

Utjecaj fermentirane hrane u mikrobiotu čovjeka

Ujlaki, Ivana

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:031309>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-22**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





Sveučilište Sjever

Završni rad br. 79/PREH/2024

Utjecaj fermentirane hrane na mikrobiotu čovjeka

Ivana Ujlaki, 0113147344

Koprivnica, rujan 2024 godine



Sveučilište Sjever

Prehrambena tehnologija

Završni rad br. 79/PREH/2024

Utjecaj fermentirane hrane na mikrobiotu čovjeka

Student

Ivana Ujlaki, 0113147344

Mentor

Ivana Dodlek Šarkanj dipl.ing.preh.teh. predavač

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za prehrambenu tehnologiju		
STUDIJ	prijediplomski stručni studij Prehrambena tehnologija		
PRISTUPNIK	Ivana Ujlaki	MATIČNI BROJ	0113147344
DATUM	10.9.2024.	KOLEGIJ	Primjena mikroba u proizvodnji i zaštiti autohtonih prerambenih pro
NASLOV RADA	Utjecaj fermentirane hrane na mikrobiotu čovjeka		

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU The influence of fermented food on the human microbiota

MENTOR	Ivana Dodlek Šarkanj	ZVANJE	dipl.ing.preh.teh.
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. doc.dr.sc. Dunja Šamec, predsjednica		
	2. izv.prof.dr.sc. Natalija Uršulin -Trstenjak, član		
	3. Ivana Dodlek Šarkanj, predavač, mentorica		
	4. izv.prof.dr.sc. Bojan Šarkanj, zamjenski član		
	5.		

Zadatak završnog rada

BROJ	79/PREH/2024
OPIS	<p>Fermentacija, metoda koja se koristi već tisućama godina radi konzerviranja hrane, što produžuje vijek trajanja hrane. Korištenjem upravo takvih proizvoda u prehrani u konačnici doprinosi raznolikosti i ravnoteži crijevne mikroflore što je pak ključno za zdravlje čovjeka. Fermentacija može povećati dostupnost određenih nutrijenata i fitokemikalija.</p> <p>Cilj ovog rada je utvrditi primarne putove fermentacije hrane i ključne mikroorganizme korisne za zdravlje i sposobnost ovih namirnica da utječu na mikrobiom crijeva nakon što se konzumiraju bilo putem spojeva proizvedenih tijekom fermentacije ili kroz interakcije s mikroorganizmima iz fermentirane hrane koji su sposobni preživljavanja u gastrointestinalnom traktu.</p>

ZADATAK URUČEN 11.09.2024.

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE
SJEVER



Koprivnica, rujan 2024. godine

Zahvala

Prije svega želim iskreno zahvaliti svojoj mentorici dipl.ing.preh.teh. Ivani Dodlek Šarkanj, na nesebičnoj podršci, savjetima i poticanju tijekom cijelog procesa studiranja i tijekom izrade završnog rada. Vaše vodstvo i razumijevanje uvelike je doprinijelo i olakšalo ostvariti postavljenje ciljeve.

Veliku zahvalnost dugujem svojoj obitelji, posebice mami Jasmini čija je stalna podrška, razumijevanje i ohrabrenje bilo ključno tijekom cijelog procesa. Posebno hvala mojim prijateljima i dečku Karlu koji su bili uz mene u trenucima kada sam najviše trebala potporu.

Na kraju, zahvaljujem se i svim prijateljima koje sam upoznala tijekom studiranja i koji su mi uljepšali ovaj period života.

Sažetak

Fermentirana hrana ima dugu i bogatu povijest koja seže unatrag tisućama godina. Kroz različite kulture i civilizacije, fermentacija je tradicionalna metoda korištena kao prirodan način očuvanja hrane i poboljšanje njenog okusa.. Postupci fermentacije učinili su velik korak u razvoju ljudske prehrane. Velika prednost fermentacije je što je to relativno jeftin i jednostavan proces. Osim što produžuje vijek trajanja hrane, također poboljšava njenu nutritivnu vrijednost i probavljivost

Cilj ovog rada je istražiti primarne putove fermentacije hrane i uključene mikroorganizme te potencijalne koristi za zdravlje. Odnosno, sposobnost ovih namirnica da utječu na mikrobiom crijeva nakon što se konzumiraju. Bilo putem spojeva proizvedenih tijekom fermentacije ili kroz interakcije s mikroorganizmima iz fermentirane hrane koji su sposobni preživljavanja u gastrointestinalnom tranzitu.

Ovaj pregled jasno pokazuje da fermentirana hrana može utjecati na crijevni mikrobiom i kratkoročno i dugoročno, te ju treba smatrati važnim elementom ljudske prehrane.

Ključne riječi: fermentirana hrana, mikrobiota hrane, mikrobiom crijeva

Summary

Fermented food has a long and rich history that spans thousands of years. Across various cultures and civilizations, fermentation has been used as a natural method for preserving food and enhancing its flavor, becoming a traditional technique over time. The fermentation processes represented a major milestone in the development of human nutrition. One of the key advantages of fermentation is that it is a relatively inexpensive and simple process. In addition to extending the shelf life of food, it also improves its nutritional value and digestibility.

The aim of this paper is to explore the primary pathways of food fermentation and the microorganisms involved, as well as the potential health benefits. And the ability of these foods to influence the gut microbiome after consumption, either through the compounds produced during fermentation or through interactions with microorganisms from fermented foods that are capable of surviving gastrointestinal transit.

The review clearly demonstrates that fermented foods can impact the gut microbiome both in the short and long term, and should be considered an important element of human nutrition.

Key words: fermented food; food microbiota; gut microbiome

Popis korištenih kratica

SCFA Kratkolančane masne kiseline

FODMAP Fermentabilni oligosaharidi, disaharidi, monosaharidi i polisaharidi

ACE Angiotenzin-1-konvertirajući enzim

EPS Egzopolisaharidi visoke molekularne težine

LDL Lipoprotein niske gustoće

HDL Lipoprotein visoke gustoće

Sadržaj

1.	<i>Uvod</i>	1
2.	<i>Fermentirana hrana</i>	4
2.1.	<i>Crijevna mikrobiota čovjeka</i> <i>Napaka! Zaznamek ni definiran.</i>	
3.	<i>Mehanizam djelovanja fermentirane hrane</i>	12
3.1.	<i>Pozitivan učinak na zdravlje</i>	14
3.2.	<i>Negativan učinak na zdravlje</i>	16
4.	<i>Zaključak</i>	19
5.	<i>Literatura</i>	21

1. Uvod

Fermentacija je drevna i tradicionalna metoda koja se spominje kroz različite kulture u povijesti. Glavni cilj fermentacije nekad a i danas je očuvanje hrane i poboljšanje okusa. Najstariji poznati proces fermentacije potječe iz Gruzije, prije oko 6000 godina prije Krista. Dok su prvi alkoholni napici od voća, riže i meda proizvedeni u naselju Jinhu između 7000. i 66000. godina prije Krista [1]. Rimljani su širili proizvodnju vina diljem Sredozemlja, a fermentacija hrane bila je prisutna u mnogima drevnim kulturama, uključujući Babilon, Egipat i Meksiko [1].

S razvojem ljudske civilizacije, fermentacija se proširila u različite regije svijeta, a svaka kultura dodala je svoj jedinstveni pečat ovom procesu i tako stvarajući različite fermentirane proizvode specifične za svoje podneblje. Zdravstvene prednosti fermentirane hrane počele su se pobliže shvaćati početkom 20. stoljeća. Tada je Elie Metchnikoff, dobitnik Nobelove nagrade, istaknuo blagotvorne učinke fermentiranog mlijeka na dugovječnost bugarskog stanovništva i uveo koncept probiotika. Dug život bugarskih seljaka prepisao je njihovoj konzumaciji kiselog mlijeka, vjerujući da fermentirani proizvodi ne samo da pomažu zdravlju crijeva, već i doprinose općoj dobrobiti i dugovječnosti. Ova spoznaja otvorila je vrata širem proučavanju fermentacije i njezine uloge u zdravlju ljudi. [2].

Fermentirana hrana definira se kao: „hrana koja je dobivena bioproceniranjem, koristeći metaboličku aktivnost mikroorganizama kako bi se dobila željena svojstva i osigurala kvaliteta“ [3]. U fermentiranu hranu se ubraja: sir, jogurt, fermentirano mlijeko, fermentirane kobasice, salame, kupus, vino, kruh, kimchi i drugo. A fermentirana hrana se međusobno razlikuje prema prisutnosti ili odsutnosti živih mikroorganizama te vrsti osnovnih komponenti [4]. Primjerice, neki fermentirani proizvodi poput kefira, sira i jogurta sadrže održive mikroorganizme, dok drugi, poput kruha, octa i vina, ne sadrže žive mikroorganizme nakon završetka fermentacije [3]. Ove razlike u sastavu mogu imati različite učinke na ljudski organizam, posebno kada je riječ o utjecaju na crijevnu mikrofloru i potencijalne zdravstvene koristi koje proizlaze iz prisutnosti ili odsutnosti živih bakterija u fermentiranoj hrani.

Fermentacija je proces u kojem mikroorganizmi pretvaraju šećer u alkohol, ugljikov dioksid i organske kiseline, obično u uvjetima bez kisika (anaerobno) [3]. Ovaj proces je važan upravo jer spojevi koji nastaju povećavaju kiselost te tako sprječavaju rast mikroorganizama koji bi mogli dovesti do kvarenja hrane. Mikroorganizmi mogu prirodno rasti u hrani ili se dodaju kao početna kultura, te se zbog njihove aktivnosti mijenja kemijski sastav i okus hrane dobiva specifična aromu određenog proizvoda [4].

Prednost fermentacije je što je to relativno jeftin i jednostavan proces pa se tako može provesti u kućanstvu ili pak u većim industrijama. Osim što produžuje vijek trajanja hrane, fermentacija dodatno obogaćuje njezin nutritivni sastav dodatnim hranljivim tvarima poput vitamina, minerala i bioaktivnih spojeva te olakšava probavu [4].

Potrošači danas traže nutritivnu i sigurnu hranu, zbog čega je važno poznavati mikrobnu raznolikost i nutritivne prednosti tradicionalno fermentirane hrane. Zakiseljeni uvjeti koje stvara mliječna kiselina u fermentiranoj hrani sprječava preživljavanje većine mikroorganizama. Pogreške tijekom procesa proizvodnje mogu dovesti do kontaminacije mikroorganizmima, što bi moglo ugroziti sigurnost hrane. Kvalitetna proizvodnja s pravim omjerima kiseline, soli, šećera ključna je za očuvanje sigurnosti fermentirane hrane na visokoj razini [4]. Kontrolirana fermentacija ne samo da osigurava sigurnost, već također čuva nutritivnu vrijednost i kvalitetu fermentirane hrane.

Brojna istraživanja ukazuju na učinke fermentirane hrane na crijevnu mikrobiotu. Prema istraživanjima, fermentirana hrana može pružiti mikrobne vrste koje promiču zdravlje i povezane su s crijevnom mikrobiotom i proizvesti spojeve koji imaju imunomodulirajuća i protuupalna svojstva, što može zaštititi od raznih bolesti. Odnosno djeluju na organizam kroz nekoliko različitih mehanizama: izravna hranljiva vrijednost, opskrba hranljivim tvarima koje promiču rast autohtonih crijevnih mikroba te sposobnost mikroba iz fermentirane hrane da postanu dio crijevnog mikrobioma ili da inhibiraju postojeće patogene [3,4].

Probiotičke bakterije prisutne u mnogima fermentiranim proizvodima, dodatno doprinose zdravlju crijevnog mikrobioma pa je tako fermentirana hrana povezana je s prevencijom mnogih nezaraznih bolesti poput: dijabetesa, kardiovaskularnih bolesti, sindroma iritabilnog crijeva i raka [4]. Također doprinosi proizvodnji vitamina B-kompleksa, poput folata, riboflavina i vitamina B12, što dodatno potiče konzumaciju fermentirane hrane, posebice kod trudnica kojima su ti nutrijenti od ključne važnosti [4].

Fermentirana hrana predstavlja izvrstan izvor korisnih mikroorganizama koji mogu poboljšati funkciju ljudskog gastrointestinalnog trakta. Mikrobi povezani s fermentacijom mogu promijeniti funkciju ili sustav crijevne flore [4].

S obzirom na sve veću potražnju za nutritivno bogatom i sigurnom hranom, uporaba prehrambenih kultura značajno je porasla u posljednjih nekoliko desetljeća. Potrošači sada žele dostupnu, nutritivno bogatu i sigurnu hranu. Međunarodna mliječna federacija promiče svjetsku mliječnu industriju i osigurava da visokokvalitetno mlijeko i mliječni proizvodi budu podržani

znanstvenim informacijama te da su zdravi, sigurni i održivi. Istovremeno, Uprava za hranu i lijekove strogo regulira sigurnost fermentirane hrane, osiguravajući da se pridržavaju visoki standardi kvalitete i sigurnosti, čime se dodatno jača povjerenje potrošača u ove proizvode [3].

2. Fermentirana hrana

„Fermentacija je metabolički proces kojim mikroorganizmi, poput bakterija, kvasaca i plijesni, pretvaraju organske tvari najčešće šećere i škrob u druge kemijske spojeve, poput alkohola, ugljikovog dioksida i organskih kiselina, uglavnom anaerobnim uvjetima“ [3]. Proces je bitan za očuvanje hrane, poboljšanje okusa, teksture i nutritivne vrijednosti. Mikroorganizmima ovaj proces omogućuje proizvodnju energije. Različiti mikroorganizmi prilagođeni različitim okruženjima koriste različite fermentacijske puteve koji su bitni za proizvodnju hrane pa tako na kraju se dobivaju različiti krajnji produkti. Procjenjuje se da postoji više od 5000 vrsta fermentirane hrane, no s obzirom na podjele i različite potkategorije taj broj bi mogao biti i znatno viši [5].

Kod mliječne i alkoholne fermentacije koristi se šećer koji je dostupan u prehrambenim sirovinama, primjerice kao što je laktoza u mlijeku i glukoza kod biljnih proizvoda, koji se fermentacijskim procesom pretvara u produkte kao što su mliječna kiselina i etanol. Osim što utječu na senzorne karakteristike fermentirane hrane, imaju ključnu ulogu u produljenju roka trajanja proizvoda jer akumulirana mliječna kiselina ili etanol inhibira rast patogenih mikroorganizama i/ili nepoželjno kvarenje [5].

Bakterije mliječne kiseline poput vrsta *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus* i različite vrste *Lactobacillus*, ključni su mikroorganizmi u procesu mliječne fermentacije. Mogu biti i homofermentativne, koje proizvode samo mliječnu kiselinu, ili pak heterofermentativne, koje uz mliječnu kiselinu proizvode etanol i ugljikov dioksid [5]. Nastala mliječna kiselina snižava pH proizvoda i djeluje kao prirodan konzervans. Proizvodi mliječne fermentacije su jogurt, kefir, kiseli kupus, kimchi i drugo [5].

Za alkoholnu fermentaciju odgovoran je kvasac *Saccharomyces cerevisiae* pomoću kojeg se dobivaju proizvodi kao što su vino, pivo i druga alkoholna pića. *Zymomonas mobilis*, gram-negativna bakterija, također se koristi za fermentaciju i proizvodnju etanola, ali koristi drugačiji metabolički put od kvasca, što rezultira različitom energetsom učinkovitosti [5]. Alkoholna fermentacija uključuje nekoliko glavnih koraka; proces započinje glikolizom, u kojem se molekula glukoze razgrađuje na dvije molekule piruvata uz proizvodnju određene količine energije u obliku adenzina trifosfata (ATP). U sljedećem koraku piruvat se dekarboksilira pod utjecajem enzima, čime nastaje acetaldehid i ugljikov dioksid. Acetaldehid se zatim reducira u etanol pomoću enzima alkohol dehidrogenaze [5].

Tablica 1.Primarni putovi fermentacije u proizvodnji fermentirane hrane: mikroorganizmi i krajnji proizvodi [5]

Vrsta fermentacije	Podloga	Krajnji proizvodi	Odgovorni mikroorganizmi
mliječna kiselina *	Šećer		
Homo lactic		Mliječna kiselina	<i>Lactococcus lactis</i>
			<i>Streptococcus thermophilus</i>
			<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>
			<i>Lactobacillus acidophilus</i>
			<i>Lactobacillus helveticus</i>
			<i>Pediococcus</i>
			<i>Enterococcus</i>
Heteromlaktični		Mliječna kiselina, etanol, CO ₂	<i>Leuconostoc</i>
			<i>Fructilactobacillus sanfranciscensis</i>
			<i>Levilactobacillus brevis</i>
			<i>Limosilactobacillus fermentum</i>
			<i>Limosilactobacillus reuteri</i>
			<i>Lacticaseibacillus casei</i>
			<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>
			<i>Latilactobacillus curvatus</i>
			Etanol
<i>Zymomonas mobilis</i>			
Octena kiselina	Etanol	Octena kiselina	<i>Acetobacter</i>
			<i>Komagataeibacter</i>

Propionska kiselina	Mliječna kiselina	Propionska kiselina, octena kiselina,CO ₂	<i>Propionibacterium freudenreichii</i> <i>Propionibacterium jensenii</i> <i>Propionibacterium thoenii</i> <i>Propionibacterium acidipropionici</i> <i>Propionibacterium cyclohexanicum</i>
Limunska kiselina	Limunska kiselina	Acetat, Format, Etanol, 2,3-butandiol, Diacetil, Acetoin , CO ₂ Laktat	<i>Lactococcus lactissubsp.lactisbiovardiacetylactis</i> <i>Leuconostoc**</i> <i>Enterococcus**</i> <i>Lactobacillus**</i> <i>Oenococcus oeni</i>
Malolaktični	Jabučna kiselina	Mliječna kiselina,CO ₂	<i>Oenococcus oeni</i> Lactobacillaceae *** <i>Pediococcus**</i>

* Određeni LAB, koji se nazivaju fakultativni heterofermentativni LAB, mogu fermentirati homo- ili heterolaktičkim putem fermentacije, ovisno o uvjetima okoline ili dostupnosti supstrata.

** Neki članovi ovog roda. *** Neki članovi ove obitelji.

Bakterije octene kiseline, kao što su *Acetobacter* i *Komagataeibacter*, odgovorne su za proizvodnju octa fermentacijom alkoholnih pića. Imaju visoku otpornost na etanol i acetat, što ih čini idealnim za komercijalnu proizvodnju octa. Bakterije octene kiseline koriste oksidativnu fermentaciju, koja uključuje oksidaciju etanola u prisutnosti kisika. Ovaj proces rezultira nakupljanjem octene kiseline, koja snižava pH okoline i inhibira rast drugih mikroorganizama, što omogućava očuvanje proizvoda [4].

Sekundarne fermentacije, poput propionske i octeno-kisele, koriste proizvode primarnih fermentacija kao supstrate, dodatno produžujući vijek trajanja hrane i značajno utječući na njezina senzorska svojstva proizvoda. Primjerice, propionska kiselina i acetat proizvedeni tijekom fermentacije sira Ementaler stvaraju karakterističan okus i teksturu s prepoznatljivim rupicama.

Limunska i malolaktična fermentacija također imaju ključnu ulogu u prehrambenoj industriji. Koriste supstrate iz sirovih prehrambenih materijala i pretvaraju ih u proizvode koji mijenjaju senzorska svojstva hrane.

Na primjer, malolaktična fermentacija, često korištena u proizvodnji vina, pretvara jabučnu kiselinu u mliječnu kiselinu, čime se smanjuje kiselost vina i postiže zaokruženiji okus. Ne samo da se obogaćuju senzorske karakteristike hrane i pića, već se dodatno povećava stabilnost i trajnost [5].

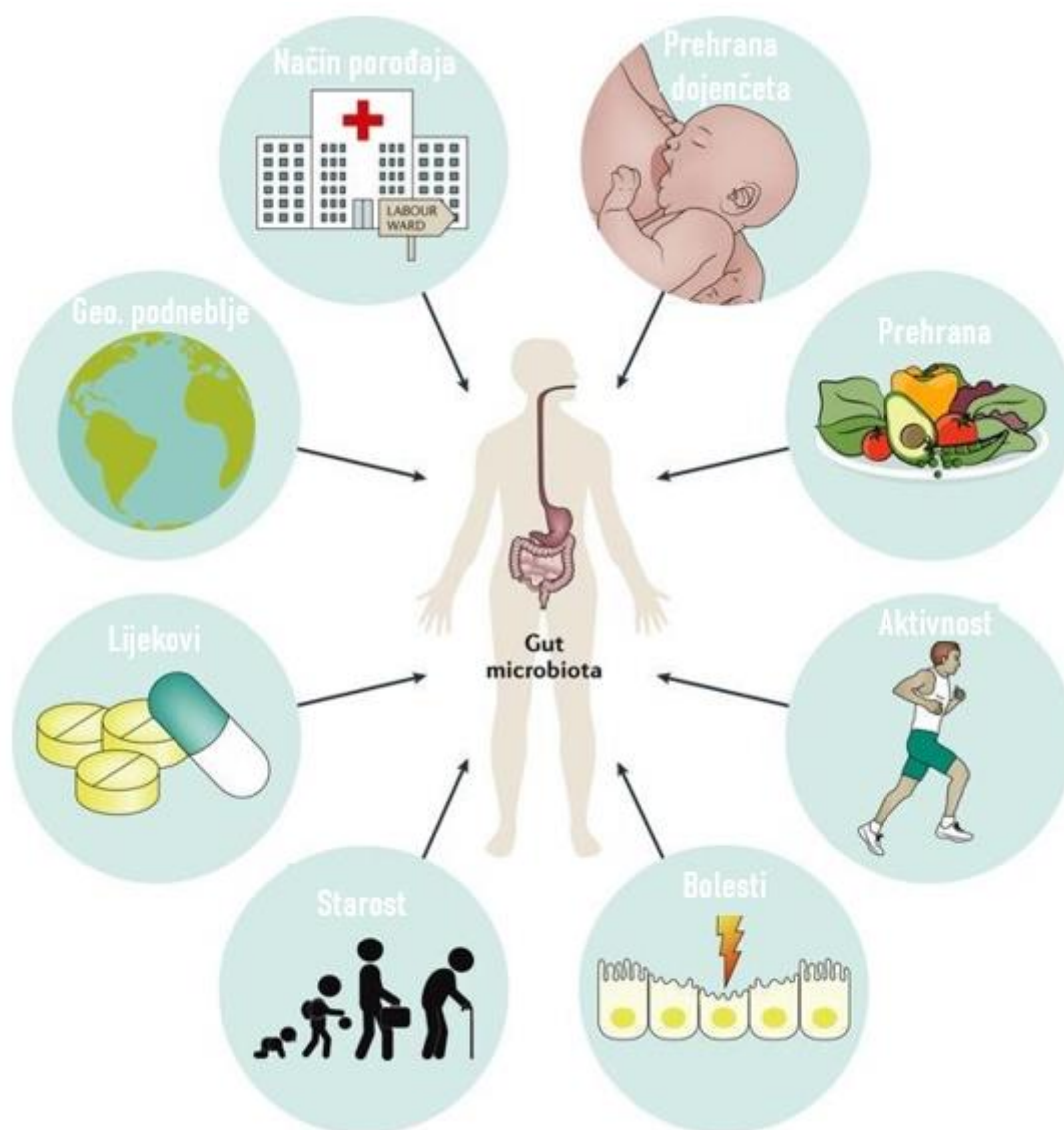
Procesom fermentacije, oslobađaju se aminokiseline i bioaktivni peptidi iz proteina, masti se pretvaraju u oblike konjugirane linolne kiseline, a proizvode se i različiti metaboliti uključujući kratkolančane masne kiseline, vitamine, egzopolisaharide i gama-aminomaslačnu kiselinu koji mogu imati pozitivan utjecaj na probavu i opće zdravlje [5]. Ovi spojevi obogaćuju prehrambene proizvode i dodatno poboljšavaju nutritivnu vrijednost, pružajući potencijalne zdravstvene koristi.

2.1. Crijevna mikrobiota čovjeka

Crijevna mikrobiota čovjeka je kompleksan ekosustav sastavljen od trilijuna mikroorganizama, uključujući bakterije, viruse, gljivice i protozoe, koji nastanjuju gastrointestinalni trakt, posebno deblo crijevo [6]. Najzastupljeniji rodovi u ljudskom crijevu su *Firmicutes* i *Bacteroidetes*, dok su u manjem broju prisutni *Proteobacteria* i *Actinobacteria*. Ove skupine zajedno čine 93,5-98% crijevne mikrobiote. Neki od najčešćih rodova bakterija pronađenih u crijevima su *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Bacteroides*, *Clostridium*, *Escherichia*, *Streptococcus* i *Ruminococcus* [7].

Ove bakterije su ključne za dobrobit domaćina, sudjelujući u održavanju imunološke aktivnosti, potrošnji energije, pa čak i aktivnosti mozga, poput odgovora na stres. Crijevna mikrobiota pomaže u probavi, apsorpciji hranljivih tvari. Mikroorganizmi u crijevima pomažu razgraditi složene ugljikohidrate, vlakna i proteine koje ljudski probavni enzimi ne mogu probaviti. Osim toga, mikrobiota sintetizira vitamine kao što su vitamin K i vitamini B skupine te pomaže u apsorpciji minerala poput kalcija, magnezija i željeza [5]. Time mikrobiota značajno doprinosi cjelokupnom metabolizmu i zdravlju organizma.

Prehrana ima ključnu ulogu u oblikovanju sastava i aktivnosti crijevne mikrobiote, osiguravajući makronutrijente kao što su ugljikohidrati, proteini i masti. Prehrana bogata vlaknima i biljnim spojevima potiče rast korisnih bakterija, dok prehrana bogata mastima i šećerima može potaknuti rast bakterija povezanih s upalnim stanjima. No, prehrana nije jedini čimbenik koji može utjecati na crijevnu mikrobiotu; način života, okoliš, lijekovi i bolesti također igraju značajnu ulogu, prikazano je na slici 1 [6].



Slika 1 Prikaz čimbenika na crijevnu mikrobiotu [14]

Prema tome, svaka osoba ima jedinstven sastav crijevne mikrobiote. Promjene u sastavu crijevne mikrobiote, poznate kao disbioza, mogu dovesti do raznih bolesti, uključujući pretilost, dijabetes tipa II, anksioznost i depresiju [6]. Disbioza je povezana s promjenama u funkciji imunološkog sustava i metabolizmu, što može dovesti do upalnih bolesti i metaboličkih poremećaja [6].

Iako su antibiotici ključni za liječenje bakterijskih infekcija oni mogu narušiti ravnotežu crijevne mikrobiote jer svojim širokim djelovanjem uništavaju i korisne bakterije, što može dovesti do disbioze i povećati rizik od različitih infekcija i bolesti. Zato je važno je koristiti antibiotike samo kada je to nužno i pod liječničkim nadzorom [5].

Osim antibiotika, na disbiozu utječu i drugi čimbenici koju mogu biti vanjski ili unutarnji koji su prikazani u tablici 2.

Tablica 2 Čimbenici koji utječu na disbiozu [14]

Vanjski čimbenici	Unutarnji čimbenici
Antibiotska terapija	Dijareja
Operacijski zahvat	Defenzini
Pretjerana higijena	pH vrijednost lumena crijeva
Kemoterapija	Probavljivost hranljivih tvari
Putovanja	Mucin
Bolesti bubrega i jetre	Bakterijski antagonizam
Peristaltički poremećaj	Lizozim

Disbioza povezana je i s razvojem brojnih autoimunih i upalnih bolesti, kao što je Crohnova bolest, ulcerozni kolitis, celijakija i reumatodni artritis. Mikroorganizmi u crijevima djeluju kao barijera protiv patogenih mikroba, sprečavajući njihovo naseljavanje i razmnožavanje. Neravnoteža može narušiti crijevne barijere, čime se povećava rizik od naseljavanja patogenih mikroba [5].

Proizvodnja kratkolančanih masnih kiselina jedna je ključnih funkcija crijevne mikrobiote. Kratkolančane masne kiseline (SCFA) kao što su acetat, propionat, butirat, nastaju fermentacijom dijetalnih vlakna u debelom crijevu. Ove kiseline imaju brojne korisne učinke na domaćina, uključujući regulaciju metabolizma glukoze i lipida, poticanje apsorpcije minerala poput kalcija i magnezija, poticanje proliferacije i diferencijacije crijevnih stanica te smanjenje prevalencije upalnih bolesti. SCFA također imaju antioksidativne funkcije i ključnu ulogu u funkcijama središnjeg živčanog sustava, uključujući pozitivne učinke na raspoloženje i mentalno zdravlje što sugerira snažnu vezu između crijeva i mozga, poznatu kao os crijevo-mozak [5].

Prehrana bogata vlaknima, fermentiranim namirnicama i probioticima može pozitivno utjecati na sastav i funkciju crijevne mikrobiote. Probiotici, koji su korisne bakterije poput onih iz rodova *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, mogu pomoći u održavanju zdrave crijevne mikrobiote i ublažavanju simptoma anksioznosti i depresije [6]. Prehrana bogata prebioticima, tvarima koje potiču rast korisnih bakterija, također može poboljšati zdravlje crijeva.

Sveukupno gledajući crijevna mikrobiota ima važnu ulogu u održavanju ljudskog zdravlja, utječući tako na probavu, imunitet, metabolizam i mentalno zdravlje. Održavanje uravnotežene crijevne mikrobiote povezano je s prevencijom mnogih bolesti, uključujući metaboličke i mentalne poremećaje. Kako bi se očuvala zdrava crijevna mikrobiota važno je održavati i uravnoteženu prehranu, zdrav način života i oprezno koristiti lijekove. Kako znanstvena istraživanja napreduju, sve je očitija povezanost zdravlja crijeva s ukupnim stanjem organizma. Poticanje i razumijevanje uravnotežene crijevne mikrobiote od ključnog su značaja u prevenciji i liječenju mnogih bolesti te za poboljšanje kvalitete života [5].

3. Mehanizam djelovanja fermentirane hrane

Fermentirana hrana može imati značajan pozitivan učinak na zdravlje i prevenciju bolesti putem nekoliko ključnih procesa koji uključuju probiotičke mikroorganizme, poput bakterija mliječne kiseline. Većina fermentiranih proizvoda sadrži najmanje 10^6 mikroba stanica po gramu, iako ove količine mogu varirati ovisno o regiji, starosti proizvoda, vremenu analize, uvjetima skladištenja i konzumacije proizvoda [8].

Okolišni uvjeti, koji djeluju kao pufer i pružaju zaštitu od nepovoljnih uvjeta u crijevima, ključna za preživljavanje probiotičkih sojeva [5]. Bakterije iz fermentirane hrane mogu dospjeti u probavni trakt, no njihov ostanak u crijevima je kratkotrajan, Ipak, i dalje je ima pozitivan fiziološki učinak na crijevnu sredinu natječući se s patogenim bakterijama i stvaranjem nusproizvoda koji podržavaju imunološku regulaciju [6].

Korisni učinci fermentirane hrane uključuju promjenu imunološkog odgovora domaćina, što jača otpornost na patogene izazove, kao i promjene u sustavu i metaboličkoj aktivnosti crijevne mikroflore domaćina. Različite bakterije prisutne u fermentiranoj hrani mogu poboljšati ili obnoviti crijevnu floru na različite načine, uključujući stvaranje raznih bioaktivnih tvari. Bakterije mogu promijeniti pH vrijednost okoliša i ograničiti dostupnost kisika, što stvara kompetitivno okruženje u crijevima i suzbija rast patogena [4].

Fermentacija također može smanjiti količinu toksina i antihranjivih tvari u hrani. Na primjer, fermentacija soje može smanjiti količinu fitisne kiseline, tvari koja može ometati apsorpciju minerala. Dok fermentacija kiselog tijesta može smanjiti količinu fermentabilnih ugljikohidrata kao što su oligosaharidi, disaharidi, monosaharidi i polisaharidi (FODMAP), što povećava toleranciju osoba s funkcionalnim poremećajima crijeva, poput sindroma iritabilnog crijeva. Na ovaj način, fermentirana hrana ne samo da poboljšava nutritivnu vrijednost i probavljivost hrane, već također doprinosi održavanju zdrave crijevne mikrobiote i općem zdravlju domaćina [4].

Fermentacija može smanjiti koncentraciju inhibitornih komponenti u sirovoj hrani, poput štetnih inhibitora tripsina u sojinom zrnu, što poboljšava probavljivost proteina. Prisutnost enzima laktaze proizvedenog bakterijama u fermentiranom sastavu može pomoći u uklanjanju zaostale laktoze tijekom konzumiranja i probave. Zbog ovog procesa, osobe koje su intolerantne na laktozu mogu konzumirati fermentirane mliječne proizvode poput zrelih sireva bez neugodnih posljedica. [5].

Fermentacija može olakšati proizvodnju bioaktivnih spojeva kroz katabolizam proteina, lipida i ugljikohidrata. Ovi spojevi mogu uključivati niz mikrobnih metabolita koji pridonose različitim

zdravstvenim koristima. Na primjer, proizvodnja vitamina i antioksidansa tijekom fermentacije hrane zabilježena je za mnoge vrste bakterija mliječne kiseline. Vitamin K, koji se proizvodi tijekom fermentacije, pomaže u održavanju zdravlja kostiju. Bioaktivni spojevi proizvedeni tijekom fermentacije mogu imati različite zdravstvene koristi, uključujući snižavanje krvnog tlaka i kolesterola, poboljšanje metaboličkih sindroma, učinke protiv raka i poboljšanje imunološke funkcije [5].

Cilj brojnih istraživanja bio je oslobađanje bioaktivnih peptida kao rezultat hidrolize proteina tijekom fermentacije. A jedan od dobro proučenih primjera otpuštanja bioaktivnog peptida je angiotenzin-1-konvertirajući enzim (ACE), skupina peptida sa sposobnošću snižavanja hipertenzije [5]. Bakterije mliječne kiseline prisutne u fermentiranim mliječnim proizvodima, poput jogurta i sira, proizvode te peptide, što čini ove proizvode korisnim u smanjenju rizika od visokog krvnog tlaka. [5].

Fermentirana hrana također sadrži egzopolisaharide visoke molekularne težine (EPS), koje mikroorganizmi proizvode iz jednostavnih šećera prisutnih u sirovom prehrambenom proizvodu. EPS mogu proizvesti vrste *Zymomonas*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* *Streptococcus* i *Lactobacillaceae*. Primjeri proizvodnje EPS-a uključuju acetan, ksantan i kefiran, od kojih su neki važni sa stajališta proizvodnje hrane. Upravo kao što je ksantan koji doprinosi reološkim svojstvima u dodanim proizvodima. [5].

Otkriveno je da bakterije mliječne kiseline koje proizvode EPS imaju ulogu u imunomodulaciji, koja može biti ili stimulirajuća ili supresivna, ovisno o različitim čimbenicima. Proizvodnja EPS-a u fermentiranoj hrani ispitivana je kod kardiovaskularnih bolesti zbog njihove sposobnosti da vežu kolesterol, kao što je sposobnost β -glikana koje proizvodi *Pediococcus* da snize razine kolesterola [5].

Prebiotici i probiotici iz fermentirane hrane mogu pomoći u snižavanju kolesterola različitim mehanizmima. EPS veže žučnu kiselinu u crijevima, čime se smanjuje njihova reapsorpcija i potiče izlučivanje, što pomaže u smanjenju razine kolesterola u krvi. [5].

Jedan od mehanizama je i proizvodnja kratkolančanih masnih kiselina. One mogu poticati proliferaciju i diferencijaciju crijevnih stanica, regulirati metabolizam glukoze i lipida, te smanjiti prevalenciju upalnih bolesti.

Fermentirani mliječni proizvodi mogu imati neuroprotektivne učinke, što dodatno naglašava važnost fermentirane hrane u svakodnevnoj prehrani održavanje cjelokupnog zdravlja [5]. Sve ove

korisne funkcije čine fermentiranu hranu važnim dijelom zdrave prehrane i ključnim faktorom u prevenciji i liječenju raznih zdravstvenih problema.

3.1. Pozitivan učinak na zdravlje

Fermentirana hrana ima dugu povijest sigurne konzumacije, a sve veći broj ljudi vjeruje da ima pozitivno utječe na zdravlje te da ima razne učinke. Smatra se da se fermentirana hrana priprema uglavnom od neprerađenih sastojaka, bez dodataka konzervansa, boja ili aroma, te da se proizvodi tradicionalnim i održivim metodama. Ideja je to prehrane koja posebno privlači potrošače „žive hrane“ s prirodnom i raznolikom mikrobiotom [5].

Nedavna istraživanja ljudske prehrane podržavaju mišljenja o pozitivnim učincima fermentirane hrane na zdravlje [5]. Kroz razna istraživanja otkrila se jasna povezanost između konzumacije fermentiranih mliječnih proizvoda i regulacije tjelesne težine.

Također, smanjen rizik od kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa tipa II i smrtnosti povezan je s konzumacijom jogurta [5]. Konzumiranje fermentiranog mlijeka može pojačati metabolizam glukoze i smanjiti bol mišića nakon vježbe. Konzumacija kimchija povezana je s učincima protiv dijabetesa i pretilosti. Osim toga, razna fermentirana hrana povezana je s pozitivnim promjenama u raspoloženju, moždanoj aktivnosti i crijevnom mikrobiomu. Međutim, nedostatak kliničkih ispitivanja i varijacije među etničkim skupinama sugeriraju potrebu za daljnjim istraživanjima kako bi se potvrdile dobrobiti [10,6].

Fermentirana hrana ima potencijalna antidijabetička svojstva. Istraživanja su dokazala da na modelima štakora s dijabetesom tipa II različiti fermentirani proizvodi kao što su rižino vino (Makegeolli) napravljeno s *Laminaria japonica* i fermentirani sok od gorke dinje imaju antidijabetički potencijal. Fermentirani sok povećao je koncentraciju kratkolančanih masnih kiselina i bio je učinkovit u liječenju hiperinzulinemije, hiperglikemije, hiperlipidemije i oksidativnog stresa [3].

Globalno gledajući, kardiovaskularne bolesti su vodeći uzrok smrti. Fermentirani mliječni proizvodi kao što su jogurt i sir mogu imati povoljan učinak na kardiovaskularne bolesti. Probiotici iz fermentirane hrane mogu smanjiti rizik od aterosklerotskih plakova i poboljšati antioksidativni kapacitet plazme. Odnosno, mogu smanjiti razinu lošeg kolesterola (LDL) koji označava lipoprotein niske gustoće koji ima manji omjer proteina u odnosu na lipide. A s druge strane

povećati razinu dobrog kolesterola (HDL), lipoproteina visoke gustoće koji ima veći omjer proteina u odnosu na lipide, što smanjuje rizik od srčanih bolesti [4].

Pretilost je još jedan globalni zdravstveni problem, a bakterije mliječne kiseline i spojevi fermentacije, kao što su mliječna kiselina i bioaktivni peptidi, mogu pomoću u smanjenju tjelesne mase i regulaciji razine lipida u krvi. Prebitoci koji se nalaze u fermentiranoj hrani pomažu i u regulaciji apetita i mogu smanjiti upalne procese u tijelu što doprinosi kontroli težine i općem zdravlju. [4].

Fermentirana smeđa riža posredovana *Aspergillus oryzae* pokazala je antikancerogena svojstva u stanicama ljudske akutne limfoblastične leukemije [4]. Prirodno fermentirani sokovi od cikle također su pokazali antikancerogeno djelovanje u stanicama želučanog adenokarcinoma. Ova istraživanja pokazuju potencijal fermentirane hrane u borbi protiv raka, što otvara vrata za nastavak navedenih istraživanja.

Fermentirana hrana također može imati povoljan učinak na zdravlje crijeva, osobito kod bolesti kao što su upalne bolesti crijeva. Kefir, kombucha i kiseli kupus pokazali su potencijal u smanjenju simptoma tih bolesti [4].

Probiotici u fermentiranoj hrani također igraju ključnu ulogu u jačanju imunološkog sustava. Zdrava crijevna mikrobiota može spriječiti rast štetnih bakterija i poboljšati funkciju imunoloških stanica. Fermentirana hrana bogata je i vitaminom C, željezom i cinkom, koji su ključni za održavanje jakog imunološkog sustava. Istraživanja su pokazala da konzumacija fermentirane hrane može smanjiti učestalost i trajanje respiratornih infekcija [4].

Zdravlje crijeva povezano je s mentalnim zdravljem putem crijevno-moždane osi. Fermentirana hrana može pozitivno utjecati na mentalno zdravlje, ublažiti stres, poboljšati pamćenje i smanjiti rizik od anksioznosti i depresije. Probiotici mogu povećati razinu neurotransmitera poput serotonina, koji je ključan za regulaciju raspoloženja. A i agmatin i poliamini koje nalazimo u fermentiranoj hrani povezani su sa zdravljem mozga [11].

Fermentirana hrana, posebno mliječni proizvodi poput kefira i jogurta, bogata je kalcijem i vitaminom K2, koji je ključan za zdravlje kostiju. Redovita konzumacija ovih namirnica može poboljšati gustoću kostiju i smanjiti rizik od osteoporoze [12].

3.2. Negativan učinak na zdravlje

Iako fermentirana hrana ima mnoge zdravstvene prednosti, važno je uzeti u obzir i moguće negativne strane njezine konzumacije.

Mnogi fermentirani proizvodi, kao što su krastavci, kiseli kupus, sojini umaci, sadrže visoke količine soli. Prekomjerna konzumacija soli može dovesti do visokog krvnog tlaka, povećanog rizika od srčanih bolesti i moždanog udara. Taj problem posebno je izraženiji u Koreji gdje ljudi svakodnevno jedu kimchi koji je prikazan na slici 2 [10]. Proizvodi se od raznolikog fermentiranog povrća uz dodatak začina. Sadrži i velike količine ljutih začina, poput čili paprike, koji mogu iritirati probavni sustav. Prekomjerna konzumacija može izazvati i nelagodu u želucu, žgaravicu ili pogoršati stanja poput gastritisa i čira na želucu [10].

Iako fermentacija pomaže u očuvanju hrane, postoji rizik od kontaminacije patogenim bakterijama, osobito ako proces fermentacije nije pravilno kontroliran. To može dovesti do trovanja hranom i drugih zdravstvenih problema [4].



Slika 2- Kimchi

Mikroorganizmi kao što su *Escherichia coli*, *Shigella spp.* i *Salmonella spp.*, kao i toksini koje proizvode bakterije *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* te *Bacillus cereus* najčešći su uzročnici kvarenja fermentiranih proizvoda [13].

Osim toga, sami mikroorganizmi koji se koriste u fermentaciji mogu pod određenim uvjetima postati štetni. Mikotoksini i spore mikroorganizama *Aspergillus flavus*, *Aspergillus oryzae*, *Penicillium roqueforti*, *Fusarium* su poznati kao vrlo opasni u većoj koncentraciji od maksimalno

dozvoljene. Osim njih može doći i do pojave *Clostridium botulinum* koja uzrokuje botulizam, ozbiljno trovanje hranom koje može biti i smrtonosno. Ove opasnosti najčešće se javljaju se kod loših uvjeta fermentacije, loše higijene radnika i same industrije prilikom proizvodnje te ako se ne provodi dobra proizvođačka praska [13].

Fermentirana hrana bogata je tiraminom, spojevima koji mogu stupiti u interakciju s određenim lijekovima, osobito inhibitorima monoamino oksidaze koji se koriste za liječenje depresije. Ova kombinacija može dovesti do povišenog krvnog tlaka i drugih ozbiljnih nuspojava [14].

Probiotici kao živi mikroorganizmi također imaju pozitivan učinak na zdravlje domaćina kada se primjenjuju u odgovarajućoj i preporučenoj količini. Nastanjuju se i rastu u crijevima te mogu biti uzroci poremećaja i predstavljati prijetnju zdravlju ukoliko se ne primjenjuju u adekvatnim dozama ili ako potrošač općenito ne reagira dobro na probiotike.

No isto tako probiotici mogu imati i štetan utjecaj na zdravlje zbog mogućih štetnih metaboličkih aktivnosti, pretjerane imunološke stimulacije kod osoba koje su osjetljive. Konzumiranjem probiotika javlja se problem prijenosa gena za antibiotsku rezistenciju na bakterije crijevne mikroflore. Svaki pojedinac različito reagira na svaki lijek, hranu i dodatke prehrani, zbog toga postoji opasnost od mogućnosti razvoja alergijskih reakcija na probiotike [13]. Mogu predstavljati problem i kod osoba koje koriste terapije imunosupresivima. Probiotici mogu utjecati na djelotvornost lijekova, što može dovesti do promjene u njihovoj biodostupnosti, pa čak i uzrokovati toksične ili nedovoljno učinkovite učinke. Sama crijevna mikroflora ima značajan utjecaj na brojne lijekove, pa tako probiotici mogu utjecati na sudbinu djelovanja mnogih lijekova koji se primjenjuju za liječenje. [13].

Fermentirani proizvodi s visokim udjelom probiotika mogu uzrokovati nadutost, plinove i druge probavne smetnje kod nekih ljudi, osobito ako se konzumiraju u velikim količinama ili ako osoba nije navikla na visok unos probiotika [13].

Tijekom fermentacije stvaraju se biogeni amini koji nastaju uz pomoć prirodno prisutnih mikroorganizama ili uz pomoć starter kultura. Na njihovo stvaranje utječe i vrsta sirovine, vrijeme i uvjeti fermentacije. nastaju kao produkti dekarboksilacije aminokiselina, aminacije aldehida ili ketona. Ako dođe do previše nakupljanja biogenih amina, to smanjuje kvalitetu proizvoda i to se održava na trajnost i kvarenje proizvoda. Biogeni amini su toksični za zdravlje čovjeka stoga je potrebno koristiti mikroorganizme koji dovode do njihove razgradnje i kontrolirati kvalitetu ulaznih sirovina [13].

U mljekarskoj industriji najčešće oboljenje kod muznih životinja je mastitis, to je upala mliječne žlijezde uzrokovana infekcijom. i jedno od najčešćih i ekonomski najznačajnijih oboljenja u mljekarskoj industriji jer smanjuje kvalitetu i količinu mlijeka. Mastitis može zahvatiti jednu ili više četvrti vimena i obično se javlja kod krava, ovaca, koza, ali može zahvatiti i druge mliječne životnije.

Ukoliko dođe do navedenog oboljenja životinju je potrebno tretirati antibioticima kako bi se infekcija izliječila. Ostaci antibiotika najčešća su grupa inhibitornih tvari prisutnih u mlijeku koje zaustavljaju ili usporavaju bakterijsku aktivnost kultura. Iako su antibiotici potrebni za izlječenja životinja, njihovi ostaci u mlijeku direktno utječu na zdravlje ljudi zbog rezistentnosti djelovanja antibiotika na bakterije uzročnika drugih bolesti [13].

4. Zaključak

1. Fermentirana hrana ima važnu ulogu u ljudskoj povijesti, čija je funkcija produljenje roka trajanja sezonskih namirnica, ali i zbog prepoznatih pozitivnih dobrobiti.
2. Gotovo sve primarne prehrambene namirnice mogu biti podvrgnute fermentaciji. Fermentirana hrana istražuje se zbog svoje sposobnosti pružanja zdravstvenih dobrobiti.
3. Sve je više znanstvenih dokaza koji podupiru tvrdnje da je fermentirana hrana lakše probavljivija zbog djelomične probave proteina tijekom fermentacije i da se može obogatiti određenim vitaminima i antioksidansima.
4. Fermentirana hrana koristi se zbog potencijalnih zdravstvenih dobrobiti poput; regulacije tjelesne težine, smanjenje rizika od kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa tipa 2 i pretilosti. Ima pozitivan učinak na raspoloženje, moždanu aktivnost i crijevni mikrobiom.
5. Konzumacija fermentirane hrane povezana je i s antikancerogenim, antioksidativnim i protuupalnim svojstvima. Može poboljšati zdravlje kostiju, smanjiti stres, anksioznost i depresiju.
6. Istraživanja potvrđuju pozitivne učinke, ali potrebna su daljnja istraživanja za potvrdu dobrobiti u različitim populacijama.
7. Iako fermentirana hrana ima mnoge zdravstvene prednosti, ima i potencijalne negativne strane koje treba uzeti u obzir. Mnogi fermentirani proizvodi sadrže visoke količine soli, što može dovesti do visokog krvnog tlaka i povećanog rizika od srčanih bolesti i moždanog udara. Prisutan je i rizik od mikrobiološke kontaminacije fermentirane hrane, osobito ako se fermentacija ne provodi pravilno, što može uzrokovati trovanje hranom. Bogata je tiraminom što može izazvati negativne reakcije s određenim lijekovima.
8. Probiotici mogu uzrokovati probavne smetnje, pretjeranu imunološku stimulaciju, prijenos gena za antibiotsku rezistenciju, te alergijske reakcije kod osjetljivih osoba.
9. Ostaci antibiotika u mlijeku mogu negativno utjecati na zdravlje ljudi, posebno u slučaju rezistencije na antibiotike.

Sveučilište Sjever



IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički 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, IVANA UJLAKI (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/specijalističkog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom UTJECAJ FERDINANDINE HILANE NA MIKLOBJON ČOVJEKA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Ujlaki

(vlastoručni potpis)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

5. Literatura

- [1] P.E. McGovern, ;J. Zhang .;J. Tang, ;Z. Zhang ; G.R. Hall, R.A. Morean; A Nuñez.; E.D. Butrym; M.P Richards; C.S Wang; i sur.Fermented Beverages of Pre- and Proto-Historic China.Proc Natl Acad Sci USA2004,101, 17593–17598.
- [2] P Veiga, N Pons, A Agrawal .i sur.Changes of the human gut microbiome induced by a fermented milk product.Sci Rep4, 6328 (2014).
- [3] A. Sankaranarayanan, N. Amaesan, D. Dhanasekaran: Fermented food products 2020. , str. 5-6.
- [4] P Patel; K Butani; A Kumar.; S Singh; B.G Prajapati, Effects of Fermented Food Consumption on Non-Communicable Diseases.Foods2023,12, 687.
- [5] N.K Leeuwendaal; C Stanton; P.W. O’Toole; T.P. Beresford, Fermented Foods, Health and the Gut Microbiome.Nutrients2022, 14, 1527.
- [6] N. Mota de Carvalho; E.M. Costa; S Silva; L. Pimentel; T.H. Fernandes; M.E. Pintado Fermented Foods and Beverages in Human Diet and Their Influence on Gut Microbiota and Health Fermentation2018,4, 90.
- [7] E. Thursby,N. Juge; Introduction to the human gut microbiota.Biochem J1 June 2017; 474 (11): 1823–1836.
- [8] S. Rezac, C.R. Kok, M. Heermann, R. Hutkins ; Fermented Foods as a Dietary Source of Live Organisms, Frontiers in Microbiology, August 2018.
- [9] M. Chen, Q. Sun, E. Giovannucci i sur. Dairy consumption and risk of type 2 diabetes: 3 cohorts of US adults and an updated meta-analysis.BMC Med12, 2014., 215.
- [10] Y. Choi, S. Lee, HJ Kim, H. Lee, S. Kim, J. Lee, J. Ha, H. Oh, K.H. Choi, Y Yoon Y. Pathogenic Escherichia coli and Salmonella Can Survive in Kimchi during Fermentation. J Food Prot. 2018 Jun.

- [11] E.M. Selhub, A.C. Logan, A.C. Bsted Fermented foods, microbiota, and mental health: ancient practice meets nutritional psychiatry. *J Physiol Anthropol* 33, 2 (2014).
- [12] R. Rizzoli, E. Biver, Chapter 29 - Yogurt Consumption and Impact on Bone Health, Editor(s): Nagendra P. Shah,; *Yogurt in Health and Disease Prevention*, Academic Press, 2017.
- [13] K. Skowron, A. Budzyńska, K. Grudlewska-Buda, N. Wiktorczyk-Kapischke, M. Andrzejewska, E. Wałęcka-Zacharska, E. Gospodarek-Komkowska - Two Faces of Fermented Foods-The Benefits and Threats of Its Consumption. *Front Microbiol.* 2022 Mar 7;13:845166.
- [14] M.A Sabri, M.M. Saber-Ayad. MAO Inhibitors. [Updated 2023 Jun 5]. In: *StatPearls Treasure Island (FL) Publishing*; 2024 Jan.

Popis slika

Slika 1 Prikaz čimbenika na crijevnu mikrobiotu [14].....	9
Slika 2- Kimchi.....	16