

Funkcionalna hrana 21. veka

Prirodni proizvodi iz perspektive naučnika

Marija Ivanov, Jovana Petrović, Dejan Stojković, Marina Kostić,
Ana Ćirić, Jasmina Glamočlija, Marina Soković



ЦЕНТАР
ЗА
ПРОМОЦИЈУ
НАУКЕ

Funkcionalna hrana 21. veka – prirodni proizvodi iz perspektive naučnika

Marija Ivanov, Jovana Petrović, Dejan Stojković, Marina Kostić,
Ana Ćirić, Jasmina Glamočlija, Marina Soković



Beograd, 2020.

Funkcionalna hrana 21. veka – prirodni proizvodi iz perspektive naučnika

dr Marija Ivanov, dr Jovana Petrović, Dejan Stojković, Marina Kostić,
dr Ana Ćirić, dr Jasmina Glamočlija, dr Marina Soković

Izdavač

Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ – Institut od
nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu

Recenzenti

dr Jelena Živković, naučni saradnik
Institut za proučavanje lekovitog bilja „Dr Josif Pančić“,
dr Danka Bukvički, viši naučni saradnik
Institut za botaniku i botanička bašta „Jevremovac“,
dr Branislav Šiler, viši naučni saradnik
Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ – Institut od
nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu

Lektura i korektura

Ivana Smolović

Dizajn

Marina Kostić

Štampa

SWA TIM, Beograd

Tiraž

200

ISBN

978-86-80335-13-1

Priručnik je deo projekta „Funkcionalna hrana 21. veka – prirodni proizvodi iz
perspektive naučnika“, koji finansira Centar za promociju nauke, Beograd,
Srbija.



ЦЕНТАР
ЗА
ПРОМОЦИЈУ
НАУКЕ

© 2020 IBISS. Sva prava zadržana.

Sadržaj

<i>Predgovor</i>	v
Koncept funkcionalne hrane	1
Bolesti 21. veka	3
Gojaznost.....	4
Inflamatorne bolesti kardiovaskularnog sistema, metabolički sindrom i dijabetes tipa 2.....	4
Inflamatorna bolest creva.....	5
Imunokompromitovanost i združene infekcije.....	6
Biljke – funkcionalna hrana	7
Tradicionalna upotreba biljaka.....	7
Biljke kao izvor dijetetskih vlakana.....	9
Žitarice.....	10
Orašasti plodovi i hladno ceđena biljna ulja.....	10
Voće, zeleni čaj i začini.....	11
Korenasto, krtolasto i lukovičasto povrće.....	12
Budući trendovi istraživanja.....	14
Makrogljive – funkcionalna hrana	17
Bioaktivni molekuli identifikovani u funkcionalnim namirnicama	25
<i>Poruka za kraj</i>	29
<i>Literatura</i>	30
<i>Biografije autora</i>	38

Predgovor

Još pre oko 2500 godina je Hipokrat, koji se smatra ocem medicine, rekao: „Neka ti hrana bude lek i neka lek bude hrana!“

Svedoci smo činjenice da u današnje vreme, u skladu sa Hipokratovom filozofijom, postoji izraženo interesovanje naučne zajednice da se dokaže postojanje veze između unosa određenih namirnica i njihovog blagotvornog efekta na zdravlje i dugovečnost ljudi. Nedavne studije su pokazale da balansirana ishrana, uz određene zdrave navike (redovno kretanje, izbegavanje duvanskog dima i alkohola), može znatno umanjiti šanse za razvoj različitih bolesti, kao i da zajedno mogu uticati na tok već postojećih oboljenja. Farmakolozi postaju svesni da lečenje uglavnom nije dovoljno uspešno ukoliko se poštuje paradigma: „jedna bolest – jedna meta – jedan lek“, već da je neophodan pristup kojim se omogućava postizanje i održavanje celokupnog balansa i homeostaze organizma. Posebno se ističe potencijal ciljanih kombinacija lekova sa određenim tipom ishrane kako bi se povećala efikasnost lečenja i eliminisale moguće negativne interakcije medikamenata i određenih namirnica.

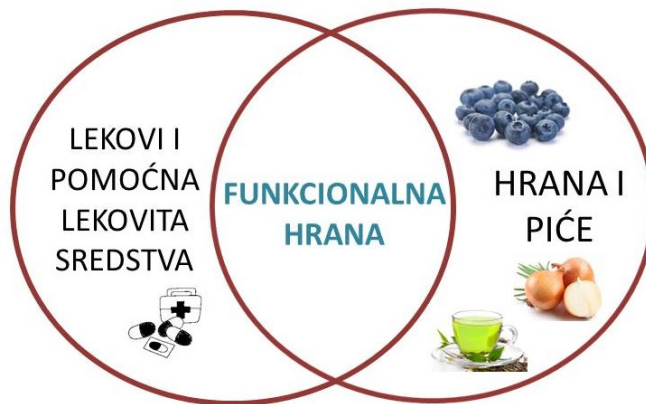
Novi trendovi u nauci su doprineli saznanjima o tome zašto je prisustvo određenih hemijskih jedinjenja u namirnicama korisno za zdravlje ljudi, a prisustvo nekih drugih može negativno uticati na fiziološke funkcije organa i organskih sistema. S tim u vezi, mnoga tradicionalna saznanja koja su do skoro imala potvrdu samo u praksi potvrđena su i naučno i time su se približila formulaciji lekova koji se primenjuju ne samo kao pomoćno lekovito sredstvo, već imaju potencijal lekovitih sredstava odobrenih i od zdravstvenih ustanova.

U ovom priručniku su predstavljeni neki od naučnih radova koji ukazuju na širok spektar primene i lekovitost prirodnih sastojaka od kojih se mnogi nalaze i u namirnicama koje svakodnevno konzumiramo. Njegov osnovni cilj je da u skraćenoj formi približi čitaocima značaj korišćenja biljaka i gljiva u ishrani ljudi radi postizanja optimalnog zdravlja, a posebna pažnja je poklonjena ispitivanjima namirnica sakupljenih/prisutnih na teritoriji Srbije.

U širem smislu, sadržaj priručnika ukazuje na potrebu da se ljudi ponovo okrenu prirodi i prirodnim sirovinama kao vekovnom izvoru hranljivih i lekovitih materija, a da umanje (ukoliko to zdravstveno stanje dozvoljava) korišćenje sintetskih medikamenata, koji se često prekomerno i neumereno koriste za lečenje bolesti.

Koncept funkcionalne hrane

Tokom prve polovine 21. veka fokus naučnih istraživanja bio je otkrivanje vitamina i njihove uloge u sprečavanju nastanka različitih bolesti. Vremenom su dostignuća analitičke hemije omogućila identifikaciju i drugih bioaktivnih jedinjenja u sirovinama prirodnog porekla, pa je utemeljena i njihova svakodnevna primena zarad smanjenja rizika od nastanka i razvoja različitih tipova hroničnih oboljenja (karcinom, dijabetes i dr.), kao i održavanja dobrog zdravlja. Sve ovo je dovelo do formulisanja novog trenda ishrane i koncepta hrane, koja se konzumira ne samo zbog hranljivih svojstava, već i zbog svojih blagotvornih efekata na zdravlje korisnika. Danas je taj trend uobličen u termin **funkcionalna hrana**, koji prema definiciji obuhvata namirnice koje zadovoljavaju osnovne potrebe za nutrijentima, ali imaju i blagotvorne efekte po ljudsko zdravlje usled prisustva biološki aktivnih jedinjenja. Ukratko, funkcionalna je ona hrana koja pored nutritivnih funkcija ima i povoljan uticaj na ljudsko zdravlje. Ipak, da bi se neka namirnica mogla deklarirati kao funkcionalna hrana, ona mora ostvariti blagotvorni efekat na zdravlje u količini koja se nesmetano unosi u organizam na dnevnom nivou.



Slika 1. Položaj funkcionalne hrane.

Prema uticaju na ljudski organizam, **funkcionalna hrana** se može podeliti u dve kategorije:

- hrana koja poboljšava fiziološke funkcije organizma;
- hrana koja smanjuje rizik od nastanka određenih patoloških stanja.

Ne može se svaka namirnica deklarirati kao funkcionalna hrana, ali se većina može preraditi tako da se poboljšaju osobine koje pozitivno utiču na zdravlje. To se može postići na više načina:

(1) dodavanjem funkcionalnog sastojka hrani koja se tradicionalno upotrebljava (dodavanjem većih količina supstance koja je i inače prisutna, čime se dobije takozvana pojačana hrana, ili dodavanjem nove aktivne komponente, čime se dobija obogaćena namirnica);

(2) modifikacijom tehnološkog procesa obrade hrane, čime se neke materije uklanjaju, a koncentracija drugih povećava u finalnom proizvodu;

(3) povećavanjem količine funkcionalnih nutrijenata kroz posebne uslove gajenja i druge modifikacije.

U različitim krajevima sveta popularne su različite funkcionalne namirnice, pa su tako u Japanu najpopularniji funkcionalni napici, dok su u Evropi to mlečni proizvodi. Najveće interesovanje za funkcionalnu hranu u Evropi zabeleženo je u Nemačkoj, Francuskoj, Ujedinjenom Kraljevstvu i Holandiji, dok podaci o Srbiji ukazuju na to da je opšta populacija slabo zainteresovana za upotrebu namirnica ovog tipa. Studija iz 2015. godine je pokazala da manje od 10% ispitanika konzumira isključivo zdravu hranu, kao i da poznavanje principa zdrave ishrane raste proporcionalno sa godinama ispitanika. Nadalje, empirijske analize ponude/potražnje funkcionalne hrane u Srbiji pokazale su da je ovaj segment tržišta nerazvijen i više vođen akcijama proizvođača, a ne potrošača.

Bolesti 21. veka

Smatra se da su ubrzani stil života i način ishrane među presudnim faktorima za razvoj niza oboljenja čija je stopa višestruko povećana poslednjih decenija. Statistički podaci o stepenu smrtnosti od određenih oboljenja u Srbiji su predstavljeni na Grafikonu 1. Prema procenama različitih studija, ishrana ima značajnu ulogu u 5 od 10 vodećih uzročnika smrtnosti ljudi i to određenih vrsta karcinoma, bolesti kardiovaskularnog sistema, dijabetesa tipa 2 i dr. Povećana konzumacija masti sa tendencijom povećanog unosa zasićenih masnih kiselina, kao i soli i rafiniranih šećera, uz nedovoljan unos nezasićenih masti, dijetetskih vlakana i vitamina, dovodi do povećanja rizika za razvoj niza bolesti. Ove bolesti, kardiovaskularne, metaboličke i druge, prati i visoka stopa smrtnosti. Ipak, ohrabrujuće je što podaci ukazuju da bi se čak 76% potrošača radije okrenulo zdravijoj ishrani nego medikamentima u cilju sprečavanja razvoja bolesti, te je poslednjih godina zabeležen i porast interesovanja za istraživanje funkcionalne hrane i njenu upotrebu.



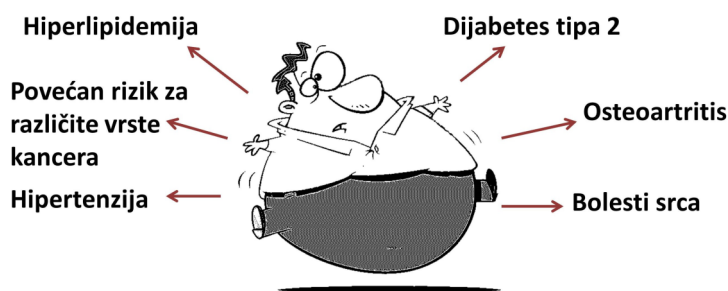
Grafikon 1. Neki od najčešćih uzroka smrti u Srbiji. Izvor podataka "Demographic Yearbook" (PDF). stat.gov.rs. Belgrade: Statistical Office of the Republic of Serbia. 2019.

U vezi sa tim sledi pregled stanja/oboljenja za koja se smatra da se mogu držati pod kontrolom uz pravilan odabir namirnica i usvajanje zdravih životnih navika.

Gojaznost

Danas se često pominje da prekomerna težina – **gojaznost** – predstavlja faktor rizika za niz oboljenja, uključujući cerebrovaskularne i bolesti organa za disanje, gastrointestinalne i reproduktivne smetnje, osteoartritis, kao i neke vrste karcinoma. Statistički podaci iz 2014. godine su pokazali da je na svetskom nivou bilo gojazno ~11% muškaraca i ~15% žena, a procene o daljem toku ovog trenda su zabrinjavajuće i ukazuju da će do 2030. godine čak 38% svetske populacije patiti od prekomerne težine. Ovaj trend je naročito izražen u SAD, gde podaci pokazuju da čak dve trećine stanovništva ima povećan indeks telesne mase. U našoj zemlji je 2013. godine zabeleženo 23,6% gojaznih, što je statistički podatak u rangu sa onim u susednim zemljama.

Smanjenje rizika za nastanak i razvoj gojaznosti uključuje više faktora od kojih su povećanje fizičke aktivnosti i balansirana ishrana od ključne važnosti.



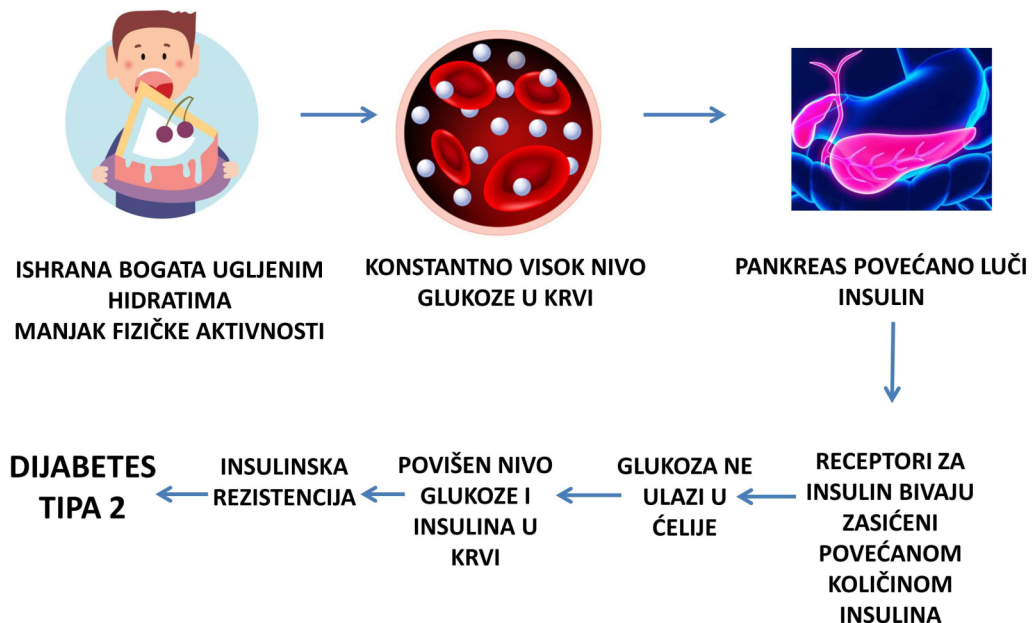
Slika 2. Neke od bolesti povezanih sa povećanom telesnom težinom.

Inflamatorne bolesti kardiovaskularnog sistema, metabolički sindrom i dijabetes tipa 2

Krhkost krvnih sudova, insulinska rezistencija i poremećaji u metabolizmu lipida nastaju usled kontinuiranih inflamatornih procesa. Unos određenih namirnica koje smanjuju nivo LDL holesterola i triglicerida, a povećavaju nivo HDL holesterola, može značajno regulisati lipidni status i posredno delovati antiinflamatorno.

Na osnovu statističkih podataka o obolelima, definisan je i skup faktora koji povećavaju rizik za pojavu dijabetesa tipa 2, kardiovaskularnih bolesti, kao i različitih tipova karcinoma i on obuhvata: gojaznost, insulinsku rezistenciju, netoleranciju na glukozu, dislipidemiju i hipertenziju. Složena interakcija između svih ovih faktora rizika dovodi do hroničnih oštećenja na organima kardiovaskularnog sistema, povećanja masnih naslaga u ćelijama jetre kao i

drugih funkcionalnih poremećaja koji su tesno povezani sa oksidativnim stresom i inflamacijom i vremenom dovode do razvoja dijabetesa. Trenutno u svetu čak 463 miliona ljudi boluje od dijabetesa, a procene su da će ih do 2030. biti 578 miliona. Povećana učestalost obolevanja se naročito odnosi na dijabetes tipa 2, a posledica je rasta prosečne životne dobi stanovništva, ali i povećane urbanizacije koju prate smanjena fizička aktivnost i nepravilna ishrana.



Slika 3. Putanja nastanka dijabetesa tipa 2.

Inflamatorna bolest creva

Inflamatorna bolest creva je hronični gastrointestinalni poremećaj praćen zapaljenjem i oštećenjem mukoze digestivnog sistema. Postoje dva oblika ove bolesti:

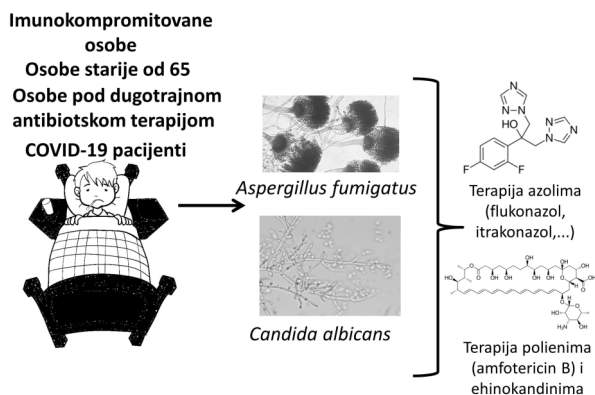
- Kronova bolest i
- ulcerozni kolitis.

Inflamatorna bolest creva je jedna od najčešćih gastrointestinalnih bolesti današnjice, koja u SAD pogađa oko 1,6 miliona ljudi. Iako je ranije bila uglavnom geografski vezana za regione u kojima preovladavaju prekomerni unos „brze hrane“ i određen stil života (karakterističan za SAD), usled usvajanja ovih životnih navika i van njenih granica, proširen je i areal ove bolesti.

Imunokompromitovanost i združene infekcije

Proteklih nekoliko decenija obeležio je, sa jedne strane, ogroman napredak medicine i farmacije, a sa druge, porast učestalosti različitih patogenih mikroorganizama koji su postali otporni na delovanje do tada efikasnih antimikrobnih medikamenata. Tako, iako je porastao broj pacijenata koji preživljavaju komplikovane medicinske zahvate poput transplantacije organa, usled konzumiranja lekova koji narušavaju aktivnost imunskog sistema, suočeni su sa oportunističkim **infekcijama**. One su uzrokovane prevashodno gljivama iz rodova *Candida* i *Aspergillus*. Povećana učestalost aspergiloze pluća je zabeležena i kod pacijenata koji su zaraženi virusom SARS-CoV-2, dok su kandidijaze česta prateća boljka HIV pacijenata. Pored fungalnih infekcija, usled neadekvatne i prekomerne upotrebe antibiotika (agenasa koji sprečavaju rast bakterija) došlo je do razvoja rezistencije kod niza patogenih mikroorganizama koji su postali otporni na njihovo delovanje, te je i njihovo eliminisanje iz organizma dovedeno u pitanje. Rezistencija se najčešće dovodi u vezu sa *Staphylococcus aureus* – tzv. zlatnim stafilokokom, *Pseudomonas aeruginosa* i *Escherichia coli*, ali i mnogim drugim.

Iako na farmaceutskom tržištu postoje različiti terapeutici kojima se suzbijaju infekcije i eliminišu njihovi uzročnici, ovi lekovi mogu prouzrokovati i niz kontraindikacija, pa je u interesu javnog zdravlja pronalazak jednako efikasnih, ali po zdravlje bezbednijih lekova. S obzirom na poteškoće sa kojima se naučnici suočavaju prilikom izolovanja i determinisanja biološki aktivnih jedinjenja, kao i pitanjem njihove bezbednosti prilikom konzumiranja, funkcionalne komponente hrane se ispituju kao prirodna alternativa. Dosadašnja brojna laboratorijska ispitivanja antimikrobne aktivnosti prirodnih agenasa (biljaka, gljiva i dr.) pokazala su da su prirodne sirovine izuzetno važne prilikom formulacije novih lekova.



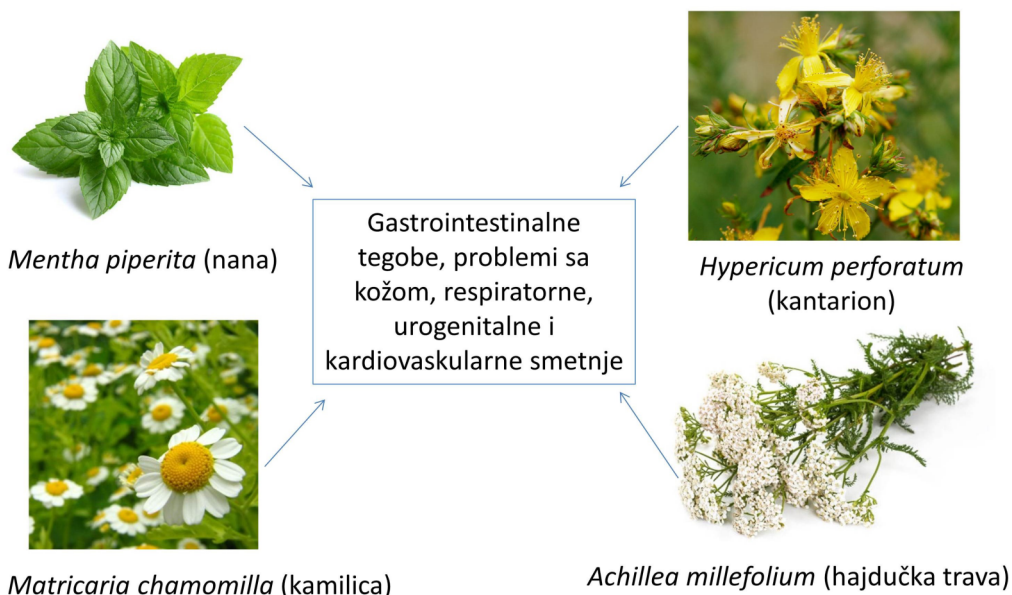
Slika 4. Fungalne infekcije i konvencionalna terapija.

Biljke – funkcionalna hrana

Danas se često u sredstvima masovne komunikacije govori o značaju oksidativnog stresa kao bitnom, ako ne i najbitnijem faktoru u razvoju i etiologiji niza oboljenja – kardiovaskularnih bolesti, karcinoma, dijabetesa, hiperholesterolemije i dr. Kako biljke produkuju više grupa jedinjenja za koje je dokazana antioksidantna aktivnost, u narednom segmentu će biti predstavljen pregled najnovijih naučnih saznanja o potencijalu biljaka koje se mogu koristiti u profilaksi oksidativnog stresa, a time i širokog spektra stanja povezanih sa njim. Takođe, pružiće se i kratak osvrt na najznačajnije funkcionalne komponente biljnog porekla, kao i na ulogu koju biljke imaju u tradicionalnoj medicini na teritoriji Srbije.

Tradicionalna upotreba biljaka

U prošlosti su različite civilizacije koristile biljke u terapiji bolesti, u mnogo većoj meri nego što se to čini danas. Na teritoriji Srbije postoji duboko ukorenjena tradicija tretmana različitih oboljenja lekovitim biljkama.



Slika 5. Biljke koje se najšee koriste u našoj tradicionalnoj medicini i indikacije za njihovu upotrebu.

Kao što je to slučaj na globalnom nivou, različite regione u Srbiji karakteriše korišćenje odabrane skupine biljaka, shodno dostupnim prirodnim resursima. U daljem tekstu su prikazani primeri.

- U oblasti jugoistočne Srbije (**Pčinjski region**), u medicinske svrhe najčešće se koriste nana, kamilica i kantarion. Ove biljke se uglavnom koriste u formi čajeva, ekstrakata i tinktura, a u cilju tretmana lakših patoloških stanja koja pogađaju digestivni i respiratorni sistem, kao i kožu.

- Na području istočne Srbije (**planina Rtanj i okolina**) zabeležena je česta upotreba kantariona u medicinske svrhe u cilju lečenja rana na koži i poboljšanja imuniteta. Pored toga, duga je tradicija korišćenja hajdučke trave za stimulisanje apetita, smirenje, ublažavanje bakterijskih infekcija kože i dr. Poznat je i rtanjski čaj koji pomaže kod prehlade i doprinosi jačanju imunskog sistema, a popularnost duguje i naučno još nepotvrđenim podacima da doprinosi muškoj potenciji.

- Studija sprovedena u istočnoj i jugoistočnoj Srbiji (**Timočki i Svrlijski region**) utvrdila je da se u medicinske svrhe koristi čak 195 biljnih vrsta. U Timočkom regionu najčešće korišćene biljne vrste su kantarion, kamilica, nana, kopriva i orah. S druge strane, u Svrlijskom kraju su rtanjski čaj, zova, troskot, macina trava i dubčac među najčešće upotrebljavanim. Pretežnu namenu ove biljne vrste našle su u tretmanu digestivnih i metaboličkih smetnji, kao i kod problema sa žlezdama sa unutrašnjim lučenjem.

- Na zapadu Srbije (**Zlatiborski okrug**) postoje pisani podaci o korišćenju 69 biljnih vrsta u medicinske svrhe. Među njima se najčešće koriste nana, kamilica, kantarion i hajdučka trava, uglavnom za gastrointestinalne tegobe, respiratorne smetnje i kožna oboljenja. Lišće biljaka se koristi češće u odnosu na druge delove poput cveta i korena.

- U južnom regionu (**planina Kopaonik**) takođe se koriste kantarion, hajdučka trava i kamilica, ali su primenu našle i kopriva, zova i majčina dušica. Navedene biljke se najčešće upotrebljavaju za tretman gastrointestinalnih tegoba, kod problema sa kožom, ali i respiratornih, urogenitalnih i kardiovaskularnih smetnji.

Iako brojne naučne studije potvrđuju tradicionalna saznanja prethodnih generacija, uočen je trend nedostatka zainteresovanosti među stanovništvom da saznanja o primeni lekovitog bilja svoje sredine usvoje i prenose narednim generacijama. Ukoliko se situacija značajno ne promeni, nakon određenog vremena može doći do potpunog nestanka tradicionalnog znanja koje može biti važno kao medicinski, ali i preduzetnički resurs.

Dostupnost savremenih analitičkih metoda u hemiji, brojne analize kojima se procenjuje biološka aktivnost testiranih uzoraka, kao i eventualni

mehanizmi kojima ova jedinjenja ostvaruju svoj medicinski potencijal, omogućili su adekvatnu primenu specifičnih biljnih vrsta za lečenje određenih zdravstvenih tegoba.

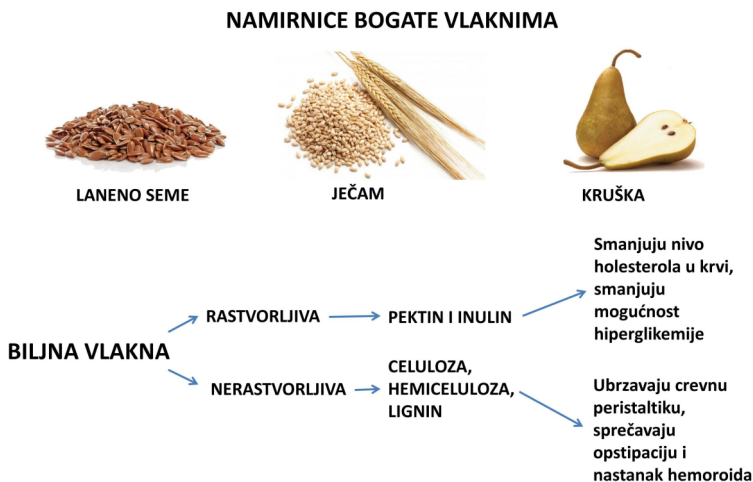
Biljke kao izvor dijetetskih vlakana

Dijetetska vlakna predstavljaju skup različitih nesvarljivih polisaharida, a kod biljaka to su prvenstveno celuloza, hemiceluloza, pektini i oligosaharidi. Ove biljne komponente su zaslužne za različite korisne efekte povezane sa konzumacijom hrane biljnog porekla. Na primer, pektini i inulin usporavaju kretanje hrane kroz digestivni trakt, smanjuju nivo holesterola u krvi, smanjuju brzinu kojom se šećeri iz hrane apsorbuju u krv, čime smanjuju mogućnost hiperglikemije. Celuloza, hemiceluloza i lignin spadaju u nerastvorljiva vlakna i konzumacija hrane bogate ovim vlaknima ubrzava crevnu peristaltiku, sprečava zatvor i nastanak hemoroida.

Velikim brojem epidemioloških i kliničkih studija je potvrđena uloga ishrane bogate dijetetskim vlaknima u prevenciji bolesti poput:

- dijabetesa tipa 2,
- kardiovaskularnih bolesti,
- gojaznosti i
- kolorektalnog kancera.

U namirnice bogate dijetetskim vlaknima spadaju žitarice, orašasti plodovi, ali i najrazličitije povrće i voće. Po sadržaju ovih konstituenata naročito se izdvajaju ječam, ovas, pšenica, soja, cvekla, kruška, kivi, boranija kao i bademi i seme lana.



Slika 6. Namirnice biljnog porekla bogate dijetetskim vlaknima i njihova korisna svojstva po zdravlje ljudi.

Žitarice

Konzumiranje žitarica predstavlja osnovu svake piramide ishrane, pa je, srazmerno dnevnom unosu namirnica ovog porekla, od interesa ispitati i njihov efekat na zdravlje. Svakodnevni unos ječma, ovasa i raži je pokazao blagotvorni efekat u prevenciji dijabetesa tipa 2, kao i povezanih kardioloških problema. Ovaj efekat **žitarice** ostvaruju:

- smanjivanjem apsorpcije ugljenih hidrata u gastrointestinalnom traktu,
- antioksidantnim i
- antiinflamatornim delovanjem.

Pored toga što unos prehrambenih žitarica može imati blagotvorni efekat na zdravlje ljudi, žitarice sadrže i jedinjenja koja u izolovanom obliku mogu značajano uticati na biohemijske reakcije u organizmu. Tako pigment monakolin K, izolovan iz crvenog pirinča, može veoma efikasno inhibirati sintezu holesterola u jetri. Ipak, iako ima pozitivne efekte, konzumiranje monakolina K ne treba shvatiti olako, jer njegov prekomerni unos može negativno delovati na jetru, a može interagovati i sa drugim lekovima (npr. azolima koji se danas najčešće koriste u tretmanu gljivičnih oboljenja), te se savetuje konzumiranje uz poštovanje svih mera opreza.

Orašasti plodovi i hladno ceđena biljna ulja

Konzumiranje orašastih plodova (lešnik, kesten i orah), kao i visokokvalitetnih hladno ceđenih biljnih ulja (maslina, seme bundeve i grožđa), izuzetno povoljno deluje na zdravlje više organskih sistema u ljudskom organizmu, što je posledica visokog sadržaja nezasićenih masnih kiselina. Ovaj podatak je važan sa aspekta ljudskog zdravlja i u ovom smislu se posebna pažnja pridaje prisustvu polinezasićenih masnih kiselina (linolna i α -linoleinska) koje ljudi ne mogu sintetisati, ali je njihov unos putem namirnica neophodan za optimalno funkcionisanje i balans masti u organizmu. Neke **polinezasićene masne kiseline** takođe su izuzetno važne zbog:

- hipolipidemijskih svojstava,
- vazodilatatornih svojstava,
- prevencije kardiovaskularnih oboljenja i hipertenzije.

Voće, zeleni čaj i začini

Dovoljan unos različitog **citrusnog i bobičastog voća** može povoljno delovati na kardiovaskularni sistem i smanjiti rizik od dijabetesa, što se dovodi u vezu sa flavonoidima kojima su ove namirnice izuzetno bogate. Slično je uočeno i za unos **jabuka, nara** i drugog voća.

Izvesni napici su takođe bogat izvor flavonoida. **Za zeleni čaj**, kao izuzetan izvor katehina (flavonoid), dokazano je, i u laboratoriji i u praksi, da blagotvorno deluje na zdravlje korisnika, naročito u pogledu smanjivanja nivoa masti i glukoze u krvi, a ujedno snižava krvni pritisak, umanjuje inflamacije i dr. Kao snažan antioksidant, zeleni čaj može imati višestruke povoljne efekte na oboljenja koja se dovode u vezu sa ubrzanim nastajanjem slobodnih radikala u organizmu. Biljke poput **đumbira i grožđa** mogu biti i inhibitori markera oksidativnog stresa izazvanog teškim metalima, što je potvrđeno ispitivanjima na životinjama.



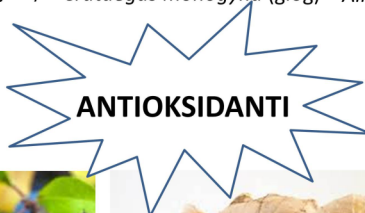
Cornus mas (drenjina)



Crataegus monogyna (glog)



Allium porrum (praziluk)



Prunus spinosa
(trnjina)



Zingiber officinale
(đumbir)



Vaccinium myrtillus
(borovnica)

Slika 7. Primeri biljaka koje imaju dokazanu antioksidantnu aktivnost.

Antocijanini, pigmenti koji su uglavnom odgovorni za plavu i crvenu boju namirnica, poznati su antioksidanti **u borovnicama**, dok prisustvo vitamina C, procijanidina, hlorogene kiseline i drugih polifenolnih jedinjenja znatno povećava ovaj potencijal. Slično je uočeno i za **maline i jagode**. Polifenoli takođe veoma efikasno uklanjaju slobodne radikale koji nastaju kao sastavni deo metabolizma organizma, a različite studije su pokazale da plodovi **zove, gloga, drenjine i trnjine** sadrže visok procenat ovih jedinjenja.

Nadalje, za neke od ovih biljnih vrsta je potvrđen i antimikrobni i antidijabetički potencijal. U laboratorijskim uslovima pokazano je da etanolni ekstrakt trnjine efikasno sprečava rast patogenih mikroorganizama, ali i inhibira aktivnost enzima α -glukozidaze, povezanog sa dijabetesom tipa 2. U kliničkoj studiji na gojaznim pacijentima koji pate od insulinske rezistencije borovnice su pokazale pozitivan efekat na sprečavanje dijabetesa tipa 2 putem povećanja osetljivosti na insulin i smanjenja koncentracije glukoze u krvi. Ispitanici su radi blagotvornog efekta unosili 22,5 grama borovnica dva puta dnevno tokom perioda od 6 nedelja.

Jedan od začina čija se uloga u prevenciji i ublažavanju simptoma dijabetesa najviše ispituje je **cimet**. Brojne studije su sprovedene na obolelima od dijabetesa tipa 2, gde je utvrđeno da konzumacija ovog začina (više od 0,5 g dnevno) može:

- smanjiti nivo glukoze u krvi,
- smanjiti nivo glikoziliranog hemoglobina,
- uticati i na smanjenje nivoa holesterola u krvi.

Kliničke studije su utvrdile da dodatak cimeta ishrani pacijentkinja koje boluju od sindroma policističnih jajnika može pozitivno uticati na različite metaboličke parametre povezane sa ovim sindromom. Iako nije imao uticaj na indeks telesne mase, cimet je kod ovih korisnika doprineo smanjenju nivoa šećera u krvi i insulina u stanju gladovanja, kao i smanjenju HOMA indeksa insulinske rezistencije.

Korenasto, krtolasto i lukovičasto povrće

Višestruki blagotvorni zdravstveni efekti na pojedine organske sisteme su uočeni i pri visokom unosu različitog povrća. Iako su najbrojniji efekti naučno potvrđeni samo u laboratorijskim uslovima, viševjekovna praksa je pokazala da povećani unos povrća može znatno uticati na odbrambenu sposobnost organizma putem različitih mehanizama, čime se na posredan način može postići balans organizma i odbraniti od bolesti. Na primer:

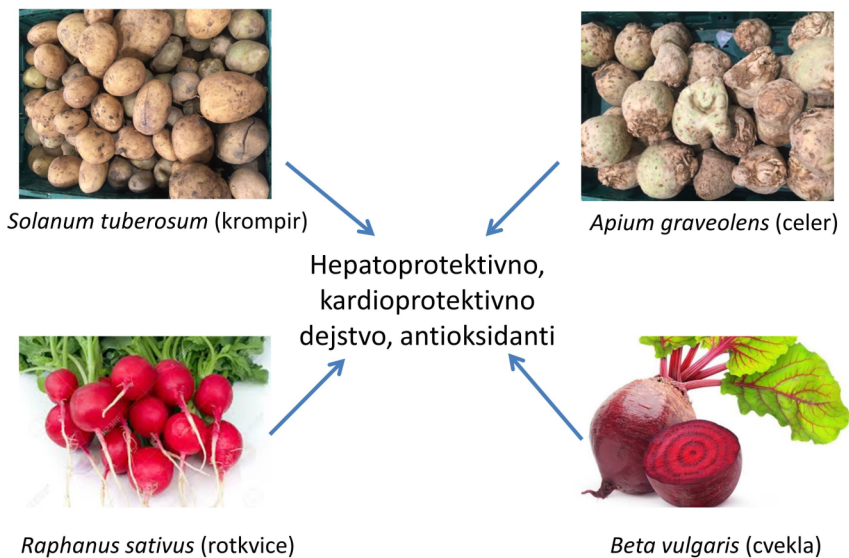
- **Praziluk** je pokazao odličnu antioksidantnu i antimikrobnu aktivnost, a u laboratorijskim uslovima je inhibirao i rast tumorskih ćelijskih linija.

- **Krompir**, povrće izuzetno zastupljeno u našoj ishrani, sadrži visok procenat fenolnih jedinjenja zahvaljujući kojima pokazuje antioksidantni i antihipertenzivni potencijal. Najveći procenat ovih jedinjenja je zabeležen kod krompira koji su obrađeni procesima prženja i pečenja, dok je najveće smanjenje količine polifenola zabeleženo nakon kuvanja.

- Koren **celera** je zahvaljujući prisutnim fenolnim jedinjenjima i kumarinima dobar antioksidant, a može delovati povoljno i na oštećenja jetre.

- **Cvekla** takođe pokazuje širok spektar bioloških aktivnosti. Koristili su je još Rimljani zbog njenog povoljnog medicinskog dejstva, a ubraja se među 10 sorti povrća sa najboljim antioksidantnim delovanjem. Pored antioksidantne aktivnosti, cvekla deluje i kardioprotektivno, antiinflamatorno i hepatoprotektivno. Njena crvena boja potiče od pigmenta betalaina, koji doprinosi tome da ova biljka povoljno deluje na zdravlje ljudi.

- **Rotkvice**, pored toga što su neizostavan deo salata, mogu imati i povoljno dejstvo po zdravlje korisnika. Različiti varijeteti ovog povrća su bogati fenolima poput vanilinske i *p*-kumarne kiseline, kvercetina i kemferola. Rotkvice poboljšavaju varenje, sprečavaju stvaranje kamena u žuči, a imaju i antidijabetsko delovanje. Prema rezultatima laboratorijskih ispitivanja, inhibiraju i rast nekih od najčešćih humanih patogena, uključujući i sojeve rezistentne na konvencionalnu antibiotsku terapiju kao što su *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* i *Escherichia coli*.



Slika 8. Korenasto i krtolasto povrće i neke od njegovih bioaktivnosti.

Budući trendovi istraživanja

Da naučna dostignuća mogu imati i preduzetnički potencijal, pokazuje i primer patenta O'Kennedy i saradnika (2017). Naime, proizvod pod imenom Fruitflow®, baziran na ekstraktu paradajza, može doprineti smanjenoj učestalosti ateroskleroze, a posledično može smanjiti simptome kardiovaskularnih oboljenja koji su u vezi sa ovim stanjem. Dokazano je da preparat inhibira agregaciju trombocita zahvaljujući sastojcima koji deluju protivupalno na krvne sudove, ali i inhibiraju angiotenzin konvertujućim enzim koji dovodi do vazokonstrukcije i povišenog krvnog pritiska. Plasiranje proizvoda ovog tipa na tržište bi trebalo da podstakne i farmaceutske i prehrambenu industriju na slične podvige.

Tabela 1. Neke od funkcionalnih namirnica biljnog porekla

	Deo biološki aktivnih komponenata	Naučno potvrđen povoljan uticaj
Bademi, lešnici, pistači, orasi	Proteini, bioaktivni peptidi, mono i polinezasićene masne kiseline, fitosteroli	Smanjuju rizik od kardiovaskularnih bolesti i dijabetesa
Bobičasto voće	Flavonoidi: antocijanini, antocijanidini i elagitanini	Smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti i dijabetesa
Borovnica	Antocijani, hlorogena kiselina	Antioksidant
Borovnica i brusnica	Flavonoidi: kemferol, kvercetin i mircetin; hidroksicimetna kiselina, vitamin C, derivati stilbena	Povoljno deluju na inflamatornu bolest creva
Celer	Fenolna jedinjenja (naringenin, apigenin glukozid), kumarini	Antioksidant, hepatoprotektivno dejstvo
Cimet	Cinamaldehyd i <i>trans</i> -cinamaldehyd	Smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti i dijabetesa
Citrusno voće	Flavonoidi: eriodiktiol, naringin, hesperidin	Smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti i dijabetesa
Crveni pirinač	Monakolin K	Smanjuje LDL holesterol
Crveno vino	Polifenoli, resveratrol	Smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti
Cvekla	Betalain, galna i kafena kiselina	Antioksidant, kardioprotektivno, antiinflamatorno i hepatoprotektivno dejstvo

Dumbir	6-gingerol i 6-šogaol	Povoljno deluje na inflamatornu bolest creva, utiče na sprečavanje kancera digestivnog sistema, antioksidant
Drenjina	Siringinska kiselina i galna kiselina	Antioksidant
Dunja	Hlorogena kiselina, proantocijanidini	Antimikrobno dejstvo
Glog	Polifenoli	Antioksidant
Grožđe	Fenolne kiseline, stilbeni, antocijani, proantocijani, proantocijanidini	Smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti, antioksidant
Jabuka	Flavonoidi: kvercetin, epikatehin	Smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti i dijabetesa
Ječam	β -glukan	Smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti i dijabetesa tipa 2
Krompir	Kafena kiselina, epikatehin	Antioksidant, reguliše krvni pritisak, antimikrobno, antiinflamatorno dejstvo
Luk	Alicin	Antioksidant
Maslinovo ulje	Mononezasićene masne kiseline, polifenoli	Smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti
Nar	Elagitanini i elagna kiselina, flavonoidi (cijanidin, delphinidin, malvidin, pelargonidin...)	Povoljno deluje na inflamatornu bolest creva, smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti i dijabetesa
Orah	Linoleinska i oleinska kiselina	Smanjuje rizik od koronarne bolesti srca
Ovas	β -glukan, karotenodi, fenolne kiseline	Smanjuje rizik od dijabetesa tipa 2
Paradajz	Vitamin E, flavonoidi, fitosteroli, karotenoidi	Smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti i dijabetesa
Praziluk	Rozmarinska kiselina, kvercetin	Antioksidant, antimikrobno, antitumorsko dejstvo
Pšenica	Vlakna, magnezijum, fenolne kiseline, α -tokoferol	Smanjuje rizik od dijabetesa tipa 2 i kardiovaskularnih bolesti

Raž	Fenolne kiseline, tanini, benzoeva kiselina i fenilalanin	Smanjuje rizik od dijabetesa tipa 2 Antimikrobno i
Rotkvice	Izotiocijanati, rafanin, vanilinska i <i>p</i> -kumarna kiselina, kvercetin i kemferol	antidijabetsko dejstvo, poboljšavaju varenje, sprečavaju stvaranje kamena u žuči
Soja	Fenolna jedinjenja, fitoestrogeni, genistein, daidzein, lecitin	Smanjuje LDL holesterol, smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti i dijabetesa
Spanać	Lutein, betain, <i>p</i> -kumarna i ferulinska kiselina	Smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti
Trnjina	Vanilinska kiselina, naringin	Antimikrobno, antioksidantno i antidijabetsko dejstvo
Zeleni čaj	Flavonoidi – katehini: epigalokatehin 3 galat, epikatehin 3 galat, epigalokatehin, epikatehin i katehin	Smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti i dijabetesa, smanjuje telesnu težinu
Zova	Arbutin	Antioksidant

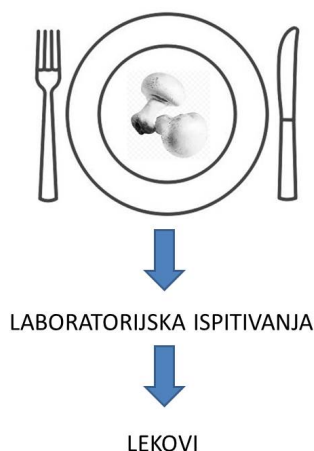
Makrogljive – funkcionalna hrana

Makrogljive obuhvataju predstavnike gljiva koji, prema definiciji, imaju plodonosno telo dovoljno veliko da se vidi golim okom i ubere rukom. Jestive vrste makrogljiva korišćene su još pre 13.000 godina u Čileu, a najdetaljniji podaci o njihovom korišćenju u medicinske svrhe potiču iz Tradicionalne kineske medicine i stari su skoro 3000 godina. U ovom delu sveta, tradicionalna saznanja o korišćenju gljiva su sakupljena u najstarijoj medicinskoj knjizi pisanoj na narodnom jeziku – *Hilandarskom kodeksu*. U Srbiji postoji duga tradicija „lova“ na gljive i njihovog korišćenja u ishrani i medicini, a pre tridesetak godina je Jugoslavija bila među poznatijim izvoznicima ovog šumskog delikatesa.



Slika 9. Deo makrogljiva sakupljenih uglavnom u okolini Beograda predstavljenih na izložbi u organizaciji Mikološkog društva Srbije, na Kalemegdanu, 2019. godine.

Upotreba makrogljiva u medicinske svrhe je donedavno marginalizovana u zemljama zapadne hemisfere, a plodonosna tela su cenjena jedino zarad organoleptičkih osobina (ukus, miris, tekstura). Danas je situacija znatno izmenjena, na šta ukazuju intenzivna proučavanja u oblasti primene gljiva u medicini. Broj trenutno opisanih vrsta makrogljiva je blizu 14.000, od čega je čak oko 700 vrsta sa lekovitim svojstvima. Međutim, ponekad nije lako odrediti granicu između jestivih gljiva i onih sa medicinskim svojstvima. Mnoge jestive vrste poseduju i terapeutska svojstva, a neke vrste korišćene u medicinske svrhe su ujedno i jestive.

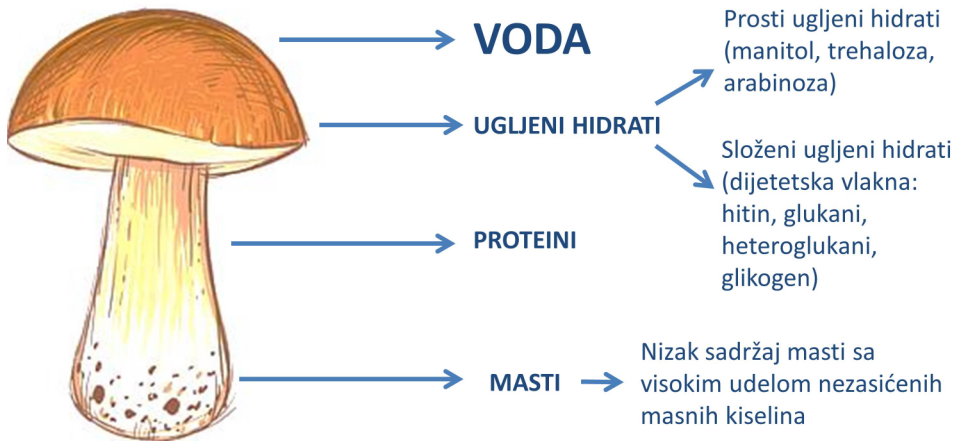


Slika 10. Makrogljive – tanka linija između hrane i leka.

Makrogljive su odličan izvor različitih nutritivnih i bioaktivnih jedinjenja (terpenoida, steroida, fenola, polisaharida – glukana), za koje je dokazana antioksidantna, antitumorska, antiviralna, antimikrobna, antiinflamatorna aktivnost i dr. Većinu plodonosnih tela makrogljiva karakteriše visok sadržaj **vode, ugljenih hidrata i proteina**. Među ugljenim hidratima, ističe se sadržaj:

- prostih ugljenih hidrata (slobodnih šećera – manitol, trehaloza, arabinoza) i
- kompleksnih ugljenih hidrata (hitin, glukani, heteroglukani, glikogen), dijetetskih vlakana čiji je unos neophodan za optimalno funkcionisanje digestivnog sistema.

Šećeri identifikovani u gljivama ne dovode do porasta nivoa insulina, pa je konzumiranje plodonosnih tela bezbedno za dijabetičare. Proteini gljiva čine i do 20-30% suve materije, a izgrađeni su od amino-kiselina koje ljudski organizam ne sintetiše, pa je unos putem hrane neophodan. Pored toga, plodonosna tela makrogljiva karakteriše nizak sadržaj masti sa visokim udelom nezasićenih masnih kiselina, kao i niz preko potrebnih vitamina (vitamin E, kompleks vitamina B).



Slika 11. Sastav plodonosnog tela makrogljiva.

Posebno važan složeni polisaharid makrogljiva je hitin. Ljudski organizam ne poseduje enzime za njegovu razgradnju tako da on prolazi netaknut kroz naš digestivni trakt i svrstava se u dijetetska vlakna zajedno sa glukanima i heteroglukanima. Ova dijetetska vlakna dokazano pokazuju niz korisnih osobina po čovekovo zdravlje, a najviše kao **aktivatori i regulatori imuniteta**. Dijetetska vlakna gljiva, kao i u slučaju biljaka, obuhvataju rastvorive i nerastvorive komponente.

- One koje su rastvorive u vodi formiraju gel i tako povećavaju viskozitet hrane, što usporava njeno varenje; povećava se i iskoristljivost hranljivih materija, a osećaj sitosti traje duže, što se ujedno odražava i na nivo šećera, insulina i holesterola u krvi.

- Nerastvoriva frakcija, sa druge strane, povećava volumen hrane i tako stimuliše peristaltiku creva što, u krajnjem slučaju, deluje na očuvanje zdravlja debelog creva.

Makrogljive sadrže između 26% i 30% dijetetskih vlakana računato na suhu materiju, a od toga 60% čine nerastvoriva vlakna. Imajući u vidu da upravo nerastvoriva vlakna manjkaju u ljudskoj ishrani, i da je njihov preporučeni dnevni unos za odrasle 30 g, makrogljive čine nezamenjivu komponentu zdrave ishrane.

Tokom poslednje dve decenije, ispitivanje nutritivnih i bioaktivnih svojstava makrogljiva je postalo svojevrsan trend u nauci, pa su u skladu sa tim intenzivirana i proučavanja sakupljenih i komercijalno gajenih gljiva na teritoriji Srbije.

Istraživanja različitih istraživačkih grupa u Srbiji vođena tradicionalnim iskustvom naroda pokazala su da makrogljive zaista zaslužuju epitet funkcionalne hrane. Među samoniklim makrogljivama, najveću pažnju su privukle one vrste koje se najčešće i sakupljaju u prirodi i konzumiraju, kao što su: vrganji (*Boletus* spp.), lisičarka (*Cantharellus cibarius*), crna truba (*Craterellus cornucopioides*), mlečnice (*Lactarius* spp.), sunčanice (*Macrolepiota* spp.), puhare (*Calvatia gigantea* i dr.), šumsko pile (*Laetiporus sulphureus*), samonikli šampinjoni (*Agaricus* spp.), smrčci (*Morchella* spp.), bukovače (*Pleurotus* spp.), kao i tartufi. Od gajenih vrsta najčešći su šampinjoni (*Agaricus bisporus*), bukovače (*Pleurotus ostreatus*) i šiitake (*Lentinula edodes*).



Lisičarka



Šumsko pile



Bukovače

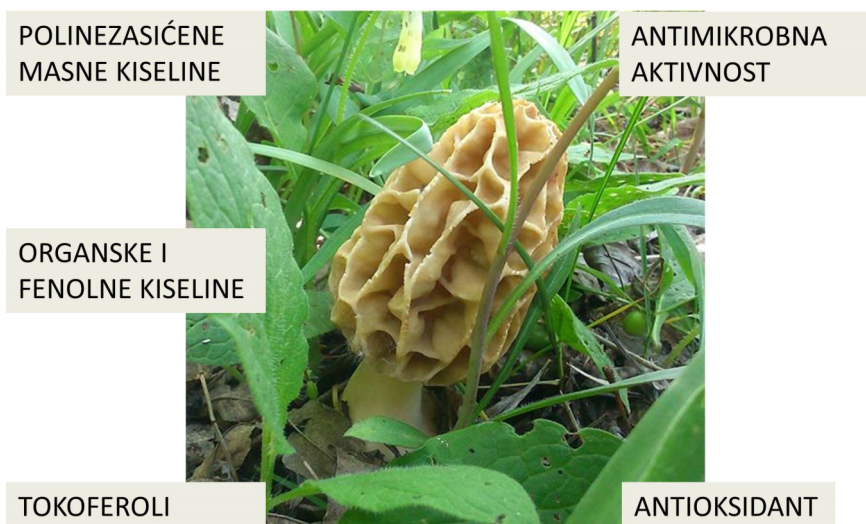


Šampinjoni

Slika 12. Neke od najčešće sakupljenih i konzumiranih vrsta makrogljiva u Srbiji.

Odabrani dobijeni rezultati sa najvećim potencijalom za formulaciju funkcionalne hrane će biti predstavljeni u daljem tekstu.

Ne tako česta makrogljiva, *Morchella conica* (rebrasti smrčak), pokazala je odličan antimikrobni i antioksidantni potencijal, što je dovedeno u vezu sa mnoštvom bioaktivnih molekula koji su istom prilikom u ovim gljivama i identifikovani, između ostalog α -tokoferol, hininska i protokatehinska kiselina i niz drugih. U slučaju *Morchella esculenta* (pravi smrčak) visok biološki kapacitet je doveden u vezu sa visokim sadržajem polinezasićenih masnih kiselina, organskih i fenolnih kiselina i tokoferola.



Slika 13. Smrčak, njegove dominantne komponente i neke od bioaktivnosti..

Delikatesni vrganj *Boletus aereus* je pokazao antioksidantni i antimikrobni kapacitet, a utvrđeno je da sadrži i visok procenat nezasićenih masnih kiselina, šećera trehaloze, ali i *p*-hidroksibenzoeve i *p*-kumarne kiseline. Još jedan predstavnik reda vrganja – *Suillus granulatus* (mlečna ovčarka) potvrdio je visok biološki kapacitet predstavnika ovog reda, a zahvaljujući niskom sadržaju masti i visokom procentu proteina i ugljenih hidrata može se smatrati kandidatom za funkcionalnu hranu.

Metanolni ekstrakt pripremljen od plodonosnog tela *Agrocybe aegerita* (jablanovača), prema istraživanjima u laboratoriji, perspektivan je kao antioksidant i antimikrobni agens, a naročito je efikasan u sprečavanju rasta patogene bakterije *Pseudomonas aeruginosa*. Sličan antioksidantni i antifungalni potencijal je potvrđen i za miceliju dobijenu iz plodonosnih tela *A. aegerita*.

Visok antioksidantni i antimikrobni potencijal je uočen i za različite jestive vrste roda *Agaricus* (šampinjona) sakupljene na različitim lokalitetima u Srbiji. Ipak, među testiranim vrstama, kao najperspektivnija funkcionalna hrana izdvojila se rudnjača, *A. campestris*, zahvaljujući niskoj kalorijskoj vrednosti, niskom sadržaju šećera uz visok procenat organskih, fenolnih kiselina i tokoferola. Uzorci vrsta *Agaricus bisporus*, gajeni šampinjon, i *Agaricus brasiliensis* (takođe gajena vrsta, ali ne u Srbiji) pokazali su se efikasnim antioksidantnim i antimikrobnim agensima u ispitivanjima.

Plodonosno telo *Laetiporus sulphureus* (šumsko pile), pored antimikrobne (veoma jake antiviralne) i antioksidantne aktivnosti, odlikuje i antitumorski potencijal zabeležen u laboratorijskim uslovima.

Više vrsta makrogljiva koristi se samo za pripremu čajeva ili tinktura. Takve su:

- ćuranov rep (*Trametes versicolor*), pomaže pri uklanjanju toksičnih materija, a poboljšava imunitet, energetska stanje i funkcionisanje jetre i slezine;

- gljiva dugovečnosti hrastova sjajnica (*Ganoderma lucidum*), koja se vekovima koristi u cilju poboljšanja imuniteta;

- *Piptoporus betulinus*, brezin kopitnjak, koristan u prevenciji slabog imuniteta, visokog krvnog pritiska, kao i kod mučnine;

- čaga *Inonotus obliquus*, kao i mnoge druge lignikolne vrste.

Prah (zrele spore) puhare *Calvatia gigantea*, kao i drugih vrsta puhara, vekovima se koristi kao koagulišući agens, a u novije vreme je dokazana njihova neuroprotektivna uloga, kao i pomoćna uloga u tretmanu Alchajmerove bolesti.

Ispitivana su antidijabetska svojstva šest vrsta gljiva u laboratorijskim uslovima. Najbolji efekat smanjenja aktivnosti enzima povezanih sa dijabetesom tipa 2 (α -amilaze i α -glukozidaze) pokazala je čaga – *I. obliquus*. Vrsta *Lactarius deterrimus*, smrekina mlečnica, u eksperimentima na životinjama pokazala se efikasnom u smanjenju oštećenja jetre, jedne od posledica dijabetesa, dok je *Lactarius piperatus*, paprena mlečnica, pokazala višestruke blagotvorne efekte na zdravlje korisnika.

Često konzumirane gljive sunčanice (*Macrolepiota* spp.) u Srbiji su takođe ispitane radi procene antioksidantne, antimikrobne i antitumorske aktivnosti. Utvrđeno je da tri ispitivane vrste *M. procera*, *M. rhacodes* i *M. mastoidea* u laboratorijskim uslovima inhibiraju rast medicinski značajnih patogenih mikroorganizama, ali i nekih tumorskih ćelijskih linija (uzročnika karcinoma dojke, pluća, grlića materice i jetre) uz izražen antioksidantni potencijal koji se ostvaruje zahvaljujući visokom sadržaju fenolnih i polinezasićenih masnih kiselina.

SUNČANICE



ANTIOKSIDANTI, ANTIMIKROBNA I
ANTITUMORSKA AKTIVNOST
LABORATORIJSKI DOKAZANA

Slika 14. Sunčanice.

Dobijeni rezultati istraživanja koja su uključivala ispitivanje vrsta, od kojih su neke intenzivno konzumirane kao hrana i čajevi, pokazali su moguću višestruku primenu ovih namirnica. Sa aspekta biološke aktivnosti (antioksidantni i antiproliferativni potencijal), među interesantnijim su se izdvojile različite vrste konzumnih gnojištarki *Coprinus comatus*, *C. truncorum* i *C. disseminatus*. Bela puževica (*Hygrophorus eburneus*) ima neuroprotektivni, antioksidantni, antimikrobni i citotoksični potencijal, dok crna truba (*Craterellus cornucopioides*) pokazuje antioksidantnu i antimikrobnu aktivnost.

Za guseničnu toljagicu (*Cordyceps militaris*), ćuranov rep i hrastovu sjajnicu je zabeležen povoljan uticaj na inflamatornu bolest creva.

Plodonosna tela gljiva, koja su formirana pod zemljom, vekovima su privlačila pažnju, a njihova skrivenost, neobična građa i intenzivan i neponovljiv miris, kao i verovanje da su afrodizijaci, znatno su povećali njihovu otkupnu cenu. Poslednjih decenija, tartufi su postali i predmet naučnih istraživanja, a naročito su u fokusu analize nutritivnih i bioaktivnih svojstava, kao i njihova moguća medicinska primena. Analiza tartufa poreklom iz zapadne Srbije, *Tuber aestivum* (letnji) i *T. magnatum* (beli), pokazala je antioksidantne, antiinflamatorne i citotoksične potencijale.



Slika 15. Letnji tartuf.

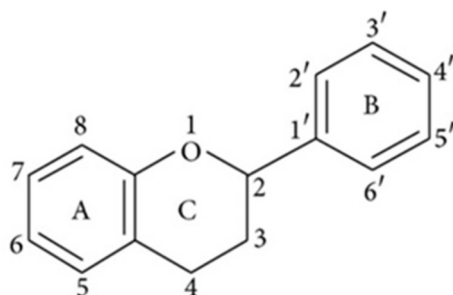
Tabela 2. Makrogljive koje imaju potencijal funkcionalnih namirnica

Vrsta	Biološki aktivna komponenta	Naučno potvrđen povoljan uticaj
<i>Agaricus bisporus</i> i <i>Agaricus brasiliensis</i>	Manitol, oksalna kiselina	Antioksidantna, antimikrobna aktivnost
<i>Agaricus bisporus</i> , <i>A. bitorquis</i> , <i>A. campestris</i> i <i>A. macrosporus</i>	Oksalna, jabučna kiselina	Antioksidantna, antimikrobna aktivnost
<i>Agaricus blazei</i>	Oksalna, jabučna kiselina, <i>p</i> -kumarna i cimetna kiselina	Antidijabetska aktivnost
<i>Agrocybe aegerita</i>	Trehaloza, γ - tokoferol, linoleinska kiselina	Antioksidantna, antimikrobna aktivnost
<i>Boletus aereus</i>	Trehaloza, nezasićene masne kiseline, <i>p</i> -hidroksibenzoeva kiselina	Antimikrobna, antioksidantna aktivnost
<i>Coprinus comatus</i>	Oksalna, hininska kiselina, <i>p</i> -hidroksibenzoeva kiselina	Antidijabetska aktivnost
<i>Cordyceps militaris</i>	Polisaharidi	Povoljno deluje na inflamatornu bolest creva
<i>Coriolus versicolor</i>	Polisaharidi	Povoljno deluje na inflamatornu bolest creva
<i>Ganoderma lucidum</i>	Polisaharidi	Povoljno deluje na inflamatornu bolest creva
<i>Inonotus obliquus</i>	Oksalna kiselina, galna i protokatehinska kiselina	Povoljno deluje na inflamatornu bolest creva
<i>Inonotus obliquus</i>	Terpenoidi, oksalna kiselina, galna i protokatehinska kiselina	Antidijabetska aktivnost
<i>Lactarius deterrimus</i>	β -glukani i polisaharidi	Antidijabetska aktivnost
<i>Laetiporus sulphureus</i>	Oksalna i limunska kiselina, cimetna i <i>p</i> -hidroksibenzoeva kiselina	Antioksidantna, antimikrobna, antitumorska aktivnost
<i>Macrolepiota mastoidea</i> , <i>M. rhacodes</i> i <i>M. procera</i>	<i>p</i> -hidroksibenzoeva i <i>p</i> -kumarna kiselina	Antimikrobna, antioksidantna, antitumorska aktivnost
<i>Morchella conica</i>	α -tokoferol, hininska kiselina, protokatehinska kiselina	Antimikrobna, antioksidantna aktivnost
<i>Morchella esculenta</i>	δ - tokoferol, oksalna kiselina, fumarna kiselina	Antioksidantna i antimikrobna aktivnost
<i>Suillus granulatus</i>	Manitol i trehaloza	Antioksidantna, antimikrobna aktivnost

Bioaktivni molekuli identifikovani u funkcionalnim namirnicama

Savremene hemijske analize su omogućile identifikaciju jedinjenja koja se smatraju odgovornim za niz bioloških aktivnosti prirodnih proizvoda. Zahvaljujući aktuelnosti teme, ekstrakti lekovitih/jestivih biljaka i makrogljiva su u velikoj meri okarakterisani po pitanju nutritivnih i bioaktivnih komponenti, a njihovi biološki potencijali u laboratorijskim uslovima u velikoj meri evaluirani. Ipak, kako je za aktuelnu primenu u medicini neophodna celokupna karakterizacija preparata na prirodnoj bazi, fokus istraživanja se prebacuje na analize kojima je to moguće i ostvariti.

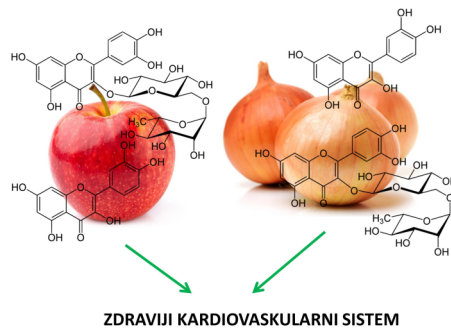
Značajna biološka aktivnost prirodnih proizvoda može se pripisati prisustvu flavonoida. Po hemijskom sastavu, ova jedinjenja pripadaju polifenolima. Flavonoidi su identifikovani u velikom broju biljaka gde imaju ulogu u davanju boje, ali i ukusa. Još tokom prve polovine 20. veka otpočelo je ispitivanje njihovih bioaktivnih svojstava, kao i mogućih blagotvornih efekata po ljudsko zdravlje. Nakon otkrića tzv. vitamina P u pomorandži, za koji se kasnije ispostavilo da nije vitamin, već flavonoid rutin, došlo je do povećanog interesovanja za ispitivanje sadržaja flavonoida i njihovih povoljnih svojstava u namirnicama/napicima koji se svakodnevno konzumiraju. Danas je brojnim istraživanjima pokazano da ova grupa jedinjenja ima izuzetan antioksidantni, antiinflamatorni i antimikrobni potencijal.



Slika 16. Osnovna struktura flavonoida.

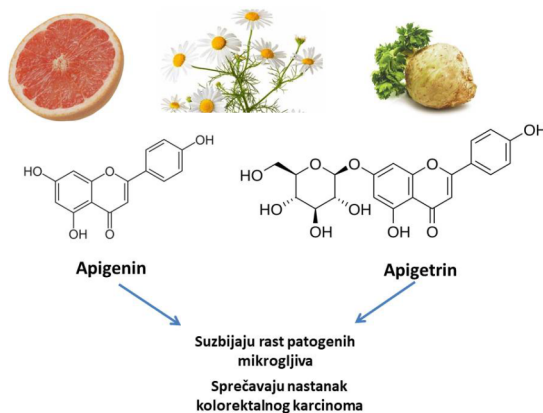
Značaj unosa flavonoida putem konzumiranja namirnica koje su njima bogate je zabeležen i kod smanjenja gojaznosti, koja je dostigla epidemiološke razmere tokom 21. veka. Ispitivanja uticaja različitih flavonoida na gojaznost, kao i štetne posledice po zdravlje koje prekomerna težina uzrokuje, pokazala su da npr. antocijani mogu pomoći u ovom problemu, ali ih je neophodno unositi u znatno većim količinama od one koja je preporučena na dnevnom nivou (> 2,5 mg/kg telesne težine).

Kvercetin i rutin su se pokazali nešto efikasnijim. Pomenuti flavonoidi sa pozitivnim zdravstvenim efektima su do sada u znatnoj količini identifikovani u brojnim namirnicama, uključujući **crni luk**, **jabuke** i **zeleni čaj**. Za smanjenje telesne težine, prema naučnim istraživanjima, neophodno je unositi i epigalokatehin galat, flavonoid iz zelenog čaja. Biološki potencijal pomenutih jedinjenja je i naučno dokazan na životinjskim modelima; visok sadržaj flavonoida u namirnicama doprinosi regulaciji hipertenzije, hiperlipidemije i dijabetesa, a povoljno deluje na regulaciju telesne težine eksperimentalnih životinja, što nije u potpunosti potvrđeno u studijama koje su uključivale humane dobrovoljce.



Slika 17. Hemijska struktura flavonoida rutina i kvercetina.

Uporedna analiza flavonoida apigenina i apigetrina je pokazala da oba testirana jedinjenja u laboratorijskim uslovima imaju inhibitorni efekat na rast patogenih gljiva roda *Candida*, ali i sprečavaju nastanak karcinoma debelog creva, što je pokazano na ćelijskim linijama u laboratorijskim uslovima.



Slika 18. Flavonoidi apigenin i apigetrin i deo njihovog biološkog potencijala.

Pored flavonoida, biljni steroli takođe mogu imati povoljne zdravstvene efekte. Tako, zbog strukturne sličnosti sa holesterolom, prilikom apsorpcije hrane u digestivnom sistemu fitosteroli ulaze u kompetitivni odnos sa njim, čime smanjuju apsorpciju holesterola i posledično i njegov nivo u krvnoj plazmi. Radi maksimalnog učinka hranu bogatu fitosterolima (biljna ulja, orašasti plodovi) treba uzimati kao deo redovnih obroka.

Supstance poput polifenola, resveratrola i kurkumina mogu pomoći kod inflamatorne bolesti creva, dok rutin, kafena i *p*-kumarna kiselina imaju odličan antimikrobni i antioksidantni potencijal.

Makrogljive su u poređenju sa biljkama u manjoj meri ispitane u cilju eksploatacije bioaktivnih terapeutika u formi pojedinačnih molekula. Šumsko pile (*Laetiporus sulphureus*) je izvor **lektina**, proteina koji se vezuju za šećere. U studiji na zebrići (*Danio rerio*), organizmu koji se smatra pretkliničkim animalnim modelom, lektin je pokazao odličnu antitumorsku aktivnost zahvaljujući sprečavanju neovaskularizacije tumorskog tkiva, ali i njegovog rasta i metastaziranja. Kliničke studije na ljudima su naredni korak kako bi se ovaj molekul detaljnije ispitao u cilju određivanja njegovog punog terapijskog potencijala i bezbednosti za primenu u terapiji. Lektin dobijen iz bukovače (*Pleurotus ostreatus*) ispoljava antitumorsku i antiinflamatornu aktivnost, ali i poboljšava imunitet, što je za sada potvrđeno studijama na miševima; za lektine iz šampinjona (*Agaricus bisporus*) je do sada u laboratorijskim uslovima utvrđena antitumorska aktivnost. Lektin iz delikatesne vrste makrogljiva, sunčanice (*Macrolepiota procera*) se može iskoristiti u sprečavanju parazitskih bolesti.

Polisaharidi lisičarke (*Cantharellus cibarius*) ispoljavaju antioksidantnu, antiproliferativnu i neuroprotektivnu aktivnost, dok bukovača (*Pleurotus ostreatus*) poseduje kako **peptide**, koji mogu sprečiti prekomeran rast patogenih mikrogljiva, tako i molekul **lovastatin**, koji je već farmaceutski eksploatisan u cilju snižavanja nivoa holesterola u krvi.

Tabela 3. Biološki aktivni molekuli i njihov uticaj na zdravlje ljudi

Biološki aktivna komponenta	Gde se može naći	Naučno potvrđen povoljan uticaj
Apigenin	Grejpfrut, pomorandže, luk, kamilica	Antifungalno i antikancerogeno dejstvo
Apigetrin	Celer, anis, kamilica	Antifungalno i antikancerogeno dejstvo
β -glukan	Pšenica, ječam	Smanjuje nivo LDL holesterola
Biljni steroli i stanoli	Biljna ulja, orašasti plodovi	Smanjuju nivo LDL holesterola
Kafena kiselina	Pirinač, maslinovo ulje	Antimikrobno dejstvo, antioksidant
Kurkumin	Kurkuma (kari)	Povoljno deluje na inflamatornu bolest creva
Kvercetin	Luk, jabuke	Pomaže kod hipertenzije, hiperlipidemije i dijabetesa
<i>p</i> -kumarna kiselina	Kikiriki, šargarepa	Antimikrobno dejstvo, antioksidant
Polifenoli	Jabuke	Povoljno deluju na inflamatornu bolest creva
Polikožanol	Pšenica, zeleni čaj, grožđe	Smanjuje nivo LDL holesterola
Resveratrol	Grožđe	Povoljno deluje na inflamatornu bolest creva
Rutin	Luk, jabuke	Pomaže kod hipertenzije, hiperlipidemije, dijabetesa, antimikrobno dejstvo, antioksidant
	Šumsko pile	Antitumorsko dejstvo
Lektini	Bukovača	Antitumorsko, antiinflamatorno dejstvo, poboljšava imunitet
	Šampinjon	Antitumorsko dejstvo
	Sunčanica	Antiparazitarno dejstvo
Polisaharidi	Lisičarka	Antioksidant, antiproliferativna i neuroprotektivna aktivnost
Peptid pleurostrin	Bukovača	Antifungalna aktivnost
Lovastatin		Snižava nivo holesterola
Glikopeptid	Hrastova sjajnica	Antitumorska aktivnost
Ganodermin		Antifungalna aktivnost
Glukani	Ćuranov rep	Antioksidant, antivirusna, antitumorska aktivnost

Poruka za kraj

Imajući u vidu da je određen procenat bioloških aktivnosti i potencijalnog blagotvornog učinka prirodnih produkata na zdravlje čoveka ustanovljen za sada uglavnom primenom laboratorijskog, takozvanog *in vitro* ispitivanja, potrebno je primenljivost dobijenih rezultata u praksi proveriti korišćenjem *in vivo* metoda (na eksperimentalnim životinjama), kao i u kliničkim ispitivanjima. Kako se troškovi izvođenja ovih ispitivanja mere godinama i milijardama dolara po odobrenom leku (samo 10% od ukupnog broja testiranih jedinjenja prođe sve faze), kriterijumi za selekciju onih koji će uopšte ući u ovu trku su veoma visoki. U Srbiji je veoma mali broj podataka proveren studijama na životinjama, a o kliničkim ispitivanjima prirodnih produkata postoji malo podataka. Ipak, namirnice navedene u ovom priručniku, iako uglavnom bez klinički dokazanog efekta na ljudima, mogu poslužiti kao inspiracija za promenu životnih navika, pre svega za zdraviju ishranu. Nadamo se da će vas podaci o povećanju učestalosti nekih od najčešćih bolesti današnjice, poput dijabetesa, pokrenuti na neke životne promene. Upravo kod ovakvih bolesti ključ je u prevenciji, odnosno sprečavanju njenog nastanka, a u tome bitnu ulogu igra ishrana raznovrsnim namirnicama prirodnog porekla.

Literatura

Al Mijan, M., Ou Lim, B. (2018). Diets, functional foods, and nutraceuticals as alternative therapies for inflammatory bowel disease: Present status and future trends. *World Journal of Gastroenterology*, 24(25): 2673-2685.

Beara, I.N., Lesjak, M.M., Cetojević-Simin, D.D., Marjanović, Z.S., Ristić, J.D., Mrkonjić, Z.O., Mimica-Dukić, N.M. (2014). Phenolic profile, antioxidant, anti-inflammatory and cytotoxic activities of black (*Tuber aestivum* Vittad.) and white (*Tuber magnatum* Pico) truffles. *Food Chemistry*, 15(165): 460-466.

Beidokhti, M.N., Jäger, A.K. (2017). Review of antidiabetic fruits, vegetables, beverages, oils and spices commonly consumed in the diet. *Journal of Ethnopharmacology*, 6(201): 26-41.

Blessington, T., Nzaramba, M.N., Scheuring, D., Hale, A., Reddivari, L., Miller, J.C. (2010). Cooking Methods and Storage Treatments of Potato: Effects on Carotenoids, Antioxidant Activity, and Phenolics. *American Journal of Potato Research*, 87: 479–491.

Brown, L., Poudyal, H., Panchal, S.K. (2015). Functional foods as potential therapeutic options for metabolic syndrome. *Obesity reviews*, 16: 914–941.

Chang, S., Miles, G.P. (2004). *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effects and Environmental Impact* (p. 436). Boca Raton, FL: CRC Press.

Ćilerdžić, J., Stajić, M., Vukojević, J., Milovanović, I., Muzgonja, N. (2015). Antioxidant and antifungal potential of *Pleurotus ostreatus* and *Agrocybe cylindracea* basidiocarps and mycelia. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 16(2): 179-186.

Ćirić, A., Kruljević, I., Stojković, D., Fernandes, Â., Barros, L., Calhelha, R., Ferreira, I., Soković, M., Glamočlija, J. (2019). Comparative investigation on edible mushrooms *Macrolepiota mastoidea*, *M. rhacodes* and *M. procera*: functional foods with diverse biological activities. *Food & Function*, 10, 12: 7678-7686

Demographic Yearbook (PDF). stat.gov.rs. Belgrade: Statistical Office of the Republic of Serbia. 2019.

Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., & Patil, R. T. (2012). Dietary fibre in foods: a review. *Journal of food science and technology*, 49(3): 255–266.

Ferreira, I., Heleno, S., Reis, F., Stojković, D., Queiroz, M.J., Vasconcelos H., Soković, M. (2015). Chemical features of *Ganoderma* polysaccharides with antioxidant, antitumor and antimicrobial activities.

Phytochemistry, 114: 38-55.

Glamočlija, J., Ćirić, A., Nikolić, M., Fernandes, A., Barros, L., Calhelha, R., Ferreira, I., Soković, M., van Griensven, L. (2015). Chemical characterization and biological activity of Chaga (*Inonotus obliquus*), a medicinal "mushroom". *Journal of Ethnopharmacology*, 13(162): 323-332.

Glamočlija, J., Stojković, D., Nikolić, M., Ćirić, A., Reis, F., Barros, L., Ferreira, I., Soković, M. (2015). A comparative study on edible *Agaricus* mushrooms as functional foods. *Food & Function*, 6(6): 1900-1910.

Hadžić, I., Vukojević, J. (2008). *Ilustrovani rečnik sveta gljiva*. Blaženčić, J., Nikšić, M. (Eds), NNK Internacional.

Hasler, C. (2002). Functional foods: benefits, concerns and challenges—a position paper from the American council on science and health. *Journal of Nutrition*, 132: 3772–3781.

Heleno, S., Stojković, D., Barros, L., Glamočlija, J., Soković, M., Martins, A., Queiroz, M. J., Ferreira, I. (2013). A comparative study of chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of *Morchella esculenta* (L.) Pers. from Portugal and Serbia. *Food Research International*, 51(1): 236-243.

Heydarpour F., Hemati N., Hadi A., Moradi S., Mohammadi E., Farzaei M.H. (2020). Effects of cinnamon on controlling metabolic parameters of polycystic ovary syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Ethnopharmacology*, 23(254): 112741.

Ivanov M. 2019. *Mehanizmi delovanja odabranih flavonoida, terpena i nitratnih estara heterocikličnih jedinjenja na izolate Candida albicans iz usne duplje čoveka*. Doktorska disertacija.

Jarić, S., Mačukanović-Jocić, M., Popović, Z., Đurđević, L., Mijatović, M., Karadžić, B., Mitrović, M., Pavlović, P. (2007). An ethnobotanical study on the usage of wild medicinal herbs from Kopaonik Mountain (Central Serbia). *Journal of Ethnopharmacology*, 111(1): 160-175.

Jovičić A. (2015). Healthy eating habits among the population of Serbia: gender and age differences. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 33(1): 76–84.

Karaman, M., Atlagić, K., Novaković, A., Šibul, F., Živić, M., Stevanović, K., Pejin, B. (2019). Fatty Acids Predominantly Affect Anti-Hydroxyl Radical Activity and FRAP Value: The Case Study of Two Edible Mushrooms. *Antioxidants (Basel)*, 12;8(10): 480.

Koehler, P., Cornely, O.A., Böttiger, B.W., i sar. (2020). COVID-19–associated pulmonary aspergillosis. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 202(1): 132–135.

Kosanić, M., Ranković, B., Stanojković, T., Radović-Jakovljević, M., Ćirić, A., Grujičić, D., Milošević-Đorđević, O. (2019). *Craterellus cornucopioides* Edible Mushroom as Source of Biologically Active Compounds. *Natural Product Communications*, 14.

Kosanić, M., Petrović, N., Milošević-Đorđević, O., Grujičić, D., Tubić, J., Marković, A., Stanojković, T.P. (2020). The Health Promoting Effects of the Fruiting Bodies Extract of the Peppery Milk Cap Mushroom *Lactarius piperatus* (Agaricomycetes) from Serbia. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 22(4): 347-357.

Kosanić, M.M., Šeklić, D.S., Jovanović, M.M., Petrović, N.N., Marković, S. D. (2020). *Hygrophorus eburneus*, edible mushroom, a promising natural bioactive agent. *EXCLI journal*, 19: 442–457.

Liu, J., Willfor, S., Xu, C. (2015). A review of bioactive plant polysaccharides: Biological activities, functionalization, and biomedical applications. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 5(1): 31-61.

Ma, G., Yang, W., Zhao, L., Pei, F., Fang, D., Hu, Q. (2018). A critical review on the health promoting effects of mushrooms nutraceuticals. *Food Science and Human Wellness*, 7: 125–133.

Matejić, J., Stefanović, N., Ivković, M., Živanović, N., Marin, P., Džamić, A. (2020). Traditional uses of autochthonous medicinal and ritual plants and other remedies for health in Eastern and South-Eastern Serbia. *Journal of Ethnopharmacology*, 261: 113186.

Michalska, A., Łysiak, G. (2015). Bioactive compounds of blueberries: post-harvest factors influencing the nutritional value of products. *International Journal of Molecular Sciences*, 10;16(8):18642-18663.

Mihailović, M., Uskoković, A., Arambašić-Jovanović, J., Grdović, N., Dinić, S., Poznanović, G., Franić, A., Đorđević, M., Vidaković, M. (2020). Treatment of streptozotocin-induced diabetic rats with *Castanea sativa* and *Lactarius deterrimus* extracts decreases liver damage by initiating activation of the Akt prosurvival kinase. *Archives of Biological Sciences*, 72(2): 233-242.

Miletić, I., Šobajić, S., Đorđević, B. (2008). Funkcionalna hrana – uloga u unapređenju zdravlja. *JMB*, 27(3): 367–370.

Mirkov, I., Stojković, D., Aleksandrov, A.P., Ivanov, M., Kostić, M., Glamočlija, J., Soković, M. (2020). Plant extracts and isolated compounds reduce parameters of oxidative stress induced by heavy metals: An up-to-date review on animal studies. *Current Pharmaceutical Design*, 26(16): 1799-1815.

Montero, M.M., López Montesinos, I., Knobel, H., Molas, E., Sorlí, L., Siverio-Parés, A., Prim, N., Segura, C., Duran-Jordà, X., Grau, S., & Horcijada

J. P. (2020). Risk factors for mortality among patients with *Pseudomonas aeruginosa* bloodstream infections: what is the influence of XDR phenotype on outcomes? *Journal of clinical medicine*, 9(2): 514.

Natić, M., Pavlović, A., Bosco, F., Stanisavljević, N., Dabić-Zagorac, D., Akšić, M. F., Papetti, A. (2019). Nutraceutical properties and phytochemical characterization of wild Serbian fruits. *European Food Research and Technology*, 245(2): 469-478.

Novaković, A., Karaman, M., Kaišarević, S., Belović, M., Radusin, T., Beribaka, M., Ilić, N. (2016). *Coprinellus disseminatus* (Pers.) J.E. Lange 1938: *in vitro* antioxidant and antiproliferative effects. *Food and Feed Research*, 43(2): 93-101.

O'Kennedy, N., Raederstorff, D., Duttaroy, A.K. (2017). Fruitflow®: the first European food safety authority-approved natural cardio-protective functional ingredient. *European journal of nutrition*, 56(2): 461–482.

Özen, A.E., Bibiloni, Mdel M, Pons, A., Tur, J.A. (2014). Consumption of functional foods in Europe; a systematic review. *Nutrición Hospitalaria*, 29(3): 470-447.

Pereira J.A., Oliveira I., Sousa A., Ferreira I., Bento A., Estevinho L. (2008). Bioactive properties and chemical composition of six walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. *Food and Chemical Toxicology*, 46(6): 2103-2111.

Petrović J. (2018). Biološki potencijal i analiza metabolita jestivih i lekovitih gljiva iz rodova *Agrocybe*, *Laetiporus*, *Pleurotus* i *Polyporus* sa teritorije Srbije. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet.

Petrović, J., Glamočlija, J., Ilić-Tomić, T., Soković, M., Robajac, D., Nedić, O., Pavić, A. (2020). Lectin from *Laetiporus sulphureus* effectively inhibits angiogenesis and tumor development in the zebrafish xenograft models of colorectal carcinoma and melanoma. *International Journal of Biological Macromolecules*, 1(148): 129-139.

Petrović, J., Glamočlija, J., Stojković, D., Ćirić, A., Barros, L., Ferreira, I., Soković, M. (2015). Nutritional value, chemical composition, antioxidant activity and enrichment of cream cheese with chestnut mushroom *Agrocybe aegerita* (Brig.) Sing. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 52(10): 6711-6718.

Petrović, J., Glamočlija, J., Stojković, D., Nikolić, M., Ćirić, A., Fernandes, A., Ferreira, I., Soković, M. (2014). Bioactive composition, antimicrobial activities and the influence of *Agrocybe aegerita* (Brig.) Sing on certain quorum-sensing-regulated functions and biofilm formation by *Pseudomonas aeruginosa*. *Food & Function*, 5(12): 3296-3303.

Petrović, J., Stojković, D., Reis, F., Barros, L., Glamočlija, J., Ćirić, A., Ferreira, I., Soković, M. (2014). Study on chemical, bioactive and food preserving properties of *Laetiporus sulphureus* (Bull.: Fr.) Murr. Food & Function, 2014, 5(7): 1441-1451.

Petrović, P., Vunduk, J., Klaus, A., Carević, M., Petković, M., Vuković, N., Cvetković, A., Žižak, Ž.S., Bugarski, B. (2019). From mycelium to spores: A whole circle of biological potency of mosaic puffball. South African Journal of Botany, 123: 152-160.

Poli, A., Barbagallo, C.M., Cicero, A.F.G., i sar. (2018). Nutraceuticals and functional foods for the control of plasma cholesterol levels. An intersociety position paper. Pharmacological Research, 134: 51–60.

Prasad, S., Tyagi, A. (2015). Ginger and its constituents: role in prevention and treatment of gastrointestinal cancer. Gastroenterology Research and Practice, Article ID 142979.

Radovanović, B., Mladenović, J., Radovanović, A., Pavlović, R., Nikolić V. (2015). Phenolic composition, antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of *Allium porrum* L. (Serbia) extracts. Journal of Food and Nutrition Research, 3(9): 564-569.

Reis, F., Stojković, D., Barros, L., Glamočlija, J., Ćirić, A., Soković, M., Martins, A., Vasconcelos, H., Morales, P., Ferreira, I. (2014). Can *Suillus granulatus* (L.) Roussel be classified as a functional food? Food & Function, 5(11): 2861-2869.

Ribeiro, A.P.B., Grimaldi, R., Gioielli, L.A., Gonçalves, L.A. (2009). Zero trans fats from soybean 542 oil and fully hydrogenated soybean oil: physico-chemical properties and food applications. Food Research International, 42: 401–410.

Saeedi, P., Petersohn, I., Salpea, P., Malanda, B., Karuranga, S., Unwin, N., Colagiuri, S., Guariguata, L., Motala, A.A., Ogurtsova, K., Shaw, J.E., Bright, D., Williams, R. IDF Diabetes Atlas Committee. (2019). Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. Diabetes Research and Clinical Practice, 157: 107843.

Šavikin, K., Zdunić, G., Menković, N., Živković, J., Ćujić, N., Tereščenko, M., Bigović, D. (2013). Ethnobotanical study on traditional use of medicinal plants in South-Western Serbia, Zlatibor district. Journal of Ethnopharmacology, 19;146(3): 803-810.

Sekulić, M., Vasiljević, D., Radević, S., Đonović, N. (2017). Socioeconomic inequalities in overweight and obesity in Serbia: data from 2013 national health survey. Frontiers in Pharmacology, 8: 967.

Sikand, G., Kris-Etherton, P., Boulos, N.M. (2015). Impact of functional foods on prevention of cardiovascular disease and diabetes. *Current Cardiology Reports*, 17: 39.

Simopoulos, A.P. (1999). Essential fatty acids in health and chronic disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70(3 Suppl): 560S-569S.

Singh, R., Kaur, N., Shri, R., Singh, A., Dhingra, G.S. (2020). Proximate composition and element contents of selected species of *Ganoderma* with reference to dietary intakes. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192.

Singh, S.S., Wang, H., Chan, Y.S., Pan, W., Dan, X., Yin, C.M., Akkouch, O., Ng, T.B. (2014). Lectins from edible mushrooms. *Molecules*, 20(1): 446–469.

Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T., Sochor, J. (2015). Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(10): 24673-24706.

Smiljković, M., Kostić, M., Stojković, D., Glamočlija, J., Soković, M. (2019). Could flavonoids compete with synthetic azoles in diminishing *Candida albicans* infections? A comparative review based on *in vitro* studies. *Current Medicinal Chemistry*, 26(14): 2536-2554.

Smiljković, M., Stanisavljević, D., Stojković, D., Petrović, I., Marjanović Vićentić, J., Popović, J., Golič Grdadolnik, S., Marković, D., Sanković-Babić, S., Glamočlija, J., Stevanović, M., Soković, M. (2017). Apigenin-7-O-glucoside versus apigenin: insight into the modes of anticandidal and cytotoxic actions, *EXCLI journal*, 16: 795-807.

Sokovic, M., Ćirić, A., Glamočlija, J., Stojković, D. (2017). The bioactive properties of mushrooms, In *Wild plants, mushrooms and nuts* (Eds. Ferreira, I.C.F.R., Morales, P., Barros, L.), John Wiley and Sons, United Kingdom.

Stajić M. (2015). Nutritivna svojstva i medicinski potencijal makromiceta. Univerzitet u Beogradu – Biološki fakultet.

Stojanović, Ž., Dragutinović-Mitrović, R., Ognjanov, G. (2013). Functional food market development in Serbia: motivations and barriers. *Industrija*, 41(3): 25-38.

Stojković, D., Jevremović, K., Smiljković, M., Živković, J., Soković, M. (2018). Inhibition of microbial biofilm formation by *Cydonia oblonga* Mill. fruit peel and leaf ethanolic extracts. *Lekovite sirovine*, 38: 58-61.

Stojković, D., Petrović, J., Soković, M., Glamočlija, J., Kukić-Marković, J., Petrović, S. (2013). *In situ* antioxidant and antimicrobial activities of naturally occurring caffeic acid, *p*-coumaric acid and rutin, using food systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(13): 3205-3208.

Stojković, D., Reis, F., Ćirić, A., Barros, L., Glamočlija, J., Ferreira, I., Soković, M. (2015). *Boletus aereus* growing wild in Serbia: chemical profile, *in vitro* biological activities, inactivation and growth control of food-poisoning bacteria in meat. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 52(11): 7385-7392.

Stojković, D., Reis, F., Glamočlija, J., Ćirić, A., Barros, L., Van Griensven, L., Ferreira, I., Soković, M. (2014). Cultivated strains of *Agaricus bisporus* and *A. brasiliensis*: chemical characterization and evaluation of antioxidant and antimicrobial properties for the final healthy product – natural preservatives in yoghurt. *Food & Function*, 5(7): 1602-1612.

Stojković, D., Smiljković, M., Ćirić, A., Glamočlija, J., van Griensven, L., Ferreira, I.C.F.R., Soković, M. (2019). An insight into antidiabetic properties of six medicinal and edible mushrooms: Inhibition of α -amylase and α -glucosidase linked to type-2 diabetes. *South African Journal of Botany*, 120: 100-103.

Stojković, D., Smiljković, M., Kostić, M., Soković, M. (2018). Root vegetables as a source of biologically active agents – lesson from soil, Chapter 1 In: “Phytochemicals in Vegetables: a valuable source of bioactive compounds”, Eds. Spyridon A. Petropoulos, Isabel C.F.R. Ferreira, Lillian Barros, Bentham Science Publishers Ltd.

Stojković, D., Smiljković, M., Nikolić, M., Živković, J., Soković, M. (2018). Sensitivity of multiresistant bacteria and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* to ethanolic root extract of *Raphanus sativus*. *Lekovite sirovine*, 38: 35-38.

Tešanović, K., Pejin, B., Šibul, F., Matavulj, M., Rašeta, M., Janjušević, L., Karaman, M. (2017). A comparative overview of antioxidative properties and phenolic profiles of different fungal origins: fruiting bodies and submerged cultures of *Coprinus comatus* and *Coprinellus truncorum*. *Journal of Food Science and Technology*, 54(2): 430-438.

Thu, Z. M., Myo, K. K., Aung, H. T., Clericuzio, M., Armijos, C., Vidari, G. (2020). Bioactive Phytochemical Constituents of Wild Edible Mushrooms from Southeast Asia. *Molecules*, 25(8): 1972.

Veličković, I., Žižak, Ž., Rajčević, N., Ivanov, M., Soković, M., Marin, P., Grujić, S. (2020). Examination of the polyphenol content and bioactivities of *Prunus spinosa* L. fruit extract. *Archives of biological sciences*, 72(01): 105-115.

Vieira, V., Fernandes, Â., Barros, L., Glamočlija, J., Ćirić, A., Stojković, D., Martins, A., Soković, M., Ferreira, I. (2016). Wild *Morchella conica* Pers. from different origins: a comparative study of nutritional and bioactive

properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(1): 90-98.

Vunduk, J., Klaus, A., Kozarski, M., Petrović, P., Žižak, Ž., Nikšić, M., & Griensven, L.V. (2015). Did the Iceman Know Better? Screening of the Medicinal Properties of the Birch Polypore Medicinal Mushroom, *Piptoporus betulinus* (Higher Basidiomycetes). *International journal of medicinal mushrooms*, 17 12, 1113-25 .

Vunduk, J., Wan-Mohtar, W., Mohamad S., Halim, N., Dzomir, A., Žižak, Ž., Klaus, A. (2019). Polysaccharides of *Pleurotus flabellatus* strain Mynuk produced by submerged fermentation as a promising novel tool against adhesion and biofilm formation of foodborne pathogens. *LWT- Food Science and Technology*, 112: 108221.

Živković, J., Ilić, M., Šavikin, K., Zdunić, G., Ilić, A., Stojković, D. (2020). Traditional use of medicinal plants in South-Eastern Serbia (Pčinja district): ethnopharmacological investigation on the current status and comparison with half a century old data. *Frontiers in pharmacology*, 11, 1020.

Zlatković, B.K., Bogosavljević, S.S., Radivojević, A.R., Pavlović, M.A. (2015). Traditional use of the native medicinal plant resource of Mt. Rtanj (Eastern Serbia): ethnobotanical evaluation and comparison. *Journal of Ethnopharmacology*, 151(1): 704-713.

Zotte, A.D., Szendro, Z. (2011). The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science* 88: 319–331.

Biografije autora, članova Mikološke laboratorije, Odeljenja za fiziologiju biljaka Instituta za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ – Instituta od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju



Dr Marija Ivanov doktorirala na Biološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu 2019. godine. Autor/koautor je više od 30 radova objavljenih u međunarodnim naučnim časopisima. Dobitnica je više stipendija za učešće na međunarodnim konferencijama i istraživačke boravke na različitim evropskim institutima, poput Univerziteta u Lozani i Hemijskog instituta u Ljubljani.



Dr Jovana Petrović je naučni saradnik, čiji dosadašnji naučnoistraživački rad obuhvata multidisciplinarna istraživanja iz područja eksperimentalne mikologije i botanike. Trenutna bibliografija obuhvata ukupno 33 bibliografske jedinice, a vrednost h-indeksa u SCOPUS bazi podataka iznosi 12. Aktivno učestvuje u realizaciji jedne doktorske disertacije i član je nekoliko međunarodnih udruženja.



Dejan Stojković je kao prvi autor/koautor objavio preko 100 bibliografskih jedinica u časopisima od međunarodnog i nacionalnog značaja, pod afilijacijom IBISS-a. Recenzent je i član uređivačkih odbora u više međunarodnih časopisa. Radovi Dejana Stojkovića su prema bazi SCOPUS do sada citirani preko 1100 puta, a vrednost njegovog h-indeksa u istoj bazi podataka iznosi 18.



Marina Kostić završila je osnovne i master studije na Biološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu i trenutno je na doktorskim studijama. Autor je i koautor brojnih naučnih radova iz oblasti biološke aktivnosti prirodnih produkata. Član je Udruženja mikrobiologa Srbije, Biohemijskog društva Srbije i Mikološkog društva Srbije.



Dr Ana Ćirić je viši naučni saradnik. Učestvovala je na četiri projekta finansirana od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i osam međunarodnih projekata. Tokom studija bila je na Farmaceutskom fakultetu Univerziteta u Atini, na Odseku za farmakognoziju, tokom 2002, 2003 i 2005. godine. Dr Ana Ćirić je publikovala 241 naučni rad u međunarodnim časopisima. Njeni radovi su citirani preko 2000 puta, a h-indeks je 25, odnosno 23 bez autocitata za 2020. godinu. Recenzirala je preko 30 naučnih radova, kao i jedan projekat.



Dr Jasmina Glamočlija je naučni savetnik i njena istraživanja usmerena su na raznovrsnost makromiceta i ulogu različitih ekoloških grupa gljiva u ekosistemima. Učestvovala je u 15 nacionalnih i međunarodnih projekata, a trenutno je uključena u realizaciju 3 projekata. Objavila je 200 radova u međunarodnim časopisima, sa preko 2000 citata (h-indeks 23). Recenzent je 50 radova iz 15 različitih međunarodnih časopisa, tri knjige, kao i učesnik u izradi i komisiji 8 doktorskih disertacija i velikog broja master radova. Prema referentnim podacima Google Scholar iz februara 2019. godine, dr Glamočlija se trenutno nalazi na listi 100 najcitiranih naučnika u Srbiji.



Dr Marina Soković je naučni savetnik i rukovodilac tima Mikološke laboratorije u okviru Odeljenja za biljnu fiziologiju. Ima ogromno iskustvo u oblasti istraživanja biološke aktivnosti prirodnih proizvoda, pre svega aktivnosti koje se odnose na antimikrobno dejstvo. Predavač je na Biološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na smeru Sistematika i filogenija biljaka u okviru doktorskih studija. Rukovodila je izradom 3 magistarska rada, 7 doktorskih disertacija, i trenutno učestvuje u izradi 3 doktorske teze. Bila je rukovodilac na nekoliko međunarodnih projekata. Objavila je više od 300 radova u međunarodnim časopisima sa SCI liste i više od 140 domaćih i inostranih saopštenja.

CIP- Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије

612.39

613.2

FUNKCIONALNA hrana 21. veka : prirodni proizvodi iz perspektive naučnika / Marija Ivanov ... [et al.]. - Beograd : Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“, 2020. (Beograd : SWA TIM). - 39 str. :

ilustr. ; 25 cm

Slike autora. - Tiraž 200. - Biografije autora članova Mikološke laboratorije, Odeljenja za fiziologiju biljaka, Instituta za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ Instituta od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju: str. 38-39. - Bibliografija: str. 30-37.

ISBN 978-86-80335-13-1

1. Иванов, Марија, 1989- [аутор]

а) Исхрана б) Храна - Здравље

COBISS.SR-ID 24791561

www.ibiss.bg.ac.rs

ISBN: 978-86-80335-13-1