

## Ljekovita svojstva gljiva

### Sažetak

Cilj ovog rada je dati pregledan prikaz ljekovitih svojstava nekih vrsta gljiva. Prikazane vrste gljiva sistematski pripadaju razredu Basidiomycetes, a prema načinu ishrane su saprotrofi te su izuzetno pogodne za uzgoj. Također, neke od vrsta spomenutih u ovom radu rastu na prirodnim staništima diljem Hrvatske. Danas su gljive popularna vrijedna hrana, jer imaju nisku kalorijsku vrijednost, siromašne su ugljikohidratima, mastima i natriju te ne sadrže kolesterol. Gljive sadrže važne hranjive tvari, uključujući selen, kalij, riboflavin, niacin, vitamin D, proteine i vlakna. Brojna istraživanja ukazuju blagotvorne učinke na zdravlje i liječenje nekih bolesti gljivama, kao što su prevencija ili liječenje Parkinsonove i Alzheimerove bolesti, hipertenzije i visokog rizika od moždanog udara. Također se koriste za smanjenje vjerojatnosti pojave raka i metastaza. Gljive djeluju antibakterijski, snižuju kolesterol i jačaju imunološki sustav te su važan izvori bioaktivnih spojeva.

**Ključne riječi:** Basidiomycetes, gljive, hrana, ljekovitost

### Uvod

Gljive su sveprisutni i jedan od najprilagodljivijih oblika živih organizama. Rasprostranjene su u svim ekosustavima, od geotermalnih izvora preko mora i oceana, suhih predjela pa sve do ljudskog tijela. Neke vrste mogu se promatrati isključivo mikroskopom (niže gljive), dok se druge vrste često zbog svoje veličine koriste kao glavna namirnica u kulinarstvu (više gljive). Poznato je da gljive mogu rasti na različitim nadmorskim visinama te da podnose visoke temperature kao i tlak zraka (Georgiev, 2009.). Dugo vremena su gljive smatrane biljkama što se još i danas ogleđa u činjenici da brojni znanstvenici koji se bave proučavanjem gljiva rade u botaničkim institutima. Za razliku od biljaka, gljive nemaju klorofil pa ne mogu vršiti proces fotosinteze te na taj način sintetizirati organske molekule i oslobađati kisik. Gljive su heterotrofni organizmi, što znači da uzimaju organske tvari iz prirode, po potrebi ih razgrađuju do jednostavnijih molekula i ugrađuju u svoje spojeve, a kao nusprodukt otpuštaju CO<sub>2</sub> (Božac, 2007.). Prema načinu života gljive se dijele na saprotrofe, parazite i simbionte. Saprotrofi rastu na mrtvoj organskoj tvari, paraziti žive na račun drugog živog organizma iz kojeg crpe gotove asimilate, a simbionti žive u simbiozi s korijenjem biljaka od kojeg uzimaju uglavnom ugljikohidrate, a zauzvrat korijenje takvog bilja je sposobnije za usvajanje mineralnih tvari (Božac, 2007.). Gljive se sastoje od plodnog tijela i micelija kojeg čini splet hifa. Micelij čini veći dio tijela gljiva, a plodno tijelo je produkt spajanja hifa gljiva u jednu jedinstvenu cjelinu. Prema navodima Stametsa (2008.) gljive su naselile zemlju prije 1,3 milijardi godina, a 100 milijuna godina kasnije dolazi do pojave prvih kopnenih biljaka. Gljive su organizmi koje su pripremile tlo za ukorijenjavanje biljaka, jer micelij gljiva luči oksalnu kiselinu koja veže kalcij i ostale minerale te tvori kalcijev oksalat što omogućuje mrvljenje kamena i prvi korak u nastajanju tla (Stamets, 1993.). Najstariji arheološki nalaz ljudske uporabe gljiva je Tassili slike u pećini iz 5000. godine

<sup>1</sup> doc.dr.sc. Ivan Širić, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup> Luka Han, Student - Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
Autor za korespondenciju: isiric@agr.hr

pr.n.e. (Lhote, 1987.). Povijest liječenja pomoću gljiva i njihovih ekstrakata potječe sa Istoka. Najstariji pisani podatak iz 3000. godine pr.n.e. o korištenju gljiva za liječenje raznih bolesti potiče iz Indije. Zatim se znanost o liječenju pomoću gljiva seli u Japan, gdje je prije 2000 godina izdana knjiga „Shinnoh Honsohkyo“ koja predstavlja prvobitni udžbenik istočne medicine (Georgiev, 2009.). Nakon toga ustanovljen je pojam fungoterapije što predstavlja znanost o liječenju ljekovitim gljivama. Prva opisana gljiva bila je „reishi“ gljiva, a danas navedeni naziv označava nekoliko vrsta gljiva iz roda *Ganoderma*. Opisana je kao gljiva „dugovječnosti“ i tvrdilo se da je najdragocjenije sredstvo protiv svih tumora. U 14. stoljeću kineski liječnik Vu Rui napisao je: „Ova gljiva (Shiitake) je sredstvo za očuvanje zdravlja, ona liječi prehladu i stimulira cirkulaciju“. Poznati travar Vu Sin sastavio je traktat o ljekovitim gljivama gdje su opisana svojstva više od 100 vrsta gljiva koje rastu u Kini i Japanu. On govori o većoj ljekovitosti gljiva naspram biljaka (Georgiev, 2009.). Sukladno navedenom, razvidno je da fungoterapija dolazi s istoka te s vremenom zauzima sve veće značenje na zapadu. Liječenje gljivama i njihovim ekstraktima kao i prehrana gljivama u svrhu poboljšanja imunološkog sustava je uobičajena praksa na Istoku, prvenstveno u Kini i Japanu. Međutim, stanovništvo Zapadnih zemalja u posljednje vrijeme pridodaje sve veću pažnju alternativnim oblicima liječenja održavanju ravnoteže imunološkog sustava primjenom ljekovitih gljiva. Veća zainteresiranost nosi sa sobom i veću potrebu za znanjem. Temeljem toga, u svijetu se provode sve intenzivnija istraživanja o ljekovitosti gljiva, lijekova na bazi ekstrakata gljiva, a ljudi počinju prihvaćati gljive kao alternativu za liječenje mnogobrojnih oboljenja. Stoga je cilj ovog rada dati pregledan prikaz ljekovitih svojstva gljiva i njihovih ekstrakata te mogućnosti primjene istih.

### Ljekovita svojstva gljiva

Procjenjuje se da u prirodi postoji oko 150.000 vrsta gljiva od čega je poznato i determinirano svega oko 10% (Wasser, 2010.). U navedenom mnoštvu, brojne vrste gljiva posjeduju određena ljekovita svojstva, a svaka od njih ima svoje specifičnosti koje ovise o tome radi li se o nižim ili višim gljivama. Od navedenih gljiva, velika skupina su paraziti koji rastu na drugim živim organizmina drveću, drugim gljivama, žitaricama ili na larvama nekih kukaca. Drugoj skupini pripadaju saprotrofne gljive, koje pretežno rastu na mrtvoj organskoj tvari iz koje crpe gotove asimilate za život. Treća najmanja skupina obuhvaća simbiotske gljive poput gomoljača (*Tuber* sp.) koje uspostavljanju nerazdvojnu zajednicu sa višim biljkama, gdje i biljke i gljive imaju uzajamnu korist. S gledišta ljekovitosti, praktički se koriste svi dijelovi gljive, počevši od micelija, spora, sklerocija, strome do cijelog plodišta gljiva (Hasanbegović, 2008.). Lijekovi i preparati na bazi ljekovitih gljiva djeluju na sami uzrok bolesti, jačanje imunološkog sustava i uspostavljanje biološke homeostaze organizma, za razliku od farmaceutskih lijekova koji djeluju na simptome, ali ne i uzroke bolesti. Tako je škotski znanstvenik Alexander Fleming 1928. izolirao prvi antibiotik iz plijesni gljive roda *Penicillium*. Nadalje, u fungoterapiji se upotrebljavaju više gljive „makromiceti“, odnosno one gljive koje formiraju plodna tijela vidljiva golom oku. Više od 2000 vrsta makromiceta se uzgaja i kultivira u prehrambene svrhe, dok oko 700 vrsta posjeduju ljekovita svojstva. Većina gljiva iz razreda *Basidiomycetes* imaju aktivnost antibiotika i izdvajaju antibiotske tvari: agrocibin, brozofilin, nemotin, biformin, poliprolin i mnoge druge (Georgiev, 2009.). Najpoznatije vrste gljiva koje se danas može kontrolirano uzgajati, a imaju i određena ljekovita svojstva jesu: plemenita pečurka (*Agaricus bisporus*), bukovača (*Pleurotus ostreatus*), shii-take (*Lentinula edodes*), baršunasta panjevčica (*Flammulina velutipes*), velika gnojištarka (*Coprinus comatus*), puza (*Armillaria mellea*), judino uho (*Auricularia auricula judae*), smrčci (*Morchella* sp.) i gomoljače (*Tuber* sp.). Nešto manje poznate, ali iznimno cijenjene gljive zbog svoje ljekovitosti jesu: hrastova sjajnica (*Ganoderma lucidum*), resasti lisičar (*Hericium erinaceus*), je-

lenovo uho (*Grifola umbellata*), zečarka (*Grifola frondosa*), brezina guba (*Piptoporus betulinus*), žuti kruh (*Polyporus sulphureus*) i mnoge druge. Od ljekovitih, ali izrazito parazitskih vrsta gljiva treba spomenuti još snijet (*Claviseps purpurea*), koja parazitira na žitaricama, zatim parazitsku gljivicu (*Cordyceps aphiglossoides*), koja parazitira na drugoj gljivi (jelenovom tartufu) te vrlo vrijednu gljivicu koja parazitira na ličinki dudovog svilca, *Cordyceps militaris* (Novak, 2010).

### Aktivna biološka svojstva i mehanizmi djelovanja

Svaka vrsta gljive ima svoje specifičnosti ljekovitog djelovanja ovisno o različitom sadržaju bjelančevina, masti, ugljikohidrata, vitamina, minerala i karakterističnih enzima. Gljive su vrijedan izvor bjelančevina i aminokiselina, a ovisno o vrsti gljive sadržaj bjelančevina varira od 0,4 do 9% (u suhoj tvari) u vrsti judino uho (*Auricularia auricula – judae*), do visokog postotka od 10 do 30% u bukovače, 18 do 22% u baršunaste panjevčice (*Flamulina velutipes*) (Hasanbegović, 2008.). Poznato je da gljive sadrže i sve esencijalne aminokiseline, čiji je sadržaj između 25 i 40% u usporedbi s ukupnom količinom aminokiselina, a što ovisi o vrsti gljive (Kalberer i Kunsch, 1974). Približno 25 do 35% aminokiselina pojavljuju se kao slobodne pa su lako dostupne organizmu. Masti su u gljivama zastupljene ispod 1% pa sve do 15% (u suhoj tvari). Gljiva Shii-take sadrži 1,8% masti, baršunasta panjevčica 1,9 do 5,8%, a bukovača visokih 5,7 do 10%. Masti sadrže sve vrste lipida, uključujući masne kiseline, monode i trigliceride, sterole, estere i fosfolipide. Od izuzetnog je značaja ergosterol, jer je najvažniji sastojak provitamina D i može biti prisutan u velikom omjeru kao npr. kod zečarke (*Grifola frondosa*) 780 mg na 100 g suhe tvari. Gljive sadrže i razne ugljikohidrate od kojih su najzastupljeniji polisaharidi škrob i hitin. Od ostalih ugljikohidrata izdvajaju se  $\alpha$  i  $\beta$  glukani, pentoza (ksiloza, riboza), heksoza, sukroza, šećerni alkohol (manitol), šećerna kiselina, aminošećeri, trehaloza, a kod nekih vrsta se u malim količinama javljaju još maltoza i melicitosa (Jeličić i Lisak, 2012.). Gljive su dobar izvor prehrambenih vlakana obzirom da sadrže različite bioaktivne sastojke od kojih su ponajviše ispitivani ugljikohidrati poput hitina, glukana, hemiceluloze, ksilana i manana (Aida i sur., 2009.). Vrste gljiva judino uho (*Auricularia auricula – judae*) i srebrna drhtalica (*Tremella fuciformis*) se odlikuju visokim sadržajem prehrambenih vlakana te je dokazano kako snižavaju koncentraciju LDL-kolesterola u krvi, dok ne utječu na koncentraciju HDL-kolesterola (Gullamon i sur., 2010.). Slične rezultate na koncentraciju kolesterola u krvi pokazuju i polisaharidi poput hitina i kitozana. Količina sirovih vlakana u gljivama može biti u rasponu od 1,1 do 16%, a dijetalnih vlakana od 18,4 do 55,5%, lignina od 0,6 do 6,1%, pektina od 1 do 9,1%, celuloze od 0 do 21% i hemiceluloze od 7,7 do 38,4% (Novak, 2010), ovisno o vrsti gljive. Navedno potvrđuju rezultati istraživanja (Ming-Yei i sur., 2014.), koji ukazuju da je količina sirovih vlakana i ukupnog šećera veća kod baršunaste panjevčice (*Flammulina velutipes*) nego kod nekih drugih istraživanih vrsta gljiva. Odnos između dijetalnih i sirovih vlakana je u gljivama 5,7, dok je kod povrća taj koeficijent od 1,5 do 2,6, što pokazuje iznimnu važnost gljiva u prehrani zbog reguliranja i stimuliranja probave (Ming-Yei i sur., 2014.). Obzirom da se u ljudskom organizmu ne mogu probaviti, prehrambena vlakna iz gljiva predstavljaju potencijalne prebiotike. Sukladno tome, istraživanje koje su proveli Aida i sur. (2009) potvrdilo da ekstrakti gljiva *Pleurotus ostreatus* i *Pleurotus eryngii* selektivno potiču rast određenih sojeva probiotičkih bakterija.

Gljive ne sadrže velike količine nutritivno vrijednih tvari, ali predstavljaju izvor različitih nutrijenata pa ih je preporučljivo uključiti u prehranu. Manzi i sur. (1999., 2001., 2004.) su usporedili nutritivni sastav vrsta gljiva: *Agaricus bisporus* (plemenita pečurka), *Boletus* sp (vrganj), *Pleurotus ostreatus* (bukovača), *Pleurotus pulmonarius* (ljetna bukovača), *Pleurotus eryngii* (poljska krivonoška) i *Lentinula edodes* (shiitake). Prosječne vrijednosti koje su dobili za pojedine parametre prikazane su u tablici 1.

**Tablica 1.** Prosječan nutritivni sastav najčešće uzgajanih gljiva (*Agaricus sp.*, *Pleurotus sp.*, *Lentinus sp.*)

**Table 1** The average nutritional composition of the most commonly grown mushrooms (*Agaricus sp.*, *Pleurotus sp.*, *Lentinus sp.*)

Parametar	Količina g/100g jestivog dijela
Vlaga	67,2-91,5
Ugljikohidrati	5,9-21,6
Proteini	5,3-5,4
Masti	0,6-1,5
Pepeo	0,5-2,0

Izvor/Source: (Manzi i sur., 1999, 2001, 2004).

Gljive zbog svoje znatne sposobnosti apsorpcije tvari iz supstrata predstavljaju bogat izvor minerala. Najzastupljenija mineralna tvar u gljivama je kalij čija količina na 100 g suhih gljiva može iznositi i do 3,5 g, a suprotno tome natrij predstavlja najmanje zastupljenu mineralnu tvar što gljive čini pogodnima za prehranu ljudi koji pate od hipertenzije (Manzi i sur., 2004.). Količina pojedinih mikro- i makroelemenata ovisi o vrsti gljive. Bukovača ima relativno slabu zastupljenost Ca, Al i Na, nešto više ima Fe, Mn i K, a obilje Zn, Cu i Mg. Baršunasta panjevčica ima malo Cd, Zn i Cu, ali zato ima puno više Mg i K. Količina mikro- i makroelemenata u gljivi također ovisi o sadržaju minerala u supstratu i vrsti supstrata (Bisaria i sur., 1987.). Sukladno navedenoj apsorpcijskoj sposobnosti, gljive mogu akumulirati i teške metale poput žive, olova, kadmija, arsena, bakra i to ponekad u količinama koje nisu zanemarive (Demirbas, 2001.). Nadalje, uz znatnu vrijednost sadržaja minerala u gljivama, gljive sadrže i korisne vitamine kao što su vitamini B kompleksa (tiamin B<sub>1</sub>, riboflavin B<sub>2</sub>, niacin, biotin i dr.), vitamin C i vitamin E. Istraživanja su pokazala da je zbog nedostatka vitamina E u organizmu povećana mogućnost obolijevanja od raka dojke i pluća (Wald i sur., 1984.). Male količine navedenog vitamina pronađene su u gljivi shii-take: 0,01 mg/100 g svježe gljive. Vitamini A i D također su relativno malo zastupljeni, osim kod nekoliko vrsta gljiva koje sadrže određene količine beta-karotena i nekih koje sadrže ergosterol (u suhoj tvari dobiveno 400 IJ vitamina D) (Novak, 2010.).

Od ostalih biološko aktivnih sastojaka u gljivama posebno se ističu glikoproteini, triterpeni poput lanostana koji potiskuje izdvajanje histamina iz stanica i određuje protupalno djelovanje i enzimi poput proteaza, kolagenaza, lipaza i mnogi drugi (Georgiev, 2009.). Aktivni mehanizam djelovanja svih nabrojanih metabolita gljiva zasniva se na stimulaciji produkcije proteina citokina i perforina koji pospješuju aktivnost makrofaga odnosno eliminaciju tumorskih stanica (Wasser i Weis, 1999.). Nadalje, aktivira se formiranje endogenih interferona i interleukina koji osiguravaju aktiviranje B i T-limfocita i normalizaciju nivoa serumskih imunoglobulina G te smanjuju koncentraciju do razine cirkulirajućih imuno kompleksa. Metaboliti također aktiviraju sintezu formiranja c-AMP (adenozin monofosfat) u mozgu, srcu, jetri, želucu i krvi, što dovodi do poboljšanja mikrocirkulacije krvi i smanjenje zone atrofije tkiva (Georgiev 2009.).

### Antioksidativna aktivnost ekstrakata ljekovitih gljiva

Aerobnim organizmima svojstveno je da koriste kisik za normalno odvijanje staničnih funkcija. Kisik sudjeluje u raznim biokemijskim reakcijama, ali u prevelikim količinama može biti toksičan, jer uzrokuje oksidaciju stanica. Pri normalnim uvjetima staničnog metabolizma stvaraju se slobodni radikali među kojima nastaju reaktivni poput superoksida (O<sub>2</sub>), vodikovog pe-

roksida ( $H_2O_2$ ) i hidroksilnog radikala (-OH). Takve čestice nazivaju se reaktivne kisikove čestice i one su neophodne za stanične aktivnosti kao što je produkcija energije, fagocitoza, regulacija staničnog rasta i sinteza biološki važnih spojeva (Yen i Wu, 1999; Xu i sur., 2009.). U uvjetima visoke razine kisika i nedovoljnog kapaciteta antioksidativnog sustava, reaktivne kisikove čestice izazivaju oksidativni stres (Turkoglu i sur., 2007.; Limón-Pacheco i Gonsebatt, 2009.). Reaktivne kisikove čestice kao slobodni radikali zbog nestabilnosti imaju tendenciju spajanja s drugim molekulama u organizmu što dovodi do lančanih reakcija i naposljetku oštećenja stanica. Istraživanja su pokazala da slobodni radikali pri višim koncentracijama mogu izvršiti napad na bilo koju biološku molekulu, nukleinske i aminokiseline, proteine, ugljikohidrate, lipide i fosfolipide, mijenjajući njihovu funkciju u stanici, tkivu i organu, što može voditi produkciji organskih radikala, peroksidaciji stanične membrane te pojavi raznih poremećaja i smrti stanice (Limón-Pacheco i Gonsebatt, 2009.). Zanimanje za slobodne radikale počelo je nakon što je otkriveno da su oni posrednici brojnih bolesti kao što neurodegenerativne, maligne, plućne, inflamatorne, šećerna bolest i mnoge druge (Finkel i Holbrook, 2000.). Većina reaktivnih kisikovih čestica se oslobađa pri svakoj biokemijskoj redoks reakciji koja obuhvaća kisik. One se mogu stvarati i pod djelovanjem fagocita, tijekom različitih upalnih reakcija (virusi). Kod vitalnih ljudi, u normalnoj situaciji imunološki sustav stvara povećanu količinu antioksidansa koji neutraliziraju kisikove čestice i sprječavaju oštećenja stanica. Promjenom okoline i načina života, mjenjaju se čimbenici koji utječu na razinu reaktivnih kisikovih čestica. Čimbenici se mogu podijeliti na vanjske (okolišni) i unutarnje (endogeni). Vanjski faktori su razvrstani u nekoliko grupa: ishrana i stopa metabolizma, UV i ionizirajuće zračenje, visoke koncentracije teških metala, pesticidi, toksični ksenobiotici, policiklični aromatski ugljikovodici, aerosol zagađivači, oksidi dušika, razni lijekovi i biljni fenolni spojevi (Ames i sur., 1993.; Marrot i sur., 2008.). Unutarnji čimbenici potječu od staničnih funkcija i mogu nastati na jedan od slijedećih načina: 1. posljedica normalnog aerobonog organizma, 2. destrukcija bakterija, virusa ili parazita koji su inficirali stanicu (nastaju  $O_2^-$ ,  $H_2O_2$ ,  $OCl^-$ ), 3. rezultat degradacije masnih kiselina peroksidomima- stvara se  $H_2O_2$  koji se dalje razgrađuje u prisustvu katalaza, 4. degradacija stranih toksičnih spojeva- aktivacijom citokrom P450 enzima (Ames i sur., 1993.). Nadalje, slobodni radikali utječu na pojavu raznih bolesti poput miokardijalne i cerebralne ishemije, arterioskleroze, dijabetesa, reumatoidnog artritisa, bolesti crijeva, iniciranje karcinoma te sudjeluju u procesu starenja (Coyle i Puttenfarcken, 1993.; Margail i sur., 2005.). Istraživanja su pokazala da antioksidansi mogu spriječiti pojavu bolesti uzrokovanu oksidativnim stresom i time spriječiti oštećenja stanica od oksidacije (Diplock i sur., 1998.). Razlike u metaboličkoj aktivnosti i korištenju kisika u različitim organelima, tkivima i organima uzrokuju značajne razlike u njihovima antioksidativnim sistemima. Zbog akumuliranja slobodnih radikala u stanicama sa starenjem organizma, postoje značajne razlike u sistemima odraslog i embrija (Harman, 2001.). Prema Sarmadi i Ismail (2010.) obrambeni mehanizam protiv oksidacije stanica uzrokovanih slobodnim radikalima uključuje nekoliko faza:

- katalitičko uklanjanje slobodnih radikala u prisustvu katalaza, glutation peroksidaza, superoksid dismutaza,
- vezanje proteina za metalne ione (Cu i Fe),
- zaštita od oštećenja makromolekula koje izazivaju oksidativni stres,
- redukcija slobodnih radikala pomoću donora elektrona (glutacion, vitamin E –  $\alpha$  tokoferol, vitamin C – askorbinska kiselina,  $\beta$  karoten, bilirubin i dr.

Antioksidansi su molekule sposobne inhibirati oksidaciju drugih molekula. Djeluju kao reducirajuće sredstvo, donori vodika i hvatači kisika (Kopjar i sur., 2013.). Na taj način neutralizira-

ju slobodne radikale, a pritom ne mijenjaju svoju stabilnost. Neki antioksidansi se sintetiziraju u organizmu (endogeni), a drugi esencijalni se moraju unositi hranom ili drugim oblicima u organizam (egzogeni). Endogenim antioksidansima pripadaju enzimi poput superoksid dismutaza, katalaza, glutation peroksidaza i neenzimske molekule (glutation, histidin-peptidi, transferin, feritin, dihidrolipoična kiselina, reducirani oblik koenzima Q, melatonin i dr.) te neki kemijski elementi (cink i selen). Međutim, iako postoji endogeni antioksidativni obrambeni sustav, do određenih oštećenja dolazi, stoga je potrebno izvana unijeti ostatak potrebnih antioksidansa. Egzogeni antioksidansi mogu se podijeliti na sintetičke i prirodne. Najčešće korišteni sintetički su butil-hidroksitoluen (BHT), butil-hidroksianizol (BHA), tertbutil-hidroksihinon (TBHQ) i propil galat (PG). Istraživanjima je pokazan toksikološki utjecaj sintetičkih antioksidansa, stoga korištenje prirodnih izvora antioksidansa danas sve više raste (Saito i sur., 2003.). Za razliku od sintetičkih, prirodni antioksidansi nemaju toksične posljedice i široko su dostupni. Najpoznatiji i najznačajniji među njima su vitamini C i E, karotenoidi, polifenoli uključujući i flavonoide (Fang i Zhong, 2002.).

Gljive, zajedno s biljkama su značajan izvor prirodnih antioksidansa. Antioksidativna aktivnost gljiva ovisi o prisutnosti spojeva niske molekularne mase poput fenolnih spojeva. Također ovisi i o prisutnosti spojeva poput terpena i polisaharida kao i koncentraciji ergotionina (Sulkowska-Ziaja i sur., 2012.). Fenolni spojevi, posebice fenolne kiseline predstavljaju najdominantniju skupinu antioksidansa u gljivama (Karaman i sur., 2010.). Ovi spojevi zaslužni su za široki spektar bioloških aktivnosti, jer štite stanice od oštećenja poput DNA proteina, enzima i membranskih lipida (Yeh i sur., 2009.). Nadalje, fenolne kiseline koje se najčešće nalaze u gljivama iz reda *Polyporales* su galna kiselina, hidroksibenzen kiselina i protokatehinska kiselina. One posjeduju antibakterijska, antifungalna, protuupalna i probavno sekretorna svojstva koja su ispitana *in vitro* i *in vivo* istraživanjima (Sulkowska-Ziaja i sur., 2012.). U studiji koju su proveli navedeni autori dobivene su vrijednosti fenolnih spojeva kod gljiva smrekina kopitarka (*Fomitopsis pinicola*) i brezovača (*Piptoporus betulinus*). Istraživanje je pokazalo kako navedene vrste sadrže veliku količinu fenolnih spojeva, iako smrekina kopitarka sadrži 10 puta veću količinu od brezovače. Sukladno tome antioksidativna aktivnost u metanol-acetonovom ekstraktu je također bila visoka kod obje vrste, ali veća aktivnost je dobivena u smrekine kopitarke. U istraživanju Karaman i sur. (2010) dobiveni su veliki kapaciteti antioksidativne aktivnosti za vrste *Ganoderma applanatum* i *Ganoderma lucidum* (hrastova sjajnica). Gljiva čaga (*Inonotus obliquus*) i ekstrakti dobiveni od iste pokazali su visoku antioksidativnu stabilnost (Gao i sur., 2007.). Također, fenolni spojevi dobiveni od sklerocija čage pokazali su se kao aktivni antioksidansi (Nakajima i sur., 2007.). Nadalje, Babitskaia i sur., (2000.), navode kako polifenolni ekstrakti čage imaju jaku antioksidativnu aktivnost, jer navedeni spojevi sadrže antioksidativnu komponentu melanin kompleks. U mnogim literaturnim izvorima je objavljeno da su antioksidativni ekstrakti čage zaslužni za terapijska svojstva protiv raka, kardiovaskularnih i šećernih bolesti (Xiu-Hong i sur., 2009.). Istraživanje koje su proveli Joan-Hwa i sur. (2001.), pokazalo je srednju do visoku razinu antioksidativne aktivnosti baršunaste panjevčice (*Flammulina velutipes*) iako nisu pronađeni tokoferoli (vitamin E). Ming-Yei i sur. (2014.) usporedili su antioksidativnu aktivnost praha baršunaste panjevčice i metanol ekstrakta gljive te su dobili znatno veće vrijednosti kod metanol ekstrakta baršunaste panjevčice. Istraživanjem su utvrdili visoke vrijednosti antioksidativne aktivnosti (99,7% u DPPH testu) za metanol ekstrakt baršunaste panjevčice koja pokazuje i visoku vrijednost vezanja metalnih iona. Sve spomenute gljive pokazale su visoku razinu antioksidativne aktivnosti kao i mogućnost vezanja metalnih iona. Navedena svojstva čine ih značajnim inhibitorima slobodnih radikala i oksidativnog stresa te potencijalnim bioremedijatorima toksičnih metala iz organizma.

### Antifungalna svojstva ekstrakata ljekovitih gljiva

Stare civilizacije Dalekog Istoka koristile su razne pripravke i tinkture od gljiva za zacjeljivanje rana i sprječavanje infekcije. Poznato je kako su ljudi u starom Egiptu za zacjeljivanje rana koristili tijesto za kruh, odnosno kvasce koji su prisutni u tijestu. Patogene gljive mogu biti uzrok raznih bolesti kod ljudi, biljaka i životinja. Samim time mogu pogubno utjecati na ljudsko zdravlje i zdravlje domaćih životinja kao i na velike štete u usjevima kultiviranih biljaka. Živi organizam ima razvijen obrambeni sustav protiv patogenih gljiva tako što proizvodi određene antifungalne proteine. Geni koji kodiraju za antifungalna svojstva mogli bi se introducirati u poljoprivredne usjeve i time spriječiti infekciju (Wong i sur., 2010.). Ovisno o koncentraciji, mogu inhibirati rast mikroorganizma (bakteristični i fungistični učinak) ili ga ubiti (baktericidni i fungicidni učinak). Suay i sur. (2000.) su utvrdili da brojne vrste gljiva iz reda *Agaricales* imaju antifungalna svojstva, za razliku od vrsta iz reda *Polyporales*. Ekstrakt micelija gljive bukovače (*Pleurotus ostreatus*) pokazao se učinkovitim protiv plijesni *Aspergillus niger* koja je jedna od agresivnijih i uzročnik aspergiloze, plućne bolesti (Gerasimenya i sur., 2001.). Nadalje, resasti igličar (*Hericium erinaceus*) je također pokazao antifungalnu aktivnost protiv plijesni *Aspergillus niger* i kvasca *Saccharomyces cerevisiae* (Okamoto, 1994.). Stamets, (2016.) je istraživao kako gljive mogu poboljšati uvjete pčelama i smanjiti rizik od CCD-a (colony collapse disorder). Navedeni autor je utvrdio da određene gljive među kojima su bile smrekina kopitarka (*Fomitopsis pinicola*), hrastova sjajnica (*Ganoderma lucidum*), čaga (*Inonotus obliquus*) i brezovača (*Piptoporus betulinus*) imaju izvrsna antivirusna, antibakterijska, antifungalna i antiprotosozna svojstva. Gljive na taj način poboljšavaju probavni, detoksifikacijski i imunološki sustav pčela te im pomažu u borbi protiv stresora koji izazivaju CCD. Nadalje, Stamets (2016.) je zamijetio kako na oštećenom dijelu drveta od ogrebotina medvjeda, nakon dvije godine raste smrekina kopitarka. Micelij smrekine kopitarke uzrokuje lučenje medne rose drveta, a istovremeno gljiva luči svoje metabolite i pridodaje vrijednost mednoj rosi. Zbog visokog udjela šećera takva medna rosa privlači kukce poput pčela, one dio medne rose koriste u vlastitoj ishrani, a dio skladište u obliku meda. Takva ishrana pčela jača njihov detoksifikacijski i imunološki sustav, a ujedno je takav med bogat raznim metabolitima gljiva poput raznih enzima i polisaharida koji djeluju ljekovito na organizam (Stamets, 2016.). Nadalje, iz hrastove sjajnice izdvojen je ganoderan koji predstavlja dva antifungalna proteina (Wang i Ng, 2005.). Izdvojeni su i bioaktivni proteini poput lektina i ribonukleaze. Također ganoderan inhibira rast micelija slijedećih patogenih gljiva: *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Psylla piricola* (Wang i Ng, 2005.). Druga studija pokazala je da proteini RIP velutin, flamulin, velin i flamin izdvojeni iz baršunaste panjevčice (*Flammulina velutipes*) nemaju antifungalna svojstva, ali mogu spriječiti širenje tumorskih stanica i inhibirati HIV-1 obrnutu transkriptazu (Wong i sur., 2010.).

### Citotoksična aktivnost ekstrakata ljekovitih gljiva

Trend rasta industrije ima pozitivni utjecaj na gospodarstvo, ali i negativni utjecaj na okoliš, a samim time i na zdravlje ljudi. Način i tempo života, prehrana, okolina samo su neki od razloga koji mogu utjecati na pojavu raznih oboljenja u ljudi. Sukladno tome, istraživanja su pokazala blisku povezanost između načina ishrane i pojave zloćudnih bolesti (Chen i sur., 2006.). Konvencionalne terapije daju zadovoljavajuće rezultate samo kod ranih razvojnih stadija tumora ili su potpuno neučinkovite (Chen i sur., 2006.). Kemoterapija se odlikuje mnogobrojnim štetnim učincima, od popratnih pojava na organizam kao što je povraćanje i gubitak kose do samih negativnih utjecaja na stanice kao što su mutacije i neselektivnost zračenja (isti učinak na maligne i zdrave stanice). Zbog tih negativnih utjecaja danas sve veću pozornost dobivaju prirodni izvori ljekovitosti poput gljiva. Tvari koje sadrže antitumorsku aktivnost izolirane su iz mnogih gljiva. Ikekawa i sur., (1969.) su objavili jedno od prvih istraživanja na temu antitumor-

ske aktivnosti iz plodonosnih tijela gljiva, porodice *Polyporaceae*. Polisaharidi su najpoznatije i najpotencijalnije supstance gljiva koje imaju antitumorsku aktivnost (Mizuno, 1996.). Ispitivana je antitumorska aktivnost endopolisaharida izoliranih iz micelija čage (*Inonotus obliquus*). Aktivnost endopolisaharida je povezana sa stimuliranjem B-limfocita i makrofaga te induciranjem proizvodnje obrambenih molekula poput citokina i dušičnog oksida (Kim i sur., 2005.). Endopolisaharidi iz gljive čage nemaju izravnu citotoksičnu aktivnost na stanice tumora, već induciraju razne obrambene mehanizme koji uništavaju tumorske stanice. Za razliku od konvencionalnih antitumorskih lijekova, polisaharidi djeluju na način da aktiviraju različite imunološke odgovore domaćina i ne uzrokuju nikakva sustavna oštećenja organizma (Zhang i sur., 2007.). Fungalni polisaharidi s antitumorskim djelovanjem podrazumijevaju skupinu glukana s različitim glikozidnim vezama, dok hitin i kitozan do sada nisu pokazali ovakav tip djelovanja (Wasser, 2002., Zhang i sur., 2007.). Ustanovljeno je da su za antitumorsko djelovanje potrebne  $\beta(1,3)$ -glikozidne veze u glavnom lancu te dodatne  $\beta(1,6)$ -veze u bočnim lancima. B-glukani koji sadrže većinom  $\beta(1,6)$ -glikozidne veze pokazuju manju antitumorsku aktivnost, a isto vrijedi i za niskomolekularne glukane. Pretpostavlja se kako fungalni polisaharidi koji u svom sastavu imaju glukozu i manozu pokazuju antitumorsko djelovanje obzirom da su na humanim makrofagima pronađeni polisaharidni receptori s visokom specifičnošću za ta dva šećera (Zhang i sur., 2007.). Prema Zhang i sur. (2007.) mehanizam antitumorskog djelovanja fungalnih polisaharida uključuje tri različite vrste učinaka:

- prevencija procesa karcinogeneze oralnom aplikacijom polisaharida izoliranih iz ljekovitih gljiva,
- stimulacija imuniteta u borbi protiv zloćudnih tumora,
- izravno antitumorsko djelovanje uz izazivanje apoptoze (programirane smrti) stanica tumora.

Najpoznatiji polisaharidi s protutumornim djelovanjem su: lentinan iz shiitake gljive (*Lentinula edodes*), grifolan iz gljive mejtake (*Grifola frondosa*) i ganoderan iz reishi gljive (*Ganoderma lucidum*). Provedena istraživanja dokazuju kako lentinan testiran na životinjama djeluje pozitivno na smanjenje veličine tumora za 90%, što je na kraju rezultiralo i potpunim povlačenjem iz organizma (Wasser, 2002; Daba i Ezeronye, 2003). Antitumorska aktivnost navedenih polisaharida ovisi o imunološkom odgovoru vezanom za procese koji se odvijaju u timusu te se također mogu povezati s povećanjem broja ili aktivnosti makrofaga i T-limfocita (Borchers i sur., 2004.; Zhang i sur., 2007.). Izravnu inhibiciju rasta stanica tumora su pokazali mnogi fungalni polisaharidi iako točan mehanizam djelovanja nije razjašnjen. Međutim, pretpostavlja se kako polisaharidi vjerojatno ometaju ekspresiju signala ukoliko se nađu unutar tumorske stanice, što rezultira zaustavljanjem staničnog ciklusa i poticanjem njihovog odumiranja (Zhang i sur., 2007.). U istraživanju koje su proveli Gao i sur. (2002.) ispitana je citotoksična aktivnost ekstrakata izoliranih iz hrastove sjajnice (*Ganoderma lucidum*) na Lewis-ovom plućnom karcinomu, T-47D, Sarkoma 180 i Meth-A tumorske stanice. Citotoksičnu aktivnost su pokazali aldehidi iz grupe triterpena, ganodermanonol i ganodermanondiol. Nadalje, gljive sadrže i druge metabolite koji bi zajedno s polisaharidima mogli djelovati pozitivno sinergistično te tako utjecati na povećanje antioksidacijskog kapaciteta, reguliranje aktivnosti enzima koji sudjeluju u procesima transformacije i detoksifikacije mutagenih tvari te izravno citotoksično djelovanje na stanice tumora ili sudjelovanjem u drugim mehanizmima supresije stanica tumora (Borchers i sur., 2004.).



## Zaključak

U 21. stoljeću živi veliki broj pretilih i ljudi sa zdravstvenim poteškoćama gdje se ubrajaju i djeca. Jedan od najvažnijih razloga navedenog je ubrzan i stresan način života te nepravilan način ishrane. Često se koriste pogrešne mjere kako bi se spriječio isto, bez svijesti da u prirodi postoje brojni jednostavni načini zaštite imuniteta i sprječavanja razvoja oboljenja. Gljive su jedan od najstarijih izvora hrane te postoje brojni povijesni zapisi o njihovim nutritivnim i ljekovitim svojstvima. U posljednjih nekoliko godina znanstveno su dokazane brojne pogodnosti korištenja gljiva, u svježem ili suhom stanju, u obliku ekstrakata ili različitih drugih prerađevina. Iz prikazanog u radu vidljivo je da gljive jačaju imunitet, smanjuju razinu kolesterola, pozitivno utječu na suzbijanje bolesti jetre, ali i na bolesti kardiovaskularnog sustava, djeluju antialergijski te su odlični antioksidansi. Navedena pozitivna djelovanja, odnosno aktivnosti proizlaze iz većeg broja spojeva koji su sadržani u gljivama. Trenutačno se u svijetu provode brojna istraživanja koja bi mogla razjasniti mehanizme djelovanja. Zaključno, temeljem opisanih nutritivnih i ljekovitih svojstva u ovom radu, najpogodnije vrste gljiva su *Pleurotus ostreatus* i *Lentinus edodes* te je potrebna učestalija konzumacija navedenih vrsta gljiva u svježem ili doradenom stanju.

## Literatura

- Aida, F.M.N.A., Shuhaimi, M., Yazid, M., Maaruf, A.G. (2009) Mushroom as a potential source of prebiotics: a review. *Trends in Food Science and Technology*, 20, 567-575.
- Ames, B.N., Shigenaga, M.K., Hagen, T.M. (1993) Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging (cancer/mutation/endogenous DNA adducts/oxygen radicals). *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 90, 7915-7922.
- Diplock, A.T., Charuleux, J.L., Crozier-Willi, G., Kok, F.J., Rice-Evans, C., Roberfroid, M., Stahl, W., Viña-Ribes, J. (1998). Functional food science and defence against reactive oxidative species. *British Journal of Nutrition*, 77-112.
- Babitskaia, V.G., Shcherba, V.V., Ikonnikova, N.V. (2000) Melanin complex of the fungus *Inonotus obliquus*. *Prikladnaya Biokhimiya Mikrobiologiya*, 36, 439-444.
- Borchers, A.T., Keen, C.L., Gershwin, M.E. (2004) Mushrooms, Tumors, and Immunity: An Update. *Experimental Biology and Medicine*, 229, 393-406.
- Božac R. (2007). Gljive morfologija, sistematika, toksikologija. Školska knjiga, Zagreb.
- Chen, T., Zheng, W., Wong, Y.S., Yang, F., Bai, Y. (2006) Accumulation of selenium in mixotrophic culture of *Spirulina platensis* on glucose. *Bioresource Technology*, 97, 2260-2265.
- Coyle, J.T. Puttfarcken, P. (1993) Oxidative stress, glutamate, and neurodegenerative disorders. *Science*, 262, 689-695.
- Demirbaş, A. (2001) Concentrations of 21 metals in 18 species of mushrooms growing in the East Black Sea region. *Food Chemistry*, 75, 453-457.
- Fang, Q.H., Zhong, J.J. (2002) Effect of initial pH on production of ganoderic acid and polysaccharide by submerged fermentation of *Ganoderma lucidum*. *Process Biochemistry*, 37, 769-774.
- Finkel, T., Holbrook, N.J. (2000) Oxidants, oxidative stress and biology of ageing. *Nature*, 408, 239-247.
- Gao Y.J., Gao X.L., Wu G.H., Song L. (2007). Study on stability of antioxidance extraction from *Inonotus obliquus*. *Food Research and Development*, 28, 77-79.
- Jiang-Jing, G., Byung-Sun, M., Eun-Mi, A., Norio, N., Hyeong-Kyu, L., Masao, H. (2002) New Triterpene Aldehydes, Lualdehydes A—C, from *Ganoderma lucidum* and Their Cytotoxicity against Murine and Human Tumor Cells. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 50 (6), 837-840.
- Georgiev, G. (2009) Ljekovite gljive protiv raka i drugih oboljenja. *Prometaj Zemun*.
- Gerashimenya, V.P., Efremenkova, O.V., Kamazolkina, O.V., Bogus, T.A., Tolstych, I.V., Zenkova V.A. (2001) Antimicrobial and antitoxic action of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.:Fr.) Kumm. extracts. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 3, 147-153.
- Gullamon, E., Garcia-Lafuente, A., Lozano, M., D'Arri, M., Rostagno, M.A., Villares, A., Martinez, J.A. (2010) Edible mushrooms: Role in prevention of cardiovascular diseases. *Fitoterapia*, 81, 715-723.
- Hasanbegović R.H. (2008) Gljive-šumsko bogatstvo Bosne i Hercegovine. *BTC Šahinpašić, Sarajevo*.
- Harman, D. (2001) Aging: overview. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 928, 1-21.
- Jeličić, I., Lisak, K. (2012) Funkcionalna svojstva polisaharida iz gljiva. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*, 7 (1-2), 78-84.
- Joan-Hwa, Y., Hsiu-Ching, L., Jeng-Leun, M. (2002) Antioxidant properties of several commercial mushrooms. *Food Chemistry*, 77, 229-235.
- Kalberer, P., Kunsch, U. (1974) Amino acid composition of the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 7 (4), 242-244.
- Karaman, M., Jovin, E., Malbasa, R., Mtavuly, M., Popovic, M. (2010) Medicinal and edible lignicolous fungi as natural sources of antioxidative and antibacterial agents. *Phytotherapy Research*, 24 (10), 1473-81.
- Limón-Pacheco, J., Gonsébat, M. E. (2009) The role of antioxidants and antioxidant related enzymes in protective responses to environmentally induced oxidative stress. *Mutation research*, 674, 137-147.
- Lhote, H. (1987). Chameau et dromadaire en Afrique du Nord et au Sahara. *Recherche sur leurs origines*. ONAPSA, Alger.
- Manzi, P., Aguzzi, A., Pizzoferrato, P. (2001) Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chemistry*, 71, 321-325.
- Manzi, P., Gambelli, L., Marconi, S., Vivanti, V., Pizzaferrato, L. (1999) Nutrients in edible mushrooms: an interspecies

comparative study. *Food Chemistry*, 65 (4), 477-482.

Manzi, P., Marconi, S., Aguzzi, A., Pizzoferrato, P. (2004) Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chemistry*, 84, 201-206.

Margaill, I., Plotkine, M., Lerouet, D. (2005) Antioxidant strategies in the treatment of stroke. *Free Radical Biology & Medicine*, 39, 429-443.

Marrot, L., Jones, C., Perez, P., Meunier, J.R. (2008) The significance of Nrf2 pathway in (photo)-oxidative stress response in melanocytes and keratinocytes of the human epidermis. *Pigment Cell Melanoma Research*, 21, 79-88.

Ming-Yei, Y., Wen-Ching, K., Li-Yun, L. (2014) Hypolipidemic and antioxidant activity of enoki mushrooms (*Flammulina velutipes*). *BioMed Research International*, 1-6.

Nakajima, Y., Sato, Y., Konishi, T. (2007) Antioxidant small phenolic ingredients in *Inonotus obliquus* (persoon) Pilat (Chaga). *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 55, 1222-1226.

Novak B. (2010). *Uzgoj jestivih i ljekovitih gljiva. Mozaik knjiga, Zagreb.*

Okomoto, K. (1994) Antimicrobial chlorinated orcinol derivatives from mycelia of *Hericium erinaceum*. *Phytochemistry*, 34 (5), 1445-6.

Stamets P. (1993). *Growing gourmet and medicinal mushrooms. Ten speed press.*

Stamets P. (2016). Integrative fungal solutions for protecting bees and overcoming colony collapse disorder (CCD). *Justia Patents*, Publication number, 20170035820.

Saito, M., Sakagami, H., Fujisawa, S. (2003). Cytotoxicity and apoptosis induction by butylated hydroxyanisole (BHA) and butylated hydroxytoluene (BHT). *Anticancer Res* 23: 4693-4701.

Sarmadi, B.H., Ismail, A. (2010) Antioxidative peptides from food proteins: a review. *Peptides*, 31, 1949-1956.

Suay, I., Arenal, F., Asenjo, F., Basilio, A., Cabello, M., Diez, M.T., Garcia, J.B., Gonzalez de Val, A., Gorrochategui, A., Hernandez, P., Pealez, F., Vicente, M.F. (2000). Screening of basidiomycetes for antimicrobial activities. *Antonie van Leeuwenhoek*, 78 (2), 129-140.

Sulkowska-Ziaja, K., Muszynska, B., Motyl, P., Pasko, P., Ekiert, H. (2012). Phenolic compounds and antioxidant activity in some species of polyporoid mushrooms from Poland. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 14 (4), 385-393.

Turkoglu, A., Duru, M.E., Mercan, N., Kivrak, I., Gezer, K. (2007) Antioxidant and antimicrobial activities of *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. *Food Chemistry*, 101, 267-273.

Wald, N., Boreham, J., Hayward, J.L., Bulbrook, R.D. (1984) Plasma retinol, beta caroten, and vitamin E levels in relation to the future risk of breast cancer. *British Journal of Cancer*, 49, 321-324.

Wang, H., Ng, T.B. (2005). Ganodermin, an antifungal protein from fruiting bodies of the medicinal mushroom *Ganoderma lucidum*. *Peptides*, 27 (1), 27-30.

Wasser, S.P., Weis, A.L. (1999) Therapeutic effects of substances occurring in higher basidiomycetes mushrooms: A modern perspective. *Critical Reviews in Immunology*, 19, 65-96.

Wasser, S.P. (2002) Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 60, 258-274.

Wasser, S.P. (2010) Medicinal mushroom science: history, current status, future trends, and unsolved problems. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 12 (1), 1-16.

Wong, J.H., Ng, T.B., Randy, C.F., Cheung, X.J., Ye, H.X., Wang, S.K., Lam, P., Lin, Y.S., Chan, E.F., Fang, P.H., Ngai, K., Xia, L.X., Ye, X.Y., Jiang, Y., Liu, F. (2010) Proteins with antifungal properties and other medicinal applications from plants and mushrooms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 87, 1221-1235.

Xiu-Zong, Z., Kuang, R., Shi-jie, L., Shu-yan, Y., Dong-zhi, S. (2009) Progress of research on *Inonotus obliquus*. *Chinese Journal of Integrative Medicine*, 15 (2), 156-160.

Xu, J., Liu, W., Yao, W., Pang, X., Yin, D., Gao, X. (2009) Carboxymethylation of a polysaccharide extracted from *Ganoderma lucidum* enhances its antioxidant activities in vitro. *Carbohydrate Polymers*, 78, 227-234.

Yeh, L.T., Charles, A.L., Ho, C.T. (2009) A novel bread making process using salt-stressed Baker's yeast. *Journal of Food Science*, 74 (9), 399-402.

Yen, G.C., Wu, J.Y. (1999) Antioxidant and radical scavenging properties of extracts from *Ganoderma tsugae*. *Food Chemistry*, 65, 375-379.

Zhang, M., Cui, S.W., Cheung, P.C.K., Wang, Q. (2007) Antitumor polysaccharides from mushrooms: a review on their isolation process, structural characteristics and antitumor activity. *Trends in Food Science & Technology*, 18, 4-19.

Prijsjelo/Received: 20.11.2018

Prihvaćeno/Accepted: 10.12.2018.

Scientific review

## Medicinal properties of mushrooms

### Abstract

The aim of this paper was to give a general overview medicinal properties of some mushrooms species. Reported mushroom mushrooms species are systematically classed under the Basidiomycota division. These species are saprophytes and they are very useful for cultivation. In addition, they are naturally present in various parts of Croatia. Nowadays, mushrooms are popular valuable foods because they are low in calories, carbohydrates, fat, and sodium; also, they are cholesterol-free. mushrooms provide important nutrients, including selenium, potassium, riboflavin, niacin, vitamin D, proteins, and fiber. Numerous studies have shown beneficial effects for health and the treatment of some diseases, such as prevention or treatment of Parkinson, Alzheimer, hypertension, and high risk of stroke. They are also utilized to reduce the likelihood of cancer invasion and metastasis. Mushrooms act as antibacterial, immune system enhancer and cholesterol lowering agents, and they are important sources of bioactive compounds.

**Key words:** Basidiomycetes, food, medicinal properties, mushrooms