

Koncentracija žive u jestivim gljivama roda *clitocybe* s različitih područja Hrvatske

Ivković, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:741475>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-19**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Koncentracija žive u jestivim gljivama roda *Clitocybe* s različitih područja Hrvatske

DIPLOMSKI RAD

Ana Ivković

Zagreb, rujan, 2020



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:
Povrćarstvo

Koncentracija žive u jestivim gljivama roda *Clitocybe* s različitih područja Hrvatske

DIPLOMSKI RAD

Ana Ivković

Mentor: doc. dr. sc. Ivan Širić

Zagreb, rujan, 2020



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Ana Ivković**, JMBAG 0242035086, rođen/a 13.08.1996. u Rijeci, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

Koncentracija žive u jestivim gljivama roda *Clitocybe* s različitih područja Hrvatske

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Ana Ivković**, JMBAG 0242035086, naslova

Koncentracija žive u jestivim gljivama roda *Clitocybe* s različitih područja Hrvatske

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. doc. dr. sc. Ivan Širić mentor

2. prof. dr. sc. Milan Poljak član

3. doc. dr. sc. Sanja Radman član

Sažetak

Diplomskog rada studenta/ice **Ana Ivković**, naslova

Koncentracija žive u jestivim gljivama roda *Clitocybe* s različitih područja Hrvatske

U ovom radu utvrđivana je kontaminacija, bio koncentracija i distribucija žive u samoniklim gljivama roda *Clitocybe*, vrstama *Clitocybe nebularis* i *Clitocybe inversa*, uz procjenu i rizik unosa žive u ljudski organizam putem prehrambenih proizvoda. Uzorci gljiva i gornji horizont tla prikupljeni su na osam nezagađenih i geografski udaljenih područja kako bi se spriječila lokalna ili regionalna emisija žive. Koncentracija žive u klobuku gljiva varirala je od $0,183 \pm 0,025$ do $0,621 \pm 0,745$ mg kg⁻¹ suhe tvari, u stručku od $0,071 \pm 0,012$ do $0,312 \pm 0,208$ mg kg⁻¹ suhe tvari. Raspon koncentracija žive u gornjem horizontu tla manji je u odnosu na anatomske dijelove gljive, a vrijednosti su se kretale od $0,012 \pm 0,005$ do $0,025 \pm 0,006$ mg kg⁻¹ suhe tvari. Istraživanjem je utvrđena niska koncentracija žive u gljivama vrste *Clitocybe*, kao i u gornjim horizontima tla prikupljenih iz nezagađenih područja. Klobuk u odnosu na stručak u obje analizirane vrste gljiva akumulira višu koncentraciju žive. Vrsta *Clitocybe nebularis* pokazala se vrlo dobrim bio akumulatorom žive, sa vrijednostima bio koncentracijskog faktora od 10,42 do 24,26. Istraživanjem je utvrđeno da vrste *Clitocybe nebularis* i *Clitocybe inversa* ne predstavljaju opasnost unosa žive u ljudski organizam prilikom konzumacije istih.

Ključne riječi: Gornji horizont tla, koncentracija žive, *Clitocybe nebularis*, *Clitocybe inversa*, samonikle gljive

Summary

Of the master's thesis – student **Ana Ivković**, entitled

Concentration of mercury in edible fungi of the genus *Clitocybe* from different parts of Croatia

The contamination, bio-concentration and distribution of mercury (Hg) in wild mushrooms of the genus *Clitocybe* such as *Clitocybe inversa*, *Clitocybe nebularis* were studied, and the possible dietary intake and risk for human consumers in Croatia was estimated. Mushrooms, together with the associated forest topsoils were collected from 8 unpolluted and geographically distant areas, far from local or regional emission sources. The Hg contents were in the range 0.183 ± 0.025 to 0.621 ± 0.745 mg kg⁻¹ dry matter in caps and 0.071 ± 0.012 to 0.312 ± 0.208 mg kg⁻¹ in stems. The corresponding topsoil concentrations varied over a relatively narrow range between sites, from 0.012 ± 0.005 to 0.025 ± 0.006 mg kg⁻¹ dry matter. Overall, the study results showed low levels of mercury both, in edible *Clitocybe* mushrooms and forest topsoils from background (unpolluted) forested areas in Croatia. The morphological distribution showed considerably greater concentrations of mercury in the caps relative to the stems. *C. nebularis* showed good ability to bioconcentrate Hg, with bioconcentration factors (BCF) values in the range 10.42 to 24.26. The data suggests that *Clitocybe* mushrooms from unpolluted areas in Croatia can be considered as a low risk food from the point of view of the tolerable Hg intake.

Key words: Forest topsoil, concentration of mercury, *Clitocybe inversa*, *Clitocybe nebularis*, wild food

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Ciljevi i hipoteze istraživanja	3
2. Pregled literature	4
2.1. . Teški metali u okolišu	4
2.2. Živa	6
2.3. Morfologija i biologija gljiva	7
2.3.1. Morfologija gljiva roda <i>Clitocybe</i>	9
3. Materijali i metode istraživanja.....	14
4. Rezultati	15
4.1. Vrijednost pH, sadržaj organske tvari i koncentracija žive u tlu na istraživanim regijama.....	15
4.2. Koncentracija žive u tlu na istraživanim lokalitetima	16
4.3. Koncentracija žive u anatomskim dijelovima gljiva	17
4.4. Ukupna koncentracija žive u vrstama <i>C. inversa</i> i <i>C. nebularis</i> na različitim lokalitetima uzorkovanja	19
5. Rasprava	21
6. Zaključci	23
7. Popis literature	24
8. Životopis	28

1. Uvod

Živa je metal koji se nalazi u Zemljinoj kori u tragovima, s prosječnom koncentracijom od $0,08 \text{ mg kg}^{-1}$ u tlima kontinentalnih dijelova Europe, Azije, Australije. Na različitim globalnim lokacijama koncentracija žive iznosila je više od $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ u nezagađenim tlima. Antropogeni procesi značajno utječu na geogene procese u prirodi na lokalnoj i regionalnoj razini, što uzrokuje zagađenje hrane i okoliša živom (Rytuba, 2003; Lavoie i sur., 2018). Poznato je da samonikle gljive akumuliraju živu te ju kao vektori konzumacijom mogu prenijeti na ljude što može biti vrlo važno na lokalnoj i regionalnoj razini (Falandysz i sur., 2019a).

Antropogeni izvori žive imaju veliki utjecaj na njenu emisiju u okoliš putem izgaranja fosilnih goriva, proizvodnje cementa, proizvodnje nebojenih metala, ljevaonica i metalnih melioracija. Živa se koristi u proizvodnji baterija, fluorescentnoj rasvjeti, sintezi monomera vinil - klorida, pronalaženju zlata iz rudnika pomoću amalgama, dentalnoj medicini, rudarstvu, klor - alkalnoj industriji te u nekadašnjem minskom području žive (UNEP, 2013). Živa se smatra vrlo opasnim zagađivačem okoliša i za razliku od ostale vegetacije u površinskom sloju tla, gljive ju učinkovito usvajaju. Antropogene emisije žive uzrokovale su povećanje koncentracije žive u šumskim tlima zadnjih nekoliko desetljeća (Falandysz i sur., 2014). Svijest o toksičnosti žive za okoliš u nekim granama proizvodnje dovela je do prestanka njenog korištenja, međutim u nekim granama proizvodnje nije došlo do smanjenog korištenja žive što je uzrokovalo zagađenjem netaknutih šumskih tala (UNEP, 2013).

Gljive imaju vitalnu ulogu u ekosustavima, jer imaju sposobnost bio razgradnje biljnih i životinjskih ostataka na kojima rastu te imaju vrlo važnu ulogu u kruženju minerala u prirodi (Falandysz i Borovička, 2013). Antropogeni utjecaji i geogeni procesi u prirodi vrlo su bitni faktori koji utječu na pojavu i koncentraciju metala u gljivama. Ostali faktori koji utječu na koncentraciju metala u gljivama su: tip tla, odnos organske tvari i ugljika, tip vegetacijskog pokrova te karakteristike pojedine gljive (vrsta gljive, morfologija, razvojni stadij, starost micelija, proizvodnja liganda) (Borovička i sur., 2019; Falandysz i sur., 2019b i 2019c; Kavčić i sur., 2019). Biološke odrednice i molekularni mehanizmi apsorpcije metala i metaloida od strane gljiva dobro su objasnili Borovička i sur., (2019). Pasivna apsorpcija metala uzrokuje pojavu mineralnih sastojaka u staničnoj strukturi, a aktivna apsorpcija rezultira puno složenijom apsorpcijom minerala (Melik, 2004). Kiseline niže atomske mase, kao što je limunska i njoj slične, gljive izlučuju iz metabolizma stvarajući helate pomoću kojih se mineralne komponente lakše apsorbiraju putem hifa, koje se akumuliraju u sporokarpima gljiva (Mleczek i sur., 2016b).

Jestive gljive vrlo su vrijedna namirnica u ljudskoj prehrani zbog prehrambenih svojstava, uključujući njihovu aromu te zbog sadržaja organskih i anorganskih komponenata (vitamin D, itd.), polisaharida i peptida (Glamočija i sur., 2015; Cardwell i sur., 2018; Kalač, 2019). Pojedine vrste gljiva koriste se u prevenciji bolesti kao što je hipertenzija (Talpur i sur.,

2002) i povišeni kolesterol (Jeong i sur., 2010), a osim toga neke vrste gljiva se koriste za poboljšanje imunološkog sustava uz pomoć izlučenih polisaharida kao što su: alfa-glukan, beta-glukan, beta-glukoronoglukan, manoksiloglukan, galaktosiloglukan (Wasser, 2002). Osim sadržaja polisaharida, gljive sadrže esencijalne elemente kao što su cink, bakar i mangan, a dobar su izvor selenija (Falandysz, 2013; Falandysz i Borovička, 2013). U usporedbi s povrtnim kulturama, mahunarkama, voćem i žitaricama, gljive su bogatije sadržajem minerala (Turkdogan i sur., 2003).

Međutim, gljive također pokazuju sklonost učinkovitoj bio akumulaciji određenih toksičnih elemenata, uključujući i neke radioaktivne elemente (Mleczeck i sur., 2016a; Szymańska i sur., 2019). Jestivi dijelovi nekih vrsta gljiva mogu sadržavati povišene koncentracije arsena, kadmija, žive, olova ili radioaktivnog cezija što ovisi o vrsti gljive i supstratu tla (Tucaković i sur., 2018; Komorowicz i sur., 2019) koje bi mogle predstavljati opasnost za ljudsko zdravlje.

Akumulacija žive u različitim vrstama gljiva istraživana je na uzorcima prikupljenim iz Europe, Kine i Kanade (Nasr i sur., 2012 ; Kojta i sur., 2015; Kojta i Falandysz, 2016; Kalač, 2019). Veliki broj istraživanja temeljio se na determinaciji koncentracije žive u gljivama i procjeni unesene koncentracije žive putem prehrambenih namirnica (Falandysz i sur., 2019a, 2019d). Utvrđena koncentracija žive u jestivim i ljekovitim gljivama značajno je varirala od 1,0 mg kg⁻¹ suhe tvari na nezagađenim područjima; no koncentracija žive može doseći i vrijednost od 22 mg kg⁻¹ (Alonso i sur., 2000; Falandysz i sur., 2014; Kojta i sur., 2015; Širić i sur., 2016; Širić i sur., 2017; Lipka i sur., 2018). Visoka koncentracija žive može uzrokovati kontaminaciju pripremljene hrane, utvrđeno je da se u jelima pripremljenim od gljiva roda *Boletus*, prikupljenih u regiji Yunnan nalazi povišena koncentracija žive (Falandysz i sur., 2019a i 2019d).

Živa predstavlja opasan, kancerogen i metalni toksin koji oslabljuje funkcije imunološkog sustava i stvara blokade u autonomnom živčanom sustavu. Simptomi trovanja živom razlikuju se ovisno o tome da li je otrovanje prouzročio elementarni, organski ili anorganski oblik žive, da li je izloženost otrovu akutno ili kronično, te unesena količina žive (Mahajan, 2007; Silbernagel i sur., 2011). Izloženost visokim koncentracijama žive uzrokuje oštećenje bubrega, mozga i razvoja fetusa (ASTDR, 2013).

1.1. Ciljevi i hipoteze istraživanja

Temeljem dosadašnjih istraživanja pretpostavlja se:

1. Koncentracija žive između analiziranih vrsta bit će različita
2. Klobuk će akumulirati veće koncentracije žive u odnosu na stručak
3. Utvrđene koncentracije žive u analiziranim vrstama neće predstavljati negativan učinak na zdravlje ljudi konzumacijom istih.

Ciljevi ovog rada su utvrditi:

1. Koncentracije žive u vrstama *Clitocybe nebularis* i *Clitocybe inversa*
2. Akumulaciju žive u anatomske dijelovima plodnog tijela gljiva
3. Bioakumulacijski potencijal vrsta roda *Clitocybe* te potencijalni toksikološki rizik konzumacijom istih.

2. Pregled literature

2.1. Teški metali u okolišu

Teški metali prisutni u prirodi mogu biti prirodnog i antropogenog porijekla. Pedogenetskim procesima u prirodi teški metali odvajaju se od matične stijene, dok antropogeni procesi uključuju urbanizaciju i industrijalizaciju. U udaljenim ruralnim područjima koncentracije teških metala su smanjene, dok se u urbanim sredinama nalaze veće koncentracije teških metala zbog konstantnog dotoka istih u tlo. U zemljinoj je kori prosječni udio magmatskih i sedimentnih stijena 95:5, a u površinskim slojevima su češće sedimentne stijene (Lončarić i sur., 2010). Tla nastala na pjeskovitom supstratu sadrže manje koncentracije teških metala za razliku od sedimentnih tala koja sadrže veće koncentracije Cu, Zn, Mn, Pb. Antropogeni načini unosa teških metala u tlo: poljoprivredna proizvodnja, proizvodnja naftnih derivata, industrijski pogoni. Akumulacija teških metala u tlo kroz poljoprivrednu proizvodnju očituje se kroz korištenje sredstava za zaštitu bilja. Sredstva za zaštitu bilja sadrže aktivne tvari na bazi bakra, cinka, željeza i bora, a najveći izvor teških metala su fosfatna gnojiva tj. sirovi fosfati kao pojedinačna gnojiva (Sofilić, 2014). Navedeni mikroelementi se dodaju siromašnim tlima kako bi se poboljšao kemijski sastav tla te povećao prinos. U svrhu smanjenja koncentracije toksičnih elemenata u tlu koristi se karbokalk, koji ima alkalna svojstva te služi za neutralizaciju kiselog medija (Lončarić i sur., 2010).

Neesencijalni teški metali visokih koncentracija imaju negativan utjecaj na korijenje biljaka te se u jako malim koncentracijama translociraju u izbojke. Koncentracije teških metala koje se nalaze na korijenu biljaka su: galij, kadmij, aluminijski, krom, vanadij. U velikim koncentracijama nabrojani teški metali mogu uzrokovati toksičnost kod biljaka. Esencijalni teški metali bez kojih je biljci otežan rast i razvoj su: željezo, cink, mangan i molibden. Njihova koncentracija veća je u korijenu u usporedbi s listovima. Iako se u listovima nalazi manja koncentracija metala, oni se transportnim sustavom prenose do njih. Smanjena koncentracija teških metala u listovima povezana je sa transportnim sustavom biljke. Korijenje biljaka sadrži sustav za izlučivanje spojeva dok listovi isti ne posjeduju. Upravo zbog te činjenice mehanizam vezanja koji se nalazi u korijenu biljaka može smanjiti koncentraciju teških metala te tako uzrokovati njihov nedostatak u potpunosti. Nadalje, zadržavanjem teških metala u sustavu korijena smanjuje se mogućnost ulaska teških metala u lanac prehrane. Kemijskom analizom lista moguće je utvrditi koncentraciju teških metala, no još uvijek nije napravljeno dosta analiza koje bi to potvrdile (Hooda, 2010).

Samonikle gljive konzumiraju se širom svijeta kao delicija zbog svog specifičnog mirisa i okusa. Kemijski sastav i nutritivnu vrijednost tih gljiva proučavalo je više autora a među njima se nalazi i Kalač (2009). Odlikuju se smanjenom energetsom vrijednošću, visokim sadržajem neprobavljivih vlakana, specifičnim beta - glukanim, antioksidansima. Najveći postotak u sastavu gljiva čini voda (85-95 %). Kao i kod kultiviranih vrsta gljiva, mnogo istraživanja se provodilo na temu teških metala u samoniklim gljivama. Svrha tih

istraživanja bila je uočiti potencijalnu opasnost za ljudsko zdravlje. Dosadašnja istraživanja pokazala su da su ektomikorizne i saprofitne gljive osjetljive na onečišćenje vode i supstrata teškim metalima. Samonikle gljive mogu akumulirati visoke koncentracije toksičnih teških metala. Koncentracija teških metala u gljivama različita je od vrste do vrste. Sadržaj toksičnih teških metala u samoniklim gljivama veći je u odnosu na sadržaj teških metala u kultiviranim gljivama. Koncentracije teških metala u samoniklim vrstama gljiva teško je kontrolirati, ali u njihovom uzgoju provode se stroge kontrole koje osiguravaju sigurnost za ljudsko zdravlje (Širić i sur., 2016).

Teški metali mogu uzrokovati zdravstvene probleme kod ljudi, kao što je pojava karcinoma, propadanje imuniteta te različite respiratorne probleme. Živa je toksičan metal u malim koncentracijama kojeg samonikle gljive akumuliraju. Izuzev žive kao toksičnog elementa, gljive također akumuliraju ostale neesencijalne elemente: olovo, arsen, kadmij i srebro (Stolz, 2003).

Olovo je vrlo toksičan element, a do otrovanja njime dolazi zbog onečišćene okoline olovom. Ukoliko dođe do otrovanja olovom, ono se naziva kroničnim zbog toga što se simptomi mogu pojaviti nakon nekoliko mjeseci ili godina. Olovo u ljudski organizam može ući iz onečišćenog okoliša putem dimnjaka talionica ruda, ljevaonica olova i njegovih slitina, kemijske industrije. Urbane sredine su za razliku od ruralnih područja svakodnevno izložene onečišćenju olovom zbog sagorijevanja etiliranih benzina. Etilirani benzini sadrže otpadne boje koje u sebi sadrže pigment olovnog oksida. Iako se u tim sredinama olovo svakodnevno unosi u organizam putem hrane, zraka ili vode, ta koncentracija nije visoka. Inhalacijom se u organizam unosi od 30 do 50 % olova te se krvlju prenosi u bubrege, jetru, kosti (Sofilić, 2014).

Kadmij je također vrlo toksičan element kao i svi njegovi spojevi. Do onečišćenja okoliša kadmijem dolazi zbog taljenja cinka i olova, dok u atmosferu pristiže preko plinova. Proizvodnja akumulatora i boja također uzrokuju onečišćenje okoliša kadmijem, međutim neke njegove soli nalaze se u sredstvima za zaštitu bilja. U ljudski organizam najčešće se unosi hranom biljnog porijekla uzgajanom na onečišćenom tlu. Ukoliko se kadmij inhalira, njegova apsorpcija doseže čak 40 %, zatim se akumulira u bubrezima, mišićima i jetri (Sofilić, 2014).

Arsen se nalazi u Zemljinoj kori, tlu, vodi i atmosferi, dok su antropogeni izvori arsena antifugalna sredstva za zaštitu bilja, proizvodi na bazi arsena u industriji stakla i proizvodnji legura (Stolz, 2003). Povišene koncentracije arsena nalaze se u urbanim sredinama kod talionica i pogona elektrana na ugljen, rudarskih iskopina i odlagališta otpada. Proces izgaranja fosilnih goriva emitira velike količine arsena u atmosferu. Arsen se u tlu nalazi u čvrstom obliku tvoreći netopljive spojeve. Međutim, ukoliko dođe do određenih kemijskih promjena u tlu dolazi do njegovog otpuštanja i izlučivanja u površinske vode. Ispuštanjem arsena u atmosferu izgaranjem fosilnih goriva, transformira se iz čvrstog oblika u topljive forme. Ovisno o klimatskim prilikama njegove čestice se prenose dalje od izvora onečišćenja te na taj način dolazi do zagađenja okoliša (Petrak, 2015).

2.2. Živa

Onečišćenje okoliša živom u današnje vrijeme postalo je predmet zanimanja šire javnosti zbog zagađenja okoliša na globalnoj razini. Određene količine žive u tlo se unose muljem, vapnom, gnojivom. Najvažniji izvor onečišćenja tla živom je korištenje organske žive kao pokrivača za sjeme protiv razvoja gljivičnih oboljenja sjemena. Ako se živa koristi u preporučenim dozama u tretmanu klijanja sjemena neće doći do kontaminacije. Živa koja se nalazi u tlu nije lako pristupačna biljkama, jedan dio se zadržava oko korijenovog sustava, a dio dolazi i do gornjih dijelova biljke. Koncentracija žive u gornjim dijelovima biljke ovisi o folijarnom usvajanju iste iz tla. Faktori koji utječu na usvajanje žive od strane biljaka su: sadržaj organske tvari u tlu, redoks - potencijal, ukupni sadržaj metala u tlu, sadržaj kisika. Koncentracija žive uvijek će biti veća kad je metal unesen u organskom obliku (Patra i Sharma, 2000). Akumulacija žive, toksični utjecaj te njena distribucija razlikuje se među biljkama.

Gljive roda *Clitocybe* uspješno apsorbiraju živu iako je njena koncentracija u tlu vrlo niska. Prema Širiću i sur. (2017) utvrđena koncentracija žive u plodnom tijelu *C. inversa* iznosila je $1,23 \text{ mg kg}^{-1}$, a u vrsti *C. nebularis* $1,30 \text{ mg kg}^{-1}$. Falandyszu i Borovički (2013) navode da mnoga istraživanja pokazuju različite koncentracije apsorbirane metil žive u gljivama. Metil živa je zbog svog oblika slabije dostupna gljivama od svoje anorganske forme. Vrste *Boletus edulis* i *Macrolepiota procera* u svojim klobucima i plodnom tijelu mogu akumulirati povišene koncentracije žive. Na različitim lokalitetima uzorkovanja u vrsti *Macrolepiota procera* utvrđene su različite koncentracije žive u rasponu od $1,3$ do 7 mg kg^{-1} (Falandysz i Borovička, 2013). Obje navedene vrste u klobucima i plodnim tijelima mogu sadržavati povišene koncentracije selenija što može imati značajnu ulogu u zaštiti gljiva od previsokih koncentracija žive. Vrste koje rastu na oblicama/panjevima sadrže niže koncentracije žive od onih koje rastu na tlu. Istraživanjem je utvrđeno da je vrsta *Pleurotus spp.* u svom klobuku sadržavala koncentraciju žive od $0,028$ do $0,031 \text{ mg kg}^{-1}$, dok je vrsta *P. ostreatus* u klobuku sadržavala koncentraciju žive od $0,028$ do $0,037 \text{ mg kg}^{-1}$. Navedeno ukazuje na znatno niže vrijednosti u gljiva koje rastu na panjevima u odnosu na one koje rastu na supstratu tla.

Čovjek je izložen utjecaju žive preko zraka koji udiše, vode koju pije te hrane koju jede. Prisutnost žive u hrani predstavlja veliku opasnost zbog mogućeg toksičnog učinka. Međutim, prosječna koncentracija žive u hrani iznosi $0,02 \text{ mg kg}^{-2}$. Koncentracija žive u hrani može varirati ovisno o vrsti hrane, koncentraciji žive na području gdje je sirovina proizvedena te koncentraciji žive koja se koristi u poljoprivrednoj proizvodnji. Ako je koncentracija žive iznad dopuštene granice, ista može uzrokovati trovanje koje može dovesti do tragičnih posljedica. Također, ukoliko dođe do udisanja para dolazi do oštećenja dišnih puteva (Huginin i Bradley, 1975).

Neurotoksični spojevi žive u živim organizmima pojavljuju se zbog akumulacije metil - žive u organizmu. Ukoliko čovjek konzumira namirnice koje sadrže metil živu, postoji mogućnost razvitka srčanih bolesti. Iako suočeni sa takvom opasnosti, još uvijek je

nepoznato kojim mehanizmima živa utječe na metabolizam životinja. Najčešće korišteni agens za određivanje prisutnosti metil žive u ribama je živin metil - klorid. Molekula klora i molekula žive povezane su jakom kovalentnom vezom te ona ostaje netaknuta u razrijeđenoj vodenoj otopini (Harris i sur., 2003).

2.3. Morfologija i biologija gljiva

Gljive su heterotrofni organizmi koji žive na račun nekog drugog živog organizma iz kojeg crpe asimilate ili rastu na mrtvoj organskoj tvari. Osim parazita i saprofita postoje gljive koje žive u zajednici sa drugim biljkama (*mikoriza = mykes – gljiva + rhiza – korijen*), gdje gljiva uzima ugljikohidrate dok biljka dobiva potrebne minerale. „Više gljive“ zajedno tvore veliku skupinu od više tisuća vrsta. Unutar te velike skupine nalaze se i „niže gljive“ koje nisu vidljive golim okom. Gljive su bogate bjelančevinama, esencijalnim i neesencijalnim aminokiselinama što ih čini još zanimljivijima za uzgoj. U svom kemijskom sastavu sadrže fosfor, kalij, kalcij te željezo, bakar, cink i mnoge druge elemente. Sadrže vitamine B – kompleksa i vitamine iz grupe A. Od ostalih vitamina prisutna je pantotenska kiselina, vitamin PP te E i K vitamin (Novak, 2009). Ugljikohidrati i masti zastupljeni su u malim količinama, no zbog prisustva nekih drugih spojeva gljive posjeduju ljekovita svojstva. Gljiva koja se najčešće koristi u ljekovite svrhe je Shii – take koja ima jako antikancerogeno i antivirusno djelovanje, smanjuje količinu kolesterola u krvi. Bukovača također ima antikancerogena svojstva te se koristi kod liječenja artritisa (Novak, 2009).

Većina gljiva se sastoji od klobuka i stručka. Boja klobuka nije uniformna te može varirati od bijele (plemenita pečurka), do krem boje (lisičice), smeđe (vrganji), crvene (pupavka) te crne (crna truba). Oblik klobuka također varira ovisno o vrsti gljive, može biti stožast, grbav, zvonolik, bradavičast, čehast, ulegnut. Stručak može biti položen u odnosu na klobuk postrano, središnje i ekscentrično a može biti šupalj, pun, sa ili bez vjenčića. Pripadnost gljive određenoj porodici određuje se prema plodnom dijelu gljive, himeniju. Himenij može biti sastavljen od listića (*Agaricaceae*), cjevčica (*Boletaceae*) ili bodljika (*Hydnaceae*). Kod nekih porodica himenij se nalazi na cijeloj površini plodnog tijela dok se kod nekih porodica on nalazi na unutarnjoj strani plodnog tijela (Novak, 2009). Vjenčić i ovoj također olakšavaju determinaciju pojedinih vrsta gljiva. Morfološke karakteristike dobro je poznavati i kod uzgoja u kontroliranim uvjetima zbog moguće pojave konkurentne vrste gljiva koje je potom potrebno odstraniti. Otrovne vrste gljiva ne pojavljuju se kao konkurentne vrste u supstratu, već se pojavljuju gljive kao što su gnojištarka, zlatni smetišar, zdjeličarke.

Saprofiti (grčki: *truo + trof*) su organizmi koji se hrane mrtvom organskom tvari. Ti organizmi izlučivanjem enzima razgrađuju mrtvu organsku tvar na jednostavnije anorganske spojeve (ugljikohidrati, bjelančevine, masti) te apsorbiraju hranjive sastojke preko vanjske površine. U skupinu saprofita ubraja se veliki broj bakterija, gljiva te manji broj biljaka. Saprofiti obuhvaćaju i one organizme koji mrtvu organsku tvar razgrađuju unutar svog tijela. Ključna su karika unutar hranidbenog lanca jer omogućavaju kruženje tvari u prirodi (Širić i

sur., 2019). Autotrofne biljke uz pomoć sunčeve energije sintetiziraju organsku tvar iz anorganskih spojeva, dok saprofiti mrtvu organsku tvar razgrađuju do anorganskih spojeva koje biljke ponovno koriste. Kod procesa razgradnje uginulog organizma uključen je čitav niz saprofitnih vrsta. Svaka saprofitna vrsta prilagođena je razgradnji određenih sastojaka mrtve organske tvari. U procesu razgradnje životinjskih i gljivljih ostataka glavnu ulogu imaju saprofitne bakterije i životinje. Biljne ostatke razgrađuju saprofitne gljive i bakterije (Bačić i sur., 1999).

Mikorizu se može opisati kao zajednicu između biljaka i gljiva lokaliziranu u korijenu, u kojoj anorganske tvari putuju iz gljive u biljku, a asimilati (organski spojevi) iz biljaka u gljivu (Novak, 1997). Amikotrofne biljke ne tvore mikorizu u zajednici sa gljivama no smatra se da takvih biljaka ima vrlo malo. Mikoriza se može podijeliti na tipove a to su: arbuskularna , arbutoidna, monotropoidna, erikoidna, mikoriza orhideja, ektomikoriza, endoektomikoriza. Arbuskularni tip mikorize najčešći je u prirodi koji se javlja na stablima, grmlju, zeljastim biljkama. Jedna od bitnijih značajki gljiva arbuskularne mikorize je veliki raspon domaćina koji obuhvaća kritosjemenjače svih porodica a njime je kolonizirano korijenje nekih vodenih biljaka.

Ektomikorizne gljive pripadaju razredima *Basidiomycetes* i *Ascomycetes*. U ovoj skupini gljiva vlada veća raznolikost u usporedbi sa gljivama arbuskularne mikorize. Gljive u ektomikorizi ne napadaju unutarnje stanice biljke već napadaju koru korijena. Ukoliko dođe do infekcije ektomikoriznom gljivom na korijenu biljke, promjene se uočavaju golim okom. Korijenje koje je inficirano ektomikoriznom gljivom puno je deblje od neinficiranog. Ektomikoriza predstavlja vrlo važan tip mikorize zbog usvajanja dušika. Osim povećanog usvajanja dušika, ektomikorizom je povećano usvajanje fosfora, cinka, bakra (Širić i sur., 2016).

Gljive paraziti žive na biljkama, životinjama i u čovjeku. Mnoge od njih luče spojeve koji omogućavaju propusnost membrana na određene spojeve kao što su aminokiseline i šećere koje biljka lakše apsorbira. Neki paraziti žive u intracelularnim prostorima domaćina dok drugi buše rupe u staničnim stijenkama kroz koje njihove stanice ulaze u membrane domaćina. Usprkos svim pozitivnim učincima gljiva na rast biljaka, one mogu biti i vrlo snažni patogeni. Mogu uzrokovati brojne bolesti kod kulturnog bilja, životinja i ljudi (Bačić i sur., 1999).

2.3.1. Morfologija gljiva roda *Clitocybe*

Clitocybe inversa – žuta uleknjača

Žuta uleknjača ima kožastu konzistenciju te zbog toga nije vrlo cijenjena. Raste u jesen u grupama u listopadnim i crnogoričnim šumama. Konzumira se kada drugih gljiva nema u izobilju dok je mlada jer u kasnijim fazama postaje žilava. Ako se konzumira u većim količinama zbog prisustva muskarina, može uzrokovati smetnje. Muskarin je toksičan spoj koji se može pojaviti kod puno vrsta koje imaju listićav himenij, naposve kod gljiva iz roda *Clitocybe* i *Inocybe* te može uzrokovati tegobe. Klobuk je u mlađim fazama razvoja ulegnut, zatim tanak, žutocrvene boje, sjajne površine a za suhog vremena pokriven čehicama, uvijenog ruba. Listići su vrlo gusti, uski, prvo su bijeli a zatim prelaze u smeđe - crvenu boju. Stručak je visok, pun zatim šupalj, zadebljan, na kraju bijelo crvenkaste boje. Meso je bijelo ili crveno, žilave konzistencije, nema mirisa, okus je slatkast. Spore su u masi bijele, okrugle ili eliptične. Meso i kožica klobuka u dodiru s kalijevom lužinom požute (Božac, 1993).



Slika 1 Žuta uleknjača

Izvor: <https://epodravina.hr/kolumna-svijet-gljiva-zuta-uleknjaca/>

***Clitocybe nebularis* – maglenka**

Maglenka, jestiva gljiva koja raste u kasnu jesen u velikim skupinama, u isprekidanim linijama ili krugovima, u crnogoričnim ili bjelogoričnim šumama. Teško je probavljiva te se ne preporuča konzumacija osobama koje imaju osjetljiv probavni sustav. Može narasti vrlo velika, promjera klobuka do 25 centimetara. Klobuk je na početku mesnat, zvonolik a u kasnijim fazama konveksan, zatim ravan, magleno - sive boje, posut svijetlim prahom. Listići su jako gusti, pomiješani sa kraćima, spuštaju se niz stručak, blijedo žute boje, poslije rumenkasti, lako se odvajaju od mesa klobuka. Stručak dostiže visinu od 15 centimetara, mesnat je i pun, elastičan, na dnu odebljan, smeđe - sive boje. Meso je bijele boje trpkog okusa. Spore su žućkaste, ovalne. Meso sa sulfovanilinom postaje ljubičasto a s fenolom posmeđi (Božac, 1993).



Slika 2 Maglenka

Izvor: <https://www.plantea.com.hr/maglenka/>

***Clitocybe geotropa* – martinčica**

Mlada martinčica je iznimno kvalitetna gljiva, no ubiru se samo mlade gljive jer kod starijih primjeraka meso postaje gorko. Raste u vlažnim crnogoričnim i bjelogoričnim šumama, travnjacima, pašnjacima, na obroncima šuma, u velikim skupinama ili krugovima u kasnu jesen. Klobuk dostiže 10 centimetara u promjeru, mesnat je, konveksan. Rub klobuka je uvrnut, poslije je ravan, klobuk poprima žutu boju a zatim bijelu boju. Listići su na početku bijeli ili žuti, pomiješani s kraćima, spuštaju se niz stručak. Stručak doseže visinu od 15 centimetara, pun, odebljan na dnu, iste boje kao klobuk i listići. Meso je u klobuku bijelo, jakog mirisa po voću, suho te žilavo. Spore su bijele, bradavičaste. Meso s kalijevom lužinom postaje svijetlo žuto dok sa sulfovanilinom poprimi ljubičastu boju (Božac, 1986).



Slika 3 Martinčica

Izvor: <https://www.gljivarstvo.com/2018/01/gljiva-martincica.html>

***Clitocybe dealbata* – otrovna brašnjača**

Otrovna brašnjača raste od ljeta do kraja jeseni u skupinama u bjelogoričnim šumama, vlažnim uvalama, livadama i pašnjacima (Božac, 1986). Klobuk širine 5 centimetara u ranijim je fazama konveksan, zatim otvoren. Obod je valovit, bijele boje te pokriven injem. Listići su gusti, pomiješani s kraćima, spuštaju se niz stručak, bijele boje. Stručak doseže visinu od 4 centimetara, vlaknaste strukture, savijen dok kasnije postaje šupalj, bijele je boje kao i klobuk. Meso klobuka je žilavo, ne lomi se, bijele je boje, okus podsjeća na brašno. Spore su glatke i eliptične. Meso s fenolanilinom pocrveni na trenutak, s gvajakolovom tinkturom poplavi, a s kalijevom lužinom postaje blijedo smeđe (Božac, 1993).



Slika 4 Otrovna brašnjača

Izvor: <https://sr.wikipedia.org/sr-el>

***Clitocybe cerussata* – bijela otrovnica**

Bijela otrovnica, smrtno otrovna gljiva, raste u jesen, grupno ili u krugovima u svim šumama. Klobuk je širok do najviše 8 centimetara, ulegnut i konveksan, slabo je mesnat i bijele je boje. Izgleda kao da je pokriven bijelim injem koje se može obrisati. Kožica je sjajna i suha. Listići su bijeli ili slabo žućkasti, gusti, nejednake veličine, prirasli ili se spuštaju nit stručak. Stručak je bijele boje, ispunjen, visok do 7 centimetara, u isto vrijeme može narasti i više stručaka skupa, pri dnu stručka nalaze se dlačice. Meso je bijele boje, žilave konzistencije, vodenaste strukture, miris i okus podsjeća na užeglost. Spore su u bijele dok su u uvećanom izdanju prozirne (Božac, 1993).



Slika 5 Bijela otrovnica

Izvor: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clitocybe_cerussata_\(Pers.\)_g](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clitocybe_cerussata_(Pers.)_g)

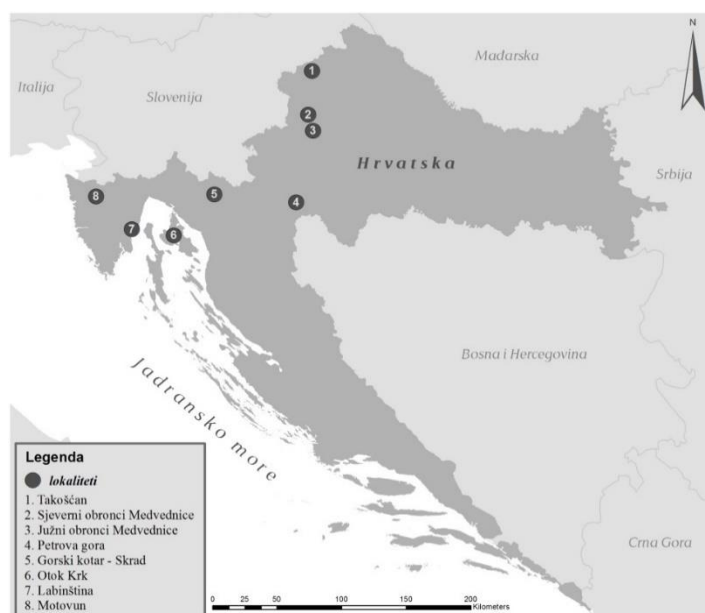
3. Materijali i metode istraživanja

Uzorci gljiva i tla prikupljeni su iz tri regije: Sjeverozapadna, Središnja i Primorska Hrvatska. Navedene regije obuhvaćale su sljedeće lokalitete: Trakošćan, Sjeverna Medvednica, Južna Medvednica, Petrova gora, Skrad, otok Krk, Labinštinu i Motovun (**Slika 6**). Prikupljeni su uzorci od dvije saprotrofne jestive gljive *Clitocybe inversa* i *Clitocybe nebularis*, deset uzoraka od obje vrste po svakoj lokaciji. Potpuno razvijena i zrela plodišta navedenih vrsta gljiva prikupljena su slučajnim odabirom. Istodobno s prikupljanjem uzoraka gljiva, prikupljeni su uzorci gornjeg horizonta tla (0 do 10 cm) nakon uklanjanja površinskog sloja (lišće i drveće). Determinacija navedenih vrsta gljiva provedena je prema Bošcu (2003). Nakon postupka determinacije, uzorci gljiva su očišćeni plastičnim nožem te su odvojeni anatomske dijelovi stručak i klobuka koji su zasebno analizirani. Uzorci su osušeni do konstantne težine u peći na 50 °C kroz 48 sati. Nakon sušenja uzorci su samljeveni uz pomoć laboratorijskog mlina Retsch SM 2000. Laboratorijske analize sadržaja žive u gljivama i supstratu tla provedene su sukladno ISO normama.

Koncentracija žive je određivana bez razgrađivanja u kiselini koristeći AAS analizator žive (AMA-254, Advanced Mercury Analyser, Leco, Poland), koji koristi neposredno izgaranje uzorka u atmosferi bogatoj kisikom.

Vrijednost pH u tlu utvrđena je u otopini tla u destiliranoj vodi omjera 1: 5 pH-metrom IQ 150 (IQ Scientific Instruments, USA).

Sadržaj organske tvari u tlu utvrđen je gravimetrijskom metodom nakon spaljivanja organske tvari (2 g supstrata tla osušenog na zraku) na 550 °C kroz 16 sati u peći za žarenje (Select – Horn). Nakon navedenog postupka uzorak se ponovo odvagne, a razlika u masi prije i poslije spaljivanja ukazuje na masu organske tvari u uzorku.

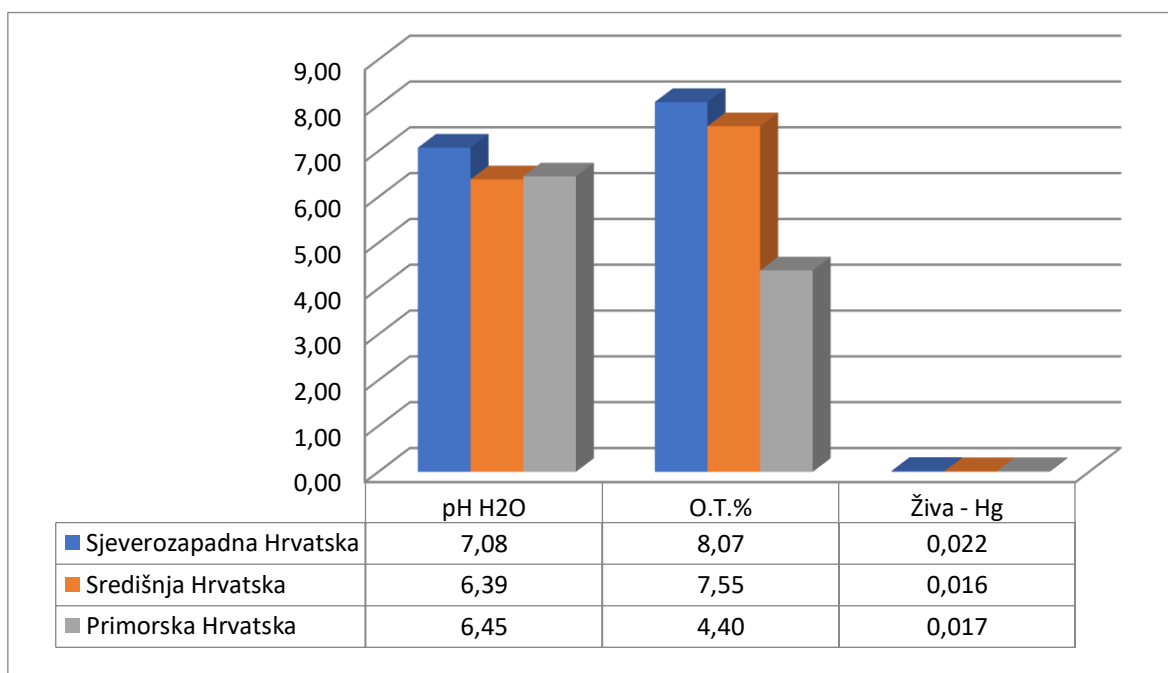


Slika 6 Lokacije uzorkovanja gljiva i supstrata tla

4. Rezultati

4.1. Vrijednost pH, sadržaj organske tvari i koncentracija žive u tlu na istraživanim regijama

U grafikonu 4.1.1. prikazana je pH vrijednost, sadržaj organske tvari te ukupna koncentracija žive u površinskom sloju tla istraživanih regija. Vrijednost pH bila je u rasponu od 6,39 do 7,08, pri čemu je najniža pH vrijednost utvrđena u Središnjoj Hrvatskoj, a najviša na području Sjeverozapadne regije. Laboratorijskim analizama utvrđen je sadržaj humusa u tlu. Prosječna vrijednost organske tvari iznosila je 6,67 %, najmanja vrijednost utvrđena je u Primorskoj Hrvatskoj (4,40 %), a najveća u Sjeverozapadnoj Hrvatskoj (8,07 %). Sva tla koja sadrže više od 3,5 % organske tvari pripadaju kategoriji vrlo humoznih tala (Lončarić i sur., 2019). Najviša prosječna koncentracija žive ustanovljena je u površinskom sloju tla u sjeverozapadnoj regiji (0,022 mg kg⁻¹), dok su koncentracije žive u središnjoj i primorskoj regiji bile podjednake (grafikon 4.1.1.)



Grafikon 4.1.1. pH-vrijednost, organska tvar (O.T.) i ukupne koncentracije žive u površinskom sloju tla na istraživanim regijama (mg kg⁻¹)

4.2. Koncentracija žive u tlu na istraživanim lokalitetima

U tablici 4.2.1. prikazana je vrijednost pH, sadržaj organske tvari u tlu te prosječne koncentracije žive na osam lokaliteta uzorkovanja. Najniža pH vrijednost od 6,25 utvrđena je na otoku Krku, dok je najveća vrijednost od 7,34 ustanovljena na lokalitetu Sjeverna Medvednica. Vrijednosti pH utvrđene na ostalim lokalitetima uzorkovanja bile su u navedenom rasponu. Visok sadržaj organske tvari (O.T.) ustanovljen je na Sjevernoj Medvednici (9,21 %) i Trakošćanu (9,03 %), dok su najniže vrijednosti zabilježene na otoku Krku (3,97 %) i Labinštini (3,99 %). Usprkos niskom sadržaju organske tvari na pojedinim lokalitetima, tla uzrokovanih lokaliteta pripadaju humoznim tlima. Utvrđene koncentracije žive u uzorcima tla na lokalitetima uzorkovanja bile su različite. Pritom je najviša prosječna koncentracija žive ustanovljena na Sjevernoj Medvednici ($0,025 \text{ mg kg}^{-1}$), dok je najniža prosječna vrijednost zabilježena na lokalitetu Petrova gora ($0,012 \text{ mg kg}^{-1}$). Također, utvrđene koncentracije žive u tlima ostalih lokaliteta uzorkovanja bile su različite (tablica 4.2.1.).

Tablica 4.2.1. pH-vrijednost, organska tvar i ukupne koncentracije žive u površinskom sloju tla na istraživanim lokalitetima (mg kg^{-1})

Lokacija	pH H ₂ O	O.T.%	Živa - Hg
Trakošćan	$6,67 \pm 1,04$	$9,03 \pm 7,25$	$0,022 \pm 0,005$
Sjeverna Medvednica	$7,34 \pm 0,562$	$9,21 \pm 5,01$	$0,025 \pm 0,006$
Južna Medvednica	$7,22 \pm 0,61$	$5,98 \pm 3,85$	$0,019 \pm 0,006$
Petrova Gora	$6,38 \pm 0,52$	$7,04 \pm 8,36$	$0,012 \pm 0,005$
Skrad	$6,39 \pm 0,53$	$8,05 \pm 6,49$	$0,019 \pm 0,003$
Otok Krk	$6,25 \pm 0,15$	$3,97 \pm 0,18$	$0,016 \pm 0,004$
Labinština	$6,78 \pm 0,51$	$3,99 \pm 1,08$	$0,017 \pm 0,003$
Motovun	$6,32 \pm 0,81$	$5,23 \pm 4,43$	$0,018 \pm 0,004$

Rezultati su prikazani kao prosjeci suma najmanjih kvadrata $\pm$ standardna devijacija; O.T. – organska tvar.

4.3. Koncentracija žive u anatomskim dijelovima gljiva

Prosječne, najmanje i najviše vrijednosti koncentracije žive utvrđene u anatomskim dijelovima vrsta *C. inversa* i *C. nebularis* prikazane su u tablici 4.3.1. Istraživanjem je ustanovljena značajna razlika ($p < 0,05$) u koncentraciji žive između anatomskih dijelova, klobuka i stručka analiziranih vrsta gljiva. Prosječne koncentracije žive bile su značajno veće u klobuku u odnosu na stručak u analiziranim vrstama gljiva na svim lokalitetima uzorkovanja. Najviša prosječna koncentracija žive u klobuku vrste *C. inversa* utvrđena je na Južnoj Medvednici ($0,449 \text{ mg kg}^{-1}$), dok je najmanja prosječna koncentracija za istu vrstu ustanovljena u Motovunu ($0,183 \text{ mg kg}^{-1}$). Najmanja razlika u prosječnoj koncentraciji žive između anatomskih dijelova gljive *C. inversa* utvrđena je na lokalitetu Motovun ($0,033$), dok je najveća razlika između anatomskih dijelova navedene vrste ustanovljena u uzrocima prikupljenim na lokalitetu južna Medvednica ($0,296$). Najveća varijabilnost u koncentraciji žive u vrsti *C. inversa* utvrđena je u uzorcima prikupljenim na lokalitetu Labinština (tablica 4.3.1.). Nadalje, najveća prosječna koncentracija žive u klobucima vrste *C. nebularis* utvrđena je na lokalitetu južna Medvednica ($0,621 \text{ mg kg}^{-1}$). Suprotno tome, najmanja vrijednost žive u klobucima navedene vrste utvrđena je na lokalitetu Skrad ($0,273 \text{ mg kg}^{-1}$). Najmanja prosječna koncentracija žive u stručcima vrste *C. nebularis* ustanovljena je u uzorcima prikupljenim na lokalitetu Krk ($0,117 \text{ mg kg}^{-1}$), dok su najveće prosječne vrijednosti žive istog anatomskog dijela utvrđene u uzorcima na lokalitetu Južna Medvednica ($0,300 \text{ mg kg}^{-1}$). S obzirom da je koncentracija žive između anatomskih dijelova vrste *C. nebularis* bila znatno različita, najmanja prosječna razlika u raspodjeli žive između analiziranih anatomskih dijelova ustanovljena je u uzorcima sa lokaliteta sjeverna Medvednica ($0,086$), dok je najveća razlika utvrđenih koncentracija žive između klobuka i stručka zabilježena u uzorcima na lokalitetu Labinština ($0,289$).

Tablica 4.3.1. Koncentracije žive u anatomskim dijelovima analiziranih vrsta gljiva (mg kg⁻¹)

Vrsta	Lokacija	Ant. dio	Mean	Min.	Max.	St.dev.	CV%
<i>C. inversa</i>	Trakošćan	Klobuk	0,257	0,210	0,336	0,046	18,15
		Stručak	0,150	0,062	0,212	0,052	34,82
	Sjeverna Medvednica	Klobuk	0,410	0,164	0,541	0,120	29,37
		Stručak	0,122	0,085	0,182	0,027	22,47
	Južna Medvednica	Klobuk	0,449	0,325	0,552	0,076	17,04
		Stručak	0,153	0,089	0,212	0,035	22,93
	Petrova gora	Klobuk	0,266	0,126	0,332	0,055	20,74
		Stručak	0,100	0,035	0,174	0,042	42,07
	Skrad	Klobuk	0,245	0,115	0,367	0,077	31,49
		Stručak	0,189	0,047	0,284	0,067	35,61
	Otok Krk	Klobuk	0,293	0,239	0,356	0,040	13,65
		Stručak	0,205	0,082	0,252	0,047	23,14
	Labinština	Klobuk	0,222	0,119	0,345	0,067	30,24
		Stručak	0,071	0,012	0,124	0,032	45,42
	Motovun	Klobuk	0,183	0,025	0,282	0,071	39,11
		Stručak	0,150	0,058	0,223	0,049	32,76
<i>C. nebularis</i>	Trakošćan	Klobuk	0,372	0,305	0,410	0,030	8,08
		Stručak	0,224	0,189	0,311	0,036	16,48
	Sjeverna Medvednica	Klobuk	0,339	0,222	0,515	0,101	29,88
		Stručak	0,253	0,192	0,334	0,046	18,20
	Južna Medvednica	Klobuk	0,621	0,475	0,745	0,084	13,64
		Stručak	0,300	0,245	0,352	0,037	12,50
	Petrova gora	Klobuk	0,275	0,105	0,426	0,083	30,40
		Stručak	0,167	0,123	0,215	0,034	20,73
	Skrad	Klobuk	0,273	0,176	0,371	0,058	21,25
		Stručak	0,124	0,065	0,272	0,059	47,58
	Otok Krk	Klobuk	0,311	0,096	0,465	0,107	34,60
		Stručak	0,117	0,056	0,184	0,039	34,00
	Labinština	Klobuk	0,481	0,415	0,556	0,052	10,92
		Stručak	0,192	0,123	0,263	0,049	25,96
	Motovun	Klobuk	0,552	0,425	0,612	0,061	11,06
		Stručak	0,312	0,208	0,410	0,068	21,83

Mean – prosječna vrijednost; Min. – najmanja vrijednost; Max. – najveća vrijednost; St.dev. – standardna devijacija; CV% - koeficijent varijabilosti

4.4. Ukupna koncentracija žive u vrstama *C. inversa* i *C. nebularis* na različitim lokalitetima uzorkovanja

U tablici 4.4.1. prikazane su ukupne koncentracije žive u vrsti *Clitocybe inversa* na različitim lokalitetima. Iz tablice je vidljivo da se koncentracija žive u vrsti *C. inversa* značajno razlikovala između različitih lokaliteta uzorkovanja. Koncentracija žive bila je u rasponu od 0,147 mg kg⁻¹ do 0,301 mg kg⁻¹. Značajno najviša prosječna koncentracija žive u navedenoj vrsti utvrđena je na lokalitetu Južna Medvednica, dok je najmanja prosječna koncentracija ustanovljena u uzorcima na lokalitetu Labinštine (tablica 4.1.1.). Osim ukupne koncentracije žive, u navedenoj tablici prikazane su vrijednosti bio - koncentracijskog faktora za vrstu *Clitocybe inversa* između lokaliteta uzorkovanja. Kao i koncentracija žive, vrijednosti BCF su se znatno razlikovale između lokaliteta uzorkovanja. Najmanja vrijednost BCF utvrđena je na lokalitetu Labinština (8,65), dok je najveća vrijednost utvrđena na Južnoj Medvednici (15,84). Iako se vrijednost BCF razlikovala između lokaliteta uzorkovanja, razvidno je da vrsta *Clitocybe inversa* ima vrlo dobar bio - akumulacijski potencijal prema živi, pri čemu su vrijednosti bio - koncentracijskog faktora na svim lokalitetima uzorkovanja bile znatno veće od 1.

Tablica 4.4.1. Ukupna koncentracija žive u vrsti *C. inversa* (mg kg⁻¹), biokoncentracijski faktor

Vrsta	Lokacija	Mean	St.dev.	BCF
<i>C. inversa</i>	Trakošćan	0,204 ^{cd}	0,073	9,27
	Sjeverna Medvednica	0,266 ^b	0,171	10,64
	Južna Medvednica	0,301 ^a	0,163	15,84
	Petrova Gora	0,183 ^{de}	0,098	15,25
	Skrad	0,218 ^c	0,076	11,47
	Otok Krk	0,249 ^b	0,062	15,56
	Labinština	0,147 ^f	0,093	8,65
	Motovun	0,167 ^{ef}	0,068	9,28

Rezultati su prikazani kao prosjeci suma najmanjih kvadrata ± standardna devijacija; ^{a,b,c,d,e,f} Vrijednosti unutar stupca označene različitim slovom značajno se razlikuju (P<0,05); BCF – biokoncentracijski faktor

Tablica 4.4.2. prikazuje ukupan sadržaj žive u vrsti *C. nebularis* na različitim lokalitetima uzorkovanja. Iz tablice je razvidno da se sadržaj žive značajno (p<0,05) razlikovao između lokaliteta uzorkovanja. Najniža koncentracija žive utvrđena je na lokalitetu Skrad (0,198 mg kg⁻¹), dok je najviša koncentracija žive utvrđena na Južnoj Medvednici (0,461 mg kg⁻¹). Također, iz navedene tablice su razvidne i vrijednosti bio - koncentracijskog faktora za vrstu *C. nebularis*. Vrijednosti BCF su se značajno razlikovale između lokaliteta uzorkovanja. Najmanja vrijednost BCF utvrđena je u Skradu (10,42), dok je najveća vrijednost utvrđena na Južnoj Medvednici (24,26). Ustanovljene vrijednosti bio - koncentracijskog faktora ukazuju

na iznimno dobar bio - akumulacijski potencijal vrste *C. nebularis* prema toksičnom metalu živi (BCF>1).

Tablica 4.4.2. Ukupna koncentracija žive u vrsti *C. nebularis* (mg kg⁻¹), bio koncentracijski faktor

Vrsta	Lokacija	Mean	St.dev.	BCF
<i>C. nebularis</i>	Trakošćan	0,298 ^d	0,083	13,55
	Sjeverna Medvednica	0,296 ^d	0,089	11,84
	Južna Medvednica	0,461 ^a	0,177	24,26
	Petrova Gora	0,221 ^e	0,095	18,42
	Skrad	0,198 ^e	0,121	10,42
	Otok Krk	0,214 ^e	0,127	13,38
	Labinština	0,336 ^c	0,156	19,76
	Motovun	0,432 ^b	0,138	24,00

Rezultati su prikazani kao prosjeci suma najmanjih kvadrata ± standardna devijacija; ^{a,b,c,d,e}, Vrijednosti unutar stupca označene različitim slovom značajno se razlikuju (P<0,05); BCF – biokoncentracijski faktor

5. Rasprava

Živa je jedan od najopasnijih i najtoksičnijih metala u prirodi. Ponajviše je prisutna u urbanim sredinama gdje postoji veća opasnost od kontaminacije zbog razvoja industrije i povećane urbanizacije. Specifične kemijske karakteristike žive uzrok su njezina vrlo kompleksnog biogeokemijskog ciklusa u okolišu. Pojedine forme žive mogu biti vrlo toksične, a u tu skupinu uz ostale pripada i metil – živa. Upravo zbog tih činjenica, cilj ovog rada bio je utvrditi razinu onečišćenja živom na različitim lokalitetima uzorkovanja. Osim utvrđivanja razine onečišćenja na različitim lokalitetima, cilj ovog rada bio je utvrditi razinu koncentracije žive u istraživanim vrstama *Clitocybe nebularis* i *Clitocybe inversa* te njihov bio - akumulacijski potencijal te potencijalnu opasnost za ljudsko zdravlje prilikom konzumacije navedenih vrsta gljiva.

Predmetnim istraživanjem utvrđena je značajna razlika u koncentraciji žive u supstratu tla između lokaliteta uzorkovanja, a što se može poistovjetiti djelovanjem različitih antropogenih utjecaja ovisno o blizini izvora onečišćenja. Također, ustanovljena koncentracija žive u supstratu tla znatno je niža u odnosu na vrijednosti utvrđene u analiziranim vrstama gljiva, a što potvrđuju rezultati istraživanja Melgar i sur. (2009), Širić i sur. (2016), Širić i sur. (2017), Širić i Falandysz (2020). Analizirane vrste gljiva roda *Clitocybe* imaju dobra bio - akumulacijska svojstva prema metalu živi pri čemu su vrijednosti BCF>1 ustanovljene na svim lokalitetima uzorkovanja. Navedeno je sukladno rezultatima Melgara i sur. (2009), Širića i sur. (2016, 2017) za različite vrste gljiva. Nadalje, koncentracija žive bila je različita između analiziranih vrsta gljiva, što je u suglasju sa rezultatima istraživanja Širić i sur. (2016, 2017). Također, sukladno rezultatima istraživanja Melgara i sur. (2009) ustanovljena je značajna razlika u sadržaju žive u analiziranim vrstama čiji su uzorci prikupljeni na različitim lokalitetima uzorkovanja.

Koncentracija Hg između anatomskih dijelova gljive, klobuka i stručka značajno se razlikovala. Distribucija žive ponajviše ovisi o samoj vrsti gljive, dok znatno manje o području uzorkovanja. Sukladno tome, značajno viša koncentracija žive ustanovljena je u klobuku u odnosu na stručak u analiziranim vrstama gljiva na svim lokalitetima uzorkovanja. Navedeno potvrđuju rezultati istraživanja Melgara i sur. (2009), koji su istraživali distribuciju žive između spora na himeniju i ostatka plodnog tijela različitih vrsta gljiva. Autori su utvrdili značajno veću koncentraciju žive u sporama na himeniju u odnosu na ostatak plodnog tijela gljiva. Temeljem navedenoga, autori zaključuju da spore na himeniju akumuliraju veće koncentracije žive, jer sadrže više proteina i enzima na koje se veže živa, u odnosu na ostatak plodnog tijela gljiva. Slične rezultate raspodjele žive između anatomskih dijelova plodnog tijela gljiva iz roda *Tricholoma* navode Širić i Falandysz (2020).

Akumulacija žive primarno ovisi o vrsti gljiva odnosno njenom načinu života, dok su rod i porodica gljiva znatno manje bitni. Područje uzorkovanja, odnosno blizina poljoprivrednih površina, industrijskih i urbanih središta također značajno utječe na koncentraciju žive u gljivama. Razina metala u samoniklim jestivim gljivama značajno je veća u odnosu na uzgojene gljive (Kalač i sur., 2004). Vjerojatno objašnjenje nije samo u različitom

sastavu i zagađenosti supstrata, nego i u različitoj starosti micelija, koji može postojati nekoliko godina u prirodi, dok u uzgoju samo nekoliko mjeseci. Općenito, utvrđeni sadržaj žive, ali i drugih istraživanih teških metala u samoniklim jestivim gljivama znatno je veći u odnosu na sadržaj u tipičnoj biljnoj hrani kao što je voće, povrće i žitarice. Međutim, mehanizam akumulacije žive u plodna tijela gljiva još uvijek je nedovoljno jasan. Pretpostavlja se da se radi o helatnoj reakciji sa sulfhidrilnim skupinama metionina u tkivu gljiva (Melgar i sur., 2009). Stoga opisane odnose rezultata predmetnih istraživanja i navedenih autora ne treba promatrati kao apsolutne vrijednosti. Pritom treba uzeti u obzir da razlike u rezultatima mogu značajno proizlaziti iz razlika u području uzorkovanja, vremenu prikupljanja uzorka, klimatskim prilikama (količini oborina na pojedinim lokalitetima), blizini urbanih središta te starosti gljiva, gustoći odnosno razvijenosti micelija te intervalu između fruktifikacije (plodonošenje) ispitivanih vrsta gljiva.

Zdravstvene posljedice toksičnog metala žive konzumacijom samoniklih jestivih gljiva ne mogu se procijeniti detaljno kao ni biodostupnost u čovjeka (Kalač, 2010). Prema Kalaču (2010), dopuštene količine tjednog unosa za odraslu osobu od 70 kg tjelesne težine bile bi ispunjene s jednim obrokom gljiva koji sadrže 11,7 mg/kg ukupne žive. Za izračun podnošljivog tjednog unosa navedenih metala (PTWI provisional tolerable daily intake) prema FAO/WHO, 300 g svježih gljiva sa sadržajem suhe tvari od 100 g/kg je korišteno. Na temelju prikazanog može se zaključiti da su provedenim istraživanjem ustanovljene znatno niže koncentracije toksičnih teških metala u analiziranim vrstama gljiva u odnosu na navedene tjedne dopuštene količine žive. Također, u odnosu na pravilnik o maksimalnoj dopuštenoj koncentraciji određenih kontaminanata u hrani (NN 154/2008), utvrđene koncentracije bile su znatno niže. Sukladno tome, može se reći da konzumacija istraživanih vrsta gljiva s različitih područja Hrvatske ne predstavlja opasnost za zdravlje ljudi.

6. Zaključci

Predmetnim istraživanjem utvrđena je koncentracija žive u saprofitskim vrstama *Clitocybe nebularis* i *Clitocybe inversa* s različitih područja Hrvatske. Ustanovljena koncentracija žive u navedenim vrstama gljiva bila je značajno različita između lokaliteta uzorkovanja. Analizirane vrste gljiva roda *Clitocybe* značajno se razlikuju po distribuciji žive u anatomskim dijelovima plodnog tijela, klobuku i stručku. Ustanovljene vrijednosti bio koncentracijskog faktora ukazuju da navedene vrste gljiva imaju izrazito dobar bio akumulacijski potencijal prema živi (BCF>1). Utvrđene vrijednosti žive u gljivama roda *Clitocybe* odgovaraju razinama na nezagađenim područjima. Utvrđena koncentracija žive u vrstama *C. inversa* i *C. nebularis* ne prelazi dopuštenu razinu prema Pravilniku o najvećim dopuštenim količinama određenih kontaminanata u hrani te konzumacija istih ne predstavlja negativan učinak na zdravlje ljudi. Potrebna su stalna praćenja i nadzor razina metala i metaloida u ljudskoj prehrani, jednako u namirnicama biljnog i životinjskog porijekla, ali i u dodacima prehrani čija je dostupnost na tržištu i opća popularnost u stalnom porastu. Potrebne su visokostručne preporuke nutricionista i toksikologa temeljene na rezultatima znanstvenih istraživanja, koje se redovito ugrađuju u preporuke međunarodnih agencija te odgovarajuću nacionalnu zakonsku regulativu.

7. Popis literature

1. Alonso, Salgado, García, Melgar, M.J. (2000). Accumulation of mercury in edible macrofungi: influence of some factors. *Archives Environmental Contamination Toxicology* 38: 158 – 162.
2. ATSDR. (2013). Agency for Toxic Substances and Disease registry.
3. Bačić, Erben, Kalafatić. (1999). „Biologija 7“. Školska knjiga, Zagreb.
4. Borovička, Konvalinková, Žigová, Ďurišová, Gryndler, Hršelová, Kameník, Leonhardt, Sácký. (2019). Disentangling the factors of contrasting silver and copper accumulation in sporocarps of the ectomycorrhizal fungus *Amanita strobiliformis* from two sites. *Sci. Total. Environ.* 694, 133679.
5. Božac R. (1986). Gljive: poznavanje i sakupljanje. Mladost, Zagreb.
6. Božac R. (1993). Gljive: morfologija, sistematika, toksikologija. Školska knjiga, Zagreb.
7. Božac R. (2003). Gljive: morfologija, sistematika, toksikologija. Školska knjiga, Zagreb.
8. Cardwell, Bornman, J.F., James, A.P., Black, L.J. (2018). A review of mushrooms as a potential source of dietary vitamin D. *Nutrients*, 10, 1498.
9. Falandysz, Borovička. (2013). Macro and trace mineral constituents and radionuclides in mushrooms: Health benefits and risks. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 97: 477 – 501.
10. Falandysz, Dryzalowska, Saba, Wang, Zhang. (2014). Mercury in the fairy-ring of *Gymnopus erythropus* (Pers.) and *Marasmius dryopillus* (Bull.) P. Karst. Mushrooms from the Gongga Mountain, Eastern Tibetan Plateau. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 104: 18-22.
11. Falandysz, J., Dryżałowska, A., Zhang, J., Wang, Y. (2019a). Mercury in raw mushrooms and mushrooms stir-fried in deep oil. *J. Food Comp. Anal.* 82, 103239.
12. Falandysz, J., Hanć, A., Barańkiewicz, D., Zhang, J., Treu, R. (2019b). Metallic and metalloid elements in various developmental stages of *Amanita muscaria*. *Fungal Biol.* Submitted.
13. Falandysz, Saniewski, M., Zalewska, T., Zhang, J. (2019c). Pollution by radiocaesium of fly agaric *Amanita muscaria* in fruiting bodies decrease with a developmental stage. *Isot. Environ. Health Stud.* 55, 317–324.
14. Falandysz, Zhang, J., Mędyk, M., Zhang, X. (2019d). Mercury in stir-fried and raw mushrooms from the *Boletaceae* family from the geochemically anomalous region in the Midu county, China. *Food Control.* 102, 17–21.
15. Falandysz. (2013). Review: On published data and methods for selenium in mushrooms. *Food. Chem.* 138, 242 – 250.
16. Glamočija, J., Stojković, D., Nikolić, M., Ćirić, A., Reis, F., Barros, L., Ferreira, C.F.R.I., Soković, M. (2015). A comparative study on edible *Agaricus* mushrooms as functional foods. *Food Funct.* 6, 1900 – 1910.
17. Harris, Pickering, Graham. (2003). The chemical form of mercury in fish. *Science*, Vol 301, pp 1203. www.sciencemag.org (datum pristupa: 21.05.2020.).

18. Hooda. (2010). Trace element sin soils. School of Geography, Geology and Environment. John Wiley and Sons, Washington.
19. Hugunin, Bradley Jr. (1975). Exposure of man to mercury. J. Milk food Techn, Vol. 38, No. 6, pp 354 – 368.
20. Jeong, S.C., Y.T., Yang, B.K., Islam, R., Koyalamudi, S.R., Pang, G., Cho, K.Y., Song, C.H. (2010). White button mushroom (*Agaricus bisporus*) lowers blood glucose and cholesterol levels in diabetic and hypercholesterolemic rats. Nutr. Res. 30, pp 49 – 56.
21. Kalač, Svoboda, Havličkova. (2004). Contents of cadmium and mercury in edible mushrooms. Journal of applied Biomedicine, 2: 15 – 20.
22. Kalač. (2009). Chemical composition and Nutritional Value of European Species of Wild Growing Mushrooms. Food. Chem. 113(1):9 – 16.
23. Kalač. (2010). Trace element content in European species of wild growing edible mushrooms: A review for the period 2000 – 2009. Food Chem. 122(1):2 – 15.
24. Kalač. (2019). Mineral composition and radioactivity of edible mushrooms. Academic press.
25. Kavčič, Mikuš, Debeljak, Elteren, Arčon, kodre, Kump, Karydas, Migliori, Czyżycki, Vogel-Mikuš. (2019). Localization, ligand environment, bioavailability and toxicity of mercury in *Boletus spp.* and *Scutiger per-caprae* mushrooms. Ecotox. Environ. Saf. 184, 109623.
26. Kojta, A.K., Falandysz. (2016). Soil-to-mushroom transfer and diversity in total mercury content in two edible Laccaria mushrooms. Environ. Earth. Sci. 75, 1264.
27. Kojta, A.K., Wang, Y., Zhang, J., Li, T., Saba, M., Falandysz. (2015). Mercury contamination of fungi genus *Xerocomus* in the Yunnan province in China and the region of Europe. J. Environ. Sci. Health, Part A. 50, 1342 – 1350.
28. Komorowicz, I., Hanć, A., Lorenc, W., Barańkiewicz, D., Falandysz, J., Wang, Y. (2019). Arsenic speciation in mushrooms using dimensional chromatography coupled to ICP-MS detector. Chemosphere. 233, 223-233.
29. Lavoie, R.A., Boutford, A., Maranger, R., Amyot, M. (2018). Mercury transport and human exposure from global marine fisheries. Sci. Rep. 8, 6705, 24938 – 3.
30. Lipka, Saba, M., Falandysz. (2018). Preferential accumulation of inorganic element sin Amanita muscaria from North-eastern Poland. J. Envrion. Sci. Health. Part A. 53, 968 – 974.
31. Lončarić, Kadar, Jurković, Kovačević, Popović, Karalić. (2010). Teški metali od polja do stola. 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture. 14 – 23. Opatija, Croatia.
32. Lončarić, Kristek, Ivezić, Popović, Jović, Rašić. (2019). Plodnost tala i gospodarenje organskim gnojivima. Fakultet agrobiotehničkih znanosti, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek.
33. Mahajan, P.V. (2007). Heavy metal intoxication. U Kliegman: Nelson Textbook of Pediatrics, Philadelphia.

34. Melgar, M.J., Alonso, J., Garcia, M.A. (2009). Mercury in edible mushrooms and soil. Bioconcentration factors and toxicological risk. *Sci. Total. Environ.* 407, 5328 – 5334.
35. Melik, A. (2004). Metal bioremediation through growing cells. *Environ. Int.* 30, 261 – 278.
36. Mleczek, M., Magdziak, Gąsecka, M., Niedzielski, P., Kalač, P., Siwuski, M., Rzymiski, P., Zalicka, S., Sobieralski, K. (2016b). Content of selected elements and low molecular weight organic acids in fruiting bodies of edible mushroom *Boletus badius* (Fr.) from unpolluted and polluted areas. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 23, 20609 – 20618.
37. Mleczek, M., Niedzielski, P., Kalač, P., Budka, A., Siwulski, M., Gąsecka, M., Rzymiski, P., Magdziak, Z., Sobieralski, K. (2016a). Multielemental analysis of 20 mushroom species growing near a heavily trafficked road in Poland. *Environ. Sci. Poll. Res.* 23, 16280-16295.
38. Narodne novine. „Pravilnik o najvećim dopuštenim količinama kontaminanata u hrani“. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_12_154_4198.html (datum pristupa: 15.06.2020.).
39. Nasr, M., Maloch, D. W., Arp, P. A. (2012). Quantifying Hg within ectomycorrhizal fruiting bodies, from emergence to senescence. *Fungal Biol.* 116, 1163 – 1177.
40. Novak. (1997). Uzgoj jestivih i ljekovitih gljiva. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
41. Novak. (2009). Uzgoj gljiva. *Glasnik zaštite bilja*. Vol. 32, No. 4, 64 – 70. <https://hrcak.srce.hr/163457> (datum pristupa: 22.05.2020.).
42. Patra, Sharma. (2000). Mercury toxicity in plants. *The botanical review* 66: 379-422.
43. Petrak. (2015). „Ekotoksikologija arsena“. *Tedi*. Vol. 5, 86 – 98.
44. Rytuba, J. J. (2003). Mercury from mineral deposits and potential environmental impact. *Environ. Geol.* 43, 326 - 338.
45. Silbernagel, S.M., Carpenter, D.O., Gilbert, S.G., Gochfeld, M., Groth, E., Hightower, J.M., Schiavone, F.M. (2011). Recognizing and preventing overexposure to methylmercury from fish and seafood consumption information for physicians. *Journal Toxic.* 1-7.
46. Sofilić. (2014). „Ekotoksikologija“, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak, Republika Hrvatska.
47. Stolz. (2003). The ecology of arsenic. *Science*. 5621, 939 – 944.
48. Szymanska, K., Struminska-Parulska, D., Falandysz, J., (2019). Isotopes of ²¹⁰Po and ²¹⁰Pb in Hazel bolete (*Leccinellum pseudoscabrum*) – bioconcentration, translocation and related dose assessment. *Environ. Sci. Poll. Res.* 26, 18904 – 18912.
49. Širić, Držaić, Božac, Matijević. (2019). Koncentracije teških metala u kultiviranim vrstama gljiva. *Journal of Central European Agriculture* 20: 1216-1223.
50. Širić, Falandysz. (2020). Contamination, bioconcentration and distribution of mercury in *Tricholoma* spp. mushrooms from southern and northern regions of Europe. *Chemosphere*. 251, 126614, 8.

51. Širić, Humar, Kasap, Kos, Mioč, Pohleven. (2016). Heavy metals bio-accumulation by wild edible saprophytic and ectomycorrhizal mushrooms. *Environmental science and pollution research* 23: 18239-18252.
52. Širić, Kasap, Bedeković, Falandysz. (2017). Lead, cadmium and mercury contents and bioaccumulation potential of wild edible saprophytic and ectomycorrhizal mushrooms. *Journal of environmental science and health part B* 52, 3:1-12.
53. Talpur, N.A., Echard, B.W., Fan, A.Y., Jaffari, O., Bagchi, D., Preuss, H.G., (2002). Antihypertensive and metabolic effects of whole Maitake mushroom powder and its fractions in two rat strains. *Mol. Cell. Biochem.* 237, 129-136.
54. Tucaković, I., Barišić, D., Grahek, Ž., Kasap, A., Širić, I., (2018). ¹³⁷Cs in mushrooms from Croatia sampled 15 to 30 years after Chernobyl. *J. Env. Radioact.* 181, 147.
55. Turkdogan, K.M., Kilicel, F., Kara, K., Tuncer, I., Uygan, I. (2003). Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 13, 175–179.
56. UNEP (2013). Mercury – Time to act. United Nations environmental programme.
57. Wasser, S.P. (2002). Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Appl. Microbiol. Biot.* 60, 258-274.

8. Životopis

- Rođena 13. kolovoza 1996. g. u Rijeci
- Mobitel: 091 924 3888
- E – mail: anaivkovi406@gmail.com

Obrazovanje:

- 2011. – 2015. Srednja škola Ambroza Haračića (opća gimnazija), Mali Lošinj
- 2015. – 2018. Preddiplomski stručni studij Mediteranske poljoprivrede, Veleučilište u Rijeci, poljoprivredni odjel Poreč.
- Stekla akademski naziv: Stručna prvostupnica (Baccalarea)

Inženjerka Mediteranske Poljoprivrede

- 2018. – 2020. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

Diplomski sveučilišni studij Povrćarstvo

Jezici:

- Materinji jezik: hrvatski
- Strani jezici: engleski i talijanski jezik – aktivno znanje

Ostalo:

- Vozačka dozvola B kategorije
- Rad na računalu: Microsoft office

POPIS SLIKA

Slika 1 Žuta uleknjača	9
Slika 2 Maglenka.....	10
Slika 3 Martinčica	11
Slika 4 Otrovna brašnjača	12
Slika 5 Bijela otrovnica	13
Slika 6 Lokacije uzorkovanja gljiva i supstrata tla	14

Poveznice:

Kolumna : Svijet gljiva // Žuta uleknjača, prijevara ili velika zabluda.

<https://epodravina.hr/kolumna-svijet-gljiva-zuta-uleknjaca-prijevara-ili-velika-zabluda/> - pristup 20.05.2020.

Priroda i biljke, Maglenka. <https://www.plantea.com.hr/maglenka/> - pristup 25.05.2020.

Gljiva Martinčica, Prepoznavanje gljiva. <https://www.gljivarstvo.com/2018/01/gljiva-martincica.html> - pristup 28.05.2020.

Otrovna brašnjača, Wikipedija, Slobodna enciklopedija. https://sr.wikipedia.org/sr-el/%D0%9E%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%88%D1%9A%D0%B0%D1%87%D0%B0 – pristup 02.06.2020.

Clitocybe cerussata (Pers.) P. Kumm, Wikimedia commons.

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clitocybe_cerussata \(Pers.\) P. Kumm \(MO 2893 02\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clitocybe_cerussata_(Pers.)_P._Kumm_(MO_2893_02).jpg) - pristup 07.06.2020.