Gljive: jesti ili ne jesti

Rogić, Ivana

Undergraduate thesis / Završni rad

2009

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:998269

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

GLJIVE
jesti ili ne jesti

MUSHROOMS
to eat or not to eat

SEMINARSKI RAD

Ivana Rogić
Preddiplomski studij biologije
(Undergraduate Study of Biology)
Mentor: prof. dr. sc. Anđelka Plenković-Moraj

Zagreb,2009.

Tablica sadržaja

1. UVOD 1
2. BIOLOGIJA GLJIVA 2
3. GLJIVE I ČOVJEK 4
4. NUTRITIVNE VRIJEDNOSTI 7
5. TOKSIKOLOGIJA GLJIVA 11
6. Faktori koji utječu na kvalitetu gljiva u prehrani 19
   6.1. Priprema 19
   6.2. Skladištenje 20
   6.3. Okoliš 21
7. LITERATURA 22
8. SAŽETAK 23
9. SUMMARY 23

1. UVOD

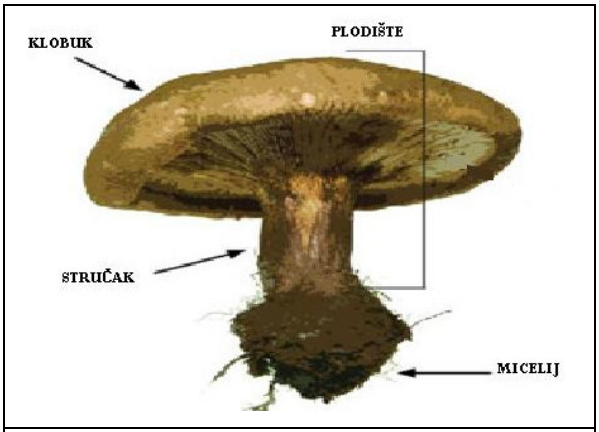
Još od najranijih vremena gljive su bile tretirane kao posebna vrsta hrane. Grci su vjerovali da gljive pružaju ratnicima na bojnom polju nevjerojatnu snagu, faraoni su ih smatrali posebnim delicijama, a Rimljani su na gljive gledali kao na hranu bogova i servirali ih samo za posebne i važne bankete. Kinezi su gljive posebno cijenili, smatrali su ih iznimno zdravom hranom, „eliksirima života“. Meksički Indijanci upotrebljavali su gljive kao halucinogena sredstva u raznim ritualnim obredima i čarobnim pripravcima, a uz to su ih koristili u razne terapeutske svrhe. Vjeruje se da su rani ljudi kušali i testirali gljive te na temelju pokušaja i pogrešaka učili i zaključivali koje gljive treba sakupljati, a koje izbjegavati (Chang&Miles, 2004.).

U posljednjih nekoliko desetljeća gljive su na sebe privukle veliku pozornost kao izvor ukusne hrane i bogate nutritivne vrijednosti ili nerijetko kao i izvor masovnih trovanja. Čini se kako jestive gljive koje čovjek upotrebljava u prehrani nemaju manu, no s gljivama treba oprezno kako bi iz njih izvukli ono najvažnije odnosno izbjegli nekorisne pa možda čak i štetne tvari. Gljive mogu biti prava hranjiva bomba ili bezvrijedni dodatak na tanjuru, mogu biti izvor trovanja ukoliko su same otrovne pa ih nepažnjom zamijenimo za neku jestivu ili ako ne poznajemo tajne njihove (uvjetovane) otrovnosti.

2. BIOLOGIJA GLJIVA

Gljive su heterotrofni organizmi koji nemaju fotosintetskog pigmenta. U prirodi razlažu organske tvari svojim absorptivnim modelom prehrane. Tvari potrebne za život uzimaju od drugih živih ili mrtvih organizama. S obzirom na to razlikujemo: saprofite koji potrebne tvari dobivaju iz organskih ostataka mrtvih organizama, simbionte koji za svoju dopunsku ishranu stupaju u suživot s biljnim organizmima (uglavnom drvećem), pri čemu određena vrsta gljive traži određenu vrstu biljne jedinke za svog domaćina te dolazi do oblika simbioze koji nazivamo mikoriza. U tom odnosu gljiva razgrađuje okolne organske tvari te ih domaćin u tom obliku može koristiti, a zauzvrat opskrbljuje gljivu asimilatima koje sam proizvodi. Na kraju su tu paraziti koji sve potrebne supstance uzimaju od domaćina na kojem parazitiraju, pri čemu su upravo oni najčešći primarni ili sekundarni uzrok smrti domaćina (Hafner, 1997).

Osnovne građevne jedinice gljiva su hife koje nastaju klijanjem spora te svojim rastom i grananjem tvore vegetativnu strukturu koju nazivamo micelij (Uščuplić, 2004). Unutar micelija nalaze se primordiji iz kojih izrasta plodište gljiva (Slika 1.) (to je ono što nazivamo gljivom) (Hafner, 1997). Plodišta su tijela u ili na kojima se razvijaju reproduktivni organi i spolne stanice gljiva. Najvažnija su taksonomska kategorija gljiva i predstavljaju temelj morfološke klasifikacije ovih organizama. Mogu biti veoma različita, po obliku, veličini, boji, teksturi, mirisu. Jedan dio plodišta ima karakterističan izgled klobuka i stručka. Plodni dio ili himenij kod Basidiomycota većinom se nalazi na donjoj strani klobuka, a sastoji se od bazidija ili stanica za razmnožavanje koje na krajnjem dijelu imaju drške na kojima se nalaze spore s haploidnim brojem kromosoma, cistida koji su neplodni elementi trusišta i centralnog spleta listića (Uščuplić, 2004).



Slika 1.Osnovni dijelovi plodišta Basidiomycota (http://www.purica.com/full_spectrum_mushroom.htm)

Gljive se razmnožavaju nespolno sporama koje nastaju mitotskom diobom u ili na ograncima hifa, te fragmentacijom hifa što se najčešće događa slučajno (Uščuplić, 2004). Kod gljiva postoji i spolno razmnožavanje. U Basidiomycota spolno razmnožavanje sastoji se od

stapanja jezgara i plazme dvaju različitih kopulacijskih stanica micelija te na kraju procesima diobe u jednoj stanici nastane 1 – 4 haploidne jezgre što može varirati ovisno o vrsti pa se tako na bazidijima gljiva mogu formirati četiri spore s po jednom haploidnom jezgrom ili dvije spore s po dvije haploidne jezgre (Božac, 2007).

Produkcija spora je veoma velika no samo nekoliko njih dospije na pogodno mjesto gdje proklije. Gljive nalazimo svugdje gdje je dovoljno vlažno i gdje je temperatura pogodna. Ta dva uvjeta su za život gljiva presudna, pogotovo za rast plodišta. Iako je micelij gljiva stalno prisutan u supstratu, razvoj plodišta se uglavnom javlja u određeno doba godine, sezonski, što je specifična karakteristika svake vrste i povezana je s temperaturom. U našim krajevima glavna sezona skupljanja gljiva je u jesen iako se neke vrste skupljaju i na proljeće, ljeto ili zimu. Gljive rastu na različitim staništima i na različitim supstratima, neke vrste su stanovnici šuma, mnoge rastu samo na livadama, požarištima, parkovima, na pašnjacima, uz ceste ili uz rijeke (Uščuplić, 2004). Iako samo nastoje dovršiti svoj životni ciklus, ne znaju da su upravo one veoma poželjni objekti skupljanja; trofeji gurmanskih jela.

3. GLJIVE I ČOVJEK

I gljive su imale bitan utjecaj na oblikovanje kulture društva, na što nas upućuju ostaci mnogih narodnih običaja. Također možda najpoznatiji i za gljive najzanimljiviji nalaz je otkriće čovjeka iz kamenog doba. Naime, 1991. godine planinari su u Alpama otkrili zaleđeno i djelomično mumificirano tijelo čovjeka. Izotopno datiranje ugljika potvrdilo je da je „ice man“ živio u razdoblju prije 5500 godina. Među njegovim stvarima nađeni su fragmenti tkiva gljiva „shelf fungi“. Za jedan dio tkiva pretpostavlja se da je služio kao sredstvo za potpalu vatre, a za preostala dva pretpostavlja se da su imala medicinsku namjenu. Otkriće ostataka gljiva ukazuju nam na primjenu gljiva i poznavanju njihova djelovanja još u društvu kamenog doba. Pretpostavlja se da su prahistorijski ljudi skupljali i jeli gljive. Naravno trebalo je razlikovati jestive od otrovnih gljiva i sam proces predstavljao je problem jer bi svaku nepoznatu vrstu trebalo testirati metodom pokušaja – pogrešaka pa bi takav proces razlikovanja nerijetko završio trovanjem ili smrću. Društvo koje je provodilo identifikaciju gljiva bilo je sastavljeno od starijih članova i šamana jer su oni bili najstariji pa su prema tome imali i najviše znanja i iskustva. U vjerovanjima starijih naroda često su gljivama pridodavana magična i duhovna svojstva. Tome u prilog ide činjenica da su gljive bile neizostavan sastojak raznih šamanskih rituala i proricanja.

Jedno od najranijih dijela u kojima se spominju gljive je Talmud, a najranije poveznice o gljivama datiraju još iz perioda antičke Grčke. Gljive se spominju u zapisima Euripida i Hipokrata u slučajevima trovanja. I Grke i Rimljane zbunjivalo je podrijetlo gljiva jer „nemaju vidljivo sjeme i pojavljuju se niotkuda“ pa su prevladavala objašnjenja poput: izrasline drveta, fragmenti Zemlje, produkti munja i slično. Prema Suetoniusu, Grci su gljive nazivali hranom bogova . Filozof Porphyry radije ih je zvao sinovima bogova jer su se rađale bez sjemena. Rimljani su određene gljive jako cijenili i servirali su ih na raskošnim banketima u posebnom skupocjenom posuđu. Jednu vrstu su smatrali tako iznimnom da su je zasluženo nazvali Cezarovom gljivom (*Amanita caesarea* (Scop. : Fr.) Pers.*)*. Također je poznato da su Rimljani gljive upotrebljavali za politička smaknuća (car Klaudije).

U srednjem vijeku gljive se spominju kao delicije u nekim europskim kuharicama, ali unatoč tome postoji vrlo malo učenjačkih poveznica iz ovog perioda. Avicenna (979.-1037.) daje savjete vezane za trovanje gljivama te tvrdi kako se crne, zelene i „šarene“ trebaju izbjegavati. Pretpostavlja se da je pri tome mislio na vrstu *Amanita phalloides* (Vaill.: Fr.) Link, veliku ubojicu među gljivama koja često može imati nijanse zelenkaste boje. Literatura

modernije Europe o biologiji i jestivosti gljiva zbunjujuća je i puna kontraindikacija. Pretpostavlja se da su obični ljudi znali više od učenjaka. Moderna era mikologije nije započela sve do renesanse. U 15. st. venecijanski naturalist Barbaro Ermolao (poznatiji kao Hermolaos) je prvi revidirao i proširio botaničko znanje poznato još od Grka i Rimljana. Izdavanje knjige u to doba bilo je veoma zahtjevno i skupo stoga su veoma popularna bila djela pisana u obliku malih rasprava ili disertacija. Stoga se većina takvih djela bavila uglavnom jednom gljivom.

Prvu opširniju monografiju o gljivama „Fungorum in Pannoniis observatorum brevis historia“ kao dio djela, „part of the Rariorum plantarum historia.“ objavio je 1601.god. Charles de l' Ealuse (lat. Clusius) (Slika 3.).



Slika 3. Portret Charlesa de l' Ealusea (http://bc.ub.leidenuniv.nl/bc/tentoonstelling/Clusius/Clusius.html)



Slika 4. Skice oslikane vodenim bojama poslužile su kao ilustracije Clusiusu, te su kao takve bile prve ikad korištene u botanici. (http://bc.ub.leidenuniv.nl/bc/tentoonstelling/Clusius/Clusius.html)

Prema tom djelu sa sigurnošću se mogla identificirati većina vrsta gljiva pomoću ilustracija za koje je Clusius imao skice (Slika 4.). Skice su se do početka 19.st. smatrale izgubljenima, sve do njihove pojave u knjižnici Sveučilišta u Leydenu te su do danas iznenađujuće dobro očuvane unatoč svojoj starosti. John Gerard, autor herbala iz 1597. god. izradio je mnoštvo crteža preuzetih od Clusiusa te napravio neutemeljen i nepouzdan izvještaj o jestivosti gljiva. Kako bi objasnio zašto su neke gljive otrovne citirao je Dioscoridesa :

„Otrovne gljive rastu gdje staro željezo leži ili trule tkanine, pokraj zmijske jazbine ili blizu korijenja drveća koje daje otrovne plodove“. Gerard se oslanjao na najsažetiju moguću klasifikaciju gljiva – otrovne i neotrovne. Već u 16.st. u Engleskoj se manifestirao strah od gljiva koji ih je sve do 20.st. odvajao od ostalih Europljana, a zasluge za to pripisuju se Gerardu.

Mikologija ulazi u modernu eru tek u 17.st. koje je bilo obilježeno novim spoznajama i proučavanjima koja su u konačnosti razjasnila misterij životnog ciklusa mnogih gljiva. Možda je najvažniji doprinos tome dao Florentino Pietro Antonio Micheli. Naime, on je dao doprinos otkrivanju kontroverze koja je trajala puno vremena: razmnožavaju li se gljive sjemenom ili izrastu spontano? Micheli je proveo nekoliko eksperimenata kojima je dokazano da su se gljive razvile upravo iz spora. No u to vrijeme njegovi rezultati nisu bili prihvaćeni vjerojatno zbog mnogo neuspjelih pokušaja sa drugim vrstama gljiva.



Slika 5. Elias Magnus Fries (1794 - 1878) (http://www.mushroomthejournal.com/greatlakesdata/Authors/Fries10.html)

Katalogizacija i klasifikacija gljiva nastavlja se kroz 18. i 19. stoljeće, ali znanstvenici koji su pisali radove radili su nezavisno jedni o drugima, a to je značilo i drugačiji pristup radu što je rezultiralo velikom zbrkom. Osoba zaslužna za unošenje reda i razumijevanja u tu zbrku bio je Elias Fries (1794. – 1878.) (Slika 5.) . Naime, on je do tad poznata saznanja i klasifikacije sveo u jednu uporabljivu shemu. Njegova klasifikacija temeljila se na karakteristikama vidljivim golim okom i u uporabi je ostala sve dok ju nije istisnula uporaba mikroskopa koja je tad zahtijevala novu klasifikaciju. Danas živimo u novoj eri mikologije zahvaljujući novim tehnologijama koje je donijela znanost. Pomoću molekularne biologije moguće je odrediti srodnost različitih vrsta gljiva. A prema ranijim DNA analizama možemo reći da se prijašnja klasifikacija bazirana na morfološkim osobinama drži prilično dobro tj. bez drastičnijih promjena (Schaechter, 1998).

4. NUTRITIVNE VRIJEDNOSTI

Gljive se mogu konzumirati zbog svoje ukusnosti i/ili zbog nutritivnih vrijednosti. Ukusnost se može procijeniti po boji, teksturi, aromi i okusu, ali određivanje nutritivne vrijednosti zahtjeva mnogo znanstvenog rada. Ono uključuje analizu približnog sastava i proučavanje spektra amino kiselina, vitamina, minerala, prisutnih nukleinskih kiselina. Treba zapaziti da je sastav proučavanih vrsta određen raznolikošću genoma,različitim uvjetima i prirodom supstrata. Također, na vrijednosti podataka može utjecati način kultiviranja i provođenja metoda određivanja. Gljive kao i drugi živi organizmi pokazuju varijacije u svom metabolizmu u posliježetvenom životu. Stoga treba uzeti u obzir moguće promjene u sastavu i rasponu vrijednosti s obzirom na razvojni stadij i način pripreme ili skladištenja nakon branja. Približni sastav najčešće kultiviranih gljiva nalazi se u tablici (Tablica 1.).

Tablica 1. Približan sastav najčešće kultiviranih gljiva.
Napomena: svi podaci su prezentirani u postocima suhe tvari, osim vlažnosti (postotak vlažnosti u svježem uzorku) i energetske vrijednosti (Kcal/100g suhe tvari)
(Prilagođeno prema Chang &Miles, 2004)

Vrsta	Vlažnost	Ukupni proteini	Ukupne masnoće	Ukupni ugljikohidrati	Vlakna	Energetska vrijednost
Agaricus bisporus	78,3-90,5	23,9-34,8	1,7-8,0	51,3-62,5	8,0-10,4	328-368
Agaricus campestris	89,7	33,2	1,9	56,9	8,1	354
Boletus edulis	87,3	29,7	3,1	59,7	8,0	362
Flammulina velutipes	89,2	17,6	1,9	73,1	3,7	378
Lentinula edodes	90,0-91,8	13,4-17,5	4,9-8,0	67,5-78,0	7,3-8,0	387-392
Pleurotus eous	92,2	25,0	1,1	59,2	12,0	261
Pleurotus florida	91,5	27,0	1,6	58,0	11,5	265
Pleurotus ostreatus	73,7-90,8	10,5-30,4	1,6-2,2	57,6-81,8	7,5-8,7	345-367
Pleurotus sajor-caju	90,1	26,6	2,0	50,7	13,3	300
Volvariella diplasia	90,4	28,5	2,6	57,4	17,4	304
Volvariella volvacea	89,1	25,9	2,4	_	9,3	276

Za određivanje tj. predviđanje nutritivne vrijednosti gljiva koristi se EAA indeks koji se bazira na sadržaju esencijalnih aminokiselina u gljiva. U Tablici 2. prikazane su vrijednosti gljiva i drugih namirnica s obzirom na EAA indeks. Najhranjivije gljive konkuriraju mesu i mlijeku po nutritivnim vrijednostima , a one gljive s manjim nutritivnim vrijednostima na razini su s povrćem.

Tablica 2. Vrijednosti namirnica s obzirom na EAA indeks
(Prilagođeno prema Chang &Miles 2004)

EAA indeks	Namirnice
100	svinjetina,piletina
99	mlijeko
98	gljive
91	krumpir
88	kukuruz
86	krastavci
79	kikiriki
76	špinat,soja
72	kupus, gljive
69	repa
53	mrkva
44	rajčica

Osim što su bogate proteinima također pružaju i izvor masti, fosfata, minerala i vitamina kao što su: tiamin, riboflavin, askorbinska kiselina, ergosterol i niacin. Plodišta su siromašna kalorijama, ugljikohidratima i kalcijem. Za kultivirane gljive poznata je informacija da sadrže 0,6% do 3,1% masti na bazi suhe tvari. Nezasićene masne kiseline, esencijalne i bitne za ljudsku prehranu, čine čak do 70% prisutnih masti. Naravno, poželjnost gljive kao hrane najčešće nije zbog njezine nutritivne vrijednosti već zbog izgleda, arome, tekstura, mirisa koji su najčešći stimulansi apetita.

Vrijednosti sadržaja **proteina** u 4 popularnije gljive *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Pilát (šampinjoni), *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler (shiitake), *Pleurotus spp* (krivonoške). i *Volvariella volvacea* (Bull. ex Fr.) Sing. (vrećasta tobolčarka) koje su najčešće komercijalno kultivirane u mnogim zemljama svijeta kreću se od 1,75 do 3,63% gledano na svježu masu. Vrijednost čak može doseći i do 5,9%, no reprezentativnije je ako kažemo da je prosječan sadržaj proteina u svježim gljivama između 3,5 i 4%. Taj podatak nam govori da je sadržaj proteina u gljivama dvostruko veći nego u šparogama i kupusu ili čak do 12 puta veći nego u naranči ili jabuci. Na osnovi suhe tvari gljive sadrže 19 do 35% proteina u usporedbi s rižom koja ima 7,3%, soja 39,1% i 25,5% u mlijeku. Kad pogledamo sveukupnost proteina u gljivama možemo reći da se nalaze i iznad mlijeka koje je životinjskog podrijetla te tako konkuriraju i mesu.

Proteini su sastavljeni od mnoštva **aminokiselina**, od kojih je za nas bitno dvadesetak. Ljudsko tijelo može samo pretvarati jedan tip aminokiseline u drugi, ali devet je esencijalnih koje u organizam unosimo isključivo hranom (lizin, metionin, triptofan, treonin, valin, leucin, izoleucin, histidin i fenilalanin). Stoga kako bi naš organizam mogao sam pretvarati

esencijalne u neesencijalne aminokiseline potrebno mu je osigurati kontinuiran izvor esencijalnih aminokiselina. Hrana životinjskog podrijetla uvijek osigurava bolju opskrbu i kvalitetniju opskrbu proteinima od hrane biljnog podrijetla kojoj najčešće nedostaje nekih esencijalnih aminokiselina. Npr. sjemenke žitarica najčešće imaju vrlo malo aminokiseline lizina, mahunarke primjerice imaju jako malo metionina i triptofana. Proteini najčešće kultiviranih gljiva sadrže svih 9 esencijalnih kiselina bitnih za ljudski organizam. Gljive iz Tablice 1. obiluju lizinom dok imaju najnižu razinu triptofana i metionina.

Sadržaj **masti** u raznih vrsta gljiva varira između 1,1 do 8,3% na bazi suhe tvari s prosječnim sadržajem od oko 4%. Mast prisutna u gljivama predstavlja slobodne masne kiseline, monogliceride, trigliceride, sterole, estere sterola i fosfolipide. Čak 72% ukupnih masnih kiselina čine nezasićene masne kiseline. Najviši sadržaj spada na linoleičnu kiselinu koja kod vrste *Lentinula edodes* zauzima 76% prisutnih masnih kiselina, *Volvariella volvacea* 70%, kod *Agaricus bisporus* 69%. To su tri najčešće kultivirane gljive. Nezasićene masne kiseline bitan su čimbenik u ljudskoj prehrani pa tako i za njegovo zdravlje dok su primjerice zasićene masne kiseline prisutne velikim postotkom u mastima životinjskog podrijetla te mogu biti pogubne za ljudsko zdravlje. Otkrićem visokog udjela nezasićenih masnih kiselina i visokim postotkom linoleične kiseline gljive su poželjne sastavnice zdrave prehrane.

Jestive su gljive dobar **izvor vitamina** kao što su tiamin (vitamin B1), riboflavin (vitamin B2), niacin, biotin, askorbinska kiselina (vitamin C) i izvor su ergosterola (prekursora vitamina D2) koji izložen UV zračenju prelazi u vitamin D. U Tablici 3. su prikazane vrijednosti pojedinih vitamina kod ispitivanih gljiva

Tablica 3. Vrijednosti pojedinih vitamina kod najčešće kultiviranih gljiva
Napomena: svi podaci prezentirani su u mg/100 g suhe tvari
(Prilagođeno prema Chang &Miles 2004)

Vrsta	Tiamin/B1	Niacin/B3	Riboflavin/B2	Vitamin C
Agaricus bisporus	1,14	55,70	5,00	1,80
Volvariella volvacea	0,35	64,88	1,63-2,98	1,40
Lentinula edodes	7,80	54,90	4,90	9,40
Pleurotus spp.	1,16 -4,8	46-108,7	-	-

Ugljikohidrate gljiva čine pentoze, metilpentoze, heksoze, disaharidi, amino šećeri, šećerni alkoholi, šećerne kiseline. *Pleurotus* sadrži 46.6% pa čak i do 81.8% ugljikohidrata. *Agaricus bisporus* (suha tvar) sadrži 60%.

Sadržaj **vlakana** varira od 7,4 do 27.6% u roda *Pleurotus*, 10.4% kod *Agaricus bisporus* i 4 do 20% kod *Volvariella.volvacea*. vlakna se smatraju važnim sastojkom zdrave i izbalansirane prehrane. Nedavna istraživanja privlače pažnju. Naime, bave se određivanjem komponenti u vodi topivog polisaharida dobivenog iz plodišta gljiva koji ima sposobnost inhibicije nastanka i rasta tumora. Glavna frakcija tog polisaharida nazvana H51 ima jaku antitumorsku aktivnost. U jednom od istraživanja otkriveno je da pacijenti oboljeli od dijabetesa u čiju je prehranu bilo uključeno mnogo vlakana imaju smanjenu dnevnu potrebu za inzulinom i stabilniju krvnu sliku što se glukoze tiče.

Gljive su dobar **izvor minerala**. Minerale prisutne u supstratu na kojem gljive rastu uzima micelija i translocira u sporofit. Kao što to biva u viših biljaka, mineral kojeg u gljiva najviše ima je kalij, zatim fosfor, natrij, kalcij i magnezij. Oni se smatraju makroelementima. Zatim su tu još i bakar, cink, željezo, mangan, molibden i kadmij koji predstavljaju mikroelemente zastupljene u manjim koncentracijama. Nakon spaljivanja uzorka izračunato je da K, P, Na, Ca i Mg čine 56 do 70% preostalog pepela . Kalija ima najviše te on čini 45% pepela. Na i Ca ima u gotovo jednakim koncentracijama osim kod vrste *Lentinula edodes* gdje je kalcij prisutan u većim količinama. Ostalih minerala ima u vrlo malim količinama (Chang &Miles, 2004).

5. TOKSIKOLOGIJA GLJIVA

Najveća opasnost od trovanja gljivama smo zapravo mi sami. Nepoznavanjem istinitih i dakako korisnih činjenica ugrožavamo vlastito zdravlje pa i život. Naravno, postoje otrovne, jestive i one gljive čije djelovanje još nije istraženo. Prema zdravom razumu izbjegavati ćemo gljive koje su otrovne tj. nejestive. No ipak katkad zbog vlastite krive prosudbe možemo zamijeniti otrovnu za jestivu gljivu, katkad se dogodi i da jestiva gljiva našom nepažnjom postane otrovna, s lakšim ili težim posljedicama.

Kada se govori o jednostavnoj podijeli gljiva na jestive i nejestive iza toga se zapravo krije puno iskustva i znanja koja se dakako još moraju upotpunjavati. Primjerice u prošlosti su se rani hrčak (*Gyromitra esculenta* (Pers.) Fr.) (Slika 6.), osjetljiva uvijača (*Paxillus involutus* (Batsch) Fr.) (Slika 7.), raspucana širokoliska (*Megacollybia platyphylla* (Pers.) Kotl. & Pouzar) (Slika 8.), bijela sraštenica (*Lyophyllum connatum* (Schum. ex Fr.) Sing.) (Slika 9.) i neke druge vrste smatrale jestivima, što i danas stoji, no tad se nije znalo da toksini spomenutih vrsta imaju kumulativna svojstva; odnosno talože se u organizmu pri svakoj konzumaciji te ako ih učestalo jedemo može doći do lakših i težih trovanja.



Slika 6.*.Gyromitra esculenta* (http://morchella.com.ba)



Slika 7.*.Paxillus involutus* (http://morchella.com.ba)



Slika 8.*. Megacollybia platyphylla* (http://morchella.com.ba)



Slika 9.*.. Lyophyllum connatum* (http://morchella.com.ba)

Gljive roda *Coprinus* u sebi sadrže spoj koprin koji može reagirati s etanolom iz alkohola i imati toksičan učinak na organizam stoga možemo reći da su te gljive uvjetno jestive te treba izbjegavati konzumiranje alkohola prije, tijekom i poslije jela koje sadrži spomenute gljive. Također opasnost nam može prijetiti od sirovih gljiva npr. biserka, preslice, kraljevka. Zato se gljive uvijek trebaju termički obraditi jer na taj način uklanjaju prisutni toksini opasni po zdravlje (Božac, 2007).

Toksini koje u sebi sadrže gljive imaju različitu kemijsku strukturu pa prema tome i prirodu djelovanja. Vrijeme koje prođe od konzumacije „otrovnih“ gljiva pa do pojave prvih

simptoma trovanja naziva se inkubacijsko vrijeme. Ono može biti dugo (6-24h) i kratko (20min – 2 h). Naravno jačina trovanja i inkubacijski period ovise o vrsti koju je otrovana osoba pojela te o količini koju je unijela u organizam. Danas je poznato da najsmrtonosnije gljive imaju dugo inkubacijsko vrijeme te dolazi do najtežih trovanja s tjelesnim oštećenjima pri čemu stradavaju vitalni organi npr. jetra, bubrezi, kardiovaskularni sustav, živčani sustav i dr. Kratki inkubacijski period imaju mnoge vrste gljiva te uz zatraženu liječničku pomoć takvo trovanje završava najčešće bez težih posljedica (Božac, 2007). Naravno intenzitet trovanja opet može ovisiti i o odgovoru našeg organizma pa je osim poželjnog znanja o gljivama više nego poželjno znanje o vlastitom zdravlju. Važno je napomenuti da su djeca, nemoćne i starije osobe puno podložnije trovanjima dok se kod mnogih ljudi neke vrste lakših trovanja ne moraju ni očitovati.

Trovanja gljivama su podijeljena i nazvana prema skupinama spojeva ili spoju zbog kojeg dolazi do trovanja te periodu inkubacije. Dugo inkubacijsko razdoblje imaju: faloidinski, orelaninski, giromitrinski i paksilinski sindromi trovanja koji su teži oblici trovanja. Kratko inkubacijsko razdoblje imaju: muskarinski, panterinski, psilocibinski, gastrointestinalni, koprinski, hemolitički i alergijski sindromi (Božac, 2007).

FALOIDINSKI SINDROM – javlja se i do 48 sati nakon konzumacije *Amamnita phalloides* (zelena pupavka) *(*Slika 10.*), Amanita verna* (Bull. : Fr.) Lam. (bijela pupavka)*, Amanita virosa* Lam. ex Secr. (smrdljiva pupavka) i dr. vrsta najčešće zbog zamjene s jestivim vrstama.



Slika 10.. *Amamnita phalloides* (zelena pupavka) (http://morchella.com.ba)

Iz ovih vrsta izolirane su tri skupine toksina : falotoksini, amatoksini i virotoksini. Ovaj oblik trovanja vrlo je težak te se javljaju želučano-crijevne smetnje u obliku povraćanja, znojenje, žeđ, grčenje mišića,kolapsa kardiocirkulacijskog sustava i u konačnici smrt. Ukoliko se bolesnik brzo hospitalizira nužno je ispiranje želuca, ispiranje crijeva te davanje aktivnog ugljena koji će vezati na sebe toksine koji su se vezali u duodenumu. Toksine zatim treba odstraniti i iz krvi hemodijalizom i hemofiltracijom. Zatim se bolesniku daju diuretici kako bi se toksini što prije izbacili

mokrenjem. Također, u zadnje vrijeme bolesnicima se injekcijom daje silibin koji inhibira amatoksine u jetrenim stanicama te penicilin (Božac, 2007).

ORELANINSKI SINDROM – uključuje trovanje kod kojeg dolazi do poremećaja rada bubrega. Prvi znakovi trovanja mogu se javiti 4-48 sati nakon konzumacije ili čak nakon 20 (60) dana. Ovaj sindrom uzrokuje npr. crvena muhara (*Amanita muscaria* (L. : Fr.) Lam.) (Slika 11.) koja je privukla pozornost 50 ih god. prošlog stoljeća zbog masovnih trovanja u Poljskoj.

U muhari je otkriven toksin orelanin. On je i nakon kuhanja termostabilan. Prvi simptomi javljaju se u obliku povraćanja, proljeva, bolova u trbuhu. Zatim slijedi pauza i do 20 dana te insuficijencija bubrega. Može doći i do zatvora pa i izvrnuća debelog crijeva. Ukoliko se bolesnik na vrijeme dovede u bolnicu potrebno je održavati funkciju bubrega hemodijalizom u većini slučajeva i do kraja života (Božac, 2007).



Slika 11. *Amanita muscaria* (crvena muhara) (http://morchella.com.ba)

GIROMITRINSKI SINDROM- uzrokuju gljive iz razreda mješinarki (*Ascomycetes*) *Gyromitra esculenta* (Pers.) Fr. (Slika 6), *Gyromitra fastigiata* (Krombh.) Rehm, *Gyromitra gigas* (Krombh.) Cooke i dr. Do ovog trovanja dolazi ukoliko se spomenute gljive jedu sirove ili nedovoljno termički obrađene. Najčešće dolazi do oštećenja jetre. Prvi simptomi javljaju se u obliku iscrpljenosti, vrtoglavice, nadutosti, glavobolje, povraćanja, krvavog proljeva, dehidracije te grčeva u nogama. U mnogim slučajevima oporavak nastupi nakon dva do šest dana, ali u nekim slučajevima javlja se žutica, hemoglobinurija i prestanak mokrenja te još niz simptoma koji u konačnici mogu dovesti do smrti zbog kolapsa kardiovaskularnog sustava u stanju kome. Toksin koji uzrokuje ovaj sindrom jest vrlo nestabilan spoj giromitrin i monometilhidrazin koji nastaje hidrolizom giromitrina. Za navedene tvari dokazano je da imaju kumulativna svojstva te nakon učestale konzumacije dolazi do teških trovanja i smrti (Božac, 2007).

PAKSILINSKI SINDROM – se vrlo rijetko javlja vrlo vjerojatno zbog toga što su gljive koje ga izazivaju vrlo neugledne npr. *Paxillus involutus (*osjetljiva uvijača*)* (Slika 7.) te *Paxillus filamentosus* (Scop.) Fr. Do trovanja dolazi ukoliko se konzumiraju sirova ili nedovoljno termički obrađena plodišta tih gljiva, a izaziva ga termolabilni toksin involutin. Zabilježeno je nekoliko slučajeva masovnih trovanja u Poljskoj upravo tim toksinom. Simptomi koji se najčešće pojavljuju su gastrointestinalne smetnje no uz pravovremenu liječničku pomoć bolesnik se može oporaviti bez ikakvih posljedica (Božac, 2007).

MUSKARINSKI SINDROM – izaziva mnogo vrsta gljiva koje na prvi pogled izgledaju potpuno bezopasno.



Slika 12. Clitocybe rivulosa (http://mushroomtable.com)

Tu spadaju gljive iz roda *Clitocybe* npr. *Clitocybe rivulosa* (Pers.) P. Kumm. (Slika 12.), *Clitocybe candicans* (Pers.) P. Kumm., *Clitocybe gracilipes* Lamoure te ostale bijele vrste tog roda. Također ga izazivaju i vrste roda *Inocybe* npr. *Inocybe asterospora* Quél., *Inocybe lucifuga* (Fr.) P. Kumm., *Inocybe mixtilis* (Britzelm.) Sacc. i dr. Izaziva ga toksičan spoj muskarin koji može biti prisutan kod mnogih vrsta koje imaju listićav himenij. Smatra se da aktivnost muskarina proizlazi iz sličnosti njegove strukture s acetilkolinom koji ima ulogu neurotransmitera u našem organizmu. Simptomi se javljaju 15 – 30 min nakon jela, a očituju se u jakom znojenju, slinjenju, suzenju, povraćanju, pojavi gastrointestinalnih smetnji, padu tlaka, trzanju dijelova tijela. Može se javiti i bradikardija i bronhijalna astma. Liječi se intravenoznim ili intramuskularnim davanjem atropina bolesniku svakih pola sata, a ukoliko bolesnik već nije povratio sadržaj preporuča se ispiranje želuca ili potencirano povraćanje (Božac, 2007).

PANTERINSKI SINDROM – izaziva *Amanita muscaria* (muhara*), Amanita aureola* (Kalchbr.) Sacc., *Amanita regalis* (Fr.) Michael*, Amanita pantherina* (DC.) Krombh. (Slika 13.) (panterova muhara) i druge slične forme. Trovanje izazivaju muscimol i ibotenička kiselina. Najznačajnije smetnje ovog sindroma su smetnje živčanog sustava.

Do pojave prvih znakova može proći 30 min do 3 sata nakon jela, a oni ukazuju na jaku intoksikaciju organizma alkoholom. Najprije se očituju znakovi pijanstva, smušenost, smetnje vida, iscrpljenost, tjeskoba, potištenost i euforičnost koja se može razviti do ludila. Panterinski sindrom trovanja obično završava za 10 do 15 sati nakon čega bolesnik pada u dubok san. Nakon oporavka bolesnik se najčešće ničega ne sjeća. Prva pomoć ograničena je na eliminaciju toksičnih tvari iz gastrointestinalnog traka i provokaciju povraćanja (Božac, 2007).



Slika 13. *Amanita pantheria* (panterova muhara) (http://morelmushroomhunting.com)

PSILOCIBINSKI SINDROM – javljaju se već 15 – 30 min nakon jela. Ovaj sindrom obuhvaća slučajeve koji nisu razlog greške i zamijene vrsta već namjernog trovanja. Trovanje uzrokuju halucinogene tvari koje prema znakovima podsjećaju na uživanje LSD droge. Vrlo često se konzumiraju vrste gljiva koje uzrokuju ovaj sindrom u raznim ritualnim obredima u pojedinim predjelima Meksika, Južne Amerike, Europe i Britanije.



Slika 14. *Psilocybe cyanescens* (http://www.lycaeum.org/~cynase/cyan/cyan_info.html)

Ovaj sindrom uzrokuju mnoštvo malih i poprilično neuglednih vrsta npr. *Psilocybe callosa* (Fr.) Quél., *Psilocybe cyanescens* Wakef., *Psilocybe fimetaria* (P.D. Orton) Watling, *Psilocybe silvatica* (Peck) Singer & A.H. Sm., *Panaeolus cyanescens* (Berk. & Broome) Sacc. (Slika 14.), *Panaeolus ater* (J.E. Lange) Kühner & Romagn., *Panaeolus retirugis* (Fr.) Gillet, *Pholiotina cyanopus* (G.F. Atk.) Singer i mnoge druge. Osnovna kemijska supstanca u ovim gljivama kojoj se pripisuju halucinogena svojstva jest psilocibin, najčešće popraćen manjim količinama psilocina, koji također ima halucinogena svojstva. Među prvim znakovima trovanja javljaju se gastrointestinalne smetnje, gađenje, povraćanje, proljev i bolovi u trbuhu. Nakon toga slijede neuropsihičke smetnje uz dominaciju osjećaja dobrog ili lošeg raspoloženja. Bolesnik može imati simptome manijakalnog tipa ili depresije, osjećaja sreće ili tjeskobe, može postati brbljav i svadljiv,

zabrinut ili potišten te može osjećati nadljudsku snagu. Uz sve halucinacije bolesnik je u potpunosti izgubljen u prostoru i vremenu. Nakon 6 -10 sati učinak halucinogenih toksina prestaje najčešće bez vidljivih posljedica. Međutim postoje zabilježeni slučajevi samoubojstava. Preporučljivo je potražiti liječničku pomoć te očistiti probavni trakt uz pomoć aktivnog ugljena (Božac, 2007).

GASTROINTESTINALNI SINDROM – uzrokuju vrste koje se najčešće zamjenjuju jestivima. Ovaj sindrom obuhvaća sve nastale smetnje vezane za probavne organe. Na ovaj sindrom otpada 50 % svih trovanja koje imaju sretan završetak. Trovanje uzrokuju različite trpko smolaste tvari npr. ciklički terpenski i drugi nepoznati spojevi. Poznatije gljive koje izazivaju ovaj sindrom su otrovne pečurke :*Agaricus xanthoderma* Genev. (Slika 15.) i *Agaricus placomyces* Peck (Slika 16.) (iako ih neki sakupljači konzumiraju bez smetnji) koje se lako mogu zamijeniti za jestive poljske pečurke (*Agaricus campestris* L.) (Slika 17.). naravno moguća je zamjena bilo kojih drugih vrsta gljiva koje izgledom nalikuju.



Slika 15. *Agaricus xanthoderma* (www.mushroomexpert.com)



Slika 16. *Agaricus placomyces* (www.mushroomexpert.com)



Slika 17 *Agaricus campestris* (http://morchella.com.ba)

Unutar roda *Boletus* postoji znatan broj vrsta koje uzrokuju gastrointestinalni sindrom npr. *Boletus satanas* Lenz*, Boletus splendidus* C. Martín*, Boletus lupinus* Fr. i dr. Trovanje se manifestira mučninom, bolovima, glavoboljom i bradikardijom. Simptomi nestaju nakon jedan ili dva dana bez posljedica, no kod djece i starijih ljudi može doći do fatalnih posljedica (Božac, 2007).

KOPRINSKI SINDROM – ovaj se sindrom javlja ako se prije ili za vrijeme jela pojedinih vrsta gljiva konzumiraju i alkoholna pića. Osjetljivost na alkohol može potrajati i do

72 sata nakon konzumacije gljiva. Ovaj sindrom prije svega uzrokuju gljive roda *Coprinus*, odnosno *Coprinus alopecia* Lasch*, Coprinus insignis* Peck*, Coprinus acuminatus* (Romagn.) P.D. Orton*, Coprinus atramentarius* (Bull.) Fr. (Slika 18.) i dr.



Slika 18. *Coprinus atramentarius* (http://morchella.com.ba)

Iz spomenutih gljiva izolirana je supstanca koprin koji ima slično djelovanje kao lijek disulfiram, koji se koristi u liječenju alkoholičara. Spomenuti lijek u jetri blokira normalno raspadanje alkohola na CO_2 i vodu te se stvaraju acetati. Posljednja istraživanja pokazala su da i gljive drugih rodova mogu izazvati koprinski sindrom, iako u njima nije nađen koprin. Sindrom se može javiti i već nekoliko minuta nakon konzumacije alkohola i gljiva. Javljaju se toplina i crvenilo na tijelu , bol u udovima, glavobolja, vrtoglavica, kardiovaskularne smetnje i opća slabost. Simptomi mogu nestati za 2 do 4 sata, a u potpunosti i za 3 dana (Božac, 2007).

HEMOLITIČKI SINDROM – ovakvo trovanje je vrlo teško, a do njega dolazi onda kada se konzumiraju sirove ili nedovoljno termički obrađene gljive koje su inače jestive. Tu se mogu naći *Amanita rubescens* Pers.*, Amanita spissa* (Fr.) Bertill. (Slika 19.)*, Amanita vaginata* (Bull.) Lam.*, Boletus luridus* Schaeff.*, Lepista nuda* (Bull.) Cooke i još mnoge druge vrste gljiva.



Slika 19. Amanita spissa (http://morchella.com.ba)

Na ovaj tip trovanja otpada oko 3% svih trovanja. Gljive se sirove konzumiraju u raznim salatama pa je potreban dodatni oprez. Trovanje se očituje u gastrointestinalnim tegobama, bljedoći, povraćanju i bolovima u trbuhu. U najtežim slučajevima može doći i do smrti. Termolabilni toksini u gljivama koji uzrokuju trovanje nisu u potpunosti poznati , no termičkom obradom već pri 65°C se raspadaju stoga ih je lako izbjeći. Poznati hemolizini se mogu inaktivirati i pomoću jakih alkohola, sušenjem gljiva ili čak u samom probavnom traktu (Božac, 2007).

ALERGIJSKI SINDROM – Mnoge vrste gljiva kod ljudi mogu izazvati alergijsku reakciju npr. *Clitocybe nebularis* (Batsch) P. Kumm*., Lepista nuda, Agaricus campestris* te mnoge druge uključujući i one koje još nisu ni zabilježene. Kod mnogih ljudi ne mora doći do alergije dok se kod nekih može intenzivnije očitovati u obliku svrbeža, ekcema i oteklina. Zbog nedovoljno razvijenih probavnih putova i enzimskih sistema ovakvom trovanju su najpodložnija djeca (pojedina djeca nemaju dovoljno enzima trehelaze, koji razlažu disaharid trehelozu pa dolazi do trovanja). Osim alergijskog sindroma koji se javlja tijekom konzumacije hrane veoma je česta pojava i alergija na spore gljiva, a najčešće se očituje u obliku hunjavice, astme ili ekcema (Prilagođeno prema Božac, 2007).

6. Faktori koji utječu na kvalitetu gljiva u prehrani

Unatoč svim nutritivnim atributima gljiva uz mali neoprez ili neznanje oni se lako mogu izgubiti te naš potencijalni izvor zdravlja može postati bezvrijedan ili toksičan dodatak. Kako bi izbjegli takav ishod prilikom pripreme jela od gljiva i samog sabiranja (ili kupovine) treba obratiti pažnju na nekoliko naputaka. Način skladištenja također utječe na kvalitetu ove namirnice te se treba provodi oprezno kako bi izvukli maksimum iz gljiva.

6.1. Priprema

Prilikom branja osim na raspoznavanje gljiva treba uzeti u obzir činjenicu da samo ubiranje potencira proces kvarenja. Svježe ubrane gljive se s obzirom na svoj kratak vegetacijski period kvare brže od bilo kojeg drugog povrća. Da bi ubrane gljive što duže zadržale svoju svježinu treba ubirati mlađe primjerke. Također je korisno znati da svjetlo ubrzava propadanje, a tama taj proces usporava. Prije pripreme potrebno ih je očistiti stoga za sve vrste gljiva važi smjernica da se ukloni kožica klobuka koja je u potpunosti sastavljena od hitina, te time neprobavljiva. Nije ih poželjno namakati u vodi jer imaju sklonost upijanja te na taj način gube na svojoj ukusnosti i hranjivoj vrijednosti, stoga je preporučljivo samo ih isprati pod mlazom vode. Optimalno vrijeme kuhanja (termičke obrade) za većinu vrsta gljiva je 8 do 12 minuta uz mnoštvo iznimaka što ovisi o vrsti te to vrijeme može biti udvostručeno i na 25 minuta, stoga je veoma važno poznavati i proučiti ono što jedemo. Pripremljena jela od gljiva poželjno je i najbolje odmah pojesti jer su takva jela lako kvarljiva pa ih nije preporučljivo ostavljati za sljedeći dan ili podgrijavati jer time osim što gube na hranjivoj vrijednosti i iskoristivosti za naše zdravlje, vrlo lako takav stariji obrok može prerasti u trovanje hranom. Ukoliko se svježe ubrane ili kupljene gljive ne namjeravaju ubrzo pripremiti mogu se „pohraniti“ nekom od opisanih metoda. U domaćinstvu najčešće je sušenje gljiva prilikom čega se suše u prikladnom uređaju ili pećnici na 35 °C . Kada se gljive potpuno osuše izgube 90% svoje mase jer u njima nalazi tako visok postotak vode. U siromašnijim zemljama veoma je čest postupak usoljavanja gljiva čime se gubi potencijalna laka otrovnost i dobiva specifična aroma te se takve gljive konzumiraju sirove. Moguće ih je konzervirati i u octu te se takve gljive serviraju kao kiseliji dodaci jelima (Hafner, 1997).

6.2. Skladištenje

Gljive se pojavljuju sezonski stoga kako bi nam bile dostupne kroz cijelu godinu mogu se skladištiti, „pohranjivati“ na različite načine. Na koji način skladištenje utječe na vrijednost gljiva kao namirnice proučili su Jaworska & Bernas (2008) na primjeru vrste *Boletus edulis* Bull. ex Fr. (pravi vrganj) koji se često skuplja u šumama i najčešće bere u zemljama Europe.

Skladištenje gljiva utječe na njihovu kvalitetu:tamnjenje tkiva, izduživanje stručka, otvaranje kape i otvrdnjavanje mesa. Skladištenje također ima negativan utjecaj na razinu šećera i aromatičnih spojeva gljiva. Iako je sušenje najčešća metoda za „pohranjivanje“, spremanje gljiva, smrzavanje je također postalo veoma popularno. Glavna prednost smrzavanja gljiva je u tome što omogućava bolje očuvanje nutritivnih vrijednosti, također i očuvanje svojstava kao što su aroma, miris i tekstura. Mnogo bolje od običnog smrzavanja ali i dosta skuplje je u industriji poznato kriogeničko smrzavanje kojim je moguće još bolje očuvati hranu od gubitka svojstava koji ih čine poželjnima. Prije takve vrste skladištenja potreban je preliminarni proces koji uključuje blanširanje u vodenoj otopini koja sadrži inhibitore enzima kao što je npr. metabisulfit, organske kiseline ili kuhinjska sol. Blanširanje ima za posljedicu gubitak mase (zbog velikog udjela vode) koji može iznositi 30 do 40% (Jaworska & Bernas, 2008).

Smrznuti proizvodi dobiveni od neblanširanog vrganja vste *Boletus edulis* mogu biti pohranjeni ne duže od 4 mjeseca inače se to odražava na njihovu boju, aromu i okus. Razdoblje pohrane može se produžiti na 12 mjeseci primjenom blanširanja ili namakanja i blanširanja kao metodu preliminarnog procesa. Preliminarni procesi kao i 12 mjeseci pohrane rezultiraju tamnjenjem klobuka uz pojavu žute, boje meda ili ružičasto ljubičastih nijansi. Također je opaženo da je znatno opala količina vitamina B1 i B2 i C u primjercima koji su bili skladišteni. Istraživanja su pokazala da je blanširanje u vodi kao metoda pretprerade dovoljno da osigura dobru kvalitetu smrznutih proizvoda, u ovom slučaju gljiva (Jaworska & Bernas, 2008).

6.3. Okoliš

Zbog svog načina prehrane i apsorpcijskih svojstava, te činjenice da iz supstrata upijaju sve, za gljive koje se koriste u prehrani najsigurnije je da se beru na mjestima za koja smo sigurni da nisu bila izložena djelovanjima pesticida ili da se uzgajaju na supstratima čiji je sastav dobro poznat.

Koncentracije teških metala u gljiva su zabrinjavajuće više nego u agrikulturnih biljaka, povrća i voća, što upućuje na to da gljive imaju složen mehanizam koji im omogućuje da iz ekosistema uzimaju teške metale te ih ugrađuju u sebe. Gustoća i dubina micelija koji žive u tlu nekoliko mjeseci ili godina utječe na sadržaj metala u njihovim plodištima. Svojstva tla kao što su pH, redoks potencijal, sadržaj organske tvari, sadržaj minerala, sposobnost izmjene kationa, kompeticija s ostalim metalima tla utječu na izmjenu metala sa supstratom. Prevladavalo je opće mišljenje da gljive nisu dobar bioindikator onečišćenja okoliša teškim metalima. Međutim uočeno je da je u zagađenim područjima razina teških metala u gljivama znatno povišena. Mnoge jestive gljive akumuliraju povišene razine teških metala npr. kadmij, živa i olovo (Angeles Garcia i sur., 2009).

Pojava i distribucija raznih toksičnih elemenata u gljivama nije samo teoretski mikološki problem već i praktičan toksikološki problem. U svojim istraživanjima A. Demirbas (2001) prati bioakumulaciju teških metala: Hg, Pb, Cd i Cu kod 6 gljiva (*Amanita muscaria, Amanita rubescens, Amanita vaginate, Russula foetens* Pers.*, Russula cyanoxantha* (Schaeff.) Fr.*, Hypholoma fasciculare* (Huds.) P. Kumm.). Uzorci gljiva i uzorci tla su uzeti s istočne regije Crnog mora te obrađeni. Razina Hg kod uzoraka vrste *A.vaginata* rasla je zajedno sa razinom Hg u uzorcima tla. Najviša razina Hg je bila 3,16 mg/kg kod *A. vaginata,* dok je najniža razina bila 0,95 mg/kg kod *R.foetens*. Razina Cd također raste s porastom koncentracije Cd u uzorcima tla, ali je povećanje bilo manje izraženo nego kod Pb. Razina Pb u gljivama se ne mijenja značajno unatoč povećanju razine Pb u uzorcima tla. Najviša koncentracija olova je bila 9,14 mg/kg u *H. fasciculare* (Demirbas, 2001).

Teški metali se mogu akumulirati i u našem organizmu stoga česta konzumacija gljiva koje rastu na sumnjivim i potencijalno onečišćenim mjestima može rezultirati narušavanjem našeg zdravlja, iako pojedene gljive mogu biti jestive.

7. LITERATURA

- Angeles Garcia M, Alonso J, Melgar M.-J. (2009): Lea din edible mushrooms; Levels and bioaccumulation factors. Journal of Hazardous Materials (G model, HAZMAT - 9412).

- Božac, R. (2007): Gljive; morfologija sistematika toksikologija, Školska knjiga, Zagreb, str. 7 – 96.

- Chang, S-T, Miles P. G. (2004): Mushrooms – Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact - 2nd ed., CRC Press, str. 27 – 36.

- Demirbas A, (2001): Heavy metal bioaaumulation by mushrooms from artificially fortified soils. Food chemistry 74 (2001) 293 – 301.

- Hafner, K. (1997): Svijet gljiva, Dušević & Kršovnik d.o.o., Rijeka, str. 8 – 25.

- Jaworska G, Bernas E. (2008) : The effect of preliminary processing and period of storage on the quality of frozen *Boletus edulis* (Bull: Fr.) mushrooms. Food Chemistry 113 (2009) 936–943.

- Manzi P, Marconi S, Aguzzi A, Pizzoferrato L, (2003): Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. Food Chemistry 84 (2004) 201–206.

- Schaechter, E. (1998): In the company of mushrooms – A Biologist´s tale, Harvard university press, London, str. 3 – 54.

- Usčuplić, M. (2004): Svijet gljiva – Kingdom of fungi, Sarajevo: Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, str. 7 – 14.

- http://bc.ub.leidenuniv.nl/bc/tentoonstelling/Clusius/Clusius.html
- http://morchella.com.ba
- http://morelmushroomhunting.com
- http://mushroomobserver.org
- http://mushroomtable.com
- http://www.lycaeum.org/~cynase/cyan/cyan_info.html
- http://www.mushroomexpert.com
- http://www.mushroomthejournal.com/greatlakesdata/Authors/Fries10.html
- http://www.mycobank.org
- http://www.purica.com/full_spectrum_mushroom.htm

8. SAŽETAK

Od najranijih vremena čovjek je gljive upotrebljavao kao hranu, lijek, otrov te glavni sastojak raznih ritualnih obreda. Danas se gljive prvenstveno koriste radi svojih gastronomskih atributa, a tek zatim zbog nutritivnih vrijednosti. Bogate proteinima, aminokiselinama te nezasićenim masnim kiselinama, svrstavaju se među najzdravije namirnice. Iako mogu biti izvori hranjivih tvari i vitamina za ljudski organizam uz nepažnju i neznanje predstavljaju potencijalni izvor trovanja. Kako bi iz njih izvukli najbolje i najvažnije treba poznavati tajne njihove toksičnosti, načine pripreme i skladištenja. Istovremeno treba biti svjestan toga da su gljive živi organizmi koji su pod utjecajem raznih štetnih čimbenika okoline koji pak mogu utjecati na zdravlje ljudi koji ih konzumiraju.

9. SUMMARY

From earliest times man has used mushrooms for food, medicine, poison, and as the main ingredient of various ritual ceremonies. Today, the mushrooms are primarily used for their culinary attributes, and only then for nutritional value. Rich in proteins, amino acids and unsaturated fatty acids, they are classified among the healthiest foods. Although they can be sources of nutrients and vitamins for the human body, by negligence and ignorance are a potential source of poisoning. So, in order to get the best out of them it is important to know the secrets of their toxicity, methods of preparation and storage. At the same time to be aware that mushrooms are living organisms, which are influenced by a variety of harmful environmental factors, which in turn can affect the health of people who consume them.