

UNIVERZITET U TUZLI
Tehnološki fakultet
Tuzla

UVOD U BIOLOŠKI AKTIVNE KOMPONENTE HRANE

Modul prvi

**Biološki aktivni sastojci hrane, dodaci prehrani, funkcionalna hrana i
fortifikacija hrane**

-Materijal uz predavanja-

Pripremio:
Prof dr Midhat Jašić

Tuzla , decembra 2010.god

S A D R Ź A J

1.UVOD	4
2. BIOLOSKI AKTIVNI SASTOJCI HRANE	5
2.1.Podjela biološki aktivnih sastojaka hrane	6
2.2.Djelovanje BAK-a na pojedine sisteme u organizmu	7
2.3.Hemijski sastav značajnijih biološki aktivnih komponenti hrane	12
2.3.1.Karotenoidi	12
2.3.2.Polifenoli i flavonoidi	17
2.3.3.Fitoestrogeni.....	20
2.3.4.Izotiocijanati, glukozinolati, slobodni steroli i estri sterola	21
2.3.5.Sulfidi-tioli	23
2.3.6.Monoterpeni.....	25
2.3.7.Alkaloidi	25
2.3.8.Glikozidi.....	26
2.3.9.Polioli	27
2.3.10.Sirova biljna vlakna	27
2.3.11.Masne kiseline	28
2.3.12. Enzimi.....	35
2.3.13.Prebiotici i probiotici.....	38
2.4. Biološki aktivni komponent u različitim vrstama hrane	38
2.4.1.Mlijeko i mliječni proizvodi.....	39
2.4.2.Jaja i proizvodi od jaja.....	46
2.4.3.Meso i proizvodi od mesa	46
2.4.4.Žitarice i prerađevine.....	47
2.4.5.Voće i povrće	48
2.4.6.Med i pčelinji proizvodi.....	49
2.4.7.Stimulansi i uživala	54
2.4.8.Gljive	55
2.4.9.Alge ili morske trave	56
3. DODACI PREHRANI	56
3.1.Antioksidansi kao dodaci prehrani	59
3.2. Proteini i aminokiseline kao dodaci	60
3.3.Vitamini kao dodaci prehrani.....	62
3.4.Minerali kao dodaci prehrani.....	62
3.5. Legislativa	62
3.6. Korištenje dodatka prehrani.....	63
3.7. Vrste dodatka prehrani u BiH.....	64
4. FUNKCIONALNA HRANA I FORTIFIKACIJA HRANE	65
4.1. Funkcionalna hrana	65
4.2. Fortifikacija hrane	69
4.3. Dijetetske namirnice	71
4.4. Hrana za posebne prehrambene potrebe	72

1.UVOD

Danas ljudi sve više konzumiraju hranu računajući i na njene sastojke koji se nalaze u malim količinama, a koji mogu imati povoljan utjecaj na zdravlje. Takve sastojke nazivamo biološki aktivne komponente hrane. Kvalitet ovih supstanci ne mjeri se njihovom količinskom zastupljenosti, nego razinom sposobnosti da tokom svoje biološke aktivnosti mogu neutralizirati utjecaje štetnih tvari u ljudskom organizmu.

Sve biološki aktivne komponente se međusobno razlikuju kako po hemijskoj strukturi tako i po funkciji u organizmu. U neke od ovih sastojaka ubrajaju se vitamini i minerali, karotenoidi, fenolni spojevi, flavonoidi, fitosteroli, izoflavoni, enzimi, tanini, glikozidi, alkaloidi, i druge. Sve ove supstance, unesene u adekvatnim količinama, mogu povoljno uticati na zdravlje, na različite sisteme u organizmu kao što su gastrointestinalni, kardiovaskularni, endokrini, nervni, imuni i drugi.

Poznavanje svojstava hrane, naročito hemijskog sastava, strukture makro, mikronutrijenata i biološka aktivnih sastojaka, omogućava prepoznavanje potreba za hranom tačno određenog tipa korisnika kao što su: trudnice, dojilje, adolescenti, starije osobe, bolesnici, sportaši, vojnici, menadžeri i druge populacijske grupe. S druge strane ovi sastojci hrane mogu da utiču na tokove prevencije i liječenja mnogih bolesti kao što su suvremene bolesti metaboličkog sindroma, raka odnosno na bolesti koje su uzrokovane suficitranošću ili deficitarnošću nutrijenata u ishrani. Tako su danas prepoznate namirnice koje u sebi sadržavaju protektivne faktore (mlijeko, probiotici, sirutka, bijelo pileće meso, meso ribe i omega-3 masne kiseline, jetra, tamnozeleno i žuto povrće, citrusno voće, kruh od cijelog zrna, itd.). Poznavanje izbora pojedinih namirnica na osnovu sastojaka koji su preporučeni i koji nisu dozvoljeni za određene osobe omogućava, naprimjer, formulacija hrane za različite metaboličke poremećaje. Tako se iz prehrane mogu isključiti samo sastojci koji u određenom slučaju smetaju (fenilketonurija, glutenska enteropatija, netolerancija na laktozu i fruktozu itd.). Primjerice kod fenilketonurije daje se sve osim fenilalanina, kojeg organizam zbog poremećaja ne može prihvatiti.

Smatra se da se bioaktivne tvari najvećim dijelom nalaze u biljkama (voće, povrće, žitarice). Neke od njih, kao što su probiotici, konjugovana linolenska kiselina, omega-3 masne kiseline i bioaktivni peptidi nalaze se u animalnim proizvodima, kao što su mlijeko, mliječni proizvodi i riba.

Primjena dijetoterapije i nutritivnih modifikacija kod mnogih je bolesti presudna za tok i ishod bolesti.

Posljednjih desetljeća na tržištu se pojavio veliki broj posebno dizajniranih prehrambenih proizvoda i dodataka hrani koji su sve popularniji kako na Zapadu tako i kod nas. Interes za takvu hranu koja je u stvari negdje na granici između hrane i lijeka je ogroman, zbog sve boljeg shvatanja veze između ishrane, zdravlja i bolesti.

Tako nutritivni atributi kvaliteta hrane postaju sve zahtjevniji, pa se razvija dijetetska hrana, hrana za trudnice i dojilje, dječija hrana, hrana za starije osobe, hrana za žene u menopauzi, hrana za menadžere, hrana za sportaše, ali i različiti dodaci prehrani i funkcionalna hrana i sl. Osim nutrijenata ove vrste hrane zahtijevaju i prisustvo biološki aktivnih komponenti.

2. BIOLOŠKI AKTIVNI SASTOJCI HRANE

Hrana se sastoji od velikog proja poznatih i nepoznatih prirodnih biološki aktivnih sastojaka, koji mogu pridonijeti unapređenu zdravlja. Biološki aktivni sastojci u hrani najčešće su definirani kao prirodni nenutritivni sastojci hrane koji imaju povoljno učinke na zdravlje ako se konzumiraju u adekvatnim količinama. Pojam biološka aktivnost se može odnositi i na štetne učinke na zdravlje, a onda govorimo o toksičnosti tih sastojaka. U posljednjih nekoliko godina je objavljen veliki broj podataka, koji se odnose na prirodu i fiziološko djelovanje biološki aktivnih komponenti iz namirnica biljnog (žitarice, uljarice, voće, povrće i začini) i animalnog porijekla (proizvoda od mlijeka, jaja, mesa i ribe) kao i iz mikroorganizma (funkcionalne mikrobnе kulture).

Za razumijevanje utjecaja biološkiaktivnih komponenti iz hrane treba imati na umu Paracelsusovu tvrdnju: Sve stvari su otrov i ništa nije otrov, samo doza određuje nešto što neće biti otrovno. Konzumiranje određenog sastojka hrane može imati štetne učinke po zdravlje, a posebno onih koji imaju veću biološku aktivnost u metaboličkim procesima u ljudskom organizmu. Zbog toga za većinu nutrijenata postoje preporučeni (RDA¹) i referentni (DRI²) dnevni unosi, kao i maksimalne granice unosa (UL³). Zbog toga je i za biološki aktivni sastojak hrane važna količina, jer prekomjerne količina mogu stvoriti suprotan efekat od željenog. Zbog toga valja uzeti u obzir i aspekte načina prehrane, kao dio životnog stila u postupcima ocjene potreba unosa hrane koja sadži određene biološki aktivne komponente.

Sam termin biološki aktivni sastojak hrane se odnosi najčešće na spojeve koji nemaju nutritivnu vrijednost, već imaju funkcionalna svojstva u organizmu i djeluju kao pomoćna sredstva u preveniranju i liječenju bolesti. Brojne biljne vrste sadrže supstance koje imaju uticaja na zdravlje organizma. Tako naprimjer najčešće pominjani nenutritivne biološki aktivne komponente su sulforafan, indol i karabinol u brokuli; likopen u paradjzu i lubenici; beta karoten u mrkvi, marelici, i breskvama, lutein u kukuruzu; alicin u češnjaku, kvercetin u luku, elaginska kiselina u jabukama, genistein u soji, kapsaicini i karotenoidi u ljutim paprikama; katehini u zelenom čaju. Navedeni spojevi se ne svrstavaju u nutrijente, ali imaju značajnu ulogu u prehrani, upravo zbog izražene zaštitne funkcije. Za ove spojeve još ne postoje RDA i DRI prporuke, nego je u brojnim prehrambenim vodičima i dijetama ukazano na značaj njihove konzumacije.

Međutim, za mnoge nutritivne stvari, kao što su omega masne kiseline, esencijalne masne kiseline, mnoge amino kiseline, vitamini, minerali su poznati efekti njihovog konzumiranja u prevenciji i tretmanu određenih bolesti. Ipak, mnogi mehanizmi preko kojih nenutritivne, a dobrim dijelom i nutritivne bioaktivne komponente hrane utiču na zdravlje još uvijek nisu dovoljno istraženi.

Biološki aktivni sastojci hrane su fiziološki aktivni konstituenti u hrani ili dodacim prehrani koji potječu iz biljnih i životinjskih izvora, a uključuju i nutritivne sastojke koji su pokazali da imaju korisnu ulogu u prevenciji bolesti i očuvanja zdravlja⁴.

Kliničke studije kao i dubra dijetetska praksa, pokazuju da tačno određene komponente iz hrane imaju potencijal u smanjenju rizika od nekih bolesti, kao što su bolesti probavnog sistema, metaboličkog sindroma, kancera, osteoporoze, upale i drugih hroničnih bolesti. Tako u kardiovaskularnim bolestima, izoflavoni mogu smanjiti kruženje lipoproteina niske gustoće plazmom, sirova vlakna mogu vezati holesterol u gastrointestinalnom traktu i tako smanjiti apsorpciju holesterola, a time i nivo holesterola u krvi. Poseban značaj imaju antioksidansi koji eliminiraju uticaj

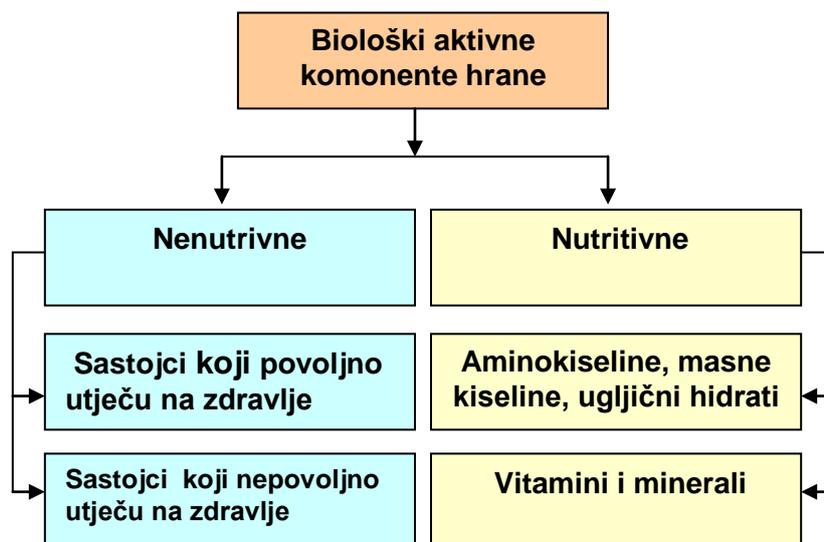
¹ Eng. Recommended Dietary Allowances- RDA ili preporučeni dnevni unosi nutrijenata (proteini, ugljični hidrati, lipidi, vitamini i minerali)

² Dnevni referentni unos eng Dietary Reference Intakes, DRI) utemeljen na znanstveno potvrđenoj povezanosti unosa nutrijenata i optimalnog zdravlja, te prevenciji kroničnih bolesti u zdravih populacija

³ najveći sigurnosni dnevni unos eng. Tolerable Upper Intake Level ili UL

⁴ Definicija ADA, američke asocijacije za prehranu

slobodnih radikala u organizmu. Neke vrste hrane imaju posebno visoku biološku aktivnost, kao što su kolostrum i sirutka, polen, propolis i matična mliječ, omega 3 esencijalne masne kiseline i druge .



2.1. Biološki aktivni sastojci hrane mogu biti nutritivne i nenutritivne tvari

Visoku biološku aktivnost mogu da imaju fitohemikalije iz voća, povrća i začinskog bilja kao što su hlorofil, karotenoidi, polifenoli, flavonoidi, glikozidi, tanini, alkaloidi, fitosteroli, lignani i drugi.

Biološki aktivne komponente hrane mogu se naći u bilo koji od postojećih regulatornih kategoriju hrane, uključujući i konvencionalnu hranu, dodatke prehrani, neke aditive u hrani, medicinsku hranu, hranu za posebne prehrambene potrebe ili dijetetske prehramben proizvode .

2.1. Podjela biološki aktivnih sastojaka hrane

Biološki aktivne komponente hrane mogu da se dijele prema više kriterijuma: prema hemijskom sastavu, prema porijeklu, prema funkciji djelovanja na određene organe i tkiva u organizmu i prema formi ili prema farmaceutskom obliku ako se konzumiraju kao dodaci prehrani.

Biološki aktivne spojevi hrane mogu biti nutritivnog karaktera kao što su npr. aminokiseline, masne kiseline, neki ugljični hidrati (napr. beta-D-glukani, inozit, sorbitol), vitamini⁵ i minerali te nenutritivnog porijekla kao što su: polifenoli, flavonoidi, klorofil, izotiocijanati, fitoestrogeni glikozidi, alkaloidi, steroli, karoteonoid, i drugi. Vlaknasta struktura, dijetalna odnosno sirova vbiljna vlakna su po dogovoru iz 1993 godine priznata kao hranjiva tvar (nutrijent).

Neke od biološki aktivne komponente hrane prvenstveno djeluju na probavni sistem kao što su dijetalna vlakna, te enzimi u hrani (bromelain, papain, amilaze); neke djeluju na druge sisteme kao što su krvožilni (omega tri masne kiseline, vitamin K, ginko biloba), endokrini (alfalipoična kiselina), nervni sistem (derivati ksantina) itd.

Prema porijeklu biološki aktivne komponente mogu biti: biljnog (karotenoidi, polifenoli, flavonoidi, betalaini, glikozidi, alkaloidi, saponini), animalnog (kolostrum, probiotici, proteini sirutke), mineralnog (Ca, Mg, J) i iz mikroorganizama (funkcionalne mikrobne kulture). Što je hrana više industrijski procesirana, to je manji udio fitokemikalija. Kada se hrana rafinira do kraja, tada u njoj ne ostaje ništa

⁵ Vitamini su različitog hemijskog sastava, a minerali su u sastavu helatnih spojeva

fitokemikalija, poput bijelog šećera, alkoholnog octa ili žestokih alkoholnih pića. Najjednostavniji način da se osigura prisustvo ovih po zdravlje korisnih spojeva je imati pravilo raznolikosti u prehrani, i svakodnevno osigurati 5 do 10 obroka voća i povrća. Na taj način se osigurava unos ostalih hranjiva važnih za funkcioniranje organizma (vitamini, minerali, vlakna, esencijalne masnoće) i tada fitokemikalije mogu svoja korisna svojstva predati organizmu na najbolji način.

Kao sastojci hrane u prirodnom obliku, biološki aktivne komponente mogu biti u različitog fizikalnog stanja, često sastavljene od brojnih aktivnih hemijskih sastojaka (kolostrum, probiotici, proteini sirutke). Ako se primjenjuju kao dodaci prehrani onda prema konzistenciji mogu biti u krutom, želatinoznom i tečnom stanju, a prema farmaceutskom obliku mogu biti u formi tableta, kapsula, držeja, praškova, sirupa itd.

2.2. Djelovanje BAK-a na pojedine sisteme u organizmu

Brojne su vrste hrane koje mogu utjecati na različite sisteme u ljudskom organizmu, a neki sastojci hrane su gotovo univerzalni, kao naprimjer antioksidanti: vitamin C i vitamin E, selen, cink, te polifenoli, flavonoidi, karotenoidi, kolostrum, matična mliječ isl.

Posljednjih desetljeća sve veću pažnju okupljaju istraživanja fitokemikalija i njihovog utjecaja na zdravlje. Fitokemikalije su skupina biološki aktivnih nenutritivnih tvari iz bilja. Imaju funkcionalnu vrijednost za ljudski organizam, djelujući u smislu zaštite od bolesti ili preventive. Primjerice, mogu djelovati na imunitet imunomodulatorno, adaptogeno na endokrini sistem, zaštitno koštani sistem, antimitogeno i antikarcinogeno na staničnom nivou itd. Područja na kojima se trenutno intenzivno istražuje njihovo djelovanje su kardiovaskularne bolesti, karcinomi, bolesti kostiju, zdravlje probavnog trakta i endokrinog sistema, imunitet i kronične degenerativne bolesti

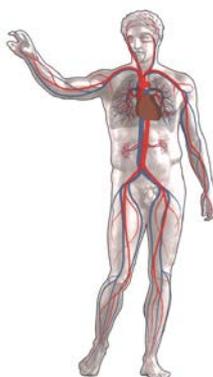
Pošto je organizam složeni sistem gdje su funkcije pojedinih organa jako usko vezane, tako će i biološki aktivne komponente imati utjecaja i na sveukupno stanje organizma. Naprimjer, djelovanjem antioksidanata na smanjenje oksidativnog stresa utječe se na cjelokupan odbrambeni sistem organizma, djelovanjem sirovih vlakana u probavnom sistemu poboljšava se peristaltika i absorpcija nutrijenata što utiče na pravilnije snabdijevanje krvotoka hranjivim tvarima (nutrientima) itd. Najbolje je to pokazati na primjeru vitamina C koji je uključen je u više od 300 bioloških procesa u organizmu. Neki od njih su: biosinteza kolagena, hormonski sistem, krvožilni sistem, nervni sistem itd. Vitamin C potreban je in vivo (u živom organizmu) kao kofaktor za najmanje osam enzima. Najpoznatiji su prolin hidroksilaza i lizin hidroksilaza koji sudjeluju u biosintezi kolagena. Oba enzima na svojim aktivnim mjestima sadrže željezo. Kolagen sintetiziran u odsustvu vitamina C nedovoljno je hidroksiliran pa vlakna nisu čvrsta, što uzrokuje krhkost krvnih žila. Kolagen je inače temeljni protein vezivnog tkiva, neophodan za izgradnju i zaštitu krvnih žila, za kosti, zglobove i mišiće. Vitamin C sudjeluje u sintezi hormona nadbubrežne žlijezde. Potreban je za sintezu enzima dopamin- β -hidroksilaze koja sadrži bakar i pretvara dopamin u noradrenalin. Vitamin C značajan je u stvaranju kolesterola u jetri i njegovoj pretvorbi u žučne kiseline. Potiče normalan nivo kolesterola i LDL kolesterola u krvi. Utječe i na normalnu cirkulaciju, što je važno za rad srca. Održava normalan krvni tlak. Vitamin C sudjeluje u pretvorbi aminokiseline triptofana u serotonin, prenosnik nervnih podražaja s brojnim funkcijamanervnom sistemu.

Ipak biološki aktivni spojevi, slobodno se može reći, prioritetno djeluju u određenom sistemu, a posredno djeluju i na ostale, te poboljšavaju opće stanje organizma. Navesti će mo još neke primjere.

Probavni sistem. Probavni sistem se sastoji od: usta, ždrijela, jednjaka, želudca, tankog i debelog crijeva te drugih organa koji svojim djelovanjem omogućuju probavu hrane (žlijezde slinovnice, pankreas, gušterača itd). Aktivne komponente hrane koje

djeluju na probavni sistem su u prvom redu sirova biljna vlakna⁶ (sadže ih integralne žitarice, voće i povrće) jer poboljšavaju crijevnu peristaltiku ali ujedno i adsorbuju holesterol i jednostavne šećere i time indirektno utiču na poboljšanje stanja krvožilnog sistema (KVS). Zatim, na probavni sistem imaju učinak i prebiotici (fruktooligosaharidi), probiotici (bifidobakterije u mliječnim proizvodima) i simbiotici, te inhibitori probavnih enzima koji su brojni u soji i žitaricama. Na probavni sistem utiču i različite kiseline i antacidi (pufferi) iz hrane. Neki problemi probavnog sistema mogu se efikasno ublažavati hranom kao što su zatvor (sirova vlakna iz hrane reguliraju), proljev (dijeta sa kesom i čajem, hrana sa pektinom iz borovnice, jabuke, banane, flavonoidi kao što su: epikatehini kvercetin i luteolin), nadutost (oralno konzumiranje đumbira, crnog kima itd).

Krvožilni sistem (KVS). Krvotok je sistem organa koji prenosi tvari iz i u ćelije, pomaže pri balansiranju tjelesne temperature i pH vrijednosti. Poznata narodna izreka je : "Reci mi u kakvom su ti stanju krvne žile pa ću ti reći koliko si zdrav". Bolesti KVS-a se pojavljuju najčešće kao posljedica dijabetesa, hipertenzije i hiperlipidemije.



Slika 2.1.1. Krvožilni sistem čovjeka

Pozitivan utjecaj na KVS imaju polinezasićene omega-3-masne kiseline (ALA ili alfa-linoleinska i DHA ili dokosaheksaenoinjska, te EPA ili eikozopentenoinska kiselina) koje ujedno stimulišu i imuni odgovor na infekciju i traumu.

Holesterol, zasićene i trans masne kiseline djeluju na KVS destruktivno.

Mnoge tvari iz namirnica utiču na koagulaciju krvi, što je opet povezano sa bolestima krvožilnog sistema, ali i sa stimulirajućim djelovanjem na kogniciju-pamćenje. S druge strane tvari iz hrane mogu uticati i na krvni pritisak.

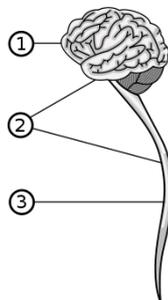
Na koagulaciju krvi utječu vitamin K i razni spojevi iz zelenog povrća, bobičastog voća koje sadrži u prirodnoj formi acetilsalicilnu kiselinu i brojne polifenole, te spojevi iz nekih biljaka kao što je ginko biloba.

U hrani su prisutni i određeni spojevi koji utječu na regulaciju krvnog pritiska kao naprimjer spojevi iz celera, češnjaka, ribe (omega 3 masne kiseline), flavanoli iz tamne čokolade, koenzim Q10, te namirnice koje imaju veću količinu kalija kao što su dinja, avokado, blitva, breskva, kajsija, šljiva, sok od paradjza, nemasni jogurt, grah, losos, soja, banana i badem. S druge strane pritisak mogu da povećavaju namirnice bogate kuhinjskom soli, kafa, alkohol, začene masnoće itd.

Lektinski proteini iz hrane mogu biti fitohemaglutinini (po sastavu su glikoproteinske substance), najčešće biljnog porijekla, mada mogu biti i animalnog, bakterijskog, fungalnog i porijeklom iz algi. Mijenjaju fiziologiju stanične membrane uzrokujući aglutinaciju i druge biohemijske promjene u stanici. U manjim količinama nalaze se u žitaricama i crvenom grahu. Ove antinutritivne materije su otporne na digestivne enzime i prije konzumacije zahtijevaju duže termičke tretmane.

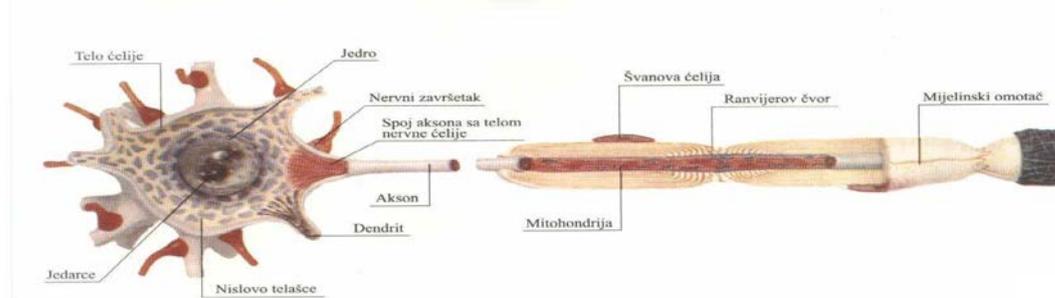
⁶ Preporuke unosa sirovih vlakana su godine života + 5 g , počev od 2 godine ili maksimalno 30 g na dan za odraslu osobu, jer prevelik unos ssirovih vlakana smanjuje adsorpciju nutrijenata

Nervni sistem. Dva su osnovna nervna sistema: centralni i periferni. Centralni nervni sistem (CNS) je deo nervnog sistema koga grade neuroni skoncentrisani u nervnim centrima. Pruža se duž uzdužne ose tijela i sastoji se od:mozga i kičmene moždine. Periferni nervni sistem (PNS) obuhvata sprovodne puteve između čula i nervnih centara s jedne strane i između centara i efektornih organa s druge strane. U njegov sastav ulaze: nervi - snopovi nervnih vlakana; nervi mogu biti senzitivni ili motorni, mada je većina nerava mešovita (sadrže oba tipa vlakana) i ganglije - skupovi nervnih ćelija koji leže van CNS. Periferni nervni sistem se sastoji od:cerebrospinalnog i vegetativnog (autonomnog) nervnog sistema.



Slika 2.1.2. **Centralni nervni sistem čovjeka 1. mozak 2. centralni nervni sistem 3. kičmena moždina**

Nervno ili živčano tkivo se sastoji od nervnih ćelija ili neurona, koji mogu da budu različitog oblika i veličine. Sadrže po jedno krupno jedro sa jedarcem i jedan ili više izraštaja. Te ćelije imaju sposobnost da sprovode nadražaje od čula do centralnog nervnog sistema i obratno – reakcije tog sistema do odgovarajućih organa.



Slika 2.1.3. **Nervna ćelija- neuron**

Derivati ksantina odnosno kofein, tein i teobromin, guaranin djeluju kao stimulatori CNS-a, pa u dozvoljenim (umjerenim) količima djeluju stimulatивно povećavajući budnost, a prekomjeren unos izaziva razdražljivost, gubitak koncentracije, povećanje krvnog tlaka itd. Neke komponente iz hrane utiču na stanje funkcioniranja neurotransmitera⁷, kao što su fosfolipidi, naročito lecitin, zatim fosfatidilserin, vitamini i minerali, alfalipoična kiselina te inozit, gama aminobuterna kiselina (GABA) i drugi.

Na mnogi hormone kao što su serotonin, endorfin, melatonin utiču sastojci iz hrane. Namirnice kao što su u crno grožđe, sjeme žitarica, jagode, banane, maslinovo ulje, orasi, pivo u tragovima sadrže melatonin koji pospješuje dobar san, a njegov nedostatak pospješuje depresiju.

Na periferni nervni sistem pozitivno utiče alfalipoična kiselina.

Imunološki sistem. Imunološki sistem je skupina organa i stanica koje brane tijelo od infekcija, bolesti i stranih napadača. Organi imunog sistema su: limfni čvorovi,

⁷ Neurotransmiteri su kemijske tvari koje prenose impulse u sinapsama živčanog sistema, u neuromuskularnoj vezi, te na okončinama simpatičkih i parasimpatičkih živaca.

slezena , grudna žlezda-timus, krajnici i adenoidi. Svi oni povezani su međusobno sistemom limfnih sudova kojima teče limfa, bezbojna tečnost, u kojoj se nalaze limfociti koji imaju glavnu ulogu u imunom odgovoru organizma. Limfociti su vrsta bijelih krvnih zrnaca. Postoje T i B limfociti. T limfociti imaju ulogu da prepoznaju i razlikuju strane materije od onih koje pripadaju organizmu i da ih unište, dok B limfociti regulišu stvaranje antitijela. Sinteza limfocita započinje u koštanoj srži od ćelija prethodnica koje kasnije sazrijevaju u T limfocite u timusu dok se sazrijevanje B limfocita završava u koštanoj srži. Zreli T i B limfociti potom prelaze u krv, a iz krvi u periferne limfne organe poput limfnih čvorova i slezene. U krvi i limfnim organima oni su spremni da reaguju na bilo koji strani antigen (bakterija, virus, alergen) i ovaj proces se naziva imuni odgovor. Ovaj imuni odgovor može biti humoralni (usmjeren protiv bakterija) i ćelijski (protiv virusa, malignih tumora). Humoralni imuni odgovor zasniva se na stvaranju specifičnih antitijela protiv određenog antigena. Antitijela su imunoglobulini a luče ih B limfociti. Nakon prodora antigena u organizam i njegovog prepoznavanja, B limfociti se pretvaraju u plazma ćelije koje luče antitijela protiv jednog ili više antigena koji su prouzrokovali imunu reakciju. U organizmu postoji pet vrsta antijela tj. imunoglobulina (Ig) i to: A, G, M, E i D. Međusobno se razlikuju po hemijskom sastavu i strukturi. IgM i IgD nalaze se na ćelijskoj membrani limfocita i predstavljaju receptore za antigene. Zahvaljujući njima dolazi do prepoznavanja antigena. Tada dolazi do diferencijacije B limfocita u plazma ćelije koje luče specifična antitijela i do vezivanja antitijela za strani antigen, što prouzrokuje njegovu precipitaciju, inaktivaciju (u slučaju virusa), lizu (eritrocita), fagocitozu (bakterija). Kod imune osobe koja je već jedanput bila u dodiru sa određenim antigenom, u krvi ostaju tzv. limfociti B memorije koji se prilikom ponovnog prodora istog antigena u organizam aktiviraju tako što se brzo razmnožavaju i pretvaraju u plazma ćelije koje luče velike količine specifičnih antitijela. To je razlog zašto se od nekih bolesti kao što su boginje, zauške i sl. oboli samo jedanput. Limfociti B memorije i antitijela imaju sposobnost da zaustave razmnožavanje uzročnika bolesti čim uđe u organizam, tj. prije razvoja simptoma bolesti. Kod ćelijskog imunog odgovora glavnu ulogu imaju T limfociti. Ćelijski imuni odgovor se odvija tako što T limfociti dolaze u direktan kontakt sa antigenom, čak i bez lučenja antitijela od strane B limfocita. Ćelijski imuni odgovor značajan je kod virusnih i gljivičnih infekcija, kod malignih tumora, transplantacije organa. T limfociti ne stvaraju antitijela, već luče supstancije koje se nazivaju **citokini**. Ove molekule deluju kao posrednici između ćelija i uništavaju oštećene ćelije, ili podstiču druge ćelije imunog sistema na imuni odgovor. T limfociti su zaduženi za prepoznavanje stranih antigena u organizmu. Na njihovoj površini nalaze se receptori, po strukturi slični onima na B limfocitima, ali ne i identični. Ti receptori još u fazi embrionalnog razvoja stiču sposobnost prepoznavanja onoga što ne pripada organizmu kao i prepoznavanja izmenjenih ćelija samog organizma. Na svim ćelijama u tijelu nalaze se histokompatibilni antigeni, pa i na samim limfocitima. Ako dođe do promjene tih antigena što se dešava najčešće nakon virusne infekcije, ili pojave malignih ćelija, ili ako se u organizmu nađu ćelije sa drugačijim antigenom (kao kod transplantacije), T limfociti se aktiviraju i uništavaju takve ćelije, dok one zdrave bivaju pošteđene.

Imunološki sistem je uključen u borbu protiv različitih bakterija, virusa, patogena, a aktivira se i kod konzumiranja hrane koja izaziva alergije, netolerancije i nepodnošenje hrane. Općenito, postoje dve vrste imuniteta, a to su urođeni i stečeni imunitet. Na sticanje imuniteta, kad su u pitanju biološki aktivne komponente hrane posebno često se u ove svrhe se koristi kolostrum, sirutka, probiotici i sl.

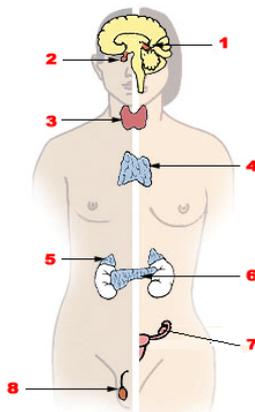
U procesima djelovanja B limfocita naročito tokom inaktivaciju (u slučaju virusa), fagocitozu (bakterija) mogu nastati slobodni radikali, pa je unos antioksidanasa neophodan za eliminiranje slobodnih radikala.

Tvari koje djeluju na imunološki sistem su jako malo istražene. Tu možemo svrstati antioksidante, ali i ostale vitamine, minerale, flavonoide, polifenole, lignanane, fitosterole, određene aminokiseline, omega masne kiseline, itd. Oni imaju utjecaja i na druge sisteme u organizmu. Omega masne kiseline imaju utjecaja na sintezu

nekim hormona (eikozanoidi) koja ima izuzetno snažno djelovanje na čitavo funkcioniranje organizma čovjeka, a stvaraju se od nezasićenih masnih kiselina (omega-6 i omega-3). Polazne masne kiseline, od kojih stvara mnoštvo ovih hormona su esencijalne masne kiseline: linolna masna kiselina (LA) i alfa linolenska masna kiselina (ALA).

S druge strane u prvoj liniji odbrane organizma je probavni trakt, a mnogi prirodni spojevi djeluju mikrobicidno u probavnom traktu. Naprimjer, allium spojevi iz luka, te brojni polifenoli, kapsaicini, piperin i drugi mogu djelovati baktericidno. Spojevi iz oskoruše kao što je sorbinskakiselina djeluju fungicidno pa se čak mogu koristiti kao prirodni konzervansi.

Endokrini sistem. Ranije se smatralo da endokrini sistem čine samo žlijezde sa unutarnjim lučenjem. Otkrića posljednjih desetljeća ukazuju da mnoge hormone stvara i masno tkivo. U endokrinih žlijezdama se pod uticajem informacija iz spoljašnje ili unutrašnje sredine sintetiziraju hormoni koji su u stvari odgovor na te informacije. Putem njih regulišu se mnoge aktivnosti kao što su: metabolizam, seksualne aktivnosti, rast, metamorfoza, količina vode i minerala u organizmu i dr. Pored endokrinih organa hormone luče i neke nervne ćelije – neurosekretorne ćelije. Hormoni se oslobađaju direktno u krv, limfu ili cerebrospinalnu tečnost, pošto ove žlijezde nemaju izvodne kanale, i na taj način dospevaju do ciljnih organa na koje djeluju. I neki drugi organi kao što su: jetra, gušterača, pojedini dijelovi crijeva, bubrezi, srce, polne žlijezde mogu također imati kao sporednu funkciju unutrašnje lučenje.



Slika 2.1.4. Glavne endokrine žlijezde. (Muškarac lijevo, Žena desno.) 1. Epifiza 2. Hipofiza 3. Štitna žlijezda 4. Grudna žlijezda 5. Nadbubrežna žlijezda 6. Pankreas 7. Jajnici 8. Testisi

Na endokrini sistem utiče režim ishrane i aktivni sastojci iz hrane, kao što su sirova biljna vlakna (indirektno), omega 3 masne kiseine, jod (iz algi), goitrogene tvari itd. Djelovanje na endokrini sistem i hormonima slično djelovanje imaju izoflavoni soje, koji se ponašaju kao fitoestrogeni, jer zahvaljujući svojoj građi, koja je slična ljudskom estrogenu, mogu vezanjem na hormonske receptore stabilizirati razine hormona, i time pomoći kod PMS-a ili osteoporoze, te drugim stanjima neravnoteže hormona. Druge fitokemikalije imaju, primjerice, adaptogeno djelovanje, djelujući na endokrini sistem normaliziraju organizam prema homeostazi, i povećavaju otpornost u stanjima fizičkog ili psihičkog stresa. Ginsenoidi su adaptogeni u ginsengu, biljci poznatoj još u drevnoj kineskoj medicini.

Postoji i tzv. goitrogene supstance. Biljke i povrće iz porodice krstašica sadrže supstance koje se zovu glukozinolati. Ako namirnice koje sadrže glukozinolate jedu ljudi, onda oni inhibiraju funkcije štitnjače uzrokujući njenu atrofiju i gušavost. Goitrogene supstance se nalaze u kupusnjačama kao što su kupus, brokula, karfiol ali i u sjemenu uljane repice.

2.3. Hemijski sastav značajnijih biološki aktivnih komponenti hrane

Biološki aktivne komponente hrane vrlo su različitog hemijskog sastava i uobičajeno je da se koriste njihova trivijalna imena preko kojih se identificira i hemijski sastav, ali i biološka aktivnost. Najčešće su to sekundarni metaboliti biljaka ali i ostalih organizama. Mogu biti pigmenti koji daju boju hrani (klorofili, flavonoidi, hemoglobin), tvari koje štite biljke od herbivora (polifenoli, terpeni i druge voštane tvari), tvari koje daju aromu i sl.

Biljni pigmenti daju boju svježoj hrani kao i proizvodima koji se od njih proizvode. Najpoznatiji je klorofil u zelenim biljkama te velika skupina karotenoida i flavonoida. Zelena boja lisnatog povrća potječe od klorofila koji je zaslužan za fotosintezu. Žute i narandžaste boje potječu od karotenoida. Flavonoid i karotenoidi su pigmenti u hrani uglavnom zastupljeni u biljnim namirnicama. To su spojevi koji imaju mnogo nezasićene veza koje lako pucaju. Crvene, plave i ljubičaste boje potječu od flavonoidnih spojeva, posebice antocijana, koji su dobri antioksidansi. Sadržaj pigmenta je relativno nizak ali i u malim koncentracijama daju boju proizvodu. Mogu biti topivi i netopivi u vodi. Često su vezani za druge supstance unutar stanice. Biljni pigmenti se razvijaju tokom zrenja i dozrijevanja.

Navesti će mo nekoliko primjera biološki aktivnih komponenti u hrani svrstanih po karakterističnim hemijskim spojevima ili komponentama hrane.

2.3.1. Karotenoidi

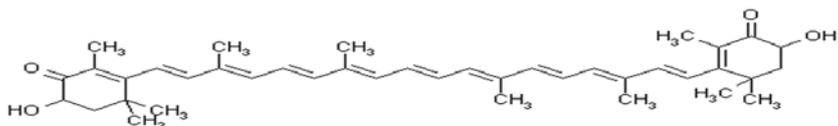
Danas je poznato nekoliko stotina spojeva koji pripadaju karotenoidima. Karotenoidi su topivi u uljima i organskim otapalima, a boja im varira od žute preko narandžaste do crvene . Razlikuju se dvije strukturne grupe karotenoida: karoteni i ksantofili. Osnovnu strukturu karotenoida čine kovalentno povezane izoprenske jedinice. Na kraju svakog lanca nalazi se ili prsten ili otvoreni lanac i po tome se karotenoidi međusobno razlikuju. To su polinezasićeni spojevi. Najzastupljeniji karotenoid u biljnom svijetu je β -karoten, a ostali karotenoidi pronađeni u biljkama su : α -karoten (mrkva), kapsantin (crvene papričice, paprika), lutein, zeaksantin,violaksantin, neoksantin, β -kriptoksantin.

Tabela 2.3.1. Karotenoidi

KOMPONENTA	IZVOR	KORIST
Beta-karoten	Mrkva, breskva, kajsija druge vrste voća i povrća	Neutralizira slobodne radikale koji mogu oštetiti ćelije, odnosno oni su ćelijska antioksidativna odbrana. Reducira rizik pojave katarakte, bolesti koronarnih arterija, pospješuje imunitet (kod osoba starije dobi)
Lutein,	Špinat, jaja, citrusi,	Djeluju kao antioksidansi, doprinose održanju zdravlja
Zeaksantin	kukuruz	antioksidans, doprinose održanju zdravlja
Likopen	paradajz proizvodi od paradajza	Djeluju kao antioksidansi, također doprinose održanju zdravlja

Karotenoidi se mogu naći i u tkivima riba sjevernih mora, naročito u lososu zbog konzumacije biljaka koje sadrže karotenoide. Tako losos ima specifičnu roza boju zbog prisustva astaksantina, koji nastaje probavom karotenoidnih morskih biljaka. Neki karotenoidi su, bez obzira da li se radi o biljkama i životinjama, vezani

za proteine. Crveni astaksantin u rakovima i jastozima postaje plav kada se veže u kompleks s proteinima. Zagrijavanjem dolazi do denaturacije kompleksa time i do promjene plave boje u crvenu.



Slika 2.3.1. Astaksantin

Ovoverdin je još jedan primjer kompleksa karotenoida s proteinima. U strukturu karotenoida mogu biti uključeni i glikozidi npr. krocein u šafranu.

Karotenoidi se mogu lako izomerizirati pod djelovanjem topline, svjetla ili kiseline. Lako oksidiraju zbog velikog broja konjugiranih dvostrukih veza. Tokom oksidacije najprije se formiraju epoksidi i karbonili. Daljnjom oksidacijom nastaju kratkolančane mono- i dioksigenirane komponente koje uključuju i epoksi- β -ion. Epoksidi se uglavnom tvore iz krajnjih prstena što rezultira gubitkom provitaminske aktivnosti. Oksidativna razgradnja β -karotena je pojačana u prisutnosti sulfita i metalnih iona. Enzimaska aktivnost, posebno lipoksigenaze, ubrzava oksidativnu degradaciju karotenoida. Lipooksigenaze najprije kataliziraju oksidaciju nezasićenih ili polinezasićenih masnih kiselina kako bi se dobio peroksid, koji zatim reagira s karotenoidima i obezboji ih

Obzirom da se karotenoidi mogu oksidirati imaju antioksidativna svojstva. Pri visokom parcijalnom tlaku kisika β -karoten ima pro-oksidativna svojstva. U prisustvu molekularnog kisika, svjetlosti i klorofila može se stvoriti oblik kisika koji je visoko reaktivan. Karotenoidi "zarobe" takvu molekulu i na taj način štite stanicu od oksidativnih oštećenja.

Karotenoidi su relativno stabilni tokom skladištenja. Zamrzavanje uzrokuje male promjene u sadržaju karotenoida, dok blanširanje uzrokuje njihovo povećanje. Razlog tome je inaktivacija lipogenaze koja katalizira oksidaciju karotenoida. Kada se primjenjuje visoka temperatura karotenoidi se izomeriziraju ali i termički degradiraju.

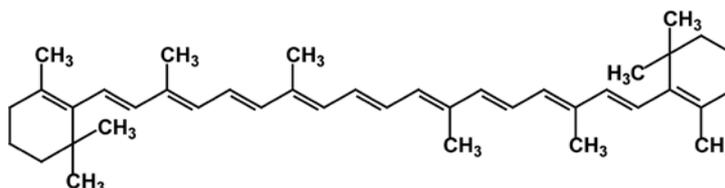
Apsorpcija karotenoida u tijelu kreće se između 10% i 30%, a značajno se smanjuje s povećanjem unosa. Najznačajniji faktor koji potiče apsorpciju su masnoće, jer se karotenoidi apsorbiraju samo u prisutnosti žučnih soli. Vlakna iz hrane smanjuju, odnosno inhibiraju apsorpciju karotenoida

Karotenoidi spadaju u grupu egzogenih antioksidansa koji se unose sa hranom. Imaju različite mehanizme djelovanja tokom vezivanja slobodnih radikala i sprečavanja lančanih reakcija.

Vrlo je bitna veza karotenoida s vitaminom A. Molekula β -karotena se u tijelu konvertira u dvije molekule vitamina A koji je bezbojan. β -karoten u svojoj strukturi ima dva β -ionska prstena, pa je najaktivniji. Drugi karotenoidi, kao što su α -karoten, γ -karoten i kriptoksantin, su također prekursori vitamina A, ali zbog malih razlika u kemijskoj strukturi nastaje samo jedna molekula vitamina A.

Efekti njihovog djelovanja su: doprinos održanju zdravlja, poboljšanju funkcije srca, sprečavaju djelovanje slobodnih radikala koji nastaju oksidacijom LDL-a itd.

Beta karoten Beta karoten je biljni pigment i jedan od najznačajnijih predstavnika karotenoida. Izoliran je 1830.god. iz mrkve (carrot) te je stoga nazvan "karoten". Ljudski ga organizam može pretvoriti u vitamin A, pa ga zato često nazivaju i provitamin A. Ostali karotenoidi se ne pretvaraju u vitamin A u značajnijoj količini.



Slika 2.3.2. Beta-karoten

Beta-karoten je, kao što je poznato, snažan izvor vitamina A, u koji ga ovisno o potrebi pretvara naš organizam. Godinama se smatralo da je faktor konverzije tj. pretvorbe 1:6 tj. da je za 1 RE vitamina A potrebno 6µg beta-karotena. U novije vrijeme znanstvenici su utvrdili da je bioraspoloživost beta-karotena iz hrane te njegova apsorpcija ipak nešto manja. Danas se smatra da je za 1 RE vitamina A potrebno čak 12µg beta-karotena.

Ukoliko ne dođe do pretvorbe karotenoida u vitamin A, oni se ugrađuju u hilomikrone te dolaze u jetru. U cirkulaciji se nalaze vezani za lipoproteine. Karotenoidi se pohranjuju prvenstveno u masnom tkivu, no također ih nalazimo i u jetri, plućima, prostati i sl. Raspored pojedinih karotenoida u tjelesnim organima je različit. U štitnjači, slezeni, jetri i gušterači dominantni su beta - karoten i likopen. U testisima i prostati likopen, dok u jajnicima i masnom tkivu prevladava zeaksantin.

Funkcija beta - karotena u organizmu je višestruka. Najpoznatija je njegova uloga vezana za kožu i sluznicu. Koža je naš najveći organ i direktna je zaštita od vanjskih utjecaja (fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških). Sluznice imaju istu funkciju, no da bi to ostvarile moraju biti uvijek vlažne, a to im omogućuje vitamin A koji djeluje na mlade stanice u dubljim dijelovima kože i sluznice tako da one sazrijevaju i zamjenjuju stare odumrle stanice koje se ljušte s površine. Taj učinak beta - karotena pokazuje i u drugom organima kao što su pluća, crijeva, mokraćni putovi, štitnjača.

Beta - karoten je i poznati antioksidans koji djeluje kao zaštita od slobodnih radikala koji oštećuju stanice tijela i dovode do brojnih poremećaja i bolesti. Također stimulira obrambene snage organizma te je potreban za stvaranje pigmeta melanina u koži. Beta - karoten štiti kožu od opasnog spektra UV zračenja pa se osim u kremama za sunčanje preporučuje i interno nekoliko tjedana prije izlaganja suncu.

Dokazan je i pozitivan učinak beta-karotena na prevenciju noćnog sljepila i fotosenzibiliteta.

Primjena beta-karotena zabilježena je i kod odvikavanja od alkohola, katarakte, degeneracije žute pjege te gastritisa, ali je dosada premalo znanstvenih dokaza koji bi potvrdili to djelovanje.

Bogati izvori beta-karotena su žuto i narančasto voće i povrće te tamno zeleno lisnato povrće. Posebno valja istaknuti mrkvu, dinju, lubenicu, krušku, marelicu, rajčicu, brokulu, blitvu, začinsku papriku i špinat kao izvore beta-karotena.

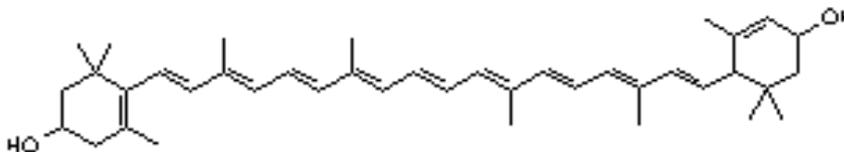
Iako ne postoji točno definirana količina beta-karotena koju bi dnevno trebalo unositi u organizam, postoje brojne studije koje potvrđuju važnost njegova uzimanja. Preporuke za unosom beta-karotena koje bi trebale zadovoljiti potrebe za ovim nutrijentom variraju, a kreće se od 10 mg do 60 mg. Smatra se da danas hranom čovjek u prosjeku unese manje od 2 mg beta-karotena na dan. Beta - karoten ne uzrokuje nuspojave, no vrlo visoke doze (iznad 60 mg dnevno) mogu obojiti kožu u žuto – narančastu boju (ksantofila). Hiperkeratonemija je dokazana komplikacija u onih osoba koje uzimaju beta - karoten u dozama većim od 30 mg na dan tokom duljeg vremenskog razdoblja. Ona je reverzibilna. Unos većih količina beta - karotena neće dovesti do hipervitaminoze vitaminom A, budući je apsorpcija beta - karotena manja i njegova pretvorba u vitamin A prespora.

Beta karoten kod pušača izaziva povećani rizik pojave raka pluća u dvostruko slijepim kliničkim pokusima. Stoga se pušačima ne preporučuje uzimati beta - karoten u dozama višim od 6 mg.

Osobe koje kroz dulje vrijeme uzimaju beta-karoten, trebale bi uzimati i vitamin E budući da beta-karoten snižava razinu tog vitamina.

Osobe koje boluju od dijabetesa ne mogu efikasno iskoristiti velike količine beta-karotena i trebaju se o njegovoj primjeni konzultirati s liječnikom.

Lutein . Lutein $C_{40}H_{56}O_2$, je hidroksi-derivat β -karotena, ksantofilni pigment) topiv je u mastima i nalazi se u zelenom i žutom lišću. Prehrana sa mnogo luteina (zeleno lisnato povrće, špinat, brokula), povoljno djeluje na krvožilni sistem i štiti od malignih oboljenja, te štiti očnu leću od mreene.



Slika 2.3.3.Struktura luteina

Lutein sačinjava veliki dio očnog pigmenta. Kao antioksidans zaštitno djelovanje na makulu. S godinama se količina luteina u makuli smanjuje. Tako prehrana namirnicama koje sadrže lutein ili kod starijih osoba uzimanje dodataka luteina u svakodnevnoj prehrani može biti od koristi za prevenciju funkcije makule, odnosno zaštitu vida. Zbog svog specifičnog položaja i građe, makula je odgovorna za oštrinu vida i sposobnost percepcije boja. Lutein izgrađuje zaštitni pigmentni sloj koji filtrira plavi dio svjetlosnog spektra (upravo je plavi dio spektra odgovoran za oksidacijska oštećenja struktura oka) te održava oštrine vida. Brojna istraživanja su pokazala da povećani unos luteina smanjuje rizik pojave staračke makularne degeneracije i katarakte (očne mreene).

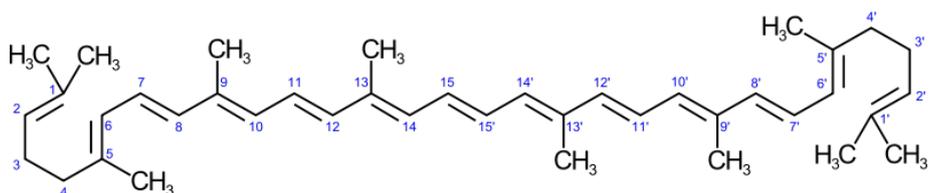
Tanko crijevo, kao što je to slučaj i s drugim karotenoidima, predstavlja mjesto njegove apsorpcije tj. prijenosa u krvotok. Lutein se pohranjuje u dijelovima tijela koji su najizloženiji oštećenju slobodnim radikalima. Najveće koncentracije nalaze se u: macula lutea oka (žuta pjega), mrežnica, leća i koža. Koncentracija luteina u oku i makuli direktno je povezana sa njegovom koncentracijom u krvi, te ovisi o unosu luteina hranom ili putem suplemenata.

Sve veći broj istraživanja pokazuje da je lutein, zahvaljujući svojim antioksidacijskim svojstvima, od izuzetnog značaja u očuvanju zdravlja očiju, kože, srca, grlića maternice te u jačanju obrambene funkcije imunološkog sustava.

Povećani unos luteina (6 – 8mg na dan) povećava gustoću makularnog pigmenta, te značajno smanjuje rizik nastanka staračke makularne degeneracije – prema nekim radovima za čak 43%. No, unos ovih količina luteina smatra se da smanjuje rizik i od nastanka staračke katarakte za 30 – 50%.

Ljudski organizam ne može sintetizirati lutein pa se mora unositi hranom ili putem suplemenata. U malim količinama lutein se nalazi u mnoštvu namirnica koje konzumiramo. Najbolji prirodni izvori luteina su: zeleno lisnato povrće (špinat i kelj), kukuruz, narandžasto voće (marelice). Kuhano povrće predstavlja izvor luteina. Uobičajenom prehranom unosimo oko 2,5 mg luteina na dan. Ta količina dovoljna da se osigura djelotvorna zaštita od polaganog propadanja makule. RDA vrijednosti za lutein nisu definirane, na temelju do sada provedenih istraživanja, preporučuje se unos 6 – 8 mg na dan. Ta količina smatra se optimalnom za prevenciju makularne degeneracije i zaštitu vida. Količina luteina koja je potrebna našem tijelu može se nadoknaditi i putem suplemenata. Uzimanje suplemenata luteina je sigurno, a do sada nisu zabilježene nikakve nuspojave. Najbolje ih je uzimati zajedno s hranom, jer se tako pospješuje njihova apsorpcija.

Likopen .Biljni pigment koji voću i povrću daje crvenu boju. Najvažniji izvor likopena je paradajz i lubenica. S obzirom da je likopen lipofilno jedinjenje, veći procenat likopena nalazi se u termički prerađenom paradajzu sa uljem (kečap, paradajz sos) nego u svježim plodovima. Ostali izvori likopena su lubenica, ružičasti grejpfрут, kajsije i dr.



Slika 2.3.4. Struktura likopena

Jaka crvena boja koju likopen štiti npr. paradajz od agresivnog dejstva sunca. Iako je likopen dugo bio zapostavljan u istraživanjima zbog nedostatka provitaminske aktivnosti, odnosno zato što se u organizmu ne konvertuje u vitamin A, danas se stručnoj javnosti smatra za jedan od najinteresantnijih karotenoida. Brojne naučne studije pokazale su i dokazale izuzetno veliku antioksidativnu sposobnost likopena, daleko veću u odnosu na druge karotenoide.

Tabela 2.3.2. Sadržaj likopena u voću, povrću i prerađevinama

Voće, povrće i prerađevine	mg na 100 g jestivog djela
Kajsija	0,005
Kajsija (kompot)	0,065
Ružičasti grejpfrut	3,36
Lubenica	4,10
Papaja	2 - 5,30
Paradajz (svjež)	0,90 - 4,20
Kuvani paradajz	3,70
Kečap	9,90
Paradajz sos	12,71

Još uvek nije precizno uspostavljen preporučeni dnevni unos likopena, ali mnoge studije upućuju na najmanje 3-6 mg dnevno da bi se postigli optimalni efekti. Vrlo je teško, međutim, da organizam iz hrane dobije potrebnu količinu likopena. Prehrambeni proizvodi na bazi paradajza, kečap i špageti sosevi, vrlo se često koriste uz namirnice bogate mastima, odnosno uz "nezdravu" hranu, kao što su pice i pomfri. Hrana koja je puna slobodnih radikala i oksidisane, termički obrađene masnoće, neutralisaje blagotvornost i raspoloživost prisutnog likopena za sam organizam.

Osim toga, u savremenim uslovima života većina ljudi ne konzumira dovoljno svježeg voća i povrća, čime ostaje uskraćena za potrebne količine antioksidantnih supstanci. Zbog svega toga se osobama koje hranom ne unose dovoljno likopena preporučuje da dnevni unos povećaju dijetetskim proizvodima koji sadrže likopen. Danas postoji ogroman broj epidemioloških i kliničkih studija koje su dokazale da visok dnevni unos likopena pruža zaštitu od različitih vrsta kancera. Zbog svog lipofilnog karaktera likopen ima tendenciju taloženja u tkivima, i to prije svega u prostati, jetri, nadbubrežnoj žlezdi. Povećanje nivoa likopena u tkivima smanjuje oksidativna oštećenja bioloških sistema, što uključuje oštećenja ćelijskih membrana i drugih struktura, kao što su DNK molekuli, lipidi, proteini. Do oštećenja ovih struktura i molekula dolazi usled dejstva slobodnih radikala. Izvori slobodnih radikala su razna zagađenja, sunčevo i jonizujuće zračenje, pojedini lijekovi, duvanski dim, stres, veliki fizički naponi. Takođe, i sam organizam stvara slobodne radikale u metabolizmu masnih materija, kao i tokom normalnog imunog odgovora.

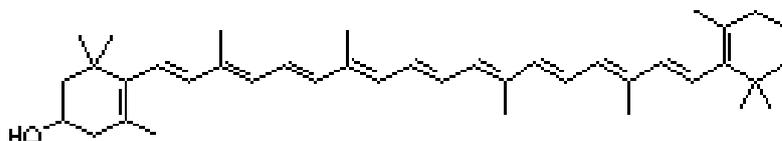
Likopen i ostali antioksidansi vezuju slobodne radikale, neutrališu njihove štetne efekte i na taj način sprečavaju oštećenja tkiva. Mnoga istraživanja ukazuju na to da je među karotenoidima, upravo likopen najmoćniji "hvatač" slobodnih radikala.

Povećani nivo likopena u ćelijama masnog tkiva doprinosi poboljšanju ukupnog antioksidantnog statusa cijelog organizma, što je vrlo bitno za smanjenje rizika od nastanka infarkta, kancera i drugih bolesti.

Mediteranska ishrana bogata voćem i povrćem, uključujući i paradajz, razlog je smanjene učestalosti pojave kancera u tom regionu. Dnevni unos paradajza i proizvoda od paradajza povezani su sa smanjenim rizikom od pojave različitih vrsta raka, što je pokazao veliki broj epidemioloških studija. Likopen u velikoj meri smanjuje štetne efekte koje UV zračenje može prouzrokovati na koži, jer potpomaže zaštitu kože od kratkoročnih (crvenilo, eritemi) i dugoročnih štetnih efekata (rak kože).

Likopen, biljni pigment crvene boje, stimuliše pigmentaciju kože izložene sunčevom zračenju i pruža prirodnu osnovu za postizanje preplanulog tena uz istovremenu i značajnu redukciju zdravstvenog rizika. Blagotvornost likopena u prevenciji UV-indukovanih oštećenja kože nedavno je dokazana. U paralelnom kliničkom ispitivanju pokazano je da je UV-indukovani eritem nakon 10 nedelja za 40 % manji kod pacijenata koji su konzumirali likopen. Taj efekat je posledica značajnog povećanja nivoa likopena u plazmi. Dakle, svakodnevnim unosom likopena stvara se bazična zaštita koja je vrlo bitna u ljetnjem periodu - kada je koža najviše izložena i najviše ugrožena.

Kao oralni agens za zaštitu od sunca često se u kombinaciji sa likopenom upotrebljava i beta-karoten. Vitamini E i C, u sinergiji sa likopenom i beta-karotenom, doprinose očuvanju vitalnosti, elastičnosti i prirodne svežine kože.



Slika 2.3.5. Struktura kriptoksantina

Kriptoksantin. Kriptoksantin $C_{40}H_{56}O$, je monohidroksi-derivat β -karotena. Nađen je slobodan i esterificiran u mahunama i paprici, a glavni je pigment mandarine. Kriptoksantin ima polovicu aktivnosti vitamina A.

2.3.2. Polifenoli i flavonoidi

Polifenoli su sekundarni metaboliti biljaka u kojima imaju višestruku ulogu :

- senzorska svojstva kao što su boja, aroma ili okus,
- utječu na otpornost biljke prema bolestima i mikroorganizmima,
- neki polifenoli indirektno utječu na rast biljke te
- štite osjetljive stanične dijelove od štetnog zračenja (apsorpcija UV zračenja).

Polifenoli uključuju više od 8000 spojeva različite kemijske strukture, od jednostavnih hidroksimetilnih kiselina i antocijana (biljni pigmenti) do složenijih flavonoida i tanina čije je osnovno obilježje prisutnost jednog ili više hidroksiliranih benzenskih prstenova. Postoje različite definicije kemijske prirode polifenola. Riječ polifenol je formirana od stare grčke riječi poli-, što znači "mnogo", i riječ fenol što je molekula formirana od fenil ($-C_6H_5$) grupa povezane s hidroksil ($-OH$) grupom.

Polifenoli su fenolni spojevi i topivi su u vodi. Imaju molekulsku masu od 500 do 4000 Da. Građeni su od 12 do 16 fenolnih skupina sa pet do sedam aromatskih prstenova. Daju uobičajene fenolne reakcije kao što su stvaranje intenzivno plavo-crnog kompleksa na tretman s željezo (III) solima. Imaju izražena posebna svojstva kao što su sposobnost da talože alkaloidne i proteine. Može se primijetiti da ova definicija odgovara dobro i taninima. Mnogi polifenoli se nalaze u obliku glikozida. U maslinovom ulju, je naprimjer tirozol ester sa masnim kiselinama.

Kao značajnije aktivne komponente u strukturi polifenola su fenolne kiseline i flavonoidi. Fenolne kiseline se nalaze isključivo u vanjskim slojevima biljaka, osobito u žitaricama i zelju. One stupaju u kovalentnu vezu s policikličnim aromatskim

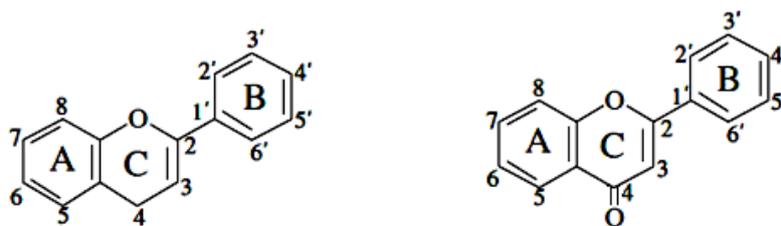
ugljikohidratima i time potiskuju njihovo kancerogeno djelovanje. U pokusima na životinjama fenolske kiseline blokiraju kemijski induciran nastanak raka jednjaka, želuca, kože i pluća. U polifenole spadaju prethodno spomenuti flavonoidi, katehini, kao i resveratrol i antocijanidini. Zdravstveni učinak polifenola ovisi o konzumiranoj količini i njihovoj biodostupnosti. Imaju antioksidacijska svojstva: u biljkama su prisutni kao sekundarni metaboliti, a uključeni su u zaštitu od ultraljubičastog zračenja i zaštiti od patogena. Prisutni su u mnogim ljekovitim biljkama, a u hrani posebno u čaju, crnom vinu, kafi, povrću, leguminozama kao i žitaricama.

Za resveratrol je eksperimentalno dokazan učinak usporavanja grušanja krvnih pločica. Resveratrol u grožđu interferira sa sirtuinskim enzimima.

Tabela 2.3.3.Fenoli

KOMPONENTA	IZVOR	KORIST
Fenolne kiseline poput galne	Jabuke, citrusni plodovi, breskva, neko povrće	Imaju antioksidativnu sposobnost i doprinose zdravlju srca
Kafe kiselina	glog, artičoka, kruške, bosiljak, timijan, origano, jabuka.	Ima antioksidativnu sposobnost i doprinose zdravlju srca
Klorogenična kiselina	jagode, ananas, kafa, suncokret, borovnice.	Ima antioksidativnu sposobnost i doprinose zdravlju srca
Elagična kiselina	Grožđe, orašasti plodovi, jagode, ribiz, maline,	Reducira rizik pojave raka, inhibira vezanje karcinogena na DNA, reducira razinu LDL kolesterola i povisuje razinu HDL kolesterola
Resveratrol	Crno grožđe	Ima visoku antioksidativnu sposobnost
Kvercetin	Luk	Ima visoku antioksidativnu sposobnost
Salicilna kiselina	Gljive, radić, cikoriya, breskva, borvnica, datule, ruzmarin, origano	derivat je aspirina, liječenje groznice, bolova i upala
Eugenol	Klinčići	analgetik (lijek protiv bolova) naročito kod zubobolje
Emodin	Biljke u kineskoj medicini	Antitumorna aktivnost i druge
Cianidin	Crna riža, bobičasto i jagodasto šumsko voće	Antikarcinogeno djelovanje
Genistein	Soja	antitumorski, antiproliferation, i chemopreventive efekte.
Kurkumin	djumbir, šafran, kurkuma	Blokira oksidaciju LDLa, antioksidant

Kurkumin je sastavni deo kurkuma biljke (takodje i žutog djumbira, šafrana ili žutog korijena) i isto tako spada u grupu polifenola. Kurkumin poseduje jake antioksidativne sposobnosti i u toj funkciji štiti ćelijska jedra i membrane od oštećenja. Pokazao se vrlo efikasan kod bolesti srca i krvotoka, tako na primer zaustavlja ili blokira oksidaciju dijelova LDL-a i deluje na ovaj način protiv taloženja holesterola na zidovima arterija. Najvažnija i najveća skupina polifenola su flavonoidi koji se pojavljuju u skoro svim dijelovima biljaka. *Flavonoidi ili bioflavonoid su ne ketonski polihidroksi polifenolni spojevi.* Nalaze se najviše u ljuskama voća i povrća. Poznato je oko 4.000 - 5.000 raznih vrsta flavonoida. Struktura flavonoida temelji se na flavonoidnoj jezgri koja se sastoji od tri fenolna prstena (A, B i C prsten). Benzenski prsten A kondenziran je s tročlanim alifatskim nizom koji zajedno s kisikom tvori šesteročlani prsten C, a na poziciji 2 prstena C nalazi se benzenski prsten B. Za flavonoide koji imaju vezanu karbonilnu skupinu na C-4 atomu prstena C često se koristi izraz 4-okso-flavonoidi.

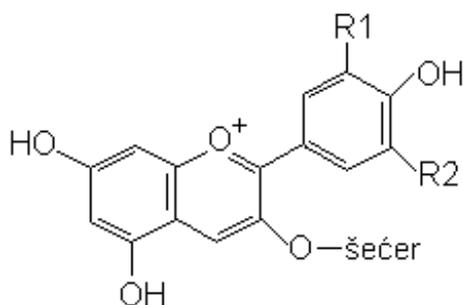


Slika 2.3.6. Osnovna struktura flavanoida. Lijevo-Flavan jezgra; desno-oksoflavonoid jezgra.

Flavonoidi su podijeljeni na nekoliko podgrupa: flavoni, flavonoli, flavanoni, izoflavoni, flavanonoli, flavani, flavanoli, halkoni, dihidrohalkoni, flavan-3,4-diol i te antocijani. Ovu raznovrsnost uglavnom kontroliraju geni biljke, ali i zrelost biljke, klima i način uzgoja. U prirodi se flavonoidi nalaze uglavnom u obliku glikozida, tj. povezani su s različitim molekulama šećera. Osim šećera, supstitucijske skupine koje se nalaze na osnovnoj jezgri su hidroksilna skupina te metoksi skupina što pridonosi velikoj raznolikosti i velikom broju tih spojeva .

Bogati izvori flavanoida su: voće i povrće, zeleni i crni čaj, čokolada, crno vina i bobičasto voće.

Druga važna skupina polifenola su antocijani. Antocijani (*grčki: anthos-cvijeće, kyanos-plav*) pripadaju skupini flavanoida. Oni su biljni pigmenti toplivi u vodi koji cvijeću, voću i povrću daju plavu, purpurnu i crvenu boju. Antocijani su glikozidi antocijanidina s karakterističnom kemijskom strukturom flavanoida C6-C3-C6. Postoji šest osnovnih antocijanidina: cijanidin, delphinidin, pelargonidin, peonidin, petunidin i malvidin, a vezanjem šećera na ove osnovne antocijanidine nastaju molekule antocijanina. Različite kemijske strukture antocijanina pokazuju različitu boju u ovisnosti o pH otopine u kojoj se nalaze. Pri pH 1 prevladava crveno obojenje, između pH 2 i 4 prevladava plava boja, kod pH 5 i 6 bezbojno, a pri pH vrijednostima višim od 7, molekula antocijanina se raspada.



Slika 2.3.7. Osnovna struktura antocijana (R1, R2 - H, OH, OCH₃; šećer – glukoza, arabinoza, galaktoza)

Mnoge in vivo studije pokazuju da unos flavanoida smanjuje rizik nastanka raka želuca, debelog crijeva i dojke. Istraživanja pokazuju da flavonoidi maskiraju mjesta vezivanja kancerogenih tvari na DNA štiteći na taj način nasljedni materijal stanice od mogućeg utjecaja kancerogenih tvari.

Vjeruje se u sljedeća djelovanja flavanoida: antiinflamatorno, antimikrobno, antifungalno, diuretičko, antihepatotoksično, antihipertenzivno, antiaritmično, antikoagulirajuće, spazmolitičko, kardiotonično, antialergijsko, antiulkusno, analgetsko, antimalarično, hipoglikemijsko i antioksidativno.

Tabela 2.3.4.Flavonoidi

KOMPONENTA	IZVOR	KORIST
Flavonoli (kaempferol miricetin quercetin, rutin)	Luk, jabuke, čaj, brokuli	Neutralizira slobodne radikale koji mogu oštetiti ćelije, odnosno oni su ćelijska antioksidativna odbrana
Antocijanidini (cianidin delfinidin malvidin pelargonidin)	različito jagodasto i bobičasto voće (trešnje, crveno voće, crveni grejp)	Imaju antioksidativnu moć i doprinose poboljšanju moždane aktivnosti
Flavanoli i flavan-3-oli (katehini,epikatehini, teaflavini, proantocijanidini)	Čaj,čokolada, jabuke,kakao	Doprinose poboljšanju funkcije srca
Flavanoni (hesperidin naringenin)	Citrusni plodovi	Neutralizira slobodne radikale koji mogu oštetiti ćelije, jaki antioksidansi
Proantocijanidini	Borovnica,jagode, jabuke,kikiriki, cimet	Poboljšanje funkcije srca i urinarnog trakta

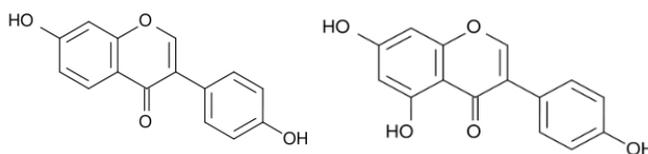
Flavonoidi (crveni, zeleni, narančasti, žuti i tamno plavi pigmenti) iz bobičastog i tropskog te citrusnog voća, kao i povrća koji samostalno ili udruženo djeluju antioksidacijski protiv slobodnih radikala i na taj način bitno smanjuju rizik od oštećenja DNA strukture i pojave raka

2.3.3. Fitoestrogeni

Fitoestrogeni su biljne hemikalije koje imaju vrlo sličnu strukturu ženskim spolnim hormonima – estrogenima i sa djelovanjem sličnim prirodnom estrogenu ali imaju i anitoksidativna svojstva. Vežu se na estrogenske receptore u organizmu pa tako blokiraju štetno djelovanje estrogena. Uneseni putem biljne hrane ili suplemenata, fitoestrogeni mogu djelovati kao slabi estrogeni. Pojavljuju se u više od 300 biljaka, u 16 različitih vrsta, a po hemizmu su vrlo različiti.

Fitoestrogeni se dijele u dvije osnovne podgrupe, izoflavonoide i lignane, dok se izoflavonoidi dijele na izoflavone i kumestane. Najpoznatiji izoflavoni su genistein i daidzein .

Lignani su jedna od dvije glavne klase fitoestrogena. Nalaze se u mnogim biljkama, uključujući sjeme lana, bundeve, sezama i, te također u raži, soje, graha, bobicastom voću i brokulama.



Slika 2.3.8. Hemijske strukture dva najznačajnija izoflavona: genisteina i diadzeina

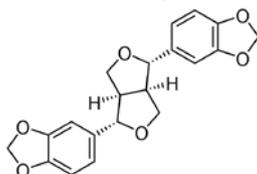
Strukturalna sličnost estradiola i genisteina objašnjava estrogensku aktivnost izoflavona. Djelovanje fitoestrogena može biti estrogensko ili antiestrogensko, ovisno o količini estrogena u organizmu. U menopauzi kad žena ima manje endogenih estrogena, fitoestrogeni se vežu na slobodne receptore djelujući kao estrogeni, a u reproduktivnom razdoblju žene kad je normalni ili povišeni nivo

endogenih estrogena, fitoestrogeni se natječu za receptorska mjesta. Osim fitoestrogena u sojinom se proteinu nalaze i drugi korisni fitonutrijenati, kojima se pripisuju antikancerogena djelovanja. Izoflavoni iz soje imaju sposobnost smanjivanja rizika za pojavu raka nekih lokacija (debelog crijeva).

Tabela 2.3.5.Fitoestrogeni

KOMPONENTA	IZVOR	KORIST
Izoflavoni (genistein, daidzein, glicitin)	Soja	poboljšava zdravlje kostiju, mozdanu aktivnost i aktivnost imunog sistema te ublažava simptome menopauze kod žena
Lignani	Riža, kupusnjače, brokula, karfiol i drugo povrće sjemene lana, sezama, pšeničnim klicama	Za poboljšanje srčanog rada i jačanje imunog sistema, djeluju antiestrogeno i na taj način smanjuju rizik od raka dojke

Lignani su veoma rasprostranjeni u biljnom svijetu: najviše ih ima u lanenim sjemenkama, pšeničnim klicama, raži, te drugom povrću i voću.



Slika 2.3.9. Sesamin s nalazi u sezamu

Nalaze se u jagodičastom voću (secoisolariciresinol), artičokama (silamarin), sezamu i brokulama (matairesinol). Lignani iz sjemena lana djeluju antiestrogeno i na taj način smanjuju rizik od raka dojke.

Tabela 2.3.6. Izvori lignana ⁸

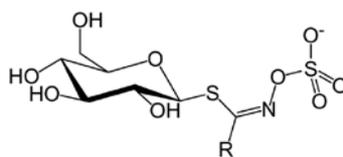
Izvor	U 100 g
Laneno sjeme	300,000 µg (0.3 g)
Sezamovo sjeme	29,000 µg (29 mg)
Kupusnjače	185 - 2321 µg
Žitarice	7 - 764 µg
Crveno vino	91 µg

Izoflavonoidi i lignani se nakon modifikacije u debelom crijevu apsorbiraju i prerađuju u jetri, a njihovi razgradni produkti se mogu određivati u urinu.

2.3.4. Izotiocijanati, glukozinolati, slobodni steroli i estri sterola

Izotiocijanati su spojevi sa kemijskom grupom $-N = C = S$, koja je formirana zamjenom sumpora za kisik u izocijanat grupi. Mnogi prirodni izotiocijanati iz biljaka nastaju enzimskom konverzijom iz glukozinolata (organski spojevi koji sadrže sumpor i dušik te su izvedeni iz glukoze i amino kiselina).

⁸ Milder IE, Arts IC, van de Putte B, Venema DP, Hollman PC (2005). "Lignan contents of Dutch plant foods: a database including lariciresinol, pinoresinol, secoisolariciresinol and matairesinol". *Br. J. Nutr.* **93** (3): 393–402. Read more: <http://www.answers.com/topic/lignan#ixzz19niTIHJY>

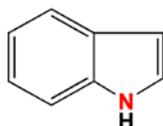


Slika 2.3.10. Opća formula glukozinolata

Biljke koriste tvari dobivene iz glukozinolata kao prirodnu obranu protiv biljojeda. Ove tvari su također odgovorne za gorak i oštar okus hrane kao što su senf, rotkvice, hren, kupus, kelj pupčar, koraba, kelj, cvjetača, brokula, repa. Glukozinolati su tioglikozidi nalaze se u mnogim biljkama (kupusnjače, krstašice, senf, rotkva, slačica itd). Enzimskom ili kemijskom hidrolizom daju acikličke i heterocikličke hlapljive spojeve s N i/ili S, koji navedenim biljkama daju ljuti okus i miris. U prirodi je poznato oko 80 različitih glukozinolata,. Antikancerogeno djelovanje glukozinolata i njihovih metabolita izotiocijanata, tiocijanata i indola počiva u blokadi enzimatskih procesa aktivacije prokancerogena u kancerogene i indukciji tzv. Phase-II-enzima: npr. glutathion-S-transferaza, koji ubrzavaju inaktivaciju aktiviranih karcinogena. Kako u eksperimentima na životinjama, tako i klinička istraživanja dokazuju utjecaj indola na metabolizam estrogena, koji na taj način ispoljava zaštitni učinak kod estrogen-ovisnih tumora.

Izocijanati iz brokule i drugih kupusnjača (kelj, prokulica, cvjetača, kupus) stimuliraju zaštitne enzime tzv druge faze u procesu karcinogeneze, smanjujući tako rizik od pojave raka raznih lokacija, jer je vrlo bogato antioksidansima i sadrži vitamin C te druge flavonoide, među kojima su indoli te sulforafan.

Indoli sprečavaju rast tumora, osobito u dojci, a sulforafan potiče proizvodnju enzima koji se bore protiv raka.



Slika 2.3.11.Indolna skupina

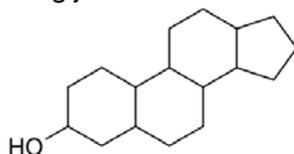
Indoli iz zelenog lisnatog povrća koji djeluju antiestrogeno i tako reduciraju rizik od raka dojke Indoli su česti u porodici kupusnjača, stimuliraju enzime koji smanjuju učinkovitost estrogena i tako mogu smanjiti rizik od raka dojke.

Tabela 2.3.7.Sulforafan, slobodni steroli, estri sterola i indoli i glukozinolati

KOMPONENTA	IZVOR	KORIST
Sulforafan Glukozinolati (aglikon sulforafan)	Biljke krstašice poput brokule, karfiola itd.	Antioksidativna sposobnost i detoksifikacija nepoželjnih koponenti antikancerogena svojstva
Slobodni steroli	Kukuruz, soja	Smanjuju rizik od bolesti krvožilnog sistema
Estri sterola	Fortificirane grickalice, saplementi	Smanjuju rizik od bolesti krvožilnog sistema
Indoli	Lisnato povrće	rizik od raka dojke
Ditioltione	Povrće iz porodice krstašica	Za jačanje imunog sistema

Sulforafan podstiče organizam na stvaranje antitumorskog enzima. U pitanju je aktivator Phase 2 enzima koji je ključni za konverziju karcinogena u tijelu.

Fitosteroli (koji se nazivaju biljni steroli) su skupina steroidnih alkohola, phytochemicals prirodno pojavljuje u biljkama. Fitosteroli se nalaze u biljkama u slobodnom obliku, kao i spojevi s ugljikohidratima ili masne kiseline ili s oboje.



Slika 2.3.12. Osnovna struktura sterola

Fitosteroli se prirodno pojavljuju u malim količinama u biljnim uljima kao što su: kukuruzno, bundevino i sojino ulje. Jedan takav fitosterol kompleks, izolirani iz biljnog ulja, je cholestatin, sastoji se od campesterola, stigmasterola, i brassicasterola. Na tržištu se može naći kao dodatak prehrani.

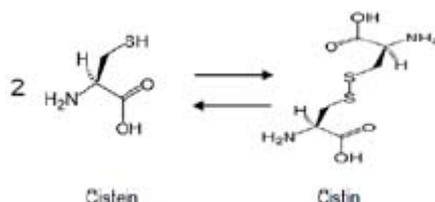
Najčešći fitosteroli uključuju β -sitosterol i stigmasterol, koji se mogu naći u ulju sjemena pamuka, soje i drugih ulja. Izomera stigmasterol su α -spinasterol u špinatu, fucosterol u gljivama, brassicasterol i campesterol u kupusu.

2.3.5. Sulfidi-tioli

Češnjak i druge lukovice (crni luk, poriluk, zeleni luk) su stoljećima sastojci narodne medicine. Njihovi sastojci koji sadrže sumpor - **sulfidi**, imaju dokazane antimikrobni, antioksidativni i antikancerogeni učinak. Crveni i bijeli luk su bogati moćnim biološki aktivnim komponentama sa sumporom, koje su istovremeno odgovorne za oštar (prodoran) miris i za mnoge efekte koje pospješuju zdravlje. Broj sumpornih komponenti nađenih u bijelom luku je mnogo veći nego u bilo kojem drugom organizmu. Jedan od razloga zašto im je posvećena pažnja je njihov potencijal kao mirisne i biološki aktivne komponente. Osim spojeva sa sumporom biološki aktivne supstance luka čine :

- pigmenti: razni oblici flavonoida, cijanidina i pelargonidina ,
- ostale fitokemikalije: kvercetin, garlicin, kamferol, kofeinska kiselina, ferulinska kiselina, fruktooligosaharidi ,
- zatim vitamini :C, B₆, folati, tiamin;enzimi (oksidaze) kao i minerali: sumpor, kalij, kalcij , cink, selen, itd..

Crveni luk sadrži alil-propil disulfid dok je bijeli luk bogat alicinom, dialil disulfidom, dialil trisulfidom i dr. Poznato je da sumpor ulazi u sastav nekih proteina, tako da vjerovatno prirodno organsko – biološki vezan sumpor (tiolne grupe) u luku ima veću bioraspodivnost u ljudskom organizmu od ostalih formi, a pogotovu u sintezi proteina. Dvije aminokiseline cistein i metionin sadrže u svom hemijskom sastavu sumpor. Tiolne grupe (-SH) su osnov za reakcije oksidacije/redukcije u biološkim sistemima. U procesu oksidacije cisteina može se formirati cistin pri čemu se združuju dvije molekule cisteina disulfidnom vezom. Ova reakcija je reverzibilna.



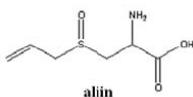
Slika 2.3.13. U procesu oksidacije cisteina može se formirati cistin pri čemu se združuju dvije molekule cisteina disulfidnom vezom

Disulfidna veza u cistinu je krucijalna u definiranju strukture mnogih proteina. Cistein je uključen u reakcije transvera elektrona i pomaže u enzimski kataliziranim reakcijama. Cistein je dio jakog antioksidanta glutaciona.

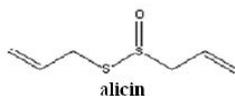
Tabela 2.3.8. Sulfidi/tioli

KOMPONENTA	IZVOR	KORIST
Dialil sulfid, Alilmetil trisulfide	Crni i bijeli luk	Za poboljšanje srčanog rada i jačanje imunog sistema te detoksifikaciju nepoželjnih kopONENTI
Ajoen, ditiin	Bijeli luk	antitrombozni učinci inhibira agregaciju trombocita

Miris bijelog luka i drugih pripadnika roda *Allium*, kao što su crveni luk, poriluk i dr. rezultat je prisustva organosumpornih komponenti, alicina i dialil disulfida. Ove komponente su istovremeno nosioci karakterističanog mirisa bijelog luka, i biološki aktivne, za zdravlje korisne tvari. Prije samog lomljenja, nedirnuta ćelija sadrži bezbojnu i bezmirisnu aminokiselinu S-2-propenil-L-cistein ili aliin koja se može pronaći u citoplazmi ćeliji.



Unutar ćelijskih vakuola nalazi se enzim poznat kao alinaza. Kada se naruši integritet ćelije oslobađa se alinaza, enzim koji transformira prirodni proizvod aliin u alicin, jednu od sumpornih komponenti (dialiltiosulfinat) zaslužnu za karakterističan miris bijelog luka. Ujedno je moćan antibakterijski i antivirusni agens. Alicin je vrlo reaktivna komponenta, slabo rastvorljiv u vodi, više u alkoholu a razlaže se zagrijavanjem.



Dialil sulfid, organosumporna komponenta koja daje bijelom luku jedinstven miris, dokazano je da inhibira transformaciju heterocikličnog amina (PhIP) u kancerogene. Dialil sulfid blokira ovu transformaciju smanjujući produkciju enzima u jetri (CYP1A1, CYP1A2 i CYP1B1) koji transformišu PhIP u kancerogene supstance. Bijeli luk može pomoći u zaštiti od mnogih degenerativnih efekata dijabetesa-retinopatije, nefropatije i neuropatije koji su prouzrokovani neuravnoteženošću između slobodnih radikala generiranih kada nivo šećera u krvi postane visok i smanjenja utjecaja zaštitnih antioksidanasa u organizmu. Svježi češnjevi bijelog luka sadrže do 1% aliina. Pod utjecajem fermenta aliin-liaze aliin prelazi u alicin, koji daje karakterističan miris na bijeli luk. Međutim, sam aliin je bez mirisa i topiv u vodi. S druge strane ako želimo dobiti sam alicin, on se može predestilirati pomoću vodene pare. Treba imati u vidu da je alicin nestabilan, pa se razgrađuje na polisulfide. Specifičan i neugodan miris eteričnog ulja bijelog luka dolazi od dialildisulfid i dialiltrisulfid. Bijeli luk je bogat i drugim spojevima koje sadrže sumpor kao što su ditiini među kojima je najviše istraživan ajoen. Ovaj spoj nastaje u kiselu kataliziranoj reakciji dviju molekula alicina. Ajoenu se pripisuju antitrombozni učinci jer inhibira agregaciju trombocita. Zanimljivo je da bijeli luk ima visok sadržaj kalcija, koji je jedan od najviših u svijetu namirnica biljnog porijekla. Istraživanja pokazuju visoku bioraspodivnost kalcija iz luka pa je to osnov da se može efikasno koristiti u prevenciji i liječenju osteoporoze.

2.3.6. Monoterpeni

Monoterpeni ispoljavaju svoje antikancerogeno djelovanje sprječavanjem aktivacije onkogena (ras-onkogen), a najpoznatiji od njih su prisutni u ulju citrusa (*D-Limonini*) i ulju komorača (*D-Carvon*). U pokusima na životinjama inhibiraju nastanak raka želuca, jetre, dojke i pluća, a u stanju su djelovati i na involuciju tumora dojke.

Tabela 2.3.9. Monoterpeni

KOMPONENTA	IZVOR	KORIST
<i>D-Limonini</i>	Citrusi	Inhibiraju nastanak raka želuca, jetre, dojke i pluća, a u stanju su djelovati i na involuciju tumora dojke.
<i>D-Carvon</i>	komorač	Inhibiraju nastanak raka želuca, jetre, dojke i pluća, a u stanju su djelovati i na involuciju tumora dojke.

2.3.7. Alkaloidi

Alkaloidi su prisutni u različitim izvorima namirnica, a najčešće se nalaze u voću, povrću, začinskom i aromatičnom bilju, a često se koriste iz ljekovitih biljaka. Mogu se svrstati u tri skupine: protoalkaloidi (biogeni amini, efedrin), pseudoalkaloidi (steroidni i diterpenski alkaloidi) i pravi alkaloidi.

Iz grupe protoalkaloida često su prisutni u malim količinama biogeni amini kao što je histamin u pivu i ribama. Iz grupe pseudoalkaloida su steroidni i diterpenski alkaloidi koji se također mogu naći u različitim vrstama voća i povrća, najčešće u kutikuli, te služe biljkama kao zaštita ali su često i vrlo biološki aktivni. U svakodnevnoj ishrani najviše se koriste kofein, teobromin, teofilin, tein, guaranin, kapsaicin, piperin i drugi. Osim nutritivnog uticaja na probavu i organizam alkaloidi imaju farmakološko dejstvo. Nemaju energetske vrijednosti, a metaboliziraju se slično lijekovima. Od alkaloida koji su svoju svakodnevnu upotrebu našli u ishrani jesu najcesce predstavnici derivata ksantina, kapsaicin, piperin i ostali alkaloidi koji su u namirnicama prisutni u malim količinama.

Ksantin (3,7-dihidro-purine-2,6-dion) je purinska baza koja se nalazi u tjelesnim tkivima i tekućinama. U prehrani su značajni metilirani derivati ksantina gdje spadaju kofein, teofilin, teobromin i paraksantin. Ovi alkaloidi vezani su uglavnom za tanijske spojeve u obliku tanoida. Poseban značaj kafe i čaja je što ljudi svakodnevno konzumiraju u obliku toplih i hladnih napitaka.

Metilirani derivati ksantina imaju sličnu hemijsku strukturu. Razlikuju se samo po zastupljenosti CH_3 grupe.

Ksantini su prisutni uglavnom u osušenim i fermentiranim prirodnim proizvodima kao što su uživala: kafa, čaj, kakao, mate, guaranin. Isto tako mogu se naći i u industrijskim prehrambenim proizvodima kao što su osvježavajuća pića kola, energetske napitci, raznovrsni konditorski proizvodi (kakao proizvodi, neki keksi i vafli, bombone, komprimati, žvakaće gume sa guaraninom) i mnogi drugi.

Kofein je najpoznatiji po tome što je zastupljen u kafi. Kofein se nalazi u mnogim drugim proizvodima kao što su čokolada, nekim lijekovima protiv bolova, preparati za slabljenje simptoma prehlade, preparati za kontrolisanje tjelesne težine i kozmetičkim preparatima.

Teofilin u čaju je mnogo manje zastupljen nego kofein, a prisutan je samo u tragovima.

Teobromin je poznat pod nazivom ksanteoza. To je gorki alkaloid iz kakaovca (*Theobroma cacao*). Ima ga u svim kakao proizvodima.

Kapsaicini su najvažniji farmakološki aktivni sastojci paprike su kapsaicinoidi. To su amidni alkaloidi. Pripadaju grupi protoalkaloida jer se atom azota nalazi van ciklusa i nema bazne osobine. Kapsaicin je prirodni alkaloid, tvar zbog kojeg paprika ima karakterističan ljuti okus. Osjećaj ljutine koju stvaraju kapsaicini nije okus, nego osjećaj topline koje izazivaju te supstance. Kapsaicinoidi djeluju na završetke nerava u koži i izazivaju osjećaj toplote, sekundarno izazivaju hiperemiju kože. Djeluju kao kontaktni iritansi i rubefacijensi. Ekstrakti paprike ili rastvor kapsaicina se koriste eksterno, za ublažavanje bolova kod reumatizma i lumbaga. Zbog svog ljutitog okusa preparati paprike se koriste za poboljšanje apetita i varenje hrane.

2.3.8. Glikozidi

Glikozidi ili heterozidi su konjugirana organska jedinjenja sastavljena od šećera-glikona i nešećerne komponente ili aglikona (genin). Najčešći glikozidni šećeri su: glukoza, galaktoza, ksiloza, arabinoza i raminoza. Zbog toga neki znanstvenici koriste izraz heterozidi umjesto glikozidi, jer osim glukoze mogu biti zastupljeni i drugi šećeri. Prema vrsti šećera glikozidi se mogu nazivati glukozidi, ramnozidi, arabinozidi itd. Ako glikozid sadrži više molekula šećera, oni su međusobno vezani u molekulu oligosaharida. Prema broju molekula šećera, razlikuju se monoglikozidi, diglikozidi, triglikozidi itd. Aglikoni ili genini su prema hemijskom sastavu vrlo heterogeni spojevi. Oni mogu biti: alkoholi (koniferilni), kiseline (benzojeva), aldehidi (salicilni aldehyd), kumarini, ksantoni, flavonoidi, antocijanski derivati, antrakinonski derivati te ciklopentanoperhidrofenantrenski derivati. Šećer je najčešće vezan preko O, ali može biti vezan i preko S (tioglikozidi), preko N (azotni glikozidi) itd.

Glikozidi su veoma rasprostranjeni u biljkama. Mnogi biljni pigmenti, su glikozidi. Pojedine biljne porodice osobito su bogate glikozidima.

Glikozidi su značajni u farmaciji, kao farmakološki aktivne tvari, dok se u hrani nalaze samo u tragovima. Glikozidi se nalaze u manjim količinama u mesu plodova voća i povrća. U sjemenkama su prisutni kao amigdalini, limetini, kao i u pokožici (aurancijamarin).

Antocijanidini, flavoni i flavonoli dolaze u prirodi u vezanom obliku kao glikozidi. Glikozidi antocijanidina zovu se antocijani i crvene su do plave boje, koja je karakteristika brojnih vrsta voća. Flavoni i flavonoglikozidi nalaze se u biljkama i imaju slabo žutu boju.

Aglikon ili nešećerna komponenta glikozida može imati različitu strukturu pa se hemijski glikozidi mogu podijeliti i prema strukturi aglikona. Tako su u hrani poznati cijanogeni glikozidi koji sadrže cijanovodoničnu kiselinu, a u hrani su najčešći amigdalini, linamarin i durin. Amigdalini iz gorkih badema hidrolizom daje dvije molekule glukoze, molekulu benzaldehida i molekulu cijanovodika.

Neke vrste začinskih biljaka sadrže tioglikozide kao što je sjeme gorušice koje sadrži alil-gorušičino ulje, ili luk koji sadrži alicin. Poznatiji glikozid u kojem je aglikon iz grupe fenolnih spojeva je salicin. Postoje također i kumarinski glikozidi koji su nekad nalazili primjenu u prehrambenoj industriji, ali se pokazalo da su hepatotoksični. Flavonoidni glikozidi kao aglikon imaju derivat benzopirana (flavan). Tu spadaju kankoni, flavanoni, flavanoli, flavoni, flavanoli itd.

Danas se koriste u farmaciji takozvani srčani glikozidi za liječenje bolesti srca i drugih organa. Takav je poznati lijek digitalis. Takođe su i saponini vrste glikozida koji sadrže steroidna ili triterpenska jedinjenja kao aglikone. Saponine sadrže šamponi, losioni i slična kozmetička sredstva. Antraglikozidi sadrže jedinjenja antracena konjugirana sa šećerima. Postoje i drugi gorki glikozidi koji podražuju osjet okusa, pa refleksnim putem stimuliraju sekreciju želučanog soka i poboljšavaju lučenje žuči što dovodi do boljeg probavljanja hrane. U biljkama su glikozidi otopljeni u staničnom soku. Nalaze se u nadzemnim dijelovima (lišće, cvijet, plod, sjeme) i podzemnim dijelovima (korijen, podanik, lukovica, gomolj). U jednoj biljci može biti nekoliko hemijski različitih glikozida.

2.3.9.Polioli

Sorbitol je šesterovalentni alkohol, često se nalazi u voću, kao na primjer u šljivama, a količina mu ovisi o stupnju zrelosti. Nastaje kao međuproizvod pri cijepanju šećera. Nalazi se uglavnom u jabučastom (jabuke, kruške) i koštuničavom (trešnja, šljiva) voću i vrlo malo ili uopće ne u jagodastom i južnom voću.

Tabela 2.3.10.Polioli

KOMPONENTA	IZVOR	KORIST
Slatki alkoholi- ksilitol, manitol, sorbitol, laktitol	žvakaće gume	reduciraju rizik od zubnog karijesa

2.3.10.Sirova biljna vlakna

Preharena bogata povrćem i balastnim tvarima sadrži komponente koje u različitim stadijima razvitka tumora djeluju kemopreventivno. Za ovakovo antikancerogeno djelovanje voća, povrća i žitarica zaslužne su ne samo **antioksidativne tvari** (vitamini E i C), nego i **bioaktivne balastne tvari**. Kasnih četrdesetih godina prošlog stoljeća dr. Dennis Burkitt i dr. Hugh Trowell, hirurgi na radu u Africi, objavili su zanimljivo opažanje da se bolesti koje napadaju crnce u Africi bitno razlikuju od bolesti "civilizacije", koje napadaju bijelce. Primijetili su da se među crncima rijetko javljaju opstipacija, divertikuloza debelog crijeva, hemoroidi, rak debelog crijeva, koronarna bolest srca i žučni kamenci. Zaključili su da bi uzrok tome mogla biti različita prehrana crnaca i bijelaca. Afrički crnci jedu uglavnom povrće pa nemaju problema sa stolicom. Za razliku od afričkih crnaca, bijelci u SAD, Velikoj Britaniji i drugim europskim državama jedu pretežno rafinirane namirnice. To dovodi do sklonosti spomenutim bolestima civilizacije, osobito opstipaciji, raku te dijabetesu i koronarnoj bolesti srca. Ali uzrok tome nije samo neuzimanje biljnih vlakana nego i uzimanje premasne hrane, sjedelačkog načina života, živčiranja i žurba

Vlakna su, uglavnom, sastavni dijelovi biljnih ćelija, koji uneseni hranom, u tankom crijevu ne podilježu procesu varenja. U debelom crijevu pod djelovanjem bakterija se samo djelomično razgrađuju. Biljna vlakna se uglavnom sastoje od složenih ugljikohidrata: celuloze, hemiceluloze, pektin, lignina, biljne smole, gume (guar, ksantan). Najčešća podjela sirovih vlakana je na osnovu rastvorljivosti u vodi, na nerastvorljiva i rastvorljiva vlakna. Generalno gledano, nerastvorljiva vlakna imaju glavnu ulogu u prevenciji intestinalnih (digestivnih poremećaja), dok su rastvorljiva vlakna značajna za reguliranje dijabetisa, smanjenje kolesterola u krvi i smanjene gojaznosti. Za razliku od makronutrienata, biljna vlakna ne daju organizmu energiju, ali zbog toga što se pretežno nalaze u biljnoj hrani predstavljaju dragocjen izvor vitamina i minerala i imaju važnu ulogu u organizmu.

U netopiva biljna vlakna spadaju: celuloza, hemiceluloza, inulin i lignin. Prirodni izvori celuloze su: integralno i crno brašno, kupus, mladi grašak, kelj, kora krastavca, paprike, jabuke i repa. Lignini su drvenasta vlakna biljke koja služe za povezivanje i potporu, te joj daju čvrstinu. To je strukturni element perifernih ovojnica sjemenki. Lignin se ne rastvara u vodi, kiselinama i bazama. Izvori lignina su zrelo povrće, patlidžan, jagoda, kruška i rotkvice. Lignin smanjuje probavljivost, veže se za žučne kiseline i na taj način sprječava apsorpciju kolesterola.

Celuloza i hemiceluloza su neprobavljivi ugljikohidrati u ljudskom organizmu i nepromijenjeni izlaze iz njega. Samo jedan njihov manji dio mogu razgraditi fermentacijom bakterije koje se normalno nalaze u debelom crijevu svakoga zdravog čovjeka. Osim što potiču stolicu na pražnjenje, ta vlakna navlače na sebe poput spužve mnogo vode i to čak 15 puta više nego su sama teška. Osim vode apsorbiraju i određene hranjive a i toksične tvari.

U topiva vlakna spadaju pektini, gume i sluzi. Pektina ima u jabukama, kruškama, kori narandži i limuna, repi i drgim vrstama voća i povrća. U žitaricama ima jedna podvrsta pektina, takozvani betaglukani. Smatra se da pektini, osobito betaglukani, snižavaju kolesterol. Gume se koriste uglavnom kao hidrokoloide naječešće u konditorskim i žele proizvodima od voća i povrća. Sluzi su također polimeri ugljikohidrata i nalaze se u sjemenju i korijenju, u kojima služi biljkama kao sredstvo koje sprječava isušivanje. Najviše ih prirodno ima u algama i morskoj travi.

Kada ugljikohidratna biljna vlakna stignu neprobavljena u debelo crijevo tu bivaju podvrgnuta djelovanju crijevnih bakterija. One ih fermentiraju i razgrađuju, te ih pretvaraju u kratkolančane masne kiseline. Pri tome nastaju plinovi u debelom crijevu koji ga rastežu. Razna biljna vlakna izazivaju i različit stupanj fermentacije, ovisno o topivosti biljnih vlakana. Što je vlakno u vodi topivije to ga bakterije više razgrađuju stvarajući masne kiseline koje organizam koristi kao energetski materijal. Mnogo su manje podvrgnuta fermentaciji vlakna netopiva u vodi, kao što su celuloza i hemiceluloza. Većinu kratkolančanih masnih kiselina apsorbira debelo crijevo i ona krvotokom stižu u jetru, koja ih šalje stanicama kao novostvoreno gorivo. Pri njihovoj izmjeni stvaraju se ketonska tijela (masne kiseline), voda i CO₂. Tom razgradnjom stvaraju se u kolonu plinovi, pretežno vodik i ugljen-dioksid. Pojedinci stvaraju iz ugljen-dioksida i vodika i plin metan. Puštanje plina zbiva se onda kad debelo crijevo ne može više apsorbirati. Dio plinova ulazi u krvotok i preko pluća disanjem bude izlučen iz tijela.

Tabela 2.3.11. Dietalna vlakna (funkcionalna i potpuna)

KOMPONENTA	IZVOR	KORIST
Netopiva vlakna	pšenične mekinje	Za poboljšanje probave i zdravlje digestivnog trakta
Beta-D-glukani	U gljivama, različitim žitaricama	Smanjuju rizik od srčanih bolesti (bolesti krvožilnog sistema)
Topiva vlakna	psyllium sjemenke mahuna	reduciraju rizik od bolesti krvožilnog sistema
Puno zrno žitarica	Proizvodi sa punim zrnima žitarica	reduciraju rizik od bolesti krvožilnog sistema i raka te održavaju stalni nivo glukoze u krvi

Preporučljivo je konzumirati barem 25 - 35 grama prehrambenih vlakana dnevno (u prehrani odraslih osoba). Istraživanje pokazuju da većina ljudi dnevnom prehranom dobiva samo 50% preporučene doze dijetalnih vlakana (oko 12 g. umjesto potrebnih 25-35 g) što može dovesti do otežane probave, zatvora te s vremenom i do navedenih bolesti. Djeca preko 2 godine treba početi sa unosom vlakana i to : godine + 5 g/dan Važno je unositi podjednako rastvorljiva i nerastvorljiva vlakna. Biljna vlakna daju osjećaj punoće i time ograničavaju apetit i preveliko uzimanje jela. Dijetna vlakna omogućavaju normalno pražnjenje crijeva, a sprječavaju zatvor i divertikulozu, smanjuju vjerojatnost pojave hemoroida, a neka od njih (pektini) snižavaju kolesterol u krvi.

Mekinja. Gotove tvornički pripravljene mekinje se danas mogu uzeti kao dodaci prehrani ukoliko postoje problemi opstipacije. Obavezno se uzimaju uz veće količine tečnosti. Međutim, ne treba pretjeravati, jer može doći do zacepljenja (opstrukcije) crijeva, pa je tada neminovan nezeleni kirurški zahvat. Treba i znati da one koče apsorpciju kalcija, željeza i cinka, koje u tom slučaju treba uzimati u većoj količini.

2.3.11. Masne kiseline

Zavisno od broja vodonikovih atoma koji su vezani na slobodne valencije ugljenika u molekuli kiseline razlikuju se tri tipa masnih kiselina: zasićene, mononezasićene i

polinezasićene. U zavisnosti od dužine lanca masnih kiselina dijele se na kratkolančane, srednjelančane i dugolančane. Na svim atomima ugljenika kod zasićenih masnih kiselina vezan je maksimalan broj atoma vodonika, odnosno svi ugljenikovi atomi su "zasićeni" vodonikom. Ovaj tip masnih kiselina dominira u mastima koje su čvrste na sobnoj temperaturi (masti životinjskog porijekla). Mononezasićene masne kiseline (MUFA) imaju takav hemijski sastav koji im omogućuje vezivanje još dva atoma vodika u molekuli masne kiseline. Masti u čijem su sastavu prisutne takve masne kiseline nalaze se u tekućem agregatnom stanju pri sobnoj temperaturi. Te su namirnice najčešće biljnog porijekla i nazivamo ih biljnim uljima. Medjutim neke masti se često nazivaju uljina iako su u krutom stanju na sobnoj temperaturi kakav je slučaj sa palminim uljem. Najrasprostranjenija masna kiselina koja spada u porodicu mononezasićenih masnih kiselina je oleinska kiselina, glavni sastojak maslinovog ulja. Ukoliko su kiselinski ostaci duži, utoliko raste i tačka topljenja. Ako su kiseline nezasićene, tačka topljenja sa brojem dvostrukih veza opada. Životinjske masti sadrže znatnu količinu zasićenih masnih kiselina, a naročito stearinsku i palmitinsku. Životinjske masti su uglavnom na sobnoj temperaturi čvrste izuzev životinjskih ulja riba sjevernih mora⁹. Ako se u molekulu nalazi dosta nezasićenih kiselina to su onda ulja, koja su na sobnoj temperaturi tečna (maslinovo ulje, sojino, suncokretovo, ulje uljane repice).

Ljudskom organizmu je za njegovo normalno funkcioniranje neophodan čitav spektar nezasićenih masnih kiselina, jer su one same sastavni dio organizma (membrane stanica, razni hormoni i enzimi). Najveći dio nezasićenih masnih kiselina stvara organizam sam, ali su mu za to potrebne sirovine. Te sirovine su zapravo esencijalne masne kiseline, koje je neophodno unositi u organizam izvana putem hrane i bez kojih nije moguć život. Ljudskom organizmu su potrebne samo dvije esencijalne masne kiseline: linolna (LA) iz skupine omega-6 masnih kiselina i alfa linolenska (ALA) iz skupine omega-3 masnih kiselina.

Alfa linolenska kiselina (ALA) koja se u organizmu razlaže na DHA i EPA. Konverzija kod zdravih odraslih osoba teče prilično sporo: oko 15% ALA se pretvara u EPA a samo oko 5% se pretvara u DHA. Ulje lanenog sjemena bogato je esencijalnim masnim kiselinama (linolna, linolenska) i fitoestrogenima. Rezultat toga je stimulativno djelovanje na imuno sistem u smislu sprječavanja tvari koje izazivaju upalu (citokini).

Tabela 2.3.12. Masne kiseline

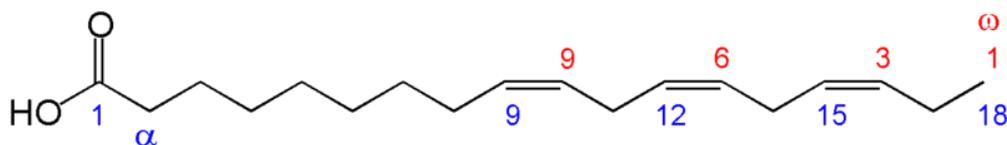
KOMPONENTA	IZVOR	KORIST
Mono nezasićene masne kiseline (MUFA ¹⁰ s)	Orašasto voće	Mogu reducirati rizik od bolesti krvožilnog sistema
Poli nezasićene masne kiseline (PUFAs) - Omega-3 masne kiseline, ALA	Orašasto voće	Mogu doprinijeti održanju mentalnih i vidnih funkcija
PUFAs - Omega-3 masne kiseline-DHA/EPA	Tuna i druga riblja ulja salamon,marine	Mogu reducirati rizik od bolesti krvožilnog sistema te doprinijeti održanju i poboljšanju vidnih i mentalnih funkcija
PUFAs – konjugovana linolenska kiselina(CLA)	Govedina i janjetina; mlijeko, neki sirevi	Doprinosi dobroj tjelesnoj formi i jaca imuni sistem

Masne kiseline sa više dvostrukih veza (linolna, linolenska i arahidonska¹¹) ubrajaju se u esencijalne sastojke hrane, jer se ne mogu sintetizovati u organizmu.

⁹ U prehrani značajne masne kiseline iz ovih ulja EPA i DHA

¹⁰ EFA; esencijalne masne kiseline (eng. Essential Fatty Acid), DHA; dokosaheksenska kiselina (eng. Docosahexenoic acid), EPA; eikosapentenoična kiselina (eng. Eikosapentaenoic acid), SFA; zasićene masne kiseline (eng. Saturated fatty acid), PUFA; polinezasićene masne kiseline (eng. Polyunsaturated fatty acid), LA; linoleinska kiselina (eng. Linoleic acid), ALA; alfa linolna kiselina (eng alfa-linolenic acid)

Esencijalne masne kiseline imaju važnu ulogu u tijelu, jer služe kao gradivne jedinice brojnih hormona, a naročito prostanglandina, leukotriena, tromboksana i drugih, a isto tako su i esencijalne komponente staničnih membrana. Esencijalne masne kiseline su ključne u metabolizmu i presudne su za dobro zdravlje.



α-linolenska kislina spada u omega 3 masne kiseline

Omega 3 masne kiseline sadrže korisne EPA (eikosapentaenoinska) i DHA (dokosaheksaenoinska) masne kiseline koje se najviše nalaze u morskoj plavoj ribi.

Tabela 2.3.13. Vrste nezasićenih masnih kiselina i njihovi izvori

Osnovne masne Kiseline	Masne kiseline	Broj C atoma	Broj dvostr. veza	Izvori u namirnicama
Mononezasićene Omega 9	oleinska	18	1	orasi i masline, kikiriki
Polinezasićene Omega 6	linolna	18	2	suncokret, kukuruz, soja, sezamovo ulje
	gama-linolenska	18	3	humano mlijeko, neke gljive
	arahidonska	20	4	žumance, goveđe masnoće
Polinezasićene Omega 3	α-linolenska	18	3	sjeme bundeva, orasi
	EPA	20	5	riblje ulje, ribe sjevernih mora
	DHA	22	6	riblje ulje, ribe sjevernih mora

Linolna kiselina ima prvu dvostruku vezu između 6. i 7. ugljenikova atoma, zbog čega se naziva omega 6-masnom kiselinom, a linoleinska kiselina ima dvostruku vezu između 3. i 4. ugljenikovog atoma i ubraja se u omega 3-masne kiseline.

Tabela 2.3.14. Esencijalne masne kiseline

18:2	Linolna	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_4 (\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2 (\text{CH}_2)_6 \text{COOH}$
18:3	Linolenska	$\text{CH}_3\text{CH}_2 (\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3 (\text{CH}_2)_6 \text{COOH}$
20:4	Arahidonska	$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_4 (\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4 (\text{CH}_2)_2 \text{COOH}$

Nedostak esencijalni masnih kiselina izaziva gubitak vode, dermatoze i perifernu neuropatiju.

¹¹ Arahidonska je uvjeto esencijalna



Omega-3 masne kiseline. Početkom dvadesetog stoljeća je utvrđeno da Eskimi, koji konzumiraju isključivo meso i masnoću riba, ne obolijevaju od srčanog udara, jer ih štite upravo masne kiseline. Danas se to zna da su omega-3 masne kiseline.

Kada je u pitanju riba ili riblje ulje, za procjenu kvalitete potrebno je u analizama gledati na dvije ključne omega-3 masne kiseline: EPA-C 20:5 (eikosapentenska) i DHA-C 22:6 (dokosaheksanoinska) masne kiseline. Treća omega-3 je ALA - C 18:3 (alfa-linolenolenska) i premda spada u omega-3 skupinu, ima je u ulju lanenog sjemena, a ne u ribljem ulju (osim u tragovima). Omega-3 masne kiseline su dugolančane, višestruko nezasićene masne kiseline (DHA, EPA, ALA). Odrasli mogu dobiti omega-3 sintezom, ali taj je mehanizam često deficitaran pa su praktično ovisni o unosu hranom iz mora. Omega-3 masne kiseline su esencijalne za metabolizam nedonoščadi i dojenčadi male tjelesne težine.

Drevni ljudi su živjeli uz okeane, i preživljavali su od od ribe ili su živjeli na planisnkim predjelima i hranili se velikim količinama zelenih biljaka sa velikom količinom alfa linolne kiseline. Naše ćelije mogu konvertirati alfa linolnu kiselinu u eikosapentensku kiselinu. Prehrana u diba paleolita bila je bogata morskim i biljnim izvorima omega-3 kiselina i siromašnija sa hranom koja sadrži omega-6. Taj omjer izražava se kao omega-6/omega-3 odnos koji je bio približno omjeru 1:1¹². Nasuprot tome, moderna ishrana ja bogatija sa omega-6 masnim kiselinama iz životinjskih proteina i posebno iz ulja izoliranih iz zrna, poput kukuruza i suncokreta, pa se procijenjuje da je danas omega-6/omega-3 odnos 8:1 do 12:1 pa čak 20:1.

Omega-6 je vise raspoređena u biljkama nego omega-3. Životinje, koje su visočije na evolucionoj skali sisara ne mogu prevesti omega-6 u omega-3. Ljudi mogu dodati dvostruke veze i produžiti alfa linolnu kiselinu u eikosapentensku kiselinu i dokosaheksansku kiselinu, ali samo kada je omega-6/omega-3 odnos nizak¹³. Visak omega-6 masnih kiselina u ishrani sprečava konverziju alfa linolne kiseline u dužu eikosapentensku kiselinu i DHA oblike¹⁴.

Ove vrste masti vrlo lako podliježe reakcijama oksidacije, zbog čega se pakuje u tamnu ambalažu nepropusnu za sunce. U njih se prilikom pakovanja dodaju antioksidansi.

Omega 3 sintetiziraju prostaglandine¹⁵ 1 i 3, tvari slične hormonima, koji kontroliraju niz procesa u tijelu ko što su rad srca, bubrega, jetre, stvaranje eritrocita u koštanoj srži i td. Prostaglandina ima 6 vrsta, a 1 i 3 između ostalog djeluju i protuupalno. To su specijalni hemijski "glasnici" koje koriste sva tkiva u organizmu.

¹² Eaton, 1985

¹³ L. Kathleen Mahan2003.

¹⁴ Cris-Etheron, 2000

¹⁵ Prostaglandini su spojevi koji potiču iz nezasićenih masnih kiselina. PG su važni posrednici brojnih različitih fizioloških procesa. Djeluju u stanicama koje ih izlučuju ili njihovoj okolini, a učinak je različit ovisno o koncentraciji i tipu stanice.

Metabolizam omega-3 i omega-6 masnih kiselina

Omega-3 masne kiseline		Omega-6 masne kiseline	
alfa linolenska (ALA)		linolna (LA)	
↓			
Enzim delta 6 desaturaza (D6D)			
oktadekateetraenska (OTA)		gama linolenska (GLA)	
↓			
Enzim elongaza (E)			
eikozatetraenska (ETA)		dihomo gama linolenska (DGLA)	
↓			
Enzim delta 5 desaturaza (D5D)			
eikozapentaenska (EPA)		arahidonska (AA)	
↓			
PG 3 serija anti-inflamatorni	LT 5 serija anti-agregatski non-imuno-reaktivan	PG 2 serija pro-inflamatorni	LT 4 serija pro-agregatski imuno-reakti
PG 1 serija anti-inflamatorni anti-agregatski anti-konstriktivni			

PG prostaglandini
LT leukotrieni

Osim odnosa omega 3 : omega 6 bitan je i odnos metabolita AA. EPA jer je ovaj odnos bitan u sintezi prostaglandinai leuktriena koji djeluju pro ili anti inflamatorni. Danas se u nekim zemljama (USA), kao jedna od dijagnostičkih metoda za utvrđivanje stanja organizma analizira odnos dviju najvažnijih masnih kiselina u krvnoj plazmi: arahidonske (AA) i eikozapentaenske (EPA) masne kiseline. Istraživanja utjecaja ovih masnih kiselina na stanje organizma utvrdila su kriterije njihovog međusobnog odnosa u krvnoj plazmi, kao element tog stanja:

Omjer AA/EPA	Stanje organizma
1.5	Idealno
3	Dobro
3-10	Povremeni razvoj raznih akutnih bolesti
10-15	Razvoj neke kronične bolesti u toku (ovisno o predispoziciji)
>15	Prisustvo razvijene kronične bolesti

Omega – 3 masne kiseline u ljudskom organizmu imaju vrlo veliku ulogu za cjelokupno zdravlje. Sudjeluju u funkcioniranju živčanog tkiva, mrežnice i mozga. Ključne su za kognitivnu funkciju mozga, memoriranje, vizualno razlikovanje itd. Omega-3 masne su kiseline ključne za stanične membrane – ako ih nema dovoljno u opskrbi, trpe sve stanice, a time tkiva i organi. Smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti: preveniraju pojavu aritmija, smanjuju krvni tlak i lipidemiju, snižavaju razinu kolesterola u krvi, sprječavaju naglo grušanje krvi, povećavaju kvalitetu života osoba koje su prebolile srčane infarkte zahvaljujući svom antitrombotnom, antiupalnom i vazodilatativnom djelovanju. Pобољšanje stanja kod upalnih bolesti: omega – 3 masne kiseline pobољšavaju zdravstveno stanje kod: pušača, bronhalne astme, bronhitisa. Pozitivan učinak imaju i kod Chronove bolesti, ulceroznog kolitisa,

reumatoidnog artritisa, kožnih ekcema, neurodermitisa, psorijaze te bakterijskih i virusnih upala pluća. Uzimanje omega – 3 masnih kiselina tijekom trudnoće i dojenja vrlo je važno za rast i razvoj novorođenčeta. Osobito je bitno da se povećani unos osigura u prvom tromjesečju trudnoće jer u tom periodu dolazi do razvoja moždanih struktura. Povećani unos omega – 3 masnih kiselina može pomoći kod prevencije karcinoma dojke, prostate i debelog crijeva, te u smanjivanju rizika od pojave metastaza. Svoj učinak ostvaruju na taj način da smanjuju rast tumorskih stanica kao i njihovu mobilnost. Uravnoteženi unos omega – 3 masnih kiselina poboljšava funkciju živčanog, gastrointestinalnog i imunološkog sustava, te poboljšava zdravlje kože, kose i noktiju.

Zbog toga što je optimalan omega-6/omega-3 odnos procijenjen sa 1:2 na 1:3, četiri puta niži od trenutnog unosa, preporučuje se ljudima da konzumiraju više omega-3 masne kiseline iz povrća i morskih plodova. Alfa linolna kiselina se može nalaziti u lanenom (57%), repicinom (8%), i sojinom (7%) ulju kao i zelenim listovima biljaka. Izvori dugih EPA i DHA omega 3 masnih kiselina su primarno morski: ulje od jetre bakalara, skuša, losos, i srdele, kao i rakovica, skampi i kamenica. Komercijalni postupci su pokušali da dodaju životinjama, kao sto su pilici i riba, izvore omega-3 masnih kiselina. Do sad, jaja su jedini zamjenski proizvodi komercijalno dostupni. Egglanova Best jaja imaju 100 mg omega-3 masnih kiselina po jajetu, Wilcox Farm jaja sadrže 350 mg po komadu.

"Šta se uzima kao prava količina omega-6 i omega-3 masnih kiselina i dalje predstavlja stvar rasprave. U SAD, procijenjeno je da prehrana sadrži 10 do 20 puta više omega-6 masnih kiselina od omega-3. drugim riječima, odnos omega-6/omega-3 je negdje između 10:1 i 20:1. Svi istraživači se slažu da je ovaj odnos prevelik. Iako, neke studije ukazuju da je poželjan odnos oko 1:1, većina njih podupire odnos između 2:1 i 4:1. Drugim riječima, ishrana koja osigurava najmanje dvostruku količinu omega-6 masnih kiselina u odnosu na omega-3, ali ne više od četverostruke vrijednosti, je poželjna. Najbolje istražene preporuke u svijetu su došle iz *Radionice na esencionalnosti i preporuci prehranbenog unosa omega-6 i omega-3 masnih kiselina*, vođen od Američkog Nacionalnog zdravstvenog instituta 1999. godine. Ova radionica na čelu sa Artemis Simopoulos, vodećeg stručnjaka u ovom području, došla je do zaključka da najmanje 2%, i ne više od 3% svih kalorija treba da se dobije iz linoleinske kiseline, omega-6 masne kiseline, i da 1% od svih kalorija treba da se dobije iz ALA., omega-3 esencijalne masne kiseline. Takođe se preporučuje da 0,1% svih kalorija dolazi od omega-3 masna kiselina EPA, kao i 0,1% od omega-3 masna kiselina DHA. Iako se sumnja da će ova vrsta fiksnih preporuka izdržati duže vremena, to je dobra početna tačka data s obzirom na javno zdravstvene preporuke o kvalitetima masti.

Zato sto odnos omega-6/omega-3 masnih kiselina pomaže u održavanju fleksibilnosti ćelijske membrane, skoro sve hemijske komunikacije u tijelu zavise bar djelimično o pravilnom odnosu između omega-6 i omega-3 masnih kiselina. Unutar ovog konteksta, teško je zamisliti bilo koji zdravstveni problem koji nema djelimičnu vezu sa odnosom omega-6/omega-3. Od sredine 1990-ih, studija za studijom je potvrdila ovaj pogled. Ravnoteža između omega-6 i omega-3 EFA je povezana sa rizikom od obolijevanja inzulinske nezavisnog dijabetesa, pretilosti i povećanog gubitka tjelesne mase, koronarne srčane bolesti, hroničnih inflamacija, i uspijeha transplantacije srca. Normalni genetički procesi, takođe, zavise od ove ravnoteže.

Posljedice smanjene dostupnosti omega-3 masnih kiselina tek se sada počinju shvatati. Ljudski mozak, centralni nervni sistem, i membrane cijelog tijela zahtijevaju omega-3 masne kiseline, posebno EPA i DHA, za optimalnu funkciju. Connor i ostali 1992 su predložili da veća dostupnost dugolančanih omega-3 masnih kiselina omogućavaju ljudima da razviju njihov složeni mozak i nervni sistem. Životinje sa nedostatakomega-3 masnih kiselina rastu i razmnožavaju se normalno, ali su izložene riziku za nastanak problema učenja, oslabljenog vida, i polidipsije¹⁶.

¹⁶ Elson M. HAAS. MD With B. Levin: *Staying Healthy With Nutrition*, Celestial Arts, 2006

Nenormalani omega-6/omega-3 odnosi vezani su sa promjenama u vaskularnim membranskim lipidnim kompozicijama i povećanom incidencijom ateroskleroze i upalnih poremećaja. Nedostatak omega-6 esencijalnih masnih kiselina, takođe, ima kliničke implikacije, uključujući poremećaj rasta, lezije na koži, smanjenje reproduktivnosti, masnu jetru, i poldipsiju. Ishrana bez masti može dovesti do nedostatka esencijalnih masnih kiselina i eventuale smrti ako organizam nije opskrbljen potrebnim nutrientom.

Preporuke unosa. Danas se u našoj prehrani nalazi puno zasićenih masnih kiselina i omega – 6 masnih kiselina, a manje omega 3. Preporuka je smanjiti njihov unos, a povećati unos omega – 3 iz plave ribe. Osnovni cilj u ishrani bi bio da se zamijene neke omega-6 masne kiseline sa omega-3 masnim kiselinama. Napraviti ćemo dobar napredak prema ovom cilju ako jedemo hladnovodne ribe umjesto pilećeg, svinjećeg ili goveđeg mesa. Takođe, napraviti ćemo dobar korak ako zamijenimo hranu sa visokim sadržajem omega-6 masnih kiselina, kao što je kikiriki, sa hranom sa većim sadržajem omega-3 masnih kiselina, kao što su orasi, sesamovo sjeme, sjeme lana ili sjeme tikve.

Laneno ulje je izvor omega – 3 masnih kiselina. Iako mlijeko i mliječni proizvodi sadrže velike količine visoko zasićenih masnih kiselina. Treba naglasiti da je majčino mlijeko izuzetak jer sadrži malu količinu zasićenih masti, a veliku količinu omega – 3 masnih kiselina. U majčinom mlijeku pronađene su alfa – linoleinska, EPA i DHA masna kiselina, a one igraju važnu ulogu u razvoju novorođenčeta, pogotovo u razvoju mozga i retine oka

Dnevna doza omega – 3 masnih kiselina kojom bi se zadovoljila potreba organizma, postiže se konzumacijom najmanje dva obroka masne ribe tjedno (srdela, skuša, losos, bakalar). Uzimajući u obzir suvremeni način života i prehranu koja se ne bazira na konzumaciji ribe, preporuka je uzimanje kapsula ribljeg ulja i to u dozi od **2 do 4 grama dnevno**.

Ispravan odnos između pojedinih vrsta masnih kiselina (uravnoteženost) u nekom duljem vremenskom razdoblju osigurava organizmu najpovoljnije uvjete zdravijeg i kvalitetnijeg života. Zato je neophodno smanjiti unos arahidonske masne kiseline (AA) (iz skupine omega-6 masnih kiselina) u organizam izbjegavanjem većih količina hrane bogate tom masnom kiselinom, kao što su: iznutrice životinja, žumanjak jajeta i crveno životinjsko meso. Spriječiti stvaranje veće količine arahidonske masne kiseline (AA) u organizmu (manjom aktivnošću enzima D5D) smanjenjem razine inzulina i povećanjem razine glukagona u krvi putem: većeg broja umjerenih obroka, manjih količina konzumiranih ugljikohidrata s visokim glikemičkim indeksom, većeg sadržaja konzumiranih bjelančevina u prehrani, ublažavanja stresa metodama opuštanja, veće tjelesne aktivnosti.

Povećati aktivnost stvaranja GLA masne kiseline (većom aktivnošću enzima D6D) putem: manjeg unosa zasićenih masnih kiselina u proizvodima životinjskog porijekla, izbjegavanja trans-masnih kiselina, koje se nalaze u rafiniranim i hidrogeniziranim biljnim uljima i margarinima, spriječavanja unosa prevelike količine ALA (18:3 - omega-3) masne kiseline, koje ima najviše u lanenom i konopljinom ulju.

Dodatno unositi GLA (18:3 – omega-6) putem: suplemenata GLA ulja – samo ograničeno i povremeno (terapijski), povremene konzumacije zobene kaše. Povećati unos EPA (20:5 - omega-3) masne kiseline kao posrednog elementa smanjenja stvaranja AA masne kiseline u organizmu (manja aktivnost D5D) putem: konzumacije riba i plodova mora, te u obliku EPA suplemenata omega-3 ili ribljeg ulja.

Unos ostalih masnoća u prehrani treba biti pretežno u obliku omega-9 masnih kiselina, kao neutralnih masnih kiselina na stvaranje hormona, koje se nalaze u sljedećim biljnim uljima: maslinovom, bademovom, lješnjakovom, kikirikijevom i sezamovom. U nedostatku ovakvih ulja, mogu se u umjerenim količinama koristiti i druga biljna ulja (pretežno omega-6), ali takva ulja trebaju biti hladno prešana bez

termičke obrade, jer se rafinacijom preoblikuju molekule nezasićenih masnih kiselina iz cis-oblika u štetan trans-oblik. Već se danas na tržištu nalaze takva hladno prešana biljna ulja u trgovinama, koja se po cijeni neznatno razlikuju od rafiniranih ulja (uz izuzetak djevičanskog maslinovog ulja, koje je znatno skuplje). Pri potrošnji konzumnih ulja, koja promoviraju omega-3 masne kiseline, potreban je poseban oprez, jer ista uopće ne sadrže bezopasne, a vrlo korisne EPA masne kiseline (omega-3), nego velike količine ALA (omega-3) masnih kiselina, što zbog velike potrošnje enzima D6D bitno smanjuje stvaranje neophodne GLA masne kiseline, čime se izazivaju poremećaji u stvaranju 'korisnih' parakrinih hormona.

Konjugirana linolna kiselina – CLA

Konjugirana masna kiselina (CLA) prirodna je višestruko-nezasićena masna kiselina koju nalazimo u mesu i mliječnim proizvodima. Danas je poznat način njezina nastanka. Kada se životinje preživači (krave, ovce, koze) hrane travom, u njihovom se tijelu linolna kiselina iz trave pretvara u CLA te zatim ugrađuje u tkiva i mlijeko. Stoga su upravo meso, mlijeko i mliječne prerađevine (sir, maslac) koje dobivamo od tih životinja najbogatiji izvor CLA. CLA se može proizvoditi i iz ulja šafranike (visokonezasićeno ulje koje se dobiva prešanjem ili ekstrakcijom sjemena biljke *Carthamus tinctorius*).

Dva su primarna mjesta djelovanja CLA – adipociti ili masne stanice (mjesto pohrane masti) te skeletne mišićne stanice (mjesto pretvorbe masti u energiju). Klinička istraživanja su pokazala da CLA smanjuje aktivnost lipoprotein lipaze (LPL) - enzima odgovornog za prijenos triglicerida iz krvi u masne stanice, gdje se trigliceridi pohranjuju. U isto vrijeme CLA stimulira i lipolizu (razgradnju pohranjenih triglicerida) u masnim stanicama. S obzirom na spomenuta mjesta primarnog djelovanja CLA, postoje četiri mehanizma pomoću kojih CLA utječe na smanjenje udjela tjelesne masti: 1. smanjuje količinu masti koja se pohranjuje nakon obroka 2. povećava razgradnju masti u masnim stanicama 3. povećava „izgaranje“ masti u mitohondrijima 4. smanjuje ukupan broj masnih stanica.

Ljudski organizam ne može sintetizirati CLA pa je moramo unositi hranom (meso, mlijeko, mliječne prerađevine) ili putem suplemenata. Vjeruje se da se hranom unosi znatno manje količine CLA u odnosu na razdoblje od prije tridesetak godina. Nekoliko je razloga koji su doveli do takve pojave – velik broj stoke danas se hrani industrijski, a ne travom; u našoj je prehrani sve manje crvenog mesa, a sve više mesa peradi, mliječnih prerađevina s manje masnoća i vegetarijanskih namirnica. Iz tog razloga CLA treba unositi u organizam putem suplemenata. Preporučena dnevna doza CLA ne prelazi 4 g.

2.3.12. Enzimi

Enzimi su biološki katalizatori, a u svom hemijskom sastavu obavezno sadrže proteinsku komponentu (apoenzim). Njihova količina u hrani u prehranbenom pogledu je zanemarljiva, ali u biološkom sistemu hrane zbog svoje aktivnosti imaju izuzetno značajne funkcije. Prirodno se nalaze u nekim namirnicama kao autohtoni enzimi ili mogu biti mikrobnog porijekla. Značajne uloge imaju u mlijeku, mesu, jajima i drugim vrstama hrane. Kvalitet hrane koju unosimo upravo je u njenoj svježini i tvarima koje je karakterišu, a jedna od tih tvari su i enzimi prisutni u svježoj, sirovoj i neprerađenoj hrani.

Hemijski procesi transformacije energije i materije u organizmu su vrlo dinamični. U njima minerali i vitamini kao kofaktori i koenzimi, učestvuju u brojnim enzimskim procesima. Većina koenzima sadrže u svojim molekulama neki vitamin kao komponentu. Ako funkciju prostetske grupe obavlja mineral onda je to kofaktor. Zbog

toga je funkcija esencijalnih nutrijenata vitamina i minerala izuzetno značajna za metaboličke procese u organizmu.

Tabela 2.3.15. *Koenzimi i njihovi prekursori iz hrane*

Prekursori iz hrane	Koenzim
Biotin	Biocitin
Pantotenska kiselina	Koenzim A
Vitamin B12	Koenzim B12
Riboflavin (vitamin B2)	Flavin adenin dinukleotid
Nikotinska kiselina	Nikotinamid
Pirodaksin (vitamin B6)	Pirodoksal fosfat
Folna kiselina	Tetrahidrofolat
Tiamin (vitamin B1)	Tiamin pirofosfat

Enzimi imaju vrlo važne uloge u biološkim sistemima hrane u svim segmentima prehrambenog lanca. Osobine enzima važne su i u tehnologiji prerade hrane. Djelovanje može biti poželjno i nepoželjno. U svježoj neprerađenoj hrani sudjeluju u različitim fiziološkim procesima. Djeluju za vrijeme prerade i čuvanja hrane. U biljnom i animalnom tkivu enzimi kontroliraju reakcije vezane za zrenje i dozrijevanje. Enzimsko djelovanje se nastavlja i poslije sjetve ili ubiranja plodova, kao i nakon uginuća životinja, kod kojih omogućava sagorijevanje mišićnog tkiva u bole probavljivo meso. Poslije branja, ako nisu inaktivirani zagrijavanjem, hemikalijama ili na drugi način enzimi nastavljaju biohemijske procese, a u mnogim slučajevima izazivaju kvarenje. Zbog toga što učestvuju u mnogim biohemijskim reakcijama u hrani odgovorni su za promjene u aromi, okusu, boji, teksturi i nutritivnim svojstvima. Enzimi imaju optimalnu temperaturu djelovanja kada je njihova aktivnost maksimalna. Proces zagrijavanja hrane za vrijeme prerade uzrokuje ne samo uništavanje mikroorganizama nego i inaktivaciju enzima što omogućava produženje upotrebe. Aktivnost svakog enzima je karakteristika optimalne pH vrijednosti.

Svi enzimi u industrijskoj proizvodnji hrane su registrirani i katalogizirani te je njihova upotreba pod kontrolom. U hrani za dojenčad upotreba enzima nije dopuštena zbog alergije.

Najčešće primjenjivani enzimi u raznim granama prehrambene industrije su iz grupe hidrolaza kao i neke oksidoreduktaze. Industrija šećera je jedan od glavnih potrošača enzima, koje koristi kod hidrolize škroba u svrhu dobivanja modificiranog škroba, dekstrina, glukoze i fruktoze. U proizvodnji aminokiselina moguće je koristiti hemijski i enzimski postupak. Iako je prvi postupak jeftiniji ima veliki nedostatak, a to je stvaranje racemske smjese D i L izomera aminokiselina kao produkata reakcije. Efikasniji način za dobivanje L-izomera je enzimski postupak.

Enzimi u mlijeku i mliječnim proizvodima. U mlijeku je determinirano oko 60 različitih enzima endogenog i egzogenog porijekla. Endogeni potiču iz mliječne žlijezde, a egzogeni od mikroorganizama. Najznačajniji enzimi u mlijeku su: lipaze, fosfataze, alkalna fosfataza, peroksidaze, katalaze, reduktaze itd. Pri višim temperaturama smanjuje se aktivnost enzima, a temperatura inaktivacije ovisi o tipu enzima. Temperatura pasterizacije, naročito pri visokoj temperaturi inaktivira većinu enzima. Inaktivacija nekih enzima može biti reverzibilna. Neki se enzimi aktiviraju u kiseloj sredini kao enzimi plijesni ili kvasaca, a drugi u baznoj. Bakterijski su enzimi uglavnom aktivni pri normalnoj pH-vrijednosti mlijeka (pH oko 6-8). Enzimi mogu uzrokovati bitne promjene sastojaka mlijeka, posebno lipolitičke i proteolitičke, što se može odraziti na lošu senzorsku kvalitetu mlijeka. Prisutnost brojnih enzima može biti

dokaz slabe kvalitete mlijeka, a određivanje prisutnosti pojedinih enzima nakon toplinske obrade mlijeka može biti dokaz efikasnosti pasterizacije. Mikrobne kulture i enzimi se koriste u pripremi različitih proizvoda od mlijeka. Funkcionalna aktivnost takvih enzima uglavnom prestaje u međuproizvodu tokom proizvodnje ili u finalnom proizvodu. To su starter kulture, enzimi i enzimski sredstva za sirenje odnosno grušenje i drugi.

Sir se proizvodi uz pomoć tradicionalnog enzima renina koji se izolira iz četvrtog dijela želuca goveda. Danas proizvođači sira zamjenjuju renin s koagulantima mikrobnog ili biljnog porijekla. S druge strane, enzimi i enzimski „mješavine“ koje se koriste kako bi pospješilo i ubrzalo sazrijevanje sira su obično sastavljene od više klasa enzima. U ovom procesu koristi se veliki broj hidrolaza kao što su proteinaze, peptidaze i lipaze. Neki od najčešće korištenih enzima su enzimi koji pomažu pri sazrijevanju sira te se kao takvi prodaju kao komercijalni enzimi.

Enzimi u jajima. Lizozim je najpoznatiji enzim u jajima, a općenito je poznat i kao „antibiotik tijela“ jer ubija razne bakterije. Od otkrivanja lizozima do njegove praktične primjene trebalo je proći više od 70 godina. Lizozim se danas izdvaja i koncentrira te dodaje u dječju hranu i u neke druge proizvode, gdje sprečava razvitak mikroflora. Osim u jajima nalazi se i u mnogim dijelovima tijela drugih organizama (npr. u suzama). Lizozim djeluje napadajući peptidoglikan, komponentu prokariotskog staničnog zida. Lizozim bjelanceta se sastoji od 129 aminokiselih ostataka. Zbog svog osnovnog karaktera, lizozim se veže na ovomucin, transferin ili ovalbumin u bjelancetu.

Lizozim je izuzetno stabilan u kiselim otopinama i održava svoju aktivnost čak i nakon 1 – 2 minute zagrijavanja na 100 C.

Tabela 2.3.16. Primjena lizozima

1.	Kapi za oči
2.	Inhibicija bakterija u proizvodnji sira
3.	Sprej za povrće za prevenciju rasta bakterija
4.	Primjena u farmaciji

Bjelance sadrži i druge enzime osim lizozima. To su fosfataza, katalaza, glikozidaza itd. Do sada je pronađeno oko 30 vrsta enzimskih aktivnosti u neoplođenim kokošjim jajima. Većina enzima pronađenih do sada u kokošjem jajetu su kategorizirani kao metabolički enzimi. Važniji enzimi proučavani u neoplođenim jajima su: glikozidaze, fosfataze, trifosfataze, ribonukleaze ribonukleinski kiselinsko-degradirajući enzimi, piruvatne kinaze i glikolitni enzimi i drugi.

Tabela 2.3.17. Značajniji prirodno prisutni enzimi u hrani kao BAK

KOMPONENTA	IZVOR	KORIST
Papain	papaja	Proteaza, pomaže razlaganje proteina tokom probave
Ficin	Svježe smokve	Proteaza, pomaže razlaganje proteina tokom probave
Bromelain	Ananas	Proteaza, pomaže razlaganje proteina tokom probave
Lizozim	Jaja, mlijeko	Koristi se kao konzervans jer djeluje i mikrobicidno
Mucin	Jaja, mlijeko	Djeluje mikrobicidno

Najpoznatije grupe enzima prisutne u hrani su bromelain iz ananasa, papain iz papaje, ficin iz smokava, lizozim u jajima. Kao dodaci prehrani najviše se koriste

bromelain, pepsin i tripsin. Smatra se pravilna upotreba enzima usporava proces starenja. Mnoge namirnice su bogate enzimima, prije svega fermentirani proizvodi od mlijeka, mesa, voća i povrća itd.

U hrani se nalaze brojni prirodni sastojci koji utiču na smanjenje aktivnosti metaboličkih procesa u organizmu. Takvi sastojci su inhibitori enzima. Oni se često svrstavaju u grupu antinutrijenata, jer sprečavaju normalan metabolizam određenih nutrijenata u organizmu. Inhibitori enzima su molekule prisutne u hrani, koje se tokom metabolizma vežu za enzime i tako sprečavaju njihovu aktivnost. Najčešće se nalaze u malim količinama u soji, pšenici, krompiru, luku, repi, kikirikiju i paradjzu. Po svojoj hemijskoj prirodi inhibitori enzima su različite hemijske strukture, najčešće proteini. Inhibiraju proteaze, amilaze, holinesteraze i druge enzime.

2.3.13. Prebiotici i probiotici

Probiotici su bakterije i njihovi metaboliti sa osobinama koje unapređuju zdravlje. Najpoznatiji primjer je jogurt. Konzumiranje jogurta (sa nižim sadržajem lipida) povećava brži oporavak posle dijareja, potpomaže imune funkcije i smanjuje nivo holesterola u krvi. Prebiotici su nesvarljive vlaknaste materije biljnog porijekla, poznate pod nazivom fruktooligosaharidi (FOS), koji stimulišu razvoj korisne crijevne mikroflore – probiotika, laktobacila acidofila i bifidobakterija. Oni su zapravo hrana za korisne bakterija u gastrointestinalnom sistemu. Čovek ih prvi put unosi u organizam odmah po rođenju u obliku galaktooligosaharida iz majčinog mlijeka. Oni štite organizam od patogenih bakterija i stimulišu razvoj imunološkog sistema.

Tabela 2.3.18. Prebiotici/probiotici

KOMPONENTA	IZVOR	KORIST
Prebiotici : Inulin, frukto-oligosaharidi (FOS), Polidekstroza	Luk, neko voće, med, mekinje, žitarice punog zrna	Poboljšavaju gastrointestinalne funkcije, a mogu i poboljšati absorpciju kalcijuma
Probiotici: Lactobacilli, Bifidobakteria	Jogurt, kefir, sirutka i proizvodi sa funkcionalni mikrobnim kulturama	Poboljšavaju gastrointestinalne funkcije i rad imunog sistema

Probiotici, prebiotici i simbiotici mogu biti u formi dodataka prehrani, ali i u formi konvencionalnih prehrambenih proizvoda.

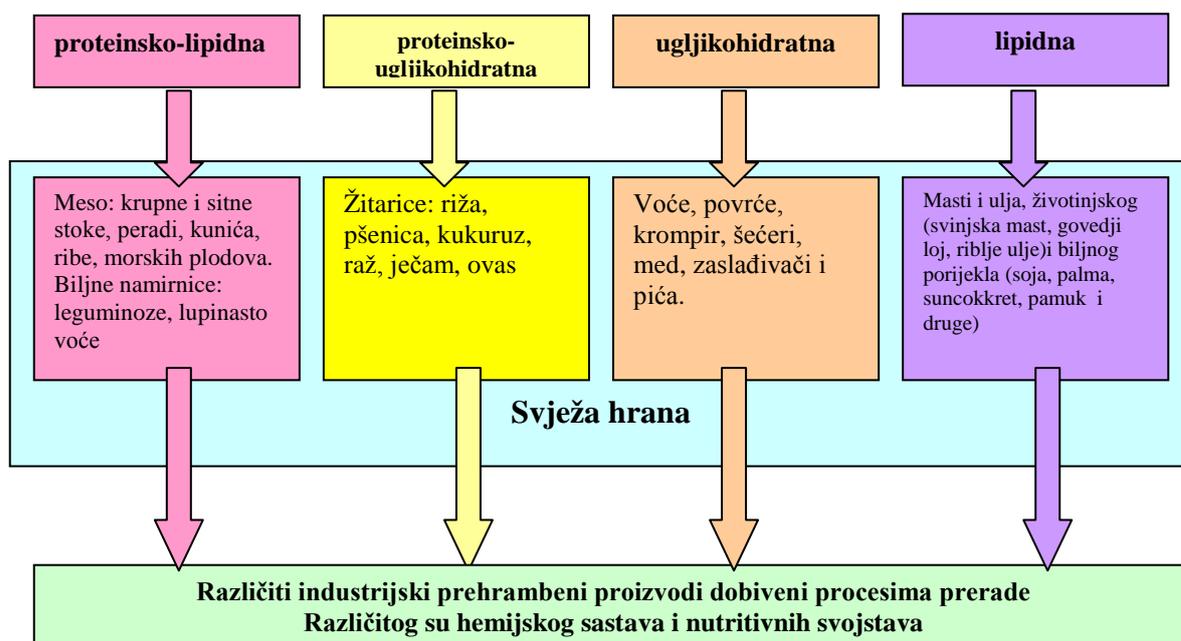
2.4. Biološki aktivni komponent u različitim vrstama hrane

Jedna vrsta hrane može sadržavati jako veliki broj raznolikih biološki aktivnih sastojaka. Četiri temeljne skupine namirnica su meso, mlijeko, voće i povrće te žitarice. Hrana i hrani srodne tvari koje čovjek konzumira mogu se u pogledu zajedničkih obilježja svrstati u sljedeće grupe:

- mlijeko i mliječni proizvodi
- jaja i preradjevine od jaja
- meso i preradjevine
- žitarice i preradjevine
- povrće, gljive i preradjevine
- voće i preradjevine
- šećer, med, pčelinji proizvodi i drugi prirodni zasladjivači
- masti, ulja i proizvodi na bazi masti i ulja
- sol i začini i aditivi
- hrana porijeklom iz mikroorganizama

- voda za piće
- stimulansi i uživala: kafa, čaj, kakao proizvodi, duhan , alkoholna pića i druga opijajuća sredstva
- dijetetski proizvodi namenjeni ishrani dece, dijabetičara, starijih i gojaznih osoba

Nutritivna svojstva hrane određuje njihov hemijski sastav, odnosno sadržaj i kvalitet makro i mikronutrijenata te biološki aktivnih spojeva. Sa nutritivnog aspekta najvažnije je prepoznati kategoriju hrane, koja može biti proteinsko-lipidna, proteinsko-ugljikohidratna, proteinsko-ugljikohidratno-lipidna, ugljikohidratna i lipidna. Uvjetno se može uzeti da ako je u hrani sadržaj jednog od makronutrijenata minoran, a preovladavaju drugi makronutrijenti, onda ta hrana dobiva epitet preovladavajućeg makronutrijenta.



Slika 2.4. Vrste hrane

2.4.1. Mlijeko i mliječni proizvodi

Kad je u pitanju mlijeko, kolostrum je primjer i funkcionalne hrane ali i dodatka prehrani. Biološki aktivne komponente u njegovom sastavu su specifični proteini naročito imunoglobulini, slobodne aminokiseline i nukleotidi kojih nema u običnom mlijeku. Obično mlijeko sadrži neke vrste nezasićenih masnih kiselina (konjugirana linolenska kiselina), šećer laktoza koja služi za dobijanje laktuloze, te probiotici za održanje normalne flore u GIT-u. Funkcionalni mliječni proizvodi sa aktivnim sastojcima su : kolostrum, sirutka i probiotici.

Kolostrum

Kolostrum je prvo (majčino) mlijeko sisara. Po sastavu se može reći da je prirodni koncentrat hranjivih i obrambenih tvari, imunoglobulina i faktora rasta.

Povijesni podaci. Još su stari Egipćani koristili kolostrum pri infekcijama oka. U Indiji već tisućama godina Ajurvedski liječnici i duhovni vođe dokazuju ljekovita i terapijska svojstva kolostruma. Skandinavske zemlje već stoljećima prave puding od kolostruma prekriven medom, slaveći rođenje teleta i dobro zdravlje. Kolostrum se koristio u SAD kao prethodnik antibiotika; bio je vrlo omiljen prije otkrića penicilina i drugih antibiotika. U kasnom osamnaestom stoljeću znanstvenici su počeli proučavati kolostrum i dokumentirati korisnost kolostruma za preživljavanje, rast i razvitak

novorođenčadi. 1890-tih godina Paul Ehrlich (1892.) tvrdi da je kolostrum sredstvo prijenosa imunofaktora i antitijela od majke do potomaka. Danas postoje tisuće objavljenih znanstvenih i kliničkih studija o zdravstvenoj dobrobiti kolostruma.

Aktivne komponente. Kolostrum je u znanosti poznat kao najjači prirodni imunostimulator. Kolostrum je bogat izvor imunofaktora i nutrijenata. Sadrži više neproteinskih dušičnih spojeva. Glavne komponente tih frakcija su ureja, kreatinin, kreatin, glukozamin, slobodne aminokisline kao taurin i glutaminska kiselina, aminošećeri iz oligosaharida, amino-alkoholi iz fosfolipida, karnitin, nukleinske kiseline i nukleotidi.

Najvažniji imunološki sastojci kolostruma su imunoglobulini (Ig), važni u neutralizaciji toksina, virusa i bakterija. Osim imunoglobulina, kolostrum sadrži i sastojke nespecifičnih antimikrobnih i imuno stimulirajućih svojstava: laktoferin, lizozim, laktoperoksidaza i leukociti. Specifična antitijela djeluju u liječenju mnogih bolesti kao što su pneumonija, dizenterija, infekcije kandidama, gripa i multipla skleroza, neutropenija, reumatski artritis, CMS (sindrom kroničnog umora) i mnogih drugih. Laktoferin i imunoglobulin G (IgG) su glavni gliko-silatni proteini u sirutkinim pripravcima iz kolostruma. Laktoferin je glikoprotein koji veže željezo. Sintetizira se u mliječnoj žlijezdi i u drugim egzokrinim žlijezdama, a ima ga i u suzama. Laktoferin, a osobito njegovi derivati, imaju širok bakteriostatski, bakteriocidni i antiviralni spektar djelovanja, a mogu modulirati i upalne reakcije. Laktoperoksidaza je djelotvoran antimikrobni enzim koji 'čuva' mlijeko od kvarenja, a također stimulira rast. Lizozim je antimikrobni sastojak humanog kolostruma i mlijeka a utječe na intestinalnu bakterijsku floru novorođenčeta. Živi leukociti su sastavni dio kravljeg i humanog kolostruma. Leukociti služe kao obrana mliječne žlijezde od patogenih mikroorganizama. Oni također mogu poboljšati obranu novorođenčeta od gastrointestinalnih infekcija. Citokini su imunološke prijenosne tvari koje služe komunikaciji unutar imunološkog sustava, a u slučaju nekog oboljenja aktiviraju odgovarajuće imunološke stanice. One stimuliraju limfne žlijezde i imaju vrlo djelotvorne antivirusne i protuupalne osobine, pri ozljedama i u artritičnim zglobovima. Citokini (interleukini, interferon i limfokini) pokazuju i antitumorsku aktivnost te sudjeluju u regulaciji i intenzitetu imunoloških reakcija. Pomažu jačanju aktivnosti T-stanica i potiču stvaranje imunoglobulina. Jedan od citokina, interleukin-10, protuupalni je agens koji ublažava bolove. Interleukini posebno obećavaju u borbi protiv raka. Kolostrum sadrži brojne faktore koji utječu na rast i razmnožavanje stanica. Glavni faktori rasta u kolostrumu su: EGF (epidermal growth factor), FGF (fibroblast growth factor), IGF-1 i IGF-2 (insulin-like growth factor 1 i 2), PDGF (platelet-derived growth factor), TGF α i β (transforming growth factors). Oni potiču rast stanica u kostima, mišićnom tkivu, živcima i hrskavici.

Najzastupljeniji faktori rasta u kravljem kolostrumu su inzulinu sličan faktor rasta IGF-1 i IGF-2, koji potiču rast i razmnožavanje stanica. Za IGF je poznato da potiče regeneraciju i rast DNK i RNK, što ga čini jednim od najvažnijih čimbenika protiv starenja. To su jednolančani polipeptidi otporni na temperaturu i kiselinu

Kolostrum sadrži i L-karnitin. To je prijenosni protein koji postiže sagorijevanje dugolančanih masnih kiselina u mitohondrijima, što je važno za izmjenu tvari u mišićima. Drugi faktori rasta, citokini i hormoni, također su pronađeni u humanom i kravljem kolostrumu, ali njihov fiziološki značaj nije do kraja istražen.

Za tržište se u svijetu kravlji kolostrum proizvodi posebnim postupcima uz pomoć najmodernije i vrlo skupe tehnologije. Visokovrijedan kolostrum dobiva se samo s farmi na kojima se ne upotrebljavaju pesticidi, antibiotici, hormoni ili mesno-koštano brašno, i koji moraju imati certifikate bio-proizvodnje i BSE (slobodno od kravljeg ludila). Kolostrum se najprije oslobađa od masti i kazeina, a zatim se koncentrira postupkom sušenja raspršivanjem ili zamrzavanjem.

Kolostrum se može proizvoditi i iz hiperimuniziranih krava cijepljenih određenim antigenom iz patogenih mikroorganizama za vrijeme prvog i drugog mjeseca trudnoće. Kolostrum od hiperimuniziranog mlijeka, može se koristiti u liječenju ili prevenciji infekcija probavnog trakta. Iz takvog se kolostruma mogu proizvoditi i

određena imuno tijela, kao imunoglobulini, laktoperoksidaza ili laktoferin. Imunološki stimulatori proizvedeni iz kolostruma na tržištu su mnogih zemalja.

Sirutka

Sirutka se vjerovatno koristila još u praistorijsko doba, kad su počela i prva pripitomljavanja domaćih životinja. Obzirom da fermentacija mlijeka prirodno nastaje uz pomoć bakterija, vjerovatno je otkriće sirutke bio prirodan slijed i njenog korištenja u prehrani. Slobodno možemo reći da je sirutka stara koliko i proizvodnja sira.

U antičkim vremenima sirutka je korištena kao ljekoviti napitak. Proizvodnju sira opisao je Homer u „Odiseji“ gdje Kiklop siri ovčije i kozje mleko i sir stavlja u pletene korpe sve jednu na drugu. Hipokrat je preporučavao sirutku u terapijama tuberkuloze, žutice, kožnih bolesti, probavnih smetnji. U 18. i 19. vijeku u Švicarskoj, Njemačkoj i Austriji sirutka se koristi u terapijama: diareje, dizenterije i nekih trovanja.

U našim krajevima sirutka se koristila najviše u ishrani stoke, ali i u ishrani ljudi. Uobičajali su je korseliti u ruralnim područjima kao međuobrok, naročito seljaci kod težih poslova u polju, a tradicionalno u bosanskoj prehrani pripada grupi namirnica koje se nazivaju „zahlade“. Tradicionalno se koristi i u pripremi kruha.

Nutritivni kvalitet sirutke temelji se na visokoraspoloživim komponentama, koji lako stižu svih organa kojima se nadoknađuju nedostaci aminokiselina, vitamina i minerala. Digestija, resorpcija i distribucija nutrijenata iz sirutke je veoma brza. To je zbog toga što sirutka ima relativno nisku pH vrijednosti kao i relativno male molekula proteina i ugljičnih hidrata, a razina lipida je vrlo niska.

Litar surutke ima svega 350 do 370 kilokalorija, ili pola manje od svježeg mlijeka. Zbog toga se danas sirutka može smatrati dijeteskim proizvodom i funkcionalnom hranom ciljanog djelovanja na funkciju probavnog trakta, funkciju jetre i druge organe.

Zbog svojih hemijskih i nutritivnih osobina razvijeni su novi posebni proizvodi sirutke, kao što su sirutka u prahu i proteini sirutke, osvježavajuća pića i drugi.

Treba se prisjetiti da je napitak na bazi sirutke je bio zvanično piće Olimpijskih igara, ZOI 1984. godine u Sarajevu.

Sirutka nastaje prilikom proizvodnje sira od mlijeka krupne i sitne stoke, a nakon postupka zgrušavanja. Sirutka preostaje kada se mlijeko zgruša, pa zbog toga sadrži sve u vodi topive sastojke mlijeka. Ova činjenica ukazuje i na njenu biološku vrijednost, pogotovu jer se radi o, u vodi topivim, proteinskim sastojcima, a posebno slobodnim aminokiselinama, enzimima, te mineralima u helatnoj bioraspoloživoj formi.

Sirutka se tradicionalno dobija dobro poznatim postupkom. Mlijeko se ostavi da fermentira („ukisne“) na sobnoj temperaturi pri čemu mliječni šećer usljed fermentacije prelazi u mliječnu kiselinu, te dolazi do odvajanja kazeina od sirutke i izdvajanja masnijeg dijela-pavlake na površini. Zatim se pavlaka odvaja sa površine. Zaostalo kiselo mlijeko se zagrijava, pri čemu dolazi do koagulacije i razdvajanja sira od sirutke. Po završenom procesu sirenja, cijedenjem se odvaja surutka.

U industrijskim uvjetima za ubrzanje koagulacije mlijeka mogu da se koriste kiseline (kao što je limunska), enzimi i sirila. Ovisno o postupku kako se dobiva i vrstama korištenih sredstava za koagulaciju kazeina iz mlijeka, svježja sirutka može biti slatka i kisela. Pojednostavljeno, slatka sirutka se dobiva prilikom proizvodnje tvrdih sireva kao što su čedar i švicarski sir, a kisela sirutka se dobiva prilikom proizvodnje svježeg kravljeg sira. Kisela sirutka je ukusnija i stabilnija, a sadrži manje laktoze i mliječne masti. Približno od 10 litara mlijeka dobije se 1 kg sira i 9 litara sirutke.

Kad je u pitanju industrijska proizvodnja poznato je da se sirutka najprije bacala (a danas je još neke mljekare bacaju), a potom koristila isključivo kao krmivo-stočna hrana

Tri su osnovna proizvoda koji se dobivaju iz sirutke, a koriste se u ljudskoj prehrani. To su sirutka u prahu, proteini sirutke (proteinski izolat) i šećer laktoza.

Sirutka u prahu dobiva se uklanjanjem vode iz svježe sirutke. Postoji slatka (pH 5,6), kisela (pH 5,1), demineralizirana sirutka u prahu i sirutka u prahu bez laktoze. Sirutka u prahu koristi se kao aditiv u proizvodnji kobasica, juha, pekarskih proizvoda, sireva i namaza. Demineralizirana i sirutka bez laktoze koriste u proizvodnji dječje hrane.

Proteini sirutke dobivaju se separacijom i koncentriranjem proteina iz tekuće sirutke, a najčešće postupcima membranskih filtracija: mikrofiltracijom, ultrafiltracijom, nanofiltracijom ali i postupcima jonske izmejene. Procesom ultrafiltracije dobiva se proteinski izolat koji sadrži 80 % proteina sirutke, a postupkom ionske izmjene dobiva se proteinski izolat do 90 %-tne čistoće. Postupak ionske izmjene uklanja vitalne biološki aktivne frakcije kao što su imunoglobulin, beta-laktoglobulin i laktoferin. Postupcima mikro ili nanofiltracije se dobivaju proteini sirutke 90-94 %-tne čistoće, ali su i biološki aktivne frakcije sačuvane jer se proizvode pod niskim temperaturama i bez kiselih kemijskih uvjeta.

Proteini sirutke najveću primjenu imaju u prehrani sportaša. Koriste se kao dodaci prehrani za povećanje mršave mišićne mase i popravak oštećenja mišića. Najbolje ih je konzumirati sa vodom, jer ako se uzimaju sa mlijekom, kazein iz mlijeka će usporiti njihovu apsorpciju. Proteini sirutke koriste se i u dječjim formulama i u slučajevima preosjetljivosti na kazein. Istraživanja na odraslim osobama upućuju da prehrana dječjim formulama sa pretežnim sadržajem sirutke rezultiraju crijevnom florom sličnijom onoj u djece koje se hrane majčinim mlijekom. Neka pretklinička istraživanja na miševima ukazuju da protein sirutke mogu imati anti-upalna i antikarcinogena svojstva. Međutim, nedostaju in vivo istraživanja na ljudima.

Proteini sirutke imaju i niz osobina korisnih u raznim tehnološkim procesima što ih čini veoma poželjnim dodacima u prehrambenoj industriji.

Sirutka služi i za proizvodnju laktoze koja se najviše koristi u farmaceutskoj industriji kao važan ekscipient, ali i u proizvodnji lijekova kao što je laktuloza. Nekada se je koristila i u proizvodnji penicilina. U prehrambenoj industriji iz laktoze se dobija alkohol, mliječna i octena kiselina. U dječjoj hrani nadoknađuje laktozu majčinog mlijeka.

Sirutka u svježem stanju tradicionalno se u BiH koristila u prehrani. Posebno je bilo zapaženo njeno povoljno djelovanje kod većih fizičkih aktivnosti, pa su je u ruralnim područjima koristili zemljoradnici: kosci, kopači itd. Danas je u drugim formama koriste sportisti i bodibilderi.

Osim svježe kisele sirutke koja se najčešće priprema samostalno, kod kuće, na tržištu se mogu naći i drugi različiti proizvodi u kojima je dominantna sirutka. Tako su poznati različiti slatki i kiseli pasteurizirani napitci od sirutke različitog okusa. Mogu biti obogaćeni voćnim sokom, ali i koncentratima voća i povrća.

Slatka sirutkase koristi se i za proizvodnju alkoholnih napitaka, pa je poznato sirutkino pivo ili sirutkino vino. U novije vrijeme koristi se i za probiotičke napitke.

Sirutka se koristi kao supstrat u različitim biotehnološkim postupcima kao što je uzgoj biomase kvasaca. Koristi se i za proizvodnju nizina, antibiotika u konzerviranju hrane.

U narodnoj medicini sirutka odvajkada važi kao univerzalni lijek. U te svrhe najčešće se koristi kao svježa u količini od 1 do 1,5 L dnevno. U narodnoj medicini tradicionalno je koriste kod tretmana i podrške liječenju uremije, anemije, artritisa, gihta, bolesti jetre, tuberkuloze, diareje, trovanja, kožnih i probavnih smetnji. Naročito je na dobrom glasu kao nezamjenjiv obnovitelj jetre, pa se može preporučiti takvim bolesnicima kao i osobama koje se liječe od alkoholizma.

Svojstva sirutke kao dijetetskog proizvoda i funkcionalne hrane su zaista velika i nisu sva do kraja istražena.

Ljekovitost se prije svega zasniva na snažnima antioksidativnim svojstvima pojedinih sastojaka, koji, kad se unesu u organizam omogućavaju sintezu endogenih antioksidanata.

Nutritivna i dijetetska svojstva sirutke određuje njen hemijski sastav, a prije svega hemijska kompozicija nutritivnih i nenutritivnih biološki aktivnih komponenti. Hemijski sastav sirutke ovisi o postupku proizvodnje, kvaliteti i vrsti mlijeka. Pouzdano se može reći da je najveći dio sirutke voda (93 do 94%), a ostatak je suha tvar, koju čine proteini, ugljični hidrati sa dominantnim laktosom, vitamini i mineralne tvari.

Tabela 2.4.1 .Prosječan hemijski sastav slatke i kisele sirutke

No	Sastojak	Jedinica mjer	Slatka sirutka	Kisela sirutka
1	Voda	%	93-94	94-95
2	Suhe tvari	%	6-6.5	5-6
3	Laktoza	%	4.5-5	3.8-4.3
4	Mliječna kiselina	%	u tragovima	do 0.8
5	Ukupnih proteina	%	0.8-1.0	0.8-1.0
6	Sirutkini protein	%	0.6-0.65	0.6-0.65
7	Limunska kiselina	%	0.1	0.1
8	Minerali	%	0.5-0.7	0.5-0.7
9	pH		6.4-6.2	5.0-4.6

Proteini sirutke. Jedan od najvrjedniji sastojaka sirutke je protein sirutke koji se po karakteristikama i djelovanju bitno razlikuje od kazeina—osnovnog proteina mlijeka. Proteini u svježem mlijeku sastoje se od oko 80% kazeina i oko 20 % proteina sirutke. Ove dvije vrste proteina imaju različita svojstva. Značajno je navesti činjenicu, da je majčino mlijeko, dominantno, sirutkino mlijeko, pa se obzirom na sličan sastav proteina mogu izvesti mnoge analogije u pogledu nutritivnih i dijetetskih svojstava. Ipak, neke proteinske komponentne koje se nalaze u sirutci, nisu sadržane u majčinom mlijeku.

Proteini sirutke se sastoje od kratkih lanaca aminokiselina koje su nakon unosa u organizam lako i brzo iskoristive. Biološka vrijednost (BV) proteina sirutke je približno 100, što je ujedno i maksimalna vrijednost, dok je biološka vrijednost za kazein iz mlijeka 77. Najznačajnije komponente proteina sirutke su beta-laktoglobulini, alfa-laktoalbumini, imunoglobulini, laktoferini, albumina krvnog seruma, glikomakropeptidi, enzimi, slobodne aminokiseline itd.

Beta-laktoglobulini predstavljaju otprilike polovicu ukupnih proteina sirutke u goveda. Dobar su izvor esencijalnih i aminokiselina razgranatih lanaca. Sadrže i retinol-vezujući protein koji je nosač malih hidrofobnih molekula, uključujući retinoičnu kiselina (vitamin A) i ima potencijal da modulira limfni odgovor. Majčino mlijeko ne sadrži beta-laktoglobuline.

Alfa-laktalbumin je jedan od glavnih proteina koji se nalaze i u majčinom mlijeku i u mlijeku goveda. Čini oko 20-25 % proteina sirutke i sadrži široku paletu amino kiselina, uključujući esencijalne i aminokiseline razgranatih lanaca. Pročišćeni alfa-laktalbumin se koristi u proizvodnji mlijeka za dojenčad, zbog toga što ima strukturalno sličan proteinski profil u odnosu na majčino mlijeko. Nažalost, obzirom na troškove proizvodnje, većina mliječnio baziranih infant formula sadrži sastojke demineralizirane sirutke s višim razinama beta-laktoglobulina, što ih čini manje sličan ljudskom mlijeku.

Sirutkini protein sadrže specifična antitijela, poznata kao imunoglobulini, koja imaju važnu ulogu u imuno sistemu jer vezuju antigene. Količinu imunoglobulina čini oko 10-15 posto ukupnih proteina sirutke. Istraživanja pokazuju da sirovo mlijeko iz ne-imuniziranih krava sadrži specifična antitijela na ljudski rotavirus, kao i antitijela na bakterije kao što su *E. coli*, *Salmonella* i *Shigella*.

Albumin krvnog seruma je protein krvne plazme koji se sintetizira u jetri. Albumini čine oko polovice proteina krvnog seruma. Albumini iz mlijeka, stoga, mogu imati važnu ulogu, jer se njihovim unosom iz mlijeka unosi pul aminokiselina koje mogu

poslužiti u ljudskom organizmu kod sinteze različitih proteinskih komponenti. Albumini imaju funkcije u održavanju osmotskog tlaka, prenose hormone kao npr. hormone štitnjače, prenosi masne kiseline, prenose nekonjugirani bilirubin, mnoge lijekove i razina serumskog albumina može utjecati na poluživot lijekova. Smanjena sinteza albumina može nastati zbog bolesti jetre ili gladovanja, te zbog povećanog izlučivanje zbog bolesti bubrega. Gubitak albumina nastaje i kod opekline. Zbog toga unos albumina kao proteinske komponente sirutke može imati važne funkcije u ljudskom organizmu.

Laktoferin, željezo-vezujući glikoprotein, je ne-enzimski antioksidant koji se nalazi i u sirutki i u majčinom mlijeku. Kao komponenta sirutke sastoji se od oko 689 aminokiselinskih ostataka, dok se ljudski laktoferin sastoji od 691 ostataka, što ih čini dosta sličnim. Laktoferin je dominantna komponenta proteina sirutke majčinog mlijeka, dok ga je u sirutki manje. Studije o laktoferinu su pokazale sposobnost za aktiviranje stanica prirodnih ubojica (NK) i neutrofila. Laktoferin također ima antivirusna, antifungalna i antibakterijska svojstva. Antimikrobni efekat laktoferina može biti moćan prema mikroorganizmima koji u svom metabolizmu koriste željezo. Posjeduje jedinstvenu sposobnost heliranja željeza i na taj način ga oduzima mikroorganizmima. Laktoferin također ima sposobnost da iz vanjske membrane gram-negativnih bakterija oslobađa lipopolisaharidne komponente i tako djeluje kao antibiotik.

Glikomakropeptid (GMP) je protein prisutan u sirutki u količini 10-15 %, i nastaje zbog djelovanja kimoza na kazein tokom sirenja. Po sastavu je peptid sa visoko razgranatim lancem aminokiselina i ne sadrži aromatske aminokiseline uključujući fenilalanin, triptofan, tirozin. To je jedan od rijetkih prirodnih proteina kojem nedostaje fenilalanin, pa ako se posebno izoluje iz sirutke onda je siguran za osobe s fenilketonurijom.

Proteini sirutke imaju sve esencijalne amino kiseline i u većim koncentracijama u usporedbi s različitim izvorima proteina biljnog porijekla kao što su soja, kukuruz i pšenični gluten. U odnosu na druge izvore proteina, sirutka ima visoku koncentraciju amino kiselina razgranatih lanaca (BCAA) - leucin, isoleucine i valin. BCAA, posebno leucin, važni su faktori za rast i oporavak tkiva. Leucin je ključna aminokiselina u metabolizam proteina tokom translacije-inicijacije u metaboličkom putu sinteze proteina. Proteini sirutke su također bogati aminokiselinama cistein i metionin koje sadrže sumpor. Uz visoku koncentraciju tih aminokiselina, imunološki sistem se poboljšava zbog intracelularne sinteze glutationa.

Veća biološka vrijednost proteina sirutke u odnosu na proteine mlijeka rezultat je visokog udjela lizina te cisteina i metionina. Za iskoristivost proteina u organizmu bitan je omjer cisteina i metionina, koji je u proteinima sirutke oko 10 puta veći nego u kazeinu. Sadrži i taurin koji djeluje na volumen mišića na nivou stanica.

Antioksidativno djelovanje sirutke bazirano je na visokom sadržaju i bioiskoristivosti aminokiseline cistein, koja pomaže u sintezi glutationa (GSH), moćnog unutarstaničnog antioksidansa. GSH se sastoji od glicina, glutamata i cisteina. Cistein sadrži tiol grupu koji služi kao aktivni agens u sprečavanju oksidacije i oštećenja tkiva. Kao antioksidans, glutation je najefikasniji u reduciranom obliku. Riboflavin, niacinamid i glutation reduktaze su bitni kofaktori u sintezi reduciranog oblika glutationa. Glutation u formi antioksidacijske komponenta sirutke se istražuje kao sredstvo za usporavanje procesa starenja. S druge strane imamo i glutation peroksidazu (GSHPx) koja se sintetizira uz pomoć selena i cisteina. Snažan je detoksikant u formi endogenog antioksidacijskog enzima sa sposobnosti da pretvori lipidne peroksida u manje štetne hidroksi kiseline.

Sirutka je bogata enzimima pa time čini jedinstven pul sirovina neophodnih za sintezu enzima u jetri i drugim organima. Sadrži više vrste enzima, uključujući hidrolaze, transferaze, liaze, proteaze i lipaze. Laktoperoksidaza je važan enzim u sirutki za kuu se smatra da je ima 0,25-0,5 % od ukupnih proteina sirutke. Ima sposobnost da kataliziraju određene biohemijske procese, uključujući i redukciju vodonik peroksida. Ovaj enzim katalizira sistem peroksidacije tiocijanata kao i neke

halogene (kao što su jod i brom), što u konačnici stvara proizvode koji inhibiraju i / ili uništavaju veći broj bakterijskih vrsta. Tokom procesa pasterizacije, laktoperoxidase se ne inaktiviraju, što upućuje na njihovu stabilnost kao konzervansa.

Udjel slobodnih aminokiselina je kod kisele sirutke oko 10 x veći nego u mlijeku.

Tabela 2.4. 2. Sadržaj aminokiselina razgranatih lanaca (BCAA) u različitim vrstama proteina

Vrsta proteina	BCAA
Izolat proteina sirutke	26%
Kazein	23.3%
Mliječni proteini	21%
Protein jaja	20%
Mišićni protein	18%
Izolat proteina soje	18%
Proteini pšenice	15%

3

Aminokiseline razgranatih lanaca BCAA iz sirutke izuzetno su efikasne pri izgradnji mišića. Odnos pojedinih aminokiselina u sirutki i ljudskim mišićima ukazuje da prehrana sirutkom obezbjeđuje adekvatne aminokiseline neophodne u sintezi proteina mišićnog tkiva. Sirutka sadrži visoku razinu glutamina, najzastupljenije slobodne aminokiseline u tijelu. Lako se pretvara u glukozu. Glutamin ima vitalnu važnost i kod izgradnje mišića. Ako se ne unosi dovoljno prehranom, tijelo ga uzima iz mišićnog tkiva. Nadomjestak glutamina sprečava gubitak mišićne mase.

Proteini sirutke daju osjećaj sitosti, a vjeruje se da povećavaju razinu hormona supresora apetita. Vjeruje se da mogu smanjiti stres i depresiju i da djeluju na smanjenje razine kortizola i povećanje razine serotonina k. Istraživanja pokazuju da proteini sirutke imaju i povoljan učinak u podršci liječenju arteroskleroze, cistične fibroze, Alzheimerove i Parkinsonove bolesti itd. Neka istraživanja su ukazala i na niz ljekovitih svojstava proteina sirutke koji preventivno deluju na razvoj raka, naročito raka dojke i debelog creva.

Zbog imuno-modulatornog dejstva koriste se u ishrani obolelih od AIDS-a i kod pacijenata pod radio i hemoterapijom.

Ugljikohidrati sirutke. U sirutku prelaze svi ugljikohidrati mlijeka preostali nakon proizvodnje sira, a to su laktoza, glukoza, galaktoza, oligosaharidi te aminošećeri. Laktoza je druga bitna komponenta sirutke. Sa aspekta nutritivne vrijednosti u prehrani, ima naročitu važnost zato što je i prvi ugljeni hidrat koji čovjek uzima kroz majčino mlijeko, pa je i važan sastojak hrane za dojenčad. Preporučuje se dijabetičarima zbog toga što ima produženo dejstvo u pogledu povećanja nivoa glukoze u krvi, a time i potrebe za insulinom. Djeluje laksativno, utiče na zubni plak, doprinosi bržoj regeneraciji tkiva, usporava proces arterioskleroze i poseduje niz svojstava korisnih u tehnološkim procesima.

Minerali u sirutci. Tokom sirenja u sirutku prelaze gotovo sve topljive soli i mikroelementi mlijeka, a i soli dodane u proizvodnji sira. Minerali u sirutki su u formi helata pa je njihova bioraspoloživost dosta visoka, Od mineralnih kompleksa veoma je važan odnos kalijuma prema natrijumu (3:1) što je veoma bitno osobama sa povišenim krvnim pritiskom. Sirutka je bogata kalcijumom, fosfatima, hloridima, kalijumom, magnezijumom. Sadrži i natrijum, željezo, baakr, cink, kobalt i mangan. Ovi minerali održavaju tonus ćelija i sprečavaju visok krvni pritisak, moždani udar, infarkt.

Vitamini u sirutci. Od vitamina sirutka sadrži najviše vitamina topljivih u vodi (B kompleks i vitamin C). Količina liposolubilnih vitamina ovisi o količini masti koja zaostaje u proizvodnji sira. Smatra se da jedna litra sirutke može zadovoljiti dnevne potrebe odrasle osobe za vitaminima B kompleksa, koji su u suštini koenzimi u

brojnim metaboličkim procesima u ljudskom organizmu. Sadrži i vitamin B13 ili orotičnu kiselinu koja nije dovoljno istražena. Vjeruje se da ovaj vitamin sprečava probleme sa jetrom i pomaže liječenje multiple skleroze. Sirutka sadrži i laktoflavin (riboflavin) koji je odgovorna za zeleno žutu boju ali je bitan kofaktori u sintezi reduciranog oblika glutaciona.

Zdravstvena sigurnost sirutke. Zdravstvena sigurnost sirutke uslovljena je higijenskim uvjetima u proizvodnji mlijeka. Posebno je značajno da stočna hrana bude zdravstveno ispravna (bez pesticida i mikotoksina) i da životinja od koje se dobilo mlijeko nije tretirana veterinarskim lijekovima. Takođe u lancu proizvodnje mlijeka je važna higijena štalskog prostora kao i higijena osoblja, posuđa i transportnih sredstva.

S druge strane i higijenski proizvedena sirutka je lako pokvarljiva. Slatka je više podložna bakterijskom kvarenju, zbog toga što razvoju bakterija bolje pogoduje manje kisela sredina, a kvarenje kisele lakše izazivaju kvasci i plijesni. Pasterizacijom i aseptičkim uvjetima pakovanja može se produžiti rok trajanja sirutke. Danas je u BiH prirodno prisutan strah od bruceloze. Pasterizacijom sirutke uspješno se uništavaju i veće populacije brucela , ali se istovremno degradira i znatna količina hidrosolubilnih vitamina C i grupa B, te se denaturira većina enzima.

2.4.2. Jaja i proizvodi od jaja

Bjelance je 100% proteinsko, a žumance je lipoproteinske prirode i sadrži ovoglobuline, ovotransferin, ovomucin. Polovina vrijednosti proteina nalazi se u bjelanjku. Bjelanjak se smatra idealnim izvorom proteina jer sadrži sve esencijalne aminokiseline u pravim omjerima. Protein iz jaja je visoke biološke vrijednosti pošto sadrže sve ključne aminokiseline potrebne ljudskom organizmu. Jaja u sebi sadrže brojne enzime kao što su mucin i lizozim, kojeg mnogi nazivaju „enzimom budućnosti“ naročito u farmaceutskoj industriji, te fosfolipide (lecitin).

2.4.3. Meso i proizvodi od mesa

Najčešće se u prehrani koriste mesa sljedećih životinja:

- meso životinja za klanje (krupna stoka, sitna stoka, perad i kunići)
- meso divljači (srna, zec, svinja, medvjed, ptice koje nisu strvinari i grabljivice itd.)
- ribe, rakovi, školjkaši, žabe i ostali plodovi mora i prerađevine uglavnom čije meso nije otrovno ili se postupkom pripreme otrov uklanja
- puževi i ostale životinje (naprimjer insekti i skakavci)

Proteini mesa su visokovrijedni proteini, jer sadrže esencijalne aminokiseline (valin, leucin, izoleucin, fenilalanin, metionin, lizin, treonin i triptofan). U mišićnim vlaknima kao slobodne, nalaze se aminokiseline: glutamin, glutaminska kiselina, asparaginska kiselina i alanin. Važniji proteini mesa su: aktin, miozin, kolagen i elastin.

Od svih navedenih proteina miozin ima najveću sposobnost vezanja vode, što je rezultat aminokiselinskog sastava i veće zastupljenosti monoamino-dikarboksilnih aminokiselina: glutaminske i asparaginske, te diamino-monokarboksilne aminokiseline lizina. Zbog specifične građe i velikog masenog udjela prolina aktin, kolagen i elastin imaju malu sposobnost vezanja vode. Treba napomenuti da kolagen sadrži i dvije modificirane aminokiseline koje se rijetko nalaze u proteinima, hidroksiprolin i hidroksilizin.

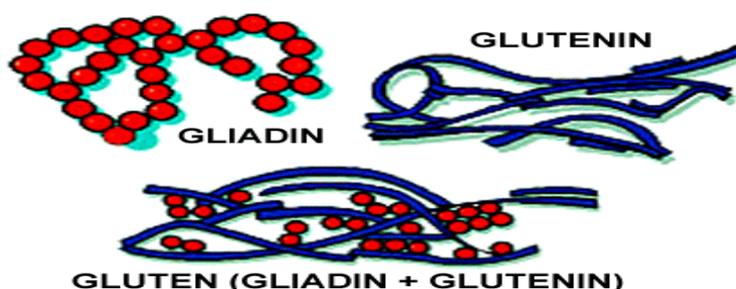
Ovisno o kojoj vrsti mesa se radi imamo i različite aktivne komponente ali uglavnom je to željezo i vitamin A te visok sadržaj holesterola u iznutricama (džigerica). Dobar sastav aminokiselina, naročito triptofana, te nizak sadržaj masnoća govore u prilog bijelom pilećem mesu. Značajan protein u mesu je i karnitin koji služi kao gradivna materija naročito u ishrani sportaša i rekonvalescenta.

U smislu biološke aktivnosti izuzetno je važno meso ribe. RIBE poput skuše, tune, lososa i brancina bogate su Omega-3 masnim kiselinama koje spadaju u skupinu esencijalnih nezasićenih masnih kiselina. One igraju važnu ulogu kod sprječavanja bolesti srca i krvožilnog sustava, smanjuju kolesterol u krvi i nastanak krvnih ugrušaka.

2.4.4. Žitarice i preradjevine

Kod žitarica najznačajnija komponenta koja pozitivno može da utiče na zdravlje su sirova biljna vlakna, koja se tokom prerade uglavnom odstranjuju iz žitarica. Skidanjem omotača tokom rafiniranja žitarica, baca se zapravo ono što je vrlo vrijedno jer jedan od najvažnijih dijelova žitarica su sirova biljna vlakna tj. topljiva i netopljiva biljna vlakna. Zahvaljujući sirovim biljnim vlaknima sprečava se opstipacija, spušta razinu holesterola u krvi, spašava se toksina, sprječava pojava raka itd. Što više biljnih vlakana u dnevnim obrocima to manje problema s zdravljem. Žitarice su dakle neophodne u svakodnevnoj prehrani i dobivaju ih uglavnom putem kruha, tjestenine i žitarica za doručak.

Proteini žitarica nisu «idealni» jer im nedostaje lizin, zbog čega se uvijek putem obroka kombiniraju s drugim namirnicama koje ovu esencijalnu aminokiselinu imaju u dovoljnim količinama (mlijeko, jogurt). Žitarice sadrže željezo i kalcij pa primjerice, indijski ragi sadrži 344 mg kalcija /100 g dakle više nego mlijeko i sjeme sezama. Žitarice su glavni izvor dnevnih potreba u vitaminima B-kompleksa zbog čega se preporučuje crni kruh od punog zrna s mekinjama. Kod naroda gdje je riža glavni izvor dnevnih obroka, ne preporučuje se polirana riža jer se procesom rafiniranja uništava jedini izvor B-vitamina. Nažalost, žitarice ne sadrže C i A vitamin pa ih treba dodavati na umjetan način tamo gdje u prehrani nema drugih zelenih namirnica i citrusnih plodova. Bjelančevine su: albumin, globulin, glijadin i glutenin. Globulin, glijadin i glutenin stvaraju ljepak, odnosno povezuju škrobna zrnca. Ako je ljepak slabe kakvoće dobivamo kruh loše kakvoće s većim šupljinama. Među ukupnim bjelančevinama pšenice 5,6 – 11,5% su albumini (topljivi u vodi), 5,7-10,8% su globulini (topljivi u 10%-tnoj vodenoj otopini NaCl) i prolamin (topljiv u 60-80 postotnom etanolu) ili ukupno 13-22% topljivih bjelančevina. Netopljive bjelančevine – glijadin (40-50 % od ukupnih bjelančevina) i glutelini (prvenstveno glutenin 34-42 % od ukupnih bjelančevina) – poznate su pod zajedničkim nazivom gluten.¹⁷



Slika 2.4.4..1. Gluten

Gluten¹⁸ je karakteristična bjelančevinska komponenta pšenice (u oljuštenoj ga riži ima vrlo malo), sposobna da uz dodatak vode intenzivno bubri. Pri tome, bjelančevine netopljive u vodi stvaraju povezanu, elastičnu i plastičnu masu poznatu kao lijepak. Netopljivi lijepak razmjerno se jednostavno izdvaja iz pšeničnog brašna ispiranjem vodom škroba, samljevenih dijelova omotača zrna i najvećeg dijela u vodi otopljenih dijelova brašna. Tako izdvojeni vodom isprani blaži lijepak karakterističan

¹⁷ Gluten zovu pšenično meso jer je protein

¹⁸ Preosjetljivost na gluten se zove glutenska enteropatija ili celijakija, osobe ne mogu konzumirati proizvode koje sadže pšenicu, raž i ječam (gluten)

je za različite tipove i vrste brašna a time i za žita od kojih su proizvedena. Masti se uglavnom nalaze u klici. Najviše masti u odnosu na težinu klice ima kukuruz, oko 30-35%, zob oko 25%, proso oko 20%, raž i pšenica oko 13-15%, a najmanje ječam oko 10-12%. Celuloza je koristan sastojak ploda žitarice, drži se dobrom i zdravom u prehrani ljudi. Pri mljevenju cijelog zrna u brašnu ima veći postotak celuloze i ostalih korisnih hranjivih sastojaka. Meljavom cijelog zrna značajno se obogaćuje brašno mineralnim tvarima koje su prijeko potrebne za prehranu. Od mineralnih tvari najviše ima fosfora, kalija, magnezija, kalcija, sumpora, natrija i željeza. Meljavom punog zrna, brašno sadrži vitamine E, K, P, B kompleks, provitamin A.

U tradicionalnoj funkcionalnoj prehrani primjerice zob je vrlo vrijedna žitarica koja između ostalog snižava loš kolesterol, razinu šećera u krvi, te pomaže jačanje mišićne mase kod odraslih. Proizvodi koji u sebi sadrže zob smanjuju kolesterol u krvi, imaju terapijski učinak na bolesti srca i krvožilnog sustava, zahvaljujući topljivim vlaknima b-glukana (dijetalno vlakno) koja se nalaze u ljusci zrna.

2.4.5. Voće i povrće

U voću i povrću imamo mnogobrojne aktivne komponente počev od sirovih biljnih vlakana koja imaju ulogu u pospješivanju peristaltike, fitosterola koji dosta efikasno zamjenjuju estrogene, glikozida, alkaloida, te pigmenata kao što su karotenoidi, flavonoidi, hlorofili. U nekim imamo i goitrogene faktore koji djeluju kao hipotireoidici i jako helizirajuće komponente poput oksalne i fitinske kiseline. U svim vrstama voća i povrća aktivna komponenta koja se obavezno nalazi jesu različite vrste vitamina izuzev, vitamina B12 koga nema u voću.

Sve vrste voća sadrže biološki aktivne fitokemikalije kao što su flavonoidi, a neke su posebno bogate antocijaninima, proantocijanidinima, resveratrolom, flavonolima i drugim flavonoidima. Posebno su značajni tanini, galo tanini, rutin, kvercetin, elagična i druge fenolne kiseline. Također u nekim vrstama su prisutni karotenoidi, saponini, voćne kiseline, pektini i druge aktivne tvari. Neki plodovi su izuzetno značajni zbog prisustva biološki raspoloživih minerala i vitamina posebno vitamina C. Količine i vrste biološki aktivnih komponenti variraju u različitim vrstama voća.

Svaka vrsta voća i povrća sadrži za nju specifičan aktivni sastojak npr. alil-sulfidi u češnjaku stimuliraju enzime koji su zaduženi za eliminaciju toksičnih tvari iz organizma, izocijanati iz brokule i drugih kupusnjača stimuliraju zaštitne enzime tzv. druge faze u procesu karcinogeneze, smanjujući tako rizik od pojave raka raznih lokacija, indoli iz zelenog lisnatog povrća koji djeluju antiestrogeno i tako reduciraju rizik od raka dojke, izoflavoni iz soje koji imaju višestruku sposobnost smanjivanja rizika za pojavu raka nekih lokacija (debelog crijeva), lignani iz sjemena lana koji djeluju antiestrogeno i na taj način smanjuju rizik od raka dojke, flavonoidi i karotenoidi iz bobičastog i tropskog te citrusnog voća, kao i povrća koji samostalno ili udruženo djeluju antioksidacijski protiv slobodnih radikala i na taj način bitno smanjuju rizik od oštećenja DNA strukture i pojave raka. Maslinovo ulje povoljno djeluje na zdravlje jer sadrži optimalan odnos esencijalnih masnih kiselina i vitamina koji djeluju preventivno kod bolesti srca i krvožilnog sistema.

Fitohemikalije u svježem voću i povrću značajne su kao produkti metabolizma biljaka, a vrlo važnu ulogu imaju u ljudskoj prehrani jer ostvaruju funkcije zaštite organizma i jačanja imuniteta. Danas su prisutna vrlo opsežna istraživanja antioksidativnih svojstava voća i povrća. Neke fitohemikalije su antioksidanti pa će njihova ekstrakcija iz voća i povrća tehnološki i komercijalno biti sve značajnija u budućnosti. Kao fitohemikalije-antioksidante treba posebno istaći vitamine, biljne pigmente i enzime. Antioksidanti imaju vrlo važnu ulogu u ljudskoj prehrani jer ostvaruju funkcije zaštite organizma i jačanja imuniteta. Brojni znanstvenici tvrde da konzumiranjem hrane bogate antioksidansima pomažemo organizmu u odbrani od različitih bolesti (rak, kardiovaskularne bolesti, diabetes, itd.) koje uzrokuju slobodni radikali.

Prirodni antioksidansi biljnog su porijekla nastaju u sekundarnom metabolizmu biljaka i prisutni su u svim vrstama svježeg voća i povrća. Najpoznatiji su vitamin C i E, β -karoten i polifenolni spojevi.

Većina istraživanja sadržaja i svojstava polifenolnih spojeva iz voća, bazirana je na jagodičasto i bobičasto voće (kupine, maline, ribizle, brusnice, jagode i dr.) te njihove prerađevine (vino, sokovi i dr.). Navedeno voće nisu samo ukusne niskoenergetske namirnice, već i bogat izvor vitamina, vlakana te različitih polifenolnih spojeva. Istraživanja bobičastog voća pokazala su da većina njih sadrži jednak ili viši udio flavonoida i fenolnih kiselina od drugih vrsta voća. Bobičasto voće tamnije boje sadrži višu koncentraciju polifenola od svjetlije obojenog. Zbog visokog sadržaja polifenola, navedeno voće pokazuje i jaku antioksidacijsku aktivnost. Glavne podgrupe flavonoida prisutne u bobičastom i jagodastom voću su antocijanini, flavonoli i flavoni. U literaturi se mogu naći brojni podaci o količini tih spojeva u voću. Međutim, postoje velike razlike u objavljenom sadržaju tih spojeva, što ovisi o vrsti voća koja se istražuje, o vremenu berbe voća, razini zrelosti, zemljopisnom podrijetlu itd. Na rezultate značajno utječu i metode upotrijebljene za ekstrakciju i analizu. U tablici 1 prikazan je sadržaj najzastupljenijih polifenola u različitim namirnicama.

Sokovi brusnice i borovnice odavno se koriste za ublažavanje infekcija urinarnog trakta. Osim toga, borovnica je jedan od najbogatijih izvora antioksidansa.

Crno vino, bogat je izvor antioksidanasa i smatra se uzrokom fenomena „*Francuski paradoks*“. Naime, termin „*Francuski paradoks*“ je nastao zbog neobjašnjivih rezultata epidemiološke studije koja je pokazala da populacija određenih dijelova Francuske ima izrazito nisku pojavu kardiovaskularnih bolesti i pretilosti, iako konzumiraju velike količine hrane bogate zasićenim mastima. In vitro studije pokazale su da polifenoli iz crnog vina inhibiraju oksidaciju LDL kolesterola (lipoproteina niske gustoće) te da je to objašnjenje *Francuskog paradoksa*. Danas je prihvaćeno stajalište da oksidirani lipoproteini male gustoće (LDL) doprinose nastanku i razvoju ateroskleroze, kronične upalne bolesti koja pogoduje daljnjem razvoju kardiovaskularnih bolesti

Kakao zrno sadrži relativno visok udio jednostavnih i kompleksnih polifenola, između 6 do 8% (u suhoj tvari zrna). Sadržaj polifenola u čokoladi, najviše konzumiranom kakao proizvodu, znatno je niži i kreće se od 1.7 do 8.4 mg/g u tamnoj čokoladi te znatno niže u mliječnim i „običnim“ čokoladama, od 0.7 do 5 mg/kg

Sastav listova čaja *Camellia sinensis* ovisi o više čimbenika (klima, agrotehničke mjere, starost biljke i dr.). Kemijski sastav zelenog čaja sličan je sastavu lista *Camellia sinensis*. Zeleni čaj sadrži oko 30 % različitih polifenola (računato na suhu tvar), uključujući flavanole, flavandiole, flavanoide i fenolne kiseline.

Povrće, kao izvor polifenola znatno je manje istraživano. Neke objavljene studije pokazale su da slijedeće povrće ima visoku antioksidacijsku aktivnost: brokula, češnjak, šampinjoni, cvjetača, grah, cikla, patlidžan, rabarbara

Oksidativni stres uzrokovan akumulacijom reaktivnih čestica kisika u tijelu čovjeka sudjeluje u razvoju različitih patoloških procesa kao što su kardiovaskularne bolesti, tumori, neurodegenerativni poremećaji i starenje. Kardiovaskularne bolesti, uključujući aterosklerozu i hipertenziju, jedne su od najznačajnijih uzroka smrti u razvijenim zemljama. Polifenoli su u zadnje vrijeme dobili veliko značenje zahvaljujući antioksidativnom kapacitetu i mogućem pozitivnom utjecaju na zdravlje. Navedeni spojevi su inače svakodnevno prisutni u prehrani, u manjoj ili većoj mjeri, budući da su sastojci skoro svih namirnica biljnog podrijetla. Pored voća i povrća, značajan izvor polifenola su i prerađevine na bazi voća i povrća (vino, sokovi,...) te neke druge namirnice kao što su npr. kakao i čaj (prije svega zeleni) i dr.

2.4.6. Med i pčelinji proizvodi

Najznajčjniji pčeljni proizvodi su med, matična mliječ, propolis i polen. Sve ove namirnice imaju visok sadržaj biloški aktivnih komponenti.

Polen (cvijetni prah). Polen pčele skupljaju sa procvjetalih biljaka, obrađuju nektarom i sopstvenim izlučevinama i skladište u voštanim ćelijama saća kao nezamjenljivu hranu za pčelinje društvo. To su zapravo muške ćelije cvjetonosnih biljaka, mala zrnca nevidljiva golim okom koja se nalaze u prašniku pri osnovi tučka cvijeta. Prašnik ima u sebi 2 prašne kesice u kojima se nalazi prah (polen). Kada on sazri prašne kesice se otvaraju i prah postaje sposoban za oplođavanje, vjetrom ili putem insekata. Cvjetovi različitih biljaka sadrže nejednak broj polenovih zrnaca (od 100.000- 6.000.000). Kada sleti na cvijet, pčela otvara prašnike i nabacuje prah na svoje grudi i trbuh, formira kuglice polena i prebacuje ih u korpice na zadnjim nogama. Polen se deponuje u ćelije saća gdje dalju njegovu obradu vrše pčele u košnici, zalivaju ga medom i zapečate. Ovdje polen trpi mliječno kiselu fermentaciju pri čemu mijenja hemijski sastav i formira mliječnu kiselinu. Oblik i boja polenovih zrnaca su specifični za svaku vrstu biljke. Polen posjeduje veliku otpornost, ne oštećuje ga vrenje, baze i kiseline. U polenu se nalaze sve za organizam potrebne hranljive materije: bjelančevine, ugljeni hidrati, lipidi, vitamini, minerali, mikroelementi, enzimi, aminokiseline, hormone itd. Preko 50 enzima koji vrše funkciju bioloških katalizatora otkriveno je u polenu. U polenu koji se nalazi u ćelijama saća preovladava glukoza i laktoza.



Slika 2.4.1. Polen

1957 godine otkrivene su antibakterijske materije u polenu, kada su izdvojene 2 interesantne materije: jedna je antibiotik a druga ubrzava rastenje. Najjače je antiprotozoidno dejstvo polena iz ćelija, najvjerovatnije zbog toga što pčele obrađuju polen enzimima, što je pomiješan sa medom i što ulazi u proces mliječnokiselo fermentacije pri čemu postaje propustljiv za ćelijski sadržaj. Po sadržaju kalorija i hranljivih materija, polen je poput običnih prehrambenih materija biljnog porijekla, zavisno od vrste biljke sa koje potiče. Ovo govori da polen nije superhranljiv proizvod i da ne može zadovoljiti potrebe organizma za hranljivim materijama. Ako se uzima u dozi 10-15g dnevno, polen obezbjeđuje organizmu potrebne aminokiseline.

Ljekovito dejstvo polena na organizam možemo uporediti sa žlijezdama sa unutrašnjim lučenjem. U tom složenom skupu važnu ulogu igraju bjelančevine i fermenti koji ubrzavaju i regulišu životne procese. Polen ima regulativno dejstvo na rad stomačno crijevnih kanala a posebno dobro utiče na bolesnike sa hroničnim kolitisom, zatvorom i dijarejama. Različite sorte polena posjeduju različita svojstva. Polen od bagrema djeluje sedativno, od kestena poboljšava cirkulaciju krvi, od maslačka poboljšava funkciju bubrega i mokraćnih kanala, od jabuke ima opšte pojačavajuće dejstvo, od kupine tonizirajuće itd.

Da bi se sačuvale sve hranljive i ljekovite osobine polena, moramo ga čuvati u suhim, čistim i tamnim prostorijama, u polietilenskim vrećama, na temperaturi od 0°C. Čak i u ovim uslovima, polen gubi 30% ljekovitih svojstava za 6 mjeseci, 75% za godinu i 100% za 2 godine. Za trajno čuvanje polena koriste se slijedeći metodi:

- pune se tegle osušenim polenom i prekriju se slojem meda (2-3cm)
- polen se miješa sa duplom količinom kristalnog šećera, dobro se izmiješa i stavi u hermetički zatvorenu teglu.

- Miješaju se jednake količine meda i polena i mučka se dok smjesa ne postane homogena. Izliva se u tegle, prekrije slojem čistog meda i hermetički zatvori.
 - Polen se sipa u plastične kese koje se zapečate i čuvaju na temperaturi do 4 °C
- Kao ljekovito i profilaktičko sredstvo polen se koristi uspješno kod slijedećih oboljenja: anemije razne prirode, astenija, stomachna oboljenja, arteroskleroza, polna nemoć, povišen pritisak, prostatitisa, adenoma prostate, hepatitisa, ciroze, nervoze, u rekonvalescentnom periodu itd.

Propolis. Propolis je smolasta supstanca koju pojedine pčele radilice sakupljaju sa pupoljaka i kore drveća, kao i drugih biljaka. Time se bavi samo mali broj pčela koje imaju u košnici tu odgovornu zadaću. Unosom u košnicu upotrebljavaju ga za izgradnju ulaza, zatvaranje pukotina i rupa i skladištenje odnosno "sterilizaciju" ćelija saća. Ime propolis prema pojedinim tumačenjima dobio je od grčke riječi "pro" - prije ili ispred i "polis"- grad, zbog upotrebe propolisa za izgradnju i regulaciju ulaza u košnicu dok drugi misle da nosi naziv prema riječi "propolis" koja bi na grčkom ili latinskom značila zamazivati-zaglađivati. Propolis kao naziv sada se koristi u skoro svim dijelovima svijeta . Propolis je kao lijek poznat još od antičkih vremena, Aristotel ga spominje u svojoj "Priči životinja" i zaključuje da se može koristiti u liječenju kožnih povreda, rana i infekcija. Velika upotreba propolisa zabilježena je za vrijeme Burskih ratova u Južnoj Africi (1899-1902), jer je pokazao odlične rezultate kod zacjeljivanja rana.



Slika 2.4.2. Propolis

Propolis je tamnozelen do smeđecrvenkast. Svjež je propolis za razliku od starog, svjetliji, što zavisi i o tome s kojeg je drveća sakupljen. Njegov specifičan miris podsjeća na miris brezovih pupoljaka ili borovih iglica, a pri sagorijevanju propolisa pojavljuje se tipičan miris tamjana. Na višim temperaturama propolis postaje ljepljiv, a na nižim hladi se i mrví. Specifična težina mu je viša nego kod voska, te iznosi oko 1,112 do 1,136. Jedan cm³ propolisa teži oko 1,127 grama. Temperatura taljenja propolisa kreće se od 64 °C do 69 °C. On se djelimično rastvara u dvadeset šest postotnom alkoholu, a potpuno u eteru i hloroformu. U toploj vodi odvaja se od voska na dno posude, a vosak ispliva na površinu. Propolis ima biljnih smola i balzama oko 55%, aromatičnih i eteričnih ulja 10%, voska oko 30% i peluda oko 5% uz ostale primjese. Bogat je vitaminima i ima antiseptična, bakteriostatična, anastetična i antitoksična svojstva. Propolis je dobar biostimulator, jer aktivira i stimulira specifična antitijela u organizmu.

Propolis je najistraživaniji pčelinji proizvod. Brojne studije pokazale su da djeluje protiv bakterija, gljivica, virusa i upala te da ima anestetički, antioksidacijski i antitumorski učinak, sprječava rast biljaka i klijanje sjemena, potiče regeneraciju tkiva i jača imunološki sustav. To je smolasta supstanca koju pojedine pčele radilice kada postanu izletnice (od 21 dana života) sakupljaju sa pupoljaka i kore drveća, kao i drugih biljaka. Time se bavi samo mali broj pčela koje imaju u košnici tu odgovornu zadaću. Unosom u košnicu upotrebljavaju ga za izgradnju ulaza, zatvaranje pukotina i rupa i skladištenje odnosno "sterilizaciju" ćelija saća .Ime propolis prema pojedinim tumačenjima dobio je od grčke riječi "pro" - prije ili ispred i "polis"- grad, zbog upotrebe propolisa za izgradnju i regulaciju ulaza u košnicu dok drugi misle da nosi

naziv prema riječi "propolis koja bi na grčkom ili latinskom značila zamazivati-zaglađivati.

Tabela 5. Sastav propolisa

Hemijski sastav propolisa	%
Smola	55
Vosak	30
Eterična ulja	10
Pelud	5

Dalje je ustanovljeno da hemijski sastav propolisa zavisi i o područjima s kojih ga pčele sakupljaju. Čak je zapaženo da propolis dobiven iz iste košnice nema svaki put iste hemijske sastojke.

Matična mliječ. Mliječ se stvara u mliječnoj žlijezdi pčela radilica, a proizvode je samo mlade pčele radilice prvih 14 dana poslije leženja. Gusta je poput vrhnja, okusa kiselatog i pomalo trpkog. Matična mliječ, je prirodni stimulator koji sadrži visoku koncentraciju biološki aktivnih tvari, osobito mnogo pantonske kiseline koja daje organizmu vitalnost. Matična mliječ je kremasta, lijepljiva, mliječno bijela, jako kisela supstanca sa malo gorčim ukusom i specifičnim mirisom. Pčele radilice u starosti od 5-15 dana izlučuju iz svojih nadždrijelnih žlijezda supstancu bogatu proteinima i drugim dragocjenim supstancama koje se osobito stvaraju u velikim količinama za vrijeme obilne paše polena.



Slika 2.4.3. Matična mliječ

Ovim proizvodom pčele hrane maticu za vrijeme njenog razvoja, a kasnije u toku cijelog života. Također, mlade larve pčela radilica i trutova hrane se matičnom mliječi u svom ranom razvoju a kasnije se hrane smjesom meda i peludi.

Matičnu mliječ najčešće upotrebljavamo kao 50% otopinu mliječi u alkoholu ili pomiješane s medom, uz što duže zadržavanje ispod jezika. Dugo zadržavanje ispod jezika je važno jer na taj način se apsorbira u tijelo preko žlijezda slinovnica.

Matična mliječ spada među najvrijednije pčelinje proizvode. Najveći proizvođači matičine mliječi u svijetu su Kina i Tajvan gdje se godišnje proizvede preko 1.000 tona. Kod nas se matična mliječ svakako premalo koristi, obično kao gotov proizvod, upakiran sa raznim dodacima. Mliječ pčela medarica imaju antigljivična i antivirusna svojstva. Unosom mliječi u ljudski organizam povećava se njegova otpornost na virusne i druge infekcije.

Neki pozitivni učinci mliječi u istraživanjima:

- stimulaciju spolnog sustava - potiče rad i brži razvoj spolnih organa
- stimulaciju živčanog sustava - pojačava lučenje adrenalina, intravensko ubrizgavanje mliječi pojačava disanje
- imunološki sustav - blokira oslobađanje histamina i smanjuje serumske razine antigen specifičnog IgE
- tjelesnu izdržljivost -povećava tjelesnu izdržljivost i smanjuje zamor, posebice kod ljudi koji obavljaju težak tjelesni rad, sportaša u pripremnom i natjecateljskom periodu
- krvni tlak - utječe na normalizaciju visokog i niskog krvnog tlaka
- zacijeljivanje kostiju - brže zarastanje kostiju i zatvaranje frakturnih pukotina

- zacijeljivanje rana - antiupalni učinak doprinosu bržem zacijeljivanju rana
- jetru - potiče obnavljanje i štiti stanice od oštećenja

Matična mliječ nastaje iz mješavine cvjetnog polena, meda i sekreta žlijezda slinovnica pčela. Preporučuje se uzimati matična mliječ uz med jer je tako mnogo djelotvornija. Treba ju držati na hladnom jer se na toplom vrlo brzo razgrađuje.

Tabela 6. Sastav matične mliječi

Sastav matične mliječi	Svježem stanju (%)	Suhoj tvari (%)
Vode	68,07	16,86
Bjelančevina	11,15	34,90
Masti	5,61	17,50
Ugljikohidrata	8,94	27,90
Mineralne tvari	0,81	2,84

Bjelančevine u mliječi sastoje se od 20 amino kiselina. Za organizam čovjeka potrebno ih je 22, od kojih se 12 može dobiti sintetičkim putem, a 10 dolaze samo u hrani, i smatraju se nezamjenjivim. U matičnoj mliječi su nađeni su vitamini: B1-tiamin, B2-riboflavin, B6-pirodoksin, B12-nikotinska kiselina, pantotenska kiselina, biotin inozitol, nijacin. Mliječ je vrlo bogata vitaminima i bjelančevinama. Matična mliječ ima pH 3,5-4,5, ima baktericidna svojstva pa u njoj uginu mnoge patogene bakterije. Najviše se upotrebljava sa medom i polenom. Prodaje se kao vrijedna životna namirnica, dok se prema zakonskim propisima ne može oglašavati kao lijek. Matičnoj mliječi škode toplina, svjetlost vlaga, zrak i uticaj hemijskih faktora. Na tpolini mliječ gubi vlagu, a svjetlost podspješuje redukciju kisika i djeluje kao katalizator hemijskih reakcija. Na vlazi mliječ pljesnivi. Zrak je najštetniji; njegovim uticajem dolazi do oksidacije i propadanja vitamina. Kvarenje može nastupiti i od zagađenog pribora i posuda u koje se sprema.

Mliječ se najsigurnije čuva liofilizacijom. To je postupak kojim se mliječi pri niskoj temperaturi od -60 °C vakumom oduzme voda i time se pretvori u prašak. U takvom stanju može se čuvati i nekoliko godina. U hladnjaku na temperaturi od -5 do -2 °C mliječ se čuva 6 mjeseci, dok se na temperaturi od -16 do -18 čuva godinu dana.

Vosak. Pčelinji vosak se sastoji od masnih kiselina, estera, viših alkohola i ugljikohidrata sa visokom molekulskom masom. Specifična težina voska na temperaturi od 15 °C iznosi od 0,956 do 0,969. Tačka topljenja kreće se između 56 i 64 °C. Vosak miriše po medu biljki sa kojih je sabran. Rastopljen miriše jače od čvrstog. Dužim stajanjem miris se gubi. Po boji vosak je žut, u svim nijansama, od svijetlo žute do tamno žute. Boja zavisi o odnosu tvari, propolisu i polenu u vosku. Prirodna se boja kviri topljenjem. Nakon izvjesnog stajanja po komadima voska izađe izmaglica kao da je posut sivom prašinom. Brže se pojavi ako vosak stoji na vlažnom mjestu. Na prijelomu vosak treba da ima zrnast izgled. Čestim pretapanjem taj se izgled nešto gubi. Na tržištu se nalazi i patvorenog voska. Najčešće se patvori parafinom, cerezinom, stearinom, lojem i biljnim vrstama voska. Uspoređivanjem možemo prepoznati patvoren vosak od pravog. Namočimo li pčelinji vosak i sumnjivi vosak vodom, za dan dva će na pravom vosku izaći maglica, a na patvorenom neće, pa makar u njemu bila i najmanja količina parafina. Patvoren vosak se razlikuje od prirodnog po lomu: nema zrnkav izgled i puca više krivudavo. Ako patvoren vosak izložimo sunčevoj svjetlosti, vidjet ćemo prostim okom na prijelomu u njemu vrlo sitna zrnca parafina kako svjetlucaju.

Upotreba voska je višestruka. Najveće se količine prerade u satne osnove. Taj se vosak ne gubi. Pretapanjem starog saća svake godine ponovo dolazi u promet. Za satne osnove mora se odabrati najbolji vosak bez ikakvih primjesa. Satne osnove izrađuju se u posebnim radionicama koje moraju imati uređaj za dezinfekciju voska. Velike količine voska još se troše za proizvodnju svijeća. Industrija troši žuti vosak i bijeli vosak. Vosak, se bijeli prirodnim putem na suncu, a hemijskim putem posebnim

uređajima. Bijeli vosak upotrebljava se u kozmetici i farmaciji. Žuti vosak hemijska industrija za razne paste, nadalje ga troši tekstilna, prehrambena, kožarska i elektroindustrija. Vosak još služi u zubnoj medicini, slikarstvu isl.

Pčelinji otrov. Pčelinji otrov je izlučevina žalčanog sustava pčele, a osnovna mu je prirodna namjena štiti pčelu i njezinu zajednicu od neprijatelja. To je gusta tekućina vrlo karakterističnog mirisa i gorkastog, kiselkastog okusa.

U pučkoj medicini primjenjuje se kao protureumatik, a novija istraživanja primjene pčelinjeg otrova u liječenju pokazuju da pčelinji otrov utiče na ublažavanje boli, sniženje krvnog pritiska, smanjenje holesterala u krvi, povećanje radne sposobnosti i drugo.

Pčelinji otrov također štiti organizam od zaraznih bolesti, koristi se za liječenje upala zglobova, raznih neuralgija i akutnih upala krvnih žila. Posebno su opisana liječenja ubodima pčela. Pčelinji otrov i primjena pčelinjeg uboda je prihvaćeni dio osnovne medicine. Poznato je da je pčelinji otrov oko 30% aktivniji od primjerice zmijskog otrova, međutim treba znati da zmijski otrov ugrizom zmije ulazi u tijelo u mnogo većim količinama.

Djelovanje visokih doza pčelinjeg otrova nije u potpunosti istraženo, ali se smatra da je od 300-400 uboda za prosječnog čovjeka smrtonosna doza. Treba uzeti u obzir da su to samo pretpostavke i stvarna smrtonosna doza uboda ovisi o mnogo faktora i razlikuje se od čovjeka do čovjeka. Kod ljudi koji su u svakodnevnom kontaktu sa pčelama - pčelarima, ispitivanjem je dokazano da nema patoloških promjena u organizmu nakon niza uboda. Dosadašnja saznanja o pčelinjem otrovu daju naslutiti da se radi o izuzetno vrijednom proizvodu pčelinje košnice o kojem će zasigurno biti još puno govora. Proizvodnja većih količina pčelinjeg otrova postala je moguća tek poslije otkrića da pčele reagiraju na slab udar struje ispuštanjem kapljice otrova

2.4.7. Stimulansi i uživala

U ovu grupu namirnica spada kafa, čaj, kakao proizvodi, guarana, duhan, alkoholna pića i druga opijajuća sredstva. U kafi, čaju i kakao proizvodima nalaze se derivati ksantina kofein, teofilin, teobromin, guaranin itd. U uživala modernog doba se prema stručnoj literaturi ubrajaju: **alkohol, kafa i čaj, duhan, čokolada i začini.**

Tabela Količina kafeina u različitim namirnicama

Vrsta pića	Količina kafeina (u mg)
Espresso kafa	95
Kafa bez kafeina	5
Čaj iz vrećice	50
Ledeni čaj	42
Zeleni čaj	30
Koka kola	45
Koka kola lajt	47
Red Bul	130

Začini. Začini su proizvodi biljnog porijekla naročitog mirisa i ukusa, koji se dodaju u prehrambene proizvode i piće radi postizanja odgovarajućeg ukusa i mirisa ili radi poboljšanja probavljivosti tih proizvoda. Ukusom i mirisom začini utiču na poboljšanje apetita i olakšavaju varenje hrane stimulirajući lučenje želučanih sokova. Kao redovni sastojci u začinima se nalaze proteini, skrob, šećeri, tanini, bojene materije i niz drugih jedinjenja. Alkaloidi iz nekih začina djeluju nadražujuće na organe za varenje. Neki začini zbog visokog sadržaja aromatičnih eteričnih ulja služe kao prirodne

sirovine za proizvodnju arome. Začini se mogu upotrebljavati na različite načine u ishrani, kao i začini pripremljeni na različite načine (svježi, sušeni, mljeveni, cijeli plodovi, dijelovi biljke ili kao ekstrakti začina). Ekstrahovani ili na neki drugi način izdvojeni aromatični sastojci iz začina se miješaju sa inertnim nosačem kao što su saharoza, glukoza ili mononatrijum glutaminat u istoj koncentraciji u kojoj su se nalazili u prirodnom izvoru ili u većoj koncentraciji.

U svijetu se koristi nekoliko desetina začina, dok se kod nas najčešće koriste: biber, mljevena začinska paprika, bijeli luk, crni luk, celer , korijander, kim, anis, majoran, karanfilić, muškatni oraščić, đumbir, lovorov list, senf, tamjan, šipak, šafranika, hren, glog, žalfija, rogač, bosiljak, klek, nana, ruzmarin, vanila i dr. Pošto začini sadrže lako isparljive sastojke, koji su nosioci njihovih osobina i određuju njihov kvalitet i upotrebnu vrijednost, to je od neobično velike važnosti da se oni pakuju i čuvaju na način koji sprečava gubitak aktivnih komponenti začina.

Tabela Neke aktivne komponente u začinima

KOMPONENTA	IZVOR	KORIST
Beta karoten	Zeleno, žuto i narančasto voće i povrće	Reducira rizik pojave katarakte, bolesti koronarnih arterija, raka pluća i dojke; pospješuje imunitet (kod osoba starije dobi)
Kapsaicin	Feferoni, paprike	Reducira rizik pojave raka kolona, želuca i rektuma; inhibira rast tumora
Indoli	Kupus, brokula, prokulice, špinat, karfiol	Reducira rizik pojave hormonski ovisnog raka, može "inaktivirati" estrogen, potiče aktivnost glutation - S - transferaze, inhibira rast transformiranih stanica
Izotiocijanati	Kupus, brokula, karfiol	Reducira rizik pojave tumora induciranih duhanskim imom, inhibira karcinogene iz duhanskog dima
Poliacetilen	Peršin, mrkva, celer	Reducira rizik pojave tumora induciranih duhanskim dimom, utječe na produkciju prostaglandina.
Sulfidi	Luk	Imaju dokazani antimikrobni, antioksidativni i antikancerogeni učinak, aktiviraju enzime koji ubrzavaju inaktivaciju kancerogena
Selen	češnjak, paradajz, luk	Bitan za stvaranje glutation peroksidaze, glavnog antioksidansa tijela, koji se nalazi u svakoj stanici. Pomaže u smanjenju rizika od srčanih bolesti i srčanog udara.

Prema zakonskoj definiciji **začini** su: „Proizvodi biljnog porijekla , svojstvena mirisa i okusa koji se dodaju prehrambenim proizvodima i pićima radi postizanja odgovarajućeg mirisa i okusa ili radi bolje probavljivosti tih proizvoda.Kao začini u promet se stavljaju aromatični dijelovi začinskih biljaka (korijen, kora,cvijet, tučak, cvjetni pupoljak, plod, sjeme i sl.), a mogu biti u obliku komada, zrna, mahune i manjih dijelova ili praha.“

2.4.8. Gljive

Gljive su posebna vrsta namirnica jer je s njima potreban iznimno velik oprez jer se često zamjenjuju jestive i otrovne gljive. Od oko petnaest vrsta gljiva koje se gaje u svijetu, najviše su zastupljeni šampinjoni, bukovače i shiitake. Šampinjon je najpoznatiji na našim prostorima.

Zbog svoje nutritivne vrijednosti i organoleptičkih svojstava gljive predstavljaju namirnicu koja ima sve značajnija svojstva u ljudskoj prehrani. Gljive odlikuje nizak sadržaj masti, a relativno visok sadržaj proteina, vitamina, minerala i vlakana. Osim toga, gljive su bogate različitim biološki aktivnim tvarima kao što su lenthionin, polisaharidi visoke molekularne mase, kompleksi polisaharida i proteina, triterpenoidi, steroidi i drugim tvarima koje imaju značajan utjecaj na ljudsko zdravlje. Zbog svega navedenoga, istraživanja provedena u zadnje vrijeme gljivama pripisuju značajna ljekovita svojstva (antikancerogeno djelovanje, sprječavanje bolesti srca, sniženje kolesterola u krvi).

Zbog visokog sadržaja selena, stalna upotreba shiitake gljiva ima preventivan učinak na pojavu raka. Selen je važna komponenta u glutathion peroksidazi, enzimu koji je uposlen kod zaštite DNA struktura od oksidacijskog propadanja. Brojne studije su pokazale da pad selena u prehrani povećava rizik za pojavu raka osobito nekih lokacija.

2.4.9. Alge ili morske trave

Danas se alge sve više koriste u prehrani, bilo u formi različitih jela, funkcionalne hrane ili dodataka prehrani. Najčešće se koriste alge iz mora. Hemijska kompozicija minerala u morskim algama približno jednaka kompoziciju minerala u moru, a što je ekvivalentno sa relativnom kompozicijom minerala koje čovjek treba u svakodnevnoj prehrani. Od minerala prisutnim u algama posebno je značajan jod, zatim magnezijum, željezo, kalcijum, cink i selen. Minerali su u bioraspoloživoj helatnoj formi. Osim minerala prisutni su vitamini a posebno riboflavin, pantotenska kiselina, tiamin, niacin, vitamin C i vitamin K. Iz grupe makronutrijenata zastupljeni su ugljikohidrati i proteini, a lipidi su uglavnom u malim količinama. Od nutritivnih aktivnih sastojaka algi, kako prema količini tako i prema bioraspoloživosti najznačajniju ulogu ima jod, posebno u regulaciji rada štitne žlijezde čija je funkcija povezana sa gotovo svim metaboličkim procesima u ljudskom organizmu. Zbog toga su prisutne tvrdnje da alge poboljšavaju opće zdravstveno stanje. Iz grupe nenutritivnih biološki aktivnih komponenti u algama se mogu naći hlorofil, fukani, polifenoli i lignani. Ove komponente imaju protektivnu, a često i ljekovitu ulogu u ljudskom organizmu. Zbog sadržaja antioksidanasa brojna istraživanja pokazuju preventivnu ulogu kod bolesti raka. Isto tako sekundarni metaboliti algi imaju bakteriostatsko i antimikrobno djelovanje. Fukani imaju funkciju snižavanja upalnog odgovora organizma te samnjuju mogućnost stvaranja ugruška krvi. Lignani djeluju fitoestrogenski što može biti povoljno pri ublažavanju tegoba žena u PMS-u i prevenciji raka dojke. Alge se mogu koristiti u svakodnevnoj ishrani kao začim i dodatak jelima za što postoje brojni recepti. Mogu se konzumirati u različitim standardnim formama za oralnu primjenu kao što su praškovi i kapsule. Kao funkcionalna hrana najčešće se koriste u svježim i osušenim formama.

3. DODACI PREHRANI

Dodaci prehrani su koncentrirani izvor hranljivih ili drugih sastojaka sa prehrambenim ili fiziološkim funkcijama plasirani na tržište u dozirnomoj obliku sa svrhom da: potpomognu unos hranljivih sastojaka u uobičajenoj prehrani i/ili da nadopune prehranu tvarima koje se putem normalnog unosa hrane u organizam ne dobivaju u dovoljnoj količini i/ili u svrhu poboljšanja učinaka na zdravlje potrošača.

To je svaki proizvod koji je namjenjen nadopuni prehrane a sadrži jednu od slijedećih komponenti - vitamine, minerale, bilje ili ljekovito bilje, njihove koncentrate ili ekstrakte ili pak njihove smjese¹⁹. Upotrebom dodataka prehrani se poboljšava

¹⁹ Definicija prema (Dietary Health and Education Act objavljen 1994 god) koju je izdao Nacionalni institut za zdravlje SAD (National Institute of Health) tj. njihov ured za suplemente (Office of Dietary Supplements)

otpornost organizma na stresne vanjske uvjete i pomaže u održavanju pravilnih fizioloških funkcija organizma.

Dodaci prehrani (Suplementi) se prezentiraju tržištu kao meke ili tvrde kapsule, prašci, tablete, kapi, čajevi, tekućine i u drugim oblicima i mogu se pakirati posebno ili dodavati konvencionalnoj hrani". Mogu biti vitamini, minerali, masne kiseline, aminokiseline, enzimi, ekstrakti biljaka, žive kulture mikroorganizama i uvjetno hormoni. Trebalo bi da sadržaj dodataka preharnia mora biti vidno označen na propisanom obrascu (etiketi) ali slučajevi u praksi često govore da to nije tako. Ne postoji obaveza analize gotovih preparata kod državnih institucija, dakle to je prepušteno samim proizvođačima.

Za razliku od lijekova, dodaci preharnii se ne moraju registrirati kod državnih institucija za lijekove, nego se registriraju najčešće kod Agencije za hranu, što istovremeno znači da ne moraju, kao lijekovi, proći proceduru koja traje 1-3 godine.

Snaga dodataka preharnia mjeri se po vrsti i količini biološki aktivne tvari u njemu. Naprimjer obogaćeni kvasac je temeljna sirovina za selen, ali konačna vrijednost gotovog preparata se mjeri po količini selena u jednoj tableti (50 ili 100 /ug). Tablete za "dobro raspoloženje" na bazi gospine trave mjere se prema sadržaju kompleksa aktivne tvari hipericina. Uzimajući dodatke preharni kao "vlastitu zaštitu" ljudi izbjegavaju odlazak u liječničku ordinaciju. Najviše se troše dodaci preharnii za mršavljenje i antioksidansi.

Dodaci prehrani ili dodaci preharni su proizvodi koji se najčešće sastoje od jedne ili više esencijalnih hranjivih tvari kao što su:

- vitamini,
- mineralne tvari,
- slobodne aminokiseline i hidrolizati aminokiselina
- omega-3 i omega-6-masne kiseline
- antioksidansi

Imajući u vidu funkcionalnu podjelu, dodataka preharni se mogu svrstati u pojedine skupine:

- za zaštitu od stresa i slobodnih radikala
- za izgradnju mišićne mase
- za brži i lakši oporavak
- za veću izdržljivost mišića
- za zaštitu od bolesti srca i krvnih žila
- za zaštitu od pojave raka
- za zaštitu od pojave infektivnih bolesti
- za zaštitu od osteoporoze
- za zaštitu od gubitka memorije i lošeg raspoloženja itd.

Postoji mnogo kategorija ljudi koji ne mogu kvalitetno jesti pa tako ne mogu osigurati ni minimalne, a kamoli optimalne količine svih neophodnih hranjivih tvari (športaši, starije osobe, trudnice, piloti, trgovački putnici, policajci, studenti, bolesnici itd). Postoji i posebna ugrožena kategorija – pušači. Suplementi tako pomažu ne samo da se izbjegniju bolesti deficitarnosti, već da se kvalitetno dopuni regularna prehrana.

Vitaminski i mineralni pripravci još uvijek predstavljaju osnovu dodataka prehrani, iako se ova skupina iz dana u dan nadopunjuje novootkrivenim aktivnim tvarima porijeklom iz hrane, te biljnog i životinjskog svijeta.

Skupina dodataka prehrani je negdje između hrane i lijeka. Često dolazi do nesuglasica kod shvaćanja i interpretiranja njihove primjene i efikasnosti. Dodaci prehrani se primjenjuju u različitim dozama pa i ovisno o dozi možemo govoriti o dodatku prehrani ili terapijskoj dozi dodatka koji tad postaje lijek. Na primjer, RDA preporuka za adolescente i starije osobe za kalcijum je 1200 – 1300 mg. Osobe koje potrebe za kalcijem zadovoljavaju dodacima u prehrani trebaju imati na umu da dnevnu dozu od 1000 – 1500 mg treba rasporediti tokom dana jer će tako organizam

kalcij iskoristiti na najbolji mogući način. U ovom slučaju kalcijum je dodatak prehrani ali u većim dozama od 1500 mg je lijek i daje se uz liječničku kontrolu. Starijim osoba koje uzimaju dodatke preharni kalcija preporuča se i dodatan unos vitamina D. Za vitamin C RDA preporuka je 60mg dnevno, a uzimanje i veće količine do 3 puta veće od preporuke neće naškoditi jer je to hidrosolubilna vitamin i svaki višak se izlučuje urinom. Očekivanje da dodatak preharni posjeduje trenutne učinke, vrlo je prisutna zabluda. Ali, ostaje činjenica da dodatak preharni sadrže aktivne tvari koje mogu značajno pomoći. Međutim, vrlo je važno znati da je prehrana prvi i osnovni korak očuvanja zdravlja i nutritivnog statusa organizma te je stoga tako treba i tretirati. Dodaci prehrani su, a to im i samo ime kaže, samo nadopuna pravilnoj i dobro izbalansiranoj prehrani.

Tablica 3.1 . RDA vrijednosti za vitamine i minerale kao hrana ili lijek u nekim zemljama

ZEMLJA	HRANA	LIJEK
Njemačka	do 3 RDA – vitamini do 1 RDA – minerali	više od gornje granice za vit. A i D – zdrav. tvrdnja
Italija	do 1,5 RDA do 3 RDA – vitamini C i E	više od gornje granice – zdrav. tvrdnja
V. Britanija	vit. i min. bilo koje jačine uz uvjet da su neškodljivi	zdrav. tvrdnja
Nizozemska	vit. i min. bilo koje jačine uz uvjet da su neškodljivi – izuzev vit. A (1,5 RDA) i vit. D (1 RDA)	više od gornje granice za vit. A i D – zdrav. tvrdnja
Belgija	do 0,5 RDA (vit. A i D) do 2 RDA (vit. K i B6) do 3 RDA (vit. C, E i B)	više od gornje granice – zdrav. tvrdnja

Mnogi dodaci prehrani dostupni na tržištu vežu se uz specijalne potrebe ili specifične prehrambene nedostatke. Primjerice, omega-3 masne kiseline mogu pomoći u smanjenju krvnoga tlaka i općenito smanjenju rizika od srčanih bolesti, fitoestrogeni porijeklom iz soje oslonac su mnogim ženama u razdoblju menopauze je im olakšavaju simptome karakteristične za razdoblje u kojem se nalaze, sportašima su poprilično interesanti dodatak preharni kreatina i proteina jer poboljšavaju njihovu sportsku izvedbu i izgradnju mišićnog tkiva, dok će osobe sa bolnim zglobovima najčešće posegnuti za dodatkom preharni glukozamina ili kondroitin sulfata. Uveliko je dokazana važnost arginina kao dodatka prehrani. Nađena je povišena stopa preživljavanja i smanjenje podložnosti infekcijama na životinjskim modelima kada je arginin sačinjavao 2% ukupnog neproteinskog kalorijskog unosa u poređenju sa onim kojima arginin nije dodat. Mada je mehanizam nepoznat, suplementacija argininom ima timotropni efekat i pojačava odgovor timusnih limfocita odgovornih za celularni imunitet. Druge studije koje su obuhvatale laboratorijekse i kliničke modele povrede su dokazale da nadomjestkom arginina se pojačava retencija azota i poboljšava zarastanje rana. Dijetarni dodaci sa esencijalnim aminokiselinama, te masnim kiselinama imaju odlučujući povoljni utjecaj na prevenciju potencijalno razarajućih posljedica hipermetaboličko-hiperkataboličkih procesa koji slijede nakon povrede. Esencijalne masne kiseline koje se koriste kao dodaci prehrani su najviše omega-3-nezasićene masne kiseline i omega-6-nezasićene masne kiseline u vidu kapsula. Ove kiseline se između ostalog koriste i za sintezu arahidonske kiseline, od koje nastaju razgradni produkt eikozanoidi, od kojih se formiraju prostaglandini i leukotrieni, tvari bitne kod upale. Dokazana je učinkovitost suplemenata glutamina

koji ima osobinu pufera, značajan je za odvođenje amino grupa, nastalih katabolizmom bjelančevina i razgradnjom aminokiselina, nakon čega slijedi njihovo pretvaranje u ureu. Antocijani su također česti dodaci prehrani.

Tabela 3.2. Sigurnosni nivo mikronutrijenata

Mikronutrient	RDA	No. of times the RDA		Micronutrient	RDA	No. of times the RDA	
		NOAEL	LOAEL			NOAEL	LOAEL
Vitamin A	3,333 IU	3	6.5	Biotin	100 µg	25	NE
Vitamin D	200 IU	4	10	Pantothenates	7 mg	143	NE
Vitamin E	15 IU	80	NE	Ca	800 mg	1.9	>3.1
Vitamin K	80 µg	375	NE	P	900 mg	1.9	>3.1
Vitamin C	60 mg	> 17	NE	Mg	350 mg	2	NE
Vitamin B1	1.5 mg	33	NE	Cu	3 mg	3	NE
Vitamin B2	1.7 mg	118	NE	I	150 µg	6.7	NE
Niacin	19 mg	79	158	Fe	10 mg	6.5	10
Vitamin B6	2 mg	100	250	Se	70 µg	2.9	13
Folate	200 µg	5	NE	Zn	15 mg	2	4
Vitamin B12	2 µg	1,500	NE				

RDA, Recommended dietary allowance; NOAEL, non-observed adverse effect level (nije promatran nusefekatl nivoa koristenja) ; LOAEL, lowest observed adverse effect level (najniži promatran nusefekatl nivoa koristenja) ; NE, (nije uspostavljen) not established.

Neke fitokemikalije su farmakološki aktivne i mogu imati terapijsko djelovanje na organizami u tom slučaju nisu dodaci prehrani, npr. Ginko biloba koji djeluje na cirkulaciju i pamćenje. On se često prodaje kao dodatak prehrani upravo zbog jos u uvijek ne jasno postavljenih granica između dodataka prehrani i lijekova. primjer je i Echinacea za jačanje imuniteta. Biljke sa različitim svojstvima mogu se kombinirati i primjenjivati tek pošto je utvrđeno zdravstveno stanje osobe, obavljene potrebne pretrage i u obzir uzeta povijest bolesti. U Europi se većina biljnih preparata koji pokazuju bilo kakvu farmakološku aktivnost smatra lijekom, te se ne može prodavati kao dodatak prehrani. Njemačka, Francuska, Italija, a pridružuju im se i Kina, Indija, Japan i SAD, zainteresirane su da se biljni preparati svrstaju u grupu tradicionalnih lijekova.

3.1. Antioksidansi kao dodci prehrani

Antioksidansi djeluju sa ciljem da štite ćelije od oksidativnog oštećenja. Preporučuje se konzumacija širokog spektra antioksidanasa, budući da svaki antioksidans štiti različiti dio organizma i na različitim razinama štiti ćelije od oksidativnog stresa. Najznačajniji antioksidansi koji se mogu unositi sa hranom i dodacima prehrani su :

- vitamin E
- Vitamin C
- cink,
- selen
- karotenoidi
- polifenoli- flavonoidii

te endogeni antioksidanti koji nastaju u organizm, ali se mogu unositi i sa hranom kao što su:

- glutation,
- koenzim Q10,
- alfa lipoična kiselina

Vitamin C ima antioksidativne sposobnosti, naročito u respiratornom sistemu, detoksikuje udahnute oksidisane zagađujuće materije, a u prisustvu većih količina slobodnih jona gvožđa i bakra može imati prooksidativno dejstvo. Smatra se da cink, selen, lignani, flavonidi, ostali biljni fenoli, beta karoteni imaju antioksidativna svojstva. Od karotenoida su to likopen, beta-karoten, zeaksantin. Osim toga postoji i alfa lipoična kiselina (ALA) je najmoćnije antioksidativno sredstvo koje je vrlo korisno i za snižavanje šećera u krvi. Pokazuje vrlo dobro dejstvo u dozi od 20-600 mg dnevno. Alfa lipoična kiselina, glutation, koenzim Q10, SOD su endogeni antioksidanti koji se stvaraju u ljudskom organizmu, a mogu se unositi i sa namirnicama.

3.2. Proteini i aminokiseline kao dodaci

Postoje 22 aminokiseline, njih deset organizam ne može sintetizirati već se moraju unijeti hranom. Aminokiseline se dijele na pet klasa, na osnovu polarnosti R-grupa, odnosno njihove tendencije da reaguju sa vodom. Najvažnija podijela aminokiselina je na esencijalne i neesencijalne aminokiseline.

Esencijalne aminokiseline su: lizin, leucin, izoleucin, metionin, fenil, alanin, triptofan, treonin, valin, arginin i histidin.

Neesencijalne aminokiseline su: glicin, alanin, prolin, tirozin, serin, cistein, asparagin, glutamine, aspartat, glutamat.

Odsustvo samo jedne esencijalne aminokiseline može da omete sintezu proteina u organizmu. U posebnim stanjima bolesti, iscrpljenosti, izloženosti organizma povećanim naporima (sportaši) ili načina ishrane (vegan dijeta i sl.), potrebno je nadopuniti ishranu esencijalnim aminokiselinama u formi posebnih pripravaka i u kliničkoj praksi u formi parenteralnih pripravaka. Čak i kada su prisutne sve aminokiseline asimilacija svih aminokiselina biti će ograničena onom koje ima najmanje. Za novorođenu dijecu su esencijalne još cistein, taurin i arginin. Vegetarijanci oskudijevaju u aminokiselinama prisutnim u mesu i mliječnim proizvodima, asparagin i karnitin. Ustanovljeno je da u ishrani stanovništva uglavnom nedostaju tri aminokiseline triptofan, lizin i metionin. Organizam iz aminokiselina stvara proteinogene i neproteinogene aminokiseline, biogene amine i sintetske spojeve, tvore antitijela, grade DNK I RNK-a. Dodaci mogu biti u obliku tekućine ili praha, u obliku uravnoteženih formula ili pojedinačno. Najdjelotvorniji su u kombinaciji sa vitaminima koji učestvuju u njihovom metabolizmu (vitamini B skupine). Aminokiseline koje ubrzavaju metaboličke procese su arginin, leucin, izoleucin, valin, glutamine i taurin. Iz navedenih podataka vidi se da su aminokiseline od vitalne važnosti za ljudski organizam. One se uzimaju kao suplementi sa čašom vode ili soka, a nikako sa mlijekom. Pravilna upotreba ovih suplemenata može uveliko poboljšati opšte zdravstveno stanje i kvalitetu života osoba koje se loše ili nepravilno hrane, bolesnika, sportaša

Kao dodatak prehrani u prodaji se mogu naći sve vrste aminokiselina, naročito esencijalne. Neke od njih ipak imaju veći komercijalni značaj.

L-Glutamin. L-Glutamin je najzastupljenija aminokiselina u organizmu i čini 60% svih slobodnih aminokiselina u tijelu. Vitalno je važan za rast mišića, no primjena mu je vrlo široka - suzbijanje posljedica alkoholizma, normalizacija funkcioniranja imuno sistema, pojačanje izlučivanja hormona rasta. Glutamin posjeduje kompleksnu i jedinstvenu ulogu: tijelo ga može iskorištavati kao energiju, može biti iskorišten kao novi tjelesni protein ili tvoriti nove važne spojeve ili amino kiseline. Pojačava imunitet, bitan je za normalnu funkciju probavnih organa. Čisti i zaštićuje jetru, te služi kao

"gorivo" za srce. Ukoliko ne uzimate dovoljno glutamina, a organizam ga treba, uzet će ga tamo gdje ga ima – ravno iz mišića! Male količine, 5-10 grama glutamina dnevno dovoljne su da mišići sačuvaju potreban glutamin i na taj način spriječe njihovu destrukciju. Glutamin u prahu dobro se miješa s tekućinom. Glutamin je moguće uzimati u bilo koje doba dana, iako mnogi preferiraju uzimati ga nakon vježbanja. Ipak, upozorenje: poznati su slučajevi stimulacije pri uzimanju glutamina te ga izbjegavajte uzimati kasno navečer prije spavanja

Tabela 4.5.1. Esencijalen i neesencijalne aminokiseline

Esencijalne aminokiseline		
leucin	izoleucin	valin
metionin	triptofan	lizin
treonin	fenilalanin	
Uvjetno esencijalne		
arginin	histidin	
Ne-esencijalne		
glutaminska kis.	aspartinska kiselina	glicin
glutamin	asparagin	alanin
serin	cistein	prolin
tirozin		
Ostale aminokiseline i derivati		
taurin	karnitin	
glutation		

BCAA. BCAA amino kiseline razgranatog lanca, (L-leucin, L-izoleucin, L-valin) .Mišićno tkivo satkano od BCAA koje koristi za proizvodnju energije i sintezu proteina. Uključene su u metabolizam neurotransmitera, kemijske procese u mozgu koji utječu na raspoloženje i mentalne funkcija. L-leucin, L-valine i L-izoleucin čine do 1/3 svih amino kiselina u mišićnom tkivu. Ovaj dodatak koristi uglavnom tijekom fizičkog opterećenja, pa tako i treninga. Izvor valina u prehrani je riba, sir, perad, i neke sjemenke, leucina : mliječni proizvodi, teletina, piletina i lisnato povrće, a izoleucina jaja, piletina, bravetina, soja, sir, mlijeko i drugi.

L-karnitin. L-karnitin je derivat amino kiseline lizin, a ime je dobio po tome što je prvi puta izoliran (1905) iz mesa (carnus). Zvan je vitaminom BT, dok se nije spoznalo da ga ljudski organizam samostalno sintetizira. Ipak, u određenim uvjetima potreba za L-karnitinom može nadići sposobnost organizma da ga sintetizira, pa može biti uvjetno esencijalni nutrijent. L-karnitin se u organizmu sintetizira u jetri i bubrezima i odatle se transportira u druga tkiva. Naveće koncentracije nalaze se u tkivu koje konvertira masne kiseline u energiju, poput mišića skeleta i srčanog mišića. S tim u vezi, L-karnitin ima važnu ulogu u proizvodnji energije transportirajući aktivirane masne kiseline u mitohondrijalnu matricu gdje ona metabolizira, kao i u transportu štetnih ostataka procesa van stanice, sprječavajući akumulaciju nusprodukata. (L-karnitin je supstanca nalik aminokiselini, a tijelo je proizvodi od aminokiseline lizin. Vitamini C, B6, niacin, željezo i amino kiselina metionine potrebni su za proizvodnju karnitina u tijelu. Glavni izvor karnitina je crveno meso. Karnitin ima različite uloge, a najpoznatija je sposobnost transportiranja masti kroz membrane stanica do mitohondrija, gdje se mast koristi kao izvor energije.

Kreatin. Kreatin je danas često kupovani dodatak prehrani. Čisti kreatin monohidrat je bezokusan, bijeli kristalinični prah. Postoji mišljenje da kreatin utječe na zadržavanje vode u organizmu. Stvaranje mišićne mase započinje sa 75% vode. Zadržavanje vode je nepoželjno, neugodno stanje koje karakterizira nadimanje,

naročito tkiva u okolini mišića. Kreatin je preparat koji je česti dodatak u prehrani kod sportova koji zahtijevaju snagu i brzinu. Rađen je na ne steroidnoj osnovi i prirodnog je porijekla, pa predstavlja legalnu nadopunu u prehrani sportaša. Prirodno se nalazi u svim životinjskim proizvodima, najviše u ribi i u mesu, a u organizmu čovjeka se sintetizira u jetri iz aminokiselina glicina, metionina i arginina. Kao dodatak se konzumira u obliku tableta i praha pomiješanog s vodom i to između obroka. Učinak kreatina je višestruk, iz probavnog trakta ulazi u krvotok, prolazi staničnu membranu i unosi vodu u mišićno tkivo (1g kreatina unese oko 50g vode u mišićnu membranu, čime ona postaje jača i čvršća). Kreatin povećava nivo fosfokreatina u mišićima, što pak ima za posljedicu povećanje ATP-a. ATP je energetska nosioci substrata u mišićima koji im omogućuje kontrakciju i generira snagu.

Melatonin. Melatonin se u organizmu sintetizira iz aminokiseline triptofana, ali se može unositi i kao dodatak prehrani. U hrani ga ima vrlo malo. Melatonin je zanimljiv dodatak prehrani. Ima ga u mlijeku i jabuci, a sintetizira se u organizmu pod uticajem svjetlosti i utiče na depresivnost osoba. Smatra se uzrokom zašto su narodi na sjeveru poput norvežana depresivniji od južnih naroda poput mediteranaca.

3.3. Vitamini kao dodaci prehrani

Svaki zdrav čovjek bi svakog dana trebao hranom unijeti sve vitamine, jer su bitni, esencijalni za ljudsko zdravlje. Osnovu većine programa nadopune prehrane čine multivitamini sa mineralima koji sadrže barem 400 µg folne kiseline jer ona je još jedan iz skupine B vitamina koju konzumenti najčešće ne dobijaju u dnevno preporučenim količinama. Multivitamini su proizvodi iz kategorije dodataka prehrani koji se najviše koriste. Najčešće sadržavaju 13 vitamina, uz dodatak odabranih minerala. Za vitamine i minerale određene su «dnevne preporučene doze» (RDA vrijednosti), a u svrhu deklariranja proizvoda odredila ih je Agencija za hranu i lijekove (FDA).

3.4. Minerali kao dodaci prehrani

Minerali se najčešće u oblicima mineralnih soli ili helatnih spojeva mogu naći u dodacima prehrani. Ponekad se kombinuju međusobno ali i sa vitaminima.

3.5. Legislativa

U svijetu na globalnom planu WHO i FAO preko komisije kodeksa alimentarijusa, zatim USA preko FDA, Evropa preko EFSA nastoje postaviti zakonsku legislativu kojom bi se definiralo kad su dodatci prehrani lijek a kad su hrana. Kao kriterij najčešće se koriste prehrambeni standardi, preporuke i vodiči, kod uspostavljanja naučno utemeljene tvrdnje koja definira ovu problematiku (nutritivne i zdravstvene tvrdnje).

Dodaci prehrani (dijetetske namirnice) su prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti dijetetskih namirnica koje se mogu stavljati u promet (1) su namirnice za posebne prehrambene potrebe koje se zbog svog sastava ili procesa proizvodnje razlikuju od namirnica uobičajenog sastava a namijenjen su prehrani zdrave dojenčadi i male djece, osobama kod kojih je premećen proces probave ili metabolizma i osobama koje se nalaze u posebnim fiziološkim stanjima i kod kojih je potrebno postići posebno djelovanje kontroliranim unosom određenih sastojaka namirnica.

U Evropskoj uniji, prema direktivi 2002/46/EC dodaci prehrani (dijetetske namirnice, food supplements) su koncentrovani pripravci vitamina, minerala i/ili drugih supstanci kao što su aminokiseline, esencijalne masne kiseline, vlakna i različiti biljni i životinjski ekstrakti koji dolaze u promet u obliku pilula, tableta i drugih doziranih formi. Cilj navedene direktive je omogućavanje slobodnog protoka dodataka

prehrani, visok nivo zaštite zdravlja stanovništva i omogućavanje zakonskog okvira za proizvođače dodataka prehrani. Direktivom 2002/46 je reguliran

- sastav dodataka prehrani (pozitivna lista vitamina i minerala)
- postavljena su pravila označavanja, izgled i oglašavanje dodataka prehrani.

Iako dodaci prehrani mogu sadržavati različite supstance, prvi zadatak koji ima direktiva 2002/46 je propis za preparate sa vitaminima i mineralima. U direktivi se navodi najveća količina vitamina i minerala koje može imati dodatak prehrani, ali se navodi da najveća količina vitamina i minerala koje smije sadržavati dodatak prehrani ne smije biti veća od najveće količine koja je naučno dokazana.

Nema dvojbe da prema zakonskoj regulativi koja važi u Evropskoj uniji kao i prema zakonskoj regulativi koja važi u Bosni i Hercegovini, dodaci prehrani spadaju u hranu, pa prema tome njihov kvalitet mora biti u skladu sa zahtjevima navedenim u Zakonu o hrani .

3.6. Korištenje dodataka prehrani

Dodatke prehrani treba gotovo uvijek koristiti uz dogovor sa liječnikom, farmaceutom ili nutricionistom. Količina (dnevna doza) dodataka prehrani razlikuje se za zdrave i za bolesne osobe. Posebno je značajno što u određenim uvjetima korištenja prevelike dnevne doze dodataka prehrani mogu ugroziti ljudsko zdravlje. Preporuka je FDA (*Food and Drug Administration*) da se hranom trebaju unositi četiri važna antioksidansa. To su vitamin C, beta karoten (prekursor vitamina A), vitamin E, te selen koji je esencijalni sastavni dio enzima glutation peroksidaze i tioredoksin reduktaze. I ovi pomenuti enzimi sudjeluju također u antioksidacijskim procesima. Povremeno uzimanje uobičajenih preporučenih doza tokoferola, vitamina C ili beta karotena nije povezano niti s jednom značajnom nuspojavom ili štetnim učinkom. Također, povremeno uzimanje doza nešto većih od uobičajenih (< 3 RDA; osim za vitamine A i D koji se mogu koristiti samo u količinama do 1 RDA) ne mora djelovati štetno. Međutim, činjenica da neki vitamini djeluju štetno upućuje na zaključak da njihov štetni učinak ovisi o još nekim faktorima, koji se barem za sada zanemaruju. To su dugotrajnost upotrebe, doza, dob i životne navike (mogu biti i međusobno isprepleteni). Veću upotrebu multivitaminskih preparata za sada ne prati kontinuirana, precizna i kvalitetna kontrola svih farmaceutskih formulacija koje su dostupne na svjetskom tržištu vitamina. Vitaminski dodaci shvaćaju se prehranbenim tvarima, a ne lijekovima. Zato američka komisija za lijekove FDA (*Food and drug Administration*) ne zahtijeva dokaze o njihovoj biodostupnosti ili sigurnosti. S druge strane, ako se upotreba vitamina u svrhu liječenja ateroskleroze ili maligne bolesti preporučuje kroz duže vrijeme (godinama?!) i to u dnevnim količinama koje su jednake ili prelaze vrijednosti 3 RDA, onda bi se za dokazivanje kvalitete, učinkovitosti i sigurnosti vitaminskih preparata trebali primijeniti isti bezuvjetni i strogi standardi koji vrijede za svaki drugi lijek. Takve standarde zadovoljavaju samo neki svjetski proizvođači vitamina. Prema tome, stroga kontrola biodostupnosti i sigurnosti primjene vitaminskih pripravaka potrebna je za sve farmaceutske pripravke vitamina bez obzira na veličinu RDA.

U Evropskoj uniji nutritivne i zdravstvene tvrdnje su regulisane Uredbom 1924/2006 koja je stupila na snagu 2007. godine. To znači da je poslije, nakon višegodišnje diskusije sada moguće za hranu u svim zemljama Evropske unije koristiti zdravstvenu tvrdnju. Glavni razlog donošenja uredbe je zaštita zdravlja stanovništva i zaštita podataka za inovativne prehrambene proizvode. Do donošenja uredbe zemlje Evropske unije su imale neujednačen pristup načinu označavanja dodataka prehrani u pogledu nutritivnih i zdravstvenih tvrdnji. Tvrdnja je namjena koja je navedena na deklaraciji proizvoda i ukazuje da proizvod može biti nutritivno ili zdravstveno koristan tako što ublažava, poboljšava, regulira ili olakšava određeno stanje organizma. Nutritivna tvrdnja sugerira ili navodi na mišljenje da hrana, odnosno dodatak prehrani ima određena nutritivna svojstva koja su uslovljena energijom i/ili hranjivom

supstancom koju sadrži. Zdravstvena tvrdnja upućuje na zaključak da preparat utiče na zdravlje. Cilj uredbe je da harmonizira nutritivne i zdravstvene tvrdnje koje su navedene na deklaraciji na hrani i dodacima prehrani na tržištu u Evropskoj uniji. To znači ustanovljenje procedure za nove tvrdnje, određivanje zabranjenih tvrdnji, utvrđivanje opštih principa za sve tvrdnje, postavljanje principa za komercijalnu primjenu kod označavanja i oglašavanja. Uredba propisuje da su naučna saznanja osnov za korištenje nutritivnih ili zdravstvenih tvrdnji na dodacima prehrani. Zahtjev za stavljanje zdravstvene tvrdnje na hranu i dodatke prehrani podnosi proizvođač hrane Evropskoj agenciji za sigurnost hrane, koja zahtjev odobrava. Glavni zadatak Evropske agencije za sigurnost prehranbenih proizvoda (European Food Safety Authority-EFSA) je da odluči na osnovu predočenih dokaza, da li su podnešeni naučni dokazi dovoljno jaki da se na proizvodu istakne odgovarajuća zdravstvena tvrdnja. U uredbi se navodi da tvrdnja mora biti "istinita, jasna i realna". Međutim, ova konstatacija se može smatrati relativnom. Uredba ima 37 tačaka (klauzula), 29 članova i dodak (aneks) sa spiskom nutritivnih tvrdnji i uslova kada se mogu navesti. U članu 13 i članu 14 uredbe, navedene su zdravstvene tvrdnje. Član 13 navodi zdravstvene tvrdnje koje se odnose na ulogu dodataka prehrani na rast, razvoj, funkcioniranje tijela, psihološko funkcioniranje i ponašanje i redukciju tjelesne mase. Član 13 se odnosi na više vrsta hrane. Član 14 obuhvata zdravstvene tvrdnje koje se odnose na samo jednu bolest i na upozorenja koja mogu predstavljati rizik za zdravlje ljudi ako je poznato da konzumiranjem takve hrane može doći do toga. Iako je veliki broj tvrdnji prihvaćen od strane EFSA-e, još veći broj tvrdnji je odbijen. Proizvođači koriste tvrdnje kao npr. „nizak sadržaj masti“ „smanjenje stresa“, „pročišćava organizam“ koje ne mogu biti naučno dokazane ili su samo djelimično tačne. U cilju sprečavanja neosnovanih tvrdnji na pakovanjima za hranu Uredba precizira šta tačno znači određena nutritivna tvrdnja. npr. ako na namirnici piše nizak sadržaj masti to znači da masti ima manje od 3 g masti /100g.

U Bosni i Hercegovini dodaci prehrani su regulisani Zakonom o hrani (3), Pravilnikom o općem deklariranju ili označavanju upakirane hrane (1) i Pravilnikom o označavanju hranjivih vrijednosti upakirane hrane (8).

3.7. Vrste dodataka prehrani u BiH

Dodaci prehrani pojavljuju se u različitim oblicima, uključujući tablete, tekućine i praškove, čajeve, sirupe, kapi, melemi.

Prema sadržaju mogu se podijeliti na dodatke prehrani koji sadrže vitamine i/ili minerale, masne kiseline, aminokiseline, vlakna, enzime, kvasce i probiotike, biljne sastojke.

Vitamini su najčešće korišteni dodaci prehrani na tržištu BiH. Multivitamini su proizvodi iz ove kategorije dodataka prehrani koji se najviše koriste. Najčešće sadrže 13 vitamina, uz dodatak odabranih minerala. Za vitamine i minerale određene su «dnevne preporučene doze» (RDA vrijednosti), a odredila ih je Agencija za hranu i lijekove (FDA). Najzastupljeniji vitamini su A, B, C, D i E. Ostali važni antioksidansi uključuju karotenoide – lutein i likopen. Najčešći minerali na našem tržištu su kalcij, željezo, magnezijum, selen i cink.

Iz grupe masnih kiselina najzastupljenije su omega 3 masne kiseline, bakalarovo-riblje ulje, lecitin, fitoestrogeni a iz grupe aminokiselina kreatin kao i glukozaminsulfat, hondroinsulfat.

Vlakna kao dodaci prehrani su iz psylliuma, fukusa, komorača i klice pšenice. Najčešće probiotičke kulture na našem tržištu su *Lactobacillus acidophilus* LA-5 i *Bifidobacterium* BB-12, a najčešći enzimi su iz papaje i bromelina.

Najzastupljeniji biljni pripravci kao dodaci prehrani su ekstrakti iz gingko bilobe, bijelog luka, brusnice, divljeg kestena, gospine trave, sikavice, echinacea, đumbira, sojini flavonoidi, aloja vere, testeraste palme i bundevskih sjemenki.

4. FUNKCIONALNA HRANA I FORTIFIKACIJA HRANE

4.1. Funkcionalna hrana

Funkcionalna hrana je hrana koja sadrži komponente koji pokazuju povoljno djelovanje na jednu ili više funkcija organizma i tako utiče na poboljšanje opšteg stanja organizma i zdravlja ili značajno utiče na smanjenje rizika od nastanka bolesti. Biološki aktivni spojevi prirodno sadržani u namirnica biljnog i životinjskog porijekla utiču na unapređenje zdravlja ljudi, što je osnovna uloga funkcionalne hrane. Funkcionalna hrana je termin i odnosi se na hranu za koju je dokazano da doprinosi ljudskom zdravlju. Pod nazivom "funkcionalna hrana" podrazumijevamo svu hranu s biološki aktivnim djelovanjem, koja pomaže očuvanju zdravlja i utječe na pojedine tjelesne funkcije. Znanstvene studije potvrdile su da pravilna prehrana i adekvatan unos nutrijenata mogu pomoći u optimiziranju zdravlja i zaštiti od različitih bolesti, uključujući dijabetes, hiperlipidemiju, hipertenziju, srčane bolesti, osteoporozu, maligne bolesti pa čak i neke porođajne defekte.

Funkcionalna hrana industrijski proizvedene namirnice koje obično nose naziv prema nosećoj komponenti (oligosaharidi, vlakna, mineral, beta-karoten, omega-3 masne kiseline), a koje igraju značajnu ulogu u prevenciji degenerativnih bolesti, jačanju obrambenih snaga organizma pa čak i u liječenju. To su namirnice koje su između hrane, pomoćnih ljekovitih sredstava, dodataka i lijekova.

Funkcionalna hrana se nalazi na granici između hrane i medicine i često se koristi kao preventiva za neke bolesti: alergije, visoki krvni pritisak, diabetes i pretilost. Ideja funkcionalne hrane poznata je diljem svijeta i dio je globalnog zdravstvenog trenda s golemim potencijalom. Najvažnija namjena funkcionalne hrane nije da utaži glad niti da osigura ljudskom organizmu neophodne hranjive tvari, već da sprječava bolesti te da poboljša fizičko i psihičko stanje čovjeka.

U svakodnevnoj prehrani susrećemo se s mnogim namirnicama koje se mogu svrstati u funkcionalnu hranu. Danas se za takve namirnice koristi i naziv „phytochemicals“ ili „nutraceuticals“, tj. napola hrana - napola lijek. Tipični funkcionalni proizvod je AB kultura, koja više uopće nema naziv "mlijeko". U funkcionalnu hranu ubrajamo namirnice koje doprinose pojedinim funkcijama organizma, jer sadrže neke od bioaktivnih komponenti kao što su:

- probiotike starter kulture (*Lactobacillus*, *Bifidobacteria* itd.)
- prebiotike (oligosaharidi, fuktoglukani)
- antioksidansi: pigmenti (bioflavonoidi, beta-karoten, izoflavoni, likopen, vitamini, minerali)
- omega-3 masne kiseline,
- biljni steroli itd.

Navest ćemo neke najznačajnije vrste funkcionalne hrane i njihova pozitivna dejstva na pojedine organe.

Mrkva, špinat, kukuruz, paradajz, lubenica su funkcionalna hrana jer maju karotenoide. Povrće i voće smatra se odličnim izvorom raznih vitamina, ali i drugih komponenata koje djeluju kao antioksidansi. Važno je istaknuti da je bogato i topljivim dijetalnim vlaknima. Voće i povrće je prirodno nalazište folne kiseline koja je jedno od najvažnijih otkrića medicine dvadesetog vijeka jer smanjuje oštećenja nervnog sistema novorođenčadi. Dokazano je da učestala konzumacija povrća iz porodice kupusnjača (brokula, kelj, cvjetača i dr.) smanjuju rizik od nastanka raka zahvaljujući sadržaju glukozinolata. Razne su studije potvrdile da agrumi smanjuju rizik od nastanka raznih vrsta raka. Naranča, limun, limeta i grejp ne sadrže samo vitamin C, folate i dijetalna vlakna, već i limonoidne tvari koje su snažno oružje u borbi protiv raka. Kemijski je sastav zelenoga čaja vrlo složen, ali za nas je važan izvor antioksidansa, kao što su karotenoidi, tokoferoli i vitamin C.

Paradajz je povrće koje je zadnjih godina postalo izuzetno popularno zbog visokog sadržaja likopena koji smanjuje rizik nastanka raka prostate, ali i raka probavnoga trakta, grlića maternice, mjehura, kože, pluća te raka dojke.

Orašasto voće ima mononezasićene masne kiseline.

Lecitin je prirodna materija koja se nalazi u soji i smanjenju visoke razine lošeg kolesterola.

Zrna soje su izuzetan izvor bjelančevina, ali i tvari poput izoflavonoida koje ublažuju klimakterijske tegobe i snižavaju kolesterol u krvi, a takođe čisti zidove krvnih sudova i jača srčanu muskulaturu.

Laneno sjeme izvrstan je izvor fitotvari lignana, za koje se smatra da smanjuju opasnost od nastanka tumora koji su uzrokovani hormonom estrogenom.

Hrana bogata omega-6-masnim kiselinama su kukuruzne klice, sojino ulje, a omega-3-polinezasićenim masnim kiselinama riblje ulje i stimulišu imuni odgovor na infekciju i traumu i aktiviraju odbacivanje stranih tijela.

Fermentirani mliječni proizvodi poput jogurta, kefira i acidofila najpoznatiji su predstavnici funkcionalne hrane u skupini mliječnih proizvoda.

Konzumiranjem zelenoga čaja dokazano je još i njegovo antimutageno, antibakterijsko i protuupalno djelovanje. Crni je čaj po kemijskome sastavu još složeniji od zelenoga čaja, ali sličnog djelovanja.

Maslinovo ulje izuzetnog je kemijskog sastava te djeluje preventivno kod bolesti srca i krvožilnog sistema. Maslinovo ulje smanjuje rizik od nastanka gastritisa i čira na želucu, a ima i pozitivan utjecaj na rast i razvoj djeteta. Iako smo vitamine preradili u prvom ciklusu, podsjetimo se nekih najznačajnijih nalazišta pojedinih vitamina.

Vitamina K ima u jogurtu, zatim u ribljem i sojinu ulju, i u morskim algama, u kojima ima i mnogo drugih vitamina (osobito riboflavina, niacina, karotina i kolina), te alginske kiseline i minerala (kalcija, natrija, klora, kalija, željeza, fosfora, joda, magnezija, sumpora, bakra, mangana i cinka). Ima u manjoj količini u njima i barija, kroma, litija, nikla, srebra, vanadija, aluminija, stroncija, silicija i drugih.

Bolesnicima koji imaju manjak tiamina i riboflavina, folne kiseline i vitamina C, pantotenske kiseline i klora se preporučuje uz dijetu koju odredi liječnik uzimati i paradajz, mrkvu, mlijeko, fermentirane mlijecne proizvode, jetricu, ribu, sir, jaja, svježe zelenolisnato povrće (blitva, spinat i si.).

Korisno je jesti pivski kvasac, a pomažu i kiselo mlijeko i jogurt, te acidofilno mlijeko.

Vitaminom tijaminom osobito su bogate prirodno integralne zitarice. Manjak retinola i kompleksa vitamina B se nadoknađuje i konzumacijom žumanjka jaja, vrhnja, maslaca.

Cink koji se preporučuje dječacima u periodu adolescencije, ima dovoljno u pšeničnim mekinjama, u pšeničnim klicama, i u drugim integralnim žitaricama. Ima ga i u mlijeku, jajima, mesu, u mnogim vrstama povrća itd.

Namirnice bogate magnezijem poput zelenolisnato povrće, žitarice, ribe, rakovi, školjke, jezgričavi plodovi (orah, badem, ljesnjak, itd) su korisne kod projetnog umora koji nije rezultat samo hipovitaminoze C nego i pomanjkanja magnezijuma.

Ribe poput skuše, tune i lososa bogate su omega-3 masnim kiselinama i često se uzimaju kao dobar primjer funkcionalne hrane.

Tabela 4.1. **Neke značajnije biološki aktivne komponente funkcionalne hrane**

Funkcionalna hrana	Neke značajnije biološki aktivne komponente u toj hrani	Neka od funkcija
voće: - jabučasto - koštičavo - orašasto/lupinasto/jezgrasto - bobičasto (borovnica, brusnica..) - južno voće (citrusi, mango, avokado..) - jagodasto (dud, malina, jagoda)	- lipidi, liposolubilni vitamini i proteini - flavonoidi - vitamin C, folati, dijetalna vlakna, limonoidne tvari	- smanjuju rizik od nastanka raka
Povrće - lisnato (špinat, zelena salata, kupus..) - stabljikačasto (šparoge) - plodasto (paradajz..) - lukovičasto (luk..) - korjenasto (mrkva, pašternjak) - krtolasto (krompir)	- magnezijum - flavonoidi - likopen - alium spojevi sa sumporom - karotenoidi, flavonoidi	- povoljan uticaj na raspoloženje - antibiotsko djelovanje, snižava visoki krvni pritisak i kolesterol u krvi.
Uljarice - soja - lanenovo i susamovo sjeme - tikva i njene sjemenke - suncokreti njegovo ulje - čurokot i njegovo ulje - maslina i njeno ulje	- izoflavoni, inhibitori probavnih enzima, fitosteroli - beta nezasićene masne kiseline - kukurbicin - polinezasićene masne kiseline - ALA (alfa linolenska kiselina)	- snižavanje holesterola - u terapiji oboljenja prostate - snižavaju holesterol - snižava holesterol - smanjuje rizik od nastanka gastritisa i čira na želucu
Škrob, med - rezistentni škrob - matična mliječ, propolis polen	- sirovo vlakno - terpeni, diterpeni	- poboljšanje peristaltike crijeva
Začini i aromatsko bilje te zeleni i crni čaj	katehini, karotenoidi, tokoferoli, monoterpeni i vitamin C	- antimutageno, antibakterijsko i protuupalno djelovanje, stimulirajuće na CNS
mlijeko - jogurt - sirutka - probiotici - Kolostrum	nezasićene masne kiseline, laktoza, kalcijum Probiotici, sirutkini proteini, brojni enzimi, minerali u formi helata, albumini	- višestruka korist na različite organe - Poboljšanje funkcije crijeva i optimalnog odnosa patogenih i nepatogenih bakterija u njima - poboljšanje probave, jačanje imunog sistema
- jaja	lizozim, fosfolipidi, ovoglobulini, ovotransferini, ovomucin,	- jačanje imunog sistema, dejstvo na KVS
- žitarice i proizvodi od punog zrna žitarica	Sirova vlakna, beta-D-glikani, vitamini mineral	- bolja peristaltika
Meso - krupne stoke - sitne stoke - perad - kunići i divljač - ribe i plodovi mora (morske alge)	vitamin A, željezo, holesterol, aminokiseline (triptofan), karnitin, zasićene masne kiseline	-
- Margarini	- dodati biljni steroli i estri sterola	- snižavaju LDL-holesterol (loši holesterol) i rizik od koronarnih bolesti

Zob je vrlo vrijedna žitarica koja između ostalog snižava loš kolesterol, razinu šećera u krvi, te pomaže jačanje mišićne mase kod odraslih. Zob je idealan sastojak u hrani čija je funkcija smanjiti rizik od srčanih i krvnih oboljenja. Proizvodi koji u sebi sadrže

zob smanjuju kolesterol u krvi, imaju terapijski učinak na bolesti srca i krvožilnog sustava. Jeduci mahunarke, krumpir, jetricu, jezgričave plodove, prirodnu rižu s ljuskom, kukuruzno brašno i kiseli kupus mogu se otkloniti grčevi u mišićima naročito prisutni kod starijih osoba.

Kod krvarenje iz nosa kao posljedice pomanjkanja vitamina K ili C treba češće trošiti agrume (narandže, mandarine, limune) te jogurt i kiselo mlijeko, sojino i riblje ulje, krompir, svježe povrće i voće, osobito svježu papriku koja je bogata vitaminom C i plod divlje ruže (*Rosa canina*). Naime, plod divlje ruže ("šipak") je jedno od najbogatijih prirodnih izvora vitamina C.

Kolin je vazan biogeni amin, mnogi ga smatraju vitaminom, nalazi se u jetricama, pšenici, mlijeku, voću, a sastavni je dio acetilkolina. Kolin sprečava razvitak masne jetre (tzv. *steatoza jetre*).

Problem s mjesecom u žena mogu biti i posljedica manjkavog uzimanja jaja, kvasca, govedine, jetrica i bubrega.

U korijenu cikorije imamo najpoznatije prebiotike oligofruktozu i inulin. U mnogim zemljama te tvari klasificiraju kao vlaknastu strukturu. Ima ih i u drugim namirnicama (voće, povrće, žitarice) toliko da se dnevno uz normalnu prehranu može nakupiti nekoliko grama.

Probiotici, prebiotici i simbiotici Probiotici, prebiotici i simbiotici kao farmaceutske forme su danas jako korišteni dodaci prehrani. Žive kulture bakterija dolaze u obliku praha, paste i tekućine a najčešće su pakirane u kapsulama.

U crijevima zdrave osobe živi najmanje 300 vrsta mikroorganizama a njihov ukupni broj se mjeri na stotine trilijuna. Odnos bezopasnih i potencijalno opasnih bakterija je oko 85:15. Ako se naruši njihova ravnoteža nastupa bolest. Žive "dobročudne" bakterije roda *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* i *Streptococcus thermophilus* koje naseljavaju crijeva, nazivamo kratko – probiotika. Probiotici lučenjem mliječne i octene kiseline zakiseljavaju okoliš, a to je ono što druge bakterije ne podnose. Na ravnotežu mikroflore u crijevima utječu mnoge stvari; nagle promjene načina prehrane, pretjerana upotreba antibiotika i drugih antibakterijskih sredstava, a dokazano je da djeluje i jaki stres. Doze živih kultura mikroorganizama za uzimanje u obliku suplementa nisu precizno određene, ali postoje dragocjena iskustva onih koji su to koristili. Ne treba spominjati da su kulture živih bakterija osjetljivi "materijal" te da ga (kao i kvasac) treba držati u hladnjaku. Probiotici sprječavaju rast patogenih mikroorganizama, jačaju imunitet te snižavaju razinu kolesterola u krvi. *Lactobacillus GG - casei*²⁰ ili kraće LGG²¹, korisna je bakterija mliječne kiseline s pozitivnim učincima na zdravlje. Zato se naziva probiotikom (grčki *probios*, što znači "za život"). Godine 1985. američki naučnici, Goldin i Gorbach, izdvojili su LGG iz ljudskog organizma i nazvali ga prema svojim inicijalima. Probiotik zadovoljava sve uslove koje je nauka postavila: otporan je na kiseline i žuč, pa neoštećen dolazi do crijeva, dobro se veže na crijevne epitelne stanice i ne dopušta da na njegovo mjesto dođu za zdravlje opasne bakterije, proizvodi tvari koje djeluju protiv nepoželjnih mikroba. Probiotik se može vidjeti pod mikroskopom. Kao dodatak prehranbenim proizvodima ne mijenja im okus ni miris.

Sastojci hrane koji pospješuju rast i aktivnost nekih od crijevnih bakterija nazivaju se prebiotici. Prebiotici uključuju:

- škrob,
- dijetalna vlakna,
- oligosaharide(inulin, oligofruktoza) i slično.

Prebiotici su neprobavljive komponente koje povoljno djeluju na rast i razvoj selektivnih vrsta bakterija u kolonu te na taj način doprinose zdravlju. Inulin se dobiva vodenom ekstrakcijom korijena cikorije ili topinambura (*Helianthus tuberosus*) a oligosaharidi se dobivaju iz inulina enzimatskom hidrolizom. Postoje gotovi preparati inulina i oligosaharida pod raznim trgovačkim markama. U mnogim zemljama te tvari

²⁰ *Lactobacillus rhamnosus*

²¹ *Lactobacillus Goldin i Gorbach* (američki naučnici)

klasificiraju kao vlaknastu strukturu. Inulin i oligofruktoza se pod utjecajem enzima u

Ključni pojmovi:

Funkcionalna hrana

- **sadrži komponente koji pokazuju povoljno djelovanje na jednu ili više funkcija organizma**
- **utiče na poboljšanje opšteg stanja organizma i zdravlja**
- **značajno utiče na smanjenje rizika od nastanka bolesti**
- **hrana s biološki aktivnim djelovanjem**
- **utječe na pojedine tjelesne funkcije.**

smanjenje prekomjerne tjelesne težine.

Kombinacijom probiotika i prebiotika dobiva se simbiotik. To je kombinacija uzimanje kultura mliječno kiselih bakterija i sredstava za stimuliranje rasta vlastite crijevne mikroflore. Naziv je nastao od pojma "simbioza" tj zajedničko djelovanje.

4.2. Fortifikacija hrane

Dodavanje nutrijenata u hranu prvi puta se spominje 400 B.C. od strane persijskog liječnika Melanpusa, koji je preporučivao dodavanje željeza u vino da bi povećao vojničke sposobnosti. Zatim 1831 francuski liječnik Boussingault počinje dodavati jod u sol u cilju sprečavanja gušavosti. Između prvog i drugog Svjetskog rata (1924-1944) suplementacija hrane je uspostavljena kao mjera u cilju korekcije i preveniranja nedostatka nutrijenata u hrani ili u cilju povratka određenih nutrijenata izgubljenih u toku prerade. Već u tom periodu počeli su se dodavati u hranu: vitamin A i D u margarin, vitamin D u mlijeko, i vitamini B1, B2, niacin, i željezo u brašno i kruh.

Danas se fortifikacija hrane radi za vrijeme prerade hrane i približno se dodaju nutrijenti koji se aproksimativno nalaze u ekvivalentnoj količini u prirodnom izvoru prije prerade i to je proces obogaćivanja hrane (enrichment). Drugi razlog je obogaćivanje hrane sa nutrijentima u količinama koje nisu adekvatne njihovom prirodnom izvoru i taj proces se zove fortifikacija hrane. Tipičan primjer je dodavanje vitamina C u orange juice u cilju standardizacije vitamina C. Naprimjer u tehnološke svrhe s ciljem konzerviranja i održavanja boje mogu se dodavati prirodni koloranti.

Hrana za vegetarijance, trudnice, starije osobe, dojenčad i sl ponekad se obogaćuje ili fortificira nutrijentima

Nutrijenti dodani u osnovnu hranu mogu povećati unos određenog nutrijenta na razini cijele populacije. Upravo je obogaćivanje hrane različitim supstancama na početku prošlog vijeka bilo zaslužno za iskorijenjivanje bolesti kao što su

- gušavost,
- rahitis,
- beri-beri i
- pelagra

Obogaćivanje soli jodom započelo je 1920. godine, mlijeku je dodan vitamin D 1930. godine, brašno i hljeb obogaćeni su vitaminima B skupine 1940. a od početka osamdesetih godina dvadesetog vijeka kalcij se dodaje u razne prehrambene proizvode.

Vitamini, minerali, antioksidansi, proteini i fitohemikalije često se dodaju hrani kako bi se obogatila njena nutritivna vrijednost. Ovo je pogotovo velika prednost za ljude koji su zbog socioloških, kulturoloških ili medicinskih razloga izbacili određene namirnice iz ishrane.

U nekim slučajevima namirnice su obogaćene nutrijentima koje su izgubile tokom obrade ili proizvodnje (revitaminizacija) npr. vitamin B se dodaje bijelom brašnu da bi

se postigla prirodna doza koju sadrže žitarice iz kojih je brašno proizvedeno ili se namirnicama dodaju nutrijenti koji se u njima prirodno nalaze, ali u nedovoljnim količinama (obogaćivanje) npr. obogaćivanje žitarica željezom. Nekim namirnicama dodaju se nutrijenti koji nisu prirodno prisutni u njima (vitaminiziranje), npr. dodavanje omega-3 kiseline u jaja, ili kalcija u sok od narandže. I naravno, u ovu vrstu hrane spadaju i neke namirnice u svom izvornom obliku (pojedine vrste voća, povrća, ribe, mesa, žitarica, ulja).

Da bi se industrijski vršila fortifikacija (obogaćivanje) potrebno je da se ispune dva uslova da je hrana koja se obogaćuje u širokoj upotrebi i da je jeftina (pristupačna). Zbog velike popularnosti i univerzalne konzumacije proizvoda od žitarica, oni se najčešće uzimaju kao nosilac fortifikacije u ishrani.

Tabela Fortifikacija hrane, najčešće

Hrana	agens
Sol	Iod , Fe . fluor
Brašno kruh i riža	Vitamin B1, B2, niacin, Fe
Mlijeko margarin	Vitamin A i D
Šećer , natrijev glutaminat , čaj	Vitamin A
Infant formula , kolači	Fe
Biljne mješavine aminokiselina , proteini	Vitamini, minerali
Sojino mlijeko, narandža sok	Kalcium
Instant cerealije	Vitamini, minerali
Dietetska pića	Vitamini, minerali
Enteralne i parenteralne otopine	Vitamini, minerali

Na početku se najčešće vršilo obogaćivanje brašna i hljeba vitaminima B skupine (riboflavin, niacin, tiamin). Ova politika fortifikacije pomogla je radikalnom smanjenju incidence bolesti i stanja uzrokovanih deficitom vitamina B skupine kao i incidence anemije uzrokovane deficitom željeza.

Folna kiselina je još jedan iz skupine B vitamina koju konzumenti najčešće ne dobijaju u dnevno preporučenim količinama. Da bi se osigurala potrebna količina, vrši se obogaćivanje žitarica folnom kiselinom. 1988. god. FDA (Food and Drug Administration) dala je preporuke da se obogaćivanje vrši na način da se na 100 g žitnih pahuljica dodaje 140 mcg folne kiseline. Naknadne studije su pokazale da se folna kiselina koja se nalazi u obogaćenim proizvodima žitarica bolje apsorbira od folne kiseline koja se nalazi u svom prirodnom izvoru (voću i povrću). Jedno od najvažnijih otkrića medicine dvadesetog vijeka je da se suplementacijom folne kiseline postotak oštećenja nervnog sistema novorođenčadi smanjuje za 48 do 80%.

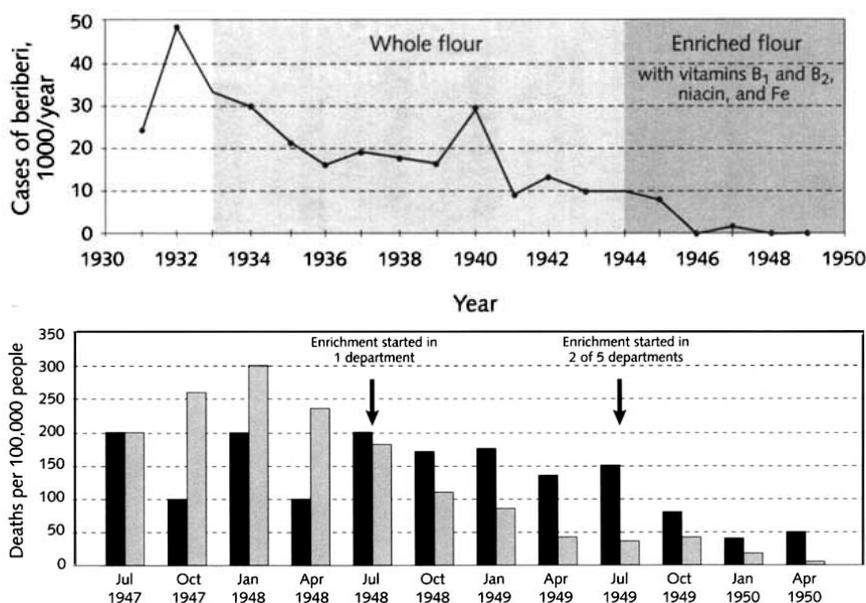
Mnogi proizvodi od žitarica, kao što su pahuljice, hljeb, proizvodi od tijesta, te smrznuti vafli, od nedavno se obogaćuju kalcijem, a razlog je hronično nizak unos kalcija pogotovo kod žena i adolescentica koje konzumiraju malo mliječnih proizvoda. Kalcij i vitamin D dodaju se jogurtu, mlijeku i voćnim sokovima kako bi se smanjio rizik pojave osteoporoze.

Proizvodi namijenjeni za očuvanje zdravlja kardiovaskularnog sistema najčešće sadrže dodatak omega-3 masnih kiselina, te fitohemikalije, fitostanole i fitoestrole zbog njihovog povoljnog djelovanja na nivo holesterola u krvi.

Antioksidansi djeluju sa ciljem da štite ćelije od oksidativnog oštećenja. Preporučuje se konzumacija širokog spektra antioksidanasa, budući da svaki antioksidans štiti različiti dio organizma i na različitim razinama štiti ćelije od oksidativnog stresa. Ćelije mogu da tolerišu blagi oksidativni stres koji uzrokuje povišen nivo antioksidativne

odbrane, dok veći oksidativni stres izaziva nepovratna oštećenja i smrt. Najznačajniji antioksidansi su vitamin E, najvažniji čistač slobodnih radikala u lipoproteinima ćelijskih membrana, inhibiše lipidnu peroksidaciju. Vitamin C ima antioksidativne sposobnosti, naročito u respiratornom sistemu, detoksikuje udahnute oksidisane zagađujuće materije, a u prisustvu većih količina slobodnih jona gvožđa i bakra može imati prooksidativno dejstvo.

Cink, selen, lignani, flavonidi, ostali biljni fenoli, beta karoteni koji, iako su povezani sa smanjenjem rizika od kardiovaskularnih i malignih bolesti, njihova antioksidativna svojstva treba potvrditi in vivo. Vitamini i minerali dodaju se cijelom nizu proizvoda. Steroli snižavaju nivo holesterola.



Slika Efekt obogaćivanja riže na smanjenje smrtnosti od u Bataan, Philippines, 1947-50. Grey bars: experimental area; black bars: control area.

Ključni pojmovi

Ako se tokom procesa proizvodnje hrane dodaju nutritivne biooški aktivne komponente hrane kao što je jod u kuhinjskoj soli, karotenoidi u maslacu, multivitamioni u sokvima onda to zovemo fortifikacija hrane

Zaključak Dodaci prehrani nisu lijekovi i ne liječe bolesti, ali nesumnjivo mogu prevenirati njihovu pojavu, jačati imunitet i olakšavati simptome. Ukratko, Dodaci prehrani - suplementi mogu biti zaštita zdravlja u preventivi i dodatak u liječenju-kurativi.

4.3. Dijetetske namirnice

Dijetetske namirnice su prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti dijetetskih namirnica koje se mogu stavljati u promet („Službene novine“ FBiH 7/04) namirnice za posebne prehranske potrebe koje se zbog svog posebnog sastava ili procesa proizvodnje razlikuju od namirnica uobičajenog sastava. One su namjenjene prehrani zdrave dojenčadi i male djece, osobama kod kojih je poremećen proces probave ili

metabolizma i osobama koje se nalaze u posebnim fiziološkim stanjima. Moraju zadovoljavati propisane uvjete o zdravstvenoj ispravnosti namirnica. Na deklaraciji proizvoda mora stajati nutritivna ili zdravstvena tvrdnja. Namjena ili tvrdnja je informacija na deklaraciji koja označava da proizvod može biti nutritivno ili zdravstveno koristan. Nutritivne tvrdnje su regulisane direktivama Evropske unije koje su na snazi od 1990 godine. Područje zdravstvenih tvrdnji dodatka prehrani je do nedavno u zemljama Evropske unije bilo neregulisano. Uredba o nutritivnim i zdravstvenim tvrdnjama za hranu (European Regulation (EC) No. 1924/2006) je na snazi u zemljama Evropske unije od januara 2007.godine. Osnovni razlog za donošenje ove uredbe je zaštita potrošača kao i zaštita inovativnih podataka u oblasti dodatka prehrani. Evropska agencija za sigurnost prehrambenih proizvoda (EFSA) određuje da li su dostavljeni dokazi za isticanje zdravstvene tvrdnje. Bosna i Hercegovina teži ulasku u Evropsku uniju. U tom smislu potrebno je uskladiti zakonodavstvo Bosne i Hercegovine sa evropskim propisima. U Bosni Hercegovini bi trebalo donijeti Pravilnik o nutritivnim i zdravstvenim tvrdnjama dodatka prehrani koji je u skladu sa Uredbom EC No.924/2006.

Iako je pravilna prehrana osnova dobrog zdravlja, ponekad se ni najsavjesniji ne hrane onako kako bi uistinu trebalo, a pri tome je današnji ritam života mnogima isprika za jednoličnu i nutritivno niskovrijednu prehranu. S druge strane, neki nutrijenti imaju preventivno djelovanje tek kada se unose u količinama koje je teško osigurati hranom. Kao rezultat navedenoga, nerijetko se javlja potreba za dodatnim unosom, organizmu neophodnih nutrijenata, vitamina i minerala.

4.4. Hrana za posebne prehrambene potrebe

Prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti dijetetskih namirnica koje se mogu stavljati u promet (1), dijetetske namirnice su pored ostalih i namirnice za posebne prehrambene potrebe. Prema zakonima koji važe u Evropskoj uniji postoji razlika između dodatka prehrani (food supplements) i hrane za posebne prehrambene potrebe (foods for particular nutritional uses", " dietetic foods" ili " dietary foods", ponekad se označavaju kao PARNUTS. Hrana za posebne prehrambene potrebe je regulisana direktivom 89/398/EEC (4), direktivom 96/84/EC (5) i direktivom 1999/41/EC (6). Obuhvata hranu za dojenčad i malu djecu, hranu koja je namijenjena za primjenu kod reduktivnih dijeta i dijeta za smanjenje tjelesne mase, hranu za specijalne medicinske potrebe i hranu za sportiste.