Hranjiva i fiziološka vrijednost jogurta

Majstrović, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:221419

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Ivana Majstrović

HRANJIVA I FIZIOLOŠKA VRIJEDNOST JOGURTA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij - Proizvodnja i prerada mlijeka

Ivana Majstrović

HRANJIVA I FIZIOLOŠKA VRIJEDNOST JOGURTA

DIPLOMSKI RAD

Mentor: Prof.dr.sc. Dubravka Samaržija

Zagreb, 2016.

Ovaj diplomski rad je ocijenjen i obranjen dana _____

s ocjenom _____ pred Povjerenstvom u sastavu:

1. Prof.dr.sc. Dubravka Samaržija _____
2. Doc.dr.sc. Iva Dolenčić Špehar _____
3. Prof.dr.sc. Sanja Sikora _____

SAŽETAK

U radu su opisane hranjive i fiziološke vrijednosti jogurta, fermentiranog mlijeka koje zbog svojih hranjivih sastojaka i biološki aktivnih supstancija ima povoljan utjecaj na ljudski organizam. Jogurt je izvor esencijalnih hranjivih tvari i sastojaka bitnih za zdravlje, koje je teško nadomjestiti prehranom siromašnom mliječnim proizvodima ili prehranom koja ih ne sadrže. Većina svjetskih zemalja preporučuje konzumaciju mliječnih proizvoda u količini od 2 ili 3 obroka dnevno. U radu je opisan sastav mlijeka, jer je mlijeko osnova je za proizvodnju jogurta, a nutritivni sastav jogurta ovisi o nutritivnoj vrijednosti mlijeka kao sirovine te primijenjenoj mikrobnoj kulturi. Jogurt je odličan izvor punovrijednih proteina, bioaktivnih peptida, mliječne kiseline, oligosaharida, kalcija, fosfora, vitamina B-skupine te vrijedan izvor folata, niacina, magnezija i cinka. Na fiziološku vrijednost jogurta utječu koncentracija mliječne kiseline, bioaktivnih peptida i bioaktivnih lipida. Redovitom konzumacijom jogurta mogu se smanjiti simptomi izazvani intolerancijom na laktozu i dijarejom, smanjuje se rast abnormalnih stanica koje prethode tumoru i postiže se maksimalna koštana masa tijekom djetinjstva i adolescencije, prevenirajući tako osteoporozu.

Ključne riječi: jogurt, mlijeko, bioaktivne tvari, zdravlje, zdrava prehrana

SUMMARY

The paper describes the nutritional and physiological value of yogurt, fermented milk which of its nutrients and biologically active substances has a beneficial effect on the human body. Yogurt is a source of essential nutrients and ingredients essential for health, which is difficult to compensate with a diet low in dairy products or a diet without dairy products. Most of the world countries recommended the consumption of dairy products in quantities of 2 or 3 meals a day. The paper describes the composition of the milk, because milk is the basis for the production of yogurt, and nutritional composition of yogurt depends on the nutritional value of milk as raw material, as well as on used microbial culture. Yogurt is an excellent source of many valuable proteins, bioactive peptides, lactic acid, oligosaccharide, calcium, phosphorus, B-vitamins, and a valuable source of folate, niacin, magnesium, and zinc. To the physiological value of yogurt affects the concentration of lactic acid, bioactive peptides and bioactive lipids. Regular consumption of yogurt can reduce the symptoms caused by lactose intolerance and diarrhea, reduce the growth of abnormal cells that precede tumor and achieve the maximum bone mass during childhood and adolescence, thus preventing the osteoporosis.

Keywords: yogurt, milk, bioactive substances, health, healthy diet

Sadržaj

1. UVOD 1
2. PIRAMIDA ZDRAVE PREHRANE 3
2.1. Makronutrijenti 5
2.2. Mikronutrijenti 6
2.3. Prehrambene smjernice 7
2.3.1. Prehrambene smjernice za mliječne proizvode 8
3. SASTAV I PREHRAMBENA VRIJEDNOST MLIJEKA 12
3.1. Laktoza i ostali ugljikohidrati mlijeka 12
3.2. Proteini 14
3.3. Vitamini 18
3.4. Minerali 22
4. JOGURT 24
4.1. Varijante jogurta 24
4.2. Jogurtna i probiotička kultura 26
4.3. Proizvodnja i potrošnja 32
5. HRANJIVA I FIZIOLOŠKA VRIJEDNOST JOGURTA 35
5.1. Mliječna kiselina 37
5.2. Bioaktivni peptidi 37
5.3. Bioktivni lipidi 41
5.3.1. Biološko aktivne tvari u mliječnoj masti 44
5.4. Vitamini i minerali 47
6. PREVENTIVNI I TERAPIJSKI UČINAK 50
6.1. Intolerancija na laktozu 51
6.2. Prekomjerna tjelesna težina 51
6.3. Uloga u prevenciji i terapiji dijareje 52
6.4. Stimulacija imunosnog sustava 53
6.4.1. Antitumorno djelovanje 53
6.5. Učinak na zdravlje kostiju 54
7. ZAKLJUČAK 56
8. LITERATURA 57

1. UVOD

Uravnotežena prehrana tijekom cijelog života ima utjecaj na zdravlje pojedinca. Hranom se osigurava energija potrebna za rast, tjelesnu aktivnost i druge tjelesne funkcije te se njome unose tvari koje izgrađuju i održavaju ljudsko tijelo, pridonose održavanju tjelesne i mentalne kondicije i poboljšavaju otpornost prema bolestima.

Hranjiva vrijednost hrane, pa tako i jogurta definira se udjelom i biološkom vrijednošću za organizam raspoloživih pojedinačnih sastojaka. Nasuprot hranjivoj, pojam fiziološka vrijednost hrane odnosi se na količinu određenih nutrijenata sadržanih u hrani koji su neophodni za normalno funkcioniranje organizma. Svaki od tih fiziološki važnih nutrijenata u organizmu ima jednu ili više funkcija: energetsku, gradivu ili regulacijsko-zaštitnu (Samaržija, 2015 a). Zbog toga kao odličan izvor nutritivnih tvari jogurt ali i ostali mliječni proizvodi uvršteni su na popis namirnica koje se preporučuje za svakodnevnu prehranu (Tunick i Van Hekken, 2014).

Jogurt se više tisuća godina istodobno smatra i hranom i lijekom. Tradicionalno se vjeruje da jogurt pozitivno djeluje na zdravlje probavnog sustava, kostiju i zubi, imunitet i može doprinijeti dugovječnosti. Funkcionalna svojstva jogurta na humani organizam pripisuju se djelovanju bakterija iz sastava kultura i spojevima poput bioaktivnih proteina, mliječne i drugih organskih kiselina, lako apsorbirajućeg kalcija ili konjugiranim linolnim kiselinama koje nastaju tijekom fermentacije.

U usporedbi sa sirom i mlijekom, jogurt zbog sastava i udjela pojedinih nutrijenata koje sadržava ima veću hranjivu i funkcionalnu vrijednost. Nutritivna vrijednost jogurta prvenstveno ovisi o nutritivnoj vrijednosti mlijeka i korištenoj mikrobnoj kulturi koja mijenja prirodne sastojke mlijeka u biološki lakše dostupne oblike i koja je odgovorna za sintezu nutritivno važnih metabolita. Poput mlijeka jogurt je bogat izvor proteina, vitamina i mineralnih tvari.

Jogurt pripada skupini fermentirane hrane i prema svojoj prirodi uz hranjive sastojke u odnosu na mlijeko sadrži značajno viši udio biološki aktivnih supstancija koje za humani organizam imaju funkcionalno značenje. Međutim ovisno o vrsti korištene mikrobne kulture za proizvodnju jogurta udio hranjivih i biološki aktivnih supstancija u proizvodu nije isti već se može značajno razlikovati.

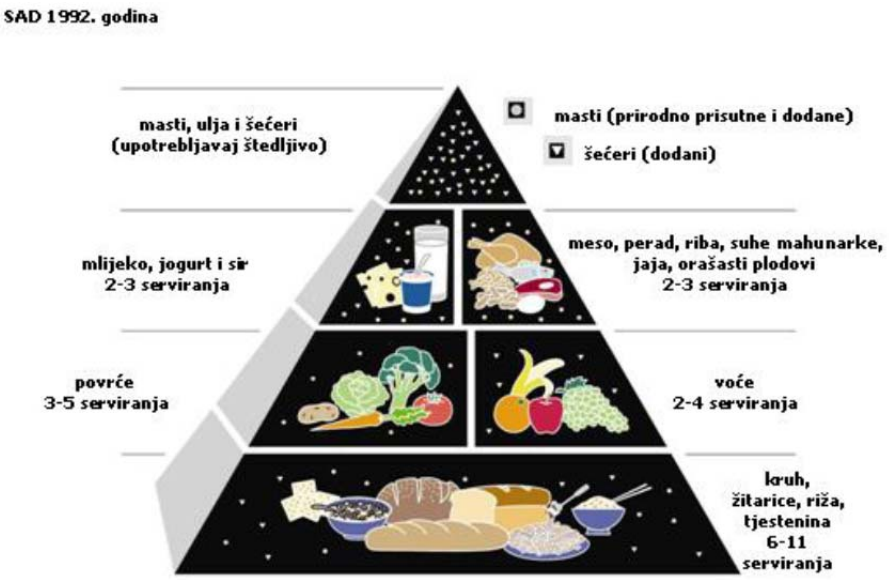
Cilj ovog rada je kroz pregled relevantne i recentne znanstvene literature opisati i analizirati hranjivu i fiziološku vrijednost jogurta i biološki aktivne sastojke ovisno o korištenoj mikrobnoj kulturi. Također u radu će se opisati i djelovanje jogurta na opće zdravlje organizma, te zastupljenost jogurta u prehrani modernog čovjeka.

2. PIRAMIDA ZDRAVE PREHRANE

Hrana se sastoji od nutrijenata koji imaju specifične metaboličke učinke na ljudski organizam. Određeni nutrijenti svake vrste hrane su za ljudski organizam esencijalni budući da ih organizam nije sposoban sintetizirati i stoga se moraju osigurati uravnoteženom prehranom. Vitamini, minerali, aminokiseline, masne kiseline i neki ugljikohidrati koji osiguravaju energiju su esencijalni. Neesencijalni nutrijenti su oni koje organizam može sintetizirati iz drugih sastojaka ili osigurati direktno iz hrane.

Pravilna prehrana ključna je za očuvanje dobroga zdravlja odraslih osoba te čini osnovu pravilnog rasta i razvoja djece i adolescenata. Neadekvatna prehrana i nedovoljna tjelesna aktivnost među vodećim su uzrocima velikog broja slučajeva morbiditeta i mortaliteta. Bolesti i stanja koja se posebno vežu uz neadekvatnu prehranu uključuju dijabetes tipa 2, dislipidemiju, kardiovaskularne bolesti, osteoporozu i neke oblike raka. Neadekvatna prehrana i tjelesna aktivnost uzrok su energetsog disbalansa (unos energije veći je od potrošnje), najvažnijih čimbenika rizika od epidemije modernoga doba – pretilosti. Kombiniranjem adekvatne prehrane, koja ne osigurava više od preporučenoga dnevnog unosa energije, te umjerene, ali redovite tjelesne aktivnosti, većina osoba može sebi osigurati dobro zdravlje.

Godine 1992. američko Ministarstvo poljoprivrede konstruiralo je prvu piramidu pravilne prehrane (slika 1), svojevrstan grafički prikaz prehrambenih smjernica, odnosno vodič za pravilnu prehranu. Piramida pravilne prehrane postala je jednostavan i općeprihvaćen model za uravnoteženu prehranu koji pruža smjernice o potrebnoj zastupljenosti pojedinih skupina namirnica u prehrani, te tako osigurava pravilan omjer hranjivih tvari. Prema piramidi prehrane, a na osnovi nekih zajedničkih nutritivnih karakteristika, namirnice se najčešće dijele u šest skupina: žitarice; voće; povrće; mlijeko i mliječni proizvodi; meso, riba, jaja, orašasti plodovi i leguminoze te masnoće i dodaci prehrani (Colić Barić i Šatalić, 2012).



Slika 1. Piramida pravilne prehrane**.** (Izvor: Colić Barić i Šatalić, 2012.)

Tijekom godina, "originalna" piramida doživjela je brojne preinake, a najvažnije su one iz 2005. godine, kada je konstruirana *Moja piramida* – interaktivni alat za individualne prehrambene preporuke (slika 2).



Slika 2. Moja piramida**.** (Izvor: Colić Barić i Šatalić, 2012.)

Šest boja piramide dijeli piramidu na šest proporcionalnih dijelova što simbolizira raznolikost i upućuje na odgovarajuće omjere svih skupina namirnica koje trebaju biti zastupljene u prehrani: (i) žitarice (narančasta boja), (ii) voće (crvena boja), (iii) povrće (zelena boja), (iv) mijeko i mliječni proizvodi (plava boja), (v) meso, riba, jaja, orašasti plodovi i leguminoze (ljubičasta boja) i (vi) masnoće i dodaci prehrani (žuta boja). Umjerenost je prikazana sužavanjem svake linije od dna prema vrhu piramide. Šira baza pripada onim skupinama namirnica koje trebaju biti najzastupljenije u prehrani. To su namirnice koje imaju manji udio zasićenih masti i rafiniranog šećera, a ujedno su bogate vrijednim nutrijentima. Proporcionalnost je prikazana različitim širinama raznobojnih dijelova piramide koji simboliziraju različite skupine namirnica. Ta širina pokazuje koju količinu namirnica iz pojedine skupine treba konzumirati. Širina svake skupine tek je okvirni pokazatelj i ne znači točne proporcije (Colić Barić i Šatalić, 2012).

2.1. Makronutrijenti

Makronutrijenti su hranjive tvari koje svojom razgradnjom osiguravaju energiju organizmu. U skupinu makronutrijenata pripadaju ugljikohidrati, prehrambena vlakna, masti, masne kiseline, kolesterol, bjelančevine i aminokiseline.

Ugljikohidrati su za ljudski organizam najvažniji izvor energije, a hrana ih sadrži u obliku monosaharida, oligosaharida ili polisaharida. Monosaharidi ili jednostavni šećeri sastavljeni su od samo jedne molekule šećera. U hrani od monosaharida najčešće je prisutna glukoza i fruktoza. Oligosaharidi su šećeri sastavljeni od dvije do deset jedinica. Najpoznatiji oligosaharidi su saharoza ili stolni šećer i laktoza ili mliječni šećer. Polisaharidi su složeni ugljikohidrati sastavljeni od velikog broja monosaharidnih jedinica čija je najčešća gradiva jedinica glukoza. U polisaharide spadaju rezervne ugljikohidratne tvari biljaka (škrob) i životinja (glikogen) te strukturne stanične tvari biljaka (celuloza). Škrob i celuloza pripadaju posebnoj skupini koja se naziva prehrambenim vlaknima. Prehrambenim vlaknima se pripisuju različite funkcije korisne za zdravlje, uključujući bolju peristaltiku crijeva te niže koncentracije glukoze i kolesterola u krvi. Novo područje istraživanja su prebiotici, neprobavljiva vlakna koja selektivno potiču rast bifidobakterija ili laktobacila u crijevima domaćina. Povoljno djelovanje bifidobakterija dobro je dokumentirano znanstvenim istraživanjima, a uključuje: inhibiciju rasta patogenih bakterija,

stimulaciju komponenata imunosnog sustava te pomoć u apsorpciji određenih iona, posebice kalcija.

Masti su, uz ugljikohidrate, najvažniji izvor energije za humani organizam, omogućuju apsorpciju vitamina topljivih u mastima i potiču rast i razvoj organizma. Mnoge su masti važan sastavni dio staničnih struktura i lipoproteina. S obzirom na zasićenost veza ugljika s drugim atomima, postoje zasićene, jednostruko nezasićene i višestruko nezasićene masne kiseline. Zasićene masne kiseline imaju sve veze ugljika vezane za atome vodika ili druge atome odnosno ne sadržavaju dvostruke veze. Najvažniji su sastavni dio životinjskih masti te su prisutne u krutom stanju na sobnoj temperaturi. Jednostruko nezasićene masne kiseline sadrže jednu dvostruku vezu u molekuli. Oleinska kiselina pripada ovoj skupini. Nalazimo je u prirodnome maslinovu ulju te u ulju repice. Višestruko nezasićene masne kiseline sadrže dvije ili više dvostrukih veza u molekuli. U ovu skupinu pripadaju linolna i alfa-linolenska kiselina koje se smatraju esencijalnima.

Bjelančevine imaju gradivu, specifičnu fiziološku i energetsku ulogu. Potrebne su za sintezu hormona, gena, za transport kisika, metala i lijekova. Bez bjelančevina nema kontrakcije mišića. Bitne su za održavanje ravnoteže tekućina i obrambene sposobnosti organizma, kao i u zaustavljanju krvarenja. Osnovne jedinice svake bjelančevine su aminokiseline. Bjelančevine koje sadržavaju sve esencijalne aminokiseline s prehrambenog su stajališta punovrijedne. Bjelančevine životinjskog podrijetla su punovrijedne, dok biljne bjelančevine ne sadržavaju sve esencijalne aminokiseline ili ih nemaju u dovoljnim količinama (Vranešić Bender i Krstev, 2008).

2.2. Mikronutrijenti

Elementi u tragovima (esencijalni anorganski mikronutrijenti) i vitamini (esencijalni organski mikronutrijenti) potrebni su u prehrani u vrlo malim količinama. Iako su to tvari koje su potrebne u vrlo malim količinama, njihovo kliničko značenje u zdravlju i bolesti je golemo. Definiranje optimalnog unosa mikronutrijenata još je uvijek daleko od idealnoga. Potreba za esencijalnim tvarima određena je kao najmanja količina tvari potrebna da se održi normalna masa, kemijski sastav, morfologija i fiziološka funkcija organizma i spriječi pojava kliničkih ili biokemijskih znakova nedostatka tih tvari.

Otkriće vitamina prije stotinjak godina obilježilo je nutricionizam kao znanost. Stoljećima je bilo poznato da su neke bolesti vezane uz prehranu: skorbut je bilo moguće prevenirati unosom voća i povrća; noćno sljepilo liječilo se konzumiranjem jetre; beriberi je povezivan s jednoličnom prehranom temeljenom na poliranoj riži. Danas je poznato 13 vitamina, a prema topljivosti dijele se na vitamine topljive u mastima (vitamini A, D, E i K) i vitamine topljive u vodi (vitamini B-skupine i vitamin C). Vitamini pokazuju niz kemijskih i funkcionalnih sličnosti, a djeluju kao koenzimi, antioksidansi (vitamini E i C) ili imaju hormonsku aktivnost (vitamini D i A).

Mineralne tvari prisutne u tijelu u osnovi se dijele na makrominerale (prisutni u količini većoj od 5 g) i mikrominerale ili minerale u tragovima (prisutni u količini manjoj od 5 g). Makrominerali su prisutni u ionskom obliku u tijelu i hrani. Primjerice, natrij, kalij i kalcij pozitivni su ioni (kationi), dok druge mineralne tvari postoje kao negativni ioni (anioni). U skupinu aniona uključeni su i klor, sumpor (u formi sulfata) i fosfor (kao fosfat). Soli, poput natrij-klorida i kalcij-fosfata disociraju u otopini te su prisutni u tjelesnim tekućinama kao Na^+, Cl^-, Ca^{2+} i HPO_4^-. Mineralne tvari pojavljuju se i kao komponente organskih spojeva, poput fosfoproteina, fosfolipida, metaloenzima i drugih metaloproteina, poput hemoglobina. Glavni minerali, posebno natrij, klor i kalij, utječu na ravnotežu tjelesnih tekućina – održavaju homeostazu. Natrij, klor, kalij, kalcij i magnezij ključni su za kontrakciju mišića i prijenos živčanih impulsa; također su primarni za regulaciju krvnog tlaka. Fosfor i magnezij sudjeluju u metabolizmu glukoze, masnih kiselina, aminokiselina i vitamina. Kalcij, fosfor i magnezij formiraju strukturu kostiju i zuba. Svaki glavni mineral također ima druge specifične uloge u organizmu (Vranešić Bender i Krstev, 2008).

2.3. Prehrambene smjernice

Prehrambene smjernice preporučuju prehranu koja bi trebala osigurati sve nutrijente nužne za pravilan rast, razvoj i očuvanje zdravlja. Pri tome, osnovna premisa smjernica je da svi potrebni nutrijenti trebaju biti unijeti u organizam u prvom redu hranom. Hrana osim makronutrijenata te vitamina i minerala, sadržava i stotine prirodnih tvari, uključujući karotenoide, flavonoide, izoflavone, inhibitore proteaza i sl., koji mogu pomoći u zaštiti od kroničnih bolesti.

Prema prehrambenim smjernicama, pravilno izbalansiranu prehranu karakterizira:

1. *Kontroliran energetski unos*
    - energetski unos prilagođen osobi ovisno o njezinu spolu, dobi i visini te svakodnevnom intenzitetu tjelesne aktivnosti
2. *Adekvatnost*
    - mogućnost podmirivanja potreba organizma za nutrijentima i energijom
3. *Uravnoteženost*
    - prilagodba unosa energije njezinoj potrošnji
4. *Nutritivna gustoća*
    - odnosno, unos namirnica visoke gustoće, a to su one koje osiguravaju značajne količine mikronutrijenata (vitamina i minerala) i relativno malo kalorija
5. *Raznolikost*
    - unos raznovrsnih namirnica iz različitih skupina namirnica
6. *Umjerenost*
    - ograničen unos namirnica koje mogu imati negativne implikacije na zdravlje ako se unose u količinama većim od preporučenih. Te namirnice uključuju sol (ne više od 5 do 6 g na dan), alkohol (ne više od jednog alkoholnog pića za ženu, odnosno dva za muškarca), zasićene (ne više od 10% ukupnoga dnevnog kalorijskog unosa) i transmasne kiseline (ne više od 1% ukupnoga dnevnog kalorijskog unosa), kolesterol (ne više od 300 mg na dan) i šećer u količini ne višoj od 10% ukupnoga dnevnog kalorijskog unosa (Jirka Alebić, 2008).

Smjernice upućuju na veću konzumaciju cjelovitih žitarica (preporuka je da barem polovica ukupnog unosa žitarica bude podrijetlom od cjelovitih žitarica), odabir kvalitetnih izvora masti (poput maslinova ulja) te ograničen unos zasićenih masnoća i transnezasićenih masnih kiselina. Preporučuje se dnevni unos 5 i više serviranja voća i povrća te 3 serviranja mlijeka i mliječnih proizvoda (Alebić, 2008).

2.3.1. Prehrambene smjernice za mliječne proizvode

Većina svjetskih zemalja preporučuje konzumaciju mliječnih proizvoda u količini od 2 ili 3 obroka dnevno (Tablica 1). Posebne preporuke za mliječne

proizvode temelje se dijelom na običajima i dostupnosti, ali prvenstveno na ispunjavanje zahtjeva hranjivih tvari. Mliječni proizvodi su bogati izvor minerala i vitamina, kao i punovrijednih proteina. Konzumacija mliječnih proizvoda je pokazatelj zdrave prehrane.

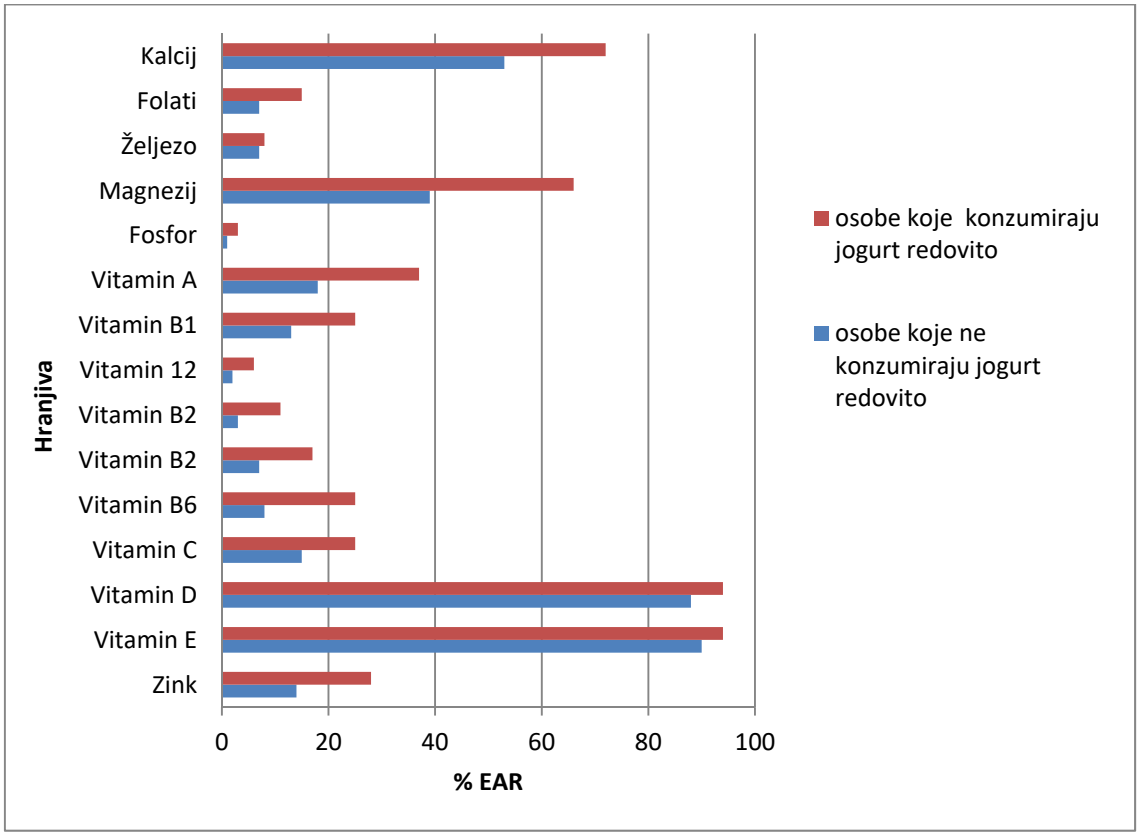
Tablica 1. Preporuke za dnevnu konzumaciju mliječnih proizvoda u pojedinim državama svijeta po dobnim skupinama

Država i dobna skupina	Dnevna preporuka
Australija	
12-18 godina	3 porcije mlijeka, jogurta, sira
ostali	2 porcije mlijeka, jogurta, sira
Kanada	
9-18 g	3-4 porcije mlijeka, jogurta, kefira, sira
2-8 g; 19-50 g	2 porcije mlijeka, jogurta, kefira, sira
Kina	
sve dobne skupine	300g mlijeka ili mliječnih proizvoda
dojilje	500 ml mlijeka ili mliječnih proizvoda
Finska	
sve dobne skupine	500 ml mlijeka ili tekućeg jogurta
Francuska	
sve dobne skupine	3 porcije mlijeka, jogurta, sira
Indija	
1-18 g, trudnice i dojilje	5 porcija mlijeka
odrasle osobe	3 porcije mlijeka
Švicarska	
sve dobne skupine	3 porcije mlijeka, jogurta, sira
Velika Britanija	
sve dobne skupine	Svakodnevna konzumacija mlijeka i mliječnih proizvoda

(Izvor: Weaver, 2014.)

Konzumacija jogurta je također dobar pokazatelj kvalitetne prehrane. Na slici 3 je prikazano da redoviti konzumenti jogurta zadovoljavaju procijenjenu prosiječnu potrebu za unosom hranjivima (engl.*Esitimated Average Requirement*, EAR) dok kod osoba koje ne konzumiraju jogurt %EAR za iste hranjive tvari. Procijenjene prosječne

potrebe, podrazumijevaju unos nutrijenata u udjelu koji će zadovoljiti potrebe 50% populacije iste dobi i spola. Za svaki nutrijent, ove potrebe su definirane pomoću specifičnih indikatora prehrambene adekvatnosti. Jogurt omogućava bolju apsorpciju hranjivih tvari u organizam. Dobrobiti redovite konzumacije jogurta su ublažavanje simptoma kardiovaskularnih bolesti, krvnog tlaka i dijabetesa.



Slika 3. Utjecaj konzumacije jogurta na koncentraciju hranjivih tvari u odnosu procijenjene prosječne potrebe za hranjivima (%EAR) (Izvor: Weaver, 2014.)

Mliječni proizvodi su izvor esencijalnih hranjivih tvari i sastojaka bitnih za zdravlje, koje je teško nadomjestiti prehranom siromašnom mliječnim proizvodima ili koja ih ne sadrže. Kalcij je mineral čiji glavni izvor su upravo mliječni proizvodi. Gao i sur (2006), su utvrdili da je nemoguće zadovoljiti preporuke za dnevnom količinom kalcija bez konzumacije mliječnih proizvoda. Uz kalcij, mliječni proizvodi su izvor punovrijednih proteina, kalija, fosfora, cinka, selena, vitamin A; riboflavina, tiamina i vitamina B_{12}. Međutim, svi mliječni proizvodi ne sadrže jednake udjele tih hranjivih

tvari. Udio kalcija u kuhanim mekanim sirevima je smanjen, jer je zbog tehnologije proizvodnje kalcij otopljen u sirutki.

Uloga mliječnih proizvoda u ispunjavanju manjka hranjivih tvari za razne dobne skupine je prikazana u tablici 2. Konzumacijom jogurta, pojedinac unosi adekvatan unos kalija.

Tablica 2. Utjecaj prehrane s/bez mliječnih proizvoda na količinu unesenih mineralnih tvari u organizam s obzirom na dobnu skupinu

Dobne skupine	**2-8 godina**		**9-18 godina**		**19-50 godina**		**≥ 51 godina**	
Prehrana s/bez mliječnih proizvoda	+	-	+	-	+	-	+	-
	% od preporučenog		% od preporučenog		% od preporučenog		% od preporučenog	
Kalcij	146	54	97	32	134	47	107	38
Fosfor	70	43	59	38	68	48	71	49
Magnezij	254	160	114	69	112	79	109	75

(Izvor: Weaver, 2014.)

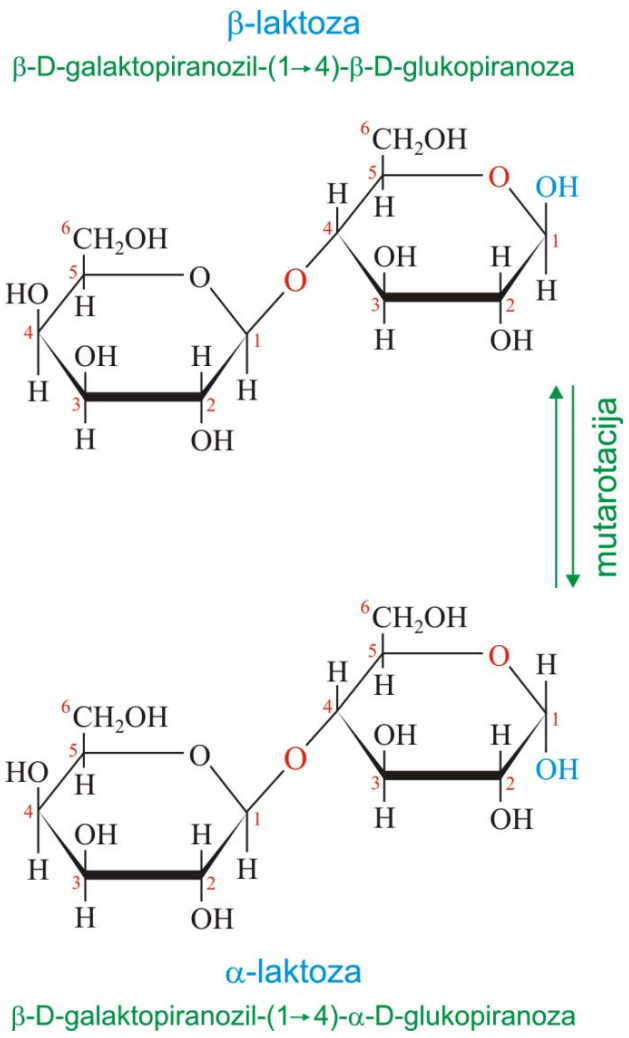
3. SASTAV I PREHRAMBENA VRIJEDNOST MLIJEKA

Mlijeko je najkompletnija prirodna tekućina, jer sadržava sve tvari neophodne za očuvanje zdravlja i normalnu funkciju ljudskog organizma (Tratnik, 2012). Mlijeko je hrana sama po sebi i osnova je za proizvodnju jogurta**.**

3.1. Laktoza i ostali ugljikohidrati mlijeka

Laktoza je jedinstveni šećer koji se pojavljuje isključivo u mlijeku sisavaca, a sastavljena je od dvaju heksoznih šećera: D-glukoze i D-galaktoze (ß-galaktozil-1,4-glukoza). U određenoj ravnoteži laktoza je u mlijeku prisutna u dva izomerna oblika (α-laktoza i β-laktoza). Međusobno se ti izomeri razlikuju prema položaju H+ i OH-skupine na prvom C-atomu glukozidnog dijela laktoze (slika 4). Konfiguracija na prvom C-atomu glukozidnog dijela laktoze nije stabilna i dolazi do mutarotacije iz α-izomer u ß-izomer i obrnuto (Samaržija, 2015d). Molarna masa laktoze je 342,3 g/mol. Laktoza se jednostavnim tehnološkim postupkom može izdvojiti iz mlijeka i koristiti kao dodatak hrani ili farmaceutskim pripravcima (Schaafsma, 2008).

Ženino mlijeko sadrži najveću koncentraciju laktoze, oko 7 g/mL, a kravlje oko 4,6 g/mL. U jogurtu količina laktoze je za trećinu manja zbog BMK, koje laktozu pretvore u mliječnu kiselinu (Schaafsma, 2008). Laktoza je glavni izvor energije za novorođenče, konzumirajući majčino mlijeko laktoza se razgrađuje na galaktozu i glukozu djelovanjem crijevne β-galaktozidaze te se monosaharidi prenose u enterocite specifičnim mehanizmom. Glukoza ulazi u krvotok i postaje izvor energije, dok se većina galaktoze u jetri prevodi u glukozu i postaje dodatnim izvorom energije (Crisa, 2013).



Slika 4. Mutarotacije laktoze u mlijeku

(Izvor: Generalić, 2013.)

http://glossary.periodni.com/preuzimanje_slike.php?name=laktoza.png&source=laktoza)

Za mljekarsku je industriju od velike važnosti hidroliza laktoze djelovanjem mikroorganizmima koja se događa u procesu fermentacije mlijeka. Fermentacijom približno 30 % laktoze prelazi u mliječnu kiselinu (50 - 95 %), što čini temelj za proizvodnju svih fermentiranih mliječnih proizvoda. U kravljem mlijeku prosječan je udjel laktoze 4,7 %, u ovčjem 4,90 %, a u kozjem 4,10 % (Samaržija, 2015d).

Slatkoća laktoze je 70-80% niža od saharoze, što je jedan od razloga zašto se koristi u hrani za dojenčad. Smatra se da visoka slatkoća hrane potiče apetit i prejedanje, te može dovesti do želje za slatkom hranom u kasnijem životu. Fermentacija šećera u usnoj šupljini rezultira stvaranjem organskih kiselina koje

mogu nagrizati caklinu i uzrokovati karijes. Laktoza i galaktoza su manje kariogene od drugih šećera. Puferski kapacitet mlijeka smanjuje kariogenost laktoze.

Glikemijski indeks (GI) laktoze je relativno nizak, iznosi 46 (GI glukoze je 100). Dakle laktozu mogu koristiti osobe sklone hiperglikemiji, tj. dijabetičari i osobe sa smanjenom osjetljivošću na inzulin. Relativno nizak GI laktoze je rezultat nekoliko čimbenika: (i) laktoza je često nepotpuno probavljena u tankom crijevu, (ii) galaktoza mora prijeći u glukozu u jetri prije nego uđe u krv i utječe na razinu glukoze u krvi.

Kalorijska vrijednost probavljenog ugljikohidrata iznosi 4 kcal/g, ali kalorijska vrijednost laktoze je od 2-4 kcal/g. Dio nepotpuno probavljene laktoze u tankom crijevu će fermentirati bakterije i iskoristiti 2 kcal/g energije. Energija proizlazi iz apsorpcije hlapljivih masnih kiselina nastalih fermentacijom, apsorbiranih u crijevima. Stoga je kalorijska vrijednost laktoze od 2-4 kcal/g ovisno od konzumirane količine, u kombinaciji s obrokom i intestinalnom aktivnosti laktaze.

Ugljikohidrati koji se ne probave u tankom crijevu i koji fermentiraju u debelom crijevu omogućavaju bolju apsorpciju minerala, osobito kalcija i magnezija. Osobe koje pate od intolerancije na laktozu imaju poboljšanu apsorpciju minerala. Zbog fermentacije laktoze u debelom crijevu povećava se topljivost minerala i/ili osmotski tlak što dovodi do bolje apsorpcije minerala.

Laktoza ima široku primjenu u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji. Laktoza ima zanimljive nutritivne vrijednosti: niski glikemijski indeks i kalorijsku vrijednost, te joj je slatkoća manja od glukoze i galaktoze. Također, svojstva su joj slična prehrambenim vlaknima i prebioticima te poboljšava apsorpciju kalcija i magnezija. Derivati laktoze laktuloza, laktitol i galakto-oligosaharidi se koriste kao prebiotici za poboljšanje rada crijeva (Schaafsma, 2008).

3.2. Proteini

Proteini mlijeka su polimeri građeni od 20 različitih aminokiselina. Molekula proteina sadrži 100-200 aminokiselina. Sadržaj i raspored aminokiselina određuju karakteristike proteina. Proteini sudjeluju u gotovo svim procesima u organizmu, od građe do reprodukcije. Oni kataliziraju važne reakcije u ljudskom organizmu, vežu mineralne tvari i vitamine, te stabiliziraju okus mlijeka i mliječnih proizvoda (Božanić i sur, 2002). Proteini snabdijevaju organizam s esencijalnim aminokiselinama, potrebnim za razvoj muskulature te s brojnim biološki aktivnim tvarima. Količina

proteina u mlijeku izravno je povezana s brzinom rasta mladunčadi određene vrste (Antunac i Havranek, 2013).

Mlijeko u prosjeku sadrži od 3,0 do 3,6% proteina, odnosno udio proteina u suhoj tvari mlijeka je oko 27%. Između pojedinih sisavaca, postoje velike razlike u količini proteina u mlijeku, od 1% u humanom mlijeku do više od 20% u mlijeku malih sisavaca (Antunac i Havranek, 2013).

U mlijeku je identificirano više od 200 različitih proteina, od kojih je većina samo u neznatnim koncentracijama ili tragovima. Od ukupnih dušičnih tvari mlijeko sadržava:

- oko 95% proteina
- oko 5% neproteinskih dušičnih tvari.

Proteini mlijeka se dijele na kazeine i proteine sirutke (u omjeru oko 80:20%). U sastavu membrane masne globule nalazi se mala količina proteina vezana za fosfolipide, a u serumu mlijeka još brojni „minorni“ proteini.

Kazein je najzastupljeniji protein mlijeka (tablica 3), vrlo je heterogenog sastava te vrlo složene strukture. Kazein se označava kao kalcijev fosfoglikoprotein. Glavne frakcije kazeina u primarnoj strukturi sadržavaju organski fosfat (Ser-P), a na κ-kazeine su vezani ugljikohidrati. Ioni kalcija su direktno povezani na kazein (Ca-kazeinat), a značajan udio kalcija i anorganskog fosfata (tzv. koloidni Ca-fosfat) se nalazi u strukturi kazeina (Tratnik, 2012a).

Tablica 3. Koncentracija glavnih proteina u mlijeku

PROTEINI (glavne frakcije)	Udjel u mlijeku (g/kg)	Udjel od ukupne mase %
Kazein (ukupno)	26,0	79,5
αs1-kazein	10,0	30,6
αs2-kazein	2,6	8,0
β-kazein (uključujući γ-kazein)	10,1	30,8
κ-kazein	3,3	10,1
PROTEINI SIRUTKE (ukupno)	6,3	19,3
β-laktoglobulin	3,2	9,8
α-laktalbumin	1,2	3,7
Albumin krvnog seruma	0,4	1,2
Imunoglobulini	0,7	2,1
Proteoze-peptoni i dr.	0,8	2,4
PROTEINI MEMBRANE MASTI	0,4	1,2
UKUPNI PROTEINI	32,7	100

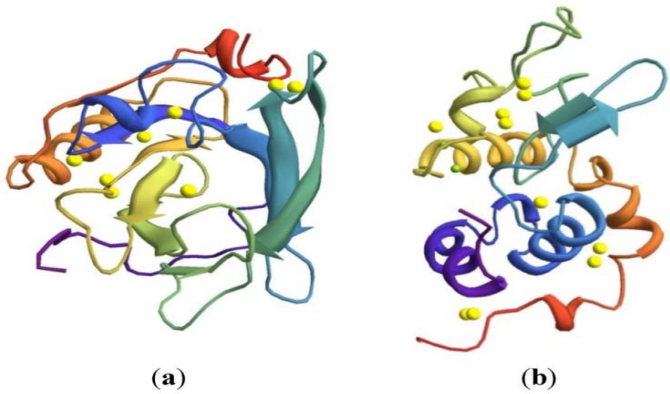
(Izvor: Bylund, 2003).

Proteini sirutke su drugi po zastupljenosti proteini mlijeka i čine 20% od ukupnih proteina mlijeka. Proteini sirutke obuhvaćaju skupinu proteina koja se nakon koagulacije mlijeka u proizvodnji sira izdvaja sirutkom (Kukovics i Nemeth, 2013). Proteini sirutke se dijele na β-laktoglobulin (50%), α-laktoalbumin (22%), proteoze-peptoni (10%) imunoglobulini (5%) i albumin krvnog seruma (12%) te još mnogi drugi „minorni“ proteini i enzimi koji se nalaze u tragovima (Tratnik, 2012a).

Svi proteini sirutke, a posebno α-laktoalbumin imaju visoku prehrambenu vrijednost. Njihov aminokiselinski sastav je vrlo blizu onome što se smatra biološkim

optimumom, jer sadrže mnogo sumpora (Antunac i Havranek, 2013). Derivati proteina sirutke se naširoko koriste u prehrambenoj industriji (Bylund, 2003).

Protein sirutke α-laktoalbumin je tipičan protein sirutke. Nalazi se u mlijeku svih sisavaca i ima veliku ulogu u sintezi laktoze u vimenu. Laktoalbumin je građen od jednog lanca sa 123 aminokiseline. Shematski prikaz prostorne strukture α-laktoalbumina prikazan je slikom 5b.



Slika 5. β-laktoglobulin (a) i α-laktoalbumin (b)
(Izvor: http://www.mdpi.com/1996-1944/7/12/7975/htm)

Protein β-laktoglobulin je protein sirutke u najvećem udjelu u kravljem mlijeku. Sastavljen je od dvaju polipeptidnih lanaca povezanih nekovalentnim vezama. Svaki lanac ima ukupno 162 aminokiseline i sadržava jednu –SH skupinu i dvije (-S-S-) veze. Nije poznata točna funkcija ovog proteina, osim što je važan izvor aminokiselina, djeluje kao transporter masnim kiselinama i retinolu (vitamin A). Shematski prikaz prostorne strukture β-laktoglobulin prikazan je slikom 5a.

Albumin krvnog seruma identičan je sastavu i svojstvima krvnog serum-albumina, a ne razlikuje se ni imunološki. Topljivi su u vodi.

Imunoglobulini (Ig) su u mlijeku prisutni u maloj količini (0,6-1,0 g/L). Najtermolabilniji su proteini sirutke, koji sadržavaju i ugljikohidrate (heksoze i heksozamin) pa su to i glikoproteini. Sastoje se od više genetskih varijanti, a glavne su IgG (IgG_1 i IgG_2), IgA, IgM, IgE i IgD. Imunoglobulini su specifična antitijela velike molarne mase čija je osnovna fiziološka funkcija vezivanje antigena (bakterije, virusi, strani proteini, toksini). Odgovorni su za prijenos imuniteta na potomstvo i mogu biti

efikasna zaštita od mnogih bolesti i alergijskih reakcija (Bylund, 2003., Tratnik, 2012a).

3.3. Vitamini

Vitamini su organske tvari koje reguliraju vitalne procese, prijeko potrebne za normalan metabolizam stanica, tkiva i organa. Organizam ih ne može proizvesti, pa se moraju redovito uzimati hranom. Oni nisu izvor energije i nemaju kalorijsku vrijednost. Važni su za razvoj, održavanje funkcija organizma i pravilno održavanje metabolizma. Vitamini pomažu u razgradnji ugljikohidrata, masti i proteina, sudjeluju u strukturi i obnovi tkiva, povoljno djeluju na imunosni i krvožilni sustav te sprečavaju nastanak i razvoj mnogobrojnih bolesti (Antunac i Havranek, 2013).

Vitamini se obično dijele u dvije skupine s obzirom na njihovu topljivost: vitamini topljivi u mastima (A, D, E i K) i vitamini topljivi u vodi (askorbinska kiselina, tiamin, riboflavin, niacin, piridoksin, biotin, pantotenska kiselina, folat i kobalamin). O važnosti adekvatnog unosa vitamina svjedoče posljedice manjka: manjak vitamina A može uzrokovati sljepilo, manjak niacina može biti uzrokom simptoma duševne bolesti, manjak vitamina D može uzrokovati zaostali rast kostiju (Colić Barić i Šatalić, 2013).

U mlijeku se nalaze svi poznati vitamini (tablica 4). Četiri vitamina koja mlijeko ne sadrži u značajnim količinama su: željezo, vitamin C, vitamin E i folna kiselina (Antunac i Havranek, 2013). Količina vitamina topljivih u masti A, D, E i K ovisi o njihovu udjelu u hrani za muzne životinje te o udjelu prisutne masti u mlijeku. Mikroflora buraga sintetizira vitamine topljive u vodi - vitamine B kompleksa i vitamin C.

Vitamini B kompleksa predstavljaju heterogenu skupinu vitamina topljivih u vodi, koji imaju uglavnom funkciju koenzima ili su prekursori koenzima. Vitamini B kompleksa su tiamin (B_1), riboflavin (B_2), niacin (B_3) biotin (B_7), pantotenska kiselina (B_5), piridoksin (B_6), folna kiselina (B_{11}) i kobalamin (B_{12}) (Antunac i Havranek, 2013).

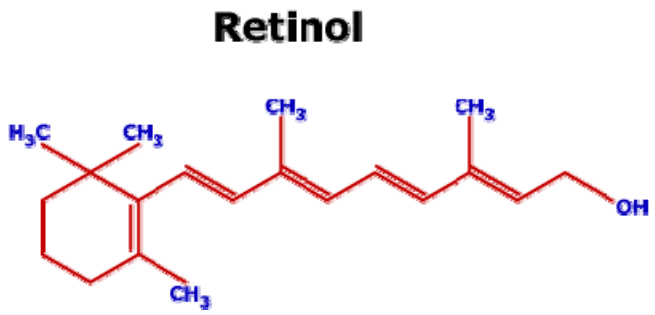
Tablica 4. Vitamini u mlijeku i preporučeni dnevni unos

Vitamini	Kemijski naziv	Koncentracija /kg mlijeka	RDIa	Prisutni (u/na)
A	Retinol	0,7-1,3 mg Re[b]	0,4-1	mast
B_1	Tiamin	0,5 mg	0,5-1	serum
B_2	Riboflavin	1,8 mg	1-2	serum
B_3	Niacin+amidi	8 mg	18	Plazma
B_5	Pantotenska kiselina	3,5 mg	3-8	serum
B_6	Piridoksin	0,5 mg	1-2	serum
B_7	Biotin	20-40 µg	100-200	serum
B_{11}	Folna kiselina	50-60 µg	200-400	Proteini [d]
B_{12}	Kobalamin	4,5 µg	1,5-2,5	Proteini [d]
C	Askorbinska kiselina	10-25 mg	40-70	serum
D	Kalciferol	0,1-0,8 µg	2-10[c]	mast
E	Tokoferol	1-1,5 mg	5-10	globule masti

[a]Aproksimativna preporuka dnevnog unosa vitamina; [b] Retinol+β-karoten/6;[c] RDI značajno ovisi o izlaganju kože suncu; [d] glikoproteini sirutke koji vezuju te proteine

(Izvor: Tratnik, 2012a.)

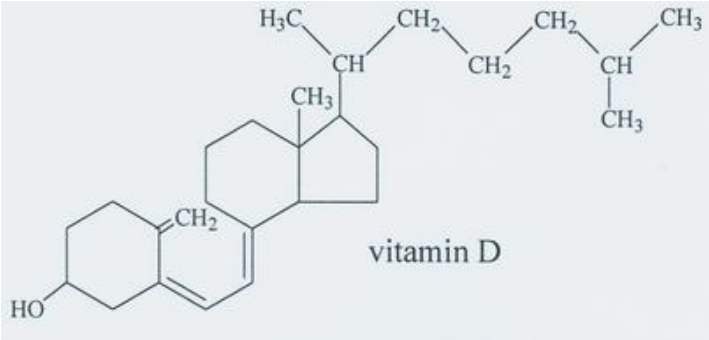
Vitamin A (retinol) nalazi se u mlijeku u obliku vitamina i njegova provitamina β-karotena u odnosu 3:1 koji utječe na svijetložućkastu boju mlijeka (Tratnik, 2012a). Izvor vitamina A je hrana animalnog podrijetla (jetra, bubrezi, riblje ulje, žutanjak jajeta, mliječni proizvodi). Značajan je za imunosni sustav, za zdrav vid, diobu stanica te štiti od malignih bolesti. Preporučene dnevne količine za muškarce su 1.000 µg, a za žene 800 µg. Nedostatak vitamina A u organizmu uzrokuje noćno i potpuno sljepilo, zaostajanje u rastu, keratinizaciju, iscrpljenost i smrt (Antunac i Havranek, 2013). Strukturna formula retinola je prikazana na slici 6.



Slika 6. Vitamin A-retinol

(Izvor: http://www.elitedepot.com/Retinol-Products_c_3666.html)

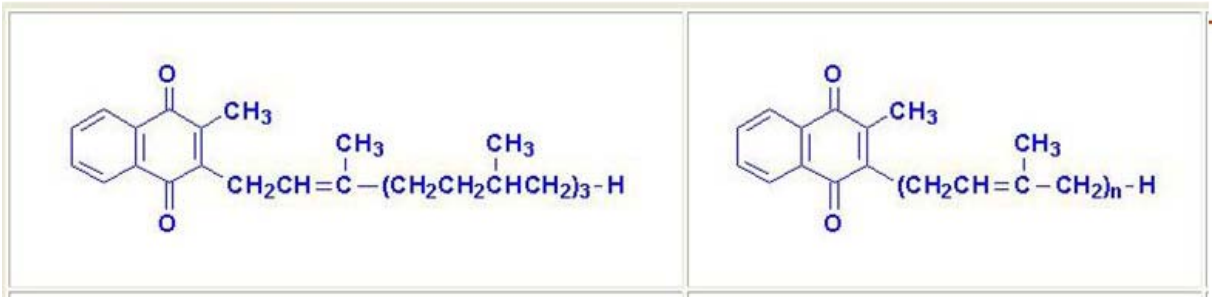
Mlijeko je vrlo siromašno vitaminom D jer su pretežno u obliku provitamina ergokalciferola i ergosterola (Tratnik, 2012a). Sintetizira se u koži djelovanjem UV-zraka i obično taj izvor zadovoljava potrebe organizma. Vitamini D2 i D3 sudjeluju u metabolizmu kalcija i fosfora i mineralizaciji kostiju. Mlijeko i mliječni proizvodi nisu značajan izvor vitamina D. Neka obrana mlijeka uopće ne sadrže D vitamin. Punomasno kravlje mlijeko sadrži oko 0,03 µg/100g, a s jednom litrom mlijeka zadovoljit će se samo 10-20% preporučenih dnevnih potreba. Maslac sadrži oko 0,75µg/100g vitamina D. Stoga se u mlijeko i mliječne proizvode često dodaje vitamin D. Preporučene dnevne potrebe vitamina D, za osobe u dobi od 19-24 godine su oko 10 µg odnosno 5 µg za osobe starije od 25 godina. Nedostatak vitamina D izaziva poremećaj u mineralizaciji kostiju, što u djece uzrokuje rahitis, a kod odraslih osoba osteomalaciju. Nedostatak u prehrani povećava rizik od razvoja tumora debelog crijeva, prostate i dojke (Antunac i Havranek, 2013). Osobe s manjkom vitamina D podložne su infekcijama, stoga vitamin D ima veliki utjecaj na imunosni sustav (Tratnik, 2012a). Na slici 7 je prikazana strukturna formula vitamina D.



Slika 7. Vitamin D (Izvor: https://ibhumanbiochemistry.wikispaces.com/C.5.3?responseToken=f69e7521dc4ccd4c3f0c183ba6870d69)

Vitamini E i K nalaze se u mlijeku u vrlo malim koncentracijama, pogotovo vitamin K koji se pojavljuje u tragovima. Vitamin E ima antioksidativno djelovanje, jer štiti stanice od slobodnih radikala. Također sprečava oksidaciju nezasićenih masnih kiselina i drugih sastojaka koje lako oksidiraju. Nađeno je nekoliko spojeva u mlijeku koji imaju aktivnost vitamina E (tokoferoli) i antioksidativno djelovanje, što može spriječiti pojavu užeglosti maslaca jer su uglavnom vezani na mliječnu mast pa se u maslacu nalaze u vrlo značajnoj koncentraciji (Tratnik i Božanić, 2012a).

Vitamin K (slika 8) se pojavljuje u dva oblika: vitamin K_1 (filokinon) i vitamin K_2 (menakinon). Vitamin K sudjeluje u zgrušavanju krvi i sudjeluje u sintezi proteina u kostima. Preporučene dnevne doze vitamina K za osobe u dobi od 19-24 godine su 70 µg za muškarce i 60 µg za žene. Punomasno kravlje mlijeko sadrži 0,4-1,8 µg/100g (Antunac i Havranek, 2013).



Slika 8. Vitamin K_1 i K_2

(Izvor: http://images.slideplayer.info/10/2692404/slides/slide_55.jpg)

3.4. Minerali

U mlijeku je identificirano oko 40 različitih mineralnih tvari. Njihov udjel u mlijeku je od fiziološke, biokemijske i hranjive važnosti (Tratnik, 2012a). Dijele se na makroelemente (Ca, P, Mg, Na, K, Cl) i elemente u tragovima (Cu, Zn, Se, Mn, I, F, Cr, Pb, Cd, Co, Mo, As, Ni, Si, B) (Gaucheron, 2013).

Makroelementi u mlijeku (tablica 5.) se nalaze uglavnom u obliku topljivih i netopljivih anorganskih ili organskih soli. Manji dio minerala nalazi se u sastavu proteina i u adsorpcijskom sloju membrane masne globule te u enzimima i vitaminima mlijeka. Najviše je mineralnih tvari u obliku topljivih disociranih ili nedisociranih anorganskih i organskih soli, uglavnom klorida, fosfata i citrata i to K, Ca, Na i Mg. Dio mineralnih tvari nalaze se u ioniziranom obliku (K^+, Na^+, Cl^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}) (Tratnik, 2012a).

Od prisutnih mineralnih tvari u mlijeku najvažniji su kalcij i fosfor, zbog poželjnog udjela u mlijeku u odnosu na dnevne potrebe organizma (Tratnik, 2012a).

Tablica 5. Prosječni sastav glavnih soli u mlijeku

Soli	Udjel u mlijeku (mg/100ml)	Udjel u topljivom stanju %
Kalcij (Ca)	123,0	39,0
Fosfor (P)	95,0	38,0
Magnezij (Mg)	12,0	38,0
Natrij (Na)	58,0	<100
Kalij (K)	141,0	<100
Klor (klorid)	119,0	100,0
Sumpor (sulfat)	30,0	100,0
Limunska kiselina (citrat)	160,0	90,0

(Izvor: Tratnik, 2012a.)

Kalcij je najzastupljeniji mineral u ljudskom organizmu (1-1,5 kg). Iskorištavanje kalcija u organizmu prvenstveno ovisi o topljivoj količini kalcija, količini vitamina D u mlijeku koji poboljšava njegovu apsorpciju te o količini fosfora. Omjer Ca/P u mlijeku (1,2-1,4:1) vrlo je povoljan pa kalcij iz mlijeka ljudski organizam može dobro iskoristiti. Taj omjer u mlijeku identičan je omjeru Ca/P u kosturu odrasle osobe Kalcij je važan za pravilnu strukturu kostiju i zubi, omogućava da kosti budu tvrde, jake i krute. Kalcij sudjeluje u zgrušavanju krvi, neurotransmisiji, plodnosti, staničnoj proliferaciji, mišićnoj kontrakciji, crijevnoj pokretljivosti i hormonskoj sekreciji. U prosjeku količina Ca u mlijeku iznosi 1200 mg/L.

Ljudski organizam sadrži 800 g fosfora (P) u rezervi, a 85% P je povezano s Ca u kostima i zubima. Fosfor igra važnu ulogu u sintezi ATP-a, kao izvor energije za mnoge stanične reakcije. Važan je element u mlijeku i mliječnim proizvodima. Koncentracija P u mlijeku je približno 950 mg/L.

Magnezij je četvrti najzastupljeniji kation u ljudskom tijelu poslije Na, P i Ca. Otprilike 50% Mg se nalazi u kostima s Ca i P, a ostalih 50% u stanicama. Magnezij sudjeluje u staničnom metabolizmu, aktivaciji enzima fosfataze i kinaze, replikaciji i transkripciji DNA, translaciji mRNA, sintezi proteina i glikogena, stabilizaciji stanične membrane, zgrušavanju krvi, transportu iona. Koncentracija Mg u mlijeku iznosi oko 120 mg/L.

Natrij je glavni kation izvanstanične tekućine. Najveća količina natrija se nalazi u plazmi krvi te ima utjecaj na krvni tlak. Natrij regulira raspoređenost tekućine u tijelu i promjene između unutarstanične i vanstanične tekućine.

Mlijeko sadrži kalij u potpuno topljivom obliku. Sadržava ga gotovo tri puta više nego natrija, ali se višak kalija iz organizma lakše izlučuje. Većina K se nalazi u stanicama jetre, mišićima, bubrezima, kostima i crvenim krvnim stanicama. Njegova glavna biološka funkcija je regulacija krvnog tlaka, neurotransmisija, kontrakcija mišića i aktivacija enzima koji sudjeluju u reakcijama fosforilacije. Koncentracija K u mlijeku je u prosjeku 1500mg/L.

Od mikroelemenata mlijeko je dobar izvor Zn (3-5 mg/L) i J (63-272 mg/L) , ali je vrlo siromašno željezom. Koncentracija željeza u mlijeku je u prosjeku 0,5 mg/L. U mlijeku je željezo vezano za kazein, proteine sirutke, citrat i laktoferin (Tratnik, 2012 a., Gaucheron, 2013).

4. JOGURT

Jogurt se proizvodi fermentacijom mlijeka i/ili jednog ili više izabranih mliječnih sastojaka dodatkom standardne jogurtne kulture. Prema Codex Alimentarius standardu (2003) klasični jogurt sadrži kulturu koja je sastavljena od dvije bakterijske vrste - *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Obje vrste na kraju vijeka održivosti jogurta moraju biti prisutne u broju većem od 10^7 cfu/mL. Jogurt prema istom standardu mora sadržavati najmanje 2,7% proteina i 0,6% mliječne kiseline i manje od 15% mliječne masti. Jogurtu srodne vrste osim bakterijskih vrsta klasične jogurtne kulture smiju sadržavati i druge *Lactobacillus* vrste.

Jogurt je namirnica bogata kalcijem i mliječnim proteinima koji su punovrijedni tj. sadrže gotovo sve esencijalne aminokiseline potrebne za održavanje dobrog zdravlja. Prema dostupnoj literaturi jogurt se smatra zdravom hranom zbog lake probavljivosti i bioraspoloživosti nutrijenata te se preporuča ljudima koji boluju od intolerancije na laktozu, gastrointestinalnih poremećaja kao što su upalne bolesti crijeva i bolesti iritabilnog crijeva, također pozitivno utječe na imunološki sustav i kontrolu tjelesne težine. Zbog zdravstvenih prednosti koje su povezane s konzumacijom jogurta, u svijetu je trend rasta potrošnje jogurta, te se danas jogurt i jogurtu slični proizvodi proizvode u velikom broju varijanti i kombinacija s različitim postotkom masti, okusa i tekstura (Weerathilake i sur., 2014).

4.1. Varijante jogurta

Jogurt se može podijeli u dvije skupine prema kulturi koja se koristi pri fermentaciji. Korištenjem standardne kulture u fermentaciji dobiva se klasičan jogurt, dok korištenjem probiotičke kulture dobiva se biojogurt ili probiotički jogurt. Pri proizvodnji klasičnog jogurta se koriste bakterije *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp*. bulgaricus,* bakterije koje ne čine prirodnu mikrobnu populaciju crijeva, ali stimuliraju rast „dobrih“ bakterija u crijevima te tako utječu na zdravlje intestinalnog trakta. Za proizvodnju probiotičkog jogurta se koriste probiotički sojevi *bifidobacterija* i *laktobacila*, za koje se smatra da imaju mnoge pozitivne učinke na zdravlje i olakšavaju probavu. Navedeni probiotički sojevi su dio mikrobne populacije crijeva (Weerathilake i sur., 2014).

Napretkom znanosti i tehnologije klasičan čvrsti jogurt je tijekom vremena prerastao u mnogobrojne *nove* varijante osnovnog proizvoda. Varijante jogurta koje se mogu naći na tržištu zaista su brojne (Samaržija, 2015b). Vrste jogurta se mogu kategorizirati prema fizičkim i kemijskim svojstvima, prema dodatku arome, te postupcima nakon inkubacije. Prema kemijskom sastavu jogurt se dijeli prema količini mliječne masti na klasičan jogurt, jogurt sa niskim postotkom masti i bezmasni jogurt. Prema fizikalnim svojstvima gel-strukture se dijeli na čvrsti, tekući i pitki (Samaržija, 2015b).

Razne arome se dodaju jogurtu da bi se privuklo potrošača. Aroma se dodaje prije ili nakon homogenizacije. Arome koje se dodaju u jogurt mogu biti raznoliko voće, žitarice, povrće, čokolada, vanilija, karamela i đumbir. S obzirom na dodanu aromu jogurt se može podijeliti na voćni i aromatizirani (Weerathilake i sur., 2014).

Varijabilnost između fizikalnih karakteristika različitih varijanti jogurta i jogurtu srodnih vrsta dijelom je određena samim tehnološkim postupcima, a dijelom dodanim sastojcima za obogaćivanje mlijeka. Zajedno oni određuju kemijski sastav, teksturu i okus svake pojedinačne varijante jogurta. Ovisno o postupku u proizvodnji nakon inkubacije može se proizvesti pasterizirani i UHT jogurt, zamrznuti jogurt, jogurt u prahu i jogurt sa dodatkom bilja. Pasterizirani i UHT jogurt je proizvod s produženim rokom trajanja i smanjenom prirodnom kiselošću (Weerathilake i sur., 2014). Zamrznuti jogurt proizvodi se tako da se prvo proizvede tekući jogurt koji se miješa s pasteriziranom mješavinom stabilizatora i sladila prije zamrzavanja u zamrzivačima za proizvodnju sladoleda. Voće i arome se dodaju po želji prije zamrzavanja. Udjel suhe tvari (ST) u tekućem jogurtu mora biti 13-14%, a u njegovoj voćnoj varijanti 20-25%. Zamrzavanje jogurta na temperaturi od -26°C provodi se naglo. Jogurt u prahu prvenstveno je namijenjen potrošačima koji sami žele pripremati jogurt. U osušenoj formi jogurt zadržava svoju stabilnost tijekom dugog perioda pohrane, a nakon rehidratacije odmah je spreman za konzumaciju (Samaržija, 2015b).

Posljednjih nekoliko godina u jogurt se dodaje ljekovito bilje. Ljekovito bilje poboljšava fiziološka svojstva jogurtu. Dodatkom ljekovite biljke nim *(Azadirachta indica)* u jogurt rezultiralo je povećanim zakiseljavanjem proizvoda, povećanom proizvodnjom fenolnih spojeva, većom antioksidativnom aktivnošću i inhibicijom enzima povezanih s dijabetesom i hipertenzijom. Bio-jogurt proizveden sa dodatkom *Cinnamomum verum* inhibira enzime α-amilaze i α-glukozidaze povezane s dijabetesom (Weerathilake i sur., 2014).

Za proizvodnju jogurta uz kravlje koriste se i ovčje, kozje, bivolje, mlijeko jaka, kobilje, mlijeko magarice, devino i mlijeko soba. Kemijskim sastavom i fizikalnim svojstvima te vrste mlijeka se značajno razlikuju i posljedično tome utječu na ukupnu kvalitetu proizvedenog jogurta. Ovčje, bivolje, mlijeko jaka i sobovo mlijeko sadrže znatno viši udjel suhe tvari i između 6,5 i 11 % mliječne masti, zbog čega je konzistencija tih jogurta bolja u usporedbi s jogurtom proizvedenim od kravljega, kozjega ili mlijeka magarice (Samaržija, 2015b).

Grčki jogurt je poznat kao mediteranski jogurt. Proizvodi se iz djelomično kondenziranog mlijeka što mu daje gušću i kremastiju teksturu. Grčki jogurt ima veći postotak mliječne masti od običnog jogurta uključujući visok postotak zasićenih masnih kiselina. Zbog većeg udjela mliječne masti, grčki jogurt je bogat izvor vitamina A.

Voćni jogurti se međusobno razlikuju prema raspodjeli voća u jogurtu. Prema svojstvima gel-strukture mogu biti čvrsti, tekući i pitki voćni jogurti. Zbog poboljšanja izgleda i arome dodanog voća, voćni jogurti sadrže dodatke boja, aroma, i šećera. Prema tehnologiji proizvodnje voćni jogurti se dijele na francusku i švicarsku varijantu. Švicarska varijanta voćnog jogurta je homogena mješavina voća ili voćnog pripravka ili voćnog sirupa s jogurtom. Konzistencija je glatka, mekana ali dovoljno gusta da se može konzumirati žlicom. Frankcuska varijanta voćnog jogurta ima znatno rijeđu konzistenciju od švicarske varijante. Slabije viskozna tekstura francuske varijante voćnog jogurta postiže se načinom obogaćivanja Sbm, izborom kulture i vrstama izabranih stabilizatora (Samaržija, 2015b).

4.2. Jogurtna i probiotička kultura

Jogurt je mliječni proizvod proizveden modifikacijom sirovog mlijeka djelovanjem mikroorganizama. *L. delbrueckii* sub*. bulgaricus* i *S. thermophilus* su klasične kulture pri proizvodnji jogurta. Bakterije *S. thermophilus* i *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* koje se koriste za fermentaciju klasičnog jogurta iskazuju značajan stupanj simbiotskog odnosa. Osim tih vrsta u proizvodnji jogurtu srodnih vrsta koriste se i druge bakterijske vrste poput *Lactobacillus delbrueckii* subsp*. lactis, Lactobacillus helveticus* ili mezofilnih vrsta bakterija mliječne kiseline poput vrste *Lactococcus lactis* ili *Leuconostoc* spp (Morelli, 2014., Samaržija, 2015a).

Svojstva klasične jogurtne kulture primarno se pripisuju sinergističkom odnosu između vrsta *S. thermophilus* i *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* što znači da tijekom fermentacije jogurta jedan organizam stimulira rast drugog organizma i obrnuto. Na početku fermentacije bakterija *S. thermophilus* inicira stvaranje mliječne kiseline i brzo raste do pH vrijednosti mlijeka 5,5. Početne potrebe za izvorom dušika *S. thermophilus* namiruje metabolizmom prirodno prisutnih slobodnih aminokiselina i dipeptida u mlijeku. Bakterija *S. thermophilus*, u usporedbi s bakterijom *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, ima komplementarno višu aktivnost enzima aminopeptidaza i stanično slobodnih i stanično vezanih enzima dipeptidaza. U početnoj fazi fermentacije zbog toga *S. thermophilus* svojim bržim rastom i razmnožavanjem stvara u mlijeku povoljne uvjete za rast bakteriji *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus.* Povoljni uvjeti za rast i razmnožavanje obje bakterijske vrste nastaju i zbog smanjene koncentracije kisika u mlijeku uz istodobno povećanu koncentraciju CO_2, i stvorenoj mravljoj, pirogrožđanoj i folnoj kiselini. Izvor CO_2 u toplinski obrađenom mlijeku je urea koja se razgrađuje djelovanjem enzima ureaze bakterije *S. thermophilus*. U prvim satima fermentacije *S. thermophilus* u mlijeku koristi CO_2 koji je prekursor biosinteze za bakterije esencijalnih aminokiselina aspartana, glutamina, arginina i nukleotida. Kako bakterija *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* za svoj optimalan rast i razmnožavanje zahtjeva CO_2, metabolizmom *S. thermophilus* joj osigurava dovoljnu količinu CO_2 za stimulaciju njenog rasta. Folna je kiselina kao kofaktor uključena i u biosintezu nekih od aminokiselina koje su esencijalne za njezin dobar rast u mlijeku. Naime, za razliku od *S. thermophilus* koja tvori značajnu koncentraciju proteinskog enzima piruvat-formijat liaze, te ima dobru sposobnost izlučivanja folne i mravlje kiseline iz vlastite stanice u mlijeko, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* nema vlastiti enzimski kompleks te ih mora koristiti iz vanjskog izvora. Također zbog nedostatka vlastitog enzimatskog sustava za *de novo* sintezu dugolančanih nezasićenih masnih kiselina, u mlijeku ih za njene metaboličke potrebe osigurava *S. thermophilus* (Samaržija, 2015b).

Određeni sojevi bakterija *S. thermophilus, L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus, Lactococcus cremoris* i *Leuconostoc* vrsta proizvode ekstracelularne polisaharide koji mijenjaju teksturu jogurta kroz povećanje viskoznosti i oblikovanje sluzave teksture. Mliječna kiselina je odgovorna za lagano opor, kiseo okus jogurta. Aromatski spoj acetaldehid daje karakterističnu aromu jogurtu. Međutim, ako se u proizvodnji jogurta koristi bakterijska podvrsta *L. lactis* subsp. *lactis* biovar

d*iacetylacti*s ili *Lc.mesenteroides* subsp. *cremoris* aromatska komponenta diacetil stvara se u većoj koncentraciji. Posljedično, jogurt poprima okus po maslacu. Ostale komponente okusa i arome jogurta koje se tijekom fermentacije stvaraju u većim koncentracijama su acetoin, aceton, laktoni i hlapljive kiseline. Kombinacije različitih vrsta i sojeva bakterija mliječne kiseline i bifidobakterija omogućuju proizvodnju jogurta i jogurtu srodnih vrsta različite kiselosti, okusa i arome. (Samaržija, 2015b).

Posljednju je definiciju probiotika dao Europski odbor stručnjaka (European Expert Committee): „Živi mikroorganizmi koji konzumirani u određenom broju (najmanje 10^9 cfu po danu) uzrokuju zdravstveni boljitak iznad granica normalne prehrane“. Bakterije mliječne kiseline (BMK), kvasci, plijesni ili njihove kombinacije se u širokom spektru koriste u proizvodnji fermentiranih mlijeka i sireva. Ipak, samo neki od sojeva imaju probiotička svojstva. Probiotički mikroorganizmi moraju podnositi djelovanje želučane kiseline i žučnih soli u probavnom sustavu ljudi za razliku od „tradicionalnih“ mliječnih kultura, te kolonizirati debelo crijevo (Tamime i sur, 2003). U tablici 6 su prikazani neki primjeri probiotičkih mikroorganizama korišteni u mliječnim proizvodima.

Sve do sredine 80-tih godina 20. st. bifidobakterije su taksonomski svrstavane u rod *Lactobacillus*. Prema posljednjoj taksonomskoj klasifikaciji rod *Bifidobacterium* uključuje 29 vrsta. Iako je došlo do prave poplave znanstvenih studija o ljekovitoj djelotvornosti bakterija mliječne kiseline iz fermentiranih mlijeka, sve do prve polovice prošlog stoljeća nije se znalo da *L. acidophilus* bolje kolonizira ljudski probavni trakt i tamo se razmnožava za razliku od bakterija standardnih jogurtnih kultura *L. delbrueckii* subsp*. bulgaricus i S. thermophilus* (Tamime i sur, 2003).

Tablica 6. Komercijalni probiotički mikroorganizmi u fermentiranim mliječnim proizvodima

Bakterijski sojevi	
	Lactobacillus acidophilus NCFM
	Lactobacillus acidophilus DDS-1
	Lactobacillus rhamnosus GG
	Lactobacillus reuteri SD2112
	Lactobacillus casei Shirota
	Lactobacillus casei DN114001
	Lactobacillus johnsonii LA1
	Lactobacillus acidophilus SBT-2062
	Lactobacillus acidophilus La-5
	Lactobacillus paracasei CRL 431
	Lactobacillus plantarum 299V
	Lactobacillus rhamnosus LB21
	Lactobacillus salivarius UCC118
	Bifidobacterium bifidum Bb-12
	Bifidobacterium longum BB536
	Bifidobacterium longum SBT-2928
	Lactobacillus rhamnosus DR20

(Izvor: Tamime i sur, 2003)

Probiotičke bakterije u komercijalnoj upotrebi često se kombiniraju s tradicionalnim kulturama kao što je jogurtna kultura ili kulturama za proizvodnju sireva. Za poboljšanje teksture i senzorskih svojstava probiotičkog jogurta često se koriste bakterije koje proizvode egzopolisaharide (EPS). Njihova točna funkcija je još uvijek nejasna, iako se smatra da djeluju na adhezijska svojstva stanice te njenu zaštitu. Bakterije mliječne kiseline koje proizvode EPS imaju važnu ulogu u mljekarskoj industriji zbog njihovog utjecaja na teksturu, osjet u ustima i stabilnost jogurta. Osim tehnološke funkcionalnosti, za neke se EPS, koje te bakterije proizvode, smatra da imaju blagotvorno fiziološko djelovanje. Pretpostavlja se, da povećanje viskoznosti uzrokovano EPS može povećati vrijeme preživljavanja mikrobne populacije jogurta u probavnom sustavu i na taj način omogućiti kolonizaciju probiotičkim bakterijama. Zbog specifičnog sastava i male razgradivosti EPS mogu djelovati kao prebiotici i tako blagotvorno utjecati na domaćina selektivno

stimulirajući rast i aktivnost korisnih intestinalnih bakterija u debelom crijevu. Neki od tih EPS spojeva sadrže gluko- i/ili frukto-oligosaharide te mogu hidrolizom proizvesti kratkolančane masne kiseline u probavnom sustavu, i tako blagotvorno zdravstveno i nutritivno djelovati poput prebiotika. Neki od korisnih zdravstvenih djelovanja pojedinih EPS su antitumorna i imunomodulacijska aktivnost te snižavanje kolesterola. Na kvantitativna i kvalitativna svojstva EPS spojeva utječu sljedeći aspekti: (a) soj mikroorganizma; (b) sastav podloge za uzgoj i/ili faktora rasta; i (c) procesni uvjeti koji uključuju temperaturu i vrijeme fermentacije (Tamime i sur, 2003).

Jedan od najvažnijih znanstveno priznatih zdravstvenih učinaka jogurtnih kultura je smanjenje simptoma uzrokovanih intolerancijom na laktozu. Jogurtne kulture otpuštaju u jogurt laktoza hidrolizirajući enzim koji razgrađuje laktozu. Rezultat toga je smanjena koncentracija laktoze u jogurtu što omogućava osobama koje pate od intoleranciju na laktozu da konzumiraju jogurt (Morelli, 2014).

Klinička istraživanja su pokazala da probiotičke bakterije koje preživljavaju i razmnožavaju se u gastrointestinalnom traktu imaju učinke na ljudsko zdravlje. Vjerojatnost preživljavanja *L. delbrueckii* subsp*. bulgaricus* i *S.thermopfilus* u gornjem dijelu crijeva je mala – samo 1% bakterija će preživjeti do duodenuma. Japanski znanstvenici su istraživali kako određeni sojevi *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* utječu na imunološki odgovor. Otkrili su da soj *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* OLL1073R-1 proizvodi kapsularni polisaharid koji ima utjecaj na imunološki sustav miševa. Miševi koji su bili hranjeni jogurtom proizvedenim koristeći *L.delbrueckii* subsp*. bulgaricus* OLL1073R-1 imali su jednak imunološki odgovor kao i miševi koji su bili hranjeni čistim polisaharidom. Kliničko istraživanje na ljudima starije dobi je pokazalo da konzumacijom takvog jogurta tijekom dva tjedna smanjuje učestalost prehlade (Morelli, 2014).

Neki sojevi bakterija BMK mogu utjecati na količinu vitamina u jogurtu. Grupa nutricionista je provela istraživanje u Beču te rezultat je da svakodnevnom konzumacijom jogurta ili probiotika dovodi do povećanja koncentracije tiamina u organizmu. Ponovili su istraživanje te su objavili rad 2001. godine u kojem su naveli da konzumacijom jogurta ili probiotika nije bilo utjecaja na koncentraciju tiamina, riboflavina, i vitamina $B_{6,}$ što navodi na zaključak da određeni bakterijski sojevi mogu tvoriti vitamine. U budućnosti, će genomske studije identificirati sojeve koji imaju sposobnost tvorbe vitamina (Morelli, 2014).

Konzumacija probiotičkih proizvoda pomaže u održavanju zdravlja, vitalnosti tijela, te u borbi protiv crijevnih i drugih bolesti. Neka blagotvorna i terapeutska djelovanja na ljudski organizam prikazana su u tablici 7.

Probiotički sojevi bifidobakterija i laktobacila imaju antimikrobna svojstva. Mehanizmi za inhibiciju patogena uključuju proizvodnju antimikrobnih substanci (organske kiseline, vodikov peroksid, bakteriocini, antibiotici, i sl.), djeluju kao kompetitivni antagonisti (konkurencija za vezna mjesta i hranjive tvari), stimuliraju imunološki sustav. Nemogućnost potpune probave laktoze kod nekih ljudi je zbog nedostatka β-galaktozidaze u crijevima, te posljedica toga su razni crijevni simptomi. *L.acidophilus* i *B.bifidum* proizvode β-galaktozidazu, te omogućuju lakšu probavu mliječnih proizvoda. Probiotici inhibiraju pretvorbu prokarcinogene u karcinogene stanice, aktiviraju imunološki sustav domaćina i/ili snižavaju pH crijeva tako što smanjuju mikrobnu aktivnost. Prema istraživanjima na životinjama koje su provodili Kailasapathy i Rypka (1997.) unos jogurta koji sadrži probiotike inhibira formiranje i širenje tumora. Postoje nagađanja da redovitom konzumacijom probiotika se smanjuje koncentracija kolesterola u serumu. Za pojedince koji imaju hiperkolesterolemiju znatno smanjenje kolesterola u krvnom serumu je povezano sa značajnim smanjenjem rizika od srčanog udara. Jedna teorija je da određeni soj *L. acidophilus* i neke vrste bifidobakterija mogu smanjiti koncentraciju kolesterola u crijevima. Dok druga teorija kaže da *L. acidophilus* cijepa žučne kiseline u slobodne masne kiseline, koje se brže izlučuju iz organizma. S obzirom da su slobodne masne kiseline izlučene iz tijela, potrebno ih je nadomijestiti sintezom novih žučnih kiselina iz kolesterola, te se tako smanjuje ukupna koncentracija kolesterola u krvnom serumu (Lourens-Hattingh i Viljoen, 2001).

Tablica 7. Blagotvorni i terapeutski učinci probiotika na ljudski organizam

Blagotvorni učinci	
	održavanje
	jačanje imunološkog sustava
	smanjenje simptoma intolerancije na laktozu
	smanjenje razine kolesterola u krvnom serumu
	antikancerogena aktivnost
	povećanje nutritivne vrijednosti hrane
Terapeutski učinci	
	prevencija urogenitalnih infekcija
	ublažavanje zatvora
	zaštita od putničkog proljeva
	prevencija dječjeg proljeva
	smanjenje proljeva uzrokovanog antibioticima
	prevencija hiperkolesterolemije
	zaštita od raka debelog crijeva/raka mokraćnog mjehura
	prevencija osteoporoze

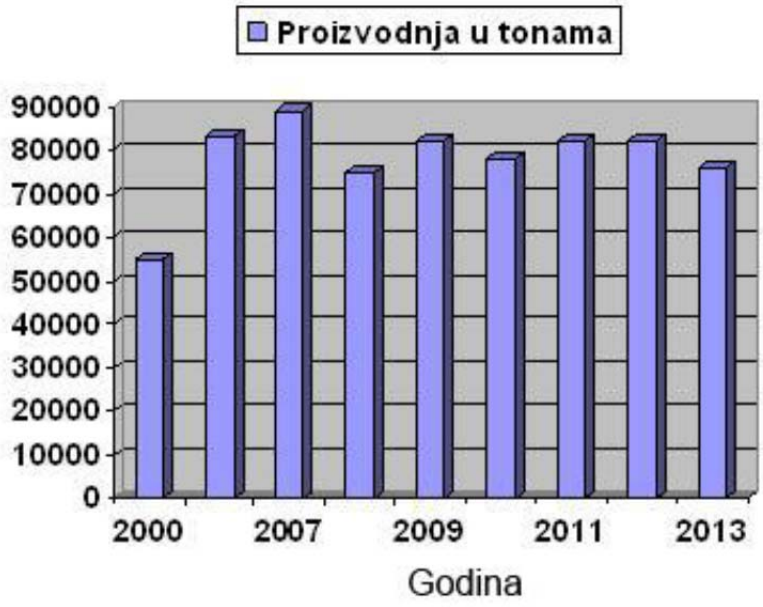
(Izvor: Lourens-Hattingh i Viljoen, 2001)

4.3. Proizvodnja i potrošnja

Proizvodnja jogurta je konstantno u većini zemalja u porastu, a proizvodnja konzumnog mlijeka stagnira ili se snižava. Kod kupnje jogurta, potrošaču je važna kalorijska vrijednost i cijena proizvoda. Bitne karakteristike jogurta, na koje će potrošač obratiti pažnju, su količina kalcija, broj bakterija i niska količina šećera. Konzumacija jogurta je u porastu zbog spoznaje da jogurt ima pozitivne učinke na ljudsko zdravlje. Bezmasni jogurt je najtraženiji jogurt, konzumira ga 54% potrošača. Novi trendovi na tržištu su organski jogurt, grčki jogurt, funkcionalni jogurt s probioticima i jogurt s visokim postotkom proteina i vlakana (Kim i Oh, 2013).

Općenito, proizvodnja fermentiranih mlijeka u Europskoj Uniji 2000. godine bila je 7.285.000 t, u 2008. godini 10.300.000 t, a u 2013. godini 9.290.000 t. Na

svjetskoj se razini ona procjenjuje na 21.000.000 t/godišnje, s godišnjim predviđenim rastom od 4%. Prema službenim podatcima posljednjih nekoliko godina proizvodnja i potrošnja fermentiranih mlijeka je i u Hrvatskoj višestruko povećana (slika 9). U 2000. ona je iznosila 55.000 tona, u 2005. godini 83.000 tona, ali se zbog opće krize u svijetu proizvodnja u 2013. smanjila na 75.000 tona (Samaržija, 2015a).



Slika 9. Proizvodnja fermentiranih mlijeka u Hrvatskoj za razdoblje od 2000. do 2013. godine. (Izvor: Samaržija, 2015a)

Potrošnja jogurta i fermentiranih mliječnih proizvoda u 10 europskih zemalja je prikazana u tablici 8. Najveći su potrošači Švedska, Francuska i Nizozemska, čiji stanovnici konzumiraju dvostruko više jogurta od stanovnika Velike Britanije. Općenito, žene imaju tendenciju konzumirati više jogurta od muškaraca.

Tablica 8. Dnevna konzumacija jogurta i ostalih fermentiranih mliječnih proizvoda u 10 zemalja Europe (n= 36000)

Zemlja	Dnevni unos jogurta i ostalih FMP (g/dan)	Doprinos jogurta i ostalih FMP ukupnoj dnevnoj količini kcal(%)	Ukupni dnevni unos (g/dan)-muškarci	Doprinos jogurta i ostalih FMP ukupnoj dnevnoj količini kcal(%)-muškarci	Ukupni dnevni unos (g/dan)-žene	Doprinos jogurta i ostalih FMP ukupnoj dnevnoj količini kcal(%)-žene
Grčka	189,3	14,8	189,8	13,5	188,7	16,1
Italija	203,6	9	206,5	7,4	200,6	10,6
Njemačka	248,3	17,5	245,2	15,3	251,4	19,7
Norveška	288,7	12,6	-	-	288,7	12,6
Francuska	290,9	26,1	-	-	290,9	26,1
V.Britanija	301,5	8,5	301,2	7,5	301,8	9,5
Danska	325,8	16,4	325,5	13,7	299,1	19
Španjolska	364,9	10,6	332,3	8,9	397,5	12,3
Švedska	370,1	24	404,2	21,6	335,9	26,4
Nizozemska	375,3	17,3	369,7	13,9	380,8	20,7

(Izvor: McKinley, 2005.)

Rast godišnje proizvodnje fermentiranih mlijeka u Sjedinjenim američkim državama u 2009. godine iznosio je 4,7%. Žene (68%) konzumiraju jogurt svaki dan, za razliku od muškaraca (43%). Tinejđeri (70%) i djeca od 6-11 godina (54%) rado konzumiraju jogurt i ostala fermentirana mlijeka. Mljekarska industrija se fokusirala na proizvodnju fermentiranih mlijeka namijenjenih mlađoj populaciji, što je rezultiralo popularnosti tih proizvoda među mlađom populacijom. U SAD-u je 2005. godine predstavljeno 1200 vrsta novih varijanti jogurta. Smrznuti jogurt, lagani jogurt, kosher jogurt, jogurt s povećanim količinama vitamina i minerala su proizvodi koji su bili najprodavaniji novi proizvodi 2009. godine (Kim i Oh, 2013).

5. HRANJIVA I FIZIOLOŠKA VRIJEDNOST JOGURTA

Prehrambena vrijednost jogurta ovisi o sastavu mlijeka koje se koristi za njegovu proizvodnju, ali i o promjenama koje nastaju u procesu proizvodnje, osobito tijekom fermentacije. Nastale promjene i stvoreni metaboliti fermentacije ovise o sastavu korištene mikrobne kulture koja utječe na nova svojstva jogurta u odnosu na svježe mlijeko (Tratnik, 2012b).

U kontekstu opisa fiziološke vrijednosti pojedinačnih sastojaka jogurta koristi se i pojam nutraceutici. Naziv nutraceutik izveden je iz riječi *hranjiva* (nutritivna) i riječi *farmaceutska* (u smislu lijeka ili farmaceutskog spoja). Nutraceutici svojim specifičnim fiziološkim djelovanjem sudjeluju u dobrobiti funkcioniranja humanog organizma. Između ostalog, fermentirana mlijeka zbog specifičnog djelovanja BMK ili bifidobakterija u usporedbi s mlijekom sadrže više koncentracije nutraceutika. Prvenstveno se to odnosi na više koncentracije niskokaloričnih šećera poput sorbitola i manitola, i oligosaharida i folne kiseline (vitamin B_9) (Samaržija, 2015a).

Bakterije mliječne kiseline i bifidobakterije mogu blagotvorno djelovati na domaćina putem dva mehanizma: neposrednog djelovanja živih mikrobnih stanica ili posrednog djelovanja putem svojih metabolita. U prvom slučaju govori se o probiotičkim mikrobnim sojevima, a za mikrobne metabolite koristi se termin biogeni metaboliti. Biogeni metaboliti su sastojci hrane nastali mikrobnim djelovanjem koji imaju pozitivan zdravstveni učinak na organizam neovisno o crijevnoj mikrobioti (Tamime i sur, 2003). Tijekom fermentacije sastojci mlijeka se modificiraju što rezultira nastajanjem različitih funkcionalnih supstancija kao što su mliječna kiselina, maslačna kiselina, bioaktivni peptidi, β-galaktozidaza te egzopolisaharidi. Utvrđeno je da bakterijski probiotički sojevi mikroorganizma zadržavaju svoja terapijska svojstva i kada se koriste u proizvodnji jogurta u kombinaciji sa standardnim kulturama.

Što se tiče prehrambenih vrijednosti, jogurt ima sličan sastav kao mlijeko. Jogurt sadrži približno devet različitih vrsta proteina, osam različitih vrsta lipida, sve mikroelemente i makroelemente, vitamine topljive u vodi, laktozu i glukozu. Istodobno, promjenama pojedinih sastojaka mlijeka (prvenstveno laktoze, proteina i djelomično mliječne masti) tijekom fermentacije, jogurt u odnosu na mlijeko znatno je probavljiviji. Bolja probavljivost jogurta u usporedbi s mlijekom primarno je uvjetovana stvorenom mliječnom kiselinom (~ 0,95 - 1,20 %) (Samaržija 2015a). Prehrambene sličnosti s mlijekom znače da je jogurt odličan izvor kalcija, fosfora, riboflavina (B_2),

tiamina (B_1) i vitamina B_{12} te vrijedan izvor folata, niacina, magnezija i cinka. Proteini jogurta imaju visoku biološku vrijednost, tj. sadrže sve aminokiseline bitne za funkcioniranje organizma. Jogurt je bogat izvor hranjivih tvari u odnosu na njegovu energetsku vrijednost i udio mliječne masti. Stoga se jogurt smatra nutritivno bogatom namirnicom (McKinley, 2005). Hranjiva vrijednost jogurta po serviranju prikazana je u tablici 9.

Tablica 9. Hranjiva vrijednost različitih varijanti jogurta po serviranju

Sastojak	Čvrsti jogurt (150 g)	Čvrsti jogurt s dodatkom voća (150 g)	Čvrsti lagani jogurt (150 g)	Čvrsti lagani jogurt s dodatkom voća (150 g)	Bezmasni jogurt s dodatkom voća (150 g)	Grčki jogurt (150 g)	Pitki jogurt (150 g)
Proteini (g)	8,6	6	7,2	6,3	7,2	8,6	6,2
Folna kiselina (µg)	27	15	27	4	12	9	24
Niacin (mg)	2,3	1,3	1,7	1,7	1,7	0,5	1,6
Riboflavin (mg)	0,4	0,24	0,33	0,32	0,44	0,2	0,32
Tiamin (mg)	0,09	0,18	0,18	0,18	0,06	0,18	0,06
Vitamin B12 (µg)	0,3	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4
Kalcij (mg)	300	183	243	210	195	189	200
Magnezij (mg)	29	20	24	23	20	20	22
Fosfor (mg)	255	144	214	180	165	207	162
Zink (mg)	1,1	0,6	0,9	0,8	0,6	0,8	0,6

(Izvor: McKinley, 2005.)

5.1. Mliječna kiselina

Bolja probavljivost jogurta u usporedbi s mlijekom primarno je uvjetovana stvorenom mliječnom kiselinom (0,95-1,20%). Mliječna kiselina snižava pH i ima antimikrobna svojstva prema brojnim mikroorganizmima. Povećava propusnost vanjske membrane gram-negativnih bakterija i može djelovati kao pojačivač učinaka drugim antimikrobnim tvarima. Utvrđeno je djelovanje mliječne kiseline na vanjsku membranu gram-negativnih bakterija *Escherichia coli* O157:H7, *Pseudomonas aeruginosa* i *Salmonella enterica* serovar *typhimurium* (Samaržija, 2015a).

Uz dokazana antimikrobna svojstva mliječna kiselina ima i prehrambena i funkcionalna svojstva: izvor je energije, pospješuje lučenje probavnih sokova i peristaltiku crijeva, olakšava razgradnju proteina i poboljšava prijelaz i vezanje kalcija, fosfora i željeza u tijelu (Rogelj, 1998).

5.2. Bioaktivni peptidi

Udjel proteina u komercijalnim vrstama jogurta općenito je viši u usporedbi s mlijekom. Zbog poboljšanja reoloških svojstava obogaćuje se suha tvar bez masti mlijeka dodacima poput obranog mlijeka u prahu, kazeina i proteina sirutke. Posljedica toga je ne samo povećanje udjela proteina u finalnom proizvodu, već i biodostupnosti dijetalnog dušika. Biodostupnost kazeina i proteina sirutke koji su bogati izvori svih esencijalnih aminokiselina, očituje se njihovom brzom razgradnjom u humanom probavnom sustavu. Zbog bakterijske proteolize proteina mlijeka dolazi do udvostručavanja koncentracije slobodnih aminokiselina u jogurtu u prvih 24 sata, ali se i dalje povećava sve do kraja vijeka održivosti proizvoda. Kravlje mlijeko sadrži 3,3-10,3, ovčje 3,8, a kozje 21 mg/100ml slobodnih aminokiselina. Kozje mlijeko u usporedbi s ovčjim i kravljim mlijekom sadrži i značajno više koncentracije alanina, glicina, glutaminske kiseline, serina i treonina.

Ukupna koncentracija slobodnih aminokiselina u jogurtu koje humani organizam može iskoristiti u jogurtu od kravljeg 19-33, od ovčjeg 18,5, a od kozjeg mlijeka 33,5 mg/100 ml (Samaržija, 2015a).

Jogurt je izvor energije i hranjivih tvari, ali i biofunkcionalnih peptida (Tablica 10.) koji mogu pozitivno utjecati na ljudsko zdravlje. Biofunkcionalni peptidi su posljedica djelovanja bakterijskih metabolita ili djelovanja proteinaza/peptidaza u

mlijeku. Kazeinski peptidi i peptidi proteina sirutke mogu biti rezultat djelovanja fermentacije različitih bakterijskih vrsta (Fitzgerald i Murray, 2006).

Bioaktivni peptidi dobiveni iz mlijeka su tvari koje pozitivno utječu na zdravlje. Hrana koja sadrži bioaktivne peptide smatra se funkcionalnom hranom jer smanjuje posljedice kroničnih bolesti kao što su dijabetes, pretilost i kardivaskularne bolesti. Peptidi imaju antimikrobna, imunomodulatorna, antioksidativna, antitrombotička svojstva, inhibitorno djeluju na enzime te antagonistički djeluju protiv različitih toksina. Većina peptida koji reguliraju imunološke, gastrointestinalne, hormonske i neurološke reakcije igraju ključnu ulogu u prevenciji raka, osteoporoze, hipertenzije i drugih bolesti (Mohanty i sur, 2015).

Aktivnost peptida se temelji na sastavu i redoslijedu aminokiselina. Veličina bioaktivnih peptidnih sekvenci koje imaju multifunkcionalna svojstva građene su od dvije do dvadeset aminokiselinskih ostataka. Biološki aktivni peptidi definiraju se kao fragmenti koji su inaktivni, ali kada se oslobode djelovanjem proteolitičkih enzima, mogu djelovati s odabranim receptorima i regulirati tjelesne fiziološke funkcije. Neki peptidi (antibakterijski, imunomodulatorski, antihipertenzivni i opoidni) se oslobađaju od kazeina i proteina sirutke probavom. Neke BMK poput *Lactococcus lactis* i *Lactobacillus helveticus* omogućavaju oslobađanje bioaktivnih peptida procesom fermentacije. Najčešći način oslobađanja bioaktivnih peptida je putem enzimatske hidrolize molekule proteina(Mohanty i sur, 2015).

Mnogi sojevi BMK, sami ili u kombinaciji sa *Saccharomyces cerevisiae* se koriste za proizvodnju jogurta koji sadrži peptide koji inhibiraju angiotenzin konvertirajući enzim (engl. *angiotensin converting enzyme*, ACE). Jogurti koji sadrže sojeve *Lactobacillus helveticus* CPN4, R211, R389 i LP01; *Enterococcus faecalis* CECT5827, 5727, 5826 i 5728; *Lactobacillus rhamnosus* CECT287, LP09 i LP17; *Lactobacillus acidophilus* LP18, LP20, LP24 i LP28, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* LP25 sadrže inhibitorne peptide ACE. Angiotenzin konvertirajući enzim također nastaje tijekom fermentacije proteina sirutke, dok je prisutan *Kluyveromyces marxiams* var. *marxiams* 28244. Jogurt koji je proizveden korištenjem kulture koja sadrži bakterije *Lactobacillus casei* TCM0409 i *Streptococcus thermophilus* TCM1543 ima hipotenzivno djelovanje na ljudski organizam. Isto djelovanje ima jogurt proizveden korištenjem kulture koja sadrži *L.casei* Shirota i *L. lactis* YIT2027, koje sadrži γ-aminomaslačnu kiselinu što je jedan od najvažnijih neurotransmitera u središnjem živčanom sustavu sisavaca (Fitzgerald i Murray, 2006).

Bioaktivni peptidi s antimikrobnim svojstvima inhibiraju mnoge gram pozitivne i gram negativne bakterije uključivo *Escherichia coli* MTCC82, *Aeromonas hydrophila* ATCC7966, *Salmonella typhi* MTCC3216, *Bacillus cereus* ATCC10702, *Salmonella typhimurium* SB300, *Salmonella enteritidis* 125.109, *Staphylococcus aureus* MTCC 96 te kontroliraju mnoge mikrobne infekcije. Na sličan način kaseicidin pokazuje antimikrobno djelovanje prema *Staphylococcus* spp., *Sarcina* spp., *Bacillus subtilis*, *Streptococcus pyogenes* Kationski fragment kazeina kakaseicidin-I može inhibirati rast *E.coli* i *S. carnosus*, kao i peptidi f183-207 i f164-179, također izolirani iz istog kazeina, mogu inhibirati patogene. Laktoferampin, izoliran kao fragment iz laktoferina pokazuje inhibitorno djelovanje prema *Streptococcus mutans*, *E. coli*, *B. subtilis* i *Pseudomonas aeruginosa*. Istracidin, fragment α_{S2}-kazeina, ima jaki zaštitni učinak protiv *S. aureus*, *S. pyogenes* i *Listeria monocytogenes*. Glikomakropeptidi (GMP) i kaseinomakropeptidi (CMP) nastaju cijepanjem kazeina kimozinom. CMP mogu imati inhibitorno djelovanje protiv *S.mutans* i *E. coli*, dok GMP modulira crijevnu mikrobnu populaciju. Isfracidin i laktofericin su učinkoviti protiv *Candida albicans*. Laktoferin pokazuje antibakterijsko djelovanje protiv mnogih patogenih mikroorganizama *in vivo,* npr. *Clostridium perfringens, Candida albicans, Haemophilus influenzae, Helicobacter pylori*, *L. monocytogenes, Pseudomonas aeruginosa, Salmonella enteritidis, S. aureus*, *Vibrio cholerae*, a antivirusnu aktivnost pokazuje protiv uzročnika bolesti hepatitisa C, HIV-1, dječje paralize, dječje dijareje i herpesa (Mohanty i sur, 2015).

Glikopeptidi, hormoni i peptidni fragmenti imunoglobulina se smatraju imunomodulacijskim peptidima koji reguliraju imunološke funkcije. Peptidi β-kazeina iz kravljega mlijeka vrše fagocitozu u ljudi i inhibiraju infekciju *Klebsiella pneumoniae* kod miševa. Citomodulatorni peptidi kazeina mogu inhibirati rast stanica raka stimulacijom stanica imunonološkog sustava. Peptidi κ-kazeina i α-laktalbumina se koriste u imunološkim terapijama ljudi zaraženim HIV virusom. Kazeinomakropeptidi promiču rast bifidobakterija i laktobacila

Angiotenzin konvertirajući enzim (ACE) ili peptidil-di-peptidaza je enzim koji ima sposobnost cijepati kraj karboksi-terminalnog dijela supstrata koji regulira povećanje krvnog tlaka prevođenjem angiotensin I u aktivni peptid angiotensin II. To potiče otpuštanje aldosterona, te koncentracija natrija raste što uzrokuje porast krvnog tlaka. Antihipertenzivni peptid može inhibirati ACE da povećava krvni tlak. Angiotenzin konvertirajući enzim inhibitori su dipeptidi i tripeptidi koji sadrže prolin,

lizin ili arginin u C-terminalnom kraju. Bioaktivna aminokiselinska sekvenca koja pokazuje antihipertenzivnu aktivnost je izolirana iz kravljeg i ženinog mlijeka.

Opoidni peptidi su ligandi opoidnih receptora, koji su prisutni u endokrinom, živčanom, imunološkom i gastrointestinalnom sustavu sisavaca. U interakciji s endogenim ligandima mogu utjecati na središnji ili periferni živčani sustav, gdje su centri za hipotenziju, gubitak apetita, promjene tjelesne temperature i promjenu seksualnog ponašanja. Endogeni opoidni peptidi mogu regulirati rast i funkciju stanica uključenih u središnjem živčanom sustavu, dok se b-kazomorfini transportiraju kroz mukozne membrane novorođenčadi koja regulira fiziološke reakcije koje utječu na spavanje kod djece. B-kazomorfini utječu također na transport elektrolita, sekreciju inzulina i apsorpciju hrane.

Neki peptidi mlijeka imaju regulatornu ulogu u oksidativnom metabolizmu što je važno za opstanak stanica i uzrokuje oksidativne promjene proizvodnjom slobodnih radikala. Kada višak slobodnih radikala bude otpušten oni oksidiraju stanične proteine, lipide membrane, DNK i enzime koji uzrokuju zatvaranje staničnog disanja, što dovodi do bolesti, ateroskleroze, dijabetesa, reumatidoidnog artritisa, te ako dođe do oksidativnog oštećenja DNA do raka. Antioksidativni peptidi su građeni od pet do jedanaest hidrofobnih aminokiselina uključujući sekvencu građenu od prolina, histidina, tirozina i triptofana. Djeluju tako da onemogućuju stvaranje ili aktivnost slobodnih radikala, te inhibiraju enzimatsku i neenzimatsku peroksidaciju lipida (Mohanty i sur., 2015).

Tablica 10. Biološki aktivni proteini i peptidi u kravljem mlijeku

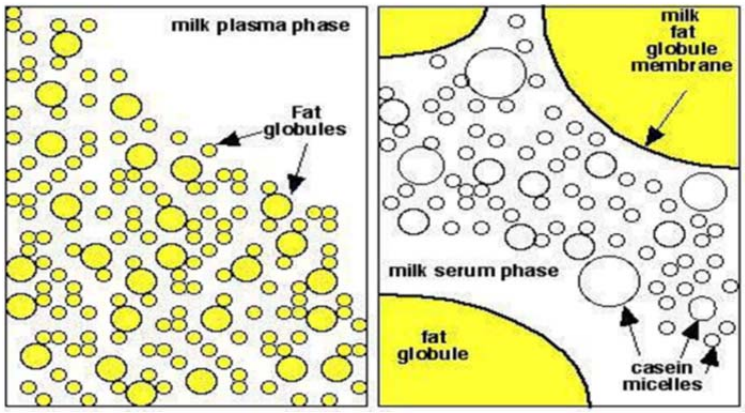
Naziv	Ishodna bjelančevina	Biološka uloga
Ukupni kazeini	-	Nosač iona (Ca^{2+}, PO_4^{3-}, Fe^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+})
Kazomorfini	α-, β-kazein	Agonisti opioida
Kazokinini	α-, β-kazein	Antihipertenziv
Kazoksini	κ-kazein	Antagonist opioida
Kazoplatelini	κ-kazein, transferin	Antitrombotična
Imunopeptidi	α-, β-kazein	Imunostimulansi
Kazeinofosfopeptidi	α-, β-kazein	Nosač minerala
α-laktorfin	α-laktalbumin	Agonist opioida, inhibicija ACE*; nosač Ca, imunomodulirajući, antikan-cerogeni
β-laktorfin	β-laktoglobulin	Agonist opioida, inhibicija ACE*; veže masne kiseline, antioksidans, nosač retinola
β-laktotensin	β-laktoglobulin	Kontrakcija ileuma
Serorfin	Goveđi serumski albumin	Opioid
Albuntenzin A	Goveđi serumski albumin	ACE* inhibitor, kontrakcija ileuma
Laktoferoksini	Laktoferin	Antagonist opioida
Laktofericin	Laktoferin	Antimikrobna

(Izvor: Marenjak i sur. 2006.)

5.3. Bioktivni lipidi

Mliječna mast se zbog svoje hranjive vrijednosti, fizikalnih i senzornih svojstava važnih za sve mliječne proizvode smatra najvažnijom komponentom mlijeka. Premda bez nekog određenog okusa, mliječna mast mliječnim proizvodima daje bogat okus i glatkoću strukture (Samaržija, 2015d). U mlijeku se mliječna mast nalazi u obliku mliječnih kapljica-globula (Slika 10), koje se većinom sastoje od

nepolarnih lipida okruženih membranom globule koja je građena od polarnih mliječnih lipida (fosfolipida i sfingolipida) i kolesterola (Tunick i Hekken 2014).

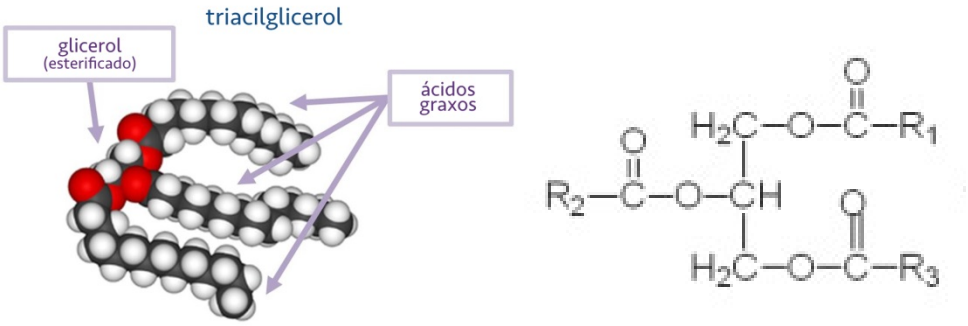


Slika 10. Masne globule (Izvor: http://www.hmu.hr/attachments/223_DELA%C5%A0_Nutritivne%20vrijednosti%20masno%C4%87a%20u%20mlijeku.pdf)

Za dobro funkcioniranje humanog organizma posebno značenje ima membrana masne globule (MMG) koja predstavlja jedinstveni biofiziološki koloidni sustav u prirodi. Unutarnji sloj membrane je formiran kao endoplazmatski retikulum i okružen membranom građenom od fosfolipida, kolesterola i proteina koji potječu iz epitelnih stanica mliječne žlijezde (Gordon, 2013). Glicerofosfolipidi i sfingolipidi membrane globule sadrže nezasićene masne kiseline, oleinsku ($C_{18:1}$), linolnu ($C_{18:2}$), arahidonsku ($C_{20:4}$) i linolensku ($C_{18:3}$) ili omega-3 masne kiseline. Proteine membrane globule čini oko 40 različitih proteina, od kojih su mnogi glikoproteini. Glavni su glikoproteini membrane globule butirofilin, redoks enzim ksantin oksidaza/dehidrogenaza, i mucinu slični glikoproteini, laktdeherin i glikolizirani CD36 protein. Od neglikoproteina, membrana globule sadržava najviše adipofilin i proteine koji u svojoj strukturi sadrže masne kiseline. Osim polarnih lipida i proteina, na MMG su vezani i važni minerali mlijeka poput bakra i željeza, kobalta, mangana, molibdena i cinka. Također, vezani su i vitamini topljivi u mastima (A, D, E, i K) i karotenoidi i različiti enzimi (Samaržija, 2015a).

Lipidi mlijeka sadrže niz biološki aktivnih tvari, sa svojim pozitivnim, ali i negativnim učincima. S vremenom je mliječna mast postala upitan sastojak u prehrani zbog većeg udjela zasićenih masnih kiselina u odnosu na nezasićene, osobito višestruko nezasićene masne kiseline (Marenjak i sur., 2006).

Triacilgliceroli (slika 11.) su organske molekule građene od 3 masne kiseline esterificirane na glicerol. S obzirom da postoji 400 različitih masnih kiselina koje mogu biti u sastavu triacilglicerola, broj različitih molekula triacilglicerola prelazi sto tisuća (Gordon, 2013).



Slika 11. Triacilglicerol

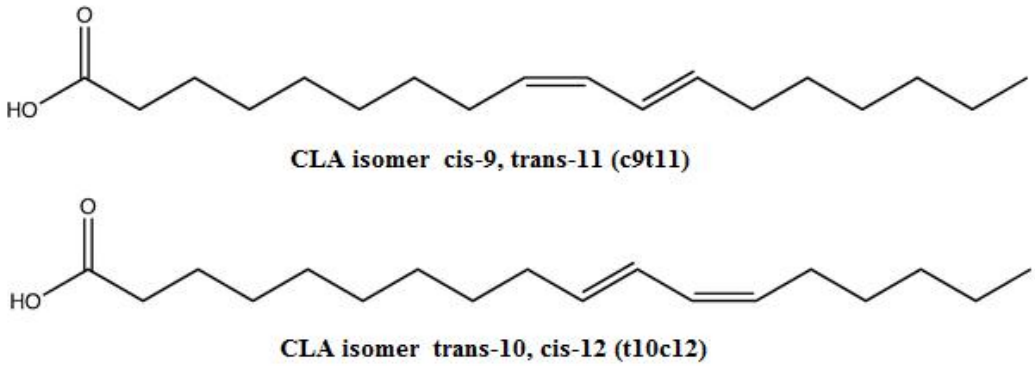
(Izvori: http://brasilescola.uol.com.br/upload/conteudo/images/triacilglicerol.jpg http://falaquimica.com/wp-content/uploads/2014/09/triacilglicerideos.001.jpg)

Veća probavljivost mliječne masti sadržane u jogurtu posljedica je oslobađanja esterskih vezova iz membrana globula mliječne masti tijekom fermentacije. Zbog izmijenjene membranske strukture masne globule, jogurtu u usporedbi s mlijekom tako sadrži veći udjel slobodnog lecitina (fosfolipida). Lecitin je ključni spoj u metabolizmu masti u jetrima i održavanju fiziološke razine kolesterola u krvi. Bolja probavljivost mliječne masti zahvaljuje se i većem udjelu kratkolančanih masnih kiselina (manje od 6 ugljika) i srednjelančanih masnih kiselina (od 6 - 10 ugljika) u triacilglicerolima membrana masnih globula. Srednjelančane masne kiseline reguliraju razinu masti u krvi, reguliraju tjelesnu težinu, smanjuju tjelesne masne naslage. U organizmu mogu ublažiti intestinalne ozljede i štititi jetra od hepatotoksičnosti. Ukupna koncentracija slobodnih masnih kiselina u jogurtu proizvedenom od kravljeg mlijeka je približno 2500 µg/g , a u jogurtu proizvedenom od ovčjeg mlijeka 4900 µg/g masti. Korištenjem termofilne kulture (jogurt, probiotički

jogurt) koncentracija laurinske ($C_{12:0}$), miristinske ($C_{14:0}$), palmitinske ($C_{16:0}$), stearinske ($C_{18:0}$) i oleinske ($C_{18:}1$) viša je u odnosu na proizvode proizvedene mezofilnom kulturom (kiselo mlijeko, kefir). Međutim, kiselo mlijeko i kefir sadrže višu koncentraciju octene ($C_{2:0}$) i maslačne ($C_{4:0}$) kiseline, čija je funkcija u organizmu dokazano zaštitna (Samaržija, 2015a).

5.3.1. Biološko aktivne tvari u mliječnoj masti

Mliječna mast je izrazito raznovrsna s obzirom na udio i sastav masnih kiselina. Neke od njih, ponajprije jednostruko i višestruko nezasićene masne kiseline, posjeduju biološki aktivne učinke. Tu ubrajamo oleinsku kiselinu (C 18:1 *n*-9) i njezine izomere, različite izomere linolne kiseline (C 18:2 *n*-6), α-linolensku (C 18:3 *n*-3), eikozapentaensku (C 20:5 *n*-3) i dokozaheksaensku (22:6 *n*-3) kiselinu. Međutim, dokazano je da i neke niže masne kiseline, kao što je maslačna kiselina, pokazuju pozitivne biološke učinke. Maslačna kiselina (C 4:0) ima inhibirajući učinak na rast neoplastičnih stanica, odnosno razvoj tumora. Najistaknutiji utjecaj maslačne kiseline je u prevenciji karcinoma kolona i rektuma, te usporava stanični ciklus neoplastične stanice i potiče terminalnu diferencijaciju, izazivajući apoptozu. (Marenjak i sur., 2006).

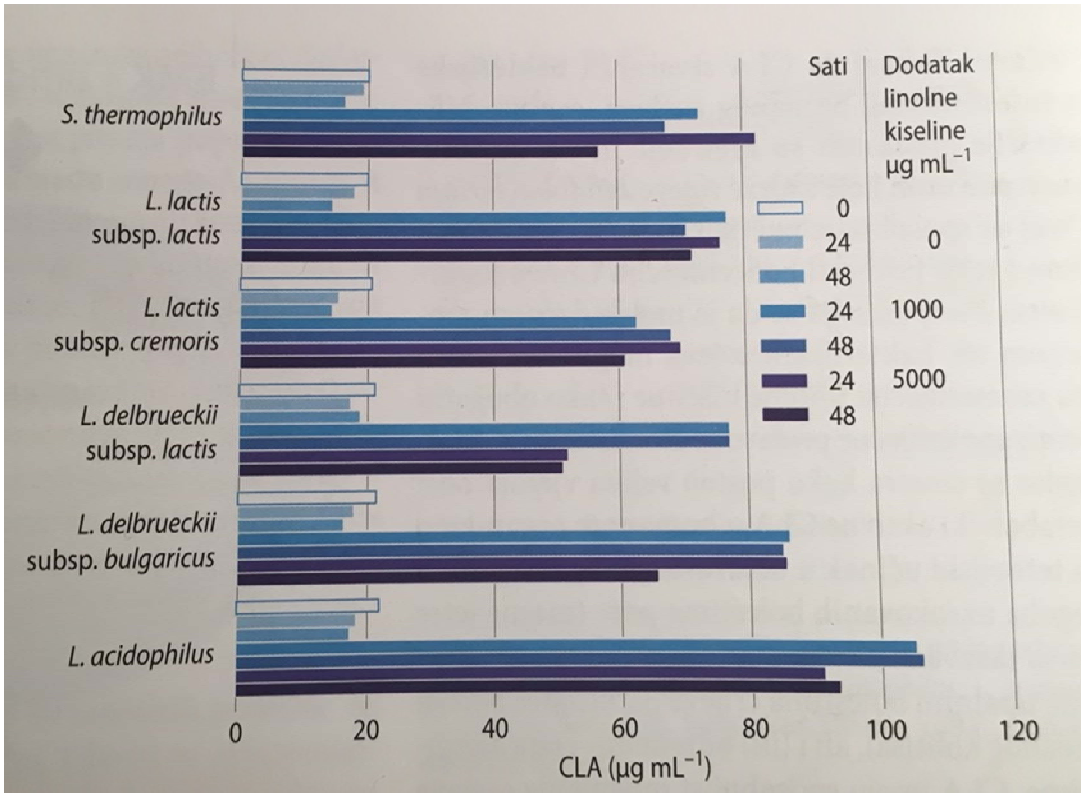


Slika 12. Konjugirana linolna kiselina
(Izvor: *https://examine.com/supplements/conjugated-linoleic-acid/*)

Jogurt sadrži konjugiranu linolnu kiselinu (CLA- conjugated linoleic acid) ili omega-3,6,9 masne kiseline (slika 12.) koja ima pozitivan utjecaj na ljudsko zdravlje.

U jogurtu BMK i bifidobakterije koje se koriste u sastavu kultura, poput buražnih bakterija, imaju sposobnost formiranja CLA iz slobodne linolne kiseline. Zbog toga se neovisno o udjelu mliječne masti u mlijeku udjel ukupnih CLA u jogurtu dodatno povećava prosječno 0,9 - 1,6 µg/g (Samaržija, 2015a). Prema istraživanjima koja su provedena na životinjama CLA je antikancerogena, snižava lipide u krvi te smanjuje tjelesnu težinu. (Gordon, 2013). Također, postoji velika vjerojatnost da metabolički aktivne CLA u humanom organizmu imaju terapijski učinak u ublažavanju metaboličkih tegoba uzrokovanih bolestima jetara (masne jetre koje nisu izazvane alkoholom), kroničnim autoimunim upalnim bolestima crijeva (Chronove bolesti i ulceroznog kolitisa), ali i određenih vrsta alergija.

BMK i bifidobakterije koje se koriste u sastavu kultura za proizvodnju jogurta imaju sposobnost formiranja CLA iz slobodne linolne kiseline. Zbog toga se prije fermentacije u mlijeko dodaje 0,1% slobodne linolne kiseline da bi povećanje koncentracije CLA bilo i do 3 µg/g. Od ukupnih CLA povećanje *cis*-9, *trans*-11 CLA inducirano dodatkom slobodne linolne kiseline potvrđeno je za 6 bakterijskih vrsta BMK (*S.thermophilus*, *L.lactis* subsp.*lactis*, *L.lactis* subsp.*cremoris*, *L.delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L.delbrueckii* subsp. *lactis* i *L.acidophilus*) koje čine uobičajeni sastav kultura. Pokus je proveden tako da su istraživane bakterijske vrste inokulirane u mlijeko pripravljeno od 120 g/L obranog mlijeka u prahu u koji nije dodana linolna kiselina ili je dodana u koncentraciji od 1000 i 5000 µg/mL. Uzroci mlijeka, ovisno o bakterijskoj vrsti, inkubirani su na temperaturi od 26 ili 37°C/24-48 sati. Najznačajnije povećanje koncentracije *cis*-9, *trans*-11 CLA (21,5-107 µg/mL) nakon fermentacije od 24 sata utvrđeno je za slučajeve ako je linolna kiselina dodana u koncentraciji od 1000 µg/mL (Samaržija, 2015a). Izmjerene koncentracije *cis*-9, *trans*-11 CLA za šest testiranih bakterijskih vrsta prikazane su na slici 13.

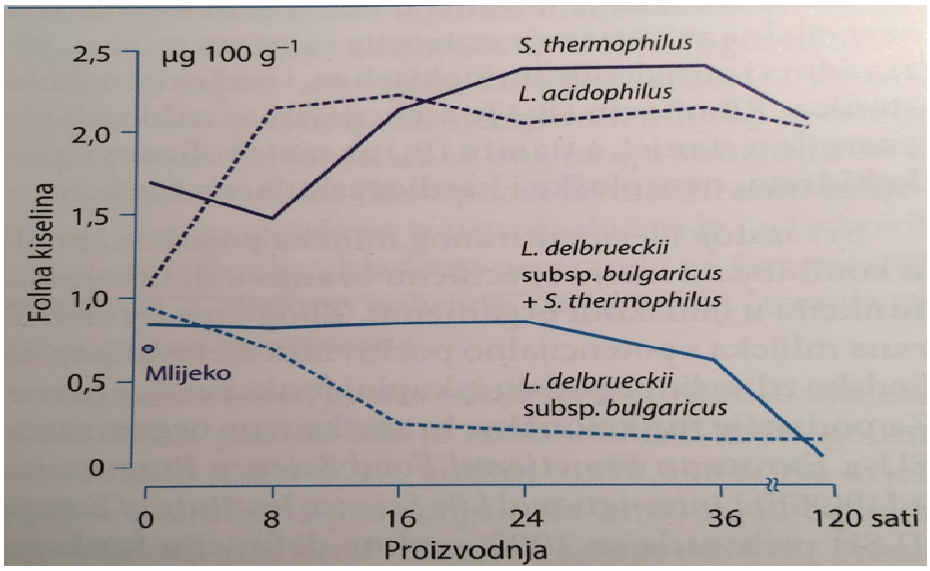


Slika 13. Koncentracija konjugirane linolne kiseline (CLA) u µg/mL u jogurtu nakon dodatka linolne kiseline mlijeku u koncentraciji od 1000 i 5000 µg/mL ovisno o korištenoj vrsti bakterija mliječne kiseline (Izvor: Samaržija, 2015a)

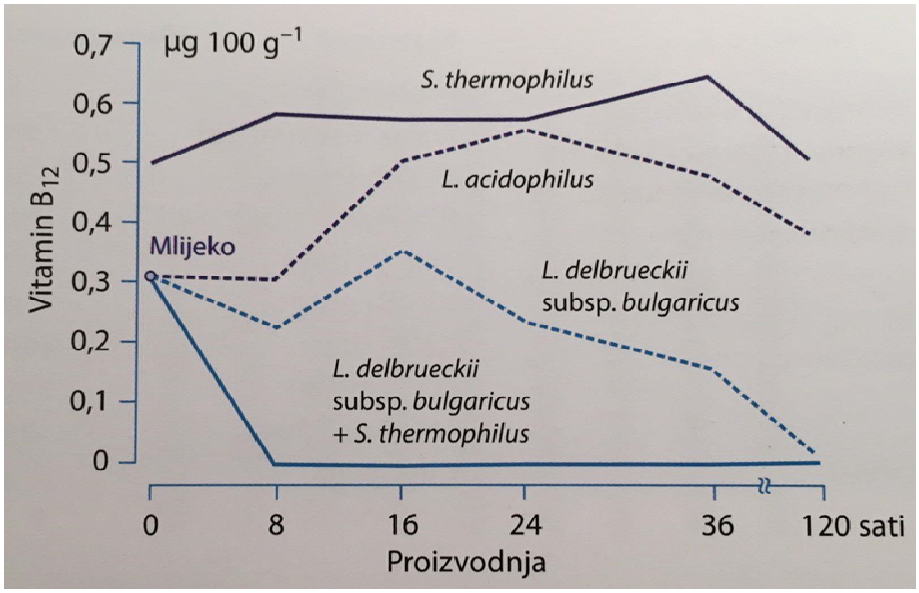
5.4. Vitamini i minerali

Na koncentraciju vitamina u jogurtu negativno utječu tehnološki procesi proizvodnje pasterizacija i ultrafiltracija. Bakterijske kulture koje se koriste tijekom fermentacije mogu utjecati na količinu vitamina u jogurtu. Neke BMK zahtijevaju vitamine B-skupine za rast, ali neke kulture imaju sposobnost sinteze B vitamina . Određeni bakterijski sojevi koriste određeni B vitamin za rast. Vitamin B_{12} je jedan od primjera vitamina kojeg BMK iskorištavaju. Značajan gubitak vitamina B_{12} se nadoknađuje pažljivim korištenjem dopunskih kultura koje imaju sposobnost sinteze tog vitamina. Folat je primjer B vitamina kojeg BMK sintetiziraju. Ovisno o korištenoj kulturi, sadržaj folata u jogurtu može varirati u rasponu od 4-19 g/100g. *S.thermophilus* i bifidobakterije su proizvođači folne kiseline, dok ih laktobacili iskorištavaju iz mlijeka (Adolffson i sur, 2004). Klasičan jogurt sadrži do 50% niže koncentracije vitamina piridoksina (B_6), kobalamina (B_{12}), biotina (B_7) i pantotenske kiseline (B_5), ali zato sadrži i do 100% višu koncentraciju folne kiseline (B_9), i veće koncentracije riboflavina (B_2) i tiamina (B_1) u odnosu na mlijeko. Folna kiselina je u humanom organizmu esencijalna za stvaranje eritrocita i sintezu purina, pirimidina i određenih aminokiselina i sudjeluje u diobi stanica. Riboflavin (B_2) je esencijalan za oslobađanje energije u stanici, a tiamin (B_1) za metabolizam ugljikohidrata, neurološke i kardiovaskularne funkcije (Samaržija, 2015a).

Na primjeru bakterija *S. thermophilus, L. acidophilus* i *L. delbrueckii subsp. bulgaricus,* na slikama 14 i 15 prikazane su koncentracije kobalamina (B_{12}) i folne kiseline (B_9) u µg/mL/100 g jogurta.



Slika 14. Koncentracija folne kiseline (B_9) u µg/mL/100 g jogurta nastale metaboličkom aktivnošću bakterijskih vrsta *S.thermophilus, L. acidophilus* i *L.delbrueckii* subsp. *bulgaricus,* (Izvor: Samaržija, 2015,a)



Slika 15. Koncentracija folne kiseline (B_{12}) u µg/mL/100 g jogurta nastale metaboličkom aktivnošću bakterijskih vrsta *S.thermophilus, L. acidophilus* i *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus,* (Izvor: Samaržija, 2015a)

Jogurt u 100 g prosječno sadrži: 48 mg Na, 157 mg K, 120 mg Ca, 12 mg Mg, 92 mg P, 102 mg Cl, i S, Fe, J, Cu, Mn, Co, F, Br i Zn u tragovima, što je ekvivalentno njihovoj koncentraciji u mlijeku (Samaržija, 2015a). Jogurt je odličan izvor kalcija i fosfora. Osigurava biološki raspoloživ kalcij u tipičnoj zapadnoj prehrani. Kalcij i magnezij su u jogurtu prisutni u ionskom obliku. Glavna funkcija kalcija je formiranje i mineralizacija kostiju. Schafsma i sur. (1988) su u svojem istraživanju pokazali da laktoza omogućava lakšu apsorpciju kalcija, magnezija i cinka. S obzirom da jogurt ima manju količinu laktoze, moguće je da će bioraspoloživost ovih minerala biti umanjena, ali je vjerojatnost tome mala. Kiseli pH jogurta ionizira kalcij i time olakšava crijevnu apsorpciju kalcija. Niski pH smanjuje inhibicijski učinak fitinske kiseline na biodostupnost kalcija. Vitamin D igra važnu regulatornu ulogu u crijevnoj apsorpciji kalcija. Kaup i sur (1987.) objavili su da štakori hranjeni jogurtom imaju veći stupanj mineralizacije kostiju nego štakori koji su hranjeni hranom koja sadrži kalcij karbonat. Zaključak je da biodostupnost kalcija iz jogurta je veća te da jogurt može povećati mineralizaciju kostiju (Adolffson i sur, 2004). Koncentracije mineralnih tvari u različitim vrstama jogurta su prikazane u tablici 11.

Tablica 11. Koncentracija mineralnih tvari u različitim vrstama jogurta

Minerali	Lagani jogurt	Lagani jogurt od kozjeg mlijeka	Voćni jogurt	Jogurt sa dodatkom arome i šećera	Jogurt od punomasnog mlijeka
Ca	143,000	112,000	111,000	117,000	126,000
Mg	12,800	13,000	10,000	11,000	12,600
Na	53,200	36,000	35,000	45,000	45,400
K	178,000	159,000	116,000	173,000	186,000
P	99,000	103,000	82,000	89,700	100,000
Zn	0,630	0,400	0,300	0,410	0,420
Mn	0,003	-	0,002	0,002	0,002
Fe	0,130	0,200	0,130	0,050	0,080
Cu	0,020	0,010	0,004	0,007	0,009
Se	1,500	-	1,000	2,200	1,400
I	20,000	-	11,000	-	20,000

(Izvor: Gaucheron, 2013.)

6. PREVENTIVNI I TERAPIJSKI UČINAK

Uspješna primjena probiotičkih jogurta u terapiji određenih humanih bolesti, uključuju sljedeće: (a) adheziju probiotičkih mikroorganizama na humane intestinalne stanice; (b) smanjenje fekalne mutagenosti; (c) poboljšanje konstipacije; (d) proizvodnju bakteriocina; (e) utjecaj na površinski karcinom mjehura; (f) utjecaj na mikrobnu populaciju sline. Rezultati ekstenzivnih istraživanja potvrdili su blagotvorno djelovanje jogurta u slučajevima netolerancije laktoze, infekcija probavnog sustava, viralne dijareje, dijareje uzrokovane antibioticima, u prevenciji i tretmanu putničke dijareje te gastritisa uzrokovanog bakterijom *Helicobacter pylori* (Tamime i sur, 2003).

Tablica 12: Primjeri korisnog djelovanja jogurta na ljudsko zdravlje

Blagotvorni učinak	Mogući mehanizam djelovanja
Poboljšanje tolerancije laktoze	Smanjena koncentracija laktoze u proizvodu, laktazna aktivnost BMK, aktivna laktaza prisutna u proizvodu
Suzbijanje dijareje uzrokovane antibioticima te putničke dijareje	Suzbijanje patogena probiotičkim bakterijama i «biogenima» (mliječna kiselina, laktoferin, laktoperoksidaze), kompetitivna inhibicija, normalizacija intestinalne mikrobne populacije
Suzbijanje gastroenteritičkog rotavirusa	Modulacija sastava intestinalne mikrobne populacije, indukcija ekspresije intestinalnog mucin gena, obnavljanje oštećene permeabilnosti epitela, imunomodulacija
Kontrola upalnih bolesti crijeva	Normalizacija intestinalne mikrobne populacije, imunomodulacija koja dovodi do uravnoteženog imuno odgovora, opskrba epitelnih stanica debelog crijeva kratkolančanim masnim kiselinama i vitaminima
Redukcija faktora rizika za nastajanje	Redukcija toksičnih/mutagenih reakcija u crijevima (redukcija aktivnosti fekalnih enzima uključenih u mutagenu aktivaciju i proizvodnju genotoksičnih tvari, opskrba epitelnih stanica debelog crijeva kratkolančanim masnim kiselinama i vitaminima (folati), smanjenje dekonjugacije žučnih soli i njihove sekrecije, poboljšanje nutritivne bioraspoloživosti te antikarcinogena aktivnost sastojaka mlijeka (konjugirana linolna kiselina, bioaktivni peptidi, glutation)

(Izvor: Tamime i sur., 2003.)

Jogurt, kao izvor kalcija, utječe na brži gubitak masnog tkiva i tjelesne težine kod osoba koje su na redukcijskim dijetama (McKinley, 2005). Primjeri korisnog djelovanja na zdravlje čovjeka je navedeno u tablici 12.

6.1. Intolerancija na laktozu

Tijekom probave laktozu cijepa enzim β-galaktozidaza (laktaza) na glukozu i galaktazu. U većine svjetskog stanovništva, aktivnost laktaze tijekom starenja se smanjuje. Simptomi intolerancije na laktozu su nadutost, bolovi u trbuhu i proljev. Intolerancija na laktozu je metabolički poremećaj koji onemogućava probavu laktoze, zbog nedovoljne proizvodnje β-galaktozidaze (Salam i Rabin, 2013).

Postoji više različitih vrsta intolerancije na laktozu: kongenitalna laktoza intolerancija, sekundarna hipolaktazija i primarna intolerancija laktoze. Kongenitalna laktoza intolerancija prirođena je intolerancija na laktozu. Prenosi se genetski i to samo u slučaju ako oba roditelja pate od kongenitalne intolerancije te je vrlo rijetka Sekundarna hipolaktazija posljedica je bolesti ili ozlijede prilikom kojih dođe do oštećenja crijevnih resica tankog crijeva. Sekundarna hipolaktazija je česta u djece i dojenčadi, a još češća u odraslih. Najčešće je u vezi sa akutnim virusnim gastroenteritisom, osobito izazvanim rotavirusom, koji oštećuje sluznicu crijeva Primarna intolerancija laktoze posljedica je starenja i najčešći je oblik intolerancije na laktozu (Mijić, 2015).

6.2. Prekomjerna tjelesna težina

Broj pretilih osoba se u cijelom svijetu povećava. Pretilost se povezuje s razvojem dijabetesa tipa 2, bolesti srca i krvožilnog sustava, osteoartritisa, nekih vrsta tumora te sa problemima respiratornog sustava.

Presječna studija provedena na 39640 ispitanika portugalske populacije pokazala je da je kod pretilih muškaraca i mlađih žena učestalost konzumacije mlijeka manja nego kod normalno uhranjenih osoba. Interventna studija kojom se ispitivao utjecaj kalcija na kompoziciju tijela mladih žena tijekom dvije godine pokazala je da one žene koje konzumiraju više mliječnih proizvoda imaju manju tjelesnu težinu i količinu masnog tkiva. Povećanje unosa kalcija s 400 na 1000 mg/dnevno kroz konzumaciju dvije čašice jogurta dnevno tijekom godine dana

značajno je doprinjelo smanjenju krvnog tlaka, ali je došlo i do neočekivanog gubitka 4,9 kg masnog tkiva. Kalcij unesen hranom smanjuje razinu paratiroidnog hormona i vitamina D u krvi što smanjuje ulaz kalcija u masne stanice (intracelularni kalcij). To dovodi do promjene metabolizma masne stanice iz lipogeneze (formiranje masti) u lipolizu (razgradnja masti). Pretilost je složena bolest i potrebne su različite strategije za rješavanje problema. Iako je malo vjerojatno da će adekvatan unos mliječnih proizvoda biti magična formula koja će riješiti problem, istraživanja pokazuju da mogu doprinijeti u kontroli tjelesne težine uz kontroliranu dijetu i odgovarajuću tjelesnu aktivnost (Tudor i Havranek, 2009).

6.3. Uloga u prevenciji i terapiji dijareje

Zbog sve većeg onečišćenja okoliša, upotrebe kemijskih dodataka u hrani, čestih internacionalnih putovanja, te načina liječenja antibioticima i zračenjem, može doći do poremećaja u ravnoteži crijevne populacije. Neovisno o uzroku, najčešća posljedica tih poremećaja je dijareja, od koje u svijetu pati približno 4 milijarde ljudi godišnje (Samaržija i sur., 2009). Dijareja može imati dugoročne posljedice, koje se povezuju sa smanjenim psihomotornim i kognitivnim razvojem djece u državama u razvoju. Također može uzrokovati pothranjenost (Keusch i sur., 2006). Liječenje dijareje je tradicionalno bio jedan od glavnih područja primjene probiotika (McKinley, 2005). Dijareja ovisno od dužine trajanja jedne epizode i uzroka, može biti: (i) akutna, (ii) perzistentna i (iii) kronična. Akutna dijareja je u 90% slučajeva uzrokovana infektivnim uzročnicima, traje do dva tjedna. Ostali uzročnici mogu biti netolerancija na hranu, alergija na hranu i reakcija na neke lijekove. Kronična dijareja traje duže od dva tjedna i dovodi do gubljenja do tjelesne težine, dehidracije i deficita nutrijenata. Kronična dijareja može biti infektivna i neinfektivna.

Jogurt može imati ulogu u oporavku od dijareje. Lee i sur. (2012) tvrde da jogurt treba biti prvi izbor u prehrani kod blage do umjerene perzistentne dijareje i kod blage kronične nekomplicirane dijareje bez enteropatije. Jogurt može imati pozitivnu ulogu u prehrambenoj rehabilitaciji kod dijareje, što uključuje blagotvorne učinke na: crijevne funkcije, imunološki odgovor i cjelokupno stanje organizma (Ilić 2015).

6.4. Stimulacija imunosnog sustava

Imunološki sustav ima važnu ulogu u sprečavanju nastanka raznih bolesti, kao što su: infekcije, karcinomi, astma, želučano crijevne bolesti i dr. Crijeva su najveći ljudski organ koji je povezan sa imunološkim odgovorom stoga probiotici mogu utjecati na reakciju imunološkog sustava na strane antigene. Rezultati studija pokazuju da konzumacija jogurta može povećati proizvodnju citokina i antitijela, fagocitoznu aktivnost i proizvodnju T-stanica. Postoje neki dokazi da kod ljudi kojima je na takav način poboljšan imunološki sustav smanjena učestalost pojave karcinoma, gastrointestinalnih poremećaja i alergija (Ilić, 2015).

6.4.1. Antitumorno djelovanje

Antitumorno djelovanje jogurta se najviše istražuje kod karcinoma debelog crijeva. Jogurt ima antiupalna i imunomodulacijska svojstva, te na razini uobičajene crijevne mikrobiote probiotici mogu smanjiti aktivnost crijevnih prokancerogenih enzima. Tumor debelog crijeva je nakon tumora pluća i dojki najučestaliji oblik tumora danas u svijetu. Smatra se da prehrana utječe na razvoj tumora čak 30-60%, i tu se prvenstveno misli na prehranu bogatu namirnicama animalnog podrijetla.

Danas postoji veliki broj dokaza koji pokazuju da uzimanje probiotika, može imati preventivnu ulogu u nastanku karcinoma debelog crijeva. U prilog ovome govore rezultati studije koje su proveli Pala i sur. (2011), u talijanskoj populaciji na 45.241 dobrovoljaca, koja je trajala 12 godina i koja je pokazala da je visok unos jogurta značajno povezan sa smanjenim rizikom od nastanka karcinoma debelog crijeva.

Klinička studija na 40 osoba s povećanim rizikom oboljenja od tumora debelog crijeva pokazala je da povećana konzumacija mlijeka tijekom četiri mjeseca (1300 do 1500 mg kalcija dnevno) značajno smanjuje rast abnormalnih stanica koje prethode tumoru.

Nutrijenti mlijeka s antikancerogenim djelovanjem, odnosno značajnom sposobnošću redukcije biomarkera koji predstavljaju rizik od razvoja tumora debelog crijeva su kalcij, vitamin D, proteini sirutke, konjugirana linolna kiselina, sfingolipidi, maslačna kiselina, laktoza te probiotičke bakterije iz fermentiranih proizvoda

(McIntosh, 2003). Djelovanje kalcija kao komponente mlijeka koja nosi glavno antikancerogeno djelovanje u slučaju tumora debelog crijeva sastoji se u vezanju slobodnih žučnih i masnih kiselina iz crijeva stvarajući netopljive komplekse. Na taj način se smanjuje štetno djelovanje žučnih i masnih kiselina na epitel stanica crijeva, a time i rizik od razvoja tumora (Tudor i Havranek, 2009, Ilić, 2015).

6.5. Učinak na zdravlje kostiju

Redovitom konzumacijom mlijeka tijekom djetinjstva i adolescencije postiže se maksimalana koštana masa, smanjuje se gubitak koštane mase u kasnijoj dobi i prevenira osteoporoza i frakture kostiju. Žene koje su redovito konzumirale mliječne proizvode u preporučenim količinama tijekom djetinjstva imale manje fraktura kostiju prije i nakon puberteta.

Kalcij je glavna mineralna tvar koja utječe na zdravlje kostiju. Čak 224 mg kalcija sadržano je u 200 ml mlijeka. Uz kalcij, proteini, mineralne tvari fosfor, magnezij i kalij, elementi u tragovima (fluor i cink), vitamini D i K, laktoza, lipidi, aminokiseline sa sumporom te bioaktivne komponente mlijeka su bitni za rast i razvoj kostiju. Osim što su ta hranjiva važne gradivne tvari za građu kostiju, neke od njih bitne su i za koordinaciju hormona i enzima koji sudjeluju u regulaciji metabolizma kostiju (Tudor i Havranek, 2009). Funkcije pojedinih hranjiva mlijeka u metabolizmu kostiju prikazane su u tablici 13.

Tablica 13. Komponente mlijeka važne za metabolizam kostiju

Proteini	**Esencijalni za rast, povećavaju razinu IGF-1 u krvi čime se povećava koštana masa i obujam kostiju**
MINERALNE TVARI (Ca, P, K, Mg)	Komponente mineralne faze kostiju; djeluju na razinu paratiroidnog hormona (PTH), vitamina D i kalcitonina; na apsorpciju i ekskreciju ostalih elemenata; djeluju kao kofaktori za enzime i hormone (npr. Mg za PTH)
LAKTOZA	Povećava apsorpciju kalcija
LIPIDI	Osiguravaju energiju i stabilnost stanične membrane
VITAMINI	Vitamin D ima višestruku ulogu u metabolizmu kalcija Vitamin K je kofaktor za osteokalcin Vitamin C je esencijalan za sintezu koštanog matriksa
ESENCIJALNI ELEMENTI U TRAGOVIMA	Flour utječe na mineralnu stabilnost Kofaktori za enzime i hormone – Mg za PTH, Zn za hormon rasta, i za funkciju štitnjače
CITOKINI I BIOAKTIVNE KOMPONENTE	Laktoferin povećava aktivnost osteoblasta Osteoprotegerin, proteini i cistatin C inhibiraju aktivnost osteoklasta i koštanu resorpciju

(Izvor: Havranek i Tudor, 2009)

7. ZAKLJUČAK

1. Jogurt, prema nutricionističkim preporukama, može imati važnu ulogu u očuvanju zdravlja i poboljšanju općeg stanja organizma.
2. Jogurt je odličan izvor kalcija, fosfora, riboflavina (B_2), tiamina (B_1) i vitamina (B_{12}) te vrijedan izvor folata, niacina, magnezija i cinka. Proteini jogurta imaju visoku biološku vrijednost, tj. sadrže sve aminokiseline bitne za funkcioniranje organizma. Jogurt daje hranjive tvari u značajnim količinama u odnosu na njegovu energetsku vrijednost i udio mliječne masti. Stoga se jogurt smatra nutritivno bogatom namirnicom.
3. Bioaktivni peptidi imaju sedativno i analgetičko djelovanje te pozitivno utječu na imunološki sustav. Antihipertenzivni peptidi snizuju sistolički i dijastolički krvi tlaku osoba s visokim krvnim tlakom. Antitrombotički peptidi imaju inhibirajući učinak vezanja fibrinogena i trombocita, onemogućavajući stvaranje tromba. Opioidni peptidi pokazuju aktivnost nalik prirodnim opijatima, što uključuje izazivanje sna i ublažavanje boli.
4. Masne kiseline mliječne masti snizuju koncentraciju LDL-kolesterola u krvi. CLA inhibira nastajanje stanica raka, ima antioksidativni učinak, potiče mineralizaciju kostiju i smanjenje tjelesne mase.

8. LITERATURA

Adolffson, O, Meydani, N.S., Russel, R.M. (2004): Yogurt and gut function, American Journal of clinical Nutrition, 80, 245-256.

Alebić, I.J. (2008): Prehrambene smjernice i osobitosti osnovnih skupina namirnica, Medicus, Vol.17, No.1, 37-46.

Antunac, N., Havranek, J. (2013): Kemijski sastav mlijeka, U knjizi: Mlijeko-kemija, fizika i mikrobiologija, sveučilišni udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 3-131.

Božanić T., Tratnik Lj., Drgalić I., (2002): Kozje mlijeko: karakteristike i mogućnosti, Mljekarstvo, 52, (3) 207-237.

Bylund, G. (2003): The chemistry of milk, U knjizi: Dairy processing handbook, Tetrapak, Processing Systems AB, Lund, Sweden, 13-37.

Codex Alimentarius (2003): Codex standard for fermented milks (Codex stand 243-2003), Adopted in 2003, Revision 2008,2010, 1-11.

Colić Barić, I., Šatalić, Z. (2012): Vitamini, Interna skripta Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, 1-86.

Crisa, A. (2013): Milk Carbohydrates and Oligosaccharides, U knjizi: Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health, First Edition, John Weily&Sons Ltd, West Sussex, 129-148.

Fitzgerald, R.J., Murray, B.A. (2006): Bioactive peptides and lactic fermentations, International Journal of Dairy Technology, Vol.59, No.2, 118-125.

Gao, X., Wilde PE., Lichtenstein AH.,Tucker, KL, (2006): Meeting adequate intake for dietary calcium without dairy foods in adolescents aged 9 to 18 years, National

Health and Nutrition Examination Survey 2001-2002, Journal American Diet Association, 106; 1759-1765.

Gaucheron, F., (2013): Milk Minerals, Trace elements and Macroelements, U knjizi: Milk and Dairy Products in Human Nutrition, Production, Composition and Health, urednici Y. W. Park i G.F.W. Haenlein, First Edition, John Weily&Sons Ltd. Sussex, 172-199.

Generalić, E. (2016.): Laktoza *http://glossary.periodni.com/preuzimanje_slike.php?name=laktoza.png&source=laktoza* (pristupljeno 28.03.2016).

Gordon, M.H. (2013): Milk Lipids. Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health, urednici Y. W. Park i G.F.W. Haenlein, First Edition. John Weily&Sons Ltd, Sussex, 65-79.

Ilić, N.(2015): Funkcionalna svojstva jogurta, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu.

Kailasapathy, K., Rypka, S., (1997): *L. acidophilus* and *Bifidobacterium* spp. – their therapeutic potential and survival in yogurt, The Australian Journal of Dairy Technology, 52, 28-35.

Kaup, S. M., Shahani K.M., Amer M.A., Peo, E.R. (1987): Bioavailability of calcium in yogurt, Milchwissenschaft, 42, 513-516.

Keusch, G.T., Fontaine, O., Bhargava A., Boschi-Pinto, C., Bhutta, Z.A. Gotuzzo E., Rivera, J., Chow, J., Shahid-Salles, S., Laxminarayan, R. (2006): Diarrheal Diseases, U knjizi: Diseases Control Priorities in Developing Countries, 2. izd. ured. Jamison, D.T., Breman, J.G., Measham A.R., Alleyne, G., Claeson, M., Evans, D.B., Jha, P., Mills, A., Musgrove, P., Washington (DC), World bank, 371-389.

Kaup, S. M., Shahani K.M., Amer M.A., Peo, E.R. (1987): Bioavailability of calcium in yogurt, Milchwissenschaft, 42, 513-516.

Kim, S-H., Oh, S. (2013): Fermneted Milk and Yogurt, U knjizi: Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health, urednici Y. W. Park i G.F.W. Haenlein, First Edition. John Weily&Sons Ltd. West Sussex, 338-356.

Konjugirana linolna kiselina *https://examine.com/supplements/conjugated-linoleic-acid/* (pristupljeno: 30.05.2016).

Kukovics S., Nemeth T. (2013): Milk Major and Minor Proteins, Polymorphisms and Non-protein Nitrogen, U knjizi: Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health, First Edition, urednici Y. W. Park i G.F.W. Haenlein, John Weily&Sons Ltd, 80-110.

Lee, K.S., Kang, D.S., Yu, J., Chang, Y.P., Park, W.S. (2012): How to Do in Persistent Diarrhea of Childreen: Concepts and Treatments of Cronic Diarrhea, Pediatric Gastroenterology Hepatology & Nutrition 15(4), 229-236.

Lourens-Hattingh, A., Viljoen, B.C.,(2001): Yogurt as probiotic carrier food, International Dairy Journal 11, 1-17.

Marenjak, T.S., Poljičak-Milas, N., Delaš, I. (2006): Biološki aktivne tvari u kravljem mlijeku i njihov učinak na zdravlje, Mljekarstvo, 56(2), 119-137.

Martinez-Gonzales, M.A., Sayon-Orea, C., Ruiz-Canela, M., de la Fuente C., Gea A.,Bes-Rastrollo, M.(2014): Yogurt consumption and overweight/obesity, Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 1189-1196.

Masne globule *http://www.hmu.hr/attachments/223_DELA%C5%A0_Nutritivne%20vrijednosti%20masno%C4%87a%20u%20mlijeku.pdf* (pristupljeno 13.04.2016).

McIntosh, G. (2003): Dairy foods and colon cancer prevention, The Australian Journal of Dairy technology, 58, 140-143.

McKinley, M. (2005): The Nutrition and health benefits of yoghurt. International Journal of Dairy Technology, Vol 58, No 1, 1-12.

Mijić, D. (2015): Intolerancija na laktozu, završni rad, Sveučilište J.J.Strossmayer Osijek, 1-18.

Morelli, L., (2014): Yogurt, living cultures and gut health, The American Journal of Clinical Nutrition, Volume 99, 1248S-1250S.

Mohanty, D.P., Mohapatra, S., Misra, S., Sahu, P.S. (2015): Milk derived bioactive peptides and their impact on human health – A review, Saudi Journal of Biological Science, 1-7.

Pala, V., Sieri, S., Berrino, F., Vineis P., Sacerdote, C., Palli, D., Masala, G., Panico, S., Mattiello, A., Tumino, R., Giurdanella, M.C., Agnoli, C., Grioni, S., Krogh, V. (2011): Yogurt consumption and risk of colorectal cancer in the Italian European prospective investigation into cancer and nutrition cohort, International Journal of Cancer 129 (11), 2712-2719.

Retinol *http://www.elitedepot.com/Retinol-Products_c_3666.html* (pristupljeno 03.05.2016.)

Rogelj, I. (1998): Istine i zablude o mlijeku i mliječnim proizvodima u prehrani. Mljekarstvo, 48 (3), 143-147.

Salam A.I., Rabin G. (2013): Lactose Intolerance, U knjizi: Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health, First Edition, urednici Young W. Park i G.F.W. Haenlein, John Wiley&Sons, Ltd, 246-260.

Samaržija D., Turdor M., Prtilo T., Dolenčić Špehar I., Zamberlin Š., Havranek J. (2009): Probiotičke bakterije u prevenciji i terapiji dijareje, Mljekarstvo 59 (1), 28-32.

Samaržija, D. (2015a): Značenje fermentiranih mlijeka u proizvodnji i prehrani, U knjizi: Fermentirana mlijeka, sveučilišni udžbenik, D. Samaržija, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 1-27.

Samaržija, D. (2015b): Jogurt i druga fermentirana mlijeka, U knjizi: Fermentirana mlijeka, sveučilišni udžbenik, D. Samaržija, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 207-258.

Samaržija, D. (2015c): Probiotička, prebiotička i simbiotička fermentirana mlijeka U knjizi: Fermentirana mlijeka, sveučilišni udžbenik, D. Samaržija, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 297-328.

Samaržija, D. (2015d): Tehnologija proizvodnje fermentiranih mlijeka, U knjizi: Fermentirana mlijeka, sveučilišni udžbenik, D. Samaržija, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 121-206.

Schaafsma, G. (2008): Lactose and lactose derivates as bioactive ingredients in human nutrition, International Dairy Journal, 18 (5), 458-465.

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

Tratnik, Lj., (2012a): Sirovo mlijeko, u knjizi: Mlijeko i mliječni proizvodi, sveučilišni udžbenik, autori Lj. Tratnik i R. Božanić, urednik Z.Bašić, Hrvatska mljekarska udruga, 19-68.

Tratnik, Lj., (2012b): Fermentirano mlijeko, u knjizi: Mlijeko i mliječni proizvodi, sveučilišni udžbenik, autori Lj. Tratnik i R. Božanić, urednik Z.Bašić, Hrvatska mljekarska udruga, 153-200.

Triacilglicerol *http://falaquimica.com/wp-content/uploads/2014/09/triacilglicerideos.001.jpg* (pristupljeno 13.04.2016).

Triacilglicerol *http://brasilescola.uol.com.br/upload/conteudo/images/triacilglicerol.jpg* (pristupljeno 13.04.2016).

Trodimenzionalna građa κ-kazeina *http://cc.kangwon.ac.kr/~gykim/board/data/board/image17.gif* (pristupljeno 07.04.2016).

Tudor, M., Havranek , J. (2009): Nutritivna i zdravstvena vrijednost fermentiranih mlijeka, Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam, 4(3-4), 85-91.

Tunick, M.H., L.Van Hekken, D. (2014): Dairy Products and Health: Recent Insights. Journal of Agricurtural and Food Chemistry, Pennsylvania, SAD,1-14.

Vitamin D *https://ibhumanbiochemistry.wikispaces.com/C.5.3?responseToken=f69e7521dc4ccd4c3f0c183ba6870d69* (pristupljeno 03.05.2016).

Vitamin K_1 i K_2 *http://images.slideplayer.info/10/2692404/slides/slide_55.jpg* (pristupljeno 04.05.2016).

Vodič za navođenje hranjivih vrijednosti hrane (2013): Ministarstvo Poljoprivrede, 1-24.

Vranešić Bender, D., Krstev, S. (2008): Makronutrijenti i mikronutrijenti u prehrani čovjeka, Medicus, Vol. 17, No 1, 19-25.

Weaver, C.M. (2014): How sound is the science behind the dietary recommendation for dairy?, The American Journal of Clinical Nutrition, Volume 99, No.5(S), 1217S-1222S.

Weerathilake, W.A.D.V., Rasika, D.M.D., Ruwanmali, J.K.U., Munasinghe M.A.D.D (2014): The evolution, processing, varieties and health benefits of yogurt, International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 4, Issue 4, 1-10.

β-laktoglobulin i α-laktoalbumin *http://www.mdpi.com/1996-1944/7/12/7975/htm* (pristupljeno 07.04.2016).