

Gobe in zaklad, ki se skriva v njih

Jana Erjavec

Nabiranje gob nam poleg gibanja v naravi ponuja tudi možnost za pripravo pravih kulinarčnih specialitet. Vendar se v gobah skriva precej več kot le paleta pisanih okusov. Gobe so tudi vir biološko aktivnih snovi, ki pozitivno vplivajo na naše zdravje in počutje ter jih že uspešno uporabljajo v različnih industrijskih panogah (slika 1).

Zgodovina

Dokazi o uživanju gob segajo na Kitajsko, več sto let pred našim štetjem. Kitajci gobam zaradi njihovih zdravilnih učinkovin, ki se še danes uporabljajo v tradicionalni medicini, pravijo tudi »eliksir življenja«. V prehrani so jih prav tako uporabljali stari Grki in Rimljani, rimski cesarji so imeli dvorne preizkuševalce, ki so preverjali, ali je goba strupena ali užitna, saj namerne zastrupitve niso bile redke. Gobe, ki vsebujejo

psilocibin, so zaradi njihovih halucinogenih lastnosti v številnih deželah uporabljali pri verskih ritualih. Uporabo gob v tradicionalni medicini vse bolj preverjajo zaradi možnosti njihove uporabe v moderni medicini. Nekatere gobe, njihovi deli ali posamezne učinkovine se že uspešno tržijo kot prehranska dopolnila in zdravila. Na svetu naj bi obstajalo približno 140.000 vrst gob, poznamo pa jih le približno 15.000. Od tega je približno 2.000 vrst užitnih, običajno pa jih nabiramo le okrog 200. Tudi če bi bil delež uporabnih aktivnih snovi v teh vrstah zelo majhen, še vedno predstavljajo veliko zalogo biološko pomembnih molekul.

Biološko aktivne molekule, ki jih najdemo v gobah

Gobe v naravi izdelujejo številne snovi, s katerimi se branijo pred škodljivimi orga-

Slika 1: Užitne gobe že stoletja uporabljamo v prehrani. Biološko aktivne snovi iz užitnih gob so zato še bolj zanimive z vidika množične proizvodnje, saj zaradi dolgoletne uporabe v prehrani boljše poznamo njihove pozitivne učinke na zdravje.

Foto: Jana Erjavec.



nizmi, plenilci ali pa z njihovo pomočjo pridobivajo hranilne snovi iz okolice. Biološko aktivne snovi iz gob razdelimo v sekundarne metabolite z nizko molekulsko maso in snovi z visoko molekulsko maso. Med manjše aktivne molekule uvrščamo na primer kisline, triterpenoide, sterole in antibiotike, med večje pa polisaharide, beljakovine in beljakovinske komplekse. Dosedanje raziskave kažejo, da imajo učinkovine iz gob protibakterijske, protiglivne, protivirusne, insekticidne, imunomodulacijske, protitumorske, protivnetne in druge lastnosti. V nadaljevanju bodo predstavljene nekatere najpogostejše uporabljene zdravilne gobe in gobe, katerih molekule ali njihove izvlečke uporabljamo v različnih industrijskih panogah.

Užitni nazobčanec (*Lentinus edodes*), bolje poznan kot šitake, je poleg svoje kulinarčne uporabnosti pomemben vir biološko aktivnih snovi, kot sta lentinan in eritadenin. Lentinan ima protibakterijske in protivirusne lastnosti, poleg tega pa učinkuje še protitumorsko in kot spodbujevalec imunskega sistema, zato se v obliki prehranskega dopolnila (na primer Lentinex) lahko uporablja kot pomožna terapija pri okužbah z vi-

rusom HIV in kemoterapijah. D-eritadenin pa je na voljo v obliki zdravila za zniževanje previsoke koncentracije holesterola v krvi. Komercialno zanimivi sta tudi oksalna kislina, ki učinkuje proti bakteriji *Staphylococcus aureus* in nekaterim drugim bakterijam, ter majhna beljakovina lentin, ki zavira rast patogenih gliv.

Bukov ostrigar (*Pleurotus ostreatus*) je lesna goba, pogosta tudi pri nas. Bogata je z beljakovinami in vsebuje veliko aminokislin, vitaminov, mineralov, nenasičenih maščobnih kislin (zlasti oleinsko) ter vlaknin. V vzhodni medicini ga uporabljajo od 5. stoletja dalje za krepitev ven, sprostitvev mišic in boljši krvni obtok. Bukov ostrigar izdeluje lovastatin, molekulo, ki se že uporablja za zniževanje holesterola v krvi (Mevacor, Altoprev). Poleg tega naj bi krepil imunski sistem in deloval proti tumorjem.

Svetlikava pološčenka (*Ganoderma lucidum*), tudi »goba nesmrtnosti«, reiši ali lingči, je ena izmed najbolj raziskanih medicinskih gob na svetu in se uvršča med najučinkovitejše zdravilne učinkovine, pridobljene iz narave (slika 2). Njeni učinki so bili prvič opisani že pred 2.400 leti v prvi



Slika 2: Svetlikavo pološčenko (*Ganoderma lucidum*) pogosto vidimo v okrasnih lončkih kot okras doma ali v službi. V resnici gre za zdravilno gobo z večtisočletno zgodovino. Danes lahko v trgovinah kupimo številne pripravke, pridobljene iz te gobe.

Foto: Jana Erjavec.

kitajski knjigi o zeliščih. Vsebuje številne pomembne učinkovine, katerih pozitivni učinki na človekovo zdravje so bili dokazani v številnih kliničnih študijah. Mednje sodijo polisaharidi v obliki beta-D-glukanov, ki imajo imunomodulacijske in protitumorske lastnosti ter blagodejen vpliv na arterijski krvni tlak. Triterpeni (na primer ganoderične kisline) imajo po izsledkih študij ugoden zaviralni vpliv na sproščanje histamina, uravnavajo delovanje jetrnih celic in jih tako varujejo pred kemično povzročenimi poškodbami z zdravili ali pri kemoterapiji, izboljšujejo porabo kisika, uravnavajo raven LDL-holesterola in zmanjšujejo utrujenost. Triterpenom prav tako pripisujejo protitrombozni učinek.

Pisana ploskocevka (*Trametes versicolor*) je pri nas pogosta lesna goba. Na Japonskem jo uporabljajo kot eno najbolj pogostih imunostimulacijskih sredstev proti raku. Za raziskave beljakovinsko vezanega polisaharida (PSK, Krestin) gre kar približno četrtnina vseh japonskih nacionalnih izdatkov za raziskave sredstev proti raku. Kaže, da PSK učinkuje na rakaste celice tako neposredno kot tudi posredno, s krepitvijo celične imunosti. Njegova protitumorska dejavnost se poveča v kombinaciji z obsevanjem, kemoterapijo ali imunoterapijo. Trenutno poteka klinično testiranje vpliva PSK na zdravljenje raka prostate. Raziskave kažejo, da naj bi PSK deloval tudi protivirusno in morda zaviral razvoj okužbe s HIV in citomegalovirusom.

Velika zraščenka (*Grifola frondosa*), poznana pod japonskim imenom maitake, je pri nas na seznamu ogroženih vrst. Je dobro znana zdravilna goba, ki poleg pisane palete vitaminov vsebuje tudi pomembne polisaharide in beljakovine, ki zavirajo rast tumorjev in krepijo imunski sistem. Prehransko dopolnilo, pripravljeno iz izvlečka velike zraščenke, je znano pod imenom D-fraction. Raziskave so tudi pokazale, da lahko z uživanjem velike zraščenke znižamo krvni sladkor.

Navadna cepilistka (*Schizophyllum commune*) izdeluje polisaharid shizofilan. Shizofilan pozitivno vpliva na naš imunski sistem, ki se zato lažje bori proti številnim boleznim (Sizofiran).

Uporaba gob in njihovih molekul v različnih industrijskih panogah

Z uporabnega stališča so še posebej zanimive tiste učinkovine, ki imajo širok spekter delovanja. Nekatere delujejo hkrati na primer proti bakterijam, odpornim proti več antibiotikom, druge pa hkrati proti več vrstam bakterij. Take gobe so dišeča tramovka (*Gleophyllum odoratum*) in pološčenke (*Ganoderma* spp.), saj vsebujejo ganomicin A in B, ki zavirata rast bakterij *Staphylococcus aureus*, odpornih proti meticilinu (MRSA), *Bacillus subtilis*, *Micrococcus flavus* in bakterij, ki povzročajo kožna obolenja. Iz pološčenk so osamili tudi ganoderiol, lucidadiol in nekatere druge manjše molekule, ki naj bi delovale proti virusom HIV, gripe in herpes simplex. Protibakterijsko delujejo tudi merulinične kisline A, B, C iz gobe drhtavi zgubanec (*Merulius tremellosus*).

Gobe in njihove biološko aktivne molekule imajo vse večjo vlogo tudi v biotehnologiji, kemični industriji, farmaciji in agronomiji, tu se uporabljajo pri predelavi odpadnega organskega materiala, krme. Še posebej pomembne so gobje beljakovine, saj imajo v primerjavi z drugimi znanimi beljakovinami pogosto zelo posebne lastnosti. Številne so odporne proti višjim temperaturam in učinkujejo v širokem območju pH. To je zelo uporabno v številnih industrijskih procesih, kjer nekatere faze potekajo pri višjih temperaturah, vrednosti pH substratov ali mešanic pa se pogosto spreminjajo.

Encim fitaza iz gobe *Peniophora lycii* se na primer uporablja kot dodatek krmi za živali, saj poveča prevzem fosforja in mineralov iz krme. Hidrofobini so beljakovine, ki jih najdemo samo v kraljestvu gliv. Prvi hidrofobin je bil izoliran iz navadne cepilistke (*Schizophyllum commune*), nato pa še iz

številnih drugih gob, na primer bukovega ostrigarja (*Pleurotus ostreatus*) in dvotrosnega kukmaka (*Agaricus bisporus*). Njihova posebna lastnost je ta, da spreminjajo hidrofobnost površin in so na ta način uporabni za stabilizacijo emulzij v farmaciji in kozmetični industriji, v prehranski industriji za proizvodnjo hrane z manj maščobe, premaze večjih površin kot zaščita pred nabiranjem umazanije na steklu, avtomobilih, ladjah. Zelo pomembni so tudi lektini, beljakovine, ki imajo vezani sladkor. Take so beljakovine FIP (angleško *fungus immunomodulatory proteins*), ki so jih raziskovalci izolirali iz pološčenk (*Ganoderma* sp.), nožničark (*Volvariella* sp.) in zimske panjevke (*Flammulina velutipes*) ter naj bi krepile delovanje imunskega sistema. Nepravilno delovanje encimov proteaz je značilno za številna bolezenska stanja, na primer rakava obolenja. Gobe izdelujejo zaviralce (inhibitorje) proteaz, ki zavirajo njihovo delovanje in bi bili lahko uporabni pri zdravljenju takih bolezni. Zaviralce proteaz so že izolirali iz orjaškega dežnika (*Macrolepiota procera*) in poprhnjene livke oziroma meglenke (*Clitocybe nebularis*). Nekateri zaviralci proteaz imajo tudi insekticidne lastnosti, ki bi jih lahko uporabljali za zaščito poljščin. Pomembno področje raziskav gobjih učinkovin predstavlja razgradnja odpadnih organskih materialov, saj gobe vsebujejo veliko encimov oksidoreduktaz, celulaz in hemicelulaz, s katerimi lahko učinkovito razgrajujejo lignin, celulozo in hemicelulozo. Z njihovo uporabo bi lahko predelovali odpadke iz kmetijstva, gozdarstva in nekaterih industrijskih panog ter jih nato uporabili pri proizvodnji hrane. Veliko pozornosti je usmerjeno tudi v uporabo gob in njihovih encimov v proizvodnji energije iz obnovljivih virov.

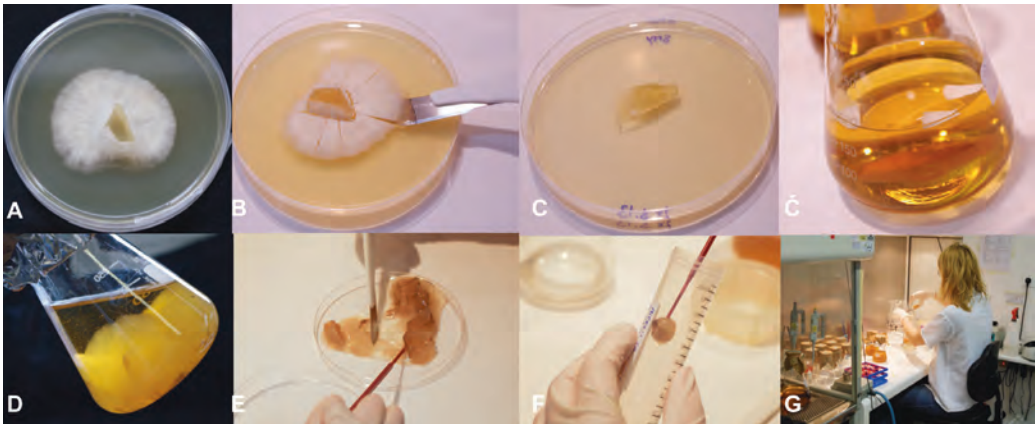
Kljub izjemno pozitivnim lastnostim snovi iz gob pa njihovo delovanje ni nujno usmerjeno samo proti tarčnim molekulam ali celicam, ki jih želimo uničiti. Ugotovljena protibakterijska aktivnost gobje beljakovine torej še ne pomeni, da bo uporabna tudi pri

zdravljenju bakterijskih okužb pri človeku ali živalih. Mehanizmi delovanja protibakterijskih učinkovin iz gob so lahko namreč zelo splošni, kar pomeni, da ne bodo uničili samo nevarnih bakterij, ampak tudi tiste koristne, na primer v črevesju ali na površini kože. Enako velja tudi za učinkovine iz strupenih gob, ki negativno delujejo na rakaste celice, vendar pa ubijejo tudi zdrave celice. Ena od možnih rešitev je uporaba dostavnih sistemov (angleško *delivery systems*). Pri tem uporabimo prenašalno molekulo, na primer protitelo, ki specifično prepozna samo določeni tip celic. To pomeni, da loči med rakavo in zdravo celico ali da prepozna samo škodljive bakterije in viruse ter se veže nanje. Na prenašalno molekulo nato vežemo učinkovino, ki tarčno celico uniči. V eni izmed nedavnih raziskav so raziskovalci pokazali, da lahko na specifično protitelo, ki prepozna samo rakave celice, vežejo štiri do osem molekul α -amanitina, smrtonosnega strupa, izoliranega iz zelene mušnice (*Amanita phalloides*). Pripravek so vbrizgali miškam z rakom trebušne slinavke, prostate ali črevesja in pri vseh so se tumorji zmanjšali ali izgini. Negativnega vpliva na druge celice in telesne organe ni bilo. Ta in številne podobne raziskave potrjujejo dejstvo, da tako iz vidika zdravja človeka kot uporabe molekul iz gob v drugih panogah niso uporabne samo užitne vrste, ampak tudi tiste, ki se jih najpogosteje izogibamo.

Postopek testiranja biološko aktivnih snovi iz gob

Večino učinkovin iz gob lahko pridobimo iz micelija ali iz plodišč z gojenjem v bioreaktorjih. Tudi v laboratoriju lahko gojimo micelij gob v gojiščih, iz njega pripravimo izvleček in testiramo, ali vsebuje aktivne učinkovine. Postopek gojenja micelija je prikazan na sliki 3.

Zaradi vse bolj pogostih pojavov odpornosti bakterij proti obstoječim antibiotikom je iskanje novih (naravnih) antibiotikov še toliko

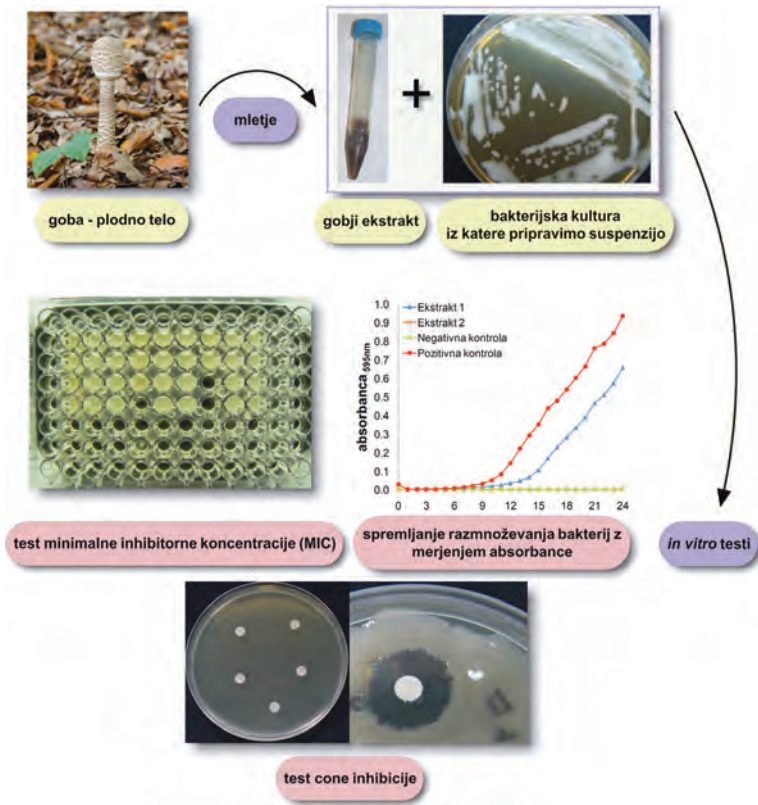


Slika 3: Postopek gojenja micelijja gliv v laboratoriju na trdnem (A) in v tekočem gojišču (D). Micelij na trdnem gojišču razrežemo s skalpelom (B) in posamezne koščke nacepimo na sveže trdno gojišče (C) in v tekoče gojišče (Č). Po nekaj tednih v tekočem gojišču zraste puhast micelij (D), ki ga nežno ločimo od koščkov gojišča (E) in shranimo pri -20 stopinjah Celzija v sterilnih plastičnih posodah. Celotni postopek poteka v sterilni komori (G). Foto: Jana Erjavec (A-D) in Tina Naglič (E-G).

bolj pomembno. Zato številni raziskovalci iščemo nova naravna protimikrobna sredstva, ki bi nadomestila tista manj učinkovita sredstva. Novo potencialno aktivno snov, ki smo jo osamili, ali pa celotni izvleček, ki smo ga pripravili iz micelijja ali plodišč gob, najprej testiramo v laboratorijskih razmerah – *in vitro*. Če so rezultati testiranja *in vitro* obetavni, se nadaljuje testiranje v živih sistemih – *in vivo*. V primeru testiranja zdravilnih učinkovin tako teste najprej opravimo na rastlinskih, živalskih ali človeških celičnih kulturah, kasneje na rastlinah ali živalih in v zadnjih fazah kliničnih testiranj še na ljudeh. Glede na končno uporabo učinkovine se posamezni postopki med seboj nekoliko razlikujejo.

Testiranja *in vitro* potencialnih novih protibakterijske snovi, ki jih najdemo v gobah, potekajo v več korakih. Gobe določimo do vrste, jih zmeljemo in pridobljeni izvleček testiramo. Predvsem za tiste gobe, ki jih ne moremo umetno gojiti, je pravilna določitev gobe zelo pomembna. To še posebej velja v primeru, ko potrdimo prisotnost aktivne snovi in želimo opraviti dodatna testiranja. Najpogosteje uporabljena metoda testiranja protibakterijske aktivnosti je metoda mi-

nimalne inhibitorne koncentracije (MIC), pri kateri delovanje neznane aktivne snovi primerjamo z delovanjem standarda (antibiotika), katerega koncentracijo poznamo. Zaželeno je, da poznamo tudi koncentracijo neznane snovi, kar pa pri testiranju izvlečkov ni mogoče. Analiza poteka v testni ploščici s 96 luknjicami, v katere nanesemo bakterije, proti katerim snov testiramo, novo potencialno zaviralno snov, in standard (antibiotik), ki preizkušeno zavira rast bakterij. Rast bakterij spremljamo spektrofotometrično z merjenjem absorbance. Druga metoda testiranja je test območja inhibicije, pri kateri bakterijo gosto nacepimo na trdno gojišče in nanj položimo okrogle diske iz filtrirnega papirja. Na diske nato nanesemo testirano snov in referenčni standard (antibiotik) znane koncentracije. Po nekaj dneh oziroma takrat, ko se bakterije namnožijo, preverjamo prisotnost območja inhibicije. Če snov zavira rast bakterije, potem se okrog papirnega diska pojavi bistro območje, kjer bakterije ne rastejo. Premer območja primerjamo glede na standard in s tem sklepamo o učinkovitosti nove snovi. Shematski potek testiranja je prikazan na sliki 4.



Slika 4: Shema testiranja protibakterijskega učinka gobjega izvlečka. Foto: Jana Erjavec.

Gobe in onesnaženje

Gobe lahko uporabljamo kot kazalce onesnaženosti tal s težkimi kovinami, na primer kadmijem, svincem, živim srebrom ali arzenom. Vsebnost težkih kovin je odvisna od vrste in starosti gobe, vira onesnaženja in oddaljenosti od vira onesnaženja. Sposobnost kopičenja težkih kovin imajo gobe zaradi posebnega načina rasti in prehranjevanja. Pri prehranjevanju se prebavni encimi iz celic hif sprostijo v okolico, kjer razgradijo prehranske molekule na enostavnejše molekule. Prebavljene snovi se nato iz okolice v obliki vodne raztopine vsrkajo skozi celične stene nazaj v hife. Na ta način iz tal vanje vstopajo tudi kovine, ki so pomembni mikroelementi v človekovi prehrani, na primer železo, cink, mangan in selen, pa tudi težke kovine, ki so v tleh kot posledica onesnaževanja. Lisičke (*Cantharellus* sp.), prašnice

(*Lycoperdon* sp.), kostanjevka (*Xerocomus badius*), veliki slinar (*Gomphidius glutinosus*), vijoličasta bledivka (*Laccaria amethystina*) in nekatere druge gobe kopičijo težke kovine v večjih količinah kot večina ostalih gob. Med drugim so tudi zato nekatere izmed njih užitne samo mlade. Kot posledica onesnaženja se lahko spreminja tudi vrstna sestava gob, občutljivejše vrste zamenjajo tiste, ki so bolj tolerantne do različnih onesnažil.

Poleg težkih kovin gobe kopičijo tudi radioaktivne delce. Po jedrskih nesrečah v Černobilu leta 1986 in Fukušimi leta 2011 v polmeru nekaj 100 kilometrov zaznavajo previsoke koncentracije radioaktivnih delcev cezija 137 (^{137}Cs) tudi v gobah. Povečane vrednosti so bile zaznane tudi v drugih državah in v oddaljenih mestih, kamor jih je odnesel radioaktivni oblak. Ker je razpolovna doba cezija 137 30 let, lahko povečane



Slika 5: Lisičke (*Cantharellus sp.*) vidimo na marsikateri svetovni tržnici doma in po svetu. Foto: Tanja Dreo.

vrednosti pričakujemo še kar nekaj let. Poleg popolne prepovedi uživanja gob iz okolice obeh nesreč nosijo posledice tudi živali, ki živijo v okoliških gozdovih, jedo gobe in brskajo po tleh. Ker živali, na primer divji prašiči, živijo dolgo, se v njih lahko nakopičijo visoke koncentracije radioaktivnih delcev, ki ob zaužitju njihovega mesa negativno vplivajo tudi na človeka.

Prav iz teh razlogov je zelo pomemben nadzor uvoženih pošiljk gob, saj lahko vsebujejo previsoke količine težkih kovin, radioaktivnih delcev ali drugih škodljivih snovi. Tako so na primer leta 2011 v Veliki Britaniji zasegli eno tono posušenih gob iz Bolgarije, pri katerih so vrednosti cezija 137 kar desetkrat presegale zakonsko dovoljene vrednosti. Vsebnost radioaktivnih delcev naj bi bila posledica nesreče v Černobilu pred 25 leti. Poleg tega so v številnih pošiljkah gob, predvsem s Kitajske, zaznali tudi stokrat previsoke koncentracije nikotina. Obsežno poročilo in analiza tveganja s strani Evropske agencije za varnost hrane (European Food Safety Authority, EFSA) opozarjata na negativni vpliv nikotina na človeka kot tudi na to, da je nadzor pošiljk gob zelo

pomemben. Vzrok previsoke vsebnosti nikotina ni znan, se pa nikotin, predvsem v državah tretjega sveta, še vedno uporablja kot insekticid. Kar zadeva kopičenje človeku škodljivih snovi, gojene gobe, namenjene za prehrano, niso nevarne.

Zaradi sposobnosti kopičenja snovi iz okolja pa lahko gobe uporabljamo tudi pri čiščenju onesaženih tal v postopkih bioremediacije. Z naselitvijo nekaterih vrst gob bi lahko močno onesažena območja očistili, saj bi se škodljivi delci nabrali v plodiščih, te pa bi nato lahko odstranili in uničili.

Zaključek

Gobe poleg pomembnih vitaminov, mineralov in vlaknin vsebujejo tudi biološko aktivne molekule, kot so antibiotiki, polisaharidi in beljakovine. Številne raziskave so pokazale, da so gobe pomembni vir novih snovi in nekatere med njimi že uspešno izkoriščajo v različnih industrijah. Kljub temu je raziskav na tem področju še razmeroma malo, zato je pomembno, da v prihodnosti namenimo več pozornosti gobam in »zakladu«, ki se v njih skriva.



Slika 6: *Boletus edulis ali jurček*. Foto: Jana Erjavec.

Slovarček:

Zaprtotrosonice (Ascomycota). Najštevilčnejše deblo v kraljestvu gliv, saj vsebuje več kot 64.000 vrst. Mednje sodijo tartufi, smrčki, številne plesni in kvasovke, med drugim tudi pivske in pekavske kvasovke.

Prostotrosonice (Basidiomycota). Drugo večje deblo, ki skupaj z zaprtotrosonicami sestavljajo podkraljestvo Dikarya, imenovano tudi višje glive. Mednje sodi večina gob, ki jih nabiramo v gozdovih, vključno z jurčki, lisičkami, golobicami, prašnicami.

Micelij. Vegetativno telo glive, ki je sestavljeno iz hif.

Goba (plodišče). S prostim očesom dobro viden del glive oziroma masiven splet hif, v katerem se razvijajo trosi. Gobe tvorijo višje glive, torej tako zaprtotrosonice kot prostotrosonice.

Literatura:

- Erjavec, J., Kos, J., Ravnikar, M., Dreo, T., Sabotič, J., 2012: *Proteins of higher fungi - from forest to application*. *Trends in Biotechnology*, 30 (5): 259-273.
- Wasser, S. P., 2002: *Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 60: 258-274.
- Moldenhauer, G., Salnikov, A. V., Lüttgau, S., Herr, I., Anderl, J., Faulstich, H., 2012: *Therapeutic potential of amanitin-conjugated anti-epithelial cell adhesion molecule monoclonal antibody against pancreatic carcinoma*. *Journal of the National Cancer Institute*, 104 (8): 622-634.
- Vrhovec, B., 2010: *Zdravilne gobe in 100 okusnih gob Slovenije*. Kranj: Založba Narava.
- Gobarsko društvo Lisička Maribor, 2013, <http://www.gobe.si/>.
- Gozd in gozdarstvo – Zdravilne lesne gobe, 2013, <http://www.gozd-les.com/novice/zdravilne-lesne-gobe>.
- ClinicalTrials.gov, a service of the U.S. National Institutes of Health, <http://clinicaltrials.gov/>.

EFSA STATEMENT - Potential risks for public health due to the presence of nicotine in wild mushrooms, <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/286r.pdf>.



Jana Erjavec se je po končanem dodiplomskem študiju mikrobiologije na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani zaposlila na Oddelku za biotehnologijo in sistemsko biologijo na Nacionalnem inštitutu za biologijo. Kot mlada raziskovalka se je vključila v številne projekte, diagnostiko ter raziskave, povezane z varstvom rastlin, največ časa pa je posvetila prav raziskavi proteinov in proteinskih ekstraktov iz gob. Ti namreč vsebujejo številne biološko aktivne učinkovine, ki bi se s pridom lahko uporabljale na področju varstva rastlin, okolja, v humani medicini in v različnih industrijskih panogah.