riječi: bakterijske vrste, probiotički mliječni proizvodi, fermentirana mlijeka, ljudsko zdravlje

Summary

In the human gastrointestinal system, there are numerous bacterial species that are essential for human health and that have a positive effect on it. In order to increase these good bacteria in the intestines, today on the market we find various probiotic dairy products that contain bacterial species such as *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus salivarius*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus gasseri*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Bifidobacterium animalis*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus kefir* and *Lactobacillus plantarum*. The most common probiotic dairy products are fermented milk, but with the development of technology and thanks to numerous researches, probiotic bacteria are now also present in other dairy products such as cheese, ice cream, cream, butter and infant formulas. Dairy products have proven to be the most suitable for composing probiotic bacteria unlike any other products from other food industries. The consumption of products containing probiotic bacteria is extremely desirable because, as stated by numerous scientific studies, it has a positive effect on human health.

Key words: bacterial species, probiotic dairy products, fermented milk, human health

Popis korištenih kratica

FAO – Organizacija za prehranu i poljoprivredu

WHO – Svjetska zdravstvena organizacija

BMK – bakterije mliječne kiseline

T – temperatura

FOS – fruktooligosaharidi

GOS - galaktooligosaharidi

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Probiotičke bakterije	2
3. Bakterije mliječne kiseline	3
3.1 Bakterije roda <i>Lactobacillus</i>	4
3.1.1 <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	4
3.1.2 <i>Lactobacillus acidophilus</i>	5
3.1.3 <i>Lactobacillus casei</i>	5
3.1.4. <i>Lactobacillus fermentum</i>	5
3.1.5. <i>Lactobacillus gasseri</i>	6
3.1.6. <i>Lactobacillus plantarum</i>	6
3.1.7. <i>Lactobacillus kefir</i>	7
3.1.8. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	7
4. Bifidobacterium spp.....	8
4.1. <i>Bifidobacterium animalis</i>	8
4.2. <i>Bifidobacterium longum</i>	9
5. Ostale vrste probiotičkih bakterija	9
5.1. <i>Enterococcus faecalis</i> i <i>Enterococcus faecium</i>	9
5.2. <i>Streptococcus salivarius</i>	10
6. Probiotičke bakterije u mliječnim proizvodima.....	10
6. 1. Fermentirana mlijeka.....	11
6.1.1 Kefir.....	11
6.1.2. Kumis	12
6.1.3. Jogurt	13
6.2. Sir	15
6.2.1. <i>Cheddar</i>	16
6.2.2. Probiotički svježi sirevi.....	16
6.3. Sladoled	17
6.4. Vrhnje i maslac	19
6.5. Formula za dojenčad.....	20
7. Prebiotici.....	20
7.1. Fruktooligosaharidi	21
7.2. Galaktooligosaharidi	22
7.3. Inulin	22

7.4. Sojini oligosaharidi.....	23
7.5. Sintetizirani prebiotici.....	24
8. Zaključak	25
9. Literatura	26
10. Popis slika	34
11. Popis tablica.....	35

1. Uvod

Ljudski gastrointestinalni sustav sadrži stotine različitih bakterijskih vrsta. One mogu pozitivno i negativno utjecati na ljudsko zdravlje. Samo su neke bakterijske vrste patogene dok je većina njih korisna, no to se može poremetiti i promijeniti različitim faktorima kao što su korištenje lijekova, stres, starenje, prehrana i drugi okolišni čimbenici. Jedan od načina povećanja broja korisnih mikroorganizama u gastrointestinalnom sustavu jest oralno uzimanje probiotika [1].

Još je 1900. godine francuski liječnik Tissier otkrio bakteriju probavnog sustava, danas nazvanu *Bifidobacterium bifidum*, i uočio da ona mijenja mikrofloru crijeva zbog čega je smatrao da može liječiti crijevne infekcije. Iste godine, Moro je iz stolice dojenčadi hranjene majčinim mlijekom izolirao bakteriju danas nazvanu *Lactobacillus acidophilus* [2]. No ipak sam koncept probiotika kreće 1908. godine, kada je ruski znanstvenik Ilja Mečnikov uočio pozitivan utjecaj jogurta na ljudsko zdravlje. Objavljivao je radove u kojima je pisao pretpostavke da je za dugačak život bugarskih seljaka bilo zaslužno njihovo dugogodišnje konzumiranje fermentiranih mliječnih proizvoda tj. jogurta [2]. Iz bugarskog jogurta izolirao je bakteriju koju je tada nazvao *Bulgarian bacillus* [2].

Cilj ovog završnog rada bio je dati pregled dostupne literature o probiotičkim vrstama te prebioticima koji se nalaze, odnosno koriste pri proizvodnji mliječnih proizvoda. Probiotički proizvodi postaju sve popularniji u prehrani modernog čovjeka koji sve više brine o zdravom načinu života i zdravoj prehrani. Također, cilj je opisati probiotičke bakterije i prebiotike te opisati način njihove prilagodbe i upotrebe u mliječnim proizvodima te njihov učinak na zdravlje čovjeka.

2. Probiotičke bakterije

Pojam „probiotik“ potječe iz grčke riječi „*probios*“ a znači „za život bitno“ [2]. Počeo se koristiti 1965. godine, a prvi koji su ga upotrijebili bili su Lilly i Stillwell te su taj pojam koristili za opisivanje izlučenih tvari jednog organizma koje stimuliraju rast drugog [13]. Definicija probiotika mijenjala se tijekom 20. stoljeća, a 1992. godine Havenaar i Huis in't Veld predložili su novu, proširenu definiciju koju su kombinirali sa prijašnjima, a glasi "Probiotik je jedna ili više kultura živih stanica mikroorganizama koje, primijenjene u životinja ili ljudi djeluju korisno na domaćina, poboljšavajući svojstva autohtone kulture" [13].

Sam pojam „probiotik“ označava dodatak živih bakterijskih stanica koje korisno djeluju na domaćina poboljšavajući intestinalnu mikrobnu ravnotežu. Probiotička su hrana uglavnom mliječni proizvodi koji sadrže bakterije korisne za ljudsko zdravlje [8]. Najnoviju definiciju probiotika iznio je Stručni panel Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) i Organizacije za prehranu i poljoprivredu (FAO), a glasi „Probiotici su živi mikroorganizmi koji, dani u adekvatnim količinama donose zdravstvene benefite domaćinu“ [13].

Drugi način povećavanja broja korisnih mikroorganizama u gastrointestinalnom sustavu je korištenjem prebiotika [12]. FAO/WHO definira prebiotike kao „ne probavljivu komponentu hrane koja ima povoljan učinak na domaćina stimulirajući rast i aktivnost probiotičkih bakterija“ [3]. Oni se unose kao selektivni izvori ugljika i energije te osiguravaju kompetitivnu prednost probioticima u odnosu na ostale bakterije kako ne bi došlo do smanjenja njihovog broja u intestinalnoj mikroflori. Ugljik i energija koji su ljudskom crijevu potrebni za održavanje te vrlo velike bakterijske biomase proizlaze iz različitih ugljikohidrata koji su neprobavljivi u tankom crijevu ili koji su u izlučevinama domaćina. Prebotici su uglavnom vlakna i to najčešće fruktooligosaharidi, ksilooligosaharidi, galaktooligosaharidi, fruktani i inulin [3] te kada se oni koriste zajedno s probioticima, ti proizvodi se tada nazivaju sinbiotici i mogu poboljšati održivost probiotika [13]. Prebiotici su slabije istraživani od probiotika, no također imaju vrlo pozitivan utjecaj na ljudsko zdravlje [3].

3. Bakterije mliječne kiseline

Bakterije mliječne kiseline uključuje velik broj bakterijskih vrsta koje fermentacijom različitih ugljikohidrata proizvode mliječnu kiselinu kao krajnji produkt. Te bakterijske vrste pripadaju rodovima *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Bifidobacterium*, *Carnobacterium*, *Enterococcus* i *Sporolactobacillus*. Bakterije mliječne kiseline (BMK) dio su populacije mikroorganizama probavnog trakta ljudi i životinja te su uključene u njihov metabolizam [4]. Industrijski su vrlo važni organizmi zbog svoje fermentacijske sposobnosti (često se koriste u fermentaciji voća, povrća, ribe, mesa i mlijeka [30]) i zbog svojih nutritivnih i zdravstvenih prednosti, a od 1908. godine pretpostavlja se da BMK posjeduju probiotička svojstva [5]. Potrebno je ispunjavati nekoliko različitih zahtjeva za učinkovito probiotičko djelovanje sojeva BMK. Jedno od najvažnijih svojstva koje sojevi BMK moraju imati je sposobnost preživljavanja transporta kroz usta, želudac, tanko i debelo crijevo, odnosno, stabilnost soja u želučanim uvjetima gdje je vrlo niska pH vrijednost. Da bi probiotički sojevi mogli utjecati na funkcije ljudskog intestinalnog trakta, moraju imati sposobnost prianjanja na stanice crijevne sluznice i sposobnost rasta u crijevnim uvjetima. Za učinkovit probiotički soj bitan je i antagonistički tj. neprijateljski odnos sa patogenim bakterijama, proizvodnja antimikrobnih tvari i dokazana sigurnost kod ljudi. Uz sva navedena svojstva, probiotički soj mora biti prikladan za industrijsku primjenu u uobičajenim procesima proizvodnje mliječnih proizvoda [5].

Bakterije mliječne kiseline smatraju se glavnom skupinom probiotičkih bakterija. Konzumacijom prehrambenih proizvoda u kojima su dodane, pružaju niz zdravstvenih benefita kao što su normalizacija poremećene crijevne mikroflore, sprječavanje ili ublažavanje nekih crijevnih smetnji, sprečavanje nastanka srčanih bolesti, snižavanje kolesterola, prevencija zaraznih bolesti i drugo [6]. Također, tim prehrambenim proizvodima daju prepoznatljiv okus i teksturu, poboljšavaju probavljivost i apsorpciju hranjivih sastojaka u organizmu te produljuju rok trajanja proizvoda [6][8]. Od najvažnijih sojeva BMK u probiotičkim proizvodima trenutno dostupnih na tržištu izdvajaju se sojevi bakterija iz roda *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* i *Enterococcus*. Korišteni sojevi BMK uglavnom su crijevni izolati [5].

3.1 Bakterije roda *Lactobacillus*

Bakterije iz roda *Lactobacillus* sa više od 200 vrsta, najveći su i najraznovrsniji rod u skupini bakterija mliječne kiseline. *Lactobacillus* spp. dio su mikrobiote ljudi i životinja gdje koloniziraju gastrointestinalni i urogenitalni trakt [19]. Koriste se kao starter kulture, a osim toga, imaju ulogu probiotičkih kultura [9]. Najčešće korišteni mikroorganizmi ovog roda u svojstvu probiotičkih bakterija su *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus reuteri*, određeni sojevi *Lactobacillus casei* i *Lactobacillus acidophilus* [3]. Od ostalih se izdvajaju *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus johnsonii*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus salivarius* i *Lactobacillus bulgaricus* [13].

3.1.1 *Lactobacillus rhamnosus*

Lactobacillus rhamnosus GG (LGG) jedan je od najproučavanijih probiotika na tržištu. Ime GG potječe od prezimena dvaju znanstvenika - Sherwooda Gorbacha i Barrya Goldina koji su ga 1985. godine otkrili i izolirali iz organizma zdravog čovjeka [10]. Cilj im je bio pokušati izolirati soj laktobacila koji bi zadovoljavao karakteristike idealnog probiotika; otpornost na želučanu kiselinu i žuč, sposobnost dosljednog implementiranja na ljudske intestinalne epitelne stanice i kolonizaciju crijeva, proizvodnju antimikrobnih tvari, brz rast i blagotvoran učinak na zdravlje [10]. Tijekom rasta, *Lactobacillus rhamnosus* GG proizvodi velike količine L+ mliječne kiseline. Ne fermentira laktozu ali fermentira druge šećere poput riboze, D-glukoze, D-arabinoze, D-fruktoze, D-manoze, riboze i mnoge druge [10]. Istraživanjima je dokazano da *Lactobacillus rhamnosus* GG može preživjeti prolazak kroz želudac, posebno kad se uzima s mliječnim proizvodima koji povisuju pH vrijednost u želucu na 3,0 i više [10]. Ima blagotvoran učinak na crijevni imunitet – povećava broj stanica koje luče IgA i druge imunoglobuline u crijevnoj sluznici [1]. Objavljene su brojne studije koje pokazuju da LGG utječe na liječenje i/ili prevenciju nekoliko poremećaja kao što su ulcerozni kolitis, proljev i atopijski dermatitis [12]. Na hrvatskom tržištu najpoznatiji proizvod koji sadrži ovu bakteriju je LGG b'Aktiv.

3.1.2 *Lactobacillus acidophilus*

Lactobacillus acidophilus gram je pozitivna bakterija mliječne kiseline široke upotrebe u mliječnoj industriji, a u novije vrijeme i kao probiotika. Jedna je od najčešće proučavanih BMK [14]. Naziv „*acidophilus*“ znači da „voli kiselo“, pa se pretpostavlja da je nazvana tako jer je povijesno bila izolirana iz crijevnog trakta i rodnice ljudi i životinja gdje okolina može biti veoma kisela [16]. U gastrointestinalnom traktu čovjeka zastupljena je u gotovo najvećem broju. Proizvodnjom antimikrobnih supstanci, *Lactobacillus acidophilus* kontrolira razmnožavanje nepoželjnih patogenih mikroorganizama u crijevima [14]. Dodaje se komercijalnim jogurtima i mliječnim proizvodima zbog okusa i probiotičkog učinka na ljudski organizam [15]. Prehrambeni proizvodi koji sadrže ovu bakteriju koriste se protiv raznih crijevnih upala, upale mokraćnih puteva uzrokovane patogenom bakterijom *E. coli*, za regulaciju razine kolesterola u krvi, u svrhu poboljšanja metabolizma laktoze osoba koje nemaju mogućnost sinteze laktaze te protiv nastajanja tumora debelog crijeva [14]. Acidofilno mlijeko i acidofilno mlijeko light najpoznatiji su proizvodi koji su fermentirani pomoću bakterije *Lactobacillus acidophilus*, a osim tih proizvoda, na hrvatskom tržištu zdrave bakterije *Lactobacillus acidophilus* sadrže i određeni jogurti [17].

3.1.3 *Lactobacillus casei*

Bakterija *Lactobacillus casei* blisko je povezana sa bakterijama *Lactobacillus paracasei* i *Lactobacillus rhamnosus*, te one zajedno čine *Lactobacillus casei* grupu (LCG). Budući da su genotipski i fenotipski srodne vrste, često je teška njihova diferencijacija [19]. *Lactobacillus casei* gram je pozitivna, nesporogena, tipična bakterija sira uglavnom izolirana iz mlijeka i mliječnih proizvoda. Osim toga, izolira se iz kiselog tijesta, kravljeg izmeta, ljudskog crijevnog trakta te usta i rodnice. Može se razlikovati po svojoj sposobnosti rasta na supstratima koje bakterije mliječne kiseline rijetko koriste (npr. malat) [20]. Na hrvatskom tržištu, najpoznatiji proizvod koji sadrži bakterijsku kulturu *Lactobacillus casei* 431 jest jogurt Fortia [21].

3.1.4. *Lactobacillus fermentum*

Lactobacillus fermentum pripada bakterijama mliječne kiseline, a ime je dobila po tome što uzrokuje fermentaciju [26]. Identificirana je kao potencijalni probiotik budući da je ljudskog

podrijetla, nepatogena, visoko rezistentna na prolazak kroz crijeva i potiče imunološki sustav. Komunicira s ljudskim imunološkim stanicama i modulira specifične puteve koji su uključeni u urođene i adaptivne imuno-procese u raznim upalnim bolestima [22]. Jedna je od najzastupljenijih vrsta u prirodnim kulturama sirutke za *Caciocavallo Silano*, sir tipa „*Pasta Filata*“ te *Parmigiano Reggiano* [26]. Od ostalih vrsta hrane, izolirana je iz francuskog graha, crvene repe, kapara i patlidžana [25]. *Lactobacillus fermentum* sojevi imaju sposobnost snižavanja kolesterola u krvotoku te potencijalno pomažu spriječiti bolesti jetre uzrokovane alkoholom, kao i kolorektalni rak kod ljudi [23]. *Lactobacillus fermentum ME-3* jedan je od sojeva, vrlo jedinstven, budući da ima dvostruka funkcionalna svojstva; antimikrobno djelovanje protiv crijevnih patogena i dobru antioksidativnu aktivnost [24].

3.1.5. *Lactobacillus gasseri*

Lactobacillus gasseri autohtona je vrsta bakterija mliječne kiseline. Kolonizira ljudski gastrointestinalni trakt, vaginalni trakt i usnu šupljinu. Djeluje antimikrobno i posjeduje probiotička svojstva pa doprinosi ljudskom zdravlju [27]. Neki od blagotvornih učinaka oralnog uzimanja *Lactobacillus gasseri* uključuju regulaciju imunološkog sustava, održavanje crijevne homeostaze, smanjenje simptoma alergije, prevencija bakterijskih i virusnih infekcija, a otkriveno je i da soj *L. gasseri* SBT2005 ima jasan učinak protiv pretilosti u ljudi [28]. Problem korištenja u prehrambenoj industriji proizlazi iz činjenice da se teško uzgaja u mlijeku tj. ne može dobro rasti u mlijeku bez dodataka, odnosno prebiotika. Njegov rast u mlijeku može se poboljšati dodavanjem ekstrakta kvasaca ili peptona bogatog peptidima [28]. Razni sojevi *L.gasseri* nalaze se u nekim fermentiranim mliječnim proizvodima, a neke tvrtke mliječne industrije u Japanu koriste većinom te sojeve za proizvodnju svojih pitkih probiotičkih jogurta. [29].

3.1.6. *Lactobacillus plantarum*

Lactobacillus plantarum često je proučavana vrsta koja se intenzivno koristi u prehrambenoj industriji, ponajviše za fermentaciju mliječnih proizvoda, mesa i povrća, no dobiva sve veće značenje kao probiotik [30][31]. Sojevi s probiotičkim svojstvima izolirani su iz devinog mlijeka, sireva od kravljeg ili ovčjeg sirovog mlijeka te sirutke [30]. Prirodni je

probiotik ljudskog gastrointestinalnog trakta i može smanjiti apsorpciju teških metala, smanjiti nakupljanje metala u tkivima i ublažiti oksidativni stres jetre. Također, ima blagotvoran učinak na zdravlje crijeva, metaboličke poremećaje i zdravlje mozga [31].

3.1.7. *Lactobacillus kefir*

Lactobacillus kefir izoliran je iz ograničenijih izvora od drugih mliječnih heterofermentativnih laktobacila i uglavnom se nalazi u pivu, kefirnim zrnima i kefirnom napitku [32]. Povezuje se s fermentiranim mliječnim napicima podrijetlom sa Sjevernog Kavkaza od kojeg je kefir najpoznatiji i s kojim je povezano nekoliko zdravstvenih benefita koji proizlaze iz njegove konzumacije [32][33]. *Lactobacillus kefir* umanjuje upalni odgovor stanica crijevnog epitela koji je induciran bakterijom *Salmonella typhimurium*, također, studijama je otkriveno da površinski proteini sojeva *Lactobacillus kefir* mogu imati zaštitno djelovanje protiv nekih crijevnih patogena [33].

3.1.8. *Lactobacillus bulgaricus*

Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus* je aerobna do anaerobna homofermentativna bakterija obično izolirana iz jogurta i sira. Fermentira glukozu, fruktozu i laktozu do mliječne kiseline, a u manjim koncentracijama mogu nastati i aceton, acetaldehid, acetoin i diacetil [34]. Jedan je od najčešće korištenih startera laktobacila u proizvodnji velikog broja različitih fermentiranih mliječnih proizvoda. Često se uparuje s bakterijom *Streptococcus thermophilus* [35], te ove dvije bakterije zajedno čine jogurtnu kulturu. Djeluju simbiotski i u toj simbiozi jedna drugu stimuliraju. Kada se koriste u pravilnom omjeru (1:1), proizvodnja mliječne kiseline je veća, a time fermentacija kraća [35].

4. *Bifidobacterium* spp.

Bifidobacterium su gram-pozitivne bakterije koje se u gastrointestinalnom traktu nalaze u velikim količinama [37]. Prvi ih je izolirao francuski znanstveni Henry Tissier iz izmeta dojenčadi koje je bilo hranjeno majčinim mlijekom, a nazvao ih je *Bacillus bifidus* [44]. Sve do 1974. godine bile su klasificirane kao laktobacili, no te godine dobivaju vlastiti rod [44]. Neki sojevi probiotika s višestrukim zdravstvenim benefitima obuhvaćaju bakterijske sojeve *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium lactis* i *Bifidobacterium infantis* [37]. Pozitivni učinci koji proizlaze iz konzumiranja *Bifidobacterium* spp. su poboljšana probava laktoze, povećanje broja fekalnih bifidobakterija, prevencija proljeva uzrokovanog antibioticima, smanjenje aktivnosti fekalnih enzima, prevencija i/ili liječenje rotavirusnog proljeva te proljeva uzrokovanog infekcijom koja se prenosi hranom [38]. Proizvodi poput mlijeka u prahu, sladoleda, sireva kao što su *Gouda* ili svježi sir od ultrafiltriranog mlijeka, procijeđenog jogurta i fermentiranih mlijeka služe za implementiranje bifidobakterija u ljudski probavni trakt. Od navedenih proizvoda, fermentirana mlijeka, a osobito jogurti su najpopularniji proizvodi pomoću kojih ljudski organizam dobiva bifidobakterije [38]. Iako mlijeko samo po sebi ima sve tvari koje su bitne za uzgoj bifidobakterija, često se te tvari ne nalaze u najpovoljnijem obliku za njihovu upotrebu pa je potrebna duža adaptacija i dodatak stimulatora rasta za uzgoj bifidobakterija u mlijeku. Prednost korištenja bifidobakterija u fermentiranim mliječnim napicima je slabo kiseljenje tijekom čuvanja gotovih proizvoda. Unesene hranom, stanice bifidobakterija preživljavaju i ostaju u probavnom traktu jer im pH želučane kiseline odgovara [39].

4.1. *Bifidobacterium animalis*

Vrsta *Bifidobacterium animalis* sastoji se od dvije podvrste; *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* i *Bifidobacterium animalis* subsp. *animalis*. Nastanjuju debelo crijevo sisavaca te dobro rastu u mlijeku pa su neki od sojeva izolirani iz mliječnih kultura [41]. Posebno bitna podvrsta je *B. animalis* subsp. *lactis* jer se koristi za proizvodnju probiotičkih mliječnih proizvoda [40]. Jedan od najčešće istraživanih sojeva ove vrste je *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 (BB-12) za koji postoje mnogobrojna istraživanja provedena na ljudskoj populaciji [42]. Ovaj soj ima probiotičke karakteristike poput tolerancije na želučanu kiselinu i žuč, inhibicije patogena, imunoloških interakcija i poboljšavanja funkcije barijere [42].

Pozitivni učinci ovog soja na zdravlje su mnogobrojni a uključuju poboljšavanje rada crijeva, zaštitni učinak protiv proljeva, smanjenje nuspojava nastalih liječenjem antibioticima, povećanje otpornosti tijela na neke respiratorne infekcije i drugi [42]. Jedan od izuzetno poznatih proizvoda na našem, ali svjetskom tržištu je Activia jogurt koji sadrži probiotičku bakteriju *Bifidobacterium animalis* DN-173 010 [43].

4.2. *Bifidobacterium longum*

Vrsta *Bifidobacterium longum* sadrži 3 podvrste; *B. longum* subsp. *longum*, *B. longum* subsp. *infantis* i *B. longum* subsp. *suis* te je iz prve dvije podvrste izolirana nekolicina sojeva iz crijeva dojenčadi i odraslih [45]. Jedan je od najzastupljenijih mikroorganizama u crijevima dojenčadi i ljudi [47], a količina varira od osobe do osobe [46]. To može biti povezano s dobi, načinom hranjenja, zemljopisnim položajem i drugim faktorima [46], a crijevne bolesti općenito su blisko povezane s promjenama u količini bifidobakterija u gastrointestinalnom traktu [47]. Koristi se kao probiotik zbog mnogobrojnih pozitivnih učinaka na zdravlje. Neki od benefita su lučenje raznih aktivnih metabolita koji pomažu održavanju zdravog stanja domaćina, zaštita crijevne epitelne barijere, inhibicija upala reguliranjem ravnoteže imunološkog sustava i drugi [47]. *B. longum* može se koristiti pri proizvodnji jogurta, a u raznim državama također se koristi i za „biojogurte“ koji postaju sve popularniji [48].

5. Ostale vrste probiotičkih bakterija

Od ostalih vrsta koje se koriste kao probiotici izdvajaju se *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium* te *Streptococcus salivarius*.

5.1. *Enterococcus faecalis* i *Enterococcus faecium*

Rod enterokoka pripada bakterijama mliječne kiseline te sudjeluje u kvarenju i fermentaciji hrane [50]. Iako nemaju GRAS status („*generally recognised as safe*“) zbog manjka informacija koje potvrđuju njihovu sigurnost, [51] ove bakterije koriste se kao probiotici za ljude i životinje budući da imaju neke poželjne karakteristike probiotika kao što su otpornost na želučanu kiselinu i žučne soli te proizvodnju antimikrobnih tvari [52] poput bakteriocina [51]. Proizvodnja bakteriocina važna je za očuvanje prehrambenih proizvoda i očuvanja zdravlja pa

se ista smatra kao probiotička osobina [51]. Iako su potvrđene njihove probiotičke učinkovitosti, bakterije ovog roda povezane su i sa pojavom nekih bolesti [52] te je jako bitno razlikovati korisne od štetnih sojeva [50]. Jedine vrste ovog roda koje se koriste kao probiotici [51] su *Enterococcus faecalis* i *Enterococcus faecium*, a mogu se naći u hrani [52], a uglavnom se unose u obliku farmaceutskih pripravaka. Najčešće služe za liječenje proljeva, proljeva povezanih s korištenjem antibiotika, za snižavanje kolesterola ili poboljšanja imuniteta [50]. *Enterococcus faecalis* i *Enterococcus faecium* sastavni su dio flore gastrointestinalnog trakta, no unesene na druga mjesta mogu uzrokovati infekcije poput zdjeličnih infekcija, infekcija rana, urinarnog trakta i druge [49]. Od prisutnosti u hrani, *E. faecalis* djeluje u sirovom mlijeku kao prirodni starter, a osim u sirovom, pronađena je i u fermentiranom mlijeku te siru. *Enterococcus faecium* pronađena je u sirevima proizvedenim od sirovog kravljeg, kozjeg ili ovčjeg mlijeka [51].

5.2. *Streptococcus salivarius*

Bakterije roda *Streptococcus* nastanjuju organizam te također, ovisno o soju mogu biti ne patogeni i patogeni sojevi koji čak mogu uzrokovati i infekcije opasne po život [54]. Vrsta *Streptococcus salivarius* dio je oralne mikrobiote ljudi te je blisko povezana s bakterijom korištenom za proizvodnju jogurta, *Streptococcus thermophilus* [55]. Probiotički soj *Streptococcus salivarius* K12 proizvodi bakteriocine koji inhibiraju rast najvažnijeg uzorka infekcija ždrijela ljudi, bakteriju *Streptococcus pyogenes* [56]. *Streptococcus salivarius* sudjeluje u povećanju imunološke obrane protiv respiratornih virusnih infekcija [57]. Ova bakterija koristila se u mnogim istraživanjima, a u jednom od njih je bila uzgojena u mlijeku koje se kasnije sušilo u prah, čime je dokazan njen zaštitni učinak protiv infekcija izazvanih bakterijom *S. pyogenes* [58].

6. Probiotičke bakterije u mliječnim proizvodima

Od svih prehrambenih industrija koje postoje, probiotici se upravo u mliječnoj koriste najviše, i to u mnogobrojnim mliječnim proizvodima kao što su razna fermentirana/kisela mlijeka, jogurti, sirevi, sladoledi, vrhnja, maslaci i formule za dojenčad [59]. Mliječni proizvodi su se pokazali najučinkovitijim proizvodima za opskrbu živim probioticima te se mliječni

proizvodi smatraju danas najpopularnijom probiotička hranom [60]. Probiotici se u njima mogu koristiti samostalno kao starter kulture, ili u kombinaciji s nekim tradicionalnim starterom, ili se mogu dodati u mliječne proizvode nakon fermentacije i tako poboljšati aromu, okus i teksturu proizvoda [59].

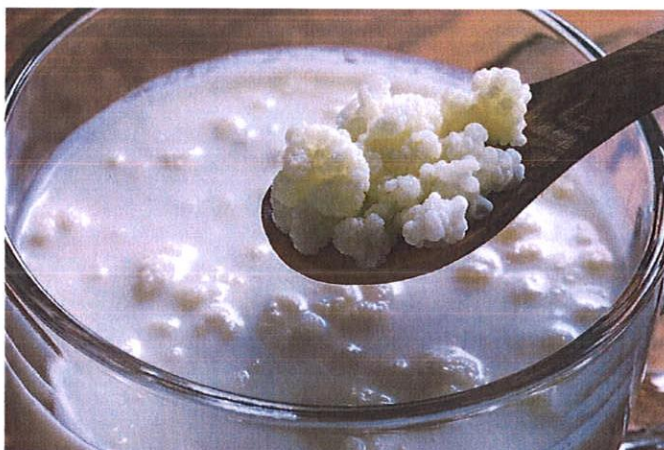
6. 1. Fermentirana mlijeka

Brojna tradicionalna i industrijska fermentirana mlijeka danas su važan dio ljudske prehrane jer posjeduju brojne zdravstvene koristi za domaćina. Sve je veći razvoj funkcionalne hrane, samim time i probiotičkih proizvoda. Fermentirana mlijeka su prikladna podloga za probiotike i njihova konzumacija može korisno utjecati na ljudsko zdravlje [60]. Prilikom razvoja probiotičkog fermentiranog mlijeka, u obzir treba uzeti održivost probiotika tijekom fermentacije i skladištenja, njihovu interakciju sa starterom u proizvodu i njihov učinak na organoleptička svojstva proizvoda [60].

6.1.1 Kefir

Kefir je fermentirano mlijeko podrijetlom s Kavkaza, nazvano „mliječnim šampanjcem“ zbog svojih blago alkoholnih i „pjenušavih“ karakteristika koje potječu od komponenti koje nastaju tijekom njegove proizvodnje [62]. Tradicionalno, kefir se proizvodi izravnom inokulacijom kefirnih zrna u mlijeko ili pripremom matične kulture pomoću kefirnih zrna [62]. To su elastična zrna koja izgledom podsjećaju na cvjetaču [62], a čine ih mikroorganizmi imobilizirani na proteinskom i polisaharidnom matriksu gdje nekoliko vrsta kvasaca i bakterija koegzistira u simbiozi [65]. Ako se kefir radi pripremom matične kulture, kefirna zrna se inkubiraju u mlijeko te se nakon nekog vremena zrna odstranjuju filtracijom, a dobivena matična kultura se dodaje u mlijeko, (otprilike 1-3% na količinu mlijeka) koje se dalje fermentira [62][63]. U procesu također sudjeluju kvasci te bakterije octene kiseline [65]. U kefirnim zrnima i samom kefiru pronađene su mnogobrojne bakterije poput *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. kefiranofaciens* subsp. *kefiranofaciens*, *L. kefiranofaciens* subsp. *kefirgranum*, *L. acidophilus*, *L. lactis* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *L. kefiri*, *L. parakefiri*, *L. fermentum*, *L. brevis* i razne druge. Što se tiče glavnih kvasaca u kefirnim zrnima i kefiru, to su *Kluyveromyces marxianus*, *Kluyveromyces lactis* var. *lactis*, *Debaryomyces hansenii*, *Saccharomyces cerevisiae* i drugi [65]. Kefir je prirodni

probiotik. Sadrži korisne bakterije i kvasce te vitamine, mineralne tvari i esencijalne aminokiseline koje pomažu održavanju životnih funkcija organizma i ozdravljenju tijela. Bogat je vitaminom B, B12, K, kalcijem, dobar je izvor biotina i fosfora, te je prikladan za ljude netolerantne na laktozu. Čestom konzumacijom kefir pomaže se ublažavanju svih crijevnih smetnji, poboljšavanju probave, smanjenju nadutosti i sveukupno stvaranju zdravijeg probavnog sustava. Djeluje antibakterijski *in vitro* protiv širokog spektra gram pozitivnih i gram negativnih bakterija i nekih plijesni. Također je važan za kontrolu visokih razina kolesterola u krvi i tako štiti od kardiovaskularnih bolesti. Mnogim istraživanjima, dokazano je da kefir ima mnoge zdravstvene benefite za ljudsko zdravlje zbog čega se preporuča uvođenje kefir u prehranu [66]. Na hrvatskom tržištu postoji nekoliko proizvođača koji nude različite vrste pakiranja i gramaža kefir.

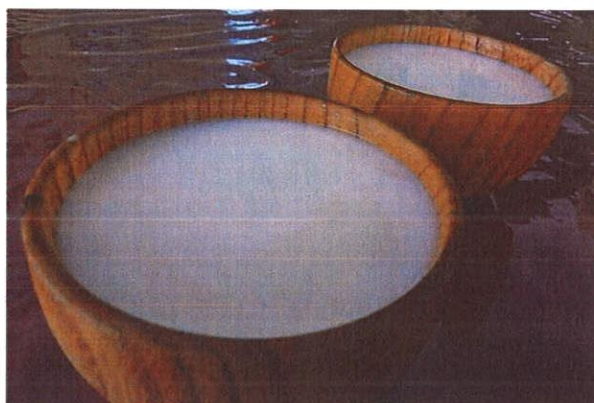


Slika 1: Kefirna zrnca [89]

6.1.2. Kumis

Kumis je fermentirani mliječni napitak s područja oko Kavkaza. Za proizvodnju kumisa koristi se kobilje mlijeko koje je probavljivije u odnosu na kravlje, a zbog većeg udjela proteina sirutke [67][68]. U tradicionalnoj proizvodnji, kobilje mlijeko se skladišti u vrećama od životinjske kože gdje se odvija prirodni ili inducirani proces zakiseljavanja, odnosno fermentacija. Za fermentaciju, kao i za senzorska svojstva proizvoda su odgovorne različite BMK i kvasci. *L. casei*, *L. helveticus* i *L. plantarum* su dominantni laktobacili, dok su manje učestale bakterije kumisa *L. paracasei*, *L. kefiranofaciens*, *Lactobacillus curvatus* i

Lactobacillus fermentum. Najzastupljeniji kvasci su *Saccharomyces unisporus*, *Kluyveromyces marxianus*, *Pichia membranaefaciens* i *Saccharomyces cerevisiae* [67]. Kumis je hrana bogata probiotičkim bakterijama. Kumis sadrži sve esencijalne aminokiseline, širok spektar mineralnih tvari poput fosfora, kalcija, cinka, željeza, bakra i mangana, bogat je vitaminom C, a sadrži i vitamine A, B, B2, B12 i E, te pantotensku kiselinu, bakteriocine i esencijalne masne kiseline. Svakodnevnom konzumacijom kumisa poboljšava se imunološki sustav, snižava se razina kolesterola u krvi, a također se smatra se da probiotici iz kumisa inhibiraju rast tumora na način da sprječavaju rast kancerogenih kemikalija i ojačavaju imunološki sustav. Kumis također ima antioksidativna, antibakterijska i protuupalna svojstva, pomaže održavanju krvnog tlaka, ima pozitivan učinak na funkcioniranje bubrega, jetre, živčanog i krvožilnog sustava, a bogata mikroflora kumisa ima bitnu ulogu u održavanju crijevnog zdravlja kao i u sprječavanju nastanka bolesti probavnog sustava [68].



Slika 2: Kumis [90]

6.1.3. Jogurt

Jogurt je proizvod dobiven mliječno-kiselom fermentacijom mlijeka koju provode simbiotske jogurtne kulture *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* [69][70]. Iako se istraživanjima dokazalo da su ove bakterije same po sebi probiotičke bakterije, one se kao „starter kulture“ (bakterije koje se koriste da bismo proizveli jogurt) ne smatraju probioticima zbog nemogućnosti odupiranja u žuči i želučanoj kiselini čovjekovog organizma što sprječava njihovo preživljavanje u probavnom traktu [69]. Jogurt se

smatra zdravim proizvodom i jedno je od najčešće korištenih sredstava za unošenje probiotičkih bakterijskih sojeva u čovjekov organizam. Nisu svi jogurti probiotički već se jogurti mogu podijeliti u dvije skupine; jogurti standardne kulture i probiotički tj. funkcionalni jogurti [69][70]. Dok se standardni jogurt proizvodi koristeći samo spomenute jogurtne kulture, probiotički jogurti su obogaćeni probiotičkim bakterijama poput *Lactobacillus acidophilus* i *Bifidobacterium* [70]. Osim ovih, u jogurtu možemo naći sljedeće probiotičke sojeve: *Lactobacillus johnsonii* La1, *Lactobacillus salivarius*, *L. rhamnosus* GG, *Lactobacillus casei*, *Propionibacterium sp.* i druge. Konzumacija jogurta koji sadrže ove probiotičke sojeve ima pozitivne učinke na ljudsko zdravlje poput prevencije zatvora, smanjenje krvnog tlaka, smanjenje mogućnosti za razvoj raka, prevencija crijevnih infekcija itd. [69].

6.1.3.1. Probiotički jogurti

Neke od najpoznatijih vrsta probiotičkih jogurta su:

- 1.) jogurti obogaćeni probiotičkom kulturom *Bifidobacterium lactis* DN 173 010/CNCM I-2494, promovirani kao jogurti koji kada se redovito konzumiraju, smanjuju stanja poput nadutosti, plinove i nelagodu u trbuha (Activia) [71],
- 2.) jogurti obogaćeni probiotičkom kulturom *L. casei*, *L. casei* 431 te vitaminima A i D, proizvodi su koji jačaju imunološki sustav i cijeli organizam, a također i sprječavaju nastanak alergijskih simptoma (Fortia) [72],
- 3.) jogurti koji sadrže *Lactobacillus rhamnosus* (LGG), doprinose normalnoj funkciji imuniteta te štiti stranice od oksidativnog stresa. (b'Aktiv LGG) [73],
- 4.) probiotički jogurti koji sadrže 4 probiotičke bakterije; *L. Rhamnosus*, *L. Acidophilus*, *Bifidus*, i *L. Casei*; ovi jogurti podržavaju imunitet, pomažu probavi i potiču zdravlje crijeva (Chobani) [74].



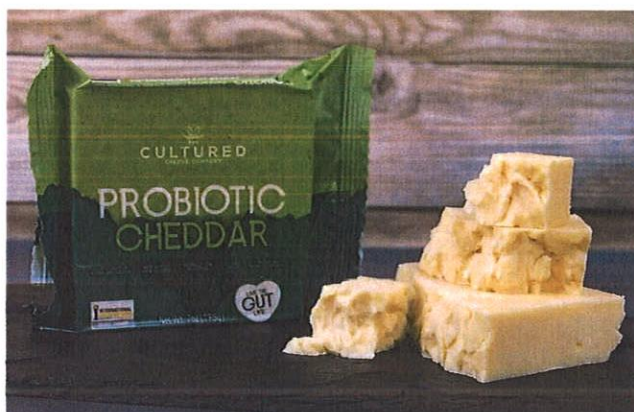
Slika 3: Probiotički jogurt [91]

6.2. Sir

Sir je mliječni proizvod dobrog potencijala za unošenje probiotičkih mikroorganizama u crijeva čovjeka. U odnosu na fermentirana mlijeka, ima bolje specifične kemijske i fizikalne karakteristike, kao što su viša pH vrijednost, čime stvara povoljnije okruženje za preživljavanje probiotika tijekom prolaska kroz želudac. Nadalje, sadrži veći sadržaj masti što može pružiti dodatnu zaštitu probioticima u želucu. Na stabilnost probiotika u siru utječu čimbenici koji se mogu podijeliti u 3 kategorije: čimbenici formulacije (sojevi probiotičkih bakterija, mikrobne interakcije, pH te molekularni kisik), faktori zrenja (temperatura inkubacije i skladištenja i toplinska obrada) te materijali i pakiranja. Da bi proizvedeni sir bio probiotički, bakterijske kulture moraju preživjeti relativno dugo vrijeme zrenje sira što je jedna od najvažnijih razlika probiotičkih sireva i ostalih probiotičkih mliječnih proizvoda. Mnogobrojne probiotičke bakterije su uspješno dodane u razne vrste sireva, a to su pretežno laktobacili (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus gasseri* i *Lactobacillus rhamnosus*), bifidobakterije (*Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, i *Bifidobacterium infantis*) te *Propionibacterium shermanii*. Neki od sireva u koje su dodane probiotičke bakterije uključuju čedar, svježe sireve (*Petit Suisse*, svježi kremasti sir obogaćen inulinom i meki sir), zrnati sir, *mascarpone* te *gauda* [75].

6.2.1. Cheddar

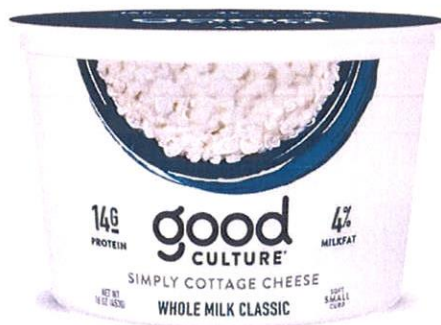
Sir *Cheddar* je pogodan supstrat za probiotičke bakterije, no kod odabira ove vrste sira kao probiotičkog proizvoda, mora se paziti na to da mikroorganizmi mogu preživjeti vrijeme zrenja koje iznosi najmanje 6 mjeseci. Tijekom tog razdoblja zrenja, koje se obično provodi na temperaturama od 2 do 16 °C, nepatogene bakterije poput *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus brevis* i *Pediococcus pentosaceus* se razmnožavaju. Također, niz dodataka *Lactobacillus* koji su komercijalno dostupni koriste se za poboljšanje okusa *Cheddar* sira [76].



Slika 4: Probiotički Cheddar sir [92]

6.2.2. Probiotički svježi sirevi

Probiotički svježi sirevi su također dobar supstrat za uklapanje probiotičkih bakterija u njihov sastav, a najčešće se koriste *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis*, *Bifidobacterium bifidum*, i *L. paracasei*. Prema znanstvenim studijama preživljavanje probiotičkih bakterija je oko 60 dana nakon proizvodnje [75].



Slika 5: Probiotički svježi sir [93]

Petit Suisse svježi je sir koji ima kremastu konzistenciju i visok udio vlage. Budući da ne zahtjeva period sazrijevanja i ima relativno kratak rok trajanja, prikladno je sredstvo za probiotičke bakterije [78]. Ima visoku nutritivnu vrijednost, bogat je fosforom, kalcijem, vitaminima topivim u mastima, a odlično se asimilira u tijelu i dobre je probavljivosti. *Lactobacillus acidophilus* i *Bifidobacterium lactis* su neke od probiotičkih bakterije koje se mogu dodati u ovaj sir [78].



Slika 6: Probiotički sir Petit Suisse [94]

6.3. Sladoled

Sladoled je proizvod dobrog potencijala za ugradnju probiotičkih bakterija te njihovu isporuku u ljudski organizam [79]. Razlozi za dobar potencijal su:

- 1.) sastojci koje sadrži (masnoće i mliječni proteini [80] koji osiguravaju zaštitu probiotičkih bakterija [81] te laktozu),
- 2.) činjenica da je zamrznut proizvod (budući da je istraživanjima pokazano da su probiotičke bakterije stabilnije u zamrznutim proizvodima),
- 3.) relativno visoki pH koji povećava preživljavanje mliječnih kultura tijekom skladištenja [80].

U usporedbi s fermentiranim mlijekom, preživljavanje probiotičkih bakterija je puno bolje u sladoledu tijekom proizvodnje pa i tijekom skladištenja. Do gubitka probiotičkih bakterija može doći tijekom sastavljanja sladoledne smjese, obrade, skladištenja te topljenja sladoleda prilikom konzumacije. U ovim fazama, stanice probiotičkih bakterija su podvrgnute raznim stresovima vezanim za promjenu pH vrijednosti, kisik, smrzavanje, koncentraciju šećera i druge čimbenike, no primjenom probiotičkih sojeva otpornih na kisik, primjenom visoke toplinske obrade, eliminacijom molekularnog kisika, primjenom mikroinkapsuliranja i prilagođavanjem formulacije proizvoda, može se povećati održivost probiotika u gotovom proizvodu [79]. Na taj način, sladoled će imati dobre uvjete za rast probiotičkih bakterija u velikom broju [81]. Probiotičke bakterije koje se mogu koristiti u različitim tipovima sladoleda su *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus johnsonii*, *Bifidobacterium bifidum* i *Bifidobacterium lactis* [81].

Culture Republic primjer je sladoleda s probioticima. Prvi je premium light sladoled (sadrži manje masti i manje kalorija) koji sadrži probiotičke bakterije. Jedno pakiranje koje ima 140 grama sadrži tri bilijuna živih aktivnih kultura [82].



Slika 7: Probiotički sladoled Culture Republic [95]

6.4. Vrhnje i maslac

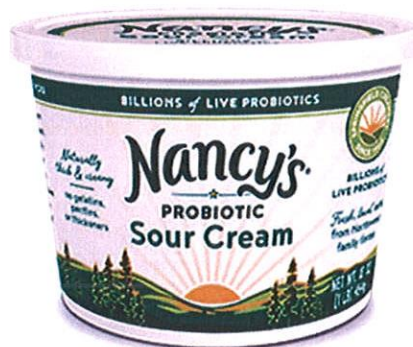
Na međunarodnom tržištu, osim glavnih probiotičkih proizvoda – jogurta i fermentiranih mlijeka, pojavljuju se i drugi proizvodi, slabije zastupljeni, kao što su maslac i vrhnje.

Nutralite DoodhShakti Probiotik maslačni je namaz koji sadrži bilijun bakterija na 10 grama proizvoda. Proizvodi se od kremastog mlijeka te sadrži bakterije koje promoviraju zdravlje crijeva i imunološkog sustava [83].



Slika 8: Probiotički namaz od maslaca [96]

Organsko probiotičko kiselo vrhnje Nancy's Yoghurt prirodno je gusto, punog okusa te sadrži žive probiotičke kulture *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis* i *Lactobacillus rhamnosus* [84].



Slika 9: Probiotičko kiselo vrhnje [97]

6.5. Formula za dojenčad

Dodavanje probiotika u formule za dojenčad pokazalo se raznim kliničkim ispitivanjima učinkovito i zdravstveni korisno. Neke od prednosti su liječenje akutnih infektivnih proljeva djece, smanjenje učestalosti proljeva izazvanih antibioticima, a bakterije *Bifidobacterium lactis* i *Streptococcus thermophilus* povezane su sa smanjenjem grčeva u želucu djece starije od 6 mjeseci. Dodavanje probiotika u mliječnu formulu u prahu za hranjenje dojenčadi nije dokazano štetnim, no zbog nedovoljno kliničkih istraživanja koje dokazuju efikasnost probiotika u formuli, ipak nije preporučena rutinska upotreba [85].

7. Prebiotici

Koncept prebiotika prvi put je predstavljen 1995. godine od strane Glenna Gibsona i Marcela Roberfroida. Prebiotik su opisali kao „neprobavljiv sastojak hrane koji blagotvorno djeluje na domaćina selektivnim stimuliranjem rasta i/ili aktivnosti jedne ili ograničenog broja bakterija u debelom crijevu, te tako poboljšava zdravlje domaćina“. Međunarodna znanstvena udruga probiotika i prebiotika je 2008. godine definirala prebiotik kao „selektivno fermentirani sastojak koji dovodi do specifičnih promjena u sastavu i/ili aktivnost gastrointestinalne mikrobiote, čime se daje korist na zdravlje domaćina“. Da bi se neki spoj mogao klasificirati kao prebiotik, mora zadovoljavati odgovarajuće kriterije [86]. To uključuje mogućnost dolaska u debelo crijevo bez probavljanja ili apsorpiranja u gornjem dijelu gastrointestinalnog trakta, mogućnost da bude probavljeni u debelom crijevu od strane bakterija poput *Bifidobacterium* i *Lactobacillus* te da imaju sposobnost poboljšavanja rasta korisnih bakterija (*Bifidobacterium* i *Lactobacillus*), ali ne i patogenih. Osim toga, moraju biti sposobni izdržati kiselu hidrolizu želuca, prijeći nepromijenjeni u debelo crijevo te se ne smiju apsorpirati u tankom crijevu. Postoje dvije vrste prebiotika, oni koji se nalaze prirodno u biljkama – galaktooligosaharidi, fruktooligosaharidi, inulin i sojini oligosaharidi, i oni koji su sintetizirani enzimskom probavom polisaharida – laktosaharoza, laktuloza, izomaltooligosaharidi, glukooligosaharidi i ksilooligosaharidi [87]. Prebiotici imaju dobar utjecaj na ljudsko zdravlje, pomažu u poboljšanju kvalitete ljudskog života i borbi protiv raka, pretilosti, vaskularnih bolesti, i mentalnih poremećaja [86]. Kada se prebiotici koriste zajedno s probioticima, ti se proizvodi nazivaju sinbioticima. U tim proizvodima, prebiotici potiču rast probiotika i njihovih

metabolita. Sinbiotici mogu djelovati na dva načina: uzimanjem mješavina probiotika i prebiotika čime će se pozitivno utjecati na zdravlje domaćina, ili uzimanje samih prebiotika i promicanje autohtone korisne mikroflore domaćina na taj način [88].

7.1. Fruktooligosaharidi

Fruktooligosaharidi pripadaju skupini fruktana. Nalaze se u otprilike 36 000 različitih biljaka, no koncentracije u tim izvorima nisu dovoljne za prebiotički učinak, stoga ih je potrebno sintetizirati. U tablici 1 prikazane su količine fruktooligosaharida u različitim biljkama. Sintetizirati ih je moguće kemijski, korištenjem enzima glikozidaze i glikozil-transferaze, no na taj se način dobije vrlo malo FOS-a, a spojevi korišteni u tim reakcijama su skupi i opasni. U industriji je zato prisutan drugi način, a to je korištenje enzima fruktozil-transferaze koji proizvodi FOS iz saharoze. Ovaj enzim posjeduju različiti mikroorganizmi poput *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Arthrobacter sp.*, *Zymomonas mobilis*, *Kluyveromyces*, *Saccharomyces cerevisiae* i drugi. Maksimalna količina FOS-a koju fruktil-transferaze mogu proizvesti ovisi o početnoj koncentraciji saharoze [86].

Tablica 1: Fruktooligosaharidi prisutni u biljkama [87]

Izvor	Postotak (%) FOS-a (u svježoj namirnici)
Luk	2-6
Cikorija	5-10
Poriluk	2-5
Češnjak	3-6
Artičoka	>1
Banana	0.3-0.7
Šparoge	5-10
Pšenica	1-4
Ječam	0.5-1.5

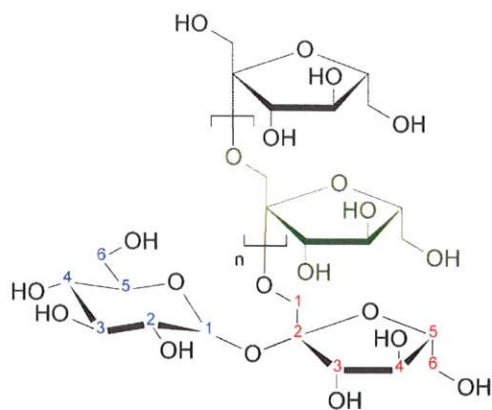
7.2. Galaktooligosaharidi

Galaktooligosaharidi sadrže galaktozu te se nalaze u kravljem mlijeku, humanom mlijeku, jogurtu i mogu biti sintetizirani iz laktoze pomoću β -galaktozidaze. U debelo crijevo prolaze bez probavljanja, no u njemu se mogu hidrolizirati mikroorganizmima, proizvodeći kratkolančane masne kiseline i plinove, ali razgradnjom galaktooligosaharida mogu nastati i drugi spojevi poput laktata koji može pojačati rast laktobacila i bifidobakterija [87]. Za njihovo sintetiziranje koriste se enzimi:

- 1.) galaktozil-transferaza koja proizvodi GOS u velikim količinama ali je postupak vrlo skup.
- 2.) galaktozidaza čije je korištenje puno jeftinije, ali je i količina proizvedenih GOS-a manja, što se onda nekim metodama može poboljšati [86].

7.3. Inulin

Inulin je polisaharid, tj. mala molekula fruktooligosaharida kojeg biljke pohranjuju kao hranjivu tvar. Nalazi se u bakterijama i nekim gljivama, no najviše ga ima u biljkama, posebno voću i povrću kao što su banana, cikorija, češnjak i luk. U tablici 2 prikazani su udjeli inulina u nekim namirnicama. Ne može se probaviti u tankom crijevu, ali njegovi dijelovi mogu biti probavljeni u debelom crijevu njegovom mikroflorom. No, budući da prelazi u debelo crijevo neprobavljen, ima svojstvo prebiotika [87]. Inulin zajedno s fruktooligosaharidima pripada skupini fruktana za koje su brojna istraživanja pokazala da selektivno stimuliraju bakterije mliječne kiseline. Ipak, utvrđeno je da prema duljini lanca fruktana, bakterije mliječne kiseline određuju fruktane koje mogu fermentirati. Iz tog razloga se i druge bakterijske vrste mogu izravno ili neizravno promovirati fruktanima [86].



Slika 10: Kemijska formula inulina [98]

Tablica 2: Inulini prisutni u biljkama [87]

Izvor	Postotak (%) inulina (u svježoj namirnici)
Luk	2-6
Poriluk	3-10
Češnjak	9-16
Raž	0,5-1
Kamasija	12-22
Maslačak	12-15
Jakon	3-19
Pšenica	1-4
Šparoge	1-30

7.4. Sojini oligosaharidi

Kao što samo ime govori, sojini oligosaharidi su oligosaharidi prisutni u soji. Mogu izdržati enzimsku probavu u tankom crijevu i želucu, te se mogu hidrolizirati mikroflorom u debelom crijevu. Ovi prebiotici mogu potaknuti rast bifidobakterija u debelom crijevu.

7.5. Sintetizirani prebiotici

Od sintetiziranih prebiotika, spomenuti su laktosaharoza, laktuloza, izomaltoligosaharidi, glukooligosaharidi i ksilooligosaharidi.

Laktosaharoza je proizvedena kombiniranjem laktoze i saharoze pomoću fruktofuranozidaze. Istraživanje iz 1995. godine koje je provedeno na 3 dobrovoljca, pokazalo je da konzumacijom ovog prebiotika, sadržaj bifidobakterija se povećava za 0,7 puta, a broj opasnih mikroorganizama smanji se za 0,6 puta [87].

Laktuloza se dobiva iz laktoze, ne hidrolizira se niti apsorbira u tankom crijevu, ali ju mogu fermentirati bakterije debelog crijeva čime povećava populaciju autohtonih mikroorganizama i tako pomaže u prevenciji raka i jača imunitet. Malo je ima u prirodnoj hrani pa se često dodaje nekim namirnicama poput jogurta [87].

Izomaltoligosaharid se dobiva pomoću enzima iz škroba. Istraživanjima je pokazano da se konzumacijom ovog prebiotika povećava broj bifidobakterija u debelom crijevu [87].

Glukooligosaharidi su prebiotici koji su prihvaćeni kao funkcionalna hrana te njih mogu sintetizirati bifidobakterije osim *B. bifidum* [87].

Ksilooligosaharide mogu hidrolizirati bifidobakterije i laktobacili, te su se pokazali učinkovitijima od fruktooligosaharida u povećanju populacije probiotika i smanjenju štetnih bakterija [87].

8. Zaključak

Brojnim kliničkim i znanstvenim istraživanjima dokazani su pozitivni učinci koje probiotičke bakterije i njihova upotreba u mliječnim proizvodima imaju na ljudsko zdravlje. Neki od tih pozitivnih učinaka su normalizacija poremećaja crijevne mikroflore, sprečavanje nastanka srčanih bolesti, sprječavanje ili ublažavanje nekih crijevnih smetnji, utjecaj na snižavanje kolesterola, poboljšavanje probave laktoze, sprječavanje nastanak proljeva uzrokovanog antibioticima, sprječavanje i/ili liječenje proljeva uzrokovanog infekcijom koja se prenosi hranom te razne druge. Da bi bakterije bile djelotvorne i smatrane se probiotičkim, moraju zadovoljavati neke odgovarajuće kriterije, a njihovim uklapanjem u mliječne proizvode, najbolje se zadovoljavaju ti kriteriji zbog čega su mliječni proizvodi danas najzastupljenija skupina hrane za uklapanje probiotičkih bakterija u njihov sastav. Osim fermentiranih mliječnih napitaka kao najpopularnijih proizvoda koji sadrže probiotike, na tržištu postoje manje zastupljeni mliječni proizvodi sa dodatkom probiotičkih bakterija poput sireva, sladoleda, maslaca, vrhnja i formula za dojenčad. Probiotici nisu novi proizvodi, prva probiotička bakterija bila je izolirana prije više od 100 godina, no zbog nedovoljne svijesti potrošača o probioticima i njihovim korisnim učincima, oni često nisu zastupljeni u prehrani onoliko koliko bi trebali biti. Međutim, sve više ljudi se u suvremenom svijetu okreće prema zdravoj prehrani i brizi za zdravlje, stoga bi probiotici u narednim godinama trebali postati sve popularniji.

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, MATEJA BELKOVIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PRIMJENA PROBIOTIČKIH BAKTERIJA U (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Mateja Belković
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, MATEJA BELKOVIĆ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PRIMJENA PROBIOTIČKIH BAKTERIJA U (upisati naslov) čiji sam autor/ica. HLJEKARSTVO

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Mateja Belković
(vlastoručni potpis)

9. Literatura

- [1] J. Šušković, B. Kos, J. Frece, S. Beluhan, S. Matošić: Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka: Sinbiotička svojstva *Lactobacillus acidophilus* M92: Vol. 53 No. 2, 2003, str. 83-110
- [2] Lj. Tratnik, R. Božanić: Mlijeko i mliječni proizvodi, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 2012
- [3] K. R. Pandey, S. R. Naik, B. V. Vakil: Journal of Food Science and Technology: Probiotics, prebiotics and synbiotics- a review: Vol.52 No.12, Prosinac 2015, str. 7577-7587
- [4] J. Šušković, B. Brkić, S. Matošić. Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka: Mehanizam probiotičkog djelovanja bakterija mliječne kiseline: Vol.47 No.1, 1997, str. 57-73
- [5] I. Rogelj: Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka: Lactic acid bacteria as probiotics: Vol.44 No.4, 1994, 277-284
- [6] A. Pinto, J. Barbosa, H. Albano, J. Isidro. P. Teixeira: Microorganisms: Screening of Bacteriocinogenic Lactic Acid Bacteria and Their Characterization as Potential Probiotics: br. Vol.8 No.3, ožujak 2020, 393
- [7] M. De Angelis, M. Gobbetti: Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition): Lactic Acid Bacteria | *Lactobacillus* spp.: General Characteristics: 2011, str. 78-90
- [8] A. Borović, S. Mahnet, Z. Koritnik: Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka: *Lactobacillus* GG - probiotička svojstva i aktivitet: Vol. 48 No.3, 1998, str. 177-191
- [9] S.Gorbach, S.Doron, F.Magro: The Microbiota in Gastrointestinal Pathophysiology: Implications for Human Health, Prebiotics: Chapter 7 - Probiotics, and Dysbiosis: *Lactobacillus rhamnosus* GG: 2017, str. 79-88
- [10] S.Gorbach, S.Doron, F.Magro: The Microbiota in Gastrointestinal Pathophysiology: Implications for Human Health, Prebiotics: Chapter 7 - Probiotics, and Dysbiosis: *Lactobacillus rhamnosus* GG: 2017, str. 79-88

- [11] A. Borović, S. Mahnet, Z. Koritnik: Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka: Lactobacillus GG - probiotička svojstva i aktivitet: Vol. 48 No.3, 1998, str. 177-191
- [12] F. Yan, D. B. Polk: Functional food reviews (Print): Lactobacillus rhamnosus GG: An Updated Strategy to Use Microbial Products to Promote Health: Vol. 42 No.2, 2012, str. 77-84
- [13] V. Gupta, R. Garg: Indian Journal of Medical Microbiology: Probiotics: Vol 27, No.3, Srpanj–Rujan 2009, str. 202-209
- [14] D. Šušković, M. Krobot, M. Mehak i S. Matošić: Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka: Antimikrobna aktivnost Lactobacillus acidophilus: Vol. 43 No. 2, 1993, str. 95-106
- [15] M.J. Bull, K.A. Jolley, J.E. Bray, M. Aerts, P. Vandamme, M.C. Maiden, J.R. Marchesi, E. Mahenthalingam: Scientific reports: The domestication of the probiotic bacterium Lactobacillus acidophilus: Vol. 4, studeni 2014, br.čl. 7202
- [16] P.K.Gopal: Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition): Lactic Acid Bacteria | Lactobacillus spp.: Lactobacillus acidophilus: 2011, str. 91-95
- [17]<http://www.vindija.hr/Zemlja-zdravlja/Abeceda-zdrave-prehrane/LO.html?Y2dcMzU%3D> dostupno 28.5.2022.
- [18] J. Šušković, B. Brkić, S. Matošić. Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka: Mehanizam probiotičkog djelovanja bakterija mliječne kiseline: Vol.47 No.1, 1997, str. 57-73
- [19] D. Hill, I. Sugrue, C. Tobin, C. Hill, C. Stanton, R. P. Ross: Frontiers in microbiology: The Lactobacillus casei Group: History and Health Related Applications: Vol. 9, rujan 2018 br.čl. 2107
- [20] M. Gobbetti: Encyclopedia of Food Microbiology: LACTOBACILLUS | Lactobacillus Casei: 1999, str. 1157-1164
- [21]<http://www.vindija.hr/Zemlja-zdravlja/Kuharica/Recept/L-casei.html?Y2lcNTk%3D> dostupno 28.5.2022.

- [22] Y. Zhao, K. Hong, J. Zhao, H. Zhang Q. Zhai, W. Chen: Journal of Functional Foods: Lactobacillus fermentum and its potential immunomodulatory properties: Vol. 56, svibanj 2019, str. 21-32
- [23] K. Naghmouchi, Y. Belguesmia, F. Bendali, G. Spano, B. S. Seal, D. Drider: Critical Reviews in Food Science and Nutrition: Lactobacillus fermentum: a bacterial species with potential for food preservation and biomedical applications: Vol. 60 No.20, 2020, str. 3387-3399
- [24] M. Mikelsaar, M. Zilmer: Microbial Ecology in Health and Disease: Lactobacillus fermentum ME-3 – an antimicrobial and antioxidative probiotic: Vol. 21 No.1, 2009, str. 1-27
- [25] R.Di Cagno, R.Coda: Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition): FERMENTED FOODS | Fermented Vegetable Products: 2014, str. 875-883
- [26] M. Calasso, M. Gobbetti: Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition): Lactic Acid Bacteria | Lactobacillus spp.: Other Species: 2011, str. 125-131,
- [27] I. Tada, Y. Tanizawa, A. Endo, M. Tohno, M Arita: Bioscience of Microbiota, Food and Health: Revealing the genomic differences between two subgroups in Lactobacillus gasseri: Vol. 36 No.4 2017, str 155–159
- [28] K. Arakawa, K. Matsunaga, S. Takihiro, A. Moritoki, S. Ryuto, Y. Kawai, T. Masuda, T. Miyamoto: J Dairy Sci.: Lactobacillus gasseri requires peptides, not proteins or free amino acids, for growth in milk: Vol. 98 No3, ožujak 2015, str. 1593–1603
- [29] H. Sugahara, T. Hirota: Probiotic Beverages: Chapter 3 - Probiotic beverages in Japan (some history and current developments): 2021, str. 35-48
- [30] S.S Behera, R. C. Ray, N. Zdolec: BioMed *research international*: Lactobacillus plantarum with Functional Properties: An Approach to Increase Safety and Shelf-Life of Fermented Foods: vol. 2018, svibanj 2018, br.čl. 9361614
- [31] Y.W Liu, M.T. Liong, Y.C. Tsai: Journal of Microbiology: New perspectives of Lactobacillus plantarum as a probiotic: The gut-heart-brain axis: Vol. 56, 2018, str. 601–613
- [32] S. A.Ibrahim: Reference Module in Food Science: Lactic Acid Bacteria: Lactobacillus spp.: Other Species: 2016

- [33] M.G. Zubiría, S. E. Gambaro, M. A. Rey, P. Carasi, M. de los Ángeles Serradell, A Giovambattista: Nutrients: Deleterious Metabolic Effects of High Fructose Intake: The Preventive Effect of Lactobacillus kefir Administration: Vol. 9 No.5, 17 svibanj 2017, br. 470
- [34] P. C.M.Teixeira: Encyclopedia of Food Microbiology: LACTOBACILLUS | Lactobacillus Bulgaricus: 1999, str. 1136-1144
- [35] V. Crow, B. Curry: Encyclopedia of Dairy Sciences: LACTOBACILLUS spp. | Lactobacillus delbrueckii Group: 2002, str. 1494-1497
- [37] H. Borase, M. Kumar Dwivedi, R. Krishnamurthy, S. Patil: Probiotics in the Prevention and Management of Human Diseases A Scientific Perspective: Chapter 30 - Probiotics: health safety considerations: 2022, str. 449-463
- [38] A.Y. Tamime: Encyclopedia of Food Microbiology: MICROFLORA OF THE INTESTINE | Biology of Bifidobacteria: 1999, str. 1355-1360
- [39] M. Malija, Lj. Kršev: Mljekarstvo : časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka: Probiotsko djelovanje Bifidobacterium vrsta: Vol. 43 No. 2, 1993, str. 123-132
- [40] S. Ruiz-Moyano, N. Tao, M. A. Underwood, D. A.Mills: Food Microbiology: Rapid discrimination of Bifidobacterium animalis subspecies by matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry: Vol. 30, No. 2, lipanj 2012, str. 432-437
- [41] E.M.M.Quigley: The Microbiota in Gastrointestinal Pathophysiology; Implications for Human Health, Prebiotics, Probiotics, and Dysbiosis: Chapter 13 - Bifidobacterium animalis spp. lactis: 2017, str. 127-130
- [42] M. Jungersen, A. Wind, E. Johansen, J. E. Christensen, B. Stuer-Lauridsen, D. Eskesen: Microorganisms: The Science behind the Probiotic Strain Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12: Vol. 2 No.2, svibanj 2014, str. 92-110
- [43] M.B. Katan: Nederlands Tijdschrift Voor Geneeskunde: The probiotic yogurt Activia shortens intestinal transit, but has not been shown to promote defecation, Vol. 152, No.13, ožujak 2008, str. 727-730.
- [44] F. Turrone, S. Duranti, C. Milani, G.A. Lugli, D. van Sinderen, M. Ventura, M: MICROORGANISMS: Bifidobacterium bifidum: A Key Member of the Early Human Gut Microbiota: Vol. 7 No.11, studeni 2019. br.čl. 544

- [45] E.M.M. Quigley: The Microbiota in Gastrointestinal Pathophysiology; Implications for Human Health, Prebiotics, Probiotics, and Dysbiosis: Chapter 16 - Bifidobacterium longum, 2017, str. 139-141
- [46] C. Zhang, Z. Yu, J. Zhao, H. Zhang, Q. Zhai, W. Chen: Journal of Functional Foods: Colonization and probiotic function of Bifidobacterium longum: Vol. 53, 2019, str. 157-165
- [47] S. Yao, Z. Zhao, W. Wang, X. Liu: Journal of immunology research: Bifidobacterium Longum: Protection against Inflammatory Bowel Disease: vol. 2021, srpanj. 2021, br. 8030297
- [48] P.A. Williams, G.O. Phillips: Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition): GUMS | Food Uses, 2003, str. 3001-3007,
- [49] A. Wanger, V. Chavez, R. S.P. Huang, A. Wahed, J. K. Actor, A. Dasgupta: Microbiology and Molecular Diagnosis in Pathology: Chapter 6 - Overview of Bacteria: 2017, str. 75-117,
- [50] C.M. Franz, M. Huch, H. Abriouel, W Holzapfel, A. Gálvez: . Int J Food Microbiol: Enterococci as probiotics and their implications in food safety: Vol. 151 No.2, prosinac 2011, str.125-40.
- [51] H. Hasna, M. Walid, S. Khaled, H. Riadh: Frontiers in Microbiology: The Genus Enterococcus: Between Probiotic Potential and Safety Concerns—An Update: Vol. 9, kolovoz 2018
- [52] T. Ferreira Araújo, C. L. de Luces Fortes Ferreira: Brazilian Archives of Biology and Technology: The Genus Enterococcus As Probiotic: Safety Concerns: Vol.56 No.3, svibanj-lipanj 2013, str. 457-466
- [53] P. Čermák, A. Landfeld, P. Měříčka, M. Houška: Czech Journal of Food Sciences: Enterococcus faecium Growth Model: Vol. 27 No.5, 2009, str. 361–371
- [54] P.A. Wescombe, N.C.K. Heng, J.P. Burton, C.N. Chilcott, J.R. Tagg: Future Microbiology: Streptococcal bacteriocins and the case for Streptococcus salivarius as model oral probiotics Vol. 4, No.7, rujan 2009
- [55] J. P. Burton, P. A. Wescombe, C. J. Moore, C. N. Chilcott, J. R. Tagg: Applied and Environmental Microbiology: Safety Assessment of the Oral Cavity Probiotic Streptococcus salivarius K12: Vol.72 No.4, travanj 2006, str. 3050-3053

- [56] M. T. Murray, J. Nowicki: Textbook of Natural Medicine (Fifth Edition): 220 - Streptococcal Pharyngitis, 2020, str. 1814-1816
- [57] P.A. Wescombe, J.D.F. Hale, N.C.K. Heng, J.R. Tagg: Future Microbiology: Developing oral probiotics from *Streptococcus salivarius*: Vol. 7 No.12, prosinac 2012
- [58] K. P. Dierksen, C. J. Moore, M. Inglis, P. A. Wescombe, J. R. Tagg: Microbiology Ecology: The effect of ingestion of milk supplemented with salivaricin A-producing *Streptococcus salivarius* on the bacteriocin-like inhibitory activity of streptococcal populations on the tongue: Vol. 59, No. 3, ožujak 2007, str. 584–591
- [59] J. Gao, X. Li, G. Zhang, F. A. Sadiq, J. Simal-Gandara, J. Xiao, Y. Sang: Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety: Probiotics in the dairy industry—Advances and opportunities: Vol. 20 No.4, srpanj 2021, str. 3937-3982
- [60] E. A. Araújo, A.C. dos Santos Pires, M. S. Pinto, G. Jan, A.F. de Carvahlo: Probiotics, In Tech Open: Probiotics in Dairy Fermented Products: 654 p, 2012, 978-953-51-0776-7
- [61] N. Khorshidian, M. Yousefi, A. M. Mortazavian: Advances in Food and Nutrition Research: Chapter Three - Fermented milk: The most popular probiotic food carrier, Vol. 94, 2020, str. 91-114
- [62] F.P. Rattray, M.J. O'Connell: Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition): Fermented Milks | Kefir: 2011, str. 518-524
- [63] R. Pothuraju, V. R. Yenuganti, S. A. Hussain, M. Sharma: Immunity and Inflammation in Health and Disease: Chapter 29 - Fermented Milk in Protection Against Inflammatory Mechanisms in Obesity: 2018, str. 389-401
- [65] A. M. de Oliveira Leite, M. A. L.Miguel, R. Silva Peixoto, A. Soares Rosado, J. Trajano Silva, V. M. F. Paschoalin: Brazilian journal of microbiology: Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage: Vol. 44 No.2, listopad 2013 str. 341-349
- [66] S. Otles, O. Cagindi: Pakistan Journal of Nutrition: Kefir: A Probiotic Dairy-Composition, Nutritional and Therapeutic Aspects: Vol. 2 No.2, 2003, str. 54-59
- [67] S. Hati, S. Das, S. Mandal: Engineering Tools in the Beverage Industry: 4 - Technological Advancement of Functional Fermented Dairy Beverages: 2019, str. 101-136

- [68] M. Afzaal, F. Saeed, F. Anjum, N. Waris, M. Husaain, A. Ikram, H. Ateeq, F. Muhammad Anjum H. Suleria: Food science & nutrition: Nutritional and ethnomedicinal scenario of koumiss: A concurrent review: Vol. 9 No.11, rujan 2011, str. 6421-6428
- [69] R. Nyanzi P.J. Jooste, E.M. Buys: J Dairy Sci: Invited review: Probiotic yogurt quality criteria, regulatory framework, clinical evidence, and analytical aspects: Vol.104 No.1, siječanj 2021, str.1-19
- [70] N. I. A. Thaidi, L. Rios-Solis, M. Halim: Probiotics and Prebiotics in Foods: Chapter 8 - Fermented Milk: The Most Famous Probiotic, Prebiotic, and Synbiotic Food Carrier, 2021, str.135-151
- [71]<https://www.activia.us.com/probiotic-yogurt/activia-fruit/4-pack/strawberry/>dostupno 28.5.2022.
- [72]<http://www.vindija.hr/O-nama/Poslovni-sustav-Vindija/Fortia.html?Y2lcNDY%3D> dostupno 28.5.2022.
- [73]<https://dukatshop.hr/jogurt/116-baktiv-lgg-jogurt-150-g-3850354000181.html> dostupno 28.5.2022.
- [74] <https://www.chobani.com/products/probiotic/greek-yogurt/vanilla/> dostupno 28.5.2022.
- [75] M. Medici, C.G. Vinderola, G. Perdigón: International Dairy Journal: Gut mucosal immunomodulation by probiotic fresh cheese: Vol. 14 No.7: 2004, str. 611-618
- [76] G. Gardiner, R.P. Ross, J.K. Collins, G. Fitzgerald, C. Stanton: Appl Environ Microbiol: Development of a probiotic cheddar cheese containing human-derived Lactobacillus paracasei strains: Vol. 64 No.6, lipanj 1998 str. 2192-2199
- [77] L. S. Soares e Barros, N. De Carvalho Delfino: Food and Nutrition Sciences: Petit-Suisse Cheese Production with Addition of Probiotic Lactobacillus casei: Vol. 5 No. 18, 2014, str. 1756-1764
- [78] E.A. Esmerino, A.G. Cruz, E.P.R. Pereira, J.B. Rodrigues, J.A.F. Faria, H.M.A. Bolini: Journal of Dairy Science: The influence of sweeteners in probiotic Petit Suisse cheese in concentrations equivalent to that of sucrose: Vol. 96 No.9, 2013, str. 5512-5521

- [79] R. Mohammadi, A. M. Mortazavian, R. Khosrokhavar, A. Gomes da Cruz: Ann Microbiol: Probiotic ice cream: viability of probiotic bacteria and sensory properties: Vol.61, 2011, str. 411-424
- [81] A. Homayouni, A. Azizi, M. Javadi, S. Mahdipour, H. Ejtahed: International Journal of Dairy Science: Factors Influencing Probiotic Survival in Ice Cream: A Review: Vol. 7 No.1, 2012, str. 1-10
- [82] <https://www.prnewswire.com/news-releases/culture-republick-new-premium-ice-cream-brand-with-probiotics-on-a-mission-to-support-culture-both-inside-and-out-300731861.html> dostupno 28.5.2022.
- [83] <https://www.nutralite.com/doodhshakti-pure-ghee> dostupno 28.5.2022.
- [84] <https://nancysyogurt.com/products/organic-natural-sour-cream/> dostupno 28.5.2022.
- [85] T.S. Ackerberg, I.L. Labuschagne, M.J. Lombard: SOUTH AFRICAN FAMILY PRACTICE: The use of prebiotics and probiotics in infant formula: Vol. 54 No.4, 2012, str. 321-323
- [86] D. Davani-Davari, M. Negahdaripour, I. Karimzadeh, M. Seifan, M. Mohkam, S.J. Masoumi, A. Berenjian, Y. Ghasemi: Foods: Prebiotics: Definition, Types, Sources, Mechanisms, and Clinical Applications: Vol.8 No.3, 2019, br. 92
- [87] P. Thammarutwasik, T. Hongpattarakere S. Chantachum, K. Kijroongrojana, A. Itharat, W. Reanmongkol, S. Tewtrakul, Buncha Ooraikul: Songklanakarinn Journal of Science & Technology: Prebiotics - A Review: Vol.31 No.4, kolovoz 2009, str. 401-408
- [88] R. Gyawali, N. Nwamaioha, R. Fiagbor, T. Zimmerman, R. H. Newman, S. A. Ibrahim: Dietary Interventions in Gastrointestinal Diseases: Chapter 12 - The Role of Prebiotics in Disease Prevention and Health Promotion: 2019, str. 151-167,

10. Popis slika

Slika 1 Kefirna zrnca, Izvor:

<https://miss7zdrava.24sata.hr/media/img/6f/33/cce2bd96cf664ff6e3ba.jpg> [89]

Slika 2 Kumis, Izvor: <http://agrosavjet.com/wp-content/uploads/2021/05/kumis.jpg> [90]

Slika 3 Probiotički jogurt, Izvor: [https://images.albertsons-media.com/is/image/ABS/136300489?\\$ecom-pdp-desktop&defaultImage=Not_Available&defaultImage=Not_Available](https://images.albertsons-media.com/is/image/ABS/136300489?$ecom-pdp-desktop&defaultImage=Not_Available&defaultImage=Not_Available) [91]

Slika 4 Probiotički cheddar sir, Izvor:

https://www.gourmetdash.com/media/catalog/product/cache/8794a98778c2ca77788a2eb8b07fbd40/p/r/probiotic20cheddar20beauty_20210909_0738153_ladlzkhea5jqb2l5.jpg [92]

Slika 5 Probiotički svježi sir, Izvor: <https://www.eatthis.com/wp-content/uploads/sites/4/2019/05/good-culture-cottage-cheese.jpg> [93]

Slika 6 Probiotički sir Petit Suisse, Izvor: https://dairy-products-from-france.com/wp-content/uploads/2016/01/vr_petitssuisses-840x630.jpg [94]

Slika 7 Probiotički sladoled Culture Republick, Izvor:

https://i5.walmartimages.com/asr/421d35fd-be03-473d-9cd0-e7368a5d2329_1.81636b8071082d95c22c1426cfe5c634.jpeg [95]

Slika 8 Probiotički namaz od maslaca, Izvor:

<https://www.jiomart.com/images/product/original/492365846/nutralite-doodhshakti-probiotic-butter-spread-500-g-carton-product-images-o492365846-p590951038-3-202203252303.jpg> [96]

Slika 9 Probiotičko kiselo vrhnje, Izvor: <https://nancsyogurt.com/wp-content/uploads/2017/08/Natural-Cultured-Sour-Cream-1.png> [97]

Slika 10 Kemijska formula inulina Izvpr:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/29/Inulin_strukturformel.png

11. Popis tablica

Tablica 1: Fruktooligosaharidi prisutni u biljkama

Tablica 2: Inulini prisutni u biljkama