

The Mineral Composition and New Contribution to the Distribution of March Mushroom (*Hygrophorus Marzuolus* (Fr.) Bres.) in Sarajevo Canton

Mineralni sastav i novi prilog rasprostranjenosti martovke (*Hygrophorus marzuolus* (Fr.) Bres.) u Kantonu Sarajevo

Anis Hasanbegović^{1*}, Dario Pintarić², Senad Murtić³

1 Zemaljski muzej BiH, Zmaja od Bosne 3, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

2 Škola za okoliš i drvni dizajn, Vilsonovo bb, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

3 Poljoprivredno-prehrambeni fakulte, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

ABSTRACT

The mineral composition of any mushroom in Bosnia and Herzegovina has never been researched, and the main goal of this work is to investigate the composition of heavy metals and macroelements found in the morel, as well as in the soil. This is also a new site for the morel. All previously known sites for the morel are provided, along with relevant parameters related to the studied area. The pH value was measured using a Mettler Toledo 320 pH meter. The content of humus and P and K were determined using dichromate and ammonium lactate (AL) methods. The mineral composition was analyzed for the content of heavy metals and macroelements both in the mushroom and the soil. Heavy metals and macroelements in the mushrooms were extracted in a mixture of HNO₃ and H₂SO₄, and then in an aqueous solution containing hydrochloric and nitric acid. Finally, the concentration of the same in both the soil and the mushrooms was determined using a Shimadzu AA-7000 atomic absorption spectrophotometer. The research was conducted from April to May 2024. High levels of zinc have been recorded. A greater amount of nickel and chromium has been measured in March, while copper, zinc, and cadmium have higher values in the soil. The values of potassium and calcium are multiple times higher in March, while magnesium and iron are higher in the soil. The value of iron is significantly higher in the soil than in March. This is the second site in this area within the planted forests.

Key words: mushroom, Šamin gaj, forest, soil, spruce

UVOD - INTRODUCTION

Hygrophorus marzuolus (Fr.) Bres. je mikorizna šumska gljiva koja raste u periodu od januara do maja, u zavisnosti od toplote i insolacije (Focht 1990). Prema istom autoru (Focht 1979), ona raste pored bukvi i jela, u čistim borovima i smršnim šumama, čak i u miješanim ke-

stenovim i hrastovim sastojinama. Uščuplić (2012) daje podatak da martovka raste u rano proljeće za vrijeme topljenja snijega, te da raste u planinskim šumama četina, naročito smrče. Hasanbegović (2008) ističe da raste u "miješanim šumama, uz jelu, bukvu, hrast i kesten".

* Coresponding author: anishasanbegovic@yahoo.com



Karta 1. Položaj istraživanog područja (Šamin gaj) u odnosu na Sarajevo

Map 1. The position of the researched area (Šamin gaj) in relation to Sarajevo

Martovka je široko rasprostranjena u Evropi, sjevernoj Africi (Maroko) i Sjevernoj Americi, te nije zabilježena samo u sjevernoj Evropi i mediteranskom dijelu Evrope (Tkalčec et al. 2008).

Prvo spominjanje martovke za BiH dala je Tortić (1970), ali bez konkretnog lokaliteta. Focht (1979) daje podatak o nalasku ove gljive u Kasidolu kod Sarajeva. Takođe, isti autor (Focht 1992) daje podatak da je ova vrsta prisutna u istočnoj Bosni. Hasanbegović & Ademović (2021) nalaze je na Nišičkoj visoravni, u jelovo-smrčinoj šumi; Hasanbegović (2022) u sađenoj šumi bora u Donjim Miševićima; a Hasanbegović & Pintarić (2024) je nalaze na području “ZP Bijambare” – lokalitet Motike, u jelinoj šumi.

Martovka je zaštićena u mnogim zemljama. Tako u FBiH ima status ugrožene vrste (Đug et al. 2013), kao i u Hrvatskoj (Tkalčec et al. 2008), a u Crnoj Gori se nalazi na preliminarnoj “Crvenoj listi” (Perić et al. 2001), dok je Kasom i Miličević (2010) stavljaju na “Listu zaštićenih vrsta makrofungi u Crnoj Gori”. U Sjevernoj Makedoniji ima status ugrožene vrste (Karadelev & Rusevska 2012), a u Srbiji “striktno zaštićene vrste” (Ivančević et al. 2012). Što se tiče mineralnog sastava, ne postoje podaci o ovome za bilo koju bosanskohercegovačku gljivu.

Istraživanja ovakvog tipa nikada nisu bila vršena na prostoru BiH te će se u budućnosti više raditi na ovakvim značajnim istraživanjima.

MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA - Material and methods

Prilikom mikološkog terenskog istraživanja gljiva na lokalitetu Miševića, Rakovice, Gladnog polja i Šaminog gaja, konstatovane su tri populacije martovke (*Hygrophorus marzuolus* (Fr.) Bres.) na lokalitetu Šamin gaj. Dati su podaci o geološkom periodu, tektonici, geografskom položaju te biljnom sastavu šume gdje je martovka pronađena. Urađena je i hemijska analiza zemljišta sa najosnovnijim parametrima te sadržaj teških metala i makroelemenata. Uzorak zemljišta je sakupljen na dubini do 30 cm, težine 0,5 kg i transportovan u laboratoriju Poljoprivredno-prehrambenog fakulteta gdje je prvo osušen na zraku i sobnoj temperaturi, te usitnjen i pripremljen za ispitivanje. Vrijednost pH zemljišta je određena u destilovanoj vodi i 1 mol L⁻¹ KCL soluciji sa odnosom 1:2.5, koristeći se Metter Toledo 320 pH metrom (ISO 10390). Sadržaj humusa i pristupačnih formi P i K su određene sa dihromatskom metodom (ISO 14235) i sa amonijum laktat (AL) metodom (Egner et al. 1960). Uzet je uzorak gljiva od 50 g i također osušen na

zraku i sobnoj temperaturi te usitnjen. Od mineralnog sastava obrađen je sadržaj teških metala i makroelementa. Teški metali i makroelementi u gljivama su ekstrahirani u mješavini HNO_3 i H_2SO_4 u odnosu 2.5:1 (Lisjak et al. 2009), zatim u vodenoj soluciji koja sadrži hidroklornu i nitratnu kiselinu u odnosu 3:1 i na kraju je koncentracija istih, i u zemljištu i u gljivama, determinisana atomskom apsorpcionom spektrofotometru Shimadzu AA-7000 (ISO 11047).

Istraživanje se vršilo od aprila do maja 2024. godine. Nadmorska visina te geografska širina i dužina su utvrđeni uz pomoć GPS uređaja "MagelaneXplorer 500", a nagib je izmjeren uz pomoć klinometra "Recta DP 6 GLOBAL". Dati su i svi ranije publikovani podaci o lokalitetima.

Nomenklatura/Nomenclature

Za determinaciju biljnih vrsta u ovom radu, služili smo se sljedećim publikacijama: Domac (1984), Šilić (1977. i 2005). Za martovku smo se služili klasičnom monografijom posvećenoj rodu *Hygrophorus*-Candusso (1997).

REZULTATI SA DISKUSIJOM - Results with discussions

Martovka je pronađena u sađenoj šumi smrče na lokalitetu Šamin gaj i to sa tri populacije međusobno udaljene oko 2 metra. Lokalitet se nalazi na sljedećim geografskim koordinatama: 43.871291 N i 18.213582 E, nadmorska visina iznosi 595 m. Nagib je blag, do 5°, a ekspozicija je E. Prema Jovanović et al. (1978), istraživana zona spada u mezozoik i to u donjokredni period,

a što se tiče tektonike, ovaj lokalitet spada u prelaznu zonu (Čičić 1984). Ovo je područje gdje se prirodno razvijaju šume hrasta i graba ilirskog područja (*Quercus Carpinetum illyricum* Horv. et al. 1974), ali danas na tom mjestu se nalazi posađena smrčina šuma. U istraživanoj šumi mogu se izdvojiti nekoliko spratova. Prvi sprat je visine do 25 metara i u potpunosti preovladava smrča. U spratu drveća do 5 metara preovladava grab (*Carpinus betulus* L.), dok je smrča zastupljena u mnogo manjoj mjeri. U spratu šiblja preovladava također grab, a smrča je dosta rjeđa. U ovom spratu je zabilježena i značajna rasprostranjenost i dlakave kupine (*Rubus hirtus* W. K.), a konstatovan je mali broj jedinki hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* (Matt.) Lieb.), divlje kruške (*Pyrus pyraeaster* Burgsd.), bukve (*Fagus sylvatica* L.) i bijelog gloga (*Crataegus monogyna* Jacq.). U spratu zeljastih biljaka preovladava bujad (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn), u manjoj mjeri se javlja šumska mlječika (*Euphorbia amygdaloides* L.), šumska pasjača (*Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv.), šumski broć (*Galium silvaticum* L.), milogled (*Sanicula europaea* L.), razgon (*Veronica officinalis* L.), pavlovac (*Aremonia agrimonoides* (L.) DC.), šumska ljubičica (*Viola silvestris* Lam.) i druge vrste. Ovo stanište se nalazi na blagom nagibu od 5° i više je izloženo suncu te je prohodnije nego stanište iste gljive u obližnjim Miševićima, jer ovdje još nije došlo do zarastanja ekosistema.

Ovo je drugo poznato nalazište u okviru sađenih šuma. Prvo se nalazi na lokalitetu Miševića, te ima sasvim drugačije ekološke uslove od kojih se naročito ističe ekspozicija i nagib, koji je znatno izraženiji. Naravno, nije isključeno da će i na ostalim sličnim lokalitetima, kao na primjer Batalovo brdo, biti pronađena populacija martovke koja je očigledno donesena sa sadnim materijalom.

Tabela 1. Rezultati osnovne hemijske analize zemljišta na kojem je nađena martovka

Table 1. Results of basic chemical analysis of soil where the March mushroom was found

Ispitivani parametar	Mjerna jedinica	Izmjerene vrijednosti	Karakteristike zemljišta na osnovu izmjerenih vrijednosti
pH (H_2O)	-	4.95	jako kisela reakcija
pH (KCl)	-	3.85	jako kisela reakcija
humus	%	6.22	veoma humozno
fosfor (P_2O_5)	mg 100g^{-1}	6.99	slabo opskrbljeno
kalij (K_2O)	mg 100g^{-1}	14.9	umjereno opskrbljeno

Tabela 2. Sadržaj teških metala u uzorcima zemljišta i martovke (mg/kg suhe materije)
Table 2. The content of heavy metals in soil and March mushroom samples (mg/kg dry matter)

Uzorak	Cu	Zn	Ni	Cr	Pb	Cd	Co
zemljište Šamin gaj	38.30	95.38	2.14	1.44	n. d.**	0.49	n. d.
martovka	3.64	75.04	16.58	8.78	83.95	0.10	13.86
granične vrijednosti za zemljište*	65	150	40	80	80	1	45

* granična vrijednost propisana legislativom u Bosni i Hercegovini (Federacija Bosne i Hercegovine)/the treshold value prescribed by legislation in Bosnia and Herzegovina (Federation of Bosnia and Herzegovina)
** n. d. – ispod limita detekcije/bellow the detection limit

Iz tabele 1 mogu se vidjeti rezultati analize sadržaja osnovnih parametara zemljišta na kojem je nađena martovka. Zemljište na ovom području je jako kisele reakcije, vrlo humozno, te sa slabom opskrbljenošću fosforom (P), a umjerenom kalijem (K).

Iz sadržaja teških metala u martovci (tabela 2), može se vidjeti nešto povećana količina olova u martovci u odnosu na zemljište. Zabilježene su i visoke vrijednosti cinka. Zanimljivo je i to da je izmjerena veća količina nikla i kroma u martovci nego u uzorku zemljišta. Ovo ukazuje da bi martovka mogla biti vrsta koja ima poseban afinitet prema upijanju ovih teških metala. Naravno, buduća istraživanja bi mogla dovesti do novih spoznaja i zaključaka o čemu je riječ. Ovdje se može reći da je i kobalt, mada mu izmjerena vrijednost nije visoka, možda spada u elemente prema kojima martovka ima afinitet. S druge strane, bakar, cink i kadmijum imaju izmjerene veće vrijednosti u zemljištu nego u martovci.

Tabela 3. Sadržaj makroelemenata u uzorcima zemljišta i martovke (mg/kg suhe materije)
Table 3. The content of macroelements in soil and March mushrooms samples (mg/kg dry matter)

Uzorak	K	Ca	Mg	Fe
zemljište Šamin gaj	1507,4	392.9	1569.5	10963.9
martovka	20345.6	1821.1	985.5	241.1

Iz tabele 3 se može vidjeti da su vrijednosti kalijuma i kalcijuma višestruko veće u martovci nego u zemljištu. Magnezijum i željezo imaju veće izmjerene vrijednosti u zemljištu, s tim što je vrijednost željeza višestruko veća nego u martovci.



Slika 1. *Hygrophorus marzuolus* (Fr.) Bres. na istraživanom staništu (© Hasanbegović, 2024)
Figure 1. *Hygrophorus marzuolus* (Fr.) Bres. in the researched area



Slika 2. Dio istraživanog staništa (© Hasanbegović, 2024)
Figure 2. Part of the investigated area

Osim što su dobijeni podaci o makroelementima korisnim za čovjekovo zdravlje, ovi podaci mogu doprinijeti dobijanju rezultata o količinama teških metala u gljivi koje mogu dovesti do neželjenih posljedica po zdravlje, te koliko je martovka korisna za bioremedijaciju u odnosu prema drugim gljivama. Treba naglasiti da se istraživano područje nalazi u blizini autoputa "Koridor 5C".

Ovakva istraživanja nisu vršena u BiH, međutim u Hrvatskoj (2023) istražuju količinu nikla u pet jestivih gljiva, te poredeći vrijednosti sa martovkom, može se vidjeti da, usljed blizine autoputa, martovka ima daleko veću koncentraciju ovog elementa od svih ispitivanih gljiva. Također, Širić et al. (2022) istražuju količinu kadmijuma u tri vrste roda *Tricholoma* koje, za razliku od nikla, sve imaju veće vrijednosti Cd nego martovka.

ZAKLJUČCI - Conclusions

Ovo su jedinstveni podaci o sadržaju teških metala u nekoj samonikloj gljivi u Bosni i Hercegovini. Zabilježene su visoke vrijednosti cinka. Izmjerena je veća količina nikla i kroma u martovci nego u uzorku zemljišta, a sa druge strane, bakar, cink i kadmijum imaju izmjerene veće vrijednosti u zemljištu nego u martovci. Vrijednosti kalijuma i kalcijuma su višestruko veće u martovci nego u zemljištu, dok magnezijum i željezo obrnuto. Vrijednost željeza je višestruko veća u zemljištu nego u martovci. Također, buduća istraživanja bi trebala donijeti rezultate o tome koliko je martovka korisna za bioremedijaciju u odnosu na druge gljive.

Ovo je drugo nalazište na ovom području u okviru sađenih šuma. Martovka je nađena u sađenoj šumi smrče na lokalitetu Šamin gaj. Konstatovane su tri međusobno odvojene populacije.

LITERATURA - References

Candusso, M. (1997): *Hygrophorus s. l.*, Fungi Europaei, vol. 6, pp. 784, Alassio.

Čičić, S. (1984): *Geologija Bosne i Hercegovine*, Knj. II – Mezozojske periode, "Geoinženjering", 22, Sarajevo.

Domac, R. (1984): *Mala flora Hrvatske i susjednih područja*, Školska knjiga, 543, Zagreb.

Đug, S., Hasanbegović, A., Drešković, N. (2013): *Crvena lista gljiva F BiH – Nacrt*, Federalno Ministarstvo okoliša i turizma FBiH, 35, Sarajevo.

Egner, H., Fheim, H., Domingo, W. (1960): Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung, *Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler*, 26, 199-215.

Focht, I. (1979): *Gljive Jugoslavije*, "NOLIT", Beograd.

Focht, I. (1992): *Ključ za gljive*, "Naprijed", Zagreb.

Hasanbegović, H. R. (2008): *Gljive*, "Šahinpašić", Sarajevo.

Hasanbegović, A. (2022): A new site of the March mushrooms (*Hygrophorus marzuolus* (Fr.) Bres.) in Sarajevo Canton, Bosnia and Herzegovina", *GZM (PN) NS* 39, 73–76.

Hasanbegović, A., Ademović, E. (2021): Prilog rasprostranjenosti martovke (*Hygrophorus marzuolus* (Fr.) Bres.) u Kantonu sarajevo, "Educa", XIV, 14, 3-8, Mostar.

Hasanbegović, A., Pintarić, D. (2024): Fitocenološka i ekološka tipifikacija staništa martovke (*Hygrophorus marzuolus* (Fr.) Bres.) u Bijambarama, Kanton Sarajevo,

"Radovi Šumarskog fakulteta u Sarajevu", 54(1), <https://doi.org/10.54652/rsf.2024.v54.i1.584>.

Ivančević, B., Matavulj, M., Vukojević, J., Karaman, M. (2012): Fungi in the Legislation of the Republic of Serbia, "Zbor. Mat. srp. za prir. nauke", 123, 51-64.

Jovanović, R., Mojičević, M., Tokić, S., Rokić, Lj. (1978): Tumač za list Sarajevo K 34-I, "Savezni geološki zavod", 28, Beograd.

Karadelev, M., Rusevska, K. (2012): Contribution to Macedonian Red List of Fungi, "4th Congress of Ecologist of Macedonia with International Participation", 68-73.

Kasom, G., Miličković, N. (2010): Protected species of Macrofungi in Montenegro, "Natura Montenegrina", 9(2), 195-203.

Lisjak, M., Wilson, I. D., Civalo, L., Hancock, J. T., Teklić, T. (2009): Lipid peroxidation in Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seed parts as a consequence of imbibition stress, "Poljoprivreda", 15/2, 32-37, urn:nbn:hr:151:794220

Perić, B., Karadelev, M., Tkalčec, Z. (2001): *Ugroženost i zaštita gljiva u Crnoj Gori, Makedoniji i Hrvatskoj*, Crnogorski mikološki centar, 47, Podgorica.

Šilić, Č. (1977): Šumske zeljaste biljke, I izdanje, IGKRO "Svjetlost", OOUR Zavod za udžbenike, "Školska knjiga", "Vuk Karadžić", 272, Sarajevo–Zagreb–Beograd.

Šilić, Č. (2005): *Atlas dendroflora (drveće i grmlje) Bosne i Hercegovine*, "Matica hrvatska Čitluk, Franjevačka kuća Masna Luka", 575, Čitluk.

Širić, I., Kumar, P., Eid, E. M., Bacheti, A., Kos, I., Bedeković, D., Mioč, B., Humar, M. (2022): Occurrence and Health Risk assessment of Cadmium Accumulation in Three *Tricholoma* Mushroom Species Collected from Wild habitats of Central and Coastal Croatia, "J. Fungi", 8, 685, DOI.org/10.3390/jof8070685.

Širić, I., Rukavina, K., Mioč, B., Držaić, V., Kumar, P., Taher, M.A., Eid, E. M. (2023): Bioaccumulation and Health Risk

Assessment of Nickel Uptake by Five Wild Edible Saprotrophic Mushroom Species Collected from Croatia; "Forests", 14(5):879, DOI: 10.3390/f14050879.

Tkalčec, Z., Mešić, A., Matočec, N. & Kušan, I. (2008): *Crvena knjiga gljiva Republike Hrvatske*, Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska, 143, Zagreb.

Tortić, M. (1970): The mapping of Macromycetes in Europe and the current results in Yugoslavia, "Acta Bot. Croat.", 29, 235.

Uščuplić, M. (2012): Više gljive-Macromycetes, "ANU-BIH", Djela knj. LXXXV, Odj. prir. i mat. nauka, 8, 286, Sarajevo.

SUMMARY

The mineral composition of any mushroom in Bosnia and Herzegovina has never been researched, and the main goal of this work is to investigate the composition of heavy metals and macroelements found in the morel, as well as in the soil. This is also a new site for the morel. All previously known sites for the morel are provided, along with relevant parameters related to the studied area. The pH value was measured using a Mettler Toledo 320 pH meter. The content of humus and P and K were determined using dichromate and ammonium lactate (AL) methods. The mineral composition was analyzed for the content of heavy metals and macroelements both in the mushroom and the soil. Heavy metals and macroelements in the mushrooms were extracted in a mixture of HNO₃ and H₂SO₄, and then in an aqueous solution containing hydrochloric and nitric acid. Finally, the concentration of the same in both the soil and the mushrooms was determined using a Shimadzu AA-7000 atomic absorption spectrophotometer. The research was conducted from April to May 2024. High levels of zinc have been recorded. A greater amount of nickel and chromium has been measured in March, while copper, zinc, and cadmium have higher values in the soil. The values of potassium and calcium are multiple times higher in March, while magnesium and iron are higher in the soil. The value of iron is significantly higher in the soil than in March. This is the second site in this area within the planted forests.

Received: May, 15, 2025; **Accepted:** June, 15, 2025; **Published:** July, 31, 2025

Funding: This research received no external funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).