

FUNKCIONALNE KOMPONENTE PČELINJIH PROIZVODA

Lejla Biber¹, Aleksandar Ž. Kostić², Hanka Kotorić¹,

Stručni rad - *Professional paper*

SAŽETAK

Pčelinji proizvodi su čovječanstvu poznati još od davnina i njihova upotreba je višestruka. U svom hemijskom sastavu oni sadrže mnogobrojne funkcionalne komponente koje imaju veliki značaj za zdravlje čovjeka. Naučnici sve više teže ka tome da istraže funkcionalne komponente ovih proizvoda i dokažu njihovu korist u ishrani i liječenju mnogobrojnih oboljenja. Cilj rada je bio opisati način na koji pčele proizvode ove proizvode, opisati njihove karakteristike i funkcionalne komponente koje se nalaze u njima.

Ključne riječi: *funkcionalne komponente, pčelinji proizvodi, funkcionalna hrana, ishrana, zdravlje*

UVOD

Danas se u svijetu sve više koristi pojam „funkcionalna hrana“ koji podrazumijeva hranu koja svojim biološki aktivnim djelovanjem pomaže u očuvanju zdravlja i utiče na pojedine tjelesne funkcije. Prema definiciji od strane FUFOSE (*The European Commission Concerted Action on Functional Food Science in Europe*) koristi se definicija: „Hrana se može smatrati funkcionalnom ukoliko je demonstrirano da pozitivno utječe na jednu ili više funkcija u organizmu, izvan njenih pripadajućih nutritivnih posljedica, na način da poboljšava zdravstveno stanje i dobrobit i/ili smanjuje rizik od bolesti. Funkcionalna hrana može biti prirodna hrana, hrana u koju je dodana komponenta, ili hrana iz koje je komponenta, u biotehnološkom smislu, uklonjena (Stein i Rodríguez-Cerezo, 2008).

Posljednjih godina je porasla zainteresovanost potrošača i prehrambene industrije za funkcionalnu hranu kao i zainteresovanost za njen uticaj na čovjeka. Sve veća upotreba funkcionalne hrane odražava se na kvalitet života svakog pojedinca na način da se održava homeostaza organizma, ravnoteža nivoa biološki aktivnih komponenti u organizmu (aminokiseline, vitamini i sl.), te u održavanju mikroflore probavnog sistema i količine slobodnih radikala koji uzrokuju veliki broj patoloških stanja i bolesti. Pčelinji proizvodi zauzimaju posebno mjesto u ishrani s obzirom na svoje funkcionalne

¹Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Univerzitet u Sarajevu, Bosna i Hercegovina / Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

² Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija / Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Serbia
Correspondence: l.biber@pf.unsa.ba

komponente. Dokaz koliko su ovi proizvodi korisni jeste apiterapija koja se bavi izučavanjem mogućnosti praktične primjene ovih proizvoda u liječenju mnogih bolesti.

Pčelinji proizvodi kao funkcionalna hrana

U funkcionalnu hranu se svrstava i hrana koja je porijeklom iz košnice, a to su med, propolis, matična mliječ, polen i perga. Pčelinji proizvodi se dodaju u razne prehrambene proizvode kako bi se poboljšala hranjiva vrijednost proizvoda. Također, zbog toga što su prirodni i imaju bogat nutritivni sastav, te sadrže visoko bioaktivne komponente, pčelinji proizvodi se mogu konzumirati i samostalno. Ove namirnice su izuzetno bogate proteinima, ugljikohidratima, probioticima, mineralnim materijama, vitaminima, organskim kiselinama, te mononezasićenim masnim kiselinama koji imaju vrlo važnu ulogu u jačanju imunog sistema, te pomažu organizmu u borbi sa bakterijama.

Prema Yucel i sar. (2017) fenolne kiseline, karotenoidi i flavonoidi koji su zastupljeni u pčelinjim proizvodima imaju uticaj na prevenciju od raznih bolesti kao što su karcinom, kardiovaskularna oboljenja, arterioskleroza, Parkinsonova bolest, artritis i sl. U tradicionalnoj medicini su zastupljene različite smjese pčelinjih proizvoda koje su se pokazale izuzetno korisnim u liječenju različitih oboljenja. Ovi nutraceutici se koriste za poboljšanje zdravlja, njegu kože, usta, liječenje rana i opekotina, u stomatološkoj hirurgiji, u oftamologiji kao zamjena za profilaktičku upotrebu antibiotika, kao dodaci za povećanje plodnosti i sl. (Maleki i sar., 2018).

Med

Prema Pravilniku o medu i drugim pčelinjim proizvodima (Službeni glasnik BiH 37/09) med predstavlja prirodni, slatki, gusti, viskozni, tečni ili kristalizirani proizvod koji pčele proizvode od nektara medonosnih biljaka ili od medne rose, a potom dodaju svoje specifične tvari i odlažu u stanice saća da sazrije.

Pčele radilice stare oko 20 dana sišu nektar iz biljke uz pomoć rilica, te u mednom mjhuru prenose do košnice. Neke od komponenti koje se nalaze u hemijskom sastavu meda, pčele dodaju u med, neke su porijeklom od medonosne biljke, dok neke nastaju tokom zrenja meda u saću. Najviše su zastupljene komponente kao što su ugljikohidrati, uglavnom glukoza i fruktoza, potom voda, vitamini, minerali i enzimi. Med je viskozan i ima nizak sadržaj vode, dok nektar sadrži oko 80% vode. Pčele korištenjem enzima pretvaraju složene šećere iz nektara u jednostavnije, te se zbog toga med lakše probavlja od običnog šećera, jer su njegovi šećeri jednostavniji od saharoze (Riddle, 2016). Sadržaj proteina i aminokiselina u medu je relativno nizak (najviše 0,7%). Najvažnija aminokiselina u medu je prolin koja predstavlja mjeru zrelosti meda tj. njena vrijednost treba da se kreće preko 200 mg/ kg, ali ukoliko je ispod 180 mg/kg to je znak da je med falsifikovan dodavanjem šećera (Tafere, 2021). Od fitohemikalija prisutni su antioksidansi čija je uloga smanjivanje rizika od oksidativnih oštećenja stanica koja nastaju djelovanjem slobodnih radikala. Antioksidansi u medu mogu biti enzimatski (katalaza, glukoza - oksidaza) i neenzimatski (organske kiseline, proteini, flavonoidi,

fenoli, vitamin C, vitamin E i karotenoidi). Druga grupa fitohemikalija koje su zastupljene u medu jesu flavonoidi od kojih se u medu najviše nalazi akcetin, apigenin, kofeinska kiselina, krizin, galangin, kempferol, pinocembrin, pinobanksin i kvercetin koji doprinose antioksidativnoj aktivnosti meda). Ukupnih minerala u medu ima oko 3,68%, od kojih je najviše zastupljen kalij u količini 10-470 mg/100g. Pored kalija prisutni su i natrij, fosfor, sumpor, magnezij, silicij, željezo, mangan i bakar (Tafere, 2021).

Funkcionalne komponente meda i ljekovita svojstva

Med ima antioksidativno, antimikrobno, citotoksično i protivupalno djelovanje. Ističe se po svojoj antioksidativnoj aktivnosti jer sadrži značajne količine glukoza oksidaze, katalaze, aksorbinske kiseline, flavonoida, fenolne kiseline, organske kiseline, aminokiselina, proteina i produkte Maillardovih reakcija. Probiotici su tvari koje utiču na čovjeka selektivnim stimulisanjem rasta i aktivnosti jedne ili ograničenog broja probiotičkih bakterija u debelom crijevu. Prema Yucel i sar. (2017) med sadrži inulin i fukto-oligosaharid, te ima probiotička svojstva koja pozitivno utiču na probavni sistem.

Sanz i sar. (2004) su proveli istraživanja i otkrili da oligosaharidi koji se nalaze u medu stimuliraju rast bakterija *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, te su tako utvrdili da oligosaharid meda utiče na populaciju bakterija koje se nalaze u probavnom sistemu, pa tako med koji sadrži veću količinu oligosaharida stimulira veći rast korisnih bakterija. Tokom fermentacije probiotika u debelom crijevu se proizvode supstance poput laktata, kratkolančanih masnih kiselina, plinovitog vodika, ugljen dioksida i metana, dok pH crijeva značajno opada. Med sadrži i velike količine flavonoida i fenola, a njegova biološka aktivnost potiče od bogatog sadržaja fenola. Flavonoidi koji se nalaze u medu većinom potiču iz propolisa, dok polen ima nizak sadržaj ovih spojeva (Šarić i sar., 2020). Jedna od zanimljivih činjenica jeste da med eliminiše rezistenciju na meticilin *Staphylococcus aureus* (MRSA) bolje od konvencionalnih tretmana za rane (Bogdanov, 2016).

Također, dokazano je da je med odličan kod liječenja opekotina prvog stepena, na način da stvara fizičku barijeru i vlažno lokalno okruženje zbog svoje viskoznosti i usisavanja tekućine osmozom. Na taj način se podstiče zacjeljivanje rana od opekotina, jer će rane brže zacijeliti ukoliko se održavaju vlažnim (Molan PC, 2011). Antibakterijska karakteristika meda proizilazi iz njegovog osmotskog djelovanja tako što molekula šećera koja se nalazi u okruženju koje isušuje vodu i ostavlja vrlo malo mikroorganizama koji će dovesti do toga da bakterije u medu umiru od dehidracije. Vodonik peroksid koji nastaje iz glukoza oksidaze u medu će stvoriti isti nivo antibakterijske aktivnosti stvarajući visoko djelotvorne slobodne radikale koji dovode do umiranja bakterija. Vodonik peroksid razlaže katalaza, pa se može zaključiti da med sa visokom aktivnosti katalaze ima nisku antibakterijsku aktivnost peroksidaza. Istraživanja koja su provedena na miševima starosti 2 mjeseca, koji su hranjeni sa dozom od 0,5 ml/100g sa koncentracijom meda od 10,20 i 40% su potvrdila da se

konzumiranjem meda ublažava anksioznost i poboljšava pamćenje (Rahman i sar., 2014).

Med je bogat bioaktivnim komponentama poput polifenola, pa se smatra da bi zbog svojih virucidnih svojstava mogao pomoći pri ublažavanju boli kod pacijenata koji su oboljeli od COVID-19. Institut za zdravstvo i njegu izvrsnosti i javno zdravstvo Engleske je izdalo smjernice da med bude prva linija za liječenje akutnog kašlja koji uzrokuje infekciju gornjih dišnih puteva koja je uglavnom prisutna kod pacijenata koji su oboljeli od COVID-19.

Propolis

Propolis je biljna smola koju pčele skupljaju u rano proljeće ili jesen kao gustu ljepljivu masu sa lisnih pupoljaka jablana, topole, divljeg i pitomog kestena, jasena, javora, crnogoričnih iglica i grančica četinara (jela, bor, smrča), kao i sa božura i duhana. Propolis se ne odlaže u ćelije saća, nego na okvire i žljebove, te na poklopac. Pčele propolisom začepljuju pukotine i šupljine u košnicama, učvršćuju stabilnost okvirova i svih pokretljivih dijelova i njime glačaju ćelije saća radi dezinfekcije, tzv. poliranje. Funkcija propolisa kao dezinfekcijskog sredstva je važnija negoli kao smola za lijepljenje pukotina i šupljina na košnicama. Propolisom se oblaže svaka voštana ćelija legla na saću i općenito sve u košnici, radi dezinfekcije. Smatra se da pčela u toku dana skupi 1 g, a u toku sezone oko 50 g propolisa. Količina prikupljenog propolisa zavisi od rase pčele, geografskog područja, klimatskih uslova, snage pčelinjeg društva i konstrukcije košnice (Lebedev, 1979).

Propolis sadrži do 30% pčelinjeg voska, oko 20% mehaničkih primjesa, 40-60% smola i balzama, 5-10% eteričnih ulja, 5-15% tanina, polen i dr. Osnovne komponente propolisa su flavonoidi, terpeni, eterična ulja, fenoli i fenolne kiseline, te aromatski spojevi s polinuklearnom aromatskom strukturom (Plavša i Nedić, 2015). Pčelari propolis prikupljaju na način što američkim dlijetom stružu propolis koji je nalijepljen na rubove i žljebove košnice, okvira, poklopca i hranilice. Ovaj propolis nije potpuno čist jer se u njemu mogu naći tragovi voska, komadići drveta, uginulih pčela i sl. Pored toga, čist propolis je moguće dobiti stavljanjem drvene rešetke, plastične mreže ili nehrđajuće žičane mreže iznad pčelinjeg gnijezda (slika 1A).



Slika 1. Stavljjanje plastične mreže iznad pčelinjeg gnijezda (A) i propolis koji su pčele lijepile na plastičnu mrežu (B); Izvor: Kotorić, 2021.

Figure 1. Placing a plastic net over a bee society (A) and propolis that the bees stuck to the plastic net (B); Source: Kotorić, 2021.

Pčele će propolis lijepiti na plastične mreže, a nakon određenog perioda te mreže se uklanjaju (slika 1A). Najlakši način za skidanje propolisa jeste da se plastične mreže zamrznu, a potom se uvijanjem mreže omogući sasipanje propolisa. Istraživanja su pokazala da se povećanjem temperature povećava i ljepljivost propolisa. Kako se veličina čestica propolisa povećava tako se ljepljivost smanjuje.

Funkcionalne komponente propolisa i njegova ljekovita svojstva

Propolis posjeduje antibakterijska, antivirusna, antimikotitična i antiparazitska svojstva (Toreti i sar., 2013). Jedna od njegovih osobina jeste da pomaže u liječenju rana, te snažno utiče na obnavljanje epitela, zbog toga se uspješno primjenjuje u dermatologiji za opekotine II. stepena, ekceme i osipe.

Na mikroorganizme propolis slabije djeluje nego antibiotik, ali je manje toksičan od antibiotika, te ne stvara rezistentnost prema bakterijama, a kod unutrašnje primjene ne oštećuje normalnu crijevnu floru i stimuliše odbrambenu sposobnost organizma.

Pored navedenog, propolis ima moć detoksikacije, pa se koristi i kod štetnih zračenja. Kineski naučnici su proveli istraživanje u kome su ispitivali antikancerogeno djelovanje ekstrakta etanola kineskog propolisa na stanice humanog karcinoma dojki, humane leukemije, stanice raka debelog crijeva, raka vrata maternice, karcinoma pluća i gušterače. Istraživanje je pokazalo da je korištenje propolisa induciralo apoptozu stanica ćelija karcinoma (Wang i sar., 2014).

Propolis se najčešće proizvodi kao alkoholna otopina, a može se pripremiti i kao bezalkoholna otopina za djecu, te se najčešće konzumira u obliku tinktura, tableta, sirupa, aerosola, vodenih ekstrakata i masti. Preosjetljivost na propolis ne postoji jer su mnoge tvari koje su zastupljene u propolisu u vanredno malim količinama. Primjenom tinktura propolis ima vrlo jako i brzo antiflogističko djelovanje (protiv gnojnih upala) na koži i sluznicama probavnog i respiratornog trakta. Istraživanja koja su vršena na miševima koji imaju artritis izazvan formaldehidom i edem šape izazvan

prostaglandinom E2 pokazala su da kofeinska kiselina i njeni esteri, kvercetin i naringenin pomažu kod ublažavanja upalnog procesa (Fearnley, 2021). Upotreba tinkture je pogodna u terapiji infekcija koje su izazvane gram pozitivnim bakterijama, npr. infekcije kože, usne šupljine i grla te lakših respiratornih infekcija, kao i u slučaju teških dijareja, zubobolje, paradentozе i neugodnog zadaha (Fearnley, 2021).

Propolis je također učinkovit i protiv gripe. U istraživanjima provedenim u laboratorijskim uslovima naučnici su izložili virus gripe H1N1 te dobili jake dokaze da kempferol koji je glavni sastojak propolisa ima inhibitorno djelovanje na ovaj virus. Prema autorima Ali i Kunugi (2021) flavonoidi u propolisu i medu (npr. rutin, naringin, fenil ester kofeinske kiseline, luteolin) imaju sposobnost da inhibiraju nestrukturane proteine SARS- CoV-2. Pokazalo se da su osobe koje su primale brazilski zeleni propolis ranije oporavile od virusa, te da su imali blaže simptome. Propolis se koristi kao funkcionalna hrana koja je jednostavna za primjenu, sigurna i dostupna kao prirodni dodatak. Cold Spring Harbor Laboratory je objavio rezultate kliničkog ispitivanja o efikasnosti propolisa u tretmanu hospitalizovanih pacijenata oboljelih od COVID-19. Na razmatranju su bile dvije skupine pacijenata od kojih je jedna skupina koristila 400mg/dan standardne njege uz dodatak propolisa, dok je druga skupina koristila samo standardnu njegu. Pacijenti koji su primali dozu propolisa su se oporavili prije, a propolis nije značajno uticao na potrebu za dodatkom kisika. Istraživanja su pokazala da ekstrakt propolisa, samostalno ili u kombinaciji sa ginkom, djeluje pozitivno na bolesti i stanja koja mogu uzrokovati pojavu tromba (srčani udar, COVID-19, moždani udar) (Antolić i sar., 2021).

Matična mliječ

Matična mliječ predstavlja složenu materiju prirodnog porijekla koja se stvara u mliječnim žlijezdama pčela radilica s kojom hrane larve pčela radilica, matice i trutove. Prema Pravilniku o medu i drugim pčelinjim proizvodima (Službeni glasnik BiH 37/2009) matična mliječ ne smije poticati iz zatvorenih legla trutova niti matičnjaka, te se mora izvaditi 48 do 50 sati nakon presađivanja larvi. Boja matične mliječi se mijenja od krem do tamnožute zavisno od vrste biljke, kisele je strukture i oporog okusa.

Glavni protein matične mliječi je rojalaktin koji pored prehrambene vrijednosti ima i važne funkcije za razvoj matice i larve pčela, te potiče diferencijaciju matica u pčelama (Maleszka, 2018). Od ugljikohidrata najviše su zastupljeni glukoza i fruktoza. Od vitamina najviše su zastupljeni hidrosolubilni vitamini B1, B2, B6, B5 (u velikim količinama), B8, B9, dok se vitamin C nalazi u tragovima (Jahić i Musić, 2019). Od minerala najzastupljeniji su kalij, magnezij, kalcij, fosfor, željezo, silicij, sumpor, mangan i olovo. Kvalitet matične mliječi se može procijeniti prema sadržaju 10-hidroksi-2 decenske kiseline (10-HDA) čija se vrijednost kreće između 1,4 i 1,8%, rojalizinu, apisinu i određenim antimikrobnim proteinima. Kvalitet matične mliječi u najvećoj mjeri zavisi od vegetacije regije odakle se dobija matična mliječ i tehnika primjene u berbi matične mliječi (Bogdanov, 2016).

Funkcionalne komponente matične mliječi i njena ljekovitost

Komponente koje se nalaze u matičnoj mliječi imaju različite biološke funkcije, te zbog toga imaju presudnu ulogu u djelovanju matične mliječi na organizam čovjeka. Pored široke primjene u prehrambenoj industriji, kozmetici, farmaciji i medicini nema još dovoljno podataka o djelovanju matične mliječi na ljudsko zdravlje. Trenutno je fokus na standardizaciji matične mliječi i istraživanjima koja su vezana za biološki aktivne supstance i njihove promjene tokom skladištenja i čuvanja.

Prema Zahirović i sar. (2018) matična mliječ je mikrobiološki i biohemijski vrlo nestabilna pa se njeni preparati čuvaju u liofiliziranom ili u hladnom režimu. Najbolje djelovanje matična mliječ ima kada se koristi u svježem stanju. Matična mliječ je jedini prirodni izvor čistog acetilholina koji je neurotransmiter i reguliše rad endokrinih žlijezda, te ima važnu ulogu u regulisanju stanja svijesti i procesu učenja i pamćenja. 10-HDA i 2- oktanoična kiselina su komponente matične mliječi koje imaju ulogu širenja krvnih žila i dobro djeluju kod osoba koje imaju problem sa povećanim krvnim pritiskom (Pavel i sar., 2011).

Također, matična mliječ ima dobro antitumorsko djelovanje zbog aktivne komponente 10-HDA koja se nalazi samo u matičnoj mliječi i ne može se proizvesti vještački. Istraživanja koja su proveli Wang i sar. (2021) dokazala su da matična mliječ koja je obogaćena selenom poboljšava antitumorske, imunoregulacijske i antioksidativne aktivnosti. Ova istraživanja su pokazala da matična mliječ koja je obogaćena selenom može biti funkcionalna hrana koja se koristi za liječenje i prevenciju raka.

Jedna od najvažnijih bioloških aktivnosti matične mliječi jeste antagonističko djelovanje na različite mikroorganizme poput *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* i *Salmonella typhimurium* koja uzrokuje tifus (Collazo i sar., 2021). Ono što je važno jeste da će matična mliječ imati antagonističko djelovanje na ove sojeve bakterija samo ukoliko se primjenjuje u vrlo visokim koncentracijama (doze veće od 200 µg/ml) pomoću supstanci 10-HDA i peptida rojalizina koji je izuzetno važan u liječenju virusnih oboljenja. Njeno djelovanje se temelji na ubrzanju oksidativnog metabolizma, povećanju energiju i izdržljivost, podiže otpornost organizma i stimulise imuni sistem pomoću gamaglobulina.

Nohair (2021) je vršio istraživanja na miševima koji su oboljeli od dijabetesa tipa 1. Rezultati su pokazali da kombinacija meda i matične mliječi pomaže u regulisanju nivoa šećera u krvi zbog peptida sličnih inzulinu koji se nalaze u matičnoj mliječi. Također, matična mliječ pomaže kod jačanja kose i noktiju, regeneriše ćelije i tkiva, održava ravnotežu hormona, olakšava simptome menstruacije, pomaže kod impotencije i frigidnosti, ima pozitivan efekat na Parkinsonovu bolest, leukemiju, artritis, anemiju. Aminokiseline i 10-HDA koji potiče stvaranje kolagena su pokazali pozitivan efekat u borbi protiv starenja. Prema Lima i sar. (2020) peptid želein koji je izoliran iz matične mliječi je pokazao snažna antibakterijska i antifungalna svojstva koja su korisna za izbjegavanje dodatnih infekcija kod pacijenata sa COVID-19.

Polen

Cvijetni prah ili polen predstavlja mušku reproduktivnu jedinku cvijeta biljke koji čini zrnce obavijeno čvrstom ljuskom. Polen predstavlja osnovnu sirovinu iz koje mlade pčele prerađujući je u svom organizmu stvaraju mliječ kojom se hrane legla i matice. Oblik, veličina, boja i površina polenovih zrnca se razlikuje, pa u prirodi nije moguće pronaći da dvije biljke iz različitih vrsta imaju ista polenova zrnca. Boja polenovih zrnca je najčešće bijela, svijetlo žuta, crvena, ljubičasta i sl. Pčele biraju polen na osnovu mirisa i fizičke konfiguracije. Pčelinje društvo u toku godine sakupi oko 57 kg polena. Pčele polen nose na stražnjim nogama na specifičnim strukturama koje se zovu korbikule. Duge dlačice koje se nalaze na nogama pčela im pomažu kako bi se polen zadržao u toku leta (Kornei, 2017). Kada pčele radilice donesu polen u košnicu dodaju mu žljezdane sekrete koji u sebi sadrže enzime i kiseline koji sprječavaju štetne mikroorganizme i pripremaju polen za skladištenje.

Polen sadrži visoku koncentraciju reducirajućih šećera, esencijalnih aminokiselina i nezasićenih masnih kiselina, potom minerala poput cinka, bakra, željeza, te visok omjer K/Na i značajne količine vitamina: provitamin A, vitamin E, niacin, tiamin, folna kiselina i biotin. Glavni biološki aktivni spojevi polena su flavonoidi i fitosteroli (Campos i sar., 2010).

Funkcionalne komponente polena i njegova ljekovitost

Pčelinji polen ima širok niz funkcionalnih svojstava, poput antioksidativnih, antimikrobnih, antiupalnih, antiradijacijskih i hepatoprotektivnih aktivnosti. Stimulativno djelovanje polenovog praha se ostvaruje kroz djelovanje niza njegovih biološki aktivnih komponenti čijom se pravilnom upotrebom pojačava ukupni životni tonus čovjekovog organizma. Iako polen sadrži razne funkcionalne komponente istraživanja su pokazala da se treba ograničiti upotreba ovog proizvoda zbog prisutnosti robusnog vanjskog sloja ljuske koji se zove eksin (Wang i sar., 2015). Prema studijama u kojima se analizira probavljivost polena in vitro simulacijom ljudske probave dokazano je da je polen djelomično probavljiva namirnica. Međutim, probavljivost se može poboljšati pucanjem opni eksina.

Istraživanja su pokazala da je zabilježeno djelovanje polena na oboljenje srca i krvnih sudova, poboljšanje cirkulacije i smanjenje posljedica od djelovanja antibiotika. Polen namijenjen prehrani i farmaciji mora da bude čist i dobro osušen, bez stranih primjesa, ostataka insekata, zemlje ili plijesni. Flavonoid polena, kvercetin, se pokazao kao dobar inhibitor PC-3 (prostata kancer 3) ćelija raka i regulator ekspresije različitih tumor supresor gena. Steroli i stanoli koji se nalaze u polenu na molekularnom nivou izgledaju poput holesterola, te putujući kroz probavni trakt sprječavaju pravi holesterol da se apsorbuje u krvotok.

Polen vrbe i trešnje sadrži hlorogensku kiselinu koja pozitivno djeluje na vaskularno zdravlje, protuupalno, te reguliše izlučene hormone štitnjače i hipofize (Akšić i sar. 2019). Polen stimuliše proizvodnju polifenola i biocida u jetri, te čisti jetru smanjenjem nivoa ulja. Rezultati istraživanja su potvrdili da dodavanjem polena u jogurte

proizvedene od meda, polena i probiotičkog kvasca dolazi do povećanja količine ulja, proteina i bakterijskih startera mliječne kiseline, te poboljšanja senzornih karakteristika jogurta (Glušac i sar., 2015).

Perga

Pčele miješanjem polena s medom i probavnim enzimima, te fermentisanjem cijele smjese sa mliječnom kiselinom proizvode pergu/pčelinji hljeb. Perga ima nižu pH vrijednost od polena (3,8 - 4,3), sadrži manje bjelančevina i masti, a više ugljikohidrata i mliječne kiseline. Bioraspoloživost je više izražena, s obzirom da je eksin uništen djelovanjem fermenta, pa se zbog toga može lakše probaviti. Pored toga, perga je bogata vitaminima (A, B, C, E), aminokiselinama, mineralima i fenolnim jedinjenjima. Posebno je bogata rutinom (vitamin P) i provitaminom A. Mliječna kiselina koja nastaje razlaganjem ugljikohidrata održava pergu u svježem stanju zahvaljujući svojim konzervirajućim svojstvima. Perga služi kako bi se pripremila hrana za larve, ishranu pčela koje se brinu o leglu i pčela koje grade saće. Ukoliko mlade pčele ne koriste pergu ne mogu postati fiziološki punovažne, odnosno žlijezde koje luče mliječ, vosak i druge materije ne mogu funkcionisati. Također, ukoliko nema perge u košnici pčele istjeruju trutove napolje. Dnevna doza perge za odraslu osobu je oko 10 g, dok je za djecu 5 g (Milojković, 2018).

Funkcionalne komponente pčelinjeg hljeba i njegova ljekovitost

Pčelinji hljeb pozitivno djeluje na probavni sistem, odnosno čini lakšom probavu mesa, ribe, jaja, mliječnih proizvoda i svih vrsta povrća tako što se biljni proteini cijepaju na aminokiseline, a vlaknasta tkiva polenovih zrnca se razlažu (Ivanišova i sar., 2015). Zbog toga što je perga hranjivija od polena koristi se za jačanje imunog sistema u manjim količinama. Također, koristi se za liječenje kolita, hroničnih zatvora, proлива, hepatitisa i sl. Izuzetno ljekovit efekat perga je pokazala u smjesi sa medom kod oboljenja nervnog sistema i kod anemije.

Istraživanja koja su provedena u Portugalu 2021. godine su pokazala da je sadržaj fenola u pčelinjem hljebu veći u odnosu na polen, a to znači da perga ima veće antioksidativne i protuupalne sposobnosti od polena. Istraživanja su pokazala da bakterije koje se nalaze u pčelinjem hljebu mogu biti od koristi kao probiotici i izvor antimikrobnih spojeva i industrijskih enzima (Mohammad i sar., 2021). Antioksidativna i antimikrobna aktivnost meda bi se mogla obogatiti dodavanjem perge i propolisa, te se na taj način dobija antioksidans koji ima antibakterijski efekat protiv bakterije *E. coli* (Kowalski i Makarewicz, 2016).

Vrlo važna komponenta polena i perge jeste vitamin P- rutin koji je aktivni element i ne nalazi se u tako velikoj koncentraciji ni u jednom drugom prirodnom proizvodu. Ovaj element ima sposobnost da jača zidove krvnih sudova i reguliše njihovu propustljivost (Milojković, 2018). Rutin je vrlo koristan u slučajevima izliva krvi u mozak, srce, mrežnicu oka, kod oštećenja uzrokovanih zračenjem i slučajevima hipertoničnih tegoba.

Vitamin K koji se nalazi u pergi osigurava lakše zgrušavanje krvi i sprječava pojavu unutrašnjeg krvarenja (Milojković, 2018). Silva i sar. (2014) su posmatrali djelovanje perge na glioblastom u periodu od 72 sata nakon čega je uočeno inhibitorno djelovanje, što potvrđuje da fenoli koji se nalaze u pergi imaju citotoksično djelovanje.

ZAKLJUČAK

Pčelinji proizvodi sadrže mnoge hranjive tvari koje su potrebne organizmu kako bi normalno obavljao svoje funkcije. Primjena pčelinjih proizvoda je pronašla svoje mjesto u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičarskoj industriji. Naučnici su do danas ispitali i otkrili mnogobrojne funkcionalne komponente ovih proizvoda, ali sve intenzivnijim istraživanjem se uvidjelo da postoji još niz aktivnih komponenti za koje je još nemoguće shvatiti na koji način one djeluju na organizam. Također, ono što je i dalje upitno jeste kako su pčele proizvele sve ove proizvode s obzirom da još niko nije pronašao način na koji bi se mogle vještački proizvesti u laboratorijama. Pčelinje proizvode poželjno je izabrati preventivno jer su lako dostupni, jeftiniji od sintetičkih preparata, te dokazano učinkoviti u borbi protiv velikog broja oboljenja. Primjenom pčelinjih proizvoda povećava se otpornost organizma, smanjuje rizik za pojavu brojnih bolesti i pomaže u očuvanju zdravlja.

LITERATURA

- Afrin, S., Gasparrini, M., Forbes, T., Reboredo-Rodríguez, P., Pia Manna, P., Battino, M., Giampieri, F. (2018). Protective effects of Manuka honey on LPS-treated RAW 264.7 macrophages. Part 1: Enhancement of cellular viability, regulation of cellular apoptosis and improvement of mitochondrial functionality. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association* 121, DOI: 10.1016/j.fct.2018.09.001
- Ali, A.M., Kunugi, H. (2019). Approaches to nutritional screening in patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Int. J. Environ.Res. Public Health* 2021.
- Antolić, A., Maleš, Ž., Galović, P., Tomičić, M., Bojić, M. (2021). Mogu li biljni pripravci propolisa i ginkga smanjiti hiperreaktivnost trombocita u bolesti COVID-19?, *Farmaceutski glasnik*. 77, 3-4.
- Bogdanov, S. (2016.) *Book of Honey: Honey as Nutrient and Functional Food*. Chapter 8, 1-47.
- Campos, M.G.R., Frigerio, C., Lopes, J., Bogdanov, S. (2010). What is the future of Bee-Pollen?. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*. 2 (4), 131 – 144.
- Collazo, N., Estevez, B.N., Rodriguez, M., Otero, P. (2021). Health Promoting Properties of Royal Jelly: Food of the Queens. *Nutriens*. 13, 543.
- Fotirić Akšić, M., Guffa, B., Gašić, U., Dabić Zagorac, D., Natić, M., Meland, M. (2019). Phenolic profile of pollen collected from different 'Oblačinska' sour cherry (*Prunus cerasus* L.) clones. *Acta Hort.* 1235, 387-394.

- Fearnley, J (2021). International Propolis Research Group, <https://www.iprg.info/research/research-intro-propolis/>
- Glušac, J., Stijepić, M., Milanović, S., Đurđević-Milošević, D. (2015). Physicochemical properties of honeybee pollen enriched acidophilus milk and probiotic yoghurt. Tehnološki fakultet Univerziteta u Novom Sadu. 46, 45-54.
- Ivanišová, E., Kačaniova, Miroslava; F.H., Petrová, J. (2015). Bee bread - perspective source of bioactive compounds for future, *Potravinárstvo*, ISSN: 1337-0960, <https://agris.fao.org/>
- Jahić, S., Music, A. (2019). Matična mliječ i uloga 10-hidroksi-2-decenske kiseline na organizam čovjeka. Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, 1-6.
- Kornei, K. (2017). Honey bees fill 'saddlebags' with pollen. Here's how they keep them gripped tight. American Association for the Advancement of Science. Dostupno na https://www.pmf.unizg.hr/_download/repository/Pravila_za_pisanje_diplomskih_radova.pdf [pristupljeno 12.09.2021].
- Kowalski, S., Makarewicz, M. (2017). Functional properties of honey supplemented with bee bread and propolis. *Natural Product Research*. 31 (22).
- Lebedev, V.I. (1979). About Uniting of Honey Bee Colonies in Autumn. *Pchelovodstvo*, 9, 10-11.
- Lima, W.G., Brito, J.C.M., Waleska S., da C.N. (2020). Bee products as a source of promising therapeutic and chemoprophylaxis strategies against COVID-19 (SARS-CoV-2). *Wiley Online Library*, 35(2), 743-750.
- Maleki, V., Ghadimi, S.S., Adibian, M., Kheirouri, S., Alizahed, M. (2018). Effects of Royal jelly on metabolic variables in diabetes mellitus: A systematic review. *Complementary Therapies in Medicine*, 43, 20-27.
- Maleszka, R., (2018). Beyond Royalactin and a master inducer explanation of phenotypic plasticity in honey bees. *Nature. Communications Biology*, 1 (8), 1-7.
- Milojković, V. (2018). Bee Bread (Perga) – The Source of Health, Vitality and Longevity. Sibiu, Romania: Apiquality & apimedica 2018 the xi-th congress of the xi-th Romanian society of apitherapy.
- Mohammad, S.M., Mahmud-Ab-Rashid, N., Zawawi, N. (2021). Stingless Bee- Collected Pollen (Bee Bread): Chemical and Microbiology Properties and Health Benefits. *Chemical and Microbiology Properties and Health Benefits" Molecules* 26, no. 4: 957. <https://doi.org/10.3390/molecules26040957>
- Molan, P.C. (2011). The evidence and the rationale for use of honey as a wound dressing. *Wound Practice & Research: Journal of the Australian Wound Management Association*, 19(4), 204-220.
- Nohair, S.F. (2021). Antidiabetic efficacy of a honey-royal jelly mixture: Biochemical study in rats. *Int J Health Sci (Qassim)*. 15 (4), 4-9.
- Pravilniku o medu i drugim pčelinjim proizvodima, Službeni glasnik BiH 37/09
- Pavel, C., Marghitas, L., Bobis, O., Dezmirean, D., Sapcaliu, A., Radoi, I., Madas, M. (2011). Biological Activities of Royal Jelly – Review, *Animal Science and Biotechnologies*. 44, 108–118.

- Plavša, N., Nedić, N. (2015). *Praktikum iz pčelarstva*, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
- Rahman, M.M., Gan, S.H., Khalil, M.I. (2014). Neurological Effects of Honey: Current and Future Prospects. Evidence-based complementary and alternative medicine.2014:958721. doi: 10.1155/2014/958721.
- Riddle, S. (2016). *The chemistry of honey*. Ohio: The Magazine of American Beekeeping. Dostupno na: <https://www.beekeeping.com/the-chemistry-of-honey/> [pristupljeno 10.09.2021.].
- Sanz, M.L., Sanz, J., Martinez-Castro, I. (2004). Gas chromatographic–mass spectrometric method for the qualitative and quantitative determination of disaccharides and trisaccharides in honey. *Journal of Chromatography A*, 1059(1-2), 143-148.
- Silva, G.R.; Natividade, T.B.; Camara, C.A.; Silva, E.M.S.; Assis Ribeiro dos Santos, F.; Silva, T.M.S. (2014). Identification of sugar, amino acids and minerals from the pollen of Janaira Stingless Bees (*Melipona subnitida*). *Food Nutrition Science*. 5, 1015–1021.
- Stein, A. J., Rodríguez-Cerezo, E. (2008). *Functional Food in the European Union*. IPTS – Institute for Prospective Technological Studies, JRC, Seville, Spain
- Šarić, G., Vahčić, N., Bursać Kovačević, D., Putnik, P. (2020). The changes of flavonoids in honey during storage. www.mdpi.com/journal/processes 943; doi:10.3390/pr8080943
- Tafere, D.A. (2021). Chemical composition and uses of Honey: A Review. *Journal of Food Science and Nutrition Research* 4(3), 194-201.
- Toreti, V.C., Sato, H.H., Pastore, G.M., Park Y.K. (2013). Recent progress of propolis for its biological and chemical compositions and its botanical origin *Evid Based Complement Alternat Med*, p. 697390
- Wang, Y., Zhang, W., Lanting, M., Cui, X., Wang, H., Xu, B. (2015). Comparison of the nutrient composition of royal jelly and worker jelly of honey bees (*Apis mellifera*). *Apidologie*. 47 (1).
- Yucel, B., Topal, E., Kosoglu, M. (2017). *Superfood and Functional Food- An Overview of Their Processing and Utilization: Bee Products as Functional Food* [online]. InTechOpen: London, UK, 2017; p. 21.
- Zahirović, I., Jašić, M., Sinanović, L., Šubarić, D., Babić, J., Ačkar, Đ. (2018). Nutritivna i dijetetska svojstva matične mliječi. Zbornik radova i sažetaka sa trećeg kongresa o pčelarstvu i pčelinjim proizvodima "Pčelarstvo i pčelinji proizvodi". Bihać: Udruženje za nutricionizam i dijetetiku, 80-84.

FUNCTIONAL COMPONENTS OF BEE PRODUCTS

Summary

Bee products have been known to mankind since ancient times and their use is multiple. These products in their chemical composition contain numerous functional components that are of great importance for human health. Scientists are increasingly striving to invest in the functional components of these products and prove their benefits in nutrition and the treatment of many diseases. The aim of this paper is to describe how bees produce these products, describe their characteristics and the functional components found in them.

Key words: *functional components, bee products, functional food, nutrition, health*