

UTJECAJ PREHRANE NA RASPOLOŽENJE I MENTALNO ZDRAVLJE

Valentina Rahelić^{1,2,3*}, Josipa Matanić¹, Sandra Bival¹, Zrinka Šmuljić^{1,2}, Eva Pavić^{1,2}

¹Klinički Bolnički Centar Zagreb, Služba za prehranu i dijetetiku, Kišpatičeva 12, 10000 Zagreb

²Zdravstveno Veleučilište Zagreb, Mlinarska cesta 38, 10000 Zagreb

³Sveučilište Sjever, Odjel za prehrambenu tehnologiju, 48000 Koprivnica

pregledni rad

Sažetak

Tijekom posljednjih desetljeća zabilježen je značajan porast prevalencije poremećaja mentalnog zdravlja, paralelno s promjenama u načinu života, prehrane i tjelesne aktivnosti. Procjenjuje se da više od 300 milijuna svjetske populacije boluje od depresije, a više od 260 milijuna od anksioznih poremećaja. Prehrana i njezine različite bioaktivne komponente prepoznate su kao promjenjivi čimbenici rizika koji mogu utjecati na patogenezu mentalnih poremećaja, a temeljni mehanizmi pozitivnog učinka rezultat su uglavnom zajedničkog međudjelovanja različitih komponenti. Kao preporučeni obrasci prehrane s pozitivnim učinkom na zdravlje, radom mozga te živčanog sustava ističu se Mediteranska i MIND dijeta koje naglasak stavljaju na hranu biljnog podrijetla. Ovi načini prehrane izvor su različitih nutrijenata ključnih za mentalno zdravlje (fitokemikalija, flavonoida i karotenoida, omega-3 masnih kiselina, folne kiseline, vitamina E, cinka i magnezija, prehrambenih vlakana, itd.). Osim toga, doprinose zdravlju i raznolikosti crijevne mikrobiote, a njezini metaboliti mogu imati važnu ulogu u mentalnom zdravlju kroz crijevno - moždanu os. Kroz taj dvosmjerni put, različiti hormoni i neurotransmiteri utječu na regulaciju osjećaja gladi i sitosti, ali i na raspoloženje te stres koji je također reguliran djelovanjem hormona. Usvajanje zdravog načina života koji podrazumijeva pravilnu (raznoliku i uravnoteženu) prehranu, višestruko će doprinijeti očuvanju mentalnog zdravlja te prevenciji i/ili liječenju već razvijenih poremećaja.

Ključne riječi: mentalno zdravlje, stres, Mediteranska dijeta, MIND dijeta

Popis kratica

AgRP - agouti-povezani peptid (eng. *agouti-related protein*)
CART - kokainom i amfetaminom reguliran transkript (eng. *cocaine and amphetamine regulated transcript*)
CKK - kolecistokinin (eng. *Cholecystokinin*)
CRP - C-reaktivni protein (eng. *C-reactive protein*)
DASH dijeta - (eng. *Dietary Approaches to Stop Hypertension*)
DHA - dokozaheksaenska kiselina
EPA - eikozapentaenska kiselina
GLP-1 - glukagonu sličan peptid-1 (eng. *glucagon-like peptide-1*)
GSH - glutation
HOMA-IR - indeks inzulinske rezistencije
PYY - peptid YY (eng. *peptide tyrosine tyrosine*)
MIND dijeta - (eng. *The Mediterranean-DASH Intervention for Neurodegenerative Delay diet*)
NPY - neuropeptid Y (eng. *neuropeptide Y*)
POMC - proopiomelanokortin (eng. *pro-opiomelanocortin*,)
SCFA - kratkolančane masne kiseline (eng. *short-chain fatty acids*)
TMD - ukupni poremećaji raspoloženja (eng. *total mood disturbance*)
TNF- α - čimbenik tumorske nekroze alfa (eng. *tumor necrosis factor-alfa*)

Uvod

Mentalno zdravlje sastavna je i važna komponenta čovjekova zdravlja. Tijekom posljednjih desetljeća došlo je do značajnog porasta prevalencije poremećaja mentalnog zdravlja, uključujući povećanu prevalenciju depresije, anksioznosti, kognitivnih

poremećaja i poremećaja spavanja. Procjenjuje se da više od 300 milijuna svjetske populacije boluje od depresije, a više od 260 milijuna od anksioznih poremećaja (Friedrich, 2017). Istraživanja su pokazala da osobe koje boluju od kroničnih nezaraznih bolesti, poput pretilost, šećerne bolesti tipa 2, arterijske hipertenzije i ostalih, imaju veći rizik za razvoj

mentalnih bolesti, uključujući depresiju i anksioznost, a jedan od najčešćih razloga je dugotrajna priroda navedenih bolesti. Ujedno istraživanja su pokazala da u usporedbi s oboljelima bez multimorbiditeta, oni s razvijenim multimorbidnim stanjima imaju dvostruko veću vjerojatnost da će razviti depresiju (Read i sur., 2017; Zhang i sur., 2018; Ma i sur., 2021). Općenito procjenjuje se da između 9,3 % i 25 % oboljelih od kroničnih nezaraznih bolesti boluje i od depresije (Ingle i sur., 2017). Dodatno sve više dokaza upućuju na to da je COVID pandemija posljedično dovela do porasta broja oboljelih od mentalnih bolesti uključujući porast prevalencije depresije i anksioznosti za 28 % (Santomauro i sur., 2021; WHO, 2022). Dobar nutritivni status i prehrana općenito, važni su za održavanje normalnih funkcija u organizmu te sprječavanje potencijalnih disfunkcija izazvanih raznim unutarnjim ili vanjskim čimbenicima. Sve veći broj provedenih istraživanja potvrđuje kako je prehrana ključna, ne samo za sastav tijela, fiziološke procese i prevenciju kroničnih nezaraznih bolesti nego može imati značajan utjecaj na raspoloženje i mentalno zdravlje (Muscaritoli, 2021).

Biološka osnova hranjenja

Regulacija apetita ovisi o dvosmjernoj međusobnoj komunikaciji između gastrointestinalnog sustava i mozga tj. središnjeg živčanog sustava, a taj put se još naziva crijevno – moždana os (eng. *gut – brain axis*). Tri primarna hormona koja se izlučuju u crijevima, zadužena za regulaciju apetita, su glukagonu sličan peptid-1 (eng. *glucagon-like peptide-1*, GLP-1), kolekistokinin (eng. *cholecystokinin*, CKK) i peptid YY (eng. *peptide tyrosine tyrosine*, PYY). Kada se izlučuju navedeni hormoni crijevno - moždana os reagira smanjenjem apetita. Međutim, taj odgovor može varirati ovisno o vrsti hrane koja se konzumira, ponajviše o sastavu makronutrijenata (Moris i sur., 2022). Hipotalamus djeluje kao kontrolni centar za osjećaj gladi i sitosti. Dio hipotalamusa, infundibularna jezgra, omogućuje perifernim peptidima i proteinima prolazak kroz crijevno - moždanu os, a oni dalje izravno djeluju na neurone. To uključuje neurone koji koeksprimiraju peptide odgovorne za stimulaciju unosa hrane, osobito neuropeptid Y (eng. *neuropeptide Y*, NPY) i agouti-povezani peptid (eng. *agouti-related protein*, AgRP), kao i one neurone koji eksprimiraju proopiomelanokortin (eng. *pro-opiomelanocortin*, POMC) te kokainom i amfetaminom reguliran transkript (eng. *cocaine and amphetamine regulated transcript*, CART) koji inhibiraju apetit. Navedeni neuroni i peptidi dakle zajedno reguliraju osjećaj gladi i sitosti (Austin i sur., 2008; Gahagan, 2012). Osim toga, cirkulirajući

periferni peptidi također igraju važnu ulogu u regulaciji apetita. Kao stimulator apetita ističe se grelin koji uglavnom nastaje u endokrinim stanicama želučane sluznice. Grelin dovodi do povećanog unosa hrane tako što potiče sintezu NPY i AgRP. Nadalje, može utjecati na energijsku ravnotežu stimuliranjem adipogeneze, inhibicijom apoptoze, inhibicijom aktivnosti simpatičkog živčanog sustava itd. Isto tako, utječe na homeostazu glukoze, motilitet crijeva, egzokrinu sekreciju gušterače, kardiovaskularni sustav, imunitet i upalne procese. S druge strane, brojni su periferni peptidi povezani s osjećajem sitosti. Te hormone luče razni organi, uključujući gastrointestinalni sustav, gušterača i masno tkivo. Nadalje, inkretini, hormoni koji se luče iz gastrointestinalnog sustava u cirkulaciju, kao odgovor na konzumaciju hrane – oksintomodulin i GLP-1-a dovode do odgođenog pražnjenja želuca, stimulacije lučenja inzulina, inhibicije lučenja glukagona i stimulacije lučenja somatostatina. Također, i hormoni inzulin, adiponektin i leptin sudjeluju u regulaciji tj. inhibiciji apetita (Austin i sur., 2008). Ujedno, leptin pojačava želju za hranom i osjećajem gladi u slučajevima kalorijskog nedostatka, a smanjuje u slučajevima suficita, slično kao i adiponektin (Gahagan, 2012).

Hormoni sreće – dopamin, serotonin, endorfin, oksitocin

Neurotransmiteri su biološki aktivni spojevi koji posreduju u elektrokemijskom prijenosu između neurona te kontroliraju brojne ključne funkcije u organizmu, između ostalih, i one emocionalne (prikazano u tablici 1.). Neravnoteža neurotransmitera može uzrokovati određene bolesti i poremećaje, a hrana koja ih sadrži (ili njihove prekursore) mogla bi pomoći u održavanju ravnoteže te prevenciji mentalnih poremećaja (Gasmi i sur., 2023).

Endorfin, proučavan i kao neurotransmiter sreće, endogeni je opioidni peptid. Smatra se da njegove povećane koncentracije dovode do boljeg raspoloženja i smanjenja osjećaja boli, a snižene koncentracije inhibiraju pozitivne osjećaje. Oslobađa se tijekom provođenja tjelesne aktivnosti, meditacije, smijanja, ugodnih druženja, slušanja glazbe i sl. Oksitocin je peptidni hormon koji se oslobađa iz hipofize, a uzrokuje širok spektar bihevioralnih i fizioloških učinaka posredovanih receptorima u mozgu (npr. majčinsko i općenito pozitivno društveno ponašanje) (Dfarhud i sur., 2014). Osim navedenoga, potpuno funkcionalna aktivnost neurotransmitera potrebna je i za optimalnu regulaciju apetita te ponašanja u pogledu prehrane (Moris i sur., 2022).

Tablica 1. Glavni neurotransmiteri, njihovi prekursori, prehrambeni izvori i funkcije**Table 1.** Main neurotransmitters, their precursors, dietary sources and functions

(prilagođeno prema: Pruneti i sur., 2023; Holford, 2003)

Neurotransmitter/ Neurotransmitter	Prekursor/Pr ecursor	Izvori iz hrane i nutrijenti/ Dietary sources and nutrients	Utjecaj na raspoloženje/ Effect on mood
Acetilkinolin/Acetylch oline	Kolin	žumanjak jaja, perad, junetina, grašak, jetrica, losos, skuša, tuna svježa, soja, grah, leća, naranče, jagode, radič	Sjećanje, koncentracija, pažnja, mišićna aktivnost, razmišljanje, raspoloženje Nedostatak: smanjena mogućnost pamćenja i zamišljanja, snova, povećana zbunjenost, zaboravnost i neorganiziranost
Dopamin/Dopamine	Fenilalanin	perad, riba, sezam, banane mahunarke, pšenica, lubenica, rajčica, maslinovo ulje, općenito voće i povrće bogato vitaminom C, B6, cinkom, fermentirani proizvodi	Entuzijizam, sjećanje, spoznaja, svijest, donošenje odluka, kontrola spavanja Nedostatak: smanjena motivacija, koncentracija i pamćenje
Epinefrin i Norepinefrin/Epinep hrine and Norepinephrine	Tirozin	mahunarke, sir, meso, jaja, općenito hrana bogata folnom kiselinom, vitaminom C, magnezijem, bakrom, željezom	Povećava otkucaje srca, arterijski tlak, odgovoran za reakciju „bori se ili bježi“ odnosno da se i tijelo i mozak mogu nositi s bilo kojim emocionalnim ili fizičkim stresom Nedostatak: loše raspoloženje, anksioznost, slaba koncentracija
Gama-amino butirična kiselina (GABA)/Gamma- amino butyric acid (GABA)	Glutamin	mahunarke, grašak, zob, pšenica, ječam, riža, krumpir, banana, špinat, općenito tamnozeleno lisnato povrće, orašasti plodovi i sjemenke, jaja	Smanjuje aktivnost neurona u mozgu i središnjem živčanom sustavu, djeluje na opuštanje i time smanjenje stresa, stabilizacija raspoloženja, smanjenje boli i poboljšanje sna Nedostatak: smanjena motivacija, koncentracija i pamćenje
Serotonin/ Serotonin	Triptofan	banane, višnje, cikorija, zelje, ananas, papaja, avokado, lješnjak, kava, patlidžan, zeleno odnosno bijelo grožđe, mahunarke, luk, jaja, nemasno bijelo meso i sir	Raspoloženje, apetit, socijalno ponašanje, san, reminiscencija, učenje, gastrointestinalna pokretljivost Nedostatak: loše raspoloženje, anksioznost i depresija, poremećaj sna

Stres, raspoloženje i prehrana

Poznato je da je i stres reguliran djelovanjem hormona. Stresne situacije mogu dovesti do pojačanog lučenja brojnih hormona uključujući glukokortikoide, kateholamine, hormon rasta i prolaktin. Neke od ovih promjena su neophodne za prilagodbu pojedinca novim okolnostima, ali mogu i dovesti do endokrinih poremećaja. Biološki tj. hormonalni uzrok prejedanju u stresnim situacijama može biti to što kontinuirani stres uzrokuje povećano i kontinuirano lučenje kortizola („hormona stresa“), grelina („hormona gladi“) i inzulina (pojedinci s povećanom tjelesnom masom ili pretili pojedinci imaju povišene koncentracije, a debljanje povezano sa stresom vjerojatnije će se dogoditi u prisutnosti takvih koncentracija) – dakle, povećane koncentracije ovih hormona na više su načina povezane s pojačanim apetitom u stresnim periodima (Ranabir i sur., 2011; Michels, 2019). Čini se da je kortizol glavni biološki čimbenik koji vodi od stresa prema visceralnoj

pretilosti. U povezanosti stres-prehrana ističe se koncept hrane za utjehu ili emocionalnog jedenja (eng. *emotional eating, comfort eating, stress-induced eating*), budući da kortizol utječe na puteve samonagrađivanja i centre za apetit u mozgu, gdje ulogu imaju i leptin, neuropeptid Y, inzulin, oreksin i gastrointestinalni hormoni (Michels, 2019). Brojna do danas provedena istraživanja pokazala su da je navedeni koncept hranjenja povezan s razvojem metaboličkog sindroma, arterijske hipertenzije, šećerne bolesti tipa 2, kardiovaskularnih bolesti, morbiditeta te mortaliteta (Finch i sur., 2019). Nacionalno istraživanje provedeno u Sjedinjenim Američkim Državama 2011. godine pokazalo je kako je 44 % ispitanika više pod stresom nego prije 5 godina. Osim toga, 39 % ispitanika izjavilo je da u takvim periodima jedu količinski više i „nezdravije“ hrane (American Psychological Association, 2012). Kod mnogih osoba stres je općenito povezan s promjenama u prehrambenom ponašanju. Hrana koja se u takvim situacijama najčešće konzumira je ona

koja na neki način mentalno vraća u bezbrižniji period, period djetinjstva – uglavnom bogata šećerom, masnoćama ili oboje. To je najčešće psihološka ili emocionalna potreba koja općenito nema nikakve veze sa stvarnom glađu. Osim nutritivno siromašne hrane, period stresa uglavnom karakterizira i nedostatak kontrole nad vrstom i količinom konzumirane hrane, nedovoljan i nekvalitetan san, smanjena tjelesna aktivnost, prekomjerna konzumacija alkohola i sl., a sve navedeno u kombinaciji vrlo lako može dovesti do kalorijskog suficita te posljedično i do porasta na tjelesnoj masi (Heidari i sur., 2023). Nedavno istraživanje provedeno u Njemačkoj, na oko 1200 ispitanika (80,6 %, 994 Ž), utvrdilo je da je oko 50 % sudionika okarakteriziralo sebe kao „*stress eaters*“, a kao najčešću vrste hrane koju konzumiraju u stresnim periodima naveli su čokoladu, kavu i kekse. Općenito često konzumirani, kao „hrana za utjehu“, navode se i kolači, sladoled, slane grickalice, brza hrana, šećerom

zaslađeni napitci te alkohol (Tomiyama i sur., 2015; Gemesi i sur., 2022). S druge strane, kratkoročna izloženost stresu može i smanjiti odnosno zatvoriti apetit. Živčani sustav šalje poruke nadbubrežnim žlijezdama da izluče hormon epinefrin. Epinefrin pomaže pokrenuti reakciju tijela na borbu ili bijeg (eng. *flight, fight, freeze*), ubrzano fiziološko stanje koje privremeno odlaže potrebu za hranom (Goldstein, 2010; Finch i sur., 2019). U istraživanjima o samoprocjeni stresa i unosa hrane, otprilike 40-70 % ispitanika navodi povećanu konzumaciju hrane u stresnim periodima, dok 30-60 % navodi smanjenju konzumaciju (Hyldelund i sur., 2022). Do danas provedena istraživanja još uvijek nisu u potpunosti razjasnila čimbenike koji objašnjavaju te individualne razlike (Finch i sur., 2019). Općenito, povezanost između utjecaja raspoloženja na odabir hrane te na bihevioralne i psihološke reakcije prikazana je u tablici 2.

Tablica 2. Utjecaj odabira hrane na bihevioralne i psihološke reakcije

Table 2. Influence of food selection on behavioral and psychological reactions

(prilagođeno prema: Heidari i sur., 2023)

	Utjecaj/Influence
Hrana i raspoloženje/ Food and mood	Stres i depresija mogu uzrokovati emocionalno jedenje.
	Nepравilni prehrambeni izbori smanjuju osjećaj zadovoljstva i psihosomatske dobrobiti.
	Konzumacija voća i povrća smanjuje razinu stresa.
	Antioksidansi iz hrane podižu raspoloženje, smanjuju napetost i osjećaj tjeskobe.
Hrana i depresija/ Food and depression	Nepравilna prehrana, pušenje i smanjena tjelesna aktivnost povećavaju rizik za razvoj depresije.
	Isključivanje određenih skupina hrane povećava rizik od depresije.
	Nedostatak vitamina B skupine, D i C te cinka, omega-3 masnih kiselina i antioksidansa može negativno djelovati na raspoloženje i dovesti do depresije.
	Konzumacija hrane koja djeluje proupalno povećava rizik za razvoj depresije; protuupalna prehrana smanjuje simptome.
	Adrenalin, kortizol i glukagon utječu na anksioznost, osjet gladi i hipoglikemiju.
Hrana i osjećaj sreće/ Food and happiness	Nutritivno kvalitetna hrana i dobri prehrambeni izbori doprinose fizičkom i mentalnom zdravlju.
Hrana i potiskivanje emocija/ Food and suppression of emotions	U periodima potiskivanja emocija, žene s prekomjernom tjelesnom masom konzumiraju veće količine hrane u odnosu na one s normalnom tjelesnom masom.
Crijevno – moždana os/ Gut-brain axis	Biljni ekstrakti reguliraju sastav crijevnog mikrobioma te pozitivno utječu na ponašanja povezana s depresijom.
	Flavonoidi utječu na sastav crijevne mikrobiote te neurone koji reguliraju neurokognitivne funkcije i adaptivne bihevioralne reakcije.

Hrana, nutrijenti i mentalno zdravlje

Prehrana i njezine bioaktivne komponente prepoznate su kao promjenjivi čimbenici rizika koji mogu utjecati na patogenezu mentalnih poremećaja. Na zdravlje i funkciju mozga utječe optimalan unos makronutrijenata, vrijeme obroka i cirkadijalni ritam,

kao i antioksidativno i protuupalno djelovanje različitih mikronutrijenata (Godos i sur., 2020). Neki od ključnih nutrijenata za koje je dokazano da mogu imati pozitivan utjecaj su eikozapentaenska (EPA) i dokozaheksaenska (DHA) omega-3 masna kiselina, α -tokoferol, magnezij, cink i folna kiselina – izraženiji utjecaj na stres, poremećaje spavanja, tjeskobu, blage

kognitivne, kao i neuropsihijatrijske poremećaje što značajno može utjecati na kvalitetu života (Mörkl i sur., 2020; Muscaritoli i sur., 2021; Ardekani i sur., 2023). EPA i DHA su višestruko nezasićene masne kiseline s protuupalnim svojstvima koje mogu utjecati na smanjenje kognitivnih oštećenja povezanih sa starenjem, smanjenjem razine stresa, anksioznosti i depresije. DHA se u visokim koncentracijama nalazi u središnjem živčanom sustavu gdje ima ključnu ulogu u optimalnom razvoju, a kasnije i kognitivnom funkcioniranju. Suprotno tome, koncentracije EPA u mozgu su niske upravo zbog njezinog brzog metabolizma. Koncentracija DHA se starenjem smanjuje, što uz nepravilne prehranbene navike može rezultirati njihovim nedovoljnim unosom. Nadalje, α -tokoferol je jedna od izoformi vitamina E koja se nalazi u staničnim membranama, poboljšava lipidne slojeve te sprječava njihovu peroksidaciju protuupalnim i antioksidativnim djelovanjem. Neophodan je za neurološki razvoj te pozitivno djeluje na smanjenje anksioznosti. Folna kiselina sintetski je oblik vitamina topivog u vodi, B9 (folat), metabolizirana u svoj aktivni oblik prelazi krvno - moždanu barijeru te regulira proizvodnju neurotransmitera dopamina, norepinefrina i serotonina čime doprinosi boljoj mentalnoj funkciji i učinku. Osim toga, jedan je od kofaktora u metabolizmu homocisteina koji smanjuju upalu uzrokovanu visokim koncentracijama ove aminokiseline. Magnezij je drugi najzastupljeniji unutarstanični kation koji ima širok raspon bioloških uloga. Sudjeluje u metabolizmu energije, provodljivosti živaca, stabilnosti membrana te sinaptičkom prijenosu; dovodi do smanjenja oksidativnog stresa, anksioznosti i depresije (Muscaritoli i sur., 2021).

Visok unos zasićenih masnih kiselina i rafiniranih ugljikohidrata, često dovodi do prekomjerne tjelesne mase i pretilosti, neuroinflamacije i neuronske disfunkcije te se povezuje s kognitivnim oštećenjima i emocionalnim poremećajima. Ovakav način prehrane može negativno utjecati na sastav crijevne mikrobiote, utječući time i na funkciju mozga kroz različite mehanizme dvosmjerne veze crijevno – moždane osi. Osim toga, dugoročna konzumacija ovakve palatibilne hrane može potaknuti ponašanje u prehrani nalik ovisnosti i dovesti do disregulacije u vezi hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlijezda, što je dalje povezano s kroničnim stresom, tjeskobom i depresijom (López-Taboada i sur., 2020).

Kao preporučeni obrasci hranjenja koji dokazano imaju pozitivan utjecaj na zdravlje i funkcioniranje mozga, a time i živčanog sustava ističu se Mediteranska i MIND (eng. *The Mediterranean-DASH Intervention for Neurodegenerative Delay diet*) dijeta. MIND dijeta način je prehrane koji kombinira načela Mediteranske i

DASH (eng. *Dietary Approaches to Stop Hypertension*) dijete te naglasak stavlja na hranu biljnog podrijetla. Temelji se na visokom unosu povrća, voća, orašastih plodova, cjelovitih žitarica, mahunarki, maslinova ulja i ribe te umjerenoj konzumaciji mesa i crvenog vina. Pozitivno djeluje na smanjenje i prevenciju neurodegenerativnih promjena mozga i poboljšanje funkcije živčanog sustava, a pokazala se učinkovitom i kod kognitivnog pada koji se događa prilikom starenja (Grajek i sur., 2022).

Glavne komponente Mediteranske i MIND dijete važne za mentalno zdravlje

Mogući temeljni mehanizmi pozitivnog učinka hrane na mentalno zdravlje i kardiometaboličke čimbenike rizika rezultat su uglavnom zajedničkog međudjelovanja različitih komponenti. Mediteranska i MIND dijeta su obrasci prehrane koji obiluju povrćem i voćem, a samim time i različitim mikronutrijentima koji pozitivno djeluju na smanjenje rizika od kognitivnog pada – folatima, vitaminom E, karotenoidima i flavonoidima. Osim toga, različite fitokemikalije i prehranbena vlakna mogu utjecati na produljenje osjećaja sitosti, odgođeno pražnjenje želuca, bolju glukoregulaciju i kontrolu tjelesne mase. Složeni ugljikohidrati i vitamini B skupine općenito pospješuju neurološke funkcije te potiču sintezu serotonina. Orašasti plodovi i sjemenke su skupina hrane koja ima visok udio antioksidansa te α -linolensku omega-3 masnu kiselinu; doprinose smanjenju upalnih procesa, smanjenju stvaranja slobodnih radikala i lipidne peroksidacije čime se smanjuje rizik za kognitivni pad. Sastavni dio ovih obrazaca prehrane je i bobičasto voće koje obiluje antocijanima koji mogu utjecati na snižavanje razine oksidativnog stresa smanjujući broj proupalnih molekula. Slično djelovanje imaju i topljiva vlakna te fitosteroli koji mogu utjecati i na smanjenje koncentracije kolesterola. Omega-3 masne kiseline mogu utjecati na smanjenje rizika od razvoja depresije, smanjuju endotelnu disfunkciju te pospješuju kardiometaboličko zdravlje. Maslinovo ulje izvor je fenolnih spojeva i jednostruko nezasićenih masnih kiselina koji mogu utjecati na smanjenje neuroloških oštećenja, kognitivni pad, koncentracije LDL kolesterola i triglicerida te povećanje koncentracije HDL kolesterola. Umjeren konzumacija crvenog vina (izvor resveratrola, katehina, epikatehina, kvercetina, antocijanina i procijanidina) dokazano može doprinijeti smanjenju upalnih procesa i indeksa inzulinske rezistencije (HOMA-IR), pospješiti endotelnu funkciju te dovesti do porasta koncentracije HDL kolesterola (Ardekani i sur., 2023).

Crijevna mikrobiota

Crijevna mikrobiota i njezini metaboliti mogu imati važnu ulogu u mentalnom zdravlju kroz crijevno - moždanu os. Sastav crijevne mikrobiote tj. brojnost određenih bakterijskih vrsta (osobito iz roda *Firmicutes* i *Bacteroides*) povezani su s nekoliko mentalnih poremećaja, kao što su npr. anksioznost, depresija, bipolarni poremećaj, shizofrenija i spektar autističnih poremećaja (ASD). Epidemiološka, eksperimentalna i klinička istraživanja pokazala su da mnoge vrste probiotika (osobito *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*), prebiotika (npr. prehrambena vlakna, galaktooligosaharidi, alfa-laktalbumin), sinbiotika, postbiotika (produkti metabolizma bakterija, npr. kratkolančane masne kiseline (eng. *short-chain fatty acids*, SCFA)), fermentiranih mliječnih proizvoda, začina (kurkumin, kapsaicin), voća, povrća i ljekovitog bilja mogu spriječiti i/ili doprinijeti liječenju mentalnih poremećaja kroz modulaciju crijevne mikrobiote (Xiong i sur., 2023). Randomizirano kontrolirano istraživanje koje je proučavalo utjecaj visokog unosa prebiotika iz hrane u odnosu na suplementaciju probioticima, kao i njihov sinbiotički utjecaj na simptome vezane za mentalno zdravlje kod odraslih, kroz period od 8 tjedana, dalo je preliminarne rezultate koji ukazuju na pozitivan utjecaj prehrane, ali ne i značajniji utjecaj suplementacije. Potencijalni razlog tome je to što je skupina koja je konzumirala veću količinu prebiotika iz hrane, osim toga, poboljšala i ukupnu kvalitetu prehrane, povećala konzumaciju i drugih oblika prehrambenih vlakana, minerala, vitamina, fitokemikalija i drugih biološki aktivnih komponenti. Prehrana je uključivala minimalno prerađenu hranu, bogatu prebionicima (frukto- i galaktooligosaharidima, inulinom, β -glukanom, otpornim škrobom, polifenolima) te je dovela do poboljšanja primarnih ishoda (ukupni poremećaji raspoloženja) (eng. *total mood disturbance*, TMD), ali i onih sekundarnih (anksioznost, depresija, percipirani stres i kvaliteta spavanja). U grupi koja je uzimala probiotike kao dodatak prehrani, došlo je do poboljšanja u vidu opće dobrobiti (eng. *well being*) (Freijy i sur., 2023). S druge strane, meta analiza koja je uključivala 12 randomiziranih kontroliranih istraživanja, pokazala je određeni pozitivan utjecaj suplementacije probioticima kod oboljelih od psihijatrijskih poremećaja (smanjenje težine simptoma depresije, smanjenje koncentracije C-reaktivnog proteina (eng. *C-reactive protein*, CRP), interleukina 10 i malondialdehida – fiziološkog metabolita i markera oksidativnog stresa). Međutim, nije došlo do značajnije promjene u koncentracijama drugih upalnih markera – čimbenika tumorske nekroze alfa (eng. *tumor necrosis factor-alpha*, TNF- α),

interleukina 1 i interleukina 6, dušikova oksida, glutationa (GSH) i ukupnog antioksidativnog kapaciteta (Amirani i sur., 2020).

Dvosmjerni odnos između mozga i crijeva tj. crijevne mikrobiote ne samo da utječe na apsorpciju i iskorištavanje hranjivih tvari, nego ima značajan utjecaj na kognitivne procese, regulaciju raspoloženja, neuroplastičnost i druge pokazatelje mentalnog zdravlja. Neuroplastičnost podrazumijeva sposobnost mozga da se razvija i mijenja, sposobnost za prilagodbu i neuralnu regeneraciju, kao odgovor na različite podražaje. Brojne hranjive tvari s epigenetskim potencijalom prisutne su u hrani ili nastaju kao produkt mikrobnog metabolizma (npr. SCFA, vitamini B skupine, polifenoli). Stoga je važno pravilnom i raznolikom prehranom poticati i održavati zdravlje i raznolikost crijevne mikrobiote što će dalje doprinijeti zdravlju i funkciji mozga i živčanog sustava (Merlo i sur., 2024).

Zaključak

Potaknuti brzom urbanizacijom i izloženosti stresu, način života, prehrana i tjelesna aktivnost, značajno su se promijenili posljednjih desetljeća. Kao stanovnici urbaniziranih zemalja, suočeni smo s paradoksom; unatoč gotovo neograničenoj dostupnosti hrane, često se preferira nutritivno siromašna, energijski bogata, uglavnom industrijski prerađena hrana. Kao rezultat bilježi se sve veći porast povećane tjelesne mase i pretilosti te vezanih kroničnih nezaznih bolesti uključujući i mentalne bolesti. Brojna znanstvena istraživanja potiču uključivanje ključnih makronutrijenata i mikronutrijenata u uravnoteženu i raznoliku prehranu te općenito usvajanje zdravog načina života, s ciljem očuvanja mentalnog zdravlja. Nutritivne intervencije, s ciljem prevencije i/ili bolje regulacije i liječenja već razvijenih poremećaja, stoga su važan, ako ne i glavni, promjenjivi čimbenik rizika te važna komponenta u očuvanju zdravlja i optimalnog funkcioniranja mozga i živčanog sustava.

Literatura

- American Psychological Association (2012): Stress in America: Our health at risk. Dostupno na: <http://www.apa.org/news/press/releases/stress/2011/final-2011.pdf>.
- Amirani, E., Milajerdi, A., Mirzaei, H., Jamilian, H., Mansournia, M.A., Hallajzadeh, J., Ghaderi, A. (2020): The effects of probiotic supplementation on mental health, biomarkers of inflammation and oxidative stress in patients with psychiatric disorders: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials, *Complement Ther Med.* 49, 102361.

- Ardekani, A.M., Vahdat, S., Hojati, A., Moradi, H., Tousi, A.Z., Ebrahimzadeh, F., Farhangi, M.A. (2023): Evaluating the association between the Mediterranean-DASH Intervention for Neurodegenerative Delay (MIND) diet, mental health, and cardio-metabolic risk factors among individuals with obesity, *BMC Endocr Disord.* 23 (1), 29.
- Austin, J., Marks, D. (2008): Hormonal regulators of appetite, *Int J Pediatr Endocrinol.* 2009, 1-9.
- Dfarhud, D., Malmir, M., Khanahmadi, M. (2014): Happiness & health: the biological factors-systematic review article, *Iran J Public Health* 43(11), 1468.
- Finch, L.E., Tiongco-Hofschneider, L., Tomiyama, A.J. (2019): Stress-induced eating dampens physiological and behavioral stress responses. In: Nutrition in the prevention and treatment of abdominal obesity, Academic Press, pp. 175-187.
- Freijy, T.M., Cribb, L., Oliver, G., Metri, N.J., Opie, R.S., Jacka, F.N., Hawrelak, J.A., Rucklidge, J.J., Chee Ng, H., Sarris, J. (2023): Effects of a high-prebiotic diet versus probiotic supplements versus synbiotics on adult mental health: The “Gut Feelings” randomised controlled trial, *Front Neurosci.* 16, 1097278.
- Friedrich, M.J. (2017): Depression is the leading cause of disability around the world, *JAMA* 317, 1517.
- Gahagan, S. (2012): The development of eating behavior-biology and context, *J Dev Behav Pediatr.* 33 (3), 261.
- Gasmi, A., Nasreen, A., Menzel, A., Gasmi Benahmed, A., Pivina, L., Noor, S., Peana, M., Chirumbolo, S., Bjørklund, G. (2023): Neurotransmitters Regulation and Food Intake: The Role of Dietary Sources in Neurotransmission, *Molecules* 28 (1), 210.
- Gemesi, K., Holzmann, S. L., Kaiser, B., Wintergerst, M., Lurz, M., Groh, G., Böhm, M., Krcmar, H., Gedrich, K., Hauner, H., Holzapfel, C. (2022): Stress eating: an online survey of eating behaviours, comfort foods, and healthy food substitutes in German adults, *BMC Public Health* 22 (1), 391.
- Godos, J., Currenti, W., Angelino, D., Mena, P., Castellano, S., Caraci, F., Galvano, F., Del Rio, D., Ferri, R., Grosso, G. (2020): Diet and mental health: Review of the recent updates on molecular mechanisms, *Antioxidants* 9 (4), 346.
- Goldstein, D.S. (2010): Adrenal Responses to Stress, *Cell Mol Neurobiol.* 30, 1433-1440.
- Grajek, M., Krupa-Kotara, K., Białek-Dratwa, A., Sobczyk, K., Grot, M., Kowalski, O., Staśkiewicz, W. (2022): Nutrition and mental health: A review of current knowledge about the impact of diet on mental health, *Front Nutr.* 9, 943998.
- Heidari, M., Khodadadi Jokar, Y., Madani, S., Shahi, S., Shahi, M. S., Goli, M. (2023): Influence of food type on human Psychological-Behavioral responses and crime reduction, *Nutrients* 15 (17), 3715.
- Holford, P. (2003): Depression: the nutrition connection, *Prim. Care Ment. Health* 1 (1), 9-16.
- Hyldelund, N.B., Frederiksen, C., Byrne, D.V., Andersen, B.V. (2022): Is stress taking the pleasure out of food?- A characterization of the food pleasure profiles, appetite, and eating behaviors of people with chronic stress, *Foods* 11 (13), 1980.
- Ingle, V.K., Pandey, I., Singh, A.R., Pakhare, A., & Kumar, S. (2017): Screening of Patients with Chronic Medical Disorders in the Outpatient Department for Depression Using Handheld Computers as Interface and Patient Health Questionnaire-9 as a Tool, *Int J Appl Basic Med Res.* 7 (2), 129-133.
- López-Taboada, I., González-Pardo, H., Conejo, N.M. (2020): Western diet: implications for brain function and behavior, *Front Psychol.* 11, 564413.
- Ma, Y., Xiang, Q., Yan, C., Liao, H., Wang, J. (2021): Relationship between chronic diseases and depression: the mediating effect of pain, *BMC Psychiatry* 21(1), 436.
- Merlo, G., Bachtel, G., Sugden, S.G. (2024): Gut microbiota, nutrition, and mental health, *Front Nutr.* 11, 1337889.
- Michels, N. (2019): Biological underpinnings from psychosocial stress towards appetite and obesity during youth: research implications towards metagenomics, epigenomics and metabolomics, *Nutr Res Rev.* 32 (2), 282-293.
- Moris, J.M., Heinold, C., Blades, A., Koh, Y. (2022): Nutrient-based appetite regulation, *J Obes Metab Syndr.* 31 (2), 161.
- Mörkl, S., Wagner-Skacel, J., Lahousen, T., Lackner, S., Holasek, S.J., Bengesser, S.A., Painold, A., Reininghaus, E. (2020): The role of nutrition and the gut-brain axis in psychiatry: a review of the literature, *Neuropsychobiology* 79 (1), 80-88.
- Muscaritoli, M. (2021): The impact of nutrients on mental health and well-being: insights from the literature, *Front Nutr.* 97.
- Pruneti, C., Guidotti, S. (2023): Need for Multidimensional and Multidisciplinary Management of Depressed Preadolescents and Adolescents: A Review of Randomized Controlled Trials on Oral Supplementations (Omega-3, Fish Oil, Vitamin D3), *Nutrients* 15 (10), 2306.
- Ranabir, S., Reetu, K. (2011): Stress and hormones, *Indian J Endocrinol Metab.* 15 (1), 18-22.
- Santomauro, D.F., Mantilla Herrera, A.M., Shadid, J., Zheng, P., Ashbaugh, C., Pigott, D.M. (2021): Global prevalence and burden of depressive and anxiety disorders in 204 countries and territories in 2020 due to the COVID-19 pandemic, *Lancet* 398 (10312), 1700-1712.
- Read, J.R., Sharpe, L., Modini, M., Dear, B.F. (2017): Multimorbidity and depression: A systematic review and meta-analysis, *J Affect Disord.* 221, 36-46.
- Tomiyama, A.J., Finch, L.E., Cummings, J.R. (2015): Did that brownie do its job? Stress, eating, and the biobehavioral effects of comfort food. In: Emerging trends in the social and behavioral sciences, John Wiley & Sons, Inc., pp. 1-15.
- World Health Organization (2022): Mental Health and COVID-19: Early evidence of the pandemic’s impact. Dostupno na: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/352189/WHO-2019-nCoV-Sci-Brief-Mental-health-2022-1-eng.pdf?sequence=1>.

Xiong, R. G., Li, J., Cheng, J., Zhou, D.D., Wu, S. X., Huang, S.Y., Saimaiti, A., Yang, Z.J., Gan, R.Y., Li, H.B. (2023): The role of gut microbiota in anxiety, depression, and other mental disorders as well as the protective effects of dietary components, *Nutrients* 15 (14), 3258.

Zhang, Y., Chen, Y., Ma, L. (2018): Depression and cardiovascular disease in elderly: Current understanding, *J Clin Neuroscience*. 47, 1-5.

INFLUENCE OF NUTRITION ON MOOD AND MENTAL HEALTH

Valentina Rahelić^{1,2,3}, Josipa Matanić¹, Sandra Bival¹, Zrinka Šmuljić^{1,2}, Eva Pavić^{1,2}

¹University Hospital Center Zagreb, Department of Nutrition and Dietetics, Kišpatičeva 12, 10000 Zagreb, Croatia

²University of Applied Health Sciences, Mlinarska cesta 38, 10000 Zagreb, Croatia

³University North, Department of Food Technology, 48000 Koprivnica, Croatia

review paper

Summary

Over the past decades, a significant increase in the prevalence of mental health disorders has been recorded, parallel to changes in lifestyle, diet and physical activity. It is estimated that more than 300 million of world's population suffer from depression, and more than 260 million from anxiety disorders. Nutrition and its various bioactive components are recognized as modifiable risk factors that can influence on pathogenesis of mental disorders and the underlying mechanisms of the positive effect are the result of the joint interaction of various components. Recommended dietary patterns with a positive effect on health, brain and nervous system are Mediterranean and MIND diets, which emphasize plant-based foods. These dietary patterns are a source of various nutrients crucial for mental health (phytochemicals, flavonoids and carotenoids, omega-3 fatty acids, folic acid, vitamin E, zinc and magnesium, dietary fiber, etc.). In addition, they contribute to the health and diversity of gut microbiota, and its metabolites can play an important role in mental health through the gut-brain axis. Through this two-way pathway, various hormones and neurotransmitters affect the regulation of hunger and satiety, as well as mood and stress, which are also regulated by hormones. Adopting a healthy lifestyle, which includes a balanced diet, will contribute to the preservation of mental health and prevention and/or treatment of already developed disorders.

Keywords: mental health, stress, Mediterranean diet, MIND diet