



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ИНСТИТУТ ЗА БИОЛОГИЈУ И ЕКОЛОГИЈУ

Филип Ј. Поповић

**Таксономска, зоогеографска и еколошка
студија Lumbricidae (Annelidae) планине
Копаоник**

докторска дисертација

Крагујевац, 2024.



UNIVERSITY OF KRAGUJEVAC
FACULTY OF SCIENCE
INSTITUTE OF BIOLOGY AND ECOLOGY

Filip J. Popović

**Taxonomical, zoogeographical and ecological
study of the Lumbricidae (Annelidae) of the
Kopaonik Mountain**

Doctoral Dissertation

Kragujevac, 2024.

Аутор	
Име и презиме: Филип Ј. Поповић	
Датум и место рођења: 26.08.1993. године, Нови Пазар, Србија	
Садашње запослење: асистент на Природно-математичком факултету Универзитета у Крагујевцу	
Докторска дисертација	
Наслов: Таксономска, зоогеографска и еколошка студија Lumbricidae (Annelidae) планине Копаоник	
Број страница: 205	
Број слика: 75 слика	
Број библиографских података: 385	
Установа и место где је рад израђен: Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу	
Научна област (УКД): Lumbricidae, Србија 595.141(497.11)(043.3)	
Ментор: др Мирјана Стојановић-Петровић , редовни професор у пензији, Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу	
Оцена и одбрана	
Број и датум одлуке Већа универзитета о прихватању теме докторске дисертације: IV-01-920/10 09.12.2020. године.	

ЗАХВАЛНИЦА

Приложена докторска дисертација је урађена у Институту за биологију и екологију Природно-математичког факултета, Универзитета у Крагујевцу, под менторством **редовног професора у пензији др Мирјане Стојановић-Петровић**. Истраживања су већински финансирана од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Велику захвалност дугујем својој менторки на предложеној теми докторске дисертације, на датим идејама, сугестијама, професионалној подршци и знању које ми је пренела током израде докторске дисертације.

Срдечно се захваљујем и члановима комисије на издвојеном времену за оцену и одбрану докторске дисертације, **др Слободану Макарову** редовном професору Биолошког факултета Универзитета у Београду, **др Тањи Тракић** ванредном професору Природно-математичког факултета у Крагујевцу и **др Јовани Секулић** вишем научном сараднику Института за информационе технологије у Крагујевцу, на датим предлозима и примедбама које су допринеле квалитету ове докторске дисертације. Хвала шпанском колеги, др Daniel-у Fernández-у Marchán-у, на дивној сарадњи и датим корисним саветима израде једног дела дисертације.

Велику подршку добио сам у Јавном предузећу „Национални парк Копаноник” и захваљујем се **Пеђи Шумарицу**.

Захвалност дугујем и пријатељу **Срећку Петровићу** и куму **Александру Гаљку** на несебичној помоћи приликом теренских истраживања и посебно хвала на немерљивој пријатељској подршци.

Неизмерну захвалност дугујем мајци **Нади**, оцу **Јордану** и сестри **Невени** на указаној љубави, стрпљењу и непроцењивој подршци током целокупног периода студирања. Осим тога, посебно им хвала што су искрено веровали у сав мој труд и рад.

На крају, али не најмање битно, Докторску дисертацију посвећујем супруги **Ањи**, сину **Богдану** и кћерки **Искри**, јер без њихове љубави, стрпљења и разумевања ова дисертација не би угледала светлост дана.

Филип Поповић

Апстракт

Србију, као део Балканског полуострва, одликује изузетно богатство и разноврсност лумбрицидне фауне. Међутим, као кључни мотив издвојио бих чињеницу да подручје планине Копаоник представља једно од фаунистички најслабије проучених простора Србије. Циљеви ове студије су били стварање прегледа фауне лумбрицида планине Копаоник, провера поузданости таксономских карактера молекуларним методама, утврђивање филогенетских односа, утврђивање еколошких и зоогеографских преференци врста и утврђивање висинског обрасца лумбрицида. Забележено је присуство 38 таксона, током ранијих истраживања забележено је два таксона, тако да данас фауна лумбрицида овог подручја броји 40 таксона (35 врста и пет подврста). На основу таксономских карактера и молекуларне филогенетике разрешен је таксономски статус седам контроверзних ендемичних врста. По први пут у Србији су регистровано шест таксона, што је од изузетног фаунистичког значаја. Са друге стране, одређено је по 10 висинских трансеката на источној и западној страни планине, како би установили висински образац лумбрицида. Бројност и богатство врста монотono су опадали са повећањем надморске висине, показујући значајну негативну корелацију. Кластер анализа је открила три обрасца састава заједнице лумбрицида. Средња величина висинског распона лумбрицида значајно се повећала дуж висинских градијената, што указује да наши резултати подржавају Рапопортово висинско правило. Такође, фокусирали смо се на заједницу лумбрицида у различитим типовима станишта, анализирајући богатство врста и састав заједнице. Надморска висина и тип станишта имали су јак утицај на структуру заједнице лумбрицида.

Кључне речи: бројност, богатство врста, еколошке категорије, зоогеографија, лумбрициде, Копаоник, Рапопортово висинско правило, таксономија, филогенија.

Abstract

As part of the Balkan Peninsula, Serbia is characterized by the extraordinary richness and diversity of the lumbricidal fauna. However, as a key motive, we would single out the fact that the area of the Kopaonik Mountain is one of the least studied faunal areas of Serbia. The goals of this study were to create an overview of the lumbricid fauna of the Kopaonik Mt., to check the reliability of taxonomic characters by molecular methods, to determine phylogenetic relationships, to determine the ecological and zoogeographical preferences of species and to determine the altitudinal pattern of lumbricids. The presence of 38 taxa was recorded, during earlier research two taxa were recorded, so today the lumbricid fauna of this area numbers 40 taxa. Based on taxonomic characters and molecular phylogenetics, the taxonomic status of seven controversial endemic species was resolved. Six taxa were registered for the first time in Serbia, which is of great faunal significance. On the other hand, determined 10 altitudinal transects on the mountain's eastern and western sides to establish the lumbricids' altitudinal pattern. The lumbricid abundance and species richness monotonically decreased with the increase in altitude, showing a significant negative correlation. Cluster analysis revealed three patterns of lumbricid community composition. The mean altitudinal range size of the lumbricid significantly increased along the altitudinal gradients, indicating that our results support Rapoport's altitudinal rule. Also, we focused on the community of lumbricids in different habitat types, analyzing species richness and community composition. Both altitude and habitat type strongly affected the community structure of lumbricid.

Keywords: abundance, earthworm, ecological categories, Kopaonik Mountain, phylogeny, Rapoport's rule, species richness, taxonomy, zoogeography.

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
1.1. Положај и границе планине Копаоник	2
1.2. Геоморфолошка историја планине Копаоник	4
1.3. Хидрографија	7
1.4. Клима планине	8
1.5. Вегетационе зоне и педолошке одлике	8
1.6. Опште карактеристике и распрострањеност фамилије Lumbricidae	10
1.6.1. Морфолошке, анатомске и функционалне карактеристике лумбрицида	10
1.6.2. Еколошке карактеристике лумбрицида	19
1.6.3. Утицај надморске висине на структуру лумбрицида	24
1.6.4. Зоогеографски положај лумбрицида	26
1.6.5. Конзервациони статус лумбрицида	27
1.7. Преглед таксономских истраживања лумбрицида на подручју Копаоника	29
2. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА	30
3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ	32
3.1. Методологија теренског и лабораторијског рада	33
3.1.1. Методе за DNK изолацију, секвенционирање и филогенетску анализу ендемичних врста лумбрицида	35
3.2. Статистичке методе	36
3.2.1. Метода за одређивање конзервационог статуса ендемичних врста лумбрицида	36
3.2.2. Методе за анализу богатства врста и укупне бројности као биолошког диверзитета лумбрицида	36
3.2.3. Метода за одређивање обрасца разноликости код лумбрицида дуж висинског трансекта	37
3.2.4. Класификационе и ординационе методе за анализу заједница лумбрицида	38
4. РЕЗУЛТАТИ	39
4.1. Листа установљених родова и врста и њихови локалитети	40
4.2. Род <i>Allolobophora</i> Eisen, 1874	41
4.2.1. <i>Allolobophora chlorotica chlorotica</i> (Savigny, 1826)	41
4.2.2. <i>Allolobophora georgii</i> (Michaelsen, 1890)	43
4.3. Род <i>Aporrectodea</i> Örley, 1885	44
4.3.1. <i>Aporrectodea caliginosa</i> (Savigny, 1826)	44
4.3.2. <i>Aporrectodea handlirschi</i> (Rosa, 1897)	46
4.3.3. <i>Aporrectodea jassyensis</i> Michaelsen, 1891	48

4.3.4.	<i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny, 1826).....	49
4.3.5.	<i>Aporrectodea trapezoides</i> (Duges, 1826)	51
4.4.	Род <i>Bimastos</i> Moore, 1893	53
4.4.1.	<i>Bimastos rubidus</i> (Savigny, 1826).....	53
4.5.	Род <i>Cernosvitovia</i> Omodeo, 1956.....	54
4.5.1.	<i>Cernosvitovia dofleini</i> comb. nov. (Ude, 1922).....	60
4.5.2.	<i>Cernosvitovia kosowensis</i> com. nov. (Karaman, 1968).....	63
4.5.3.	<i>Cernosvitovia mehadiensis mehadiensis</i> comb. nov. (Rosa, 1895).....	66
4.5.4.	<i>Cernosvitovia paratuleskovi</i> comb. nov. (Šapkarev, 1975).....	69
4.5.5.	<i>Cernosvitovia serbica</i> comb. nov. (Šapkarev, 1977).....	72
4.5.6.	<i>Cernosvitovia strumicae</i> comb. nov. (Šapkarev, 1973).....	75
4.5.7.	<i>Cernosvitovia sturanyi dacica</i> comb. nov. (Pop, 1938).....	81
4.5.8.	<i>Cernosvitovia treskavicensis</i> comb. nov. (Mršić, 1991).....	84
4.5.9.	<i>Cernosvitovia udei</i> comb. nov. (Mršić, 1991)	87
4.6.	Род <i>Dendrobaena</i> Eisen, 1873.....	91
4.6.1.	<i>Dendrobaena alpina alpina</i> (Rosa, 1884)	91
4.6.2.	<i>Dendrobaena alpina popi</i> Šapkarev, 1971	92
4.6.3.	<i>Dendrobaena attemsi</i> (Michaelsen, 1902).....	95
4.6.4.	<i>Dendrobaena byblica</i> (Rosa, 1893)	96
4.6.5.	<i>Dendrobaena illyrica</i> (Cognetti de Martiis, 1906)	99
4.6.6.	<i>Dendrobaena octaedra</i> (Savigny, 1826).....	101
4.6.7.	<i>Dendrobaena platyura</i> (Fitzinger, 1833).....	103
4.6.8.	<i>Dendrobaena rhodopensis</i> (Černosvitov, 1937).....	105
4.6.9.	? <i>Dendrobaena ruffoi</i> Zicsi, 1970	107
4.6.10.	<i>Dendrobaena serbica</i> Karaman, 1973	108
4.6.11.	<i>Dendrobaena vejdoskyi</i> (Černosvitov, 1935).....	112
4.7.	Род <i>Eisenia</i> Malm, 1877	114
4.7.1.	<i>Eisenia fetida</i> (Savigny, 1826).....	114
4.7.2.	<i>Eisenia lucens</i> (Waga, 1857)	116
4.8.	Род <i>Eiseniella</i> Michaelsen, 1900	118
4.8.1.	<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826).....	118
4.9.	Род <i>Lumbricus</i> Linnaeus, 1758.....	121
4.9.1.	<i>Lumbricus castaneus</i> (Savigny, 1826).....	121
4.9.2.	<i>Lumbricus polyphemus</i> (Fitzinger, 1833)	122
4.9.3.	<i>Lumbricus rubellus</i> Hoffmeister, 1843	124
4.9.4.	<i>Lumbricus terrestris</i> Linnaeus, 1758	126
4.10.	Род <i>Octodrilus</i> Omodeo, 1956	128
4.10.1.	<i>Octodrilus transpadanus</i> (Rosa, 1884).....	128
4.11.	Род <i>Octolasion</i> Örley, 1885.....	130
4.11.1.	<i>Octolasion lacteum</i> (Örley, 1881).....	130
4.12.	Род <i>Panoniona</i> Mršić и Šapkarev, 1988	132
4.12.1.	<i>Panoniona leoni</i> Michaelsen, 1891.....	132

4.13. Род <i>Proctodrilus</i> Zicsi, 1985.....	134
4.13.1. <i>Proctodrilus antipai</i> (Michaelsen, 1891)	134
4.13.2. <i>Proctodrilus tuberculatus</i> (Černosvitov, 1935)	136
4.14. Квалитативно-квантитативни, еколошки и зоогеографски састав на планини Копаоник	137
5. ДИСКУСИЈА.....	146
5.1. Таксономија контроверзних ендемичних врста	147
5.2. Палеогеогеографија лумбрицида планине Копаоник.....	151
5.3. Утицај надморске висине на дистрибуцију лумбрицида	156
6. ЗАКЉУЧАК.....	161
7. ЛИТЕРАТУРА	166
8. ПРИЛОГ	193

1.УВОД

1.1. Положај и границе планине Копаоник

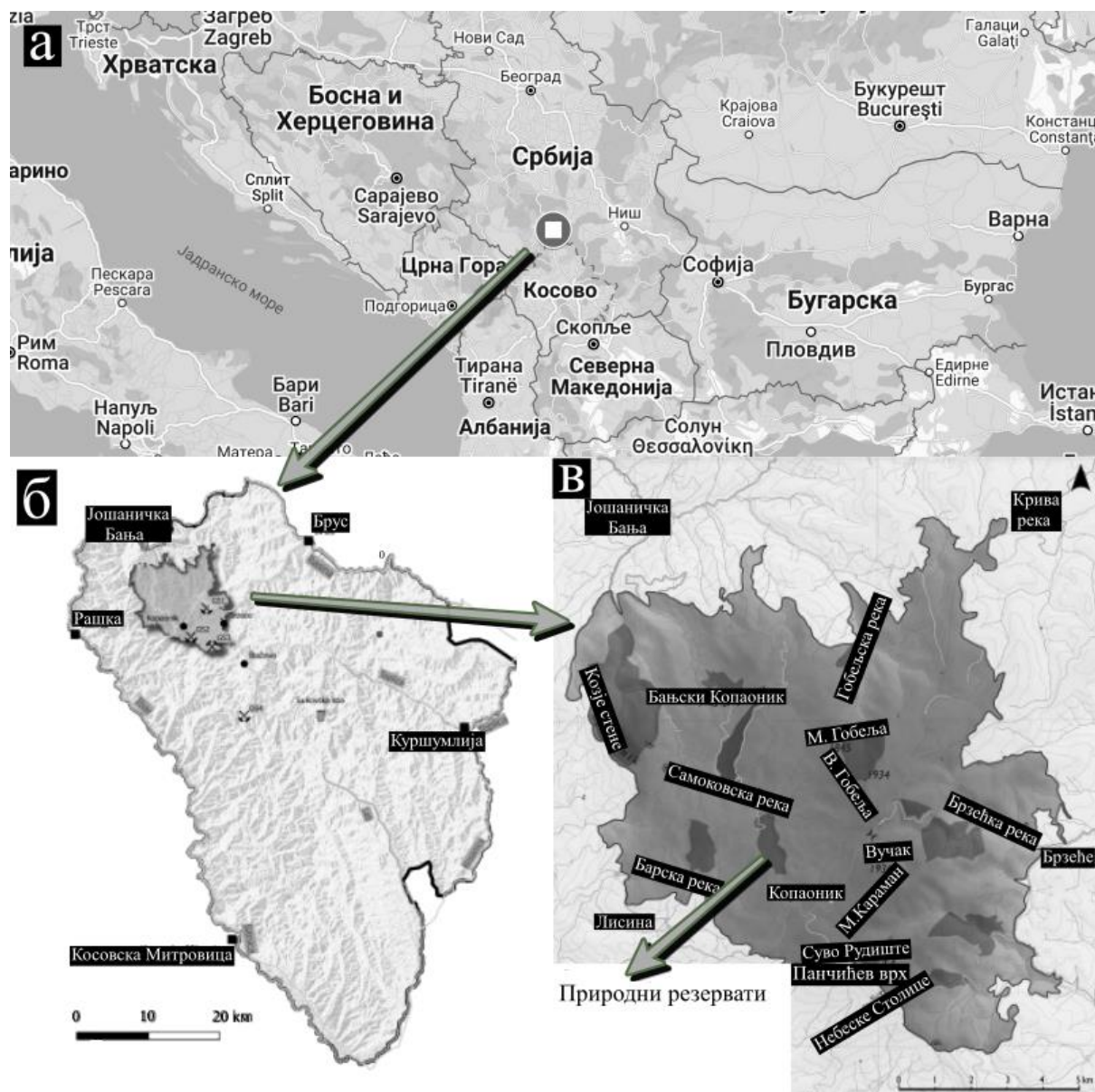
Копаоник је добио име (назив) по копању руде. На овој планини копана је руда пре доласка Римљана на ове просторе. Нарочито су били познати рудници у којима је копана руда из које се добија сребро. Као што је познато, у средњовековној Србији сребро је сматрано најдрагоценијим металом. У писаном документу „*Споменик мале Студенице*” из XII века, помиње се име Копаоник. Некада се у писаним документима Копаоник помиње као: *Caponi, Caponich, Caparenich, Capono*, итд. (Radović и Radović, 2015).

Планина Копаоник (43°16'N, 20°49'E) се налази у централном делу Републике Србије (слика 1) и пружа се у облику разгранатог гребена дужине од 82 km и ширине од 40 до 60 km (Miljanović, 1999). Представља највећу планину централне Србије са укупном површином од 2.758 km² (Gavrilović, 1979; Војовић, 2012). Већи југоисточни део се простире на територији Аутономне покрајине Косова и Метохије, а мањи северозападни се налази у јужном делу централне Србије. Највиши део Копаоника је Равни Копаоник са кога се издиже Суво Рудиште, са највишим Панчићевим врхом (2.017 m). У геоморфолошком погледу ова планина је јасно ограничена. На северу, границу Копаоника чини река Јошаница, од њеног ушћа у Ибар до ушћа Плочанске реке у Јошаницу, потом се граница пружа Плочанском реком до превоја Караула (1.113 m) између сливова Јошанице и Расине, а затим Козничком реком до њеног ушћа у Расину. Најсевернија тачка се налази на 43°28'01" географске ширине код села Грчак, на самом ушћу Кознице у Расину. Североисточна граница се простире од ушћа Козничке реке у Расину и чини је део горњег и средњег тока Расине до села Равни, где река лактасто скреће, потом до ушћа Блаташнице у Расину, а затим се граница пружа Блаташницом узводно од Блаца и Блочног језера, па источном страном села Стубал и периодичном речицом Сувим долом до њеног ушћа у Топлицу. Источну границу чини Топлица од ушћа Сувог дола све до Куршумлије, потом Косаницом до села Суви До, па Дубницом и Лабом до ушћа у Ситницу. Најисточнија тачка је на 21°24'02" географске дужине и налази се у близини села Доња Коњуша, на ушћу Сувог Дола у Топлицу. Јужна граница Копаоника је река Лаб, а најјужнија тачка се налази на 42°43'36" географске ширине на реци Лаб у близини села Милошева. Западна граница Копаоника је ушће река Ситнице и Лаба код Косовске Митровице и Ибар све до ушћа Јошанице, а најзападнија тачка је на 20°37'09" географске дужине и налази се код Рашке на Ибру. У административном смислу, Копаоник обухвата делове територија општина Александровац, Брус, Рашка, Блаце, Прокупље, Куршумлија, Подујево, Приштина, Вучитрн, Косовска Митровица и Лепосавић (Ostojić и сар., 2018).

Релативно изолован у односу на остале планине централног дела Балканског полуострва, разноврстан геолошки састав, громадност и веома богат живи свет указују на чињеницу да планински масив Копаоника, данас представља један од најзначајнијих центара биодиверзитета, не само на подручју Србије већ и на територији читавог Балкана. Управо оваква разноликост условила је да се део овог подручја 1981. године прогласи Националним парком. Национални парк Копаоник обухвата површину од 11.810 ha и по броју ендемичних врста представља један од најзначајнијих центара биодиверзитета ендемичне флоре Србије. Под посебном заштитом Националног парка је 698 ha, издвојених у: 11 резервата природе и 26 природних споменика, 12 геоморфолошких, шест геолошких, осам хидролошких и 15 објеката сврстаних у непокретна културна добра.

Међутим, једним од најважнијих делова Националног парка сматра се Равни Копаоник. С обзиром на велики број високих гребена, који су у виду посебних планина

повезани планинским превојима и седлима, може се лако прећи са једног виса на други. Поред Сувог Рудишта, на источној страни Равног Копаоника налазе се следећи висови: Небеске столице (2.000 m), Бећировац (1.778 m), Леденица (1.915 m), Караман (1.934 m), Јарам (1.800 m), Гобеља (1.934 m) и др.

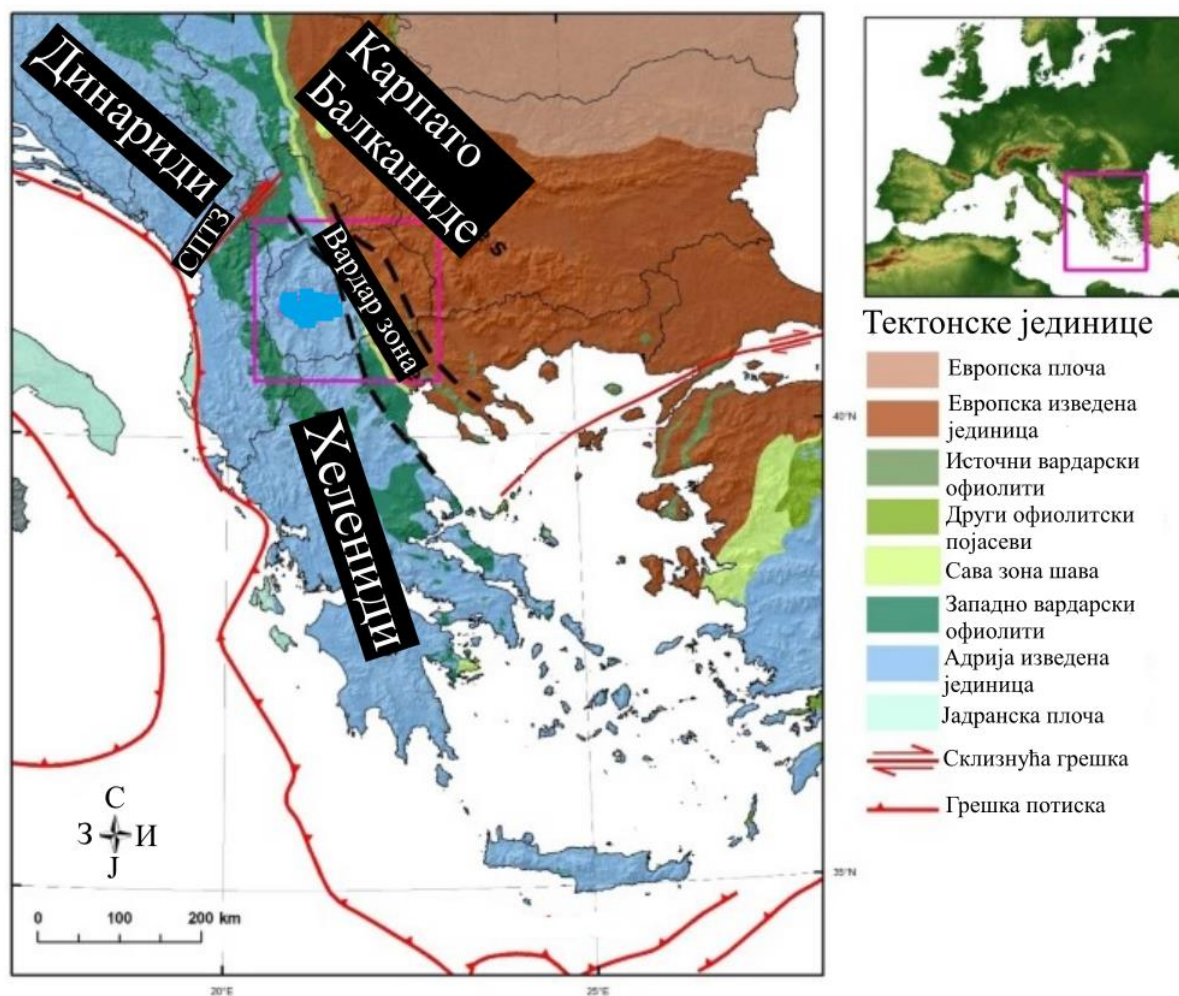


Слика 1. Географска позиција истраживаног подручја. **а.** Позиција планине Копаоник у Србији **б.** Границе планине Копаоник. **в.** Границе Националног парка Копаоник.

На велики значај планине Копаоник указивао је наш цењени природњак Јосиф Панчић. Он је са својим лицејцима обишао планину чак 16 пута. Његови посмртни остаци пренети су у сандуку од оморике у маузолеј на највиши врх Копаоника. Од тада, овај врх носи назив Панчићев врх (2.017 m н.в.) и налази се на Сувом Рудишту (Ostojić и сар., 2018).

1.2. Геоморфолошка историја планине Копаоник

Централни делови Балканског полуострва налазе се на споју орогена Динарида-Хеленида и Карпато-Балканида (слика 2). Динариди-Хелениди настају услед конвергенције Јадранске микроплоче и Европске плоче и затварања Неотетиса у доба касне креде, што је обележено зоном шави Саве (Schmid и сар., 2020). Ово затварање је оставило за собом неколико међусобно паралелних појасева офиолита¹ – стенских маса које, најопштије узев, представљају остатке некадашњег океанског дна. Овако сложена геотектонска слика офиолита централног Балканског полуострва један је од главних разлога зашто је интерпретација њиховог постанка још увек предмет неслагања.



Слика 2. Геотектонска поставка Балканског полуострва између орогена Динарида-Хеленида и Карпато-Балканида (Schmid и сар., 2020).

Већина аутора је сагласна да су поменути офиолитски појасеви настали у мезозоику, услед затварања Неотетиса. Међутим, постоје аутори који су скептични у погледу броја океана који су постојали на овом простору. Једна група аутора (нпр. Schmid и сар., 2008) сматра да је на целом простору постојао јединствени океан, који је

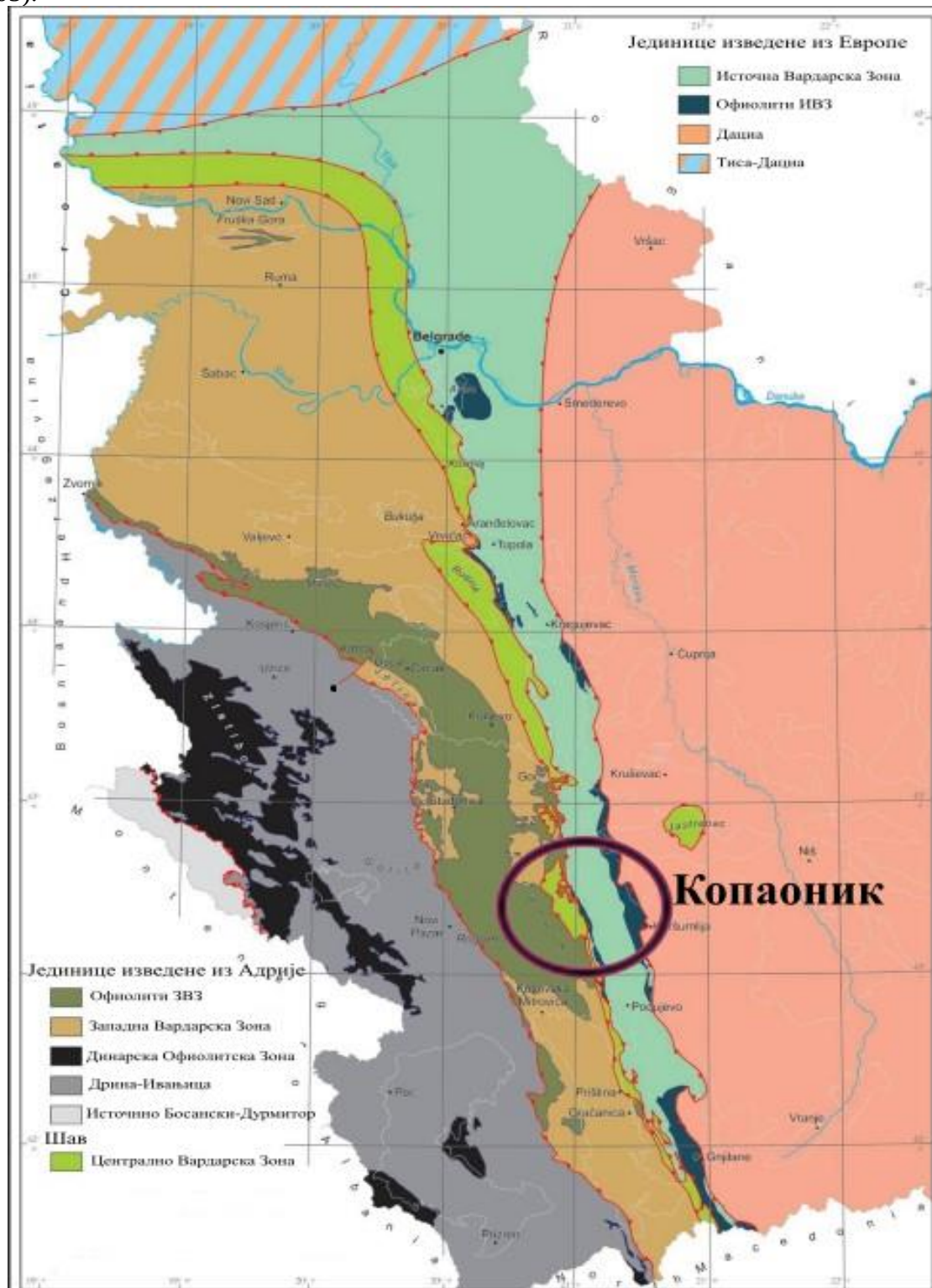
¹ Термин „офиолит” потиче од грчке речи „офис” што у преводу значи „змија”. Први пут овај термин употребио је француски минералог Brongniart (1813) да би описао серпентините у меланжу.

затворен релативно хомогеном обдукцијом на запад, при чему су офиолити навучени преко пасивне континенталне маргине тадашњег афричког континента. Они такође сматрају да су палеозојске јединице, које данас просторно одвајају офиолитске појасеве (Дрина-Ивањица, Јадар и Копаоник), заправо делови обода Африке, који „извирују“ испод раскинутих офиолита. Са друге стране, неки аутори (нпр. Robertson и Karamata, 1994; Karamata, 2006; Robertson и сар., 2013) сматрају да офиолитски појасеви Балканског полуострва представљају остатке најмање три океана, а то су: Динарски, Западно-вардарски и Источно-вардарски океан. Сагласно томе, исти аутори подразумевају да палеозојско-тријаске геотектонске јединице смештене између офиолита представљају индивидуалне континенталне блокове – *terrane*².

У геоморфолошком погледу планина Копаоник је веома интересантна, јер представља „прелазну зону“ између пракоинтinenta Адрије и Евроазије. Цвијић (1901) је први уочио да између Родопске масе и Динарида постоје "прелазне зоне" са слабо развијеним седиментним покривачем. На основу истраживања геолошке грађе различитих планина, закључио је да су ове области имале специфичну геолошку еволуцију, и да се по геолошком саставу и тектонској грађи разликују од околних терена (Родопске масе и Динарида). Наиме, Kosmat (1924) је први издвојио Вардарску зону (првобитно "Вардар-Копаоник зона") као структурну јединицу под овим именом, између Динарског и Родопског масива, обухватајући њоме област од Солуна на југу, долином Вардара преко Скопља, Скопске Црне Горе, Косовске Митровице, западног Копаоника, Драгачева и Јелице до Ваљева, претпоставивши да се продужава ка северозападу. Данас планина Копаоник представља део Вардарске зоне, која представља регионалну геотектонску јединицу која заузима централни положај на Балканском полуострву и територији Србије. Као део динаридског орогена, представља један мали део мезо-кенозојског колизионог појаса Алпи-Хималаји, односно реликт или шав сложеног глобалног мобилног појаса Тетиса (Karamata и сар., 2000). Овај шав је настао сложеним геолошким процесима у горњој креди након затварања океанског басена Неотетиса и колизије Адрија плоче са континенталним ободом Евроазије (Zelić и сар., 2010). Вардарска зона се може поделити на три тектонске целине контрастних литостратиграфских својстава и интерне тектонске архитектуре. Од запада ка истоку то су: Западна Вардарска Зона (ЗВЗ), Централна Вардарска Зона (ЦВЗ) и Источна Вардарска Зона (ИВЗ). Литостратиграфски садржаји ових зона су депоновани у три различита домена, и то од запада ка истоку, басен пасивне Адријске маргине, дубокоморски ров и испредлучни басен на активној Европској маргини (Schmid и сар., 2008; Toljić и сар., 2019; Schmid и сар., 2020). Западна Вардарска зона је саставни део Динарида, док је источна Вардарска зона била структурно уклопљена у тектонску поставку целина са европском припадношћу. Централна Вардарска зона се налази на позицијама шава између европских јединица на истоку и јединице изведене из Јадрана на западу (слика 3). Обе зоне офиолита у Динаридима (тј. Динаридна офиолитска зона и Западна Вардарска зона), заједно са офиолитима Источне Вардарске зоне садрже офиолитичке меланже са сличном старошћу фрагмената испод обдукованих офиолита. Ова чињеница иде у прилог концепту „једног океана“ (Schmid и сар., 2008). Западна вардарска зона је позната као *Almopias* зона (Robertson и сар., 2013) и може се повезати са Сава-Вардар зоном (Pamić, 2002). Централна вардарска зона се такође протеже према југу и представљена је *Paikon* јединицом у северној Грчкој (Robertson и сар., 2006), док ИВЗ обухвата уски појас офиолита који је смештен на крајњем истоку. Источна вардарска зона се северно простире до Апусени планина у Румунији (Bleahu и

² Подручје или регион омеђен раседом са посебном стратиграфијом, структуром и геолошком историјом.

сар., 1981; Bortolotti и сар., 2002; Saccani и сар., 2011), где обухвата и Трансилванијску депресију (Ionescu и Ноеск, 2004). Према југу, ИВЗ се наставља у *Peonias* зону у Северној Македонији и северној Грчкој и укључује офиолите Ђевђелије и Демир Капије. Даље на југу, ИВЗ се повезује са Измир-Анкара зоном у Турској (Anders и сар., 2005).



Слика 3. Тектонска карта планине Копеоиик према Тољјић-у и сар. (2019).

Копаонички блок је један од најсложенијих мозаика блокова чије се компоненте разликују у геолошкој историји и структури. Карактерише га хетерогени геолошки материјал условљен интензивном геолошком активношћу, посебно током периода горње креде и терцијара, што је резултирало стварањем моћног комплекса магматско-еруптивних стена, расељених или изливених преко палеозојских метаморфних стена (Vasović, 1988). Источне падине Копаоника леже у подзони источног Вардара, док је његова западна граница до офиолитног појаса Динарске планине, што указује на подзону западног Вардара (Pralong, 2005). Према неким ауторима, структура Копаонички блок, смештена између источног и западног вардарског појаса, представљала је микроконтинент који је делио океан Неотетис на два океана (Karamata, 2006; van Hinsbergen и сар., 2020).

1.3. Хидрографија

Копаоник карактерише густа мрежа водених токова, речица и потока, са понеком реком, као и неколико језера и термоминералних извора у подгорини. Упркос малој количини падавина у овом подручју, водени екосистеми граде развијену хидрографску мрежу (Војовић, 2012; Ајтић и сар., 2015). На оријентацију већине водених токова најпре је утицала тектоника, која је условила каснији развој ерозије, као и формирање речних токова и дубоких долина. Водотокови са овог подручја припадају Црноморском сливу, где највећи део припада Западноморавском (где отичу у Ибар и Расину), а мањи део Јужноморавском сливу (извориште Топлице на Кнежевским барама), при чему највећи део подручја припада сливу Ибра (Miljanović, 1999). За разлику од планина сличне надморске висине, Копаоник не представља извориште великих река, геолошког састава и пространства, али ову планину одликује густа речна мрежа слабијих, али сталних водотокова, као и повремених токова (Васовић, 1988). Површинске воде отичу Самоковском, Кривом и Гобелском реком ка Јошаници, Семетешком, Лисинском и Барском реком ка Ибру, Дубоком и Ђерекарском реком ка Топлици, а Сребрначком и Брзећком реком ка Расини (Ајтић и сар., 2015). Дубоке котлине и клисуре Копаоника урезале су Барска и Лисинска река на западној страни, Дубока и Брзећка река на источној страни, а Циганска и Гобелска река на северној страни. Заједно са Самоковском реком, централном копаоничком воденом артеријом, утичу на распрострањење биљног и животињског света и самим тим дају специфично обележје планини Копаоник..

Са друге стране, подручје Копаоника се сматра да је натпросечно богато геотермалном енергијом и њеним налазиштима. Геотермална зона којој припада планина пружа се од Словачке, преко Мађарске, Србије, Северне Македоније, Грчке, Турске и даље у правцу истока све до Хималаја. Предности геотермалне енергије су у томе што је топлота добијена из геотермалних ресурса далеко јефтинија од топлотне енергије добијене из било ког другог извора, али и еколошки најбезбеднија. У Копаоничкој области постоје две врсте геотермалних налазишта: петрогеотермална – топле и вреле суве стене у гранитоидном интрузиву и хидрогеотермална – порозне стене по ободу Копаоника са термалним водама (Miljanović, 1999). У самом подножју налази се Јошаничка Бања (термални извор, 78°C), Луковска Бања (36–56°C) и Куршумлијска Бања (38–57°C). Поред термалних извора на Копаонику постоје и минерални извори као и извор ниско радиоактивне воде (најрадиоактивнији у Србији). Копаоник је познат по интересантним хидролошким појавама – тресавама и пиштевинама. Тресава настају као последица великог испарења многих потока и бара и старе су преко 1.000 година. Највећа тресавна на Копаонику је Јанкова бара. Пиштевине

су природни загати од бусенасте траве у којима се задржава вода. Обично пиштерине постају тресаве. На подручју Копаоника налази се неколико урвинских језера. Највеће је Семетешко језеро, које се налази на 900 m н. в. у атару села Семетеш испод виса Орловац. Семетешко језеро је кружног облика, пречника 60 m. Воду добија од подводних извора, а мањим делом и од два извора изнад језера. Подводни извори заслужни су за то што је језеру практично немогуће измерити дубину, јер су они толико дубоки и широки да у ствари представљају део језера. Просечна температура воде је 10°C, док у јулу и августу достиже и 20°C. На језеру су се формирала тзв. „пловећа острва“ на којима има растиња. Приликом дувања ветра острва се крећу по језеру, што представља атракцију посетиоцима језера (вожња по језеру). Језеро је порибљено са шараном, аутохтона врста је тритон (*Salamandra salamandra* Linnaeus, 1758) – врста репатих водоземаца из фамилије Salamandera са слабо развијеним ногама, у нашем народу познатији као даждевњаци. Такође, југозападно од Јошаничке Бање налазе се још два урвинска језера Горње (Дугачко) и Доње (Мало) језеро (Dukić, 1980; Ajtić и сар., 2015).

1.4. Климa планине

Климa Копаоника је одређена пре свега географским положајем, удаљености од мора, надморском висином, положајем у односу на преовлађујућу циркулацију атмосфере, покривеношћу вегетације, као и присуством термалних извора. Географски положај Копаоника је један од главних фактора његове климе. Копаоник се налази на прелазу од приморске ка континенталној клими. Удаљеност Копаоника од Јадранског мора износи од 150 до 220 km, а од Егејског од 290 до 375 km. Удаљеност од мора утиче на термички режим ваздуха, влажност, облачност и падавине и она одређује степен континенталности одређеног предела. Атлантски океан је удаљен од 1.500 до 1.600 km од Копаоника и његов утицај се огледа преко ваздушних маса (Radović и Radović, 2015).

Поред тога, битан климатски фактор је и надморска висина, са чијим повећањем се снижавају температура ваздуха, ваздушни притисак, а повећавају се ваздушно струјање и количина падавина (Milosavljević, 1990). Стога, на Копаонику се смењују низијска клима (до 300 m), клима малих висина (од 300 до 600 m), клима средњих висина или субалпска клима (од 600 до 1.200 m), алпска клима (од 1.200 m до врха) (Smailagić, 1995). Општа циркулација посебно утиче на климу и време Копаоника, па тако зими доминира континентални поларни ваздух, док се лети смењују континентални тропски и континентални поларни ваздух. Прелазна доба карактерише смењивање поларног маритимног и поларног континенталног ваздуха. Покривеност вегетацијом такође има значајан утицај на климу Копаоника, услед повећања влажности ваздуха, ублажава јачину ветра и смањује температурне амплитуде. Копаоник карактерише добра резерва унутрашње топлоте, која се ослобађа на термалним изворима. Односно, под утицајем топле воде загревају се приземни слојеви ваздуха и тако се спречавају јачи мразеви, као и дуже задржавање снежног покривача (Smailagić, 1995).

1.5. Вегетационе зоне и педолошке одлике

Копаоник има вегетационе зоне карактеристичне за високе планине централног Балкана, али постоји разлика између северне и јужне падине масива (Mišić и Porović, 1954). Вегетацијски појасеви су правилно издиференцирани, што је условљено

комплексом еколошких фактора: утицајем огромне Копаоничке масе, утицајем субмедитеранске климе, која долази долином Ибра и утицајем мезо и микро климе поједених делова Копаоника (Ostoјић и сар., 2018). Према Мишић-у и Поповић-у (1954), ова планина има пет шумских појасева: брдски, планински, високо-планински, субалпски и алпски појас. Такође, вертикални распоред педолошких врста тла на Копаонику углавном се поклапају са вертикалном зонацијом вегетације. Земљишта на планини Копаонику су климатогено, геолошки и вегетацијски условљена. Разлика у земљишту на серпентину, силикату и кречњаку долази до изражаја са променама надморске висине од Ибра до Панчићевог врха. Такође, земљиште се мења при прелазу из типичног планинског буковог појаса у смрчев и субалпски појас.

У литогена земљишта се убрајају смеђе шумско скелетоидно земљиште, литогена црница, скелетоидна и скелетна земљишта, руда земљишта на шкриљцима, смеђе земљиште на андезиту и дациту и руда земљишта на кречњаку. У хидрогена земљишта спадају смоница и њени деградирани типови, у биогена земљишта планинска црница, а у агенетска алувијално-делувијална и делувијална земљишта. Што се тиче високог планинског региона, карактеришу га смеђе скелетоидно земљиште, планинска црница и литогена црница. На целој планини су распрострањена скелетоидна и скелетна земљишта, руда земљишта на шкриљцима, смеђе земљиште на андезиту и дациту, земљиште на кречњаку и голети. Са друге стране, у нижим пределима заступљена је смоница и њени деградирани типови, затим алувијално-делувијална и делувијална земљишта (Ћурчић, 2017). На висини од 430 до 630 m н.в., развијена је заједница црног бора (*Euphorbia glabriflorae-Pinetum nigrae* Jov., 1952) на врло стрмој каменитој подлози (Јовановић, 1972). Климатогена заједница најнижег дела храстовог појаса је заједница сладуна и цера са грабићем (*Carpino orientalis-Quercetum frainetto cerris* (Кнарр 1944) В. Jov.1953). Ове шуме се налазе углавном на сирозему (регосолу) на серпентиниту као хумусно силикатно земљиште на серпентиниту. Очувана је у фрагментима, најчешће у забранима на надморској висини од 400 до 600 m. Многе врсте субмедитеранског флорног елемента сведоче о климатским утицајима из Медитерана (Рајевски и Борисављевић, 1956; Лакушић, 1993). Изнад зоне термофилних храстових шума које се пењу до 800 m н.в., налази се шума китњака са цером (*Quercetum petraeae-cerridis* Jov. 1979 s.l. син. *Quercetum montanum* Ћерњавски и Јовановић, 1953). Претежно се налази на јужним падинама, до 1.300 m н.в. Земљиште је смеђе, средње дубоко и скелетно. Северне падине покривене су брдском буковом шумом (*Fagetum moesiacaе submontanum* Jov. 1976). Заједница китњака и граба са грабићем (*Quercus petraeae-Carpinetum betuli* Rudski, 1949 s.l., син. *Querceto-Carpinetum carpinetosum orientalis*) налази се на висини од 550 до 700 m н.в., на северним и северозападним падинама (Рајевски и Борисављевић, 1956). Ове заједнице јављају се углавном у смеђим земљиштима на серпентинском и киселом смеђем тлу на силицијским стенама. Планинска букова шума (*Asperulo odorataе-Fagetum moesiacaе* Jov. 1973 син. *Fagetum montanum serbicum* Rudski, 1949) почиње да се јавља од 1.200 m н.в. Најбоље је изражена у висинском распону од 1.400 до 1.500 m н.в. (Мишић и Поповић, 1954). Заједница јеле и букве (*Abieti-Fagetum moesiacaе* Јовановић 1953 s.l., syn. *Abieti-Fagetum serbicum* Јовановић 1955) развијена је у појасу од 1.300 до 1.500 m н.в. на северним, североисточним и северозападним падинама. Прави средњепланински буков појас представља буково-јелов (*Abieti-Fagetum*), односно смрчево-буково-јелов појас, јер је заједница *Piceo-Fago-Abietetum* Ћолић, 1965 историјски најстарија, најстабилнија, са најбоље израженом структуром и динамиком, и са највишим органским продуктивитетом од свих заједница (Поповић, 1965; Мишић и Јовановић, 1983). Типови земљишта су: хумусни варијетет киселог смеђег земљишта, лесивирано смеђе

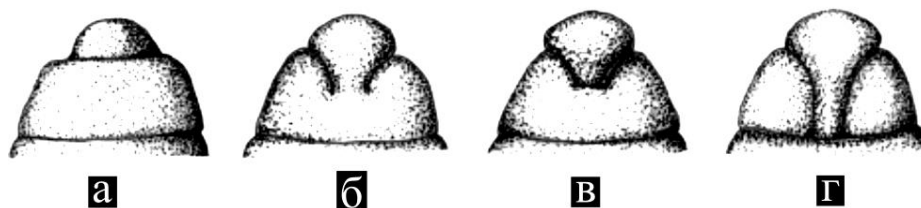
земљиште на серпентину и смеђа земљишта на кречњацима. Смрча, већ од 1.550 m па све до 1.800 m н.в., формира свој висински појас, у коме се не јављају лишћарске врсте дрвећа. Смрчева шума (*Oxali acetosellae-Piceetum abietis* (Rudski, 1949) Mišić и Popović, 1960 син. *Piceetum abietis serbicum* (Rudski, 1949) Mišić и Popović, 1960) је најквалитетнија и најпродуктивнија на гранитној подлози на Равном Кopaонику. На природној климатској граници (1.800 – 1.850 m н.в.), у субалпском појасу, где смрча није више у стању да изграђује читаву шуму, ова врста меша се са врстама: *Juniperus sibirica* и *Vaccinium myrtillus*. Представљена је посебном висинском расом (*Picea abies ecosubspec. subalpina*), која се одликује читавим низом морфолишких, фенолошких, физио-еколошких и других особина од типичне смрче, што су показала детаљна испитивања групног варијабилитета смрче на Кopaонику (Mišić и сар., 1972, 1973). Заједница субалпске смрче, клеке и боровнице (*Piceo subalpinae-Juniperetum sibiricae*, Mišić и Popović, (1954) 1986 син. *Piceo-subalpinae-Vacinio-Juniperetum* Mišić и Popović, 1954, 1986) је распрострањена у појасу од 1.800 до 2.000 m н.в. Типови земљишта су смеђе подзоласта и хумусно силикатна земљишта.

1.6. Опште карактеристике и распрострањеност фамилије Lumbricidae

1.6.1. Морфолошке, анатомске и функционалне карактеристике лумбрицида

Кишне глисте припадају фамилији Lumbricidae Rafinesque-Schmaltz, 1815 једне од неколицине фамилија подкласе малочекињастих црва (Oligochaeta). Главна карактеристика лумбрицида је сегментисаност тела (метамерност). Број и величина сегмената варира међу врстама. Могу имати око 50 (епигеичне врсте) или пак од 200 до 300 сегмената (анецичне врсте). Тело лумбрицида је подељено на три региона: преклитерални, клитерални и постклитерални. Обојеност тела зависи од тога у ком слоју земљишта живе. Могу бити од тамноцрвене, светло-црвене, тамно-браон до сивобеле или беле боје (Omodeo, 1956; Stojanović-Petrović и сар., 2020).

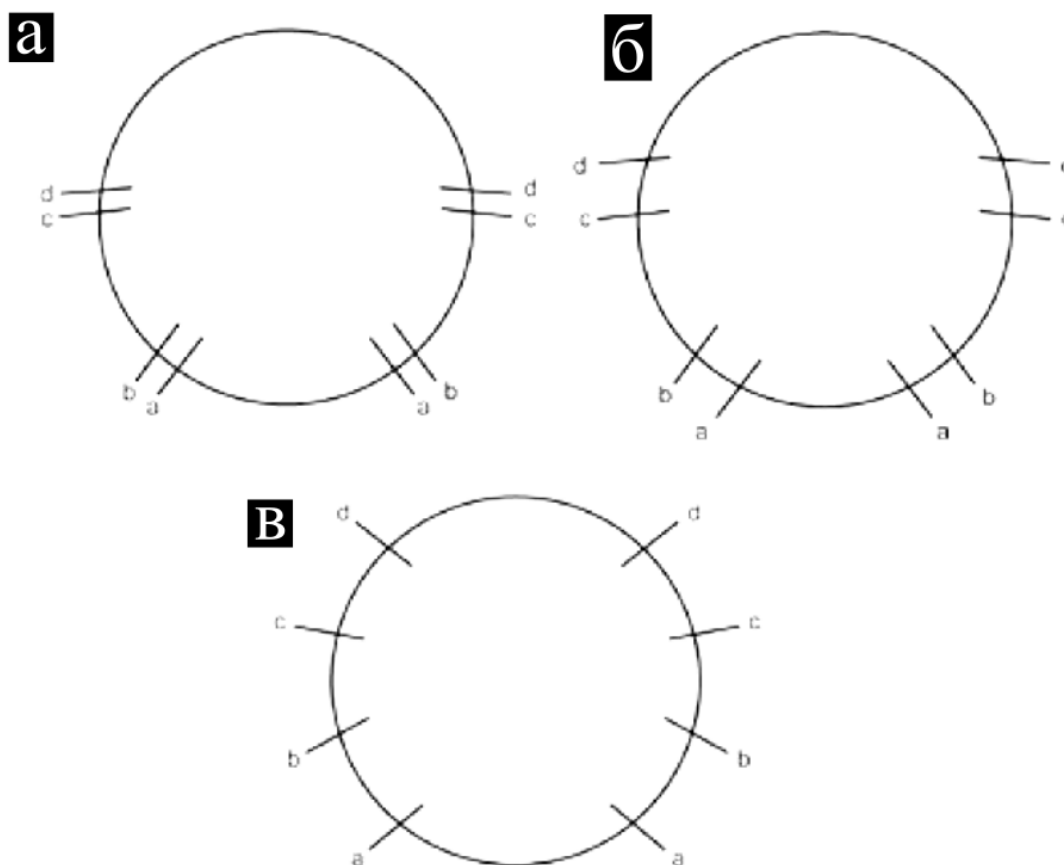
На предњем делу тела лумбрицида налази се главени режањ (простомијум), на коме се налазе бројни чулни органи који представљају важну систематску карактеристику. На задњем делу тела налази пигидијум на коме се налази анални отвор. Постоје четири основна типа простомијума (слика 4) који могу представљати серију трансформације од најпримитивнијег пролобичног (независан од перистомијума– први трупни сегмент на коме се налазе уста) до танилобичног облика (чији језичак дели перистомијум) (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Највећи број лумбрицида поседује епилобичан простомијум. Пролобичан облик је заступљен код врста родова *Allolobophora* (s.l.) Eisen, 1874 и *Cernosvitovia* Omodeo, 1956 док је танилобичан облик карактеристичан за врсте рода *Lumbricus* Linnaeus, 1758 али се може приметити и код других врста са љубичастим пигментом (Csuzdi и Zicsi, 2003).



Слика 4. Типови простомијума: а. Пролобичан; б. Епилобичан (отворен); в. Епилобичан (затворен); г. Танилобичан (према Michaelson-у 1928).

За спољашњу морфологију карактеристичне су и епидермалне творевине – чекиње, дужине око 1 mm, које се називају хете (слика 5). Покрећу се помоћу мишића и могу се увући или испружити. Њихова улога је у локомоцији и копулацији. Разликују се обичне и гениталне хете. Обичне хете су сигмоидног облика са оштрим врхом, а гениталне се често називају копулаторне хете јер учествују у процесу копулације (Csuzdi и Zicsi, 2003). Дистанца између хета на сегменту је различита па се по међусобном положају могу разликовати: уско-парне, широко-парне и раздвојене. Распоред хета има важан систематски карактер (Por, 1941), а на сваком сегменту се налази по осам хета, у групама по две.

Код лумбрицида постоје жлездана задебљања (*glandular papillae*), обично се налазе у предклителарним сегментима у вези одређене хете или хеталних парова. Број и сегментални положај ових задебљања зависи од полне зрелости саме јединке (Stojanović-Petrović и сар., 2020), због чега је таксономска вредност овог карактера ограничена (Bouché, 1972; Zicsi, 1974; Perel, 1979).

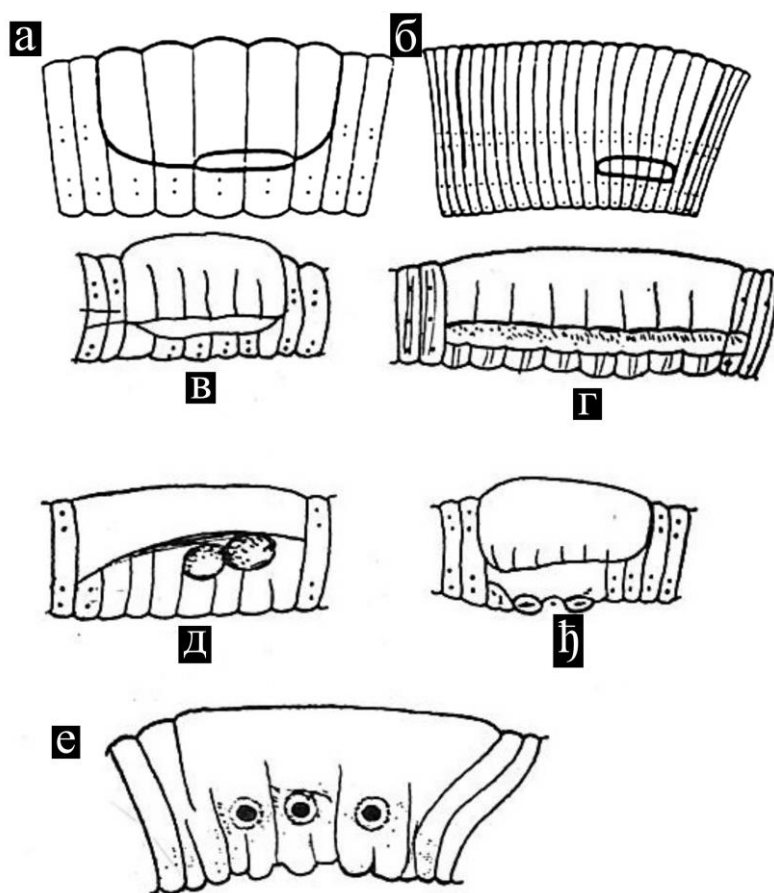


Слика 5. Распоред хета: **а.** Уско-парне; **б.** Широко-парне; **в.** Раздвојене (према Plisko и Nxele, 2015).

Телесна шупљина комуницира са спољашњом средином преко дорзалних пора. Положај прве поре унутар врсте је мање-више константан. Код лумбрицида већина врста има прву дорзалну пору око интерсегменталне бразде 5/6, али понекад се тешко може уочити. Повремено недостаје, а ретко показује велике варијације чак и унутар популације (Fender, 1982), тако да има само ограничену употребу у таксономији (Stojanović-Petrović и сар., 2020).

Са друге стране, за таксономију лумбрицида, веома је битан положај клителума, његов облик и број сегмената који заузима, јер без потпуно развијеног клителума тачна идентификација врста је веома тешка. Клителум или самар чине неколико сегмената са јако развијеним жлезданим епителом, у виду задебљања на телу. Може бити седластог или циркуларног облика (слика 6). Састављен је од три врсте жлезданих ћелија: беланчевинасте, које луче албумине, а служе за исхрану и раст младе глисте; мукозне које луче слуз за копулацију и жлезде које формирају кокон у коме се одвија ембрионални развој оплођених јаја. Развој је директан, без трохофорне ларве (Csuzdi и Zicsi, 2003).

Поред клителума, други важан таксономски карактер је жлездано испупчење туберкула (*tubercula pubertatis*) (слика 6). Број сегмената и положај који заузимају су стабилнији карактер од самог клителума и појављују се у ранијој фази репродуктивне зрелости јединке (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Постоје различити облици туберкула. Најједноставнији облици су тракасти који подсећају на жлездана острва позиционирана на вентралној ивици клителума (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Поред тога, постоје вентралне кружне творевине које се на крајевима могу раздвојити (Csuzdi и Zicsi, 2003).

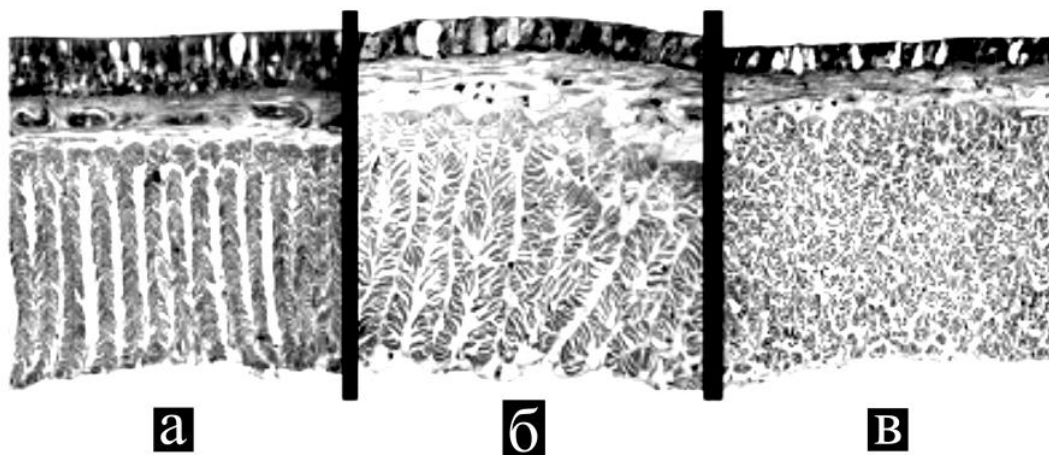


Слика 6. Различити облици клителума и туберкуле код лумбрицида: **а.** Седласт; **б.**

Сегментисан; **в.** *Lumbricus rubellus*; **г.** *Octodrilus transpadanus*; **д.** *Aporrectodea caliginosa*; **ђ.** *Aporrectodea georgi*; **е.** *Allolobophora chlorotica chlorotica* (Šapkarev, 1978; Mršić, 1991).

Телесни зид лумбрицида је комплексне грађе. Од површине ка унутрашњости уочавају се: танка кутикула, епидермис, мускулатура и перитонеум или целомски

епител који облаже секундарну телесну дупљу – целом (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Кутикула се налази на површини телесног зида, доста је танка, прозирна и безбојна. Ћелије епидермиса луче ову кутикулу. У састав епидермиса улазе цилиндричне епидермалне ћелије као и потпорне ћелије, које представљају највећи део епидермиса, али и жлездане, мукозне, беланчевинасте, базалне и чулне ћелије. Испод епидермиса је кожна мускулатура, чије се кретање остварује антагонистичким радом слојева кружних и уздужних мишића (Csuzdi и Zicsi, 2003). Карактеристично распоређивање уздужних мишићних снопова је једна од важних соматских особина (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Пор (1941) је препознао два основна типа мускулатуре: фасцикуларни и перасти тип. Неки аутори (Omodeo, 1956; Perel, 1968) су сматрали да је фасцикуларни тип примитивнији, а перасти модернији, стога су описали и средњи тип (слика 7).



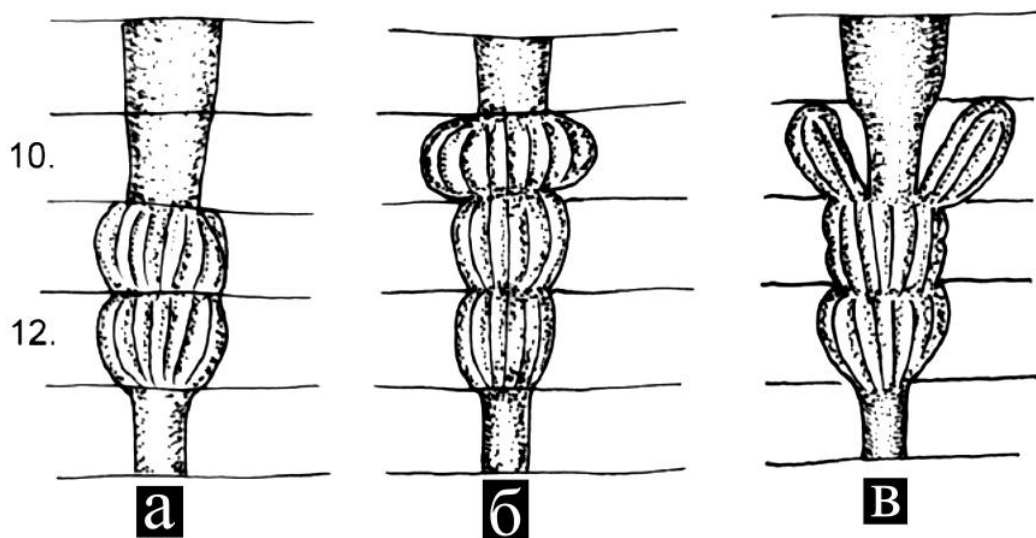
Слика 7. Различити типови уздужне мускулатуре код лумбрицида: **а.** Перасти; **б.** Средњи; **в.** Фасцикуларни (Csuzdi и Zicsi, 2003).

Перитонеум облаже целом који је испуњен целомском течномшћу у чији састав улазе кристали калцијум-карбоната, лимфоцити, мебоцити, фагоцити. Део перитонеума (који обавија црево) где се врши апсорпција је хлорогено ткиво, које има функцију магационирања и екскреције гликогена, масти и азотних једињења (Edwards и Bohlen, 1996). Лумбрициде немају очи али реагују на спољашње наддражаје због присуства фоторецепторних ћелија које су расуте по целој површини тела, осим на вентралној страни. Имају добро развијена хемијска чула, што им помаже у откривању хране. У кожи су многобројни нервни завршеци са улогом чула додир (Stojanović-Petrović и сар., 2020).

Сегменти су изнутра одвојени дисепиментима или септама. Обично су ове преграде танке, али након ждрела неколико дисепимената може бити задебљано и веома мишићаво. Мускуларизација септа је повезана са подземним кретањем лумбрицида (Michaelson, 1928), стога могу одговарати еколошким карактеристикама врсте.

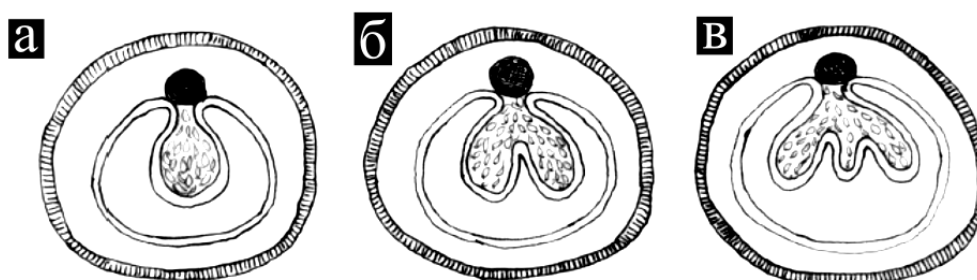
Дигестивни систем чине: усна дупља, ждрело, једњак, вољка, мишићни желудац и црево. Усна дупља је кратка и широка, цевастог облика са танким зидовима, која се протеже од другог до трећег или половине трећег сегмента (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Ждрело је окружено мишићима и ждрелним жлездама, које луче протеолитичке ензиме (протеаза и муцин) и функционише као вакуум пумпа. Једњак се у виду цеви наставља на ждрело. Са спољне стране једњака су Моренове (кречњачке) жлезде које луче аморфне, кречне честице које учествују у неутрализацији хумусне киселине у

храни (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Локација и структура кречњачких жлезда (слика 8) је врло важна таксономска карактеристика (Gates, 1969, 1972; Omodeo, 1956; Csuzdi и Zicsi, 2003).



Слика 8. Различите врсте Моренових жлезда: **а.** Моренове жлезде се отварају директно у 11. и 12. сегменту **б.** Моренове жлезде се отварају преко вертикалних кречњачких кеса **в.** Моренове жлезде се отварају преко постериолатералних кречњачких кеса (Csuzdi и Zicsi, 2003).

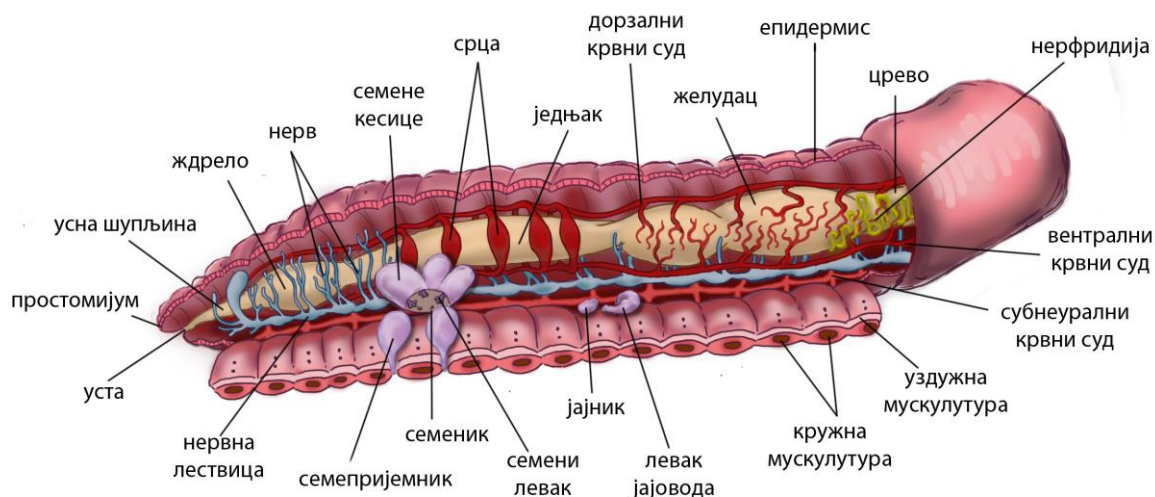
Иза једњака се налази желудац који је подељен је на вољку и мишићни желудац. Обично заузима два до четири сегмента у региону 17–20 сегмента. Желудац се наставља у средње црево, у коме се храна вари и апсорбује. Код многих лумбрицида на средњем цреву се налази дорзално уздужно улегнуће тифлозолис (*tiphlosoles*) (слика 9) које има улогу да повећа апсорпциону површину црева. Szüts (1913) је први доделио овом карактеру еволуциони значај, али већина аутора сматра да је тифлозолис еколошка адаптација са ограниченом таксономском вредношћу (Bouché, 1972; Zicsi, 1974; Perel, 1979; Mršić, 1991). Међутим, Marchán и сар. (2016) су утврдили да тифлозолис представља јак филогенетски сигнал.



Слика 9. Врсте тифлозолиса код лумбрицида: **а.** Једнослојан. **б.** Двослојан. **в.** Трослојан. (Csuzdi и Zicsi, 2003).

Крвни систем је затвореног типа са једним леђним и два трбушна крвна суда (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Леђни крвни суд је најдужи и протеже се целом дужином тела (слика 10). Један трбушни крвни суд се налази испод црева, док се други налази испод нервне врпце (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Šapkarev (1978) је уочио да су ови крвни судови у сваком сегменту повезани прстенастим комисурама, бочним крвним судовима (најчешће пет или шест пари). Један број ових крвних судова има мускулатуру у облику срца, тзв. лажна срца. Обично се налази између 6. и 11. сегмента (Csuzdi и Zicsi, 2003).

Нервни систем је лествичаст, налази се на вентралној страни и протеже се читавом дужином тела испод кожно-мишићног слоја (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Парна надждрелна ганглија, са две околождрелне комисуре, је повезана са подждрелном ганглијом. Оне су са ганглијама суседног сегмента повезане конективима, а ови истим везама са ганглијама наредних сегмената. У нивоу сваког сегмента парови ганглија су повезани комисурама, попречним везама са нервном цеви. Захваљујући нервном систему, лумбрициде су осетљиве на додир, светлост, влажност, хемикалије, вибрације и разлике у температурама (Csuzdi и Zicsi, 2003).

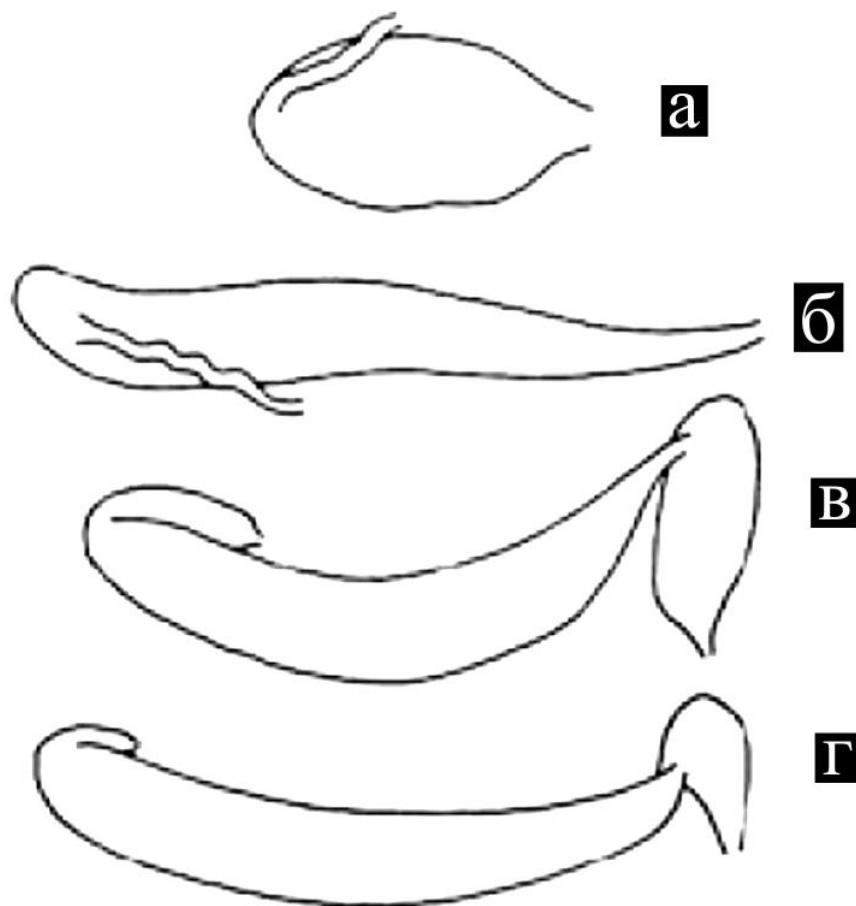


Слика 10. Организациона шема предњег дела кишне глисте (Stojanović-Petrović и сар., 2020).

Лумбрициде не поседују посебне дисајне органе. Заправо, респирација се врши целом површином тела (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Гасови се размењују на површини влажне коже, а транспортују везани за хемоглобин растворен у крвној плазми. Такође, вода и соли се могу излучити преко коже (Csuzdi и Zicsi, 2003).

Екскреторни систем чине парови метанефридија присутних у сваком сегменту, осим у прва три и последњем, који имају улогу и у осморегулацији (Csuzdi и Zicsi, 2003). Метанефридија се састоји од левкастог нефростома који се отвара у целом. Од њега полази канал у наредни сегмент и отвара се вентролатерално, нефридиопором у спољашњу средину. Облик и оријентација екскреторног система је важна таксономска карактеристика (Mršić, 1991). Према Mršić-у (1991), најједноставнији облик нефридијалног система је врећаст, карактеристичан за амфибијске врсте. Код неких врста могу бити и у облику штапа или „кобасице” и благо кружно савијене на крајевима. Одређене врсте имају нефридијалне системе у облику латиничног слова U, облика удице (J) или форму налик риби (слика 11) (Stojanović-Petrović и сар., 2020a).

Поред тога, Mršić (1991) сматра да је поред облика врло битна и оријентација овог система.



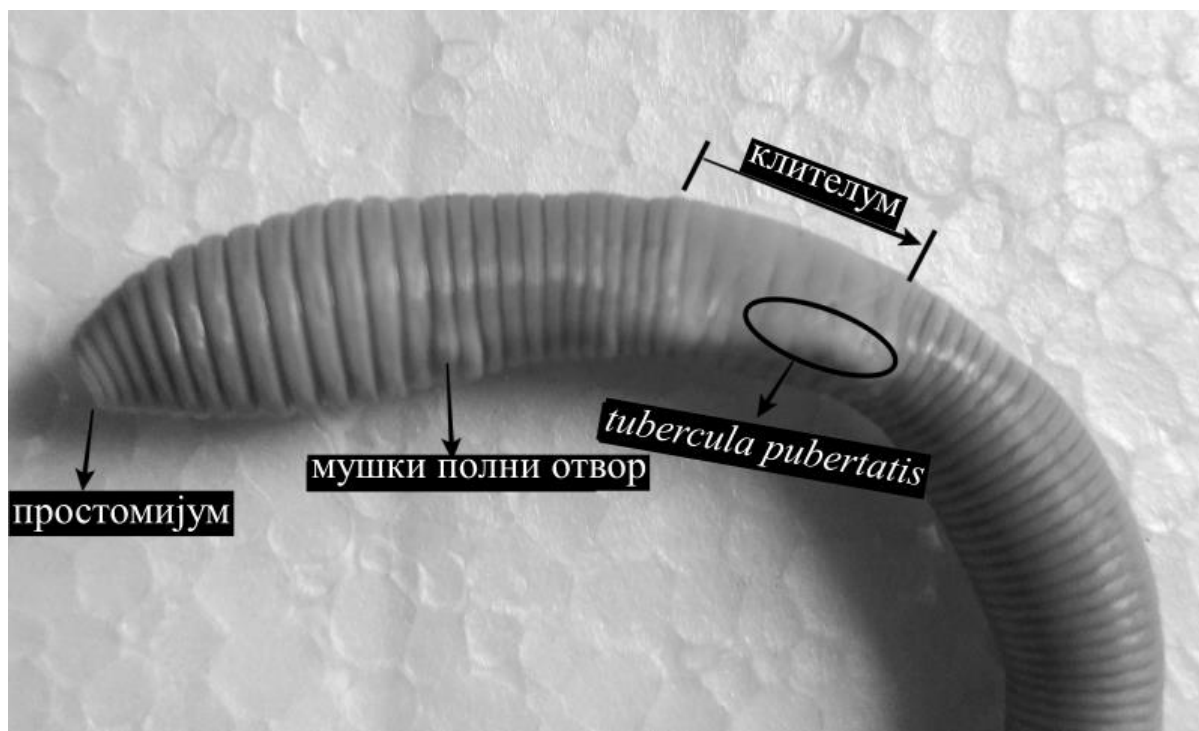
Слика 11. Различити облици нефридијалног канала: **а.** Врећаст; **б.** Облик штапа („кобасице”); **в.** Облик удице; **г.** Форма налик риби (модификовано према Mršić-у 1991).

Кишне глисте су хермафродитни организми, односно мушки и женски полни органи су смештени у предњем делу тела са посебним полним одводима. Полни органи се налазе у сегментима од 9. до 15, а семене кесе (*seminal vesicles*) најчешће у 9, 10. и 11. сегменту (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Јајници (оваријуми) су парни органи причвршћени на предњем зиду 13. сегмента. Од јајника полазе јајоводи који се отварају са сваке стране 14. сегмента. Већина лумбрицида уз женски полни систем има и семепријемнике (*receptaculum seminis*) који примају сперматозоиде друге јединке за време копулације (Stojanović-Petrović и сар., 2020).

Женски полни отвори код лумбрицида су веома мали (често неуочљиви), смештени на 14. сегменту. Већина лумбрицида има мушке полне отворе на 15. сегменту, изузев родова *Octodriloides* Zicsi, 1986, *Fitzingeria* Zicsi, 1978 и *Cernosvitovia* (после 15. сегмента), односно пре 15. сегмента на 13. или 14. сегменту (нпр. код рода *Eiseniella* Michaelsen, 1900) (слика 12) (Mršić, 1991). Због ове варијабилности Perel (1997) је критиковала употребу мушких пора као таксономског карактера. Међутим, Zicsi (1978) и Mršić (1991) сматрају да се у јасној еволуционој линији померање

мушких пора уназад може тумачити као синапоморфија, а да су тако дефинисани родови монофилетски.

Поред локације мушке поре, њена величина и сегментни положај такође показују варијацију у одређеној мери. Величина мушких пора може варирати од малог, слабо видљивог стања до екстремно великих, али је обично константна унутар врсте. Понекад, углавном код врста са тенденцијом партеногенезе, мушке поре су променљиве величине чак и унутар популације. Мушке поре се обично налазе вентролатерално поравнате са и између хета b и c (Csuzdi и Zicsi, 2003).



Слика 12. Спољашни изглед кишне глисте (подврста *Dendrobaena alpina popi* © Ф. Поповић).

Копулација код лумбрицида се одвија контактом две полно зреле јединке у антипаралелном положају (слика 13). Одиграва се у току целе године, на површини или у земљишту. Током копулације две јединке се обавијају у заједнички омотач од слузи, коју лучи клителум и причвршћују се специјалним хетама, које се забадају у телесни зид друге јединке. Након завршене копулације, јединке се одвајају у дужем временском периоду који следи и свака јединка образује серију кокона (најчешће жуте боје, облика лимуна). Пре него што почне „свлачење” кокона преко предњег дела тела, у њега се полажу јајне ћелије, албумин као и сперматозоиди партнера (који су били депоновани у семепријемницима). Потребно је да се наврши од 5 до 11 недеља да кокони постану зрели, новоизлегле јединке најпре изгледају као мале, беле нити. Након око осам сати, добијају свој хемоглобин и мењају боју од беле до бледо ружичасте и црвене. Излегле јединке су мале, али потпуно формиране глисте, које немају сексуалне структуре. У зависности од услова, температуре и влаге, излегле јединке могу постати полно зреле за 53 до 75 дана (код већине од три до пет месеци), а полна зрелост манифестује се постојањем клителума (Csuzdi и Zicsi, 2003).



Слика 13. Репродукција лумбрицида (врста *Eisenia lucens* © Ф. Поповић).

Активност лумбрицида у великој мери зависи од годишњих доба у областима са умереном климом, при чему су најактивније у пролеће и јесен (Šarkarev, 1978). Због ниских температура, током зимског периода оне продиру дубље у земљиште, где имају већу заштиту. Такође, и током лета, у току сушних дана, заривају се дубље у земљиште и понекад формирају слузаве опне у којима мирују све док услови животне средине опет не постану погодни (Stojanović-Petrović и сар., 2020). На подручјима са умереном климом коконе могу формирати у било које доба године, а највећи број кокона се формира у пролеће или рано лето, а нешто мање у јесен. Lumbricidae су познате и по томе да успевају да преживе и у неповољним условима земљишта (слика 14).



Слика 14. Врста спирално савијена, стање у коме проводи летњи и зимски неповољан период (врста *Cernosvitovia strumicae* © Ф. Поповић).

Лумбрициде могу живети веома дуго (од 10 до 12 година), мада на пољима већина врста преживи само једну или две сезоне, због присуства предатора (Edwards, 2004). Заправо, на њихову дуговечност утиче присуство, односно одсуство предатора, као и неповољни климатско-еколошки и антропогени утицаји. Кратак животни век имају неке епигеичне врсте. Максимални животни век ове врсте је 4.5 до 5 година, али у природним условима може да буде и знатно мањи (Edwards и Bohlen, 1996).

1.6.2. Еколошке карактеристике лумбрицида

Улога лумбрицида у одржавању земљишта дуго је позната (Darvin, 1881). Лумбрициде чине доминантну групу земљишних организама, у већини копнених екосистема. Често су представљене као биоиндикатори квалитета земљишта (Klemens и сар., 2003). Лумбрициде се сматрају функционално најважнијим земљишним бескичмењацима (Lavelle и сар., 2006). Оне својом активношћу утичу на процесе у земљишту на различите начине и у складу са њиховим еколошким формама. Оне су „инжењери екосистема” способни да физички мењају своју околину (нпр. депоновањем екскремената или укопавањем) и имају знатне ефекте на разлагање органског материјала, али и формирању агрегата у земљишту (Lavelle и сар., 1998). Као врло значајна земљишна група својим активностима утичу на формирање и одржавање састава и плодности земљишта, како у шумама и на пашњацима, тако и у агроекосистемима (Lee, 1985; Jouquet и сар., 2006). Лумбрициде имају значајан утицај

на структуру земљишта, што је последица њиховог карактеристичног кретања кроз слојеве земље, при чему долази до конзумирања земље, а затим и стварања екскремената (Lavelle и сар., 1998; Lavelle и Spain, 2001). Екскременти настају мешањем неорганских и органских партикула земљишта са органским цревним секретом, при чему долази до формирања стабилних густих агрегата од фино уситњених партикула, који се затим избацују ван тела и таложе или на површини земљишта или у већ ископаним каналима, у зависности од врсте. Према Kavadir-у и Пау-у (2011) агрегат је мешавина глине, муља и песка са органским и неорганским материјама које се налазе у земљишту. Уситњена структура екскремената поспешује дренажу и капацитет натапања земљишта. Формирање агрегата у цревном тракту подстиче умножавање корисних земљишних микроорганизама, који почињу да разграђују сложена органска једињења. Како се екскременти таложе у или на земљишту, умножавање и активност микроорганизама се наставља до потпуне разградње органских једињења. Тако, у току кратког временског периода долази до концентрације велике количине хранљивих састојака (N, P, K и Ca), које су биљкама лако доступне кроз стабилизоване агрегате у екскрементима. Глисте могу да убрзају кружење азота и угљеника органског порекла, директним и индиректним утицајем на корисне земљишне микроорганизме, чиме оне олакшавају стабилизацију и акумулацију органских материја. Све указује на то да су екскременти обогачени хранљивим материјама, које су лако доступне биљкама, што доприноси повећању плодности земљишта (Edwards, 1998; Coleman и сар., 2004). Различите врсте лумбрицида немају исти утицај на процесе педогенезе, због разлика у начину живота. Ипак, све кишне глисте у некој мери доприносе уситњавању и мешању органских и неорганских компоненти земљишта (Shrickhande и Pathak, 1951; Joshi и Kelkar, 1952).

Lavelle и Spain (2001) сматрају да на богатство врста лумбрицида утичу еколошки и климатски услови подручја, биогеографска историја, као и локални параметри као што су земљишни и вегетациони тип. Лумбрициде су поикилотермне животиње, тако да температура подлоге утиче на њихов метаболизам, раст, репродукцију, ембрионално развиће и активност. Оне су и олигостенотермне животиње, што значи да температурни опсег у оквиру кога већина лумбрицида може да функционише је ограничен. Њихов оптимум се креће око 20°C, а понекад око 20-25°C (Edwards, 2004). Значајну улогу у распрострањењу лумбрицида има рН вредност земљишта. Најповољнија за живот су неутрална земљишта где је забележена њихова највећа густина. Вредности рН земљишта у којима глисте опстају зависе од врсте до врсте (Reynolds, 1973). Најмања бројност лумбрицида је у киселом и збијеном земљишту испод четинарских шума. Кишне глисте су углавном одсутне у врло киселим земљиштима (рН < 3.5) и оскудно се јављају у земљиштима чија је рН < 4.5. Иако постоје значајне разлике међу врстама, већина врста преферира рН вредност од 5.0 до 7.4 (Satchell, 1967; Bouché, 1972). Температура земљишта утиче на сезонске активности, док рН вредност утиче на дистрибуцију (Sekulić, 2017).

На дистрибуцију лумбрицида значајно утиче присуство органских материја. Земљишта сиромашна органским материјалом, по правилу, имају оскудну лумбрицидну фауну (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Тип земљишта у многеме доприноси распрострањењу лумбрицидне фауне. Поред састава и особина геолошке подлоге (топлота, влажност, експозиција, нагиб, итд.), исто тако и геоморфолошки и рељефни облици имају пресудан значај у распрострањењу лумбрицидних врста (Csuzdi и Zicsi, 2003). У оквиру типа станишта, варијације које се јављају у земљишним климатским факторима (због нагиба, аспекта, дистрибуције величина земљишних

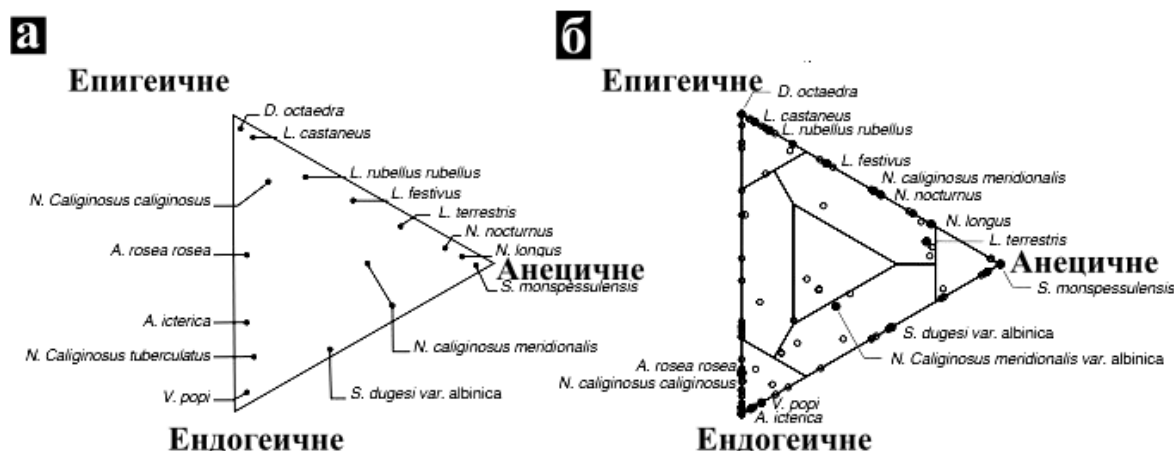
честица и карактеристика дренаже) доводе до разлика у активностима лумбрицида али и до њихове бројности.

Шумско станиште има релативно ублажену климу земљишта у односу на више изложене пашњаке и пољопривредна земљишта. Код травнатих станишта, режими температуре и влаге су екстремнији и могу да наглашавају ефекте падина, особине земљишта и друге карактеристике локације. Пољопривредно земљиште има дуге периоде огољеног тла што може додатно да интензивира утицај временских прилика на опстанак лумбрицидних популација (Sekulić, 2017).

Може се рећи да су глисте једна од најважнијих живих компонената у земљишту јер њихове активности утичу на агрегацију земљишта, инфилтрацију воде, распадање органских материја, минерализацију хранљивих материја и биљну производњу (Scheu, 1995; Bouché и Aladdan, 1997; Wardle и Lavelle, 1997; Kretzschmar, 1998; Lavelle и Spain, 2001).

Увођење термина еколошких категорија предложио је француски лумбриколог Marcel Bouché (Bouché, 1971; Bouché, 1972; Bouché, 1977). Bouché (1971) предлаже три главне еколошке категорије лумбрицида (анецични, ендегеични и епигеични), без давања формалне дефиниције и уједно описује „посебне случајеве/*cas particuliers*“ (као што су циновске медитеранске лумбрициде). Недуго затим, Bouché (1972) је дефинисао и генерализовао еколошке категорије. Наиме, предложио је дефиниције еколошких категорија лумбрицида, на основу одређених индекса, који су били представљени у седмом поглављу књиге под насловом „Хорологија/*Chorologie*“. Поменуто поглавље имало је за циљ да опише и објасни просторни распоред врста са циљем разумевања филогенетске прошлости и палеографије разматраних врста. Важност овог поглавља се огледа због „одсуства фосила“ за ове организме. Bouché (1972) дефинише три главне еколошке категорије (анецичне, епигеичне и ендегеичне) фокусирајући се на основних десетак карактеристика. Карактеристике су се односиле на морфолошке (боја епидермиса и величина тела), анатомске (типови мускулатуре, тип нефридиопора), физиолошке (интензитет дисања, моћ регенерације), особине понашања (покретљивост) и особину историје живота (успорени животни облик). Међутим, аутор не користи само три главне еколошке категорије као искључиве категорије већ за поједине врсте предлаже термин врсте „средњих“ категорија (епи-анецични, епи-ендегеични, енде-анецични). Нажалост, не постоји формална дефиниција која се нуди у књизи. Аутор Bouché се присећа да су „неке врсте можда заузеле став прелазног еколошког ефекта, други пак заузимају узастопно две функције у времену“. Касније, Bouché (1977) објављује у зборницима радова са симпозијума синтезу његових рефлексија на поменуто тему. Bouché-ов чланак из 1977., је најцитиранији јер су преведене верзије са француског на енглески језик. Тај чланак преузима претходне принципе са поновним описом три еколошке категорије, и представљањем типских врста за сваку категорију: *Lumbricus castaneus* (Savigny, 1826) као епигеична, *Aporrectodea longa* (Ude, 1885) као анецична и *Aporrectodea icterica* (Savigny, 1826) као ендегеична врста. Морамо напоменути, да је претходно коришћених 11 критеријума постало 15, да су одређени критеријуми нестали (облик нефридијалних пора и дебљина интегумента) и да су се појавили нови, везани за репродукцију, сазревање, отпорност на иританте, реакцију на светлосни стимулус, брзину цревног транзита и врсте хета. Ове разлике се не коментаришу у чланку. Поменута публикација такође инсистира на шеми коју је предложио Bouché (1971), ове три категорије представљају три пола, а самим тим и троугао, између којих врста дистрибуира. Шема је имала велики успех и често се користи, иако је наслов шеме оскудан, не наводећи метод који се користи како би се

направио троугао (слика 15). Sapowicz и сар. (2022) наводе да Bouché не зна како је направљен троугао, односно да га је предложио енглески лумбриколог (J.E. Satchell).



Слика 15. Слика која приказује приближну локацију неких уобичајних врста у троструком систему еколошких категорија **а**. Оригинална верзија према Bouché-у (1977); **б**. Нова верзија према Bottinelli-у и сар. (2020).

Дефиниција еколошких категорија је имала невероватан и очигледан успех. Bottinelli и сар. (2020) су показали да од 1970-их година прошлог века, више од 10% истраживачких чланака са „лумбрициде“ као кључном речју цитира најмање једну од три главне публикације аутора Bouché-а. Чини се да је логика иза ових избора била да се ухвати одговор лумбрицида на варијације у животној средини, кроз особине које би се данас назвале одговори (Реу и сар., 2014). Поред тога, чини се да еколошке категорије лумбрицида, како је дефинисао Bouché, окупљају врсте које се преклапају значајно у својим начинима искоришћавања својих станишта: то су онда „guilds³“ (Grinnell, 1917).

Sapowicz и сар. (2022) сматрају да као одговор на тренутну употребу еколошких категорија који су одступили од првобитних дефиниција, потребно је да поново прочитате различите списе Bouché-а, често пригушеније и суптилније од каснијих цитата. Међутим, наводе да поновно читање Bouché-ових списа је нажалост немогуће или веома тешко за истраживаче који не говоре француски, што можда и објашњава чињеницу да водећи балкански лумбриколози Јонче Šarkarev и Narcis Mršić у својим чланцима нису користили термин еколошке категорије.

Међутим, према неким ауторима (Bouché, 1977; Lee, 1985; Sims и Gerard, 1985; Edwards, 1998; Paoletti и сар., 2013) лумбрициде се могу сврстати у пет еколошких категорија: епигеичне, ендогеичне, анецичне, копрофагне и хидрофилне (слика 16).

Епигеичне форме, дорзално пигментисане, живе и хране се у стељи или у хоризонту АО1 профила тла, са оскудним капацитетом копања (Bouché, 1972). Еквивалент су групи „становници стеље“ (Lee, 1985). Типична станишта су им шумска стеља или стајњак, због чега имају слаб директан ефекат на структуру земљишта. Имају велику стопу репродукције, што представља адаптацију на екстремно променљиве услове станишта, који владају на површини земљишта. За ове врсте је карактеристично да, када настану нестабилни услови средине или када су извори хране ограничени,

³ Guilds – група врста које имају сличне захтеве и играју сличну улогу унутар заједнице.

постају ретке упркос њиховој великој репродуктивној способности. Епигеичне врсте су црвенкасто-браон боје, равномерно пигментисане и малих димензија, обично много мање од 7 cm, када су одрасле (Bouché, 1972; Lee, 1985). Неке од врста које припадају овој групи су: *Dendrobaena attemsi* (Michaelson, 1902), *Dendrobaena octaedra* (Savigny, 1826), *Dendrobaena vej dovskyi* (Černosvitov, 1935) итд.

Ендегеичне форме, безбојне или сивкасто пигментисане, живе и хране се између хоризонта АО2 и А1, способне да копају углавном хоризонталне канале (нпр. *Octolasion lacteum* (Örley, 1881)) (Bouché, 1972). Међутим, код ендемичних врста јавља се облик дубоко копајућих ендегеичних врста (нпр. *Cernosvitovia treskavicensis* (Mršić, 1991)). Овај начин живота обично се везује за функционалне особине као што су присуство уздужних жлебова на првом или другом сегменту, одсуство пигментације и тифлозолиса са добро развијеним уздужним ламелама.

Анецичне форме, већих су димензија од других еколошких категорија, могу достићи А2 и Б хоризонте тла, способне су да копају вертикалне канале и до неколико метара дубине, али често излазе на површину да би се храниле стељом. У стању су да копају дубоке вертикалне канале. Анецичне врсте су црвенкастобраон боје и крупније су од представника друге две групе. Одрасле јединке обично су дугачке од 12.5 до 20 cm (Žukov и сар., 2007). Врсте као што су *Allolobophora* (s.l.) *kosowensis* (Karaman, 1968), *Cernosvitovia paratuleskovi* (Šapkarev, 1975) и *Lumbricus terrestris* Linnaeus, 1758, припадају овој групи.

Копрофагне форме, живе и хране се стајњаком или компостом и блиско су повезане са високим садржајем органске материје (нпр. *Bimastos rubidus* (Savigny, 1826), *Eisenia fetida* (Savigny, 1826)).

Хидрофилне форме, живе у влажним земљиштима и на плитком воденом тлу (нпр. *Dendrobaena byblica* (Rosa, 1893), *Eiseniella tetraedra tetraedra* (Savigny, 1826)).



Слика 16. Еколошке категорије лумбрицида. **а.** Епигеична (*Dendrobaena vej dovskyi*). **б.** Ендегеична (*Cernosvitovia treskavicensis*). **в.** Анецична (*Cernosvitovia paratuleskovi*). **г.** Копрофагна (*Eisenia fetida*). **д.** Хидрофилна (*Dendrobaena byblica*) (© Ф. Поповић).

Различите функционалне групе формирају хоризонталне или вертикалне канале у земљишту (Hendrix и Bohlen, 2002), што у великој мери одређује њихов утицај на процесе у земљишту. Епигеичне врсте углавном формирају привремене уске и врло кратке канале у површинском слоју, тако да немају велики утицај на структуру земљишта. Оне углавном олакшавају разградњу стеље и распадање органског материјала, при чему долази до повећања количине доступних нутријената, што стимулише активност земљишних микроорганизама (Lavelle и сар., 1998).

Анецичне врсте увлаче површинску стељу или полураспаднуте листове одређених биљака унутар својих канала. Такође, утичу на разлагање стеље, као и на кружење хранљивих материја, при чему се материје из стеље инкорпорирају у дубље слојеве земљишта, што доприноси обогаћивању ових слојева. У њиховим каналима регистровано је повећање количина угљеника (Don и сар., 2008). Међутим, њихов највећи утицај се огледа у повећању порозности земљишта, због прављења дубоких вертикалних канала који формирају континуиране макропоре, које некада допиру и до дубине од два метра. Ови дубоки и вертикални канали су врло стабилни, јер су ојачани присуством органског материјала у каналу, који потиче или од екскремената или од још нераспаднутог органског материјала. Генерално, анецичне врсте су веома важни посредници у декомпозицији органских материја, кружењу нутријената и формирању земљишта, убрзавајући педолошке процесе у земљишту (Lee, 1985).

Ендегичне врсте су важне у процесима формирања земљишта, укључујући разградњу корења, мешање земљишта и аерацију. Ове врсте, имају кључну улогу у формирању агрегата земљишта, што доприноси одржању структуре земљишта. Мрежа њихових хоризонталних канала формира континуиране поре, које настају као резултат њихове потраге за храном, што повећава порозност земљишта, при чему се ослобађају хранљиве материје из њихових екскремената (Fonte и Six, 2010).

1.6.3. Утицај надморске висине на структуру лумбрицида

Утицај надморске висине на биодиверзитет била је значајна тема за многе раније и савремене биогеографе. Почетком 19. века на Андима и на острвима југоисточне Азије, фон Хумболт, Дарвин и Волас су први забележили неслучајне промене у заједници дуж висинских и ширинских градијената (Lomolino, 2001). Касније је MacArthur (1972) указао да постоји веза између планинске екологије и односа врста – подручје биогеографије острва, с обзиром на сличне услове (мала површина, изолација, ограничен простор, хетерогеност) претходно наведених екосистема. Међутим, Körner (2000) сматра да је планине много лакше истражити у смислу обима него у смислу ширинских појасева, и на тај начин сугерише истраживање биодиверзитета по висинским градијентима као добар посредник за разумевање образаца дистрибуције дуж висинских појасева. Körner (2007) наводи да су разлике у надморским висинама међу најмоћнијим природним експериментима за испитивање еколошких и еволуционих реакција станишта на геофизичке утицаје. Климатски, биолошки, географски и историјски фактори утичу на посматране обрасце богатства врста и надморске висине (Rahbek, 1995; Rosenzweig, 1995; Lomolino, 2001; Whittaker и сар., 2001). Такође, однос висинског градијента и богатства врста може бити замршено повезан са односима врсте и подручја (Rahbek, 1997). Утицај подручја на богатство врста описан је као један од неколико закона екологије (Lawton и сар., 1989), а према хипотези подручја очекује се да ће већи региони бити разноврснији од мањих региона (Rosenzweig, 1995; MacArthur и Wilson, 2001). Однос врсте и подручја може се објаснити са две главне хипотезе: (1) већа површина обезбеђује већу разноврсност

станишта која може да прими више врста (Williams, 1964), и (2) повећање површине је праћено смањеним стопама изумирања и повећаним стопама специјација или колонизација због већег броја баријера и одржавања веће величине популације (MacArthur и Wilson, 2001). Типично, постављена хипотеза варира у зависности од просторне величине, при чему се разноврсност станишта често сматра примарним покретачем од локалних до пејзажних размера и процеса колонизације и изумирања који преовлађују на већим регионалним и глобалним размерама (Rosenzweig, 1995). Предлаже се да подручје висинских појасава објашњава велики део варијације у богатству врста (Körner, 2000; Bachman и сар., 2004; Bhattarai и сар., 2004; Kattan и Franco, 2004).

Висински распон врста је још једна важна компонента структуре заједнице. Сматра се да је то главни фактор који је у великој мери повезан са ризиком од изумирања организама, а такође је критичан за проучавање биотичких одговора на факторе животне средине (Cooper и сар., 2008). Врсте са малим висинским распонем ће бити у већем ризику јер се на њихов распон могу лакше утицати претећи фактори (Whitton и сар., 2012). Постоје контроверзна правила предложена да се објасни одговор дистрибуције врста дуж градијената надморске висине (Lawton и сар., 1987; Sanders, 2003; Nufio и сар., 2010). Два различита обрасца (у облику грбе и монотонно смањење) често су примећена дуж надморских висина, али ипак, не постоји обједињујућа теорија која објашњава те обрасце. Stevens (1989) је описао негативан ефекат географске ширине и надморске висине на богатство врста, наводећи ову појаву као Рапопортово висинско правило. Рапопортово висинско правило је објашњено као резултат шире еколошке толеранције организама на већој надморској висини. Широка еколошка толеранција организама представља кључну карактеристику, како би издржали велика климатска колебања. Lawton и сар. (1987), суровост и непредвидивост преовлађујући на већим надморским висинама, доприноси смањењу богатства врста и смањењу разноврсности ресурса. Односно, богатство врста је веће на малим надморским висинама јер врсте са малих висина не могу да се прошире на веће надморске висине (Brown и Kodric-Brown, 1977). Све у свему, ово правило објашњава монотонно смањење богатства врста које се јавља са повећањем надморске висине. Неколико студија је истраживало Рапопортово висинско правило за артропode (Kwon и сар., 2014; Meléndez-Jaramillo и сар., 2019; Matevski и сар., 2020).

Поред претходно поменутог правила, неке студије су показале да је повећано богатство врста примећено на средњим надморским висинама (образац у облику грбе) (Colwell и Hurlt, 1994). Овај феномен је назван правило средњег домена, а примећено је код земљишних пужева (Aubry и сар., 2005), паукова (Chatzaki и сар., 2005), и водоземаца (Khatiwada и сар., 2019).

Досадашња истраживања лумбрицидне фауне дуж висинског градијента спроведена су у Аустралији (Wood, 1974), Јужној Америци (Gonzalez и сар., 2007; Cardoso и сар., 2014; González и Lodge, 2017) и Кореји (Tsai и сар., 2004). У Европи су поменута истраживања оскудна, углавном ограничена на Алпе (Martinucci и Sala, 1979; Salomé и сар., 2011), Карпате (Kasprzak, 1979; Rožen и сар., 2013) и Хибински масив (Zenkova и Rapoport, 2013). Упркос великом броју студија о заједници и зоогеографским типовима лумбрицида на планинама Европе (Por и сар., 2010; Csuzdi и сар., 2011; Stojanović и сар., 2013), висински обрасци нису били довољно истраживани.

1.6.4. Зоогеографски положај лумбрицида

Распрострањеност фамилије Lumbricidae сеже преко целокупног Холарктика са највећом разноликошћу у Европи. Од око 700 до сада познатих лумбрицидних врста (Csuzdi, 2012), у Европи је забележено 450 (Rota и de Jong, 2015). Највећи број ендемичних врста у Европи заступљен је на Иберијском и Балканском полуострву (Novo и сар., 2011; Trakić и сар., 2016; Marchán и сар., 2018), али и на Карпатима и Кавказу (Csuzdi и сар., 2011; Rota и de Jong, 2015). Честе промене палеогеографских, климатских и еколошких услова током читаве геолошке историје Балканског полуострва имале су пресудну улогу у формирању изузетно хетерогене лумбрицидне фауне у Србији, коју карактерише велико богатство врста и ендемизам (Omodeo, 1952; Trakić и сар., 2016; Stojanović-Petrović и сар., 2020).

У овој студији коришћена је категоризација коју су предложили бројни аутори (Csuzdi и Zicsi 2003; Pop и сар., 2010; Csuzdi и сар., 2011; Stojanović-Petrović и сар., 2020). У саставу лумбрицидне фауне Србије препознајемо чак 13 зоогеографских елемената (Stojanović-Petrović и сар., 2020): **пегрине** (врсте које имају широку еколошку валенцу и зато лако освајају нове области); **централно-европске** (настајују централни део Европе); **транс-егејски** (насељавају Европу од Алпа до Урала, Анатолију, Левант и Месопотамију); **мезијски** (распрострањени у источним деловима Балкана); **јужно-алпски** (распрострањени на југоисточним ободима Алпа); **илирски** (распрострањени на просторима западног Балкана); **балканско-алпски**; **холомедитерански**; **атланта-медитерански**; **карпато-балкански**; **балкански ендеми ширег распрострањења** (шире распрострањени на Балканском полуострву) и **ендеми уског распрострањења** (присутни на ограниченом подручју Балканског полуострва). Поред балканских ендема у фауни Србије присутни су и **дацијски ендеми** (са центром дистрибуције у Апушенским планинама у Румунији) и **вардарски ендеми** (са центром дистрибуције у вардарској зони) (Petrović и сар., 2022a).

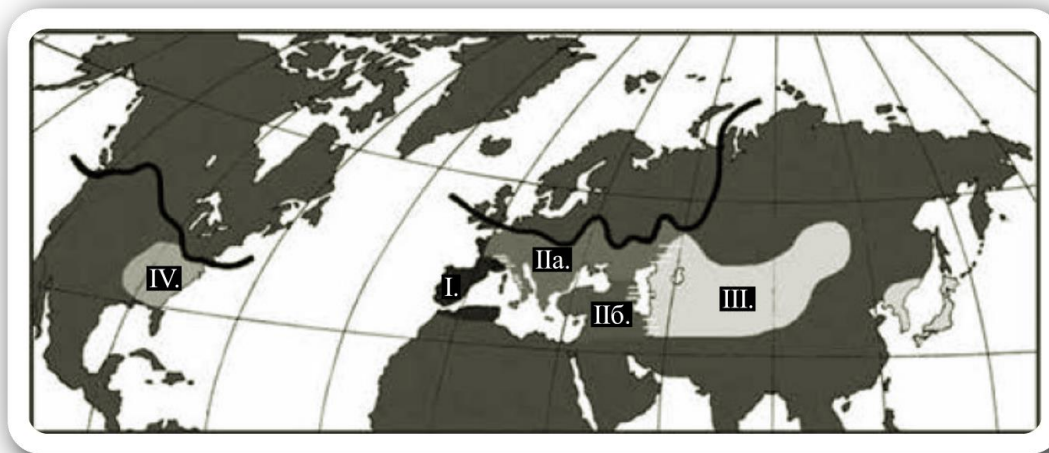
Неки истраживачи сматрају да би лумбрициде могле да буду једна од најважнијих група за реконструкцију биогеографске историје одређених региона (Brown и Gibson 1983; James, 1998). Нажалост, мали број студија се бавио биогеографијом лумбрицида (Michaelsen, 1903, 1911, 1921, 1933; Omodeo, 1952, 1963, 2000) и недовољно је учињено да би се разумела њихова дистрибуција (Pop, 1949; Omodeo, 1952, 1961; Gates, 1966, 1976; Mršić, 1991; Omodeo и Rota, 1989). Без детаљне таксономске и филогенетске ревизије лумбрицидних родова, биогеографски закључци засновани на расподели различитих родова могу лако бити погрешни (Csuzdi и Zicsi, 2003). Csuzdi и Zicsi (2003) су полазећи од актуелног статуса родова издвојили четири велике биогеографске области ендемичних лумбрицида.

I Француско-иберијска област (Иберијско полуострво, Француска западно од Алпа, Сардинија, Корзика, југозападна Италија, планина Атлас). Ову област карактерише велики број јединствених група лумбрицида као што су глисте фамилија Hormogastridae Michaelsen, 1900, Ailoscolecidae Bouché, 1969, рода *Diporodrilus* Bouché, 1970, и лумбрицидних родова *Proselodrilus* (sensu Qiu и Bouché, 2000), *Kritodrilus* (sensu Zicsi и Csuzdi, 1999), *Allolobophora* (s.l.) *molleri-moebii* групе.

II Егејска област (Европа од Алпа до Уралских планина, Анатолије, Леванта и Месопотамије). Карактеристични родови су *Cernosvitovia* Omodeo, 1956, *Dendrobaena* Eisen, 1873, *Fitzingeria* Zicsi, 1978, *Octodrilus* Omodeo, 1956 и *Octodriloides* Zicsi, 1986.

III Туранска област (од туранског басена до Сајан планине, Корејског полуострва и Јапана). Ову област карактеришу родови *Eisenia* Malm, 1877 и *Perelia* Easton, 1983.

IV Северно-америчку област карактеришу родови *Bimastos* Moore, 1893 и *Eisenoides* Gates, 1969 (слика 17).



Слика 17. Приказ дистрибуције ендемичних врста у холарктику: I – Француско-ибериска област; IIa – Егејска област, Европа од Алпа до уралских планина; IIb – Егејска област којој припада Анатолија, Левант и Месопотамија; III – Туранска област; IV – Северно-америчка област. Тамна линија означава јужну границу леденог покривача током квартара (према Csuzdi и сар. 2011).

1.6.5. Конзервациони статус лумбрицида

Знање о дистрибуцији, богатству, екологији и биологији врста је недовољно, али се стално побољшава, стога категорије угрожености треба посматрати као радне хипотезе са најбољим доступним информацијама. Таксономија и дистрибуција лумбрицида из већине европских земаља је добро позната, међутим постоји недостатак општег знања о конзервационом статусу врста (Milutinović, 2014). Веома је тешко бавити се конзервацијом лумбрицида као и уопште бескичмењака, због величине тела и начина живота (Sutherland, 2000). Штавише, Cardoso и сар. (2011) су указали да је само 0.3% описаних копнених бескичмењака класификовано на основу IUCN категорија и критеријума. Сходно томе, постоји хитна потреба за проценом очувања бескичмењака. Да би се утврдио конзервациони статус ендемичних и „архаичних” врста на подручју планине Копаоник применили смо анализу на основу категорија IUCN (2011). На глобалном нивоу, IUCN (2011) даје спектар критеријума и покушава да класификује таксоне у складу са њиховом вероватноћом изумирања у датом периоду. Ове категорије су широко прихваћене широм света али експерти су сматрали да за бескичмењаке, IUCN систем није био погодан за употребу због недостатка података (Gardenfors, 2003). С обзиром на чињеницу да су лумбрициде веома осетљиви организми и због тога склони нестајању, и у складу са њиховим великим значајем у одржавању састава земљишта, аерације, дренаже и плодности, јасно је да је одређивање конзервационог статуса лумбрицида од суштинског значаја за заштиту земљишних биотопа (Milutinović, 2014). Због тога је процена статуса угрожености лумбрицида према IUCN Црвеној листи велики изазов.

Црвена листа угрожених врста IUCN-а представља глобални приказ статуса угрожености биљних и животињских врста. IUCN (2011) црвена листа је индикатор биолошке разноликости на Земљи. На глобалном нивоу, IUCN (2011) даје спектар

критеријума и покушава да класификује врсте у складу са њиховом вероватноћом изумирања у датом периоду. IUCN је дефинисао девет категорија угрожености врста и то су:

1. **EXTINCT (EX)** – изумрла врста. Врста се сматра изумрелом ако се без сумње зна да је последња жива јединка угинула, и ако за неки временски период не постоје подаци о некој живој јединки.
2. **EXTINCT IN WILD (EW)** – ишчезла у природи. Врста је ишчезла у природи када је познато да опстаје једино у култури, у заточеништву или као натурализована популација знатно изван граница претходног распрострањења. Претраживања терена на којима врсте егзистирају, у одређеним периодима године је основни показатељ. Ове врсте се могу након неког временског периода вратити у природна станишта уколико услови за то постоје процесом реинтродукције.
3. **CRITICALLY ENDANGERED (CR)** – критично угрожена врста. Таквим врстама прети велика вероватноћа за изумирање у природи у блиској будућности.
4. **ENDANGERED (EN)** – угрожена врста. Врста се сматра угроженом ако постоје подаци који указују да припада неком од А до Е критеријуму за угроженост. Таквим таксонима прети ризик од нестајања у природи у блиској будућности.
5. **VULNERABLE (VU)** – рањива врста. Врста је рањива уколико постоје докази да припада од А до Е критеријуму за рањивост врсте. Те врсте су суочене са ризиком од нестанка у природи у будућности.
6. **NEAR THREATENED (NT)** – скоро угрожени. Врсте које не припадају ни једном критеријуму угрожености (нису ни критично угрожене, ни угрожене ни рањиве), али су близу да пређу у неку од категорија угрожености у скорој будућности.
7. **LEAST CONCERN (LC)** – последња брига. Врсте које не припадају ниједној у досад наведеној категорији угрожености. То су врсте које су широко заступљене и бројне.
8. **DATA DEFICIENT (DD)** – без довољно података. Врсте које због недовољно података о величини популације, бројности и ареалу нису сврстане ни у једну категорију угрожености. Ове врсте могу бити добро проучене морфо-анатомски и физиолошки, али због недостатка потребних података нису нигде сврстане, што не мора да значи да нису угрожене. Потребно је што пре их проучити и сврстати у неку од категорија угрожености.
9. **NOT EVALUATED (NE)** – неопредељен. Врсте које још увек нису прошле процену угрожености.

Студије које би указивале на одређивање конзервационог статуса лумбрицида до сада нису спроведене нигде, осим у Србији (Stojanović и Karaman, 2006; Stojanović и сар., 2008; Milutinović, 2014). Први рад такве врсте објављен је на ендемичним врстама из рода *Helodrilus* Hoffmeister, 1845 са подручја Балкана (Stojanović и Karaman, 2006) применом IUCN (2011) категоризације у комбинацији са новим правилима, прилагођеним истраживањима лумбрицидне фауне. Након тога, Stojanović и сар. (2008) предлажу Црвену Листу лумбрицида Србије, са тим да се поменута конзервациона листа односила само на површину Балканског полуострва. Касније, Milutinović (2014) користи претходно поменуту листу као основу за процену конзервационог статуса врста западне Србије.

1.7.Преглед таксономских истраживања лумбрицида на подручју Копаоника

Лумбрицидна фауна Србије је добро позната. Прве податке о лумбрицидама у Србији налазимо у радовима страних аутора прве половине XX века, Cognetti de Martiis (1906), Černosvitov-a (1931, 1938, 1939, 1942), Remy-a (1953) и нешто касније Zicsi-a (1968) и Pop-a (1969). У наредном периоду више учешћа у проучавању ове фауне преузимају домаћи аутори, Karaman (1972, 1973), Šapkarev (1972, 1975, 1977, 1980), Zicsi и Šapkarev (1982) и Karaman (1983, 1987). Први фаунистички преглед лумбрицида у Србији дао је Šapkarev (1989) који је приказао податке објављене до 1980. године, наводећи 47 врста. Истраживања фауне лумбрицида Србије интензивирани су крајем деведесетих и почетком двехиљадитих година, углавном од стране домаћих аутора (Mršić, 1991; Karaman и Stojanović, 1993, 1994, 1995, 1996a, б, 1998, 2002; Karaman и сар., 1998; Stojanović, 1996; Šapkarev, 2002; Stojanović и Karaman, 2003, 2005, 2006, 2007; Stojanović и сар., 2008, 2013, 2014, 2017a,б, 2018, 2019; Milutinović и сар., 2010, 2013, 2014, 2015a, б; Szederjesi, 2013; Stojanović и Milutinović, 2014; Sekulić, 2017). Прву свеобухватну листу лумбрицида у Србији дали су Stojanović и сар. (2018), узимајући у обзир нове податке и ревидиран статус појединих врста, у којој су констатовали да у лумбрицидној фауни Србије постоји 15 родова са укупно 74 врсте и подврсте. У својој монографији Stojanović-Petrović и сар. (2020) наводе да је у Србији забележено 77 лумбрицидних врста, од којих је 26 ендемичних врста.

Вреди напоменути да је већина ранијих истраживања била усредсређена углавном на северну, западну, централну и источну Србију, и да није било много сакупљачких експедиција на подручју планине Копаоник. Оскудне податке дао је Šapkarev (1972) у оквиру рада, *Beitrage zur Kenntnis der Lumbriciden fauna Jugoslawiens*, где наводи свега две врсте *Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826) и *Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843 забележене на планини Копаоник. Нешто касније 1980. године, у раду *у оквиру рада о познавању фауне лумбрицида на територији Србије*, исти аутор наводи 8 таксона: *Allolobophora georgii* (Michaelsen, 1890), *Aporrectodea trapezoides* (Duges, 1826), *Aporrectodea jassyensis* Michaelsen, 1891, *Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826), *Bimastos rubidus* (Savigny, 1826), *Dendrobaena alpina alpina* (Rosa, 1884), *Cernosvitovia paratuleskovi* и *Proctodrilus tuberculatus* (Černosvitov, 1935), забележених на територији планине Копаоник. Након тога, Stojanović (1996) у својој докторској дисертацији која се односила на *Фаунистичко-еколошку студију (Lumbricidae) уже Србије*, у којој наводи свега четири врсте (*Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826), *D. byblica*, *D. octaedra* и *O. lacteum*) забележене на овој планини. Из претходног периода, забележено је укупно 13 таксона на планини Копаоник.

2.ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА

Примарни циљ овог истраживања је добијање резултата који се односи на фаунистичко богатство, дистрибуцију и екологију лумбрицида на подручју планине Копаоник. Поред тога, **циљ** овог истраживања је и анализа утицаја надморске висине на структуру заједнице (укупну бројност, богатство врста, висински распон врста, зоогеографске типове и еколошке категорије) лумбрицида. Све поменуто има задатак да повећа сазнања о лумбрицидама датог подручја као и да унапреди разумевање утицаја надморске висине на структурне заједнице лумбрицида.

Специфични циљеви истраживања ове дисертације су:

- анализа оскудних досадашњих истраживања фам. Lumbricidae на подручју планине Копаоник као и квалитативна анализа у циљу утврђивања коначне листе лумбрицида планине Копаоник на основу резултата добијених у току истраживања; зоогеографска анализа према зоогеографским типовима коју предлажу Csuzdi и Zicsi (2003); анализа еколошких категорија које је предложио Bouché (1972);
- утврђивање квантитативне структуре (богатство врста и укупна бројност јединки) лумбрицида на одређеним висинским појасевима планине Копаоник, као и израчунавање индекса диверзитета (Shannon-Weaver-ов, Evennes-ов и Berger-Parker-ов) на различитим стаништима истраживане планине;
- утврђивање присуства ендемичних и „архаичних” врста истраживаног подручја и представљање одговарајућег предлога за разрешавање неизвесног таксономског статуса поменутих врста као и утврђивање дистрибуције и степена угрожености према IUCN стандардима;
- упоређивање састава заједнице међу висинским појасевима помоћу кластер анализе (UPGMA) заснована на Jaccard-овом коефицијенту сличности како би се истражили висински обрасци састава заједнице лумбрицида;
- одређивање висинског распона врста израчунавањем разлика између најниже и највише надморске висине њеног присуства и одређивање висинског распона;
- утврђивање постојања специфичних висинских образаца Рапопортовог висинског правила или ефекта средњег домена као и утврђивање утицаја надморске висине на еколошке категорије и зоогеографске типове.

3.МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

3.1.Методологија теренског и лабораторијског рада

Материјал за фаунистичко проучавање лумбрицида прикупљен је са различитих локалитета на планини Копаоник у периоду од 2018. до 2021. године, од марта до августа поклапајући се са кишном сезоном (табела 1). Глисте су узорковане само из примарних и секундарних станишта (храстових, букових, буково-јелових, смрекових, смреково-јелових шума и ливада, влажних ливада, пашњака, поред потока/река). Како би установили висински образац, одредили смо по 10 висинских трансеката на источној (висински распон од 366 до 2.017 m н.в.) и западној страни планине (висински распон од 420 до 1.950 m н.в.), и на овај начин омогућили смо независност узоркованих података. Надморска висина је забележена помоћу висинометра (*Sun Altimeter*). Распон трансеката је углавном на 150 до 200 m н.в., и укључују четири вегетацијска појаса (брдски, планински, субалпски и алпски). На сваком висинском трансекту одабрали смо три различита локалитета, са укупно 60 тачака узорковања (30 на источној (И) односно 30 на западној (З) страни планине). Према протоколу који је дао Zicsi (1958), узето је по осам проби величине 40x40 cm² са сваке тачке узорковања. Укупно 480 проби (240 на источној односно 240 на западној страни планине) за четири године теренског рада.

Табела 1. Листа локалитета на којима су вршена узорковања лумбрицида.

Локалитет/н.в./страна планине	Г. ширина	Г. дужина	Станиште/скраћенице
1. Куршумлија (366 m) (И)	43.14	21.26	Ливада (ЛИ1), Обала реке (ОРИ1), Храстова шума (ХШИ1)
2. Рудница (420 m) (З)	43.25	20.69	Ливада (ЛЗ1), Храстова шума (ХШЗ1), обала реке (ОРЗ1)
3. Куршумлијска Бања (450 m) (И)	43.25	20.69	Ливада (ЛИ2), Обала реке (ОРИ2), Храстово-грабова шума (ХГШИ1)
4. Јошаничка Бања (550 m) (З)	43.37	20.75	Ливада (ЛЗ2), Букова шума (БШЗ1), обала реке (ОРЗ2)
5. Муре (670 m) (З)	43.23	20.7	Ливада (ЛЗ3), Храстова шума (ХШЗ2), Влажна ливада (ВЛЗ1)
6. Луковска Бања (681 m) (И)	43.16	21.03	Ливада (ЛИ3), Букова шума (БШИ1), Обала реке (ОРИ3)
7. Ново Село (800 m) (З)	43.25	20.72	Ливада (ЛЗ4), Храстова шума (ХШЗ3), Влажна ливада (ВЛЗ2)
8. Блажево (800 m) (И)	43.26	20.84	Ливада (ЛИ4), Букова шума (БШИ2), Обала реке (ОРИ4)
9. Ђерекаре (957 m) (И)	43.26	20.97	Пашњак (ПИ1), Букова шума (БШИ3), Обала потока (ОПИ1)
10. Семетеш (1.000 m) (З)	43.3	20.71	Пашњак (ПЗ1), Букова шума (БШЗ2), Влажна ливада (ВЛЗ3)
11. Брзеће (1.100 m) (И)	43.3	20.88	Ливада (ЛИ5), Пашњак (ПИ2), Обала потока (ОПИ2)
12. Јелак (1.112 m) (И)	43.3	20.85	Букова-јелова шума (БЛШИ1), Тисово-јелова шума (ТЈШИ), Обала потока (ОПИ3)
13. Лисина (1.250 m) (З)	43.27	20.74	Пашњак (ПЗ2), Букова шума (БШЗ3), обала потока (ОПЗ1)
14. Чајетина (1.500 m) (З)	43.28	20.78	Пашњак (ПЗ3), Букова шума (БШЗ4), обала потока (ОПЗ2)

Табела 1. Наставак.

Локалитет/н.в./страна планине	Г. ширина	Г. дужина	Станиште/скраћенице
15. Треска (1.622 m) (З)	43.28	20.81	Пашњак (П34), Букова шума (БШ34), Буково-јелова шума (БШ31)
16. Мало језеро (1750 m) (З)	43.28	20.8	Пашњак (П35), Смрекова шума (СШ31), Обала потока (ОП33)
17. Јарам (1820 m) (И)	43.28	20.82	Смрекова шума (СШИ1), Вриштина (ВИ1), Обала потока (ОПИ5)
18. Марине воде (1950 m) (З)	43.28	20.81	Смреково-јелова шума (СШ31), Смрекова шума (СШ32), Обала потока (ОП34)
219. Панчићев врх (2.017 m) (И)	43.27	20.8	Смрекова шума (СШИ2), Смрекова шума (СШИ3), Боровнице (Б1)

Лумбрициде су сакупљене прекопавањем помоћу ашов-лопате одрађених пробних површина и претраживањем испод камења, оборених дебала, у рупама стабала као и са делова копнених биљака који су се налазили у води. Затим су ручно сортиране, и фиксиране у 96% алкохолу, са етикетом на којој су обележени неопходни подаци. Након завршетка процеса узорковања, ископано и испитано земљиште као и камење и балвани враћали су се на оригинално узоркована места.

После теренског рада, обављен је и лабораторијски рад који је подразумевао квантитативно-квалитативну анализу. Главни морфолошки карактери које смо анализирали су дужина и ширина тела, број сегмената, пигментација, тип простомијума, положај мушке и женске поре, распоред хета, положај прве дорзалне поре, распоред glandularних папила, положај клителума и туберкуле. Са друге стране, припрема лумбрицида за анализу анатомских карактера одвијала се у неколико корака. Најпре је потребно исправљену глисту поставити вентралном страном према доле, затим тело причврстити шпенаглама за простомијум и пигидијум. На тај начин омогућено нам је лако манипулисање глистом што олакшава њену дисекцију. Пре свега треба обратити пажњу на број и положај семених кеса и семепријемника, облик и орјентисаност нефридијалних канала као и облик тифлозолиса, који су важни таксономски карактери код ендемичних и „архаичних” лумбрицида. Лумбрицидна фауна идентификована је уз помоћ серије кључева за идентификацију: Mršić (1991), Csuzdi и Zicsi (2003), Blekmore (2004) и Stojanović-Petrović и сар. (2020). Сви прикупљени примерци су трајно архивирани у збирци кишних глиста Универзитета у Крагујевцу, Србија (*Earthworm Collection of the University of Kragujevac, Serbia (CEKUS)*), где су јавно доступни.

Да би се зоогеографски појаснила структура лумбрицидне фауне Копаоника, неопходно је било извршити категоризацију фаунистичких типова (Csuzdi и Zicsi, 2003; Pop и сар., 2010; Csuzdi и сар., 2011; Stojanović-Petrović и сар., 2020; Popović и сар., 2022a).

Поред тога, фауна лумбрицида је класификована у пет еколошких категорија (**епигеичне, ендегичне, анецичне, копрофагне и хидрофилне**) на основу њиховог еколошког понашања (Bouché, 1977; Lee, 1985; Sims и Gerard, 1985; Edwards, 1998; Paoletti и сар., 2013). Хидрофилне и копрофагне нису убачене у статистичку анализу због малобројности.

3.1.1. Методе за DNK изолацију, секвенционирање и филогенетску анализу ендемичних врста лумбрицида

Након морфолошке идентификације, одабран је по један репрезентативни примерак ендемичних врста са неизвесним таксономским статусом *Allolobophora (s.l.) dofleini* (Ude, 1922), *Allolobophora (s.l.) paratuleskovi*, *Allolobophora (s.l.) serbica* (Šapkarev, 1977), *Allolobophora strumicae* (Šapkarev, 1973) и *Allolobophora (s.l.) treskavicensis* (Mršić, 1991) за даљу анализу (табела 2). Молекуларна истраживања су одрађена на Универзитету Виго, Департману за екологију у Шпанији. Укупна геномска DNK је екстрахована коришћењем DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen) из вентралног интегумента узорка од приближно 5x5 mm. Региони нуклеуса 28S rRNA и митохондријалне 16S rRNA, 12S rRNA, NADH дехидрогеназе (ND1) и цитохром оксидазе С подјединица 1 (COI) су појачани за поменуте врсте коришћењем ланчане реакције полимеразе (PCR), са прајмерима и условима које је описао Pérez-Losada и сар. (2009; 2015). PCR производи су пречишћени и секвенционирани од стране С.А.С.Т.И Геномске службе (Универзитет у Вигу, Шпанија). DNK секвенце добијене у овој студији доступне су у Genbank.

Табела 2. Одабране индивидуе за филогенетске анализе и њихови каталогски бројеви у збирци CEKUS, који су у колекцији су сачувани као врсте рода *Allolobophora (s.l.)*.

Врсте	CEKUS	Локалитет/станиште
<i>All. (s.l.) dofleini</i>	1492, 1493	Луковска Бања/пашњак
<i>All. (s.l.) paratuleskovi</i>	1029, 1030, 1031, 1032, 1033, 1034, 1035, 1036, 1037, 1038, 1455, 1456	Муре, Семетеш, Луковска Бања/ливада
<i>All. (s.l.) serbica</i>	1469, 1470, 1471, 1472, 1473	Луковска Бања, Куршумлија/ливада
<i>All. (s.l.) strumicae</i>	1040, 1041, 1042, 1043, 1045, 1046, 1047, 1048, 1049, 150	Муре, Ново Село /храстова шума, ливада
<i>All. (s.l.) treskavicensis</i>	1063, 1064, 1065, 1066, 1067, 1068, 1069, 1070, 1071, 1072, 1366, 1367, 1368, 1369	Семетеш, Треска/вл. ливада, пашњак

Секвенце које су пријавили Domínguez и сар. (2015; 2018), Pérez-Losada и сар. (2009; 2011; 2015), Paoletti и сар. (2016), De Sosa и сар. (2019), Jiménez Pinadero и сар. (2021) и Marchán и сар. (2021) укључујући представнике већине родова фамилије Lumbricidae и два члана најближих фамилија (Hormogastridae Michaelsen, 1900 и Criodrilidae Vejdovskzy, 1884) преузети су са Genbank-е и коришћени као референтни скуп података.

Секвенце су усклађене са прогармом MAFFT v.7 (Katoh и Standley, 2013) са подразумеваним подешавањима и спојене са BioEdit (1999), што је резултирало матрицом од 3287 бр. Најприкладнији еволуциони модел за сваку партицију је изабран помоћу jModelTest v. 2.1.3. (2012) применом Акаике информационог критеријума (AIC; Akaike 1973) и Bayesian информационог критеријума (BIC; Schwarz, 1978). GTR+I+G је изабран као најбољи еволуциони модел за COI, 28S; ND1 је изабран за 12S, а HKY+I+G је изабран за 16S.

Bayesian закључак о филогенији је процењен помоћу MrBayes v.3.2.6 (Ronquist и Huelsenbeck, 2003) како је имплементирано у CIPRES Science Gateway V. 3.3 (Miller и

сар., 2010). Анализа је обављена са подразумеваним параметрима, а свака од две независне серије је постављена на 50 милиона генерација које су узорковале сваку 5.000. генерацију (10.000 стабала). Наиме, 20% стабала је одбачено као изгорело, а преостала стабла су комбинована и сажета на стаблу консензуса од 50% већине.

3.2. Статистичке методе

3.2.1. Метода за одређивање конзервационог статуса ендемичних врста лумбрицида

За очување биодиверзитета значајно је не само укупно, већ и појединачно вредновање врста. Према Gaston и Fuller-у (2009), величина географског распона је једна од основних еколошких и еволуционих карактеристика врста. Наиме, да би се утврдио конзервациони статус ендемичних врста применили смо анализу на основу категорија IUCN (2011) Црвене листе. На глобалном нивоу, IUCN (2011) даје спектар критеријума и покушава да класификује врсте у складу са њиховом вероватноћом изумирања у датом периоду. Тачније, установљен је степен појављивања (*extent of occurrence* (ЕОО) – Према IUCN (2011), ЕОО се дефинише као „имагинарна граница одређеног подручја које таксони заузимају“) за сваку ендемичну врсту уз помоћ GeoCAT програма (Bachman и сар., 2011). Према IUCN (2011), прагови за ЕОО су 100 km² (Critically Endangered (CR) – критично угрожени, таквим врстама прети велика вероватноћа за изумирање у природи у блиској будућности.), 5.000 km² (Endangered (EN) – угрожени, таквим врстама прети ризик од нестајања у природи у блиској будућности.) и 20.000 km² (Vulnerable (VU) – рањиви, те врсте су суочене са ризиком од нестанка у природи у будућности. Поред тога, врсте чији је ЕОО већи од 20.000 km² нису угрожене (Least Concern (LC)). Предложена листа односиће се само на површину Балканског полуострва. Мапе са установљеним ЕОО приказане су помоћу GoogleMaps (2022).

3.2.2. Методе за анализу богатства врста и укупне бројности као биолошког диверзитета лумбрицида

Богатство врста је представљено бројем врста на сваком висинском трансекту, а укупна бројност укупним бројем јединки сваке врсте на висинским трансектима. Корелација између богатства врста, укупне бројности јединки, бројности зоогеографских типова, бројности еколошких категорија и надморске висине испитани су уз помоћ Pearson-ове корелације.

Диверзитет (разноликост) заједница обухвата биолошку разноликост унутар станишта (алфа диверзитет), разноликост између станишта (бета диверзитет) и укупну разноликост у истраживаном региону (гама диверзитет). *Алфа диверзитет* је пре свега одређен бројем врста и зависи од уједначености броја врста, па тако заједница у којој доминира једна врста има мањи алфа диверзитет од заједнице која је полидоминантна, односно у којој су врсте уједначене по бројности. Алфа диверзитет је одређен коришћењем Shannon-Weaver-овог (Shannon-Weaver, 1963), Evenness-овог (Pielou, 1966) и Berger-Parker-овог (Berger и Parker, 1970) индекса.

Shannon-Weaver-ов (H') индекс:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i;$$

p_i – укупан број јединки једне врсте

Вредности Shannon-Weaver-овог индекса обично су између 1.5 и 3.5; а ретко 4.5. У суштини веће вредности овог индекса показују већу разноликост.

Evenness-ов (Shannon-Wiener J') индекс:

$$J' = H' / \ln S,$$

H' – Shannon-Weaver-ов индекс;

S – богатство врста

Вредности овог индекса су између 0 и 1, а када је вредност овог индекса близу нуле, уједначеност се смањује. То значи да је релативна бројност одређених врста на одређеном локалитету мања него на другим локалитетима, као резултат тога, фауна има мању уједначеност (Heip, 1974).

Berger-Parker-ов (D_{BP}) индекс:

$$D_{BP} = N_{\max} / N,$$

$N_{\max}$ – укупан број јединки најчешће врсте;

N – укупан број јединки у заједници.

Вредности овог индекса су између 0 и 1, а када је вредност овог индекса близу 1, доминантност је велика (Southwood, 1978).

Бета диверзитет између две заједнице може се описати применом неког од многобројних коефицијената различитости. Најједноставнији, и најчешће коришћени коефицијент различитости је Жакаров коефицијент (Jaccard, 1912).

За представљање бета биодиверзитета коришћена је **кластер анализа (UPGMA), заснована на Жакаровом коефицијенту сличности** (Krebs, 1998). Извршена је да би се упоредио састав заједнице лумбрицида између висинских трансеката као и у циљу истраживања висинских образаца састава заједнице лумбрицида.

$$\beta J = b + c / a + b + c$$

a – број врста које су присутне у оба станишта

b – број врста који се налази само у првом станишту

c – број врста који је забележен само у другом станишту

3.2.3. Метода за одређивање обрасца разноликости код лумбрицида дуж висинског трансекта

Да бисмо одредили који образац (Рапопортово висинско правило или правило средњег домена) је присутан у нашим истраживањима, одредили смо величину висинског распона за сваки таскон. Величина висинског распона за сваку пронађену врсту процењена је израчунавањем разлике између најниже и највеће надморске висине њеног присуства, односно такозваног средњег распона надморске висине (Kim и сар., 2019). Полиномска регресија је коришћена да се процени да ли фауна лумбрицида дуж висинског трансекта прати Рапопортово висинско правило или ефекат средњег домена.

3.2.4. Класификационе и ординационе методе за анализу заједница лумбрицида

Да би одредили да ли подаци имају нормалну дистрибуцију користили смо Shapiro-Wilk-ов тест. Због чињенице да расподела није била нормална ($p < 0.05$), за даље анализе података коришћене су непараметарске методе.

Метода индиректне ординације, неметричко вишедимензионално скалирање (*nonmetric multidimensional scaling nMDS*) (Taguchi и Oono, 2005), коришћена је да би се визуелизовале сличности између различитих типова станишта – отворена станишта (ливаде, влажне ливаде, пашњаци), обалска станишта (обале река и потока), листопадне (храстове и букове шуме) и четинарске (смрекове, тисово-јелове, смреково-јелове) шуме на основу евидентираних врста у њима. Удаљеност између две тачке узорковања је процењена коришћењем парног Bray-Curtis-овог индекса сличности.

Анализа сличности (*Analysis of similarity ANOSIM*) повезује средњу разлику рангова између и унутар група, генеришући глобалну статистику (R). Вредности глобалне статистике (R) крећу се од -1 до $+1$. Вредности близу 0 и негативне вредности показују сличност међу групама. Вредности које су ближе $+1$ указују на снажну различитост међу групама.

Проценат сличности (*Similarity percentage SIMPER*) идентификује врсте које су најодговорније за уочене обрасце (нпр. врсте које доприносе сличности унутар групе и оне које највише доприносе различитости између група) разврставањем Bray-Curtis-овог индекса сличности међу узорцима. Што је врста распрострањенија унутар групе, то више доприноси сличности унутар групе, док је врста са константно високим доприносом различитости међу групама добра врста за разликовање (Clarke и Warwick, 2001).

За приказивање кластер анализа UPGMA, nMDS, ANOSIM и SIMPER (Hammer и сар., 2001) коришћен је софтвер палеонтолошке статистике (*Paleontological statistics software PAST*), док смо за приказивање Shapiro-Wilk-овог теста, полиномске регресије и Pearson-ове корелације користили SPSS 20. (IBM CORP., 2011).

4.РЕЗУЛТАТИ

4.1. Листа установљених родова и врста и њихови локалитети

Тренутна листа фауне лумбрицида планине Копаоник садржи 40 таксона (35 врста и пет подврста), који се убрајају у 12 родова из породице Lumbricidae. Родови *Dendrobaena* Eisen, 1873 и *Cernosvitovia* представљени са 11 односно девет таксона, доминантни су у фауни лумбрицида планине Копаоник. Преостали регистровани таксони припадају следећим родовима: *Aporrectodea* (5), *Lumbricus* (4), *Allolobophora* (2), *Eisenia* (2), *Proctodrilus* (2), док су родови *Bimastos*, *Eiseniella*, *Octodrilus*, *Octolasion* и *Panoniona* заступљени само са једним таксоном. На листи се налазе врсте *All. georgii* и *P. tuberculatus* које је забележио Šapkarev (1980).

Таксони *Cernosvitovia strumicae*, *Cernosvitovia sturanyi dacica* (Rosa, 1895), *Cernosvitovia treskavicensis*, *Cernosvitovia udei* (Mršić, 1991), *Dendrobaena alpina popi* Šapkarev, 1971 и ?*Dendrobaena ruffoi* Zicsi, 1970 су први пут забележене на подручју Србије.

Царство: Animalia

Тип: Annelide

Класа: Clitellata

Ред: Haplotaxida

Породица: Lumbricidae

Род *Allolobophora* Eisen, 1874

– *Allolobophora chlorotica chlorotica* (Savigny, 1826)

– *Allolobophora georgii* (Michaelsen, 1890)

Род *Aporrectodea* Örley, 1885

– *Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826)

– *Aporrectodea handlirschi* (Rosa, 1897)

– *Aporrectodea jassyensis* Michaelsen, 1891

– *Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826)

– *Aporrectodea trapezoides* (Duges, 1826)

Род *Bimastos* Moore, 1893

– *Bimastos rubidus* (Savigny, 1826)

Род *Cernosvitovia* Omodeo, 1956

– *Cernosvitovia dofleini* (Ude, 1922)

– *Cernosvitovia kosowensis* (Karaman, 1968)

– *Cernosvitovia mehadiensis mehadiensis* (Rosa, 1895)

– *Cernosvitovia paratuleskovi* (Šapkarev, 1975)

– *Cernosvitovia serbica* (Šapkarev, 1977)

– *Cernosvitovia strumicae* (Šapkarev, 1973)

– *Cernosvitovia sturanyi dacica* (Rosa, 1895)

– *Cernosvitovia treskavicensis* (Mršić, 1991)

– *Cernosvitovia udei* (Mršić, 1991)

Род *Dendrobaena* Eisen, 1873

– *Dendrobaena alpina alpina* (Rosa, 1884)

– *Dendrobaena alpina popi* Šapkarev, 1971

– *Dendrobaena attemsi* (Michaelsen, 1902)

– *Dendrobaena byblica* (Rosa, 1893)

– *Dendrobaena illyrica* (Cognetti de Martiis, 1906)

– *Dendrobaena octaedra* (Savigny, 1826)

- *Dendrobaena platyura* (Fitzinger, 1833)
- *Dendrobaena rhodopensis* (Černosvitov, 1937)
- ?*Dendrobaena ruffoi* Zicsi, 1970
- *Dendrobaena serbica* Karaman, 1973
- *Dendrobaena vej dovskyi* (Černosvitov, 1935)
- Род *Eisenia* Malm, 1877
 - *Eisenia fetida* (Savigny, 1826)
 - *Eisenia lucens* (Waga, 1857)
- Род *Eiseniella* Michaelsen, 1900
 - *Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826)
- Род *Lumbricus* Linnaeus, 1758
 - *Lumbricus castaneus* (Savigny, 1826)
 - *Lumbricus polyphemus* (Fitzinger, 1833)
 - *Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843
 - *Lumbricus terrestris* Linnaeus, 1758
- Род *Octodrilus* Omodeo, 1956
 - *Octodrilus transpadanus* (Rosa, 1884)
- Род *Octolasion* Örley, 1885
 - *Octolasion lacteum* (Örley, 1881)
- Род *Panoniona* Mršić и Šapkarev, 1988
 - *Panoniona leoni* (Michaelsen, 1891)
- Род *Proctodrilus* Zicsi, 1985
 - *Proctodrilus antipai* (Michaelsen, 1891)
 - *Proctodrilus tuberculatus* (Černosvitov, 1935)

У наставку су дати морфо-анатомски карактери пронађених врста, као и разлике у поменутиим карактерима које се налазе у литератури.

4.2. Род *Allolobophora* Eisen, 1874

4.2.1. *Allolobophora chlorotica chlorotica* (Savigny, 1826)

(слика 18)

Enterion chloroticum Savigny, 1826: 182.

Allolobophora (*Allolobophora*) *chlorotica* Šapkarev, 1978; 86.

Allolobophora chlorotica chlorotica Mršić, 1991: 213; Csuzdi и Zicsi, 2003: 50; Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 62.

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 42–85 mm (Šapkarev 42–85 mm; Mršić 26–60 mm; Csuzdi и Zicsi 30–70 mm; Stojanović-Petrović и сар. 42–85 mm), ширине 2.4–4 mm, са 84–149 сегмената (Šapkarev 84–149; Mršić 66–144; Csuzdi и Zicsi 60–140; Stojanović-Petrović и сар. 84–149). Обојеност тела је зеленкасто-сива до беличаста (Mršić зелена, роза или сива). Простомијум је епилобичан, отворен (1/2). Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 4/5. Хете су уско парне, а њихов однос после клителума је: aa:ab:bc:cd:dd = 12.5:1.25:8.5:1:25. Мушки полни отвори су велики, на 15. сегменту, и леже на жлезданим пољима од 14. до 16. сегмента. Женски

полни отвори су на 14. сегменту. Клителум је седласт и захвата од 29 (30) до 37 сегмента (Šapkarev 29–37; Mršić 29, 30–37, ½37; Csuzdi и Zicsi 29, (30)–37; Stojanović-Petrović и сар. 29, (30)–37). Туберкула је у облику пијавки и налази се на 31, 33. и 35. сегменту (Šapkarev 31, 33, 35; Mršić 31, 33, 35; Csuzdi и Zicsi 31, 33, 35; Stojanović-Petrović и сар. 31, 33, 35).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 15–16, а мускуларни 17/18 сегмента. Бочна срца су на 7–11 сегменту. Дисепименти су благо задебљали од 6/7–13/14 сегмента. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су 10–12 сегмента са бочним врећицама у 10. сегменту. Семене кесе се налазе у 9–12 сегменту. Семепријемници су у 9, 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталној бразди 8/9, 9/10 и 10/11 између чекиња с и d. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су у облику латиничног слова U, са уназад оријентисаним енталним (водећим) делом. Попречни пресек уздужних мишића је фасцикуларног типа.



Слика 18. Спољашњи изглед подврсте *Allolobophora chlorotica chlorotica*. **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: Према еколошкој карактеризацији *All. c. chlorotica* припада ендегичној групи, која живи и храни се у минералном слоју земљишта која се налази око и испод зоне интензивног развоја корена. Може се наћи на пашњацима, ливадама, у антропогеним биотопима, у шумама (Stojanović-Petrović и сар., 2020). У нашим истраживањима пронађена је у ливадама на нижим надморским висинама.

Зоогеографски тип: *Allolobophora chlorotica chlorotica* је широко распрострањена перепарна врста пореклом из Палеарктика.

Напомена: Варијације у положају туберкуле може се уочити чак и унутар једне популације. Постоје примерци са нормалним положајем туберкуле (31, 33, 35) на једној страни, а са непрекидним низом на другој страни (31, 32, 33, 34, 35). Због поменуте варијабилности, подврста *Allolobophora chlorotica kosowensis* Šapkarev, 1977, сматра се синонимом номиналне врсте (Csuzdi и Zicsi, 2003). Друге две подврсте, *Allolobophora chlorotica waldensis* Ribaucourt, 1896 и *Allolobophora chlorotica postepheba* Bouché, 1972, требало би сматрати валидним, јер у првом случају постоје разлике у положају клителума (30–36) и у броју семепријемника (7/8, 8/9, 9/10, 10/11), а у другом је клителум на већем броју сегмената (30–38) и положај туберкуле је различит (32, 34, 36) (Csuzdi и Zicsi, 2003).

Локалитети: 7 инд., Рудница, 06.04.2018; 1 инд., Ново Село, 16.05.2018.

4.2.2. *Allolobophora georgii* (Michaelson, 1890)

(слика 19)

Allolobophora georgii Michaelson, 1890: 3.

Allolobophora georgii Šapkarev, 1980: 167; Stojanović, 1996: 31.

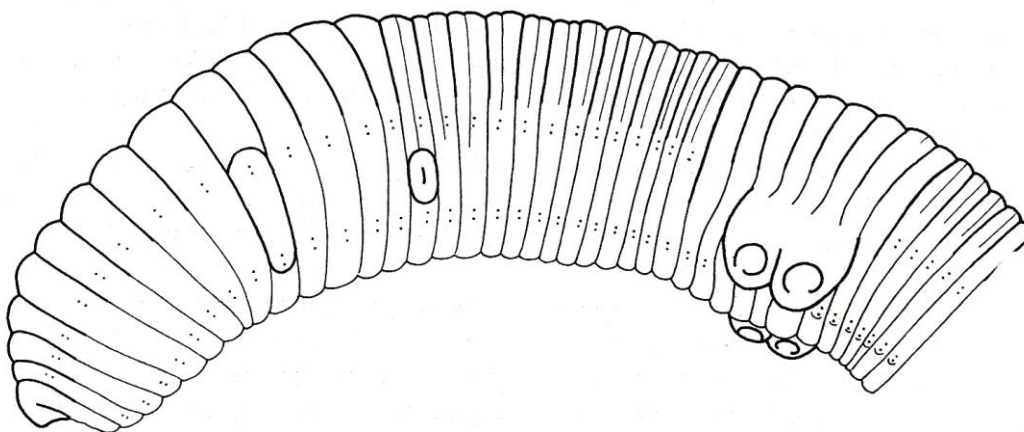
Aporrectodea (Aporrectodea) georgii Mršić, 1991: 315; Stojanović и сар., 2008.

Aporrectodea georgii Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović и сар., 2020: 107.

Allolobophora georgii Navaro и сар., 2023: 10.

Спољашњи морфолошки карактери (према Mršić-у, 1991): Дужина тела је 24–95 mm, ширина 2–4 mm, са 105–114 телесних сегмената, беличасте боје. Простомијум је епилобичан, отворен (1/3–1/2). Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 4/5. Мушки полни отвори су мали на 15. сегменту. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете су уско парне (aa=dd; dd<1/ U). Клителум је седласт и налази се од 29. до 35, ½ 36. сегмента. Туберкула је у облику пијавки и налази се на 31. и 33. сегменту.

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 15–16, а мускуларни 17–18 сегмента. Бочна срца су 6–11 сегмента. Дисепименти 6/7–14/15 благо задебљали. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) на 10. и 11. сегменту. Семење кесе се налазе 9–12 сегмента. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталној бразди 8/9, 9/10, 10/11, међу чекињама с и d.



Слика 19. Шематски цртеж врсте *Allolobophora georgii* према Mršić-у (1991).

Екологија: *Allolobophora georgii* насељава букове и храстове шуме, као и влажне долине ливаде (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Спада у ендегичне врсте.

Зоогеографски тип: *Allolobophora georgii* има атланти-медитеранско распрострањење.

Локалитети: 1 инд., Копаоник, 12.6.1972. (Šapkarev, 1980).

4.3. Род *Aporrectodea* Örley, 1885

4.3.1. *Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826)

(слика 20)

Enterion caliginosum Savigny, 1826: 180.

Allolobophora (*Allolobophora*) *caliginosa* Šapkarev, 1978: 82.

Allolobophora caliginosa caliginosa Mršić, 1991: 322.

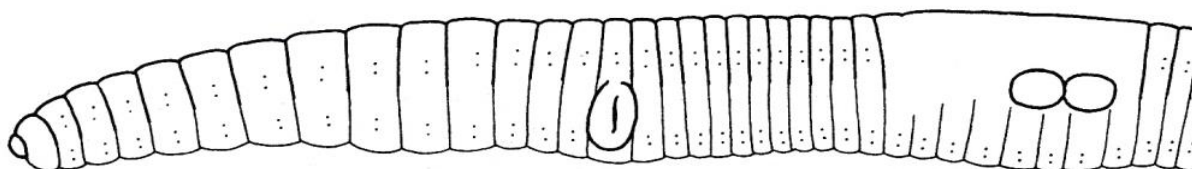
Aporrectodea caliginosa Csuzdi и Zicsi, 2003: 76; Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 99.

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 52–169 mm (Šapkarev 59–164 mm; Mršić 59–164 mm; Csuzdi и Zicsi 50–150 mm; Stojanović-Petrović и сар. 59–164 mm), ширине 4–6 mm, са 101–192 телесних сегмената (Šapkarev 102–188; Mršić 102–180; Csuzdi и Zicsi 100–180; Stojanović-Petrović и сар. 102–188). Обојеност тела је најчешће у свим нијансама тамносиве до браонкасте. Простомијум је епилобичан, затворен (1/2). Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 5/6–9/10. Мушки полни отвори су велики и налазе се између чекиња b и c, на добро израженом жлезданом пољу које лежи 14–16 сегмента. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете ab су увек на жлезданим брадавичастим испупчењима на сегментима 9, 10, 11, 30, 32. и 33, ређе се налазе и на 34. сегменту. Клителум је седластог облика и налази се од 25, 26. (29) до 34, 35. сегмента (Šapkarev 26, 27–34; Mršić 26, 27, 28–34, 35; Csuzdi и Zicsi 25, 26, (29)–34, 35; Stojanović-Petrović и сар. 25, 26, (29)–34, 35). Туберкула се налази од 31. до 33. сегмента (Šapkarev 31–33; Mršić 31–33; Csuzdi и Zicsi 31–33; Stojanović-Petrović и сар. 31–33).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 15–16, а мускуларни 17– $\frac{1}{2}$ 18 и у 18. сегменту. Бочна срца су 7–12 сегмента. Дисепименти јако задебљали на 5/6–9/10, а слабије на 10/11–14/15. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 10. сегменту. Семене кесе налазе се 9–12 сегмента. Семепријемници су у 9. и 10. или ређе у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталној бразди 9/10, 10/11 на линијама чекиња *cd*. Нефридијални канали су у облику латиничног слова J, са уназад оријентисаним енталним (водећим) делом. Тифлозолис је трослојан. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



б



Слика 20. Спољашњи изглед врсте *Aporrectodea caliginosa*. **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Aporrectodea caliginosa* насељава готово сва станишта, осим четинарских шума (Šarkarev, 1980; Stojanović-Petrović и сар., 2020). Ова врста је регистрована на ливадама и у храстовим шумама. Спада у ендегичне врсте, живи и храни се у минералном слоју тла.

Зоогеографски тип: *Aporrectodea caliginosa* је широко распрострањена перегрина врста.

Напомена: Комплекс врста *Aporrectodea caliginosa* обухвата најзаступљеније лумбрициде на травњацима и пољопривредним екосистемима Палеартичког региона. Историјски, овај комплекс се састојао од следећих врста: *Ap. caliginosa*, *Aporrectodea trapezoides* (Dugés, 1828), *Aporrectodea tuberculata* (Eisen, 1874) и *Aporrectodea longa* Evans, 1946. Поменуте врсте су таксономски веома сличне и тешко их је разликовати због њихове морфолошке варијабилности (табела 3). Сходно томе, њихов таксономски статус и њихови филогенетски односи су предмет расправе више од једног века. Дуго

се сматрало да различите подврсте и врсте (Gates, 1982; Bouché, 1972; Reynolds, 1995) треба третирали за синониме врсте *Ap. caliginosa*. Pérez Onteniente и Rodríguez (2002) су описали три врсте које се разликују једне од других у броју и положају гениталних папила. Ова таксономска карактеристика је веома варијабилна, чак и међу различитим примерцима исте популације, а број одговара сексуалној активности одређених јединки (Gerard, 1964; Bouché, 1972; Zicsi, 1974; Perel, 1979). Csuzdi и Zicsi (2003) сматрају да је описивање нових врста које се разликују искључиво на основу ових карактеристика, неоправдано.

Молекуларно-филогенетске анализе које су спровели Pérez-Losada и сар. (2009) су показале да *Ap. caliginosa* и *Ap. tuberculata* чине сестринску кладу са *Ap. trapezoides*, *Aporrectodea longa* (Ude, 1885) и *Ap. nocturna*, што указује да је *Ap. longa* део комплекса врста *Ap. caliginosa*. Поменута студија потврдила је статус врсте свих ових поменутих врста. Штавише, указали су на присуство веома дивергентних линија унутар *Ap. caliginosa*, *Ap. trapezoides* и *Ap. longa*, што сугерише постојање криптичног диверзитета унутар ових врста.

Табела 3. Поређење неких важних таксономских карактера комплекса врста *Aporrectodea caliginosa*.

Врсте	Клителум	Туберкула	С. кесе	Семепријемници
<i>Ap. caliginosa</i>	26, 27–34, 35	31–33, 34	9–12	9/10–11/12
<i>Ap. longa</i>	½26–28–35, ½36	32–34	9–12	9/10–11/12
<i>Ap. trapezoides</i>	27, 28–34	31–33	9–12	9/10–11/12
<i>Ap. tuberculata</i>	27–34	31–34	9–12	9/10–11/12

Локалитети: 5 инд., Муре, 06.04.2018; 1 инд., Кокоревац, 17.05.2018; 2 инд., Лисина, 06.05.2018; 5 инд., Јошаничка Бања, 14.05.2018., 10.04.2019; 11 инд., Рудница, 10.04.2019; 8 инд., Семетеш, 31.05.2019; 5 инд., Куршумлија, 11.03.2020.

4.3.2. *Aporrectodea handlirschi* (Rosa, 1897)

(слика 21)

Allolobophora handlirschi Rosa, 1897:3.

Eiseniona handlirschi Šapkarev, 1978: 100.

Aporrectodea handlirschi Mršić, 1991: 292; Csuzdi и Zicsi, 2003: 84; Csuzdi, 2012: 97–99; Szederjesi 2013: 63; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 106.

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 28–107 mm (Šapkarev 62–105 mm; Mršić 35–110 mm; Csuzdi и Zicsi 35–110 mm; Stojanović-Petrović и сар. 105–114 mm), број телесних сегмената 75–147 (Šapkarev 86–142; Mršić 90–140; Csuzdi и Zicsi 90–140; Stojanović-Petrović и сар. 103–138). Тело је беличасте боје. Простомијум је епилобичан, затворен. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 19/20–21/22. Мушки полни отвори су слабо видљиви, на 15. сегменту. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Клителум је циркуларан и налази се од 25, 26, 27. до 31, 32. и 33. сегмента (Šapkarev 25, ½ 26, 26, 27–32, 33, ½34, 34; Mršić ½26, 26, 27–32, 33; Csuzdi и Zicsi 26, 27–32, 33; Stojanović-Petrović и сар. 25, 26, 27–31, 32, 33). Туберкула се налази на од ½ 27, 28, 29. до 30, 31, ½ 32, 32. сегмента (Šapkarev 27, 28–31, 32, 33; Mršić ½28, 28–½32, 32; Csuzdi и Zicsi ½28, 28–½32, 32; Stojanović-Petrović и сар. ½27, 28, 29–30, 31, ½32, 32).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 15–16, а мускуларни 17–18 сегмента. Бочна срца су 7–11 сегмента. Дисепименти 6/7–12/13 су благо, а на 13/14–14/15 јако задебљали. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 10. сегменту. Семене кесе су на 9, 11. и 12. сегменту. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталној бразди 9/10 и 10/11, међу чекињама с и d. Нефридијални канали су у облику латиничног слова J, са уназад оријентисаним енталним (водећим) делом. Тифлозолис је једнослојан. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 21. Спољашњи изглед врсте *Aporrectodea handlirschi* **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Aporrectodea handlirschi* је до сада забележена у пећинама, храстовим и буковим шумама (Šarkarev, 1980; Szederjesi, 2013; Stojanović-Petrović и сар., 2020). Ова врста пронађена је на влажним ливадама и пашњацима. Спада у ендегичне врсте.

Зоогеографски тип: *Aporrectodea handlirschi* припада транс-егејском типу дистрибуције (Csuzdi и сар., 2011). Широко је распрострањена у средњој Европи, од Италије на југозападу до Пољске на северу, и Мале Азије на истоку преко северног дела Турске до западног дела Кавказа (Szederjesi и Csuzdi, 2012; Valchovski, 2012; Hackenberger и Hackenberger, 2013; Stojanović-Petrović и сар., 2020).

Локалитети: 5 инд., Муре, 07.05.2019; 4 инд., Ново Село, 14.05.2019; 4 инд., Куршумлија, 11.03.2020; 6 инд., Ђерекаре, 29.04.2020; 2 инд., Брзеће, 04.05.2021; 3 инд., Куршумлијска Бања, 27.04.2022.

4.3.3. *Aporrectodea jassyensis* Michaelsen, 1891

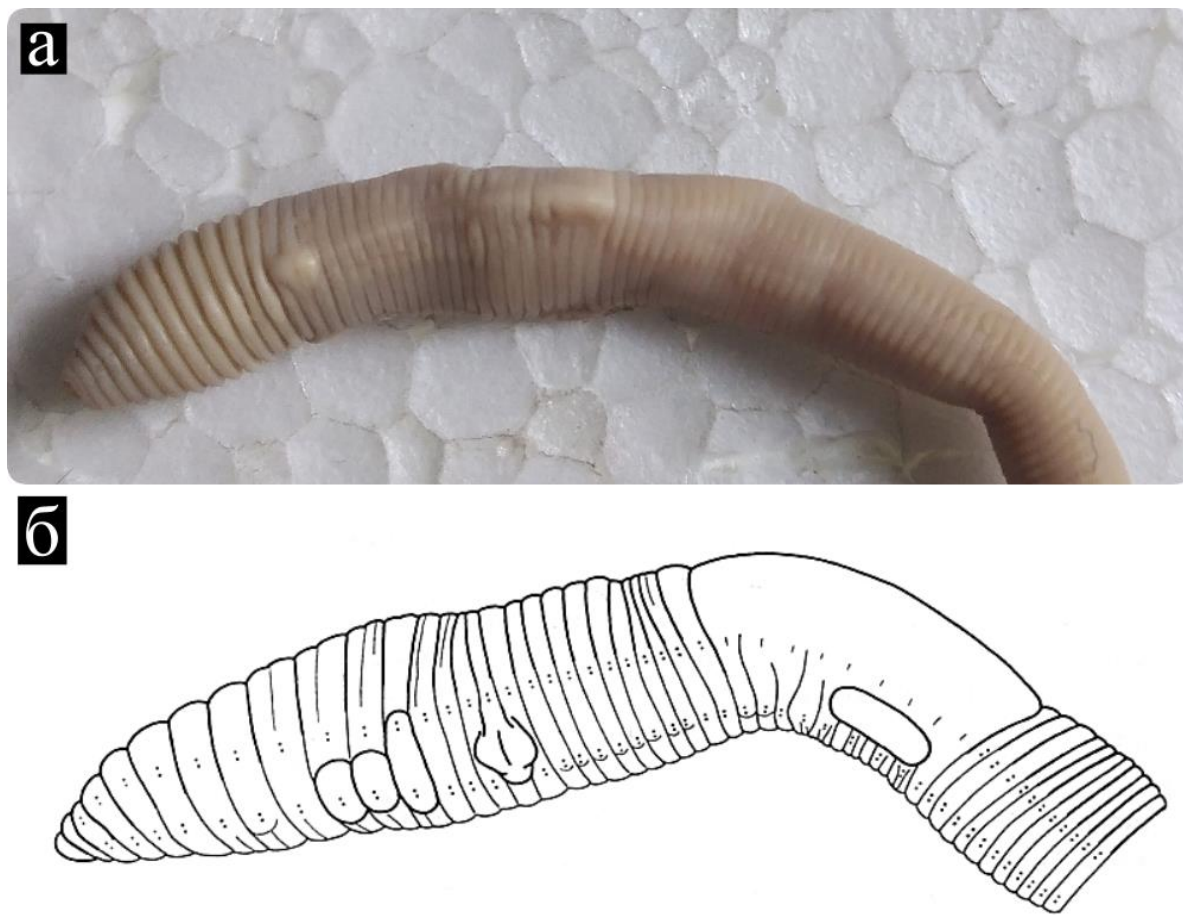
(слика 22)

Allolobophora jassyensis Michaelsen, 1891: 15; Šapkarev, 1978: 83.

Aporrectodea jassyensis Mršić, 1991: 318; Csuzdi и Zicsi, 2003: 87; Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 108.

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дужине 47–84 mm (Šapkarev 60–125 mm; Mršić 50–80 mm; Csuzdi и Zicsi 60–100 mm; Stojanović-Petrović и сар. 50–80 mm), ширине 2.5–5 mm, састављено од 92 до 165 сегмената (Šapkarev 98–146; Mršić 95–148; Csuzdi и Zicsi 100–140; Stojanović-Petrović и сар. 95–148), без пигмената. Простомијум је епилобичан (1/3–1/2). Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 4/5. Мушки полни отвори се налазе на 15. сегменту, на израженим жлезданим пољима, који захватају и суседне сегменте 14. и 16. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете су уско парне ($aa > 2bc$; $dd = 1/2U$). Хете ab су на сегментима од 10, 11, 13, 27. до 10, 11, 13, 27. и 28. Клителум се налази на сегментима од 1/2 28, 28, 29. до 35. сегмента (Šapkarev 28, 29–35; Mršić 1/2 28, 28, 29–35; Csuzdi и Zicsi 28, 29–35; Stojanović-Petrović и сар. 1/2 28, 28, 29–35), а туберкула од 31, 32. до 34, 1/2 35, 35. сегмента (Šapkarev 32–34, 1/2 35, 35; Mršić 31, 32–34, 1/2 35, 35; Csuzdi и Zicsi 1/2 32–34, 1/2 35; Stojanović-Petrović и сар. 31, 32–34, 1/2 35, 35).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је у сегментима 15–16, а мускуларни желудац у 17. и 18. сегменту. Бочна срца су у сегментима од 7. до 11. Нефридијални мехур је закачен. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су у 10. сегменту, са латералним избочинама. Поседују четири пара семених кеса у 9. до 12. сегмента и два пара семепријемника у 10. и 11. сегменту, чији се отвори налазе у бразди 9/10 и 10/11. Нефридијални канали су у облику латиничног слова J, са уназад оријентисаним енталним (водећим) делом. Тифлозолис је трослојан. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 22. Спољашњи изглед врсте *Aporrectodea jassyensis* а. Фиксирани примерак. б. Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Aporrectodea jassyensis* насељава обрадива земљишта и обале река, долиנסке ливаде и храстове шуме (Šapkarev, 1980; Csuzdi и Pavlíček, 2005; Stojanović-Petrović и сар., 2020). Међутим, ова врста је пронађена на пашњаку на висини од око 1.000 m. Спада у ендегичне врсте.

Зоогеографски тип: Транс-егејска врста, распрострањена је од Италије, преко земаља средње Европе до Мале Азије и Блиског Истока (Csuzdi и Zicsi, 2003; Csuzdi и сар., 2005, 2007; Szederjesi, 2017).

Локалитети: 6 инд., Семетеш, 16.5.2018; 5 инд., Чајетина, 14.05.2018.

4.3.4. *Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826)

(слика 23)

Enterion roseum Savigny, 1826: 182.

Allolobophora (*Allolobophora*) *rosea* Šapkarev, 1980: 166.

Aporrectodea rosea Mršić, 1991: 298; Csuzdi и Zicsi, 2003: 93; Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 112.

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела 49–155 mm (Šapkarev 49–125 mm; Mršić 20–80 mm; Csuzdi и Zicsi 20–110 mm; Stojanović-Petrović и сар. 49–125 mm),

ширина тела 2.5–5 mm. Број телесних сегмената 98–180 (Šapkarev 98–180; Mršić 98–170; Csuzdi и Zicsi 100–150; Stojanović-Petrović и сар. 98–180). Тело је беличасто-розе боје или је без пигмената. Простомијум је епилобичан, отворен или затворен (1/3–2/3). Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 4/5. Мушки полни отвори се налазе на 15. сегменту (на израженим жлезданим пољима који захватају и суседне сегменте: 14–16). Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете су уско парне ($aa=2ab$; $dd=1/2U$). Хете ab су на жлезданим брадавичастим испупчењима на 9, 11, 12, 24. и 33. сегменту. Клителум се налази од 24, 25, 26. до 32, 33. сегмента (Šapkarev 22, $\frac{1}{2}22$, 23–32, 33; Mršić 24, 25, 26–31, 32, 33; Csuzdi и Zicsi (23), 24, 25, (26)–32, 33; Stojanović-Petrović и сар. 24, 25, 26–32, 33.). Туберкула се налази од 29. до 31. сегмента (Šapkarev 29–31; Mršić 29–(30), 31; Csuzdi и Zicsi 29–31; Stojanović-Petrović и сар. 29–31).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 15–16, а мускуларни 17–18 сегмента. Бочна срца су 7–11 сегмента. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 10. сегменту. Дисепименти 5/6–10/11 задебљали. Семење кесе су 9–12 сегмента. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталној бразди 9/10 и 10/11. Тифлозолис је језичастог облика. Нефридијални канали су у облику латиничног слова U, са уназад оријентисаним енталним (водећим) делом. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 23. Спољашњи изглед врсте *Aporectodea rosea* **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: Ендегична врста, заступљена у култивисаном земљишту, ливадама, влажним ливадама, шумама и планинским пашњацима (Šapkarev, 1980; Stojanović-Petrović и сар., 2020). Ова врста је заступљена у скоро свим истраживаним стаништима, осим у четинарским шумама.

Зоогеографски тип: Перегринна врста.

Напомена: *Aporrectodea rosea* је перепгринна и партеногенетска врста. Првобитно, *Ap. rosea* је имала више географских линија у Европи (Fernández и сар., 2016). Међутим, Shekhovtsov и сар. (2020) закључују да су обрасци генетске разноликости код *Ap. rosea* сложенији него што се раније мислило. Евросибирска линија поменуте врсте се вероватно проширила у источној Европи и даље на исток и запад.

Локалитети: 25 инд., Муре, 06.04.2018; 26 инд., Ново Село, 16.05.2018; 13 инд., Бељак, 16.05.2018; 23 инд., Семетеш, 17.05.2018; 27 инд., Кокоревац, 17.05.2018; 9 инд., Јошаничка Бања, 10.04.2019; 7 инд., Рудница, 10.04.2019; 33 инд., Рудница, 15.05.2019; 5 инд., Крива Река, 30.05.2019; 7 инд., Марине Воде, 30.05.2019; 12 инд., Семетеш, 31.05.2019; 2 инд., Треска, 30.05.2019; 16 инд., Куршумлија, 11.03.2020; 7 инд., Блажево, 29.04.2020; 5 инд., Ђерекаре, 29.04.2020; 15 инд., Куршумлијска Бања, 04.05.2021; 10 инд., Луковска Бања, 04.05.2021; 5 инд., Брзеће, 11.06.2021; 3 инд., Јелак, 21.06.2021; 2 инд., Мретође, 21.06.2021.

4.3.5. *Aporrectodea trapezoides* (Duges, 1826)

(слика 24)

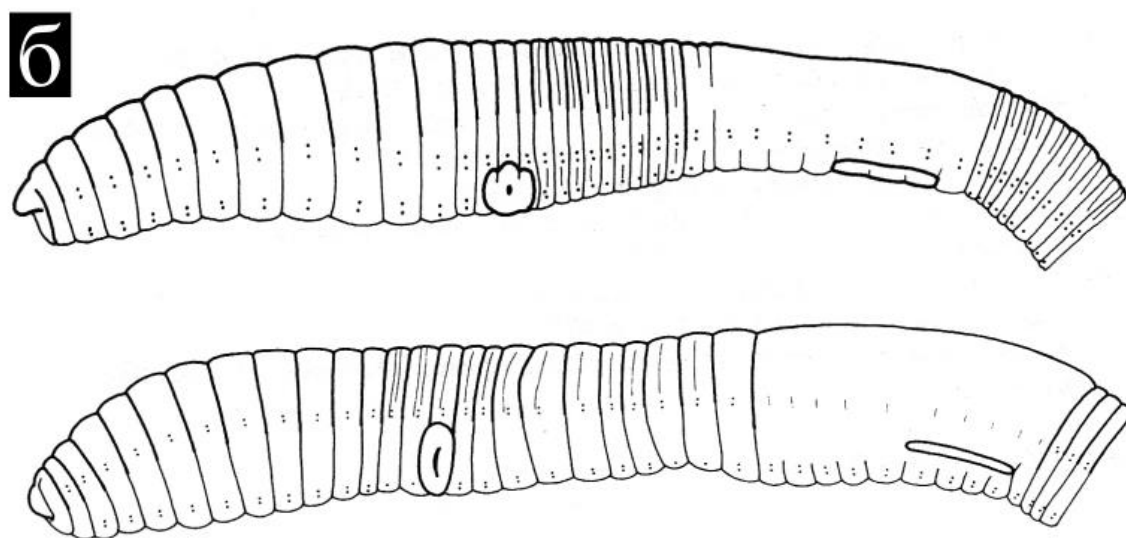
Lumbricus trapezoides Duges, 1828: 289.

Allolobophora caliginosa trapezoides Šapkarev, 1980: 166; Mršić, 1991: 329.

Aporrectodea trapezoides Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 116.

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дуго 61–167 mm (Mršić 80–135 mm; Stojanović-Petrović и сар. 59–164 mm), ширине 4–6 mm, састављено од 107 до 192 сегмената (Mršić 98–175; Stojanović-Petrović и сар. 102–188). Боје је најчешће у свим нијансама тамносиве до браонкасте. Простомијум је епилобичан, затворен (1/2). Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 8/9 или 9/10. Мушки полни отвори су велики и налазе се између чекиња b и c, на 14, 15. или 16. сегменту, на добро израженом жлезданом пољу. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете ab су увек на жлезданим брадавичастим испупчењима на сегментима 9, 10, 11, 30, 32. и 33, ређе се налазе и на 34. сегменту. Клителум је седластог облика и налази се на сегментима од 26, 27. до 34. (Mršić 27, 28–34; Stojanović-Petrović и сар. 26, 27–34), а туберкула се налази од 31. до 33. сегмента у облику гребена (Mršić 31–33; Stojanović-Petrović и сар. 31–33).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је у сегментима 15. и 16, а мускуларни желудац у 17, ½ 18. и 18. сегменту. Бочна срца су у сегментима од 7 до 12. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 10. сегменту. Семене кесе су у сегментима од 9. до 12. Семепријамници су у 9. и 10. или ређе у 10. и 11. сегменту, чији се отвори налазе у интерсегменталној бразди 9/10, 10/11 на линијама чекиња cd.



Слика 24. Спољашњи изглед врсте *Aporrectodea trapezoides* **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Aporrectodea trapezoides* настањује многа станишта: храстове и букове шуме, мезофилне ливаде, обале река, антропогене биотопе и брдске ливаде (Šarkarev, 1980; Stojanović-Petrović и сар., 2020). Пронађена је на ливадама. Спада у ендегичне форме.

Зоогеографски тип: Пегрегрина врста.

Локалитети: 6 инд., Рудница., 6.04.2018; 4 инд., Муре, 06.04.2018; 2 инд., Кокоревац, 17.05.2018; 6 инд., Јошаничка Бања, 10.04.2019; 7 инд., Ново Село, 31.05.2019.

4.4. Род *Bimastos* Moore, 1893

4.4.1. *Bimastos rubidus* (Savigny, 1826)

(слика 25)

Enterion rubidum Savigny, 1826: 182.

Dendrodrilus rubidus tenuis Mršić, 1991: 266.

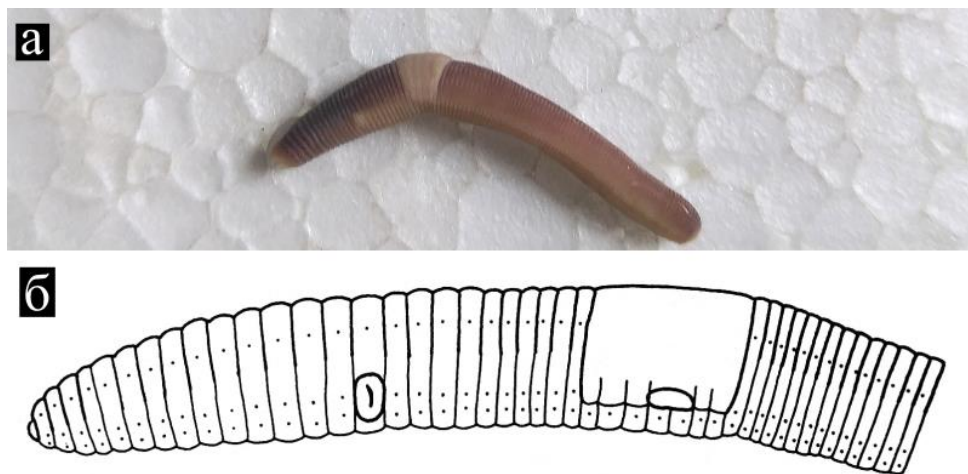
Dendrodrilus rubidus subrubicunda Šapkarev, 1980: 166.

Dendrodrilus rubidus rubidus Mršić, 1991: 265; Csuzdi и Zicsi, 2003: 132.

Bimastos rubidus Csuzdi, 2012: 97–99; Csuzdi и сар. 2017: 7; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 123.

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дужине 17–59 mm (Šapkarev 37–72 mm; Mršić 35–60 mm; Csuzdi и Zicsi 30–60 mm; Stojanović-Petrović и сар. 14–56 mm), ширине 2–4 mm, састављено 48–128 телесних сегмената (Šapkarev 60–115; Mršić 34–123; Csuzdi и Zicsi 50–110; Stojanović-Petrović и сар. 44–123). Обојеност тела је најчешће тамноцрвена, љубичаста. Простомијум је епилобичан, отворен или затворен (1/2–2/3). Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 5/6. Мушки полни отвори су јасно уочљиви на 15. сегменту. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете широко парне ($bc=2cd$; $cd>ab$; $dd=4cd$; aa нешто $< 2ab$). На 16. сегменту вентралне хете леже на жлезданој брадавици. Клителум је седластог типа, налази се од 25, 26, 27. до 30, 31, ½ 32. сегмента (Šapkarev 25, 26, 27–31, 32; Mršić 26, 27–31, ½32, 32; Csuzdi и Zicsi 26, (27)–31, (32); Stojanović-Petrović и сар. 25, 26, 27–30, 31, ½32). Туберкула одсутна (ретко на 29. и 30. сегменту) (Šapkarev 28–30; Mršić 29–30; Csuzdi и Zicsi 29–30; Stojanović-Petrović и сар. одсутна, ретко 29–30).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 15–16, а мускуларни 17–18 сегмента. Бочна срца су 7–12 сегмента. Дисепименти задебљали на 5/6–10/11. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су 10–12 сегмента. Семење кесе су на 11. и 12. сегменту. Семепријемници су одсутни. Нефридијални канал је облика слова U, са уназад оријентисаним енталним (водећим) делом. Тифлозолис је језичастог облика. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 25. Спољашњи изглед врсте *Bimastos rubidus* а. Фиксирани примерак. б. Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Bimastos rubidus* је пронађена испод камења, оборених балвана, у буковим и храстовим шумама, на пашњацима и ливадама (Šapkarev, 1980; Stojanović-Petrović и сар., 2020). Спада у копрофагну групу лумбрицида.

Зоогеографски тип: *Bimastos rubidus* је перегрина врста, пореклом из Палеартика.

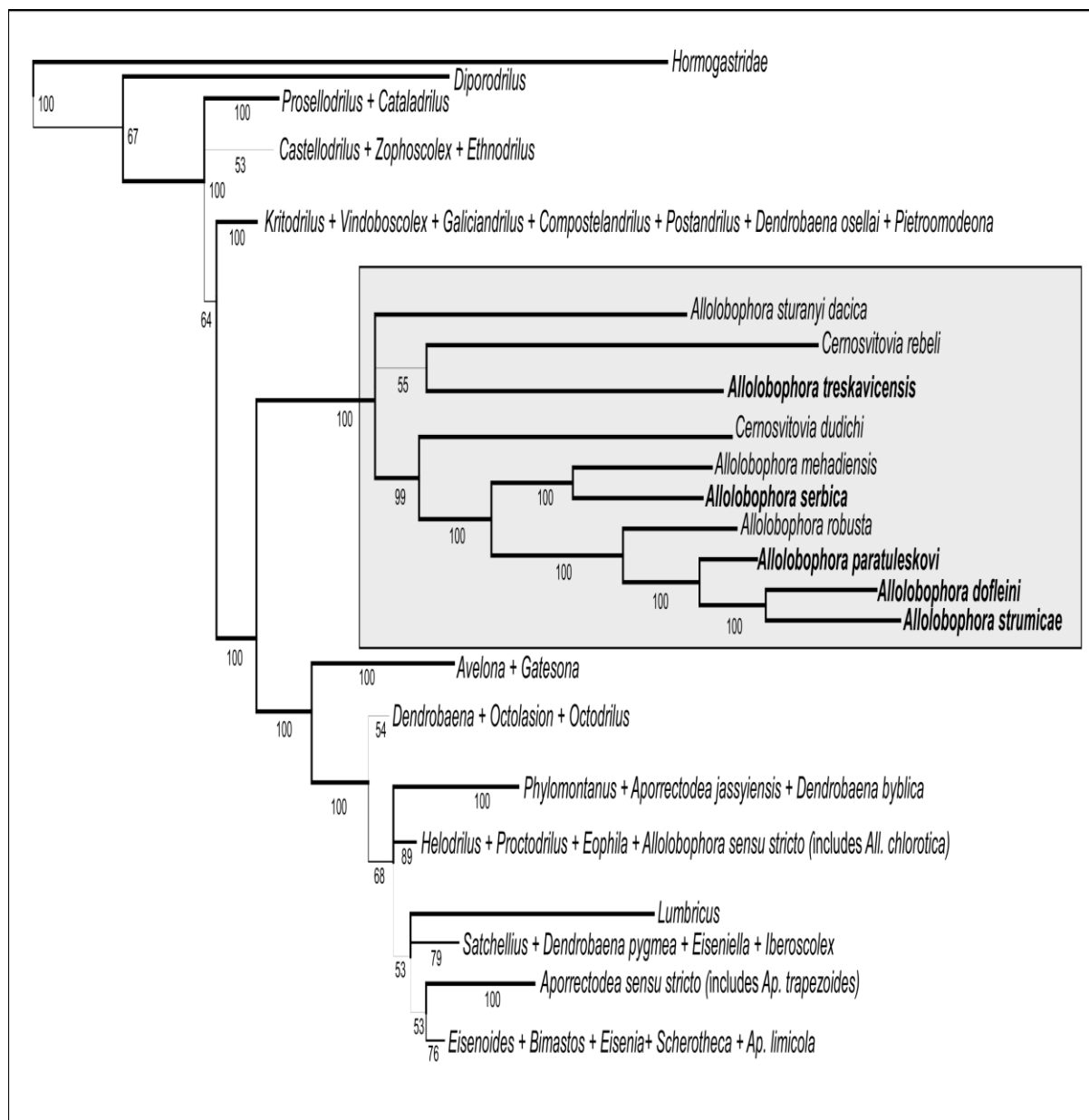
Напомена: *Bimastos rubidus* је морфолошки врло варијабилна и често партеногенетска врста. Код облика *tenuis* потпуно недостају туберкула и семепријемници. Семепријемници су понекад присутни код облика *rubidus*, али обично су празне и нејасне, а туберкуле се могу видети на сегментима 29–30. Код облика *subrubicundus*, испуњене сперматеке су видљиве, а туберкуле се лако препознају на 28–30. сегменту. Ове различите форме дуго су биле класификоване као одвојене врсте (Šapkarev, 1978; Mršić, 1991; Stojanović и сар., 2018), међутим молекуларни резултати доказали су да је реч о формама једне врсте (Csuzdi и сар., 2017).

Локалитети: 6 инд., Ново Село, 16.05.2018; 2 инд., Семетеш, 17.05.2018; 3 инд., Лисина, 17.05.2018; 5 инд., Јошаничка Бања, 10.04.2019; 1 инд., Крива Река, 30.05.2019; 5 инд., Треска, 30.05.2019; 4 инд., Чајетина, 20.06.2019; 3 инд., Луковска Бања, 11.03.2021; 2 инд., Блажево, 10.06.2021; 1 инд., Јелак, 11.06.2021; 3 инд., Куршумлијска Бања, 27.04.2022.

4.5. Под *Cernosvitovia Omodeo*, 1956

Дијагноза рода према Mršić-у (1991), Csuzdi-ју и Zicsi-ју (2003), Stojanović-Petrović и сар., (2020): Врсте овог рода су углавном непигментисане, понекад сиве или браон боје. Тело је средње или велике величине. Хете су ускопарне. Простомијум је епилобичан или пролобичан. Мушки отвор се увек протеже од 26. до 30. сегмента. Два или четири пара семених кеса и два или више пара семепријемника. Поре семепријемника се налазе у близини чекиња линије *cd*. Тестиси су у 10. и 11, а јајници у 13. сегменту. Кречњачке жлезде су од 10. до 13. сегмента. Жлездани желудац је у сегментима 15 и 16, а мускуларни желудац је у сегментима од 17. до 20. Нефридијални канали су у облику латиничног слова U или J, закривљени (жлездани) део је оријентисан према предњем делу тела. Тифлозолис је трослојан. Попречни пресек уздужног мишићног слоја је фасцикуларног типа.

Међутим, Bayesian филогенетски закључак (слика 26) угнездио је проучаване врсте *All. (s.l.) dofleini*, *All. (s.l.) paratuleskovi*, *All. (s.l.) serbica*, *All. (s.l.) strumicae* и *All. (s.l.) treskavicensis* у кладу са јаком подршком укључујући *Cernosvitovia rebeli* (Rosa, 1897) (типска врста рода *Cernosvitovia*) и друге карпато-балканске врсте. Тачније, унутар ове кладе, налазе се врсте *Cernosvitovia (rebeli)* (Rosa, 1897), *dudichi* Zicsi и Šapkarev, 1982) заједно са врстама *Allolobophora* које су раније припадали родовима *Serbiona* Mršić и Šapkarev, 1988 (*mehadiensis mehadiensis* Rosa, 1895, *robusta* Rosa, 1895, *dofleini*, *paratuleskovi*, *serbica*, *strumicae*), *Karpatodinariona (sturanyi dacica)* (Pop, 1938)) и *Italobalkaniona (treskavicensis)* (Popović и сар., 2022a).



Слика 26. Детаљи филогенетског стабла добијеног Bayesian филогенетском анализом спојеног низа молекуларних маркера COI–16S–12S–ND1–28S (погледајте цело стабло у Прилогу).

Врсте које су недавно укључене у овај рад приказане су подебљаним словима. Сиви оквир означава кладу на нивоу рода коју чине *Cernosvitovia rebeli* и њени најближи сродници. Представници главних родова Lumbricidae су срушени. Вредности подршке за постериорну вероватноћу су приказане поред одговарајућих чворова.

Поред тога, *All. chlorotica* (типска врста рода *Allolobophora*) пронађена је у удаљеној клади заједно са врстама *All. dubiosa*, *All. molleri* и *All. moebii*.

Ови резултати подржавају укључивање *Allolobophora dofleini*, *kosowensis*, *paratuleskovi*, *serbica*, *strumicae*, *treskavicensis* и *udei* (као и *All. sturanyi dacica*, *mehadiensis mehadiensis* и *robusta*) у редефинисани род *Cernosvitovia*.

Род *Cernosvitovia* Omodeo, 1956

Типска врста: *Allolobophora rebeli* Rosa, 1897

Укључене врсте:

Cernosvitovia rebeli (Rosa, 1897)

Cernosvitovia biserialis (Černosvitov, 1937)

Cernosvitovia crainensis Mršić, 1989

Cernosvitovia dudichi (Zicsi и Šapkarev, 1982)

Cernosvitovia getica (Pop, 1947)

Cernosvitovia opisthocystis (Rosa, 1895)

Cernosvitovia munteniana Zisci и Pop, 1991

Cernosvitovia schweigeri (Zisci, 1973)

Cernosvitovia dofleini comb. nov. (Ude, 1922)

Cernosvitovia kosowensis com. nov. (Karaman, 1968)

Cernosvitovia paratuleskovi comb. nov. (Šapkarev, 1975)

Cernosvitovia serbica comb. nov. (Šapkarev, 1977)

Cernosvitovia strumicae comb. nov. (Šapkarev, 1973)

Cernosvitovia treskavicensis comb. nov. (Mršić, 1991)

Cernosvitovia udei comb. nov. (Mršić, 1991)

Cernosvitovia robusta comb. nov. (Rosa, 1895)

Cernosvitovia mehadiensis mehadiensis comb. nov. (Rosa, 1895)

Cernosvitovia gestroides comb. nov. (Zicsi, 1970)

Cernosvitovia sturanyi sturanyi comb. nov. (Rosa, 1895)

Cernosvitovia sturanyi dacica comb. nov. (Pop, 1938)

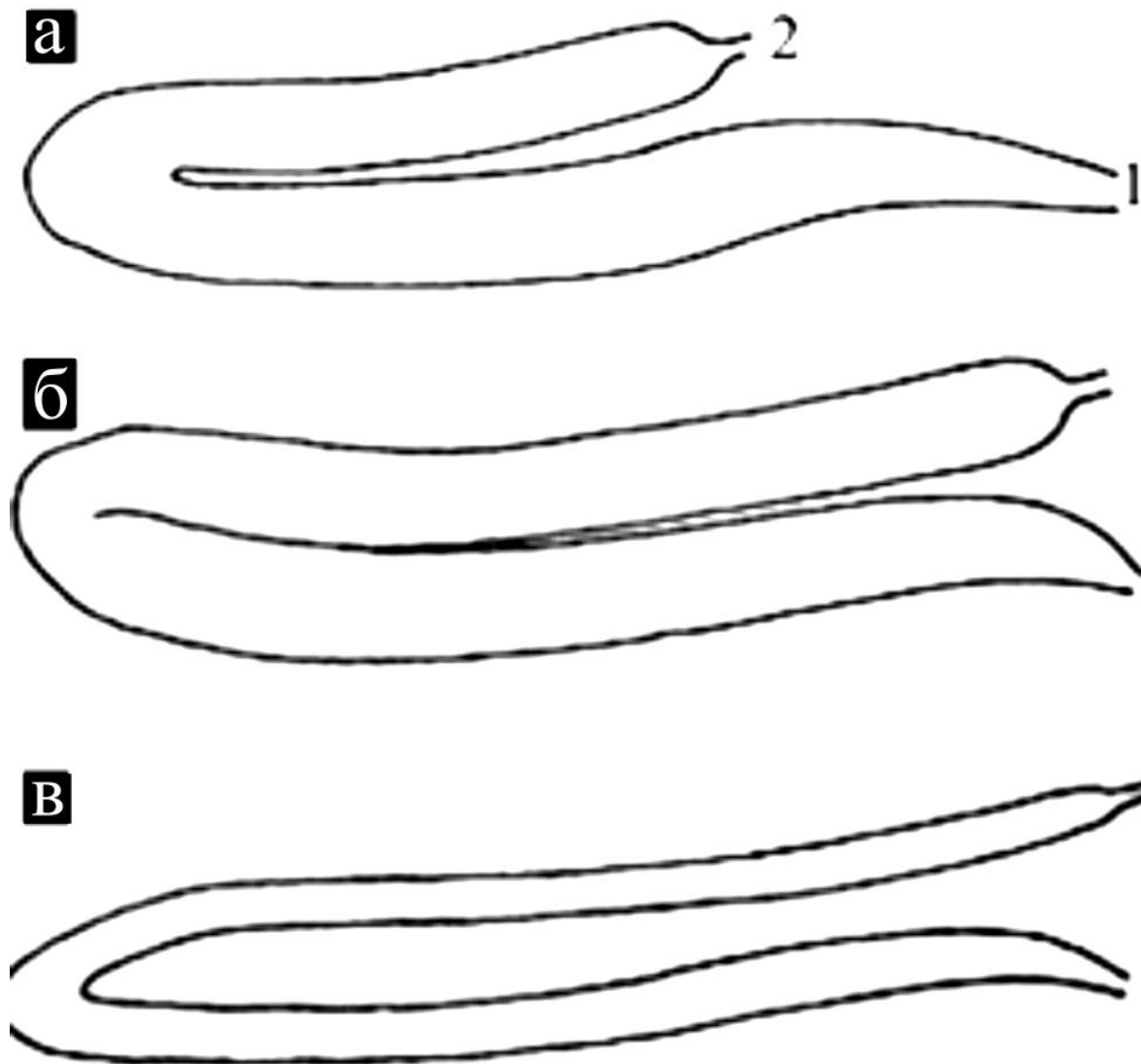
Cernosvitovia sturanyi dacidoides comb. nov. (Bouché, 1973)

Cernosvitovia sturanyi biharica comb. nov. (Szederjesi, Pop и Csuzdi, 2016)

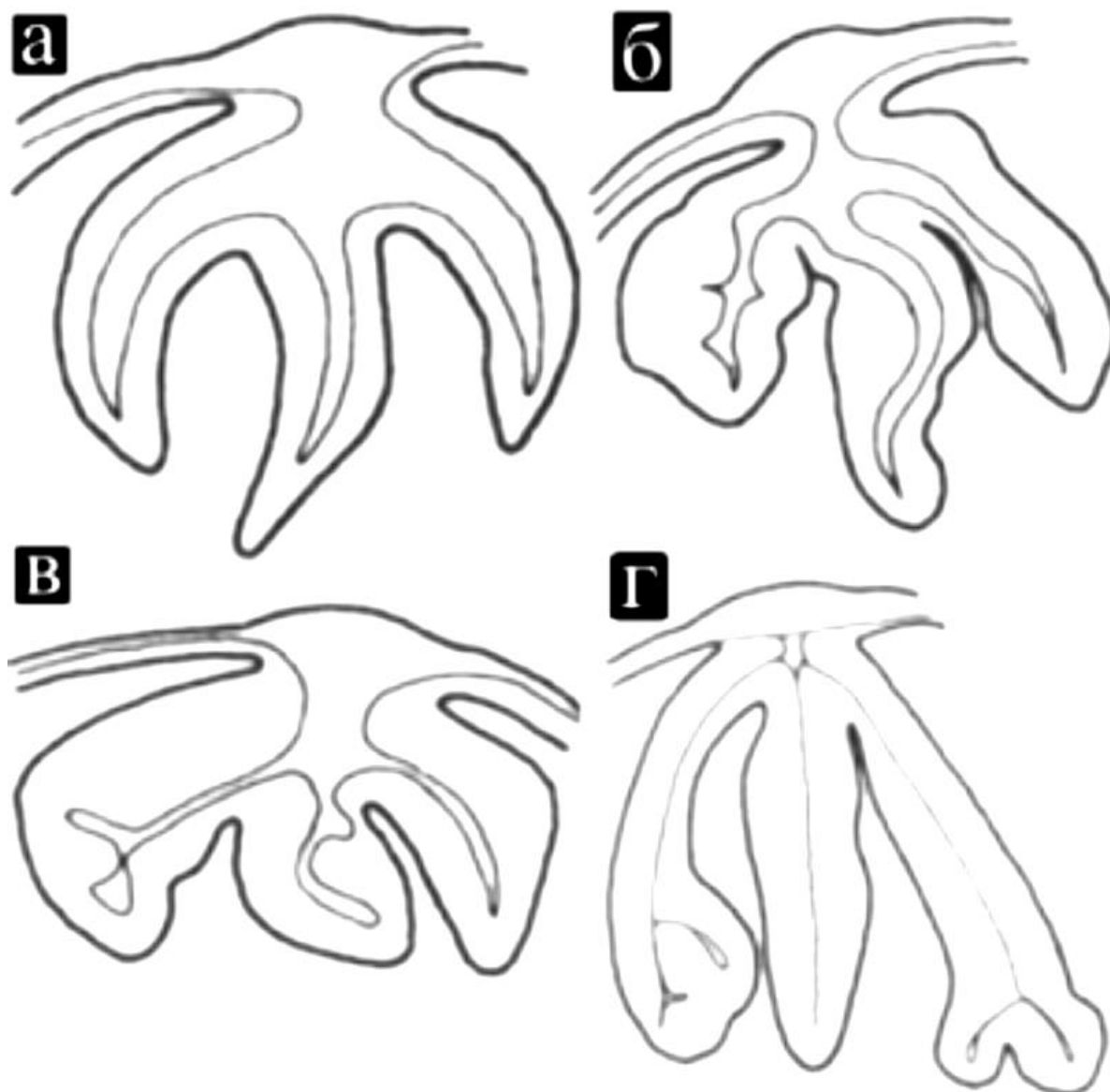
Cernosvitovia zicsica comb. nov. (Szederjesi, Pop и Csuzdi, 2016)

Напомена: Анализиране врсте *dofleini*, *kosowensis*, *paratuleskovi*, *serbica*, *strumicae*, *treskavicensis* и *udei* морфолошки су се разликовале од врста које су раније припадале роду *Cernosvitovia* по положају мушког полног отвора (налази се у 15. сегменту (*dofleini*, *kosowensis*, *paratuleskovi*, *serbica*, *strumicae* и *udei*) и налази се у међусегменталним жлебовима на 16. сегменту (*treskavicensis*)), положај клителума/туберкула (почетак клителума и туберкула је померен уназад – *dofleini*, *kosowensis*, *paratuleskovi*, *serbica*, *strumicae* и *udei*) – у односу на врсте рода *Cernosvitovia*) и број и положај семепријемника у 10. и 11. сегменту (*dofleini*, *kosowensis*, *paratuleskovi*, *serbica*, *strumicae* и *udei*)). С друге стране, слични морфолошки карактери анализираних врста и врста које се традиционално приписују роду *Cernosvitovia* су боја и величина тела, хете уско упарене, простомиијум (епилобичан или пролобичан), два или четири пара семених кеса, кречњачке (Моренове) жлезде у сегменту 10–13, нефридијални канали у облику латиничног слова U или J са закривљеним (жлезданим) делом оријентисаним ка предњем делу тела (слика 27), трослојан тифлозолис (слика 28) и фасцикуларни тип мишића. Молекуларно-филогенетске анализе су показале да испитиване врсте (*dofleini*, *paratuleskovi*, *serbica*, *strumicae* и *treskavicensis*) припадају истој клади као и *All. (s.l.) robusta*, *All. (s.l.) m. mehadiensis*, *All. (s.l.) s. dacica*, *C. rebeli* и *C. dudichi*. Претходне молекуларне анализе укључујући представнике *Cernosvitovia* и *Allolobophora (s.l.)* сугерисале су да би поменуте балканске врсте (раније припадале различитим родовима) могле бити спојене у један род *Cernosvitovia* (Pop и сар., 2005; Domínguez и сар., 2015; Szederjesi и сар., 2016). У суштини, само се род *Serbiona* према нашим резултатима

може сматрати млађим синонимом за род *Cernosvitovia*, јер је његова типска врста *Serbiona robusta*, укључена у молекуларну филогенетску анализу (од Domínguez-а и сар., 2015). За сада не можемо са сигурношћу да тврдимо да су родови *Italobalkaniona* и *Karpatodinariona* млађи синоними *Cernosvitovia*, јер њихове типске врсте *Eophila pyrenaicoides* (Šapkarov, 1977) и *Allolobophora altimontana* (Mršić, 1982) нису укључени у студију Domínguez-а и сар. (2015).



Слика 27. Облик и оријентација нефридијалних канала према Mršić-у (1991). **а.** *Cernosvitovia paratuleskovi*. **б.** *Cernosvitovia dofleini*, *Cernosvitovia serbica* и *Cernosvitovia treskavicensis*. **в.** *Cernosvitovia strumicae*. **1.** Нефридиопоре. **2.** Гландуларни део нефидријума.



Слика 28. Облик тифлозолиса према Mršić-у (1991). **а.** *Cernosvitovia dofleini* и *Cernosvitovia paratuleskovi*. **б.** *Cernosvitovia serbica*. **в.** *Cernosvitovia strumicae*. **г.** *Cernosvitovia treskavicensis*.

Према Szederjesi и сар. (2016) таксони *All. (s.l.) sturanyi sturanyi*, *All. (s.l.) sturanyi dacidoides*, *All. (s.l.) sturanyi biharica* и *All. (s.l.) zicsica* су пронађене у добро ослоњеној клади заједно са *All. (s.l.) robusta*, *All. (s.l.) mehadiensis mehadiensis* и *All. (s.l.) sturanyi dacica*. Ово оправдава њихово укључивање у род *Cernosvitovia* из истих разлога као што су укључени *dofleini*, *paratuleskovi*, *serbica*, *strumicae* и *treskavicensis* (табела 4). Такође, врсте *kosowensis* и *udei* пребачене су у род *Cernosvitovia*.

Domínguez и сар. (2015) су пронашли врсту *Perelia gestroi* у оквиру исте балканске кладе; међутим, вероватно је у питању била погрешна идентификација и да би заправо могла да буде врста *Cernosvitovia strumicae* comb. nov. Поред тога, De Sosa и сар. (2019) су открили да *gestroi* треба да буду класификовани у оквиру рода *Eophila*, јер припада истој клади као *Eophila tellinii*, а не балканској клади.

Табела 4. Таксономске и зоогеографске карактеристике врста рода *Cernosvitovia*.

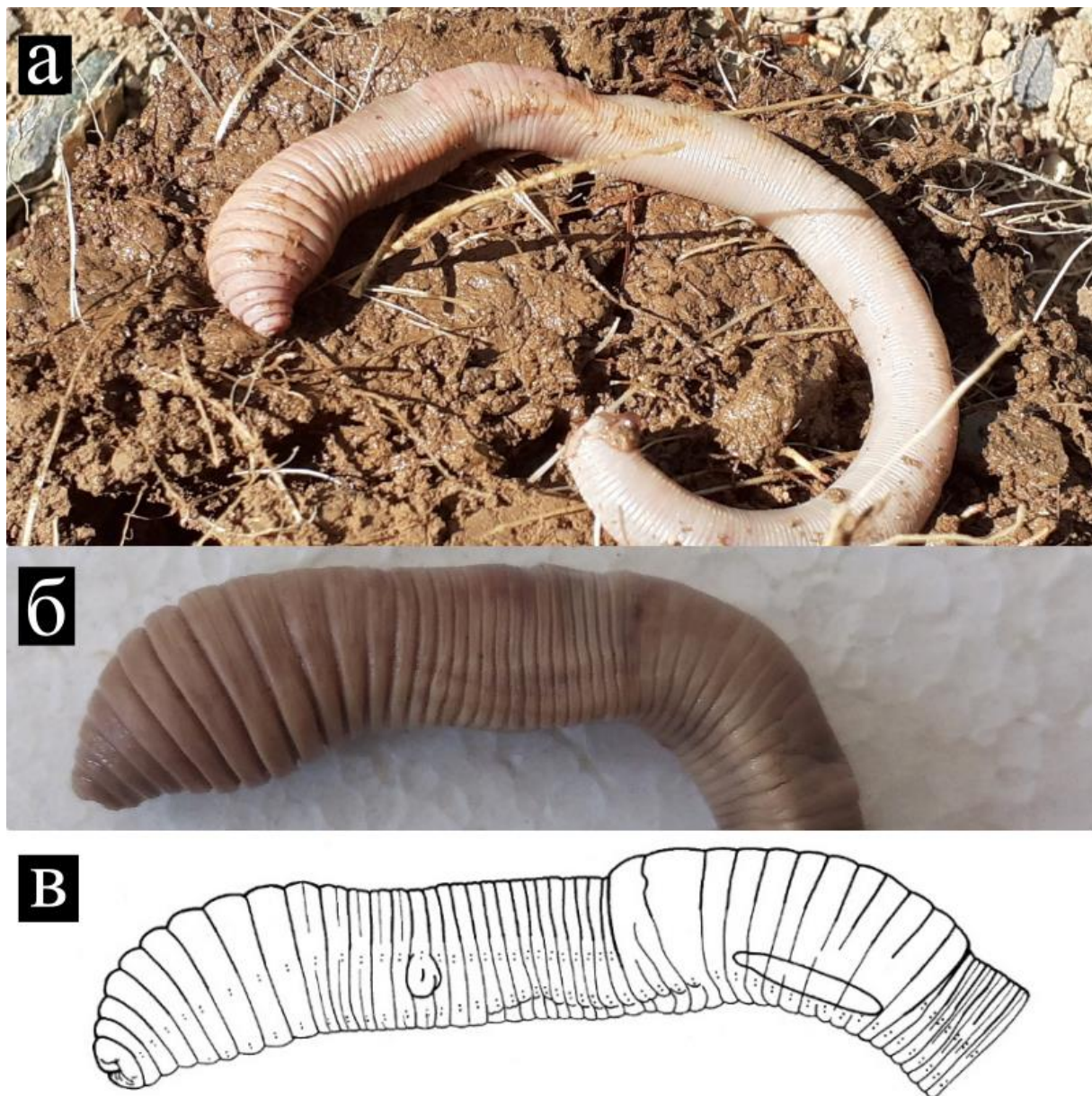
Врсте	Клителум	Туберкула	С. кесе	Семепријемници	#м.о	Зоогеографски тип
<i>C. biserialis</i>	23,24–34,35	24,25–34,35	9–12	9/10–13/14,14/15	27,28	Широки балкански ендем
<i>C. crainensis</i>	25,26–40,41	25–39	11,12	13/14–19/20	25	Широки балкански ендем
<i>C. dudichi</i>	23–32	24–31	11,12	15/16–17/18	26	Вардарски ендем
<i>C. dofleini</i>	30,32–43,44,45	37,38–43,44	9–12	9/10–11/12	15	Вардарски ендем
<i>C. getica</i>	24,25–33,34	25–32	11,12	13/14–17/18	26	Широки балкански ендем
<i>C. gestroides</i>	30–40	35–40	11,12	9/10–11/12	15	Дацијски ендем
<i>C. kosowensis</i>	33–49, 50, 51, 52	44–50, 51	9–12	9/10–11/12	15	Вардарски ендем
<i>C. m. mehadiensis</i>	35,36–47,48	40,42–47,48	9–12	9/10–11/12	15	Дацијски ендем
<i>C. munteniana</i>	24,25–37	25–36,37	9–12	9/10–17/18	29	Широки балкански ендем
<i>C. opisthocystis</i>	24,25–35,36,37	25–35	11,12	13/14–18/19,19/20	30	Мезијски
<i>C. paratuleskovi</i>	37,38–51,52,53	47–51,52,53	11,12	9/10–11/12	15	Вардарски ендем
<i>C. robusta</i>	36–40–58–65	50,51–58–62	9–12	9/10–11/12, 12/13	15	Дацијски ендем
<i>C. rebeli</i>	24,25–32,½33	25,26–31	9–12	9/10–10/11	27,28	Широки балкански ендем
<i>C. schweigeri</i>	23,24–34	26,27–33	9–12	9/10–10/11	27,28	Ендем?
<i>C. serbica</i>	39,40–51,52	44,45–51,52	9–12	9/10–11/12	15	Вардарски ендем
<i>C. strumicae</i>	29,30–40,41	34,35–39,40	9–12	9/10–11/12	15	Вардарски ендем
<i>C. s. biharica</i>	½27, 27–38	28—½37, 37	11,12	9/10–11/12, 12/13	15	Дацијски ендем
<i>C. s. dacica</i>	29.30–37,38,39	29.30–37,38,39	11,12	9/10–13/14	15	Дацијски ендем
<i>C. s. dacidoides</i>	½27, 27–36, 37	½28, 28–36, 37	11,12	9/10–11/12, 12/13	15	Дацијски ендем
<i>C. s. sturanyi</i>	27, 28–½39, 39	29–38, ½39	11,12	9/10–11/12	15	Дацијски ендем
<i>C. treskavicensis</i>	21–31	21–28,½29	11,12	13/14–15/16	15/16	Вардарски ендем
<i>C. udei</i>	32–43, 44	38–43	11,12	9/10–11/12	15	Вардарски ендем

4.5.1. *Cernosvitovia dofleini* comb. nov. (Ude, 1922)**(слика 29)***Helodrilus dofleini* Ude, 1922: 157.*Eophila dofleini dofleini* Šapkarev, 1978: 94.*Eophila dofleini* Omodeo, 1988: 77.*Serbiona dofleini* Mršić, 1991: 180;*Allolobophora* (s.l.) *dofleini* Stojanović и сар., 2017b; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 66.*Cernosvitovia dofleini* Csuzdi, 2012: 97–99; Popović и сар., 2022a: 357.

Дијагноза: Индивидуе *Cernosvitovia dofleini* могу се разликовати од осталих познатих врста рода *Cernosvitovia* по положају мушког полног отвора (који се налази са жлезданим атријумом на 15. сегменту) и броју и положају семепријемника у 10. и 11. сегменту.

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дужине 120–250 mm (Šapkarev 110–240 mm или 80–240 mm; Mršić 75–104 mm; Stojanović-Petrović и сар. 110–240 mm), ширине 5–7 mm, састављено 138–287 телесних сегмената (Šapkarev 137–292; Omodeo 156–346; Mršić 132–227; Stojanović-Petrović и сар. 138–260). Обојеност тела је сиво-браонкаста (Šapkarev сиво-браонкаста; Omodeo браон). Простомијум је епилобичан (Omodeo проеписилобичан). Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 10/11–11/12. Мушки полни отвори су јасно уочљиви на 15. сегменту. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете су уско парне (9ab, ab>cd, bc=ab, dd=14ab на 20 сегменту) (Ude aa>bc, dd=2/3 u=2aa). Клителум је седластог типа, налази се од 32. до 43, 44. сегмента (Šapkarev 30, 31, 32–43, 44, 45, 1/2 45; Omodeo 30–45, 46; Mršić 30, 31, 32–42, 1/3 43; Stojanović и сар. 30, 31, 32–43, 44, 45; Stojanović-Petrović и сар. 1/2 30–1/2 44, 44). Туберкула од 37, 38. до 43, 44. сегмента (Šapkarev 35, 36, 37, 38–42, 1/2 42, 43, 44; Omodeo 36, 37–43; Mršić 35–42, 1/2 42, 43, 44; Stojanović и сар. 35–42, 43, 44; Stojanović-Petrović и сар. 35, 36–42, 43).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 15–16, а мускуларни 17–19 сегмента. Бочна срца су на 6–12 сегменту. Дисепименти задебљали од 5/6–10/11. сегмента. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су слабо развијене на 10. сегменту. Семене кесе се налазе у 9–12. сегменту. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталној бразди 9/10 и 10/11 између чекиња cd. Тифлозолис је трослојан. Нефридијални канали су у облику латиничног слова U, док је закривљени (жлездани) део оријентисан према предњем делу тела. Попречни пресек уздужних мишића је фасцикуларног типа.

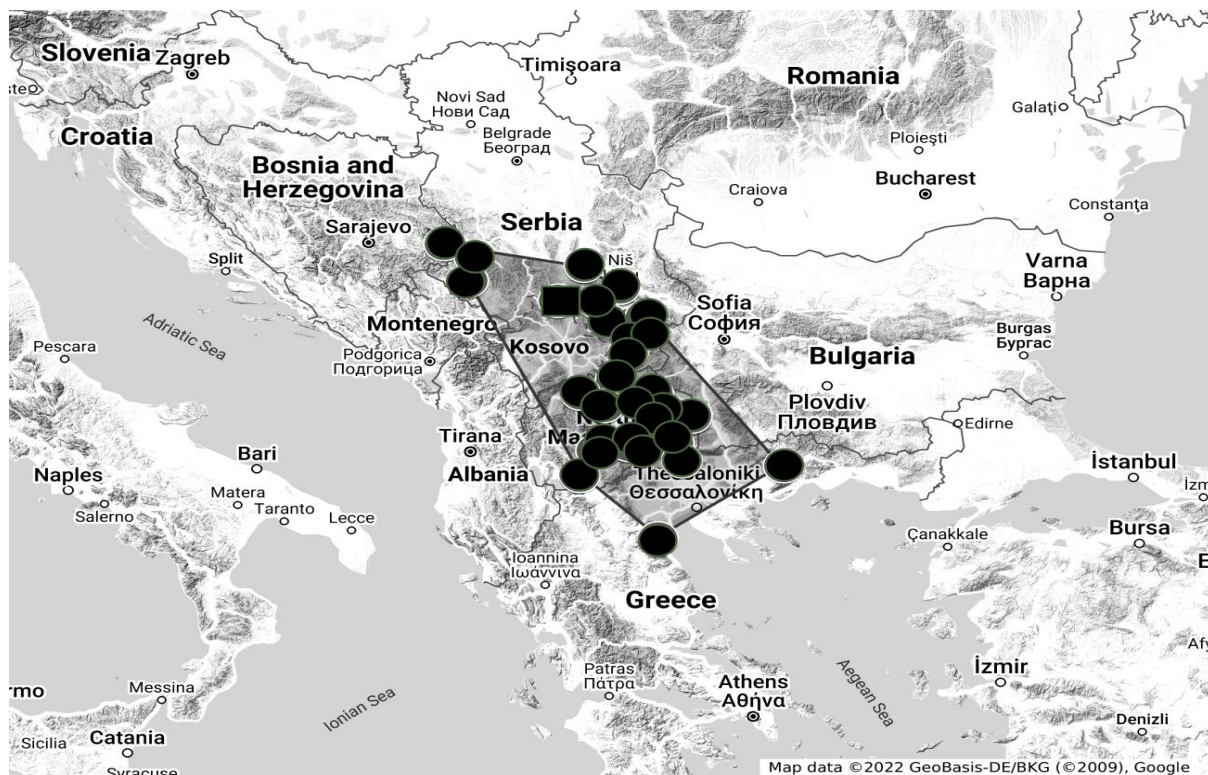


Слика 29. Спољашњи изглед врсте *Cernosvitovia dofleini*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Cernosvitovia dofleini* је пронађена на пашњаку. Међутим, ова врста може бити заступљена у храстовим и буковим шумама (Stojanović–Petrović и сар., 2020). Спада у анецичне врсте.

Зоогеографски тип: *Cernosvitovia dofleini* је вардарски ендем, распрострањен на Балканском полуострву, у Србији (Stojanović–Petrović и сар., 2020), Грчкој (Michalis, 1972; Omodeo, 1988) и Северној Македонији (Šapkarev, 1978; Mršić, 1991).

Конзервациони статус: Stojanović и сар. (2017) су предложили да врста *C. dofleini* припада угроженој категорији (EN). Добијени резултати потврђују резултате поменуте студије, односно да припада категорији угрожених врста (EN), EOO < 5.000 km² (слика 30).



Слика 30. Географска дистрибуција врсте *Cernovitovia dofleini* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).

Напомена: Таксономски карактери индивидуа врсте *C. dofleini* биле су компатибилне са описима неколико аутора (Ude, 1922; Šarkarev, 1978; Omodeo, 1988; Mršić, 1991; Stojanović и сар., 2017b), само су се разликовали по дужини клителума од три или четири сегмента из приказа у Omodeo-у (1988) и у краћој дужини туберкуле од два или три сегмента из приказа у Mršić-у (1991) и Stojanović и сар. (2017). Ово се може објаснити нашим малим узорком (свега две проучаване индивидуе) и уобичајеном интраспецифичном варијацијом ових особина у врстама ове групе, те стога не заслужују таксономско разматрање. Поред тога, врста *C. dofleini* таксономски је слична врстама *Cernovitovia gestroides* (Zicsi, 1970), *C. strumicae*, *Cernovitovia ziscica* (Szederjesi, Pop и Csuzdi, 2016) и *Eophila gestroi* (Cognetti de Martiis, 1905). Међутим, број семених кеса и географска распрострањеност врсте *C. dofleini* омогућавају да се разликује од горе наведених врста (табела 5) (Popović и сар., 2022a).

Табела 5. Поређење неких важних таксономских карактера и географске распрострањености врсте *Cernovitovia dofleini* са другим сличним врстама.

Врсте	Клителум	Туберкула	С. кесе	Семепријемници	Дистрибуција
<i>C. dofleini</i>	30–32–43, 44, 45	37, 38–43, 44	9–12	9/10–11/12	Балкан
<i>C. strumicae</i>	29, 30–40, 41	34, 35–39, 40	9–12	9/10–11/12	Балкан
<i>C. gestroides</i>	30–40	35–40	11,12	9/10–11/12	Мађарска
<i>C. ziscica</i>	32–40	½35–½40	11,12	9/10–11/12	Румунија
<i>Eo. gestroi</i>	28, 29, 30–40, ½40	34, 35–37, 38, 39, 40	11,12	9/10–11/12	Алпи

Локалитети: 4 инд., Луковска Бања, 04.05.2021.

4.5.2. *Cernosvitovia kosowensis* com. nov. (Karaman, 1968)

(слика 31)

Allolobophora kosowensis Karaman, 1968: 50.

Eophila kosowensis montenegrina Šapkarev, 1980: 167.

Eophila kosowensis Šapkarev, 2002: 304.

Serbiona kosowensis kosowensis Mršić, 1991: 191;

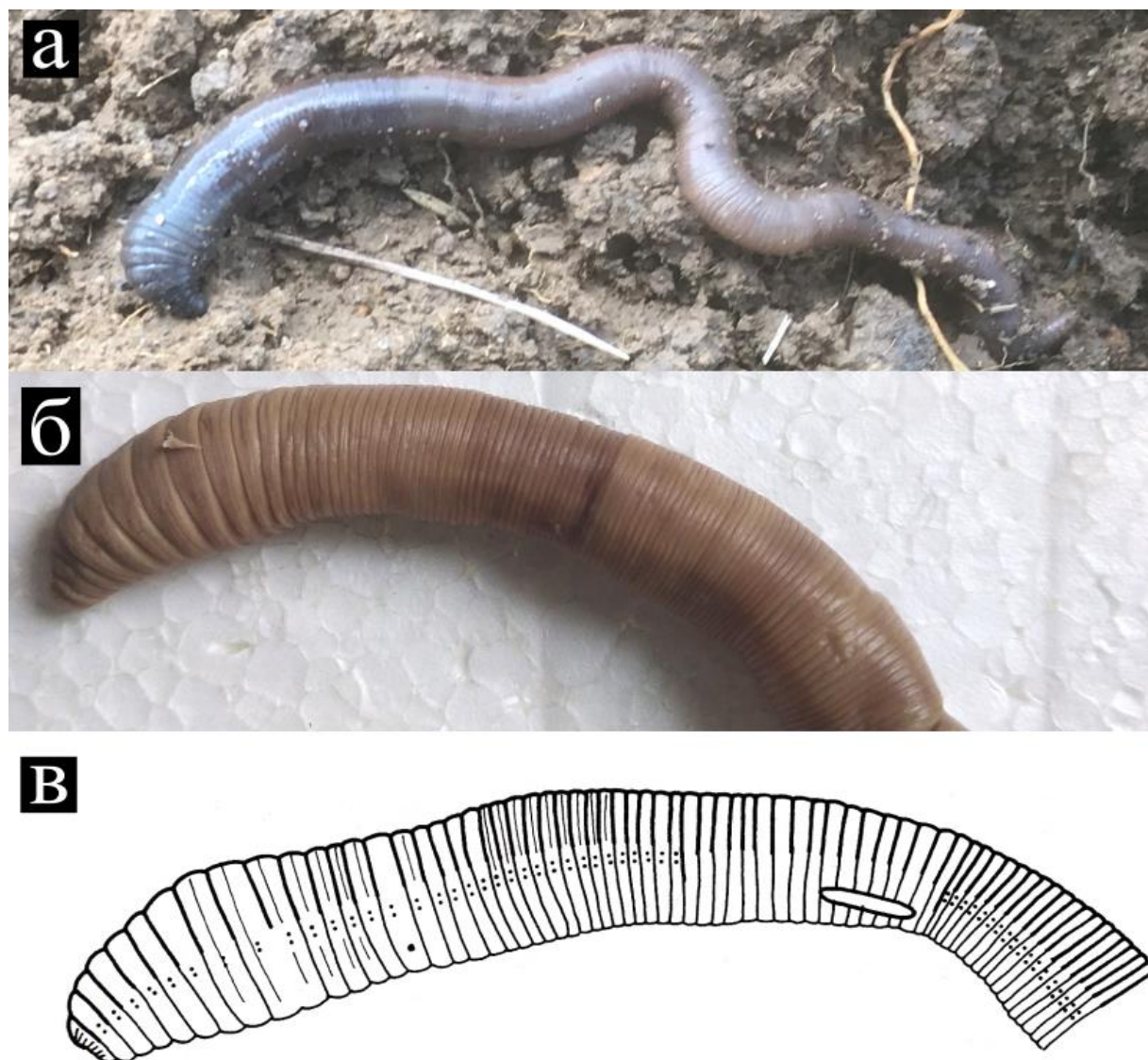
Allolobophora (s.l.) *kosowensis* Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović и сар., 2018: 126;

Stojanović-Petrović и сар., 2020: 69; Popović и сар., 2020: 63.

Дијагноза: Индивидуе *Cernosvitovia kosowensis* могу се разликовати од осталих познатих врста *Cernosvitovia* по положају мушког полног отвора (налази се у 15. сегменту, по положају клителума у сегментима од 33 до 49, 50, 51, 52 и туберкула у сегментима од 44 до 50, 51 и броју и положају семепријемника у 10. и 11. сегменту.

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дужине 114–240 mm (Karaman 115–250 mm; Stojanović-Petrović и сар. 134 mm), састоји се 222–278 сегмената (Karaman 225–358; Stojanović-Petrović и сар. 265 сегмената), тамносиве боје. Простомијум је епилобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 11/12. Мушки полни отвори су на малом жлезданом пољу, на 15. сегменту. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете су уско парне. Гландуларне папиле су око линије ab на сегментима 17, 18. и 20. Клителум се протеже од 33. до 49, 50, 51, 52. сегмента (Karaman 31, 33, 34, 35–48, 49, 50, 51; Stojanović-Petrović и сар. 33–49, 50, 51, 52). Туберкула је код неких индивида одсутна, док се код неких налази од 44. до 50, 51. сегмента (Karaman недостаје; Stojanović-Petrović и сар. недостаје).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 15–16, а мускуларни 17–19 сегмента. Бочна срца су на 6–12. сегменту. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су слабо развијене на 10. сегменту. Семене кесе се налазе у 9–12. сегменту. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталној бразди 9/10 и 10/11 између чекиња cd. Тифлозолис је трослојан. Нефридијални канали су у облику латиничног слова U, док је закривљени (жлездани) део оријентисан према предњем делу тела. Попречни пресек уздужних мишића је фасцикуларног типа.

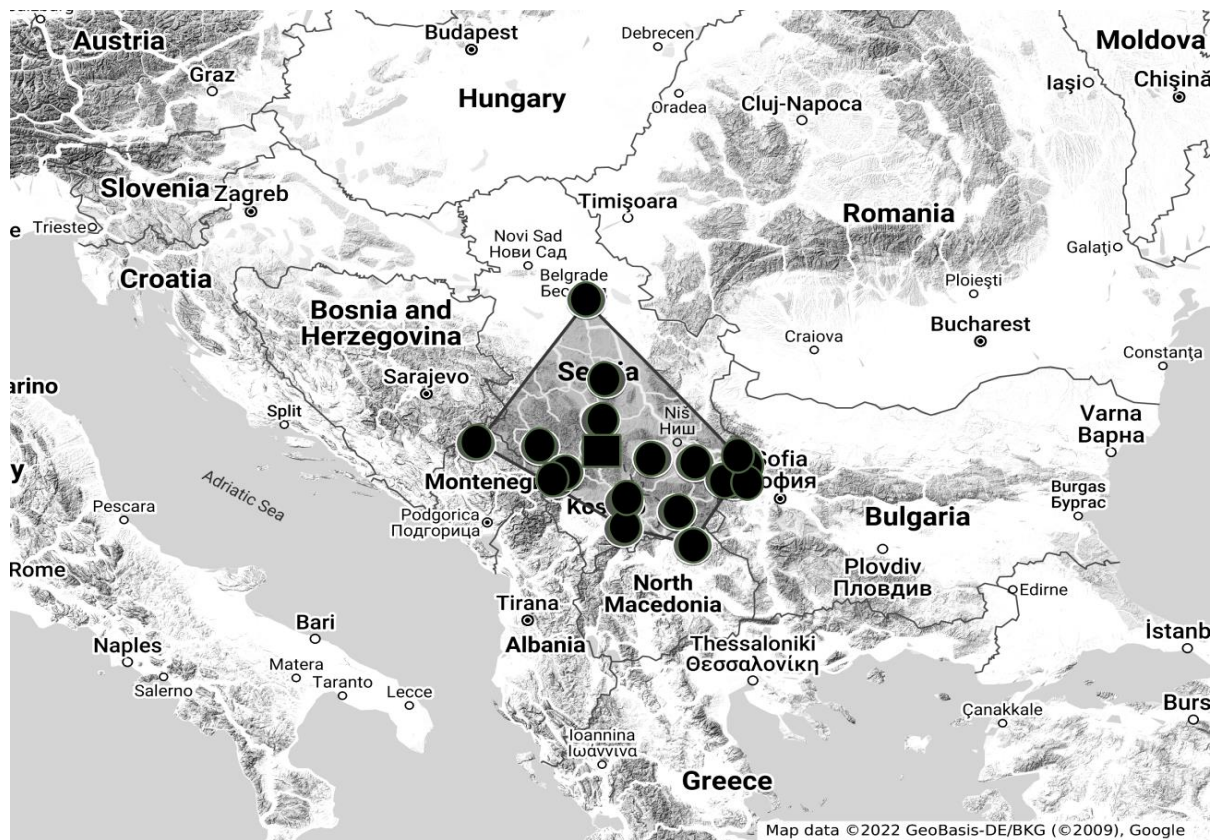


Слика 31. Спољашњи изглед врсте *Cernosvitovia kosowensis*. а. Живи примерак (© Ф. Поповић). б. Фиксирани примерак. в. Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Cernosvitovia kosowensis* настањује букове шуме, ливаде, пашњаке, антропогене биотопе (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Ова врста је пронађена само на ливади. Спада у анецичне врсте.

Зоогеографски тип: *Cernosvitovia kosowensis* је вардарски ендем. Распрострањен на Балканском полуострву, у Србији (Stojanović-Petrović и сар., 2020), Црној Гори (Stojanović и Milutinović, 2014) и Грчкој (Szederjesi и сар., 2017).

Конзервациони статус: Рањива (VU), ЕОО < 20.000 km² (слика 32).



Слика 32. Географска дистрибуција врсте *Cernovitovia kosowensis* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).

Напомена: Врсту *C. kosowensis* описала је Karaman (1968) пронашавши је у Приштини (Косово и Метохија). Међутим, у оригиналном опису аутора наводи се да индивидуе нису биле потпуно зреле и да туберкула није била јасно видљива. Касније, Šarkarev (1975) је описао подврсту *Allolobophora kosowensis montenegrina* са истом позицијом клителума, али са туберкулом на сегментима од 44. до 50, 51. Такође, Šarkarev (1975) као главну разлику између поменитих подврста наводи одсуство семепријемника код *All. kosowensis montenegrina*. Mršić (1991) је изразио сумњу у наведене таксономске разлике. Осим тога, илустрације описаних подврста које дају Karaman (1968) и Šarkarev (1975) су готово идентичне. Анализирањем пронађених примерака као и литературних података (Karaman, 1968; Šarkarev, 1975; Mršić, 1991; Stojanović и сар., 2018, Stojanović-Petrović и сар., 2020) утврдили смо варијабилност у броју семепријемника, као и по питању положаја туберкуле.

Све у свему, потврђујемо да нема основа за раздвајање подврста код ове врсте јер су изнети аргументи базирани углавном на разликама јединки различитог степена зрелости (Stojanović и сар., 2018; Stojanović-Petrović и сар., 2020).

Поровић и сар. (2022a), неколико врста које Mršić (1991) третирао као врсте рода *Serbiona* (нпр. типска врста *S. robusta*) припадају роду *Cernovitovia*, стога ову врсту сврставамо у род *Cernovitovia*.

Локалитети: 6 инд., Муре, 06.04.2018.

4.5.3. *Cernosvitovia mehadiensis mehadiensis* comb. nov. (Rosa, 1895)

(слика 33)

Allolobophora mehadiensis Rosa, 1895: 3.

Allolobophora mehadiensis mehadiensis Pop, 1978: 255-258.

Serbiona mehadiensis mehadiensis Mršić, 1991: 185.

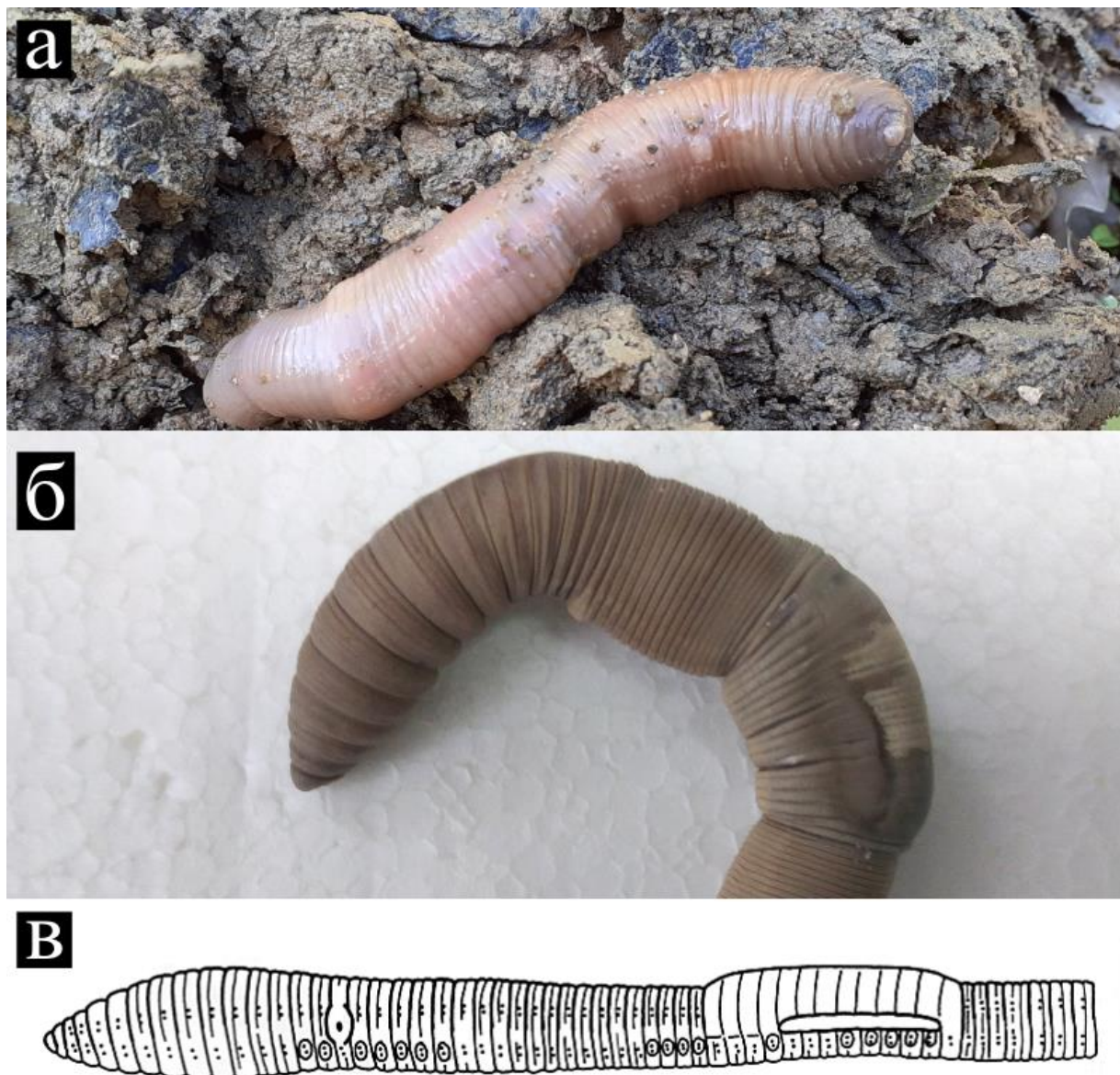
Allolobophora (s.l.) mehadiensis mehadiensis Csuzdi и Zicsi, 2003: 63; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 77.

Cernosvitovia mehadiensis mehadiensis Csuzdi, 2012: 97–99; Popović и сар., 2022a: 355.

Дијагноза: Индивидуе *Cernosvitovia mehadiensis mehadiensis* се могу разликовати од других познатих врста рода *Cernosvitovia* по положају мушког полног отвора (који лежи у 15. сегменту), по положају клителума који се налази на сегментима од 33, 34. до 51. и туберкула у сегментима од 42. до 48, 49. и броју и положају семепријемника у 10. и 11. сегменту.

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 170–230 mm (Pop 150–210 mm; Csuzdi и Zicsi 150–210 mm; Stojanović-Petrović и сар. 190–200 mm), ширине 4–10 mm, са 213–288 телесних сегмената (Pop 200–270; Csuzdi и Zicsi 200–270; Stojanović-Petrović и сар. 228–270), пепељастосиве боје. Простомијум је епилобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 9/10. Мушки полни отвори се налазе на 15. сегменту, на јасно израженом жлезданом пољу. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете су уско парне, однос хета после клителума је следећи: aa:ab:bc:cd:dd=15.2:1.2:7.6:1:32. Клителум се налази од 33, 34. до 51. сегмента (Pop 32, 33, 35, 36–47, 48, 50, 51; Csuzdi и Zicsi 35, 36–47, 48; Stojanović-Petrović и сар. 35, 36–47, 48). Туберкула се налази од 42. до 48, 49. сегмента (Pop 40, 41, 42–47, 48; Csuzdi и Zicsi 42–47; Stojanović-Petrović и сар. 40, 42–47).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 15–16, а мускуларни 17–18 сегмента. Бочна срца су 6–11 сегмента. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 10. сегменту. Семене кесе су од 9. до 12. сегмента. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталној бразди 9/10 и 10/11. Тифлозолис је трослојан. Нефридијални канали су у облику латиничног слова Ј, док је закривљени (жлездани) део оријентисан према предњем делу тела. Попречни пресек уздужних мишића је фасцикуларног типа.

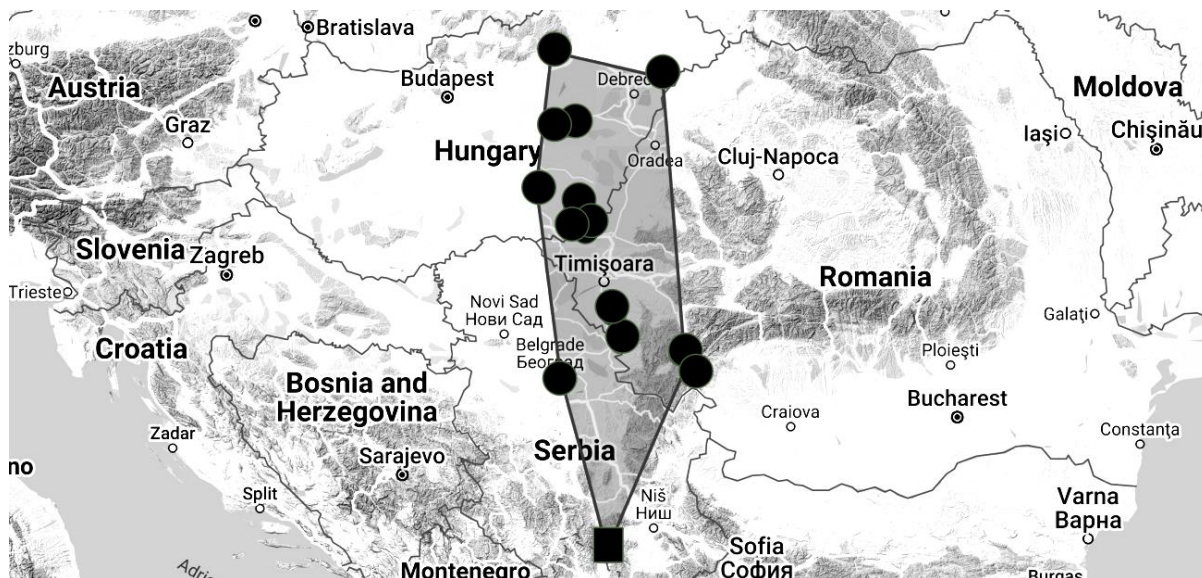


Слика 33. Спољашњи изглед подврсте *Cernosvitovia mehadiensis mehadiensis*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Cernosvitovia mehadiensis mehadiensis* је забележена на ливадама (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Међутим, пронађена је у храстово-грабовој шуми. Према еколошкој карактеризацији припада ендегичној групи.

Зоогеографски тип: *Cernosvitovia mehadiensis mehadiensis* је дацијски ендем. Распрострањен у јужној Румунији (Csuzdi и сар., 2011), Бугарској (Mihailova, 1965) (нажалост нисмо могли да пронађемо локалитете из Бугарске), источној Мађарској (Csuzdi и сар., 2011) и у панонској Србији (Stojanović-Petrović и сар., 2020).

Конзервациони статус: Није угрожена (LC), EOO > 20.000 km² (слика 34).



Слика 34. Географска дистрибуција подврсте *Cernovitovia mehadiensis mehadiensis* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).

Напомена: Постоји значајна таксономска сличност између *C. m. mehadiensis* и *C. kosowensis* (Табела 6). Први који је запазио таксономску сличност поменутих врста је мађарски лумбриколог András Zicsi (1968), када је истраживао лумбрицидну фауну Југославије. Заправо, он наводи присуство врсте *C. m. mehadiensis* на локалитету Приштина (Косово и Метохија). Исте године на истом локалитету, југословенски лумбриколог Спасенија Караман описује нову врсту *Allolobophora kosowensis*. Међутим, таксономске разлике које дефинитивно указују на различитост ових врста, су положај клителума и туберкуле. *Cernovitovia m. mehadiensis* је по први пут забележена у балканском делу Србије. Заправо наше налазиште, представља најјужнију тачку распрострањења подврсте *C. m. mehadiensis*, до сада.

Omodeo (1988) је поменути подврсту сврстао у род *Eophila*, где је објединио врсте које представљају потпуно различите еволуционе лозе. Као типска врста, *Eophila tellinii* (Rosa, 1888) која има мускулатуру перастог типа и нефридијалне канале у облику слова Ј. Нека ранија молекуларно-филогенетска истраживања сутерисала су да би балкански родови *Serbiona*, *Karpatodinariona* и *Italobalkaniona* могли бити спојени у један род *Cernovitovia* (Pop и сар., 2005; Domínguez и сар., 2015; Szederjesi и сар., 2016). Међутим, можемо сматрати да је само род *Serbiona* млађи синоним за род *Cernovitovia*, јер је његов генотип *Serbiona robusta* (Rosa, 1895) укључена у молекуларну филогенетичку анализу. Стога, ова подврста је пребачена у род *Cernovitovia*. Тренутно поред *Cernovitovia m. mehadiensis* постоје још две подврсте – *Cernovitovia mehadiensis boscaiui* (Pop, 1948) и *Cernovitovia mehadiensis oreophila* (Pop, 1978). Главна таксономска разлика између поменутих подврста је у положају клителума. Zicsi (1963) је сматрао да су поменуте таксономске разлике одраз различитог степена током сазревања, што доводи у питање валидност поменутих подврста.

Табела 6. Таксономске и зоогеографске карактеристике врсте *C. kosowensis* и подврста *Cernovitovia mehadiensis mehadiensis*, *Cernovitovia mehadiensis boscaiui* и *Cernovitovia mehadiensis oreophila*.

Врсте	Клителум	Туберкула	С. кесе	Семепријемници	Зоогеографски тип
<i>C. kosowensis</i>	31–35–51,52	44–51,52	9–12	9/10–11/12	Вардарски ендем
<i>C. m. mehadiensis</i>	35,36–47,48	40,42–47,48	9–12	9/10–11/12	Дацијски ендем
<i>C. m. boscaiui</i>	33, 34–44, 45	38–½43, 44	9–12	9/10–11/12	Дацијски ендем
<i>C. m. oreophila</i>	34, 35–49, 50	39, 40–45–47	9–12	9/10–11/12	Дацијски ендем

Локалитети: 1 инд., Куршумлијска Бања, 04.05.2021; 7 инд., Куршумлијска Бања, 22.04.2022.

4.5.4. *Cernovitovia paratuleskovi* comb. nov. (Šapkarev, 1975)

(слика 35)

Allolobophora paratuleskovi Šapkarev, 1975: 55.

Eophila paratuleskovi Šapkarev, 1987: 94.

Serbiona paratuleskovi Mršić, 1991: 206.

Allolobophora (s.l.) *paratuleskovi* Popović и сар., 2020: 63; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 66; Popović и сар., 2022b: 91–92

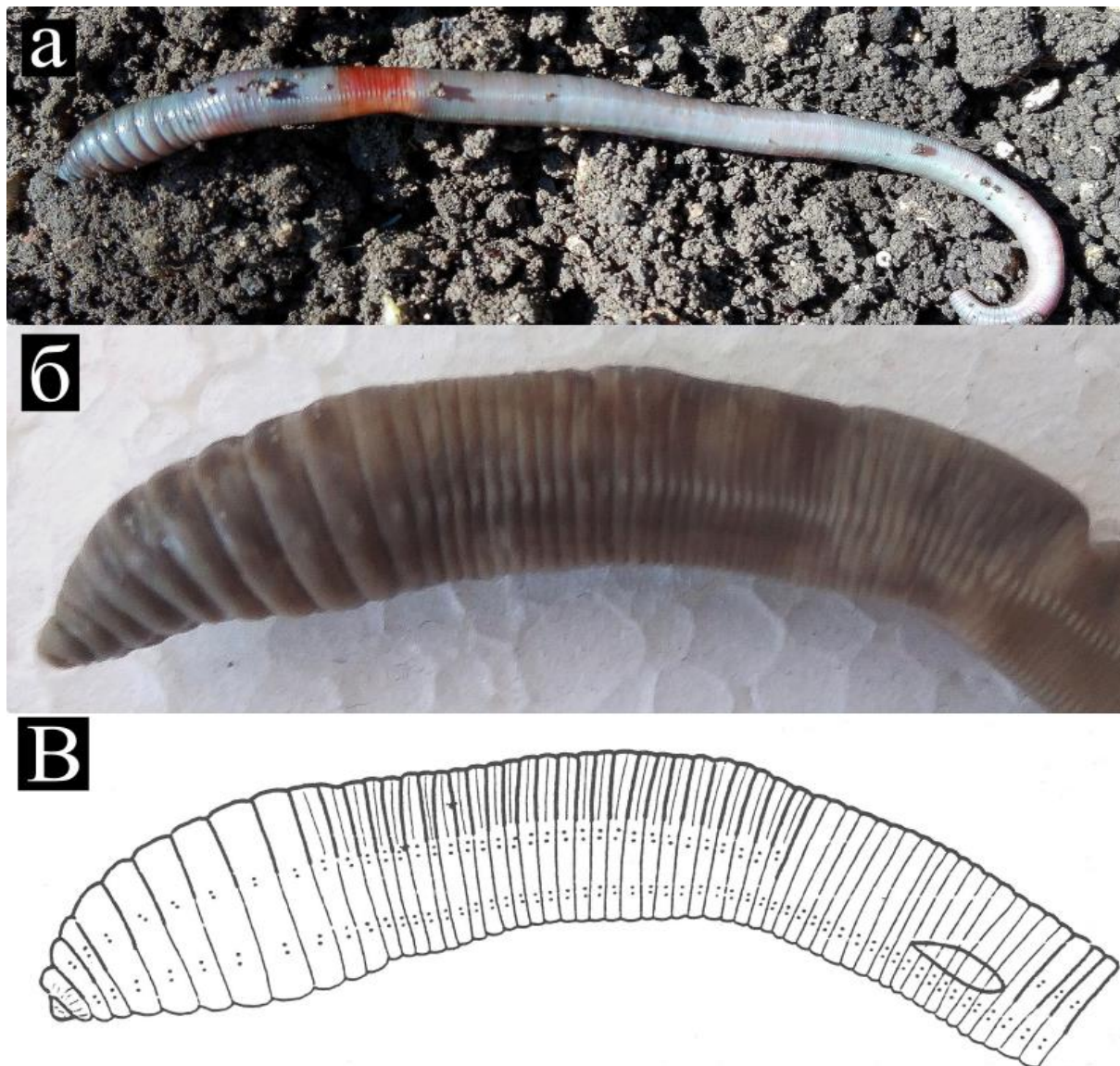
Cernovitovia paratuleskovi Csuzdi, 2012: 97–99; Popović и сар., 2022a: 359–360.

Дијагноза: Индивидуе *Cernovitovia paratuleskovi* се могу разликовати од других познатих врста рода *Cernovitovia* по положају мушког полног отвора (који се налази са малим жлезданим атријумом и лежи у 15. сегменту), по положају клителума који се налази на сегментима од 36, 37, 38 до 51, 52, 53, 54 и туберкула у сегментима од 47 до 51, 52, 53 и по броју и положају семепријемника у 10. и 11. сегменту.

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дужине 88–157 mm (Šapkarev 98–150 mm; Stojanović-Petrović и сар. 98–150 mm), ширине 6–7 mm, састављено од 227–294 телесних сегмената (Šapkarev 243–282; Stojanović-Petrović и сар. 243–282). Обојеност тела је сиво-браонкаста. Простомијум је епилобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 12/13–13/14. Мушки полни отвори су слабо уочљиви на 15. сегменту. Женски полни отвори су невидљиви. Хете су уско парне (aa>bc, dd=3bc, bc=9ab). Клителум је циркуларног типа, налази се од 36, 37, 38. до 51, 52, 53. сегмента (Šapkarev 36, 37, 38–51, 52, 53, 54; Stojanović-Petrović и сар. 36, 37, 38–52, 53, 54). Туберкула од 46, 47. до 51, 52, 53. (Šapkarev 47–51, 52, 53; Stojanović-Petrović и сар. 47–52, 53).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 15–16, а мускуларни 17–19 сегмента. Бојна срца су на 6–12 сегменту. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 11. сегменту. Дисепименти су јако задебљали на 6/7–9/10 и задебљали на 5/6–11/12 сегментима. Семене кесе су у 9. и 12. сегменту. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталној бразди 9/10 и 10/11. Тифлозолис је трослојан. Нефридијални канали су у облику латиничног слова J,

док је закривљени (жлездани) део оријентисан према предњем делу тела. Попречни пресек уздужних мишића је фасцикуларног типа.

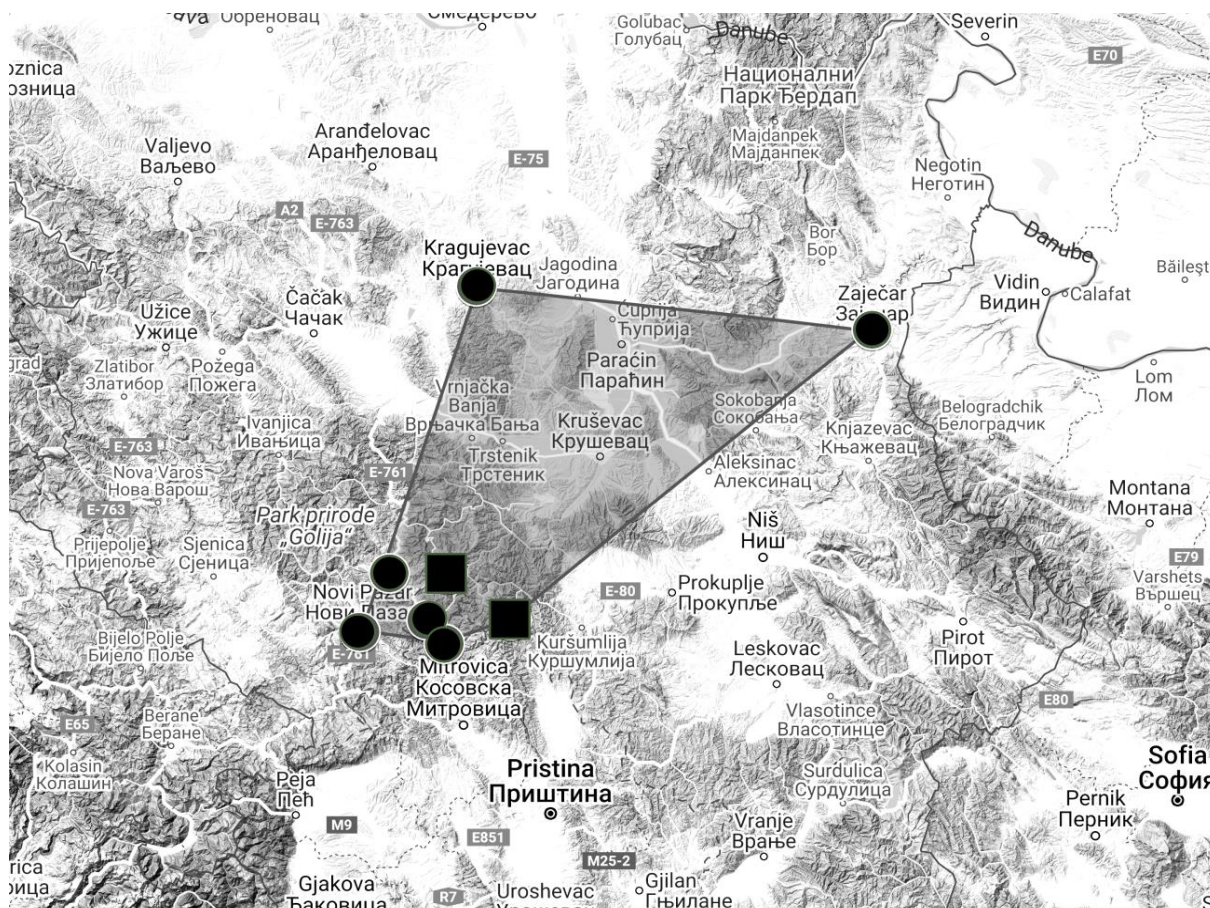


Слика 35. Спољашњи изглед врсте *Cernovitovia paratuleskovi* **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: Врсту *C. paratuleskovi* је пронађена на ливади. Међутим, ова врста може бити заступљена и у храстовим шумама (Stojanović-Petrović и сар., 2020; Popović и сар., 2022). Спада у анецичне врсте.

Зоогеографски тип: *Cernovitovia paratuleskovi* је вардарски ендем, распрострањен на Балканском полуострву, само у Србији (Popović и сар., 2022b).

Конзервациони статус: Према IUCN (2011), а у истраживању које су спровели Stojanović и сар. (2008) врста *C. paratuleskovi* припадала је угроженој категорији (EN). Међутим, добијени резултати су показали да ЕОО за ову врсту износи 7.230 km² и да тренутно припада рањивој категорији (VU) (слика 36).



Слика 36. Географска дистрибуција врсте *Cernovitovia paratuleskovi* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).

Напомена: Осим датог таксономског приказа, једини доступни подаци о овој врсти потичу из оригиналног описа који је дао Šapkarev (1975). Stojanović и сар. (2018) пронашли су ову врсту у Србији, али није дат опис. Нажалост референтни материјал није сачуван у нашој колекцији. Проучавање индивидуе биле су идентичне претходном опису по положају клителума и туберкуле, броју и положају семених кеса и семепријемника. Таксономски најсличнија врста *C. paratuleskovi* је *Allolobophora* (s.l.) *tuleskovi* коју је пронашао Černovitov (1937) у Бугарској (планина Пирин). За већину таксономских карактера – врста престомијума, положај мушког отвора, положај прве дорзалне поре, број и положај семених кеса и семепријемника и положај клителума и туберкуле, поменуте врсте су идентичне (табела 8). Šapkarev (1975) је навео да је главна разлика између њих у величини тела и броју сегмената: *All. (s.l.) tuleskovi* (до 395 сегмената/10 mm) је много дужа и шири од *C. paratuleskovi* (до 294 сегмента/6 mm). Дакле, таксономска и биогеографска сличност поменуте врсте сугерише да је врста *C. paratuleskovi* можда млађи синоним за врсту *All. (s.l.) tuleskovi* (Popović и сар., 2022a).

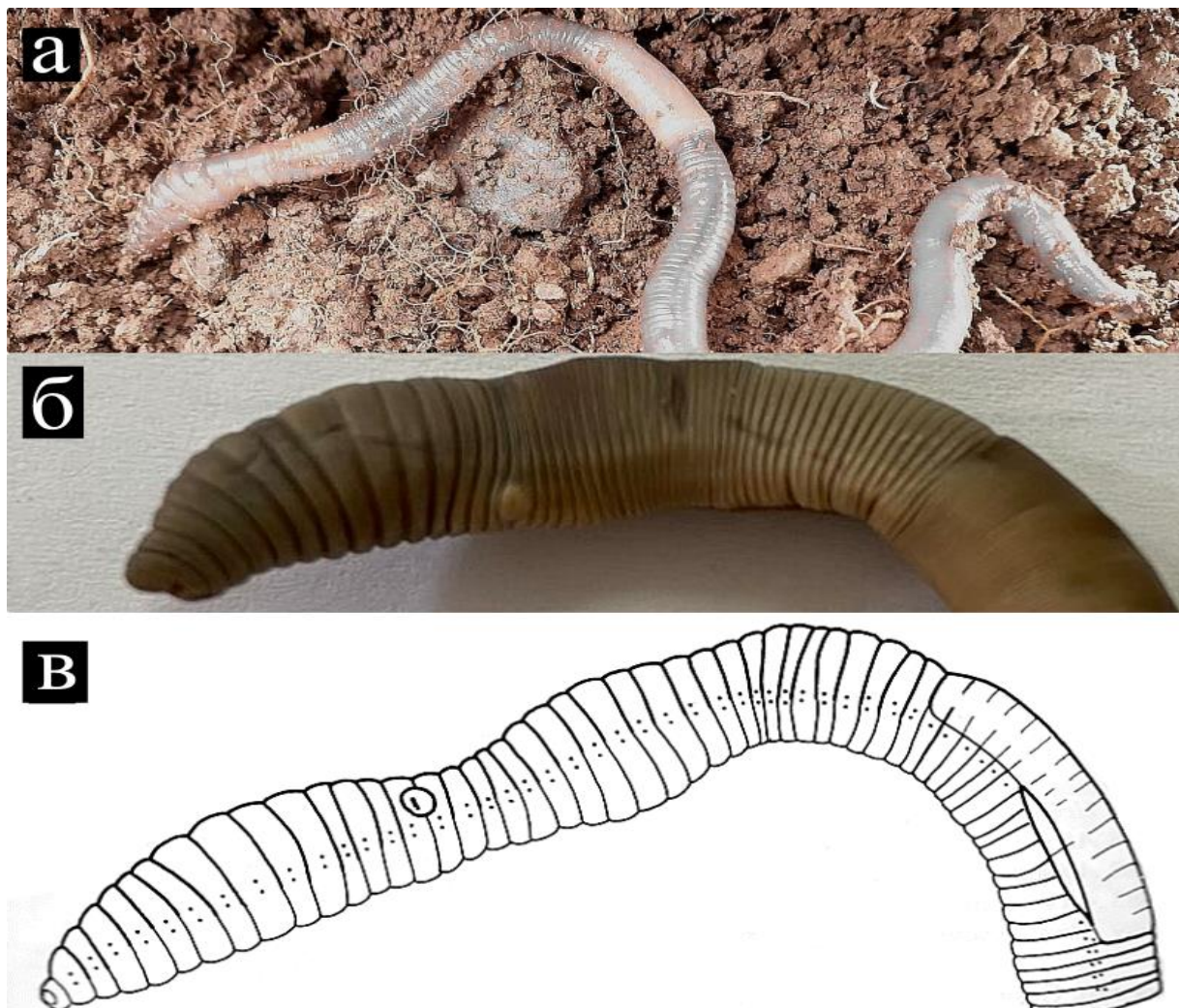
Локалитети: 8 инд., Муре, 06.04.2018; 5 инд., Рудница, 10.04.2019; 2 инд., Луковска Бања, 29.04.2020.

4.5.5. *Cernosvitovia serbica* comb. nov. (Šapkarev, 1977)**(слика 37)***Eophila serbica* Šapkarev, 1977: 93.*Serbiona serbica* Mršić, 1991: 195.*Allolobophora* (s.l.) *serbica* Stojanović-Petrović и сар., 2020: 84.*Cernosvitovia serbica* Csuzdi, 2012: 97–99; Popović и сар., 2022a: 360–362.

Дијагноза: Индивидуе *Cernosvitovia serbica* могу се разликовати од осталих познатих врста *Cernosvitovia* по положају мушког полног отвора (налази се у 15. сегменту на уздигнутим glandularним папилама које се протежу преко 15. и 16. сегмента), по положају клителума у сегментима од 39, 40 до 51, 52 и туберкула у сегментима од 44, 45 до 51, 52 и броју и положају семепријемника у 10. и 11. сегменту.

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дужине 115–128 mm (Šapkarev 125–132; Stojanović-Petrović и сар. 125–132 mm), ширине 6–6.5 mm, састављено од 257 до 304 телесна сегмента (Šapkarev 268–322; Stojanović-Petrović и сар. 268–322). Обојеност тела је сиво-браонкаста (Šapkarev тамно-браон). Простомијум је епилобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 10/11 или 11/12. Мушки полни отвори су јасно изражени на 15. сегменту, на жлезданом пољу које прелази и на 16. сегмент. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете су уско парне ($aa > bc$; $ab = cd$; $dd > 1/2U$). Хете а и b су увек на жлезданим брадавичастим испупчењима на сегментима 16, 17, 47. или на сегментима од 49. до 55. Клителум се налази на сегментима од 39, 40. до 51, 52. сегмента (Šapkarev 39, 40–53; Stojanović-Petrović и сар. 39, 40–53), а туберкула од 44, 45. до 51, 52. сегмента (Šapkarev 44, 45–51, 52; Stojanović-Petrović и сар. 44, 45–51, 52).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је у сегментима 15. и 16, а мускуларни желудац је у сегментима од 17. до 19. Бочна срца су у сегментима од 6. до 11. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су у 10. сегменту. Семене кесе су у сегментима од 9. до 12. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталној бразди 10/11, 11/12. Тифлозолис је трослојан. Нефридијални канали су у облику латиничног слова U, док је закривљени (жлездани) део оријентисан према предњем делу тела. Попречни пресек уздужних мишића је фасцикуларног типа.

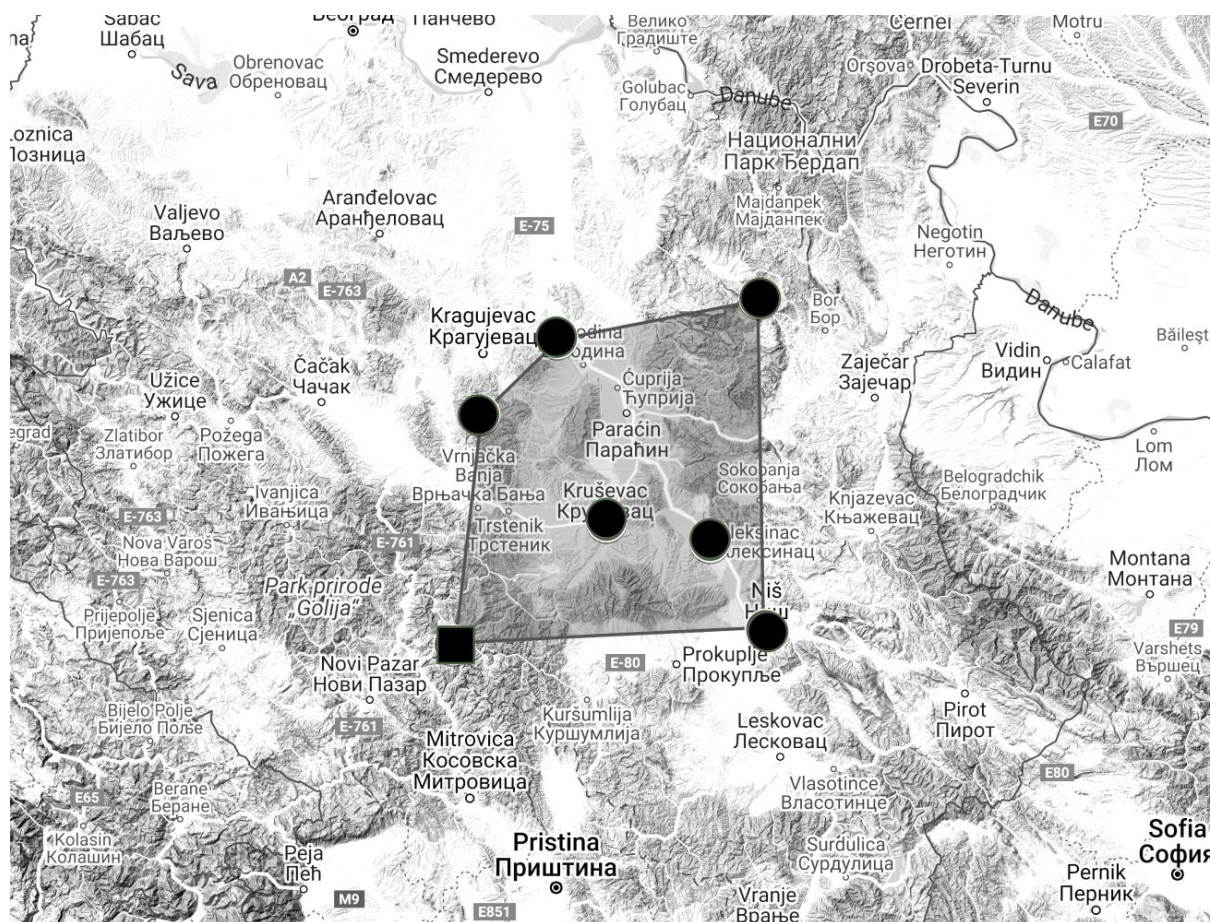


Слика 37. Спољашњи изглед врсте *Cernosvitovia serbica* **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Cernosvitovia serbica* је заступљена у обалским биотопима, али је има и у пашњацима и ливадама као и у храстовим шумама (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Спада у анецичне врсте.

Зоогеографски тип: *Cernosvitovia serbica* је вардарски ендем, распрострањен на Балканском полуострву, само у Србији (Stojanović-Petrović и сар., 2020).

Конзервациони статус: Рањива (VU), EOO < 20.000 km² (слика 38).



Слика 38. Географска дистрибуција врсте *Cernovitovia serbica* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).

Напомена: *Cernovitovia serbica* је пронашао и детаљно описао Šarkarev (1977) и наши проучавани примерци се у потпуности слажу са његовим описом. *Cernovitovia serbica* се таксономски разликује од сличних балканских ендема *All. (s.l.) tuleskovi*, *C. kosowensis*, и *C. paratuleskovi* по положају клителума, туберкуле и положају и броју семених кеса (табела 7) (Роровић и сар., 2022а).

Табела 7. Поређење неких важних таксономских карактера *Cernovitovia serbica* са другим сличним балканским ендемским врстама.

Врсте	Клителум	Туберкула	С. кесе	Семепријемници
<i>C. serbica</i>	39,40–51,52	44,45–51,52	9–12 (4)	9/10–11/12
<i>C. paratuleskovi</i>	37,38–51,52,53	47–51,52,53	11,12 (2)	9/10–11/12
<i>C. kosowensis</i>	31–35–51,52	44–51,52	9–12 (4)	9/10–11/12
<i>All. (s.l.) tuleskovi</i>	36,37–51,52	45– 51	11,12 (2)	9/10–11/12

Током теренских истраживања врста је забележена на локалитетима Куршумлија и Луковска Бања (источни део Копаоника). Стога, налазиште Куршумлија представља најјужнију тачку распрострањења врсте *C. serbica*, до сада.

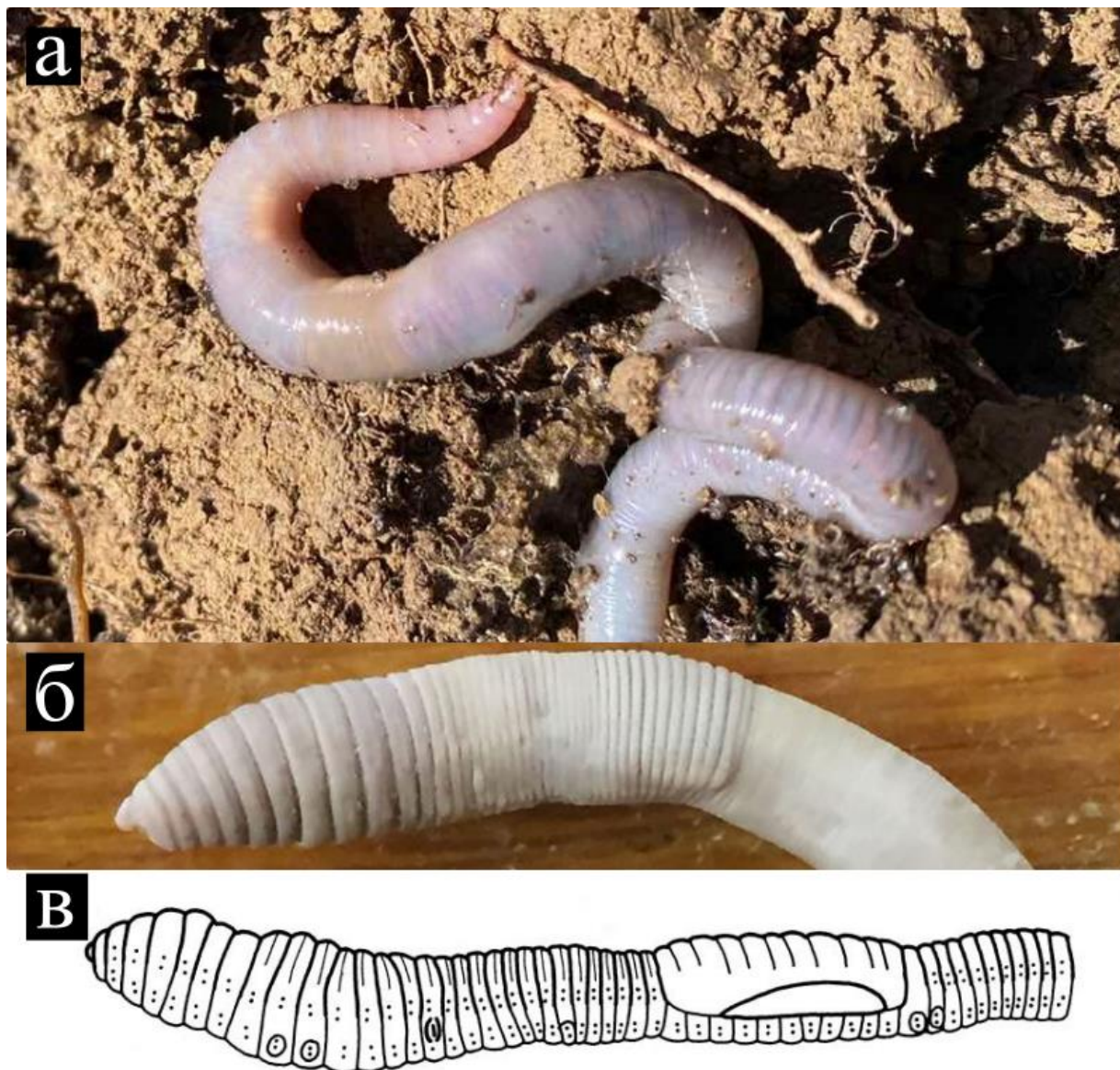
Локалитети: 3 инд., Куршумлија, 29.04.2020; 3 инд., Луковска Бања, 29.04.2020.

4.5.6. *Cernosvitovia strumicae* comb. nov. (Šapkarev, 1973)**(слика 39)***Allolobophora dofleini strumicae* Šapkarev, 1973: 44.*Eophila dofleini strumicae* Šapkarev, 1978: 95.*Serbiona strumicae* Mršić, 1991: 183.*Cernosvitovia strumicae* Csuzdi, 2012: 97–99; Popović и сар., 2022а: 362–364.

Дијагноза: Индивидуе *Cernosvitovia strumicae* се могу разликовати од других познатих врста *Cernosvitovia* по положају мушког полног отвора (који се налази на 15. сегменту на повишеним glandularним папилама које се протежу преко 15 сегмента) и броју и положају семепријемника у 10. и 11. сегменту.

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дужине 84–152 mm (Šapkarev 92–156 mm; Mršić 92–156 mm), ширине 4–6.5 mm, састављено од 151 до 218 телесна сегмента (Šapkarev 158–222; Mršić 158–222). Обојеност тела је сиво-браонкаста. Простомијум је епилобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 10/11 или 11/12. Мушки полни отвори су слабо изражени на 15. сегменту. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете су уско парне ($aa > bc$, $ab = cd$, $aa = csa$, $9ab = 9cd$, $bc = ab$, $dd > 1/2u$). Клителум је седластог типа, налази се на сегментима од 29, 30. до 40, 41. сегмента (Šapkarev 30–40; Mršić 29, 30–40, 1/2 41, 41), а туберкула од 32, 33, 34, 35. до 40. сегмента (Šapkarev 35–39; Mršić 32, 33, 34, 35–39, 40).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је у сегментима 15 и 16, а мускуларни желудац је у сегментима од 17. до 19. Бочна срца су у сегментима од 6. до 11. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су у 10. сегменту. Семене кесе су у сегментима од 9. до 12. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту. Тифлозолис је трослојан. Нефридијални канали су у облику латиничног слова U, док је закривљени (жлездани) део оријентисан према предњем делу тела. Попречни пресек уздужних мишића је фасцикуларног типа.

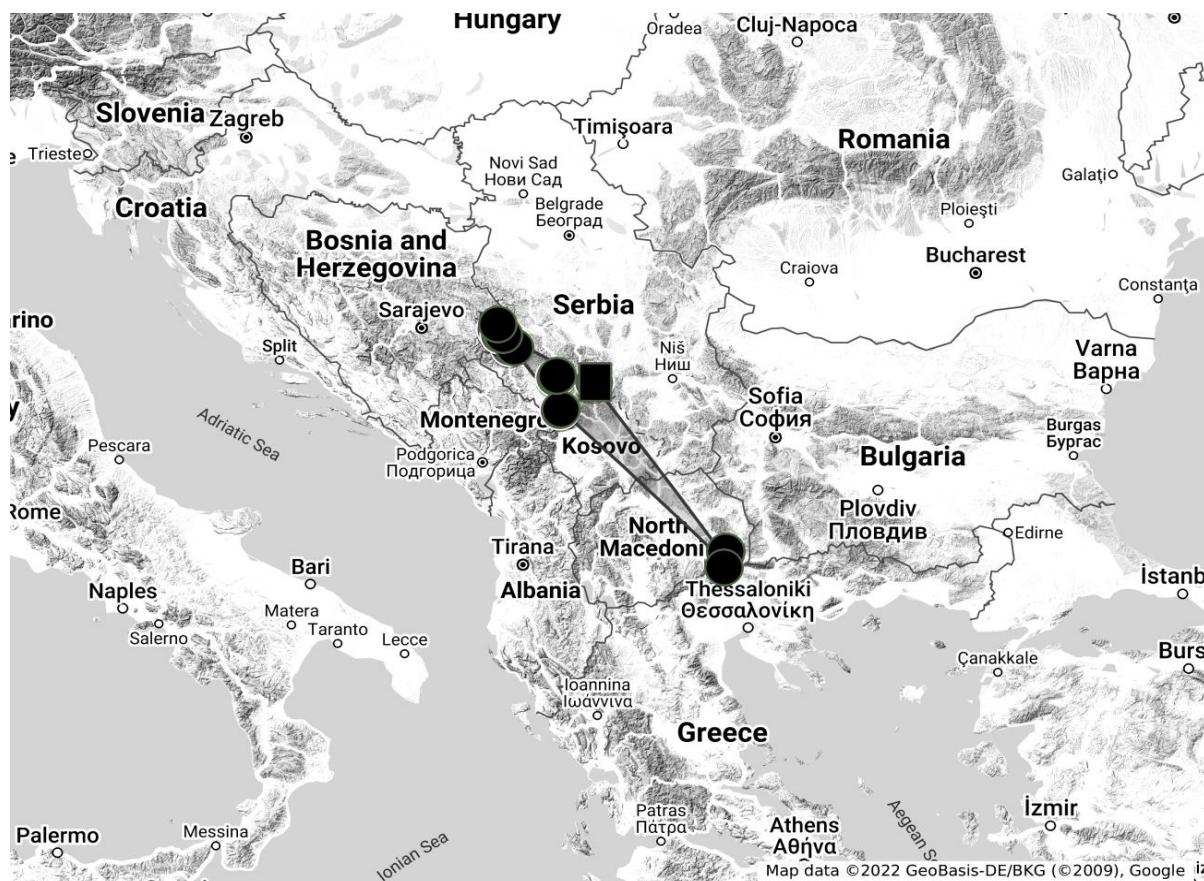


Слика 39. Спољашњи изглед врсте *Cernosvitovia strumicae* **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: Према Šarkarev-у (1973), врста *C. strumicae* може се наћи у пашњацима и храстовим шумама. Током теренских истраживања ова врста је пронађена на ливадама и у храстовим шумама са ниским дрвећем. Најзаступљенији период врсте *C. strumicae* идентификован је као април–мај. Опсег надморске висине на којем се ова врста може наћи креће се од 600 до 800 m н.в. Што се тиче еколошке класификације фауне лумбрицида, ова врста је ендегична.

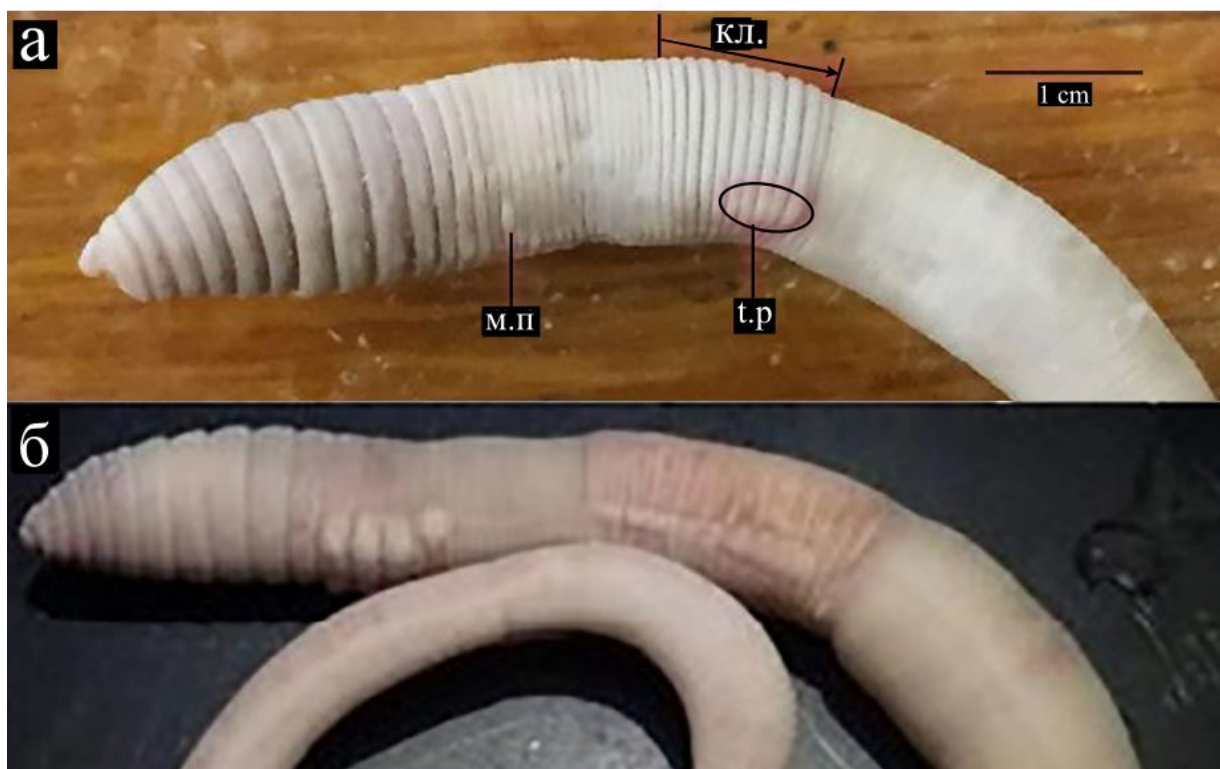
Зоогеографски тип: *Cernosvitovia strumicae* је вардарски ендем. До сада, ова врста је пронађена само на два локалитета: Струмица (Šarkarev, 1973) и Костурино (Бјелашница) (Mršić, 1991) у Северној Македонији.

Конзервациони статус: Рањива (VU), EOO < 20.000 km² (слика 40).

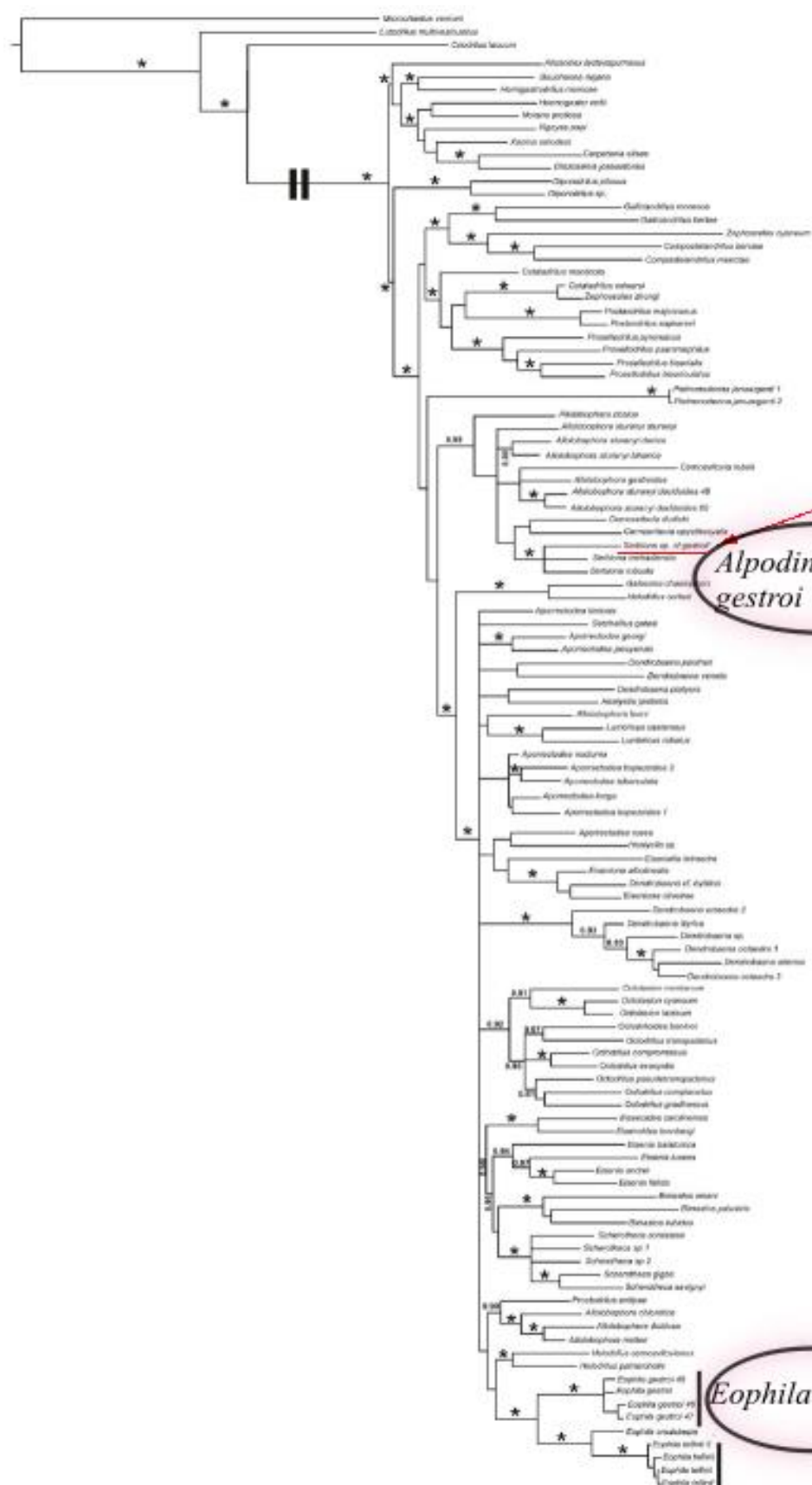


Слика 40. Географска дистрибуција врсте *Cernosvitovia strumicae* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).

Напомена: Таксономски и филогенетски статус врсте *C. strumicae* може бити прилично збуњујућ, јер је кроз историју врста погрешно идентификована. У претходним студијама (Domínguez и сар., 2015; Stojanović и сар., 2018; Popović и сар., 2020) дошло је до погрешне идентификације због морфолошке сличности врста *C. strumicae* и *Eo. gestroi* (слика 41). У недавној филогенетској студији (De Sosa и сар., 2019), типичне врсте *Eophila tellinii* (Rosa, 1894), *Eophila crodabepis* (Paoletti, 2016) и *Eo. gestroi*, били су јасно одвојени добро подржана клада од других врста које су историјски припадале роду *Eophila*, примерци балканских родова (укључујући *Alpodinaridella gestroi*) (слика 42). Они су први који су сматрали да је примерак *Alpodinaridella gestroi* који је укључен у студију Domínguez и сар. (2015), можда била погрешна идентификација. Наша детаљнија таксономска посматрања су показала да су тип простомијума, мање уочљивије мушке поре, положај прве дорзалне поре, број семених кеса, облик нефидријалног канала и облик тифлозолиса неки од главних таксономских карактера који ову врсту одвајају од *Eo. gestroi* (табела 8). Међутим, положај клителума и туберкуле код ових врста је скоро идентичан, што је довело до погрешне идентификације. У нашој филогенетској студији, узорци који су претходно таксономски идентификовани као *All. (s.l.) strumicae*, испоставило се да су заједно у клади са врстама рода *Cernosvitovia*. Стога смо је пренели у тај род и врста се тренутно назива *Cernosvitovia strumicae* (Popović и сар., 2022a).



Слика 41. Спољашња морфологија фиксираних примерака **а.** *Cernosvitovia strumicae*. (© Ф. Поповић); **б.** *Eophila gestroi* (Gavinelli и сар., 2017). Скраћенице: кл. = клителум; м. п. = мушка пора; t. p. = *tubercula pubertatis*.

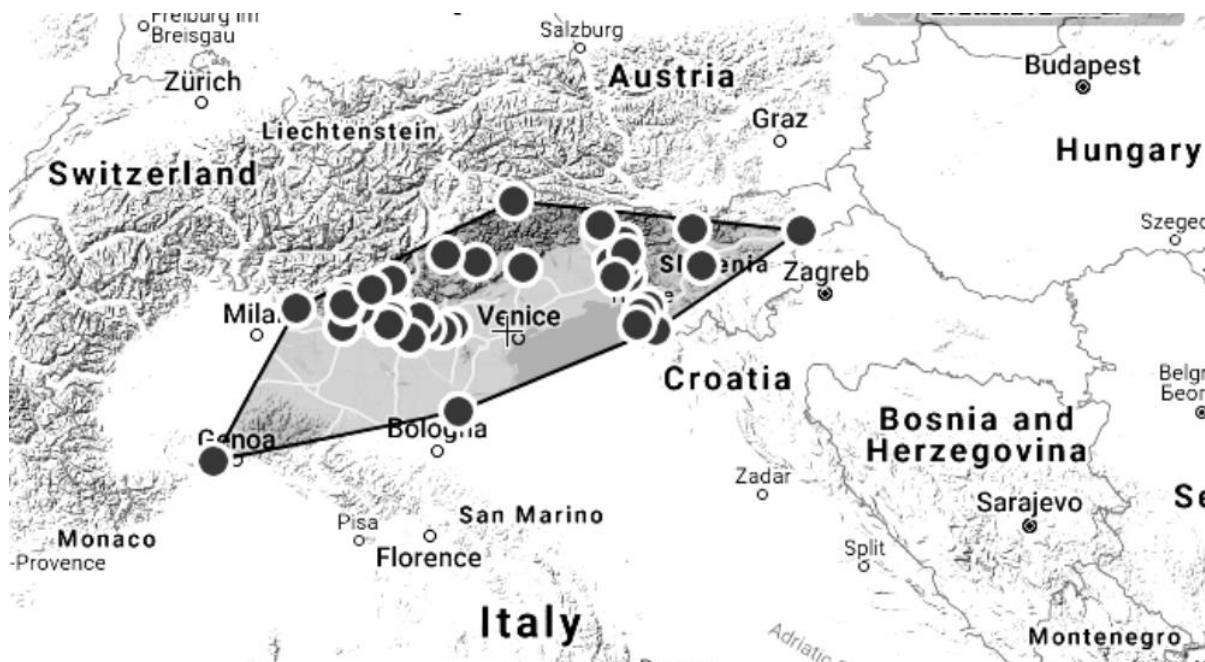


Слика 42. Филогенетско стабло на основу којег је доказана погрешна идентификација врсте *Alpodinaridella gestroi* (De Sosa и сар., 2019).

Табела 8. Поређење важних таксономских карактера *Cernosvitovia strumicae* са истим карактерима врсте *Eophila gestroi*.

Врсте	<i>Cernosvitovia strumicae</i>			<i>Eophila gestroi</i>			
Аутори	Šapkarev	Подаци аутора	И. колекција	Cognetti de Martiis	Omodeo	Zicsi	Mršić
Боја тела	безбојна/браон	безбојна/браон	безбојна	безбојна	безбојна	безбојна	безбојна
Број сегмената	151-218	158-222	147-232	200-230	173-332	246-257	128-219
1 st дорзална пора	9/10, 10/11, 11/12	9/10, 11/12	9/10	5/6, 6/7	8/9, 9/10	3/4, 5/6	5/6, 6/7, 8/9
Мушки полни отвор	мали на 15. сегменту	мали на 15. сегменту	мали на 15. сегменту	велики на 15.сегменту	велики на 15.сегменту	велики на 15.сегменту	велики на 15.сегменту
С. кесе	9-12	9-12	9-12	11/12	11/12	11/12	11/12
Семепријемници	9/10, 10/11	9/10, 10/11	9/10, 10/11	9/10, 10/11	9/10, 10/11	9/10, 10/11	9/10, 10/11
Клителум	29,30-40,41	30-40	29,30- 39, 40	29-41	30-40	28,29,30-40,1/240	28,29, 30,31,32-38,39,40
Туберкула	32,33,34,35-40	34,35-39	33,34,35-40	34,35-38,1/2 39	34,35-37,38,39	34,35-37,38,39,40	32,1/2 33,34-37,38,1/2 38
Тифлозолис	трослојан			двослојан			
Н. канали	у облику слова У, закривљени део је оријентисан према предњем делу тела.			у облику удице, закривљени део је оријентисан ка предњем делу тела.			

С друге стране, *Eo. gestroi* је типична балканско-алпска врста, распрострањена у северном делу Италије (Cognetti de Martiis, 1905; Chinaglia, 1909; Omodeo, 1954; Omodeo, 1962; Zicsi, 1970; Zicsi, 1981; Paoletti и сар., 2013; Gavinelli и сар., 2017) и Словенији (Baldasseroni, 1919; Karaman, 1972; Mršić, 1991). Узимајући у обзир све чињенице наведене за *Eo. gestroi*, може се претпоставити да је алпско подручје центар дистрибуције ове врсте (слика 43).



Слика 43. Географска распрострањеност *Eophila gestroi* у алпском подручју.

Током теренских истраживања врста је забележена на локалитетима Муре, Ново Село, Бељак (западни део Копаоника). Ови локалитети представљају нова али не и прва налазишта ове врсте на територији Србије. Наиме, ова врста је била пронађена у Србији, али је погрешно идентификована као *Alpodinaridella gestroi* (Domínguez и сар., 2015) и *Perelia gestroi* (Stojanović и сар., 2018). Потврда идентификације наших примерака на основу морфолошких карактера и претходних молекуларних филогенетских анализа, као и биогеографска анализа, открива погрешну идентификацију *C. strumicae* из претходних студија. Тачна идентификација ове врсте важан је корак у разјашњавању збуњујућег таксономског и филогенетског положаја лумбрицида на Балканском полуострву. Све у свему, распон дистрибуције врсте *C. strumicae* састоји се од локалитета Струмица и Костурино (Бјелашница), Голија, Пештер, Мокра гора, Златибор, Тара која представља најсеверније налазиште ове врсте до сада, као и ново налазиште у Србији – планина Копаоник (слика 40).

Локалитети: 10 инд., Муре, 06.04.2018; 3 инд., Ново Село, 16.05.2018; 1 инд., Бељак, 16.05.2018;

4.5.7. *Cernovitovia sturanyi dacica* comb. nov. (Pop, 1938)

(слика 44)

Eophila dacica Pop, 1938: 142.

Allolobophora dacica Šapkarev, 1972: 81.

Scherotheca (*Scherotheca*) *dacica* Omodeo, 1988: 81.

Karpatodinariona dacica Mršić, 1991: 250.

Allolobophora (s.l.) *dacica* Csuzdi и Zicsi, 2003: 53.

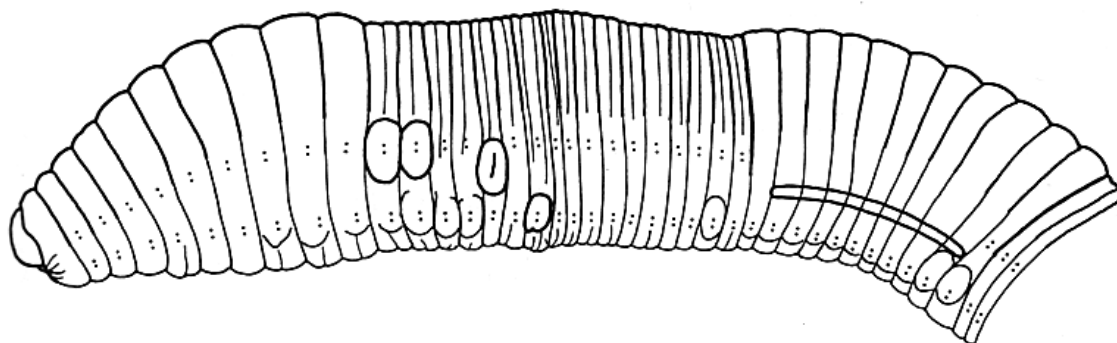
Allolobophora (s.l.) *sturanyi dacica* Csuzdi и Pop, 2008: 26; Szederjesi и сар., 2016: 89.

Cernovitovia sturanyi dacica Csuzdi, 2012: 97–99; Popović и сар., 2022a: 355.

Дијагноза: Индивиде *Cernosvitovia sturanyi dacica* могу се разликовати од осталих познатих врста *Cernosvitovia* по положају мушког полног отвора (налази се у 15. сегменту).

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дужине 68–170 mm (Šapkarev 60–155; Mršić 70–160 mm; Csuzdi и Zicsi 70–160 mm), састављено од 143 до 212 сегмената (Šapkarev 139–202; Mršić 145–208; Csuzdi и Zicsi 165–200), без пигмената. Простомијум је епилобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 7/8 или 8/9. Мушки полни отвори су на 15. сегменту. Хете ab су увек на жлезданим брадавичастим испупчењима на сегментима од 11. до 13, 17, 18, 24. до 27. или на 36. до 37. сегмента. Клителум се налази на сегментима од 29, 30. до 37. сегмента (Šapkarev 29–37; Mršić 28, 29, 30–37, 38, 39; Csuzdi и Zicsi 28, 29, (30)–37, 38, 39), а туберкула од 30. до 37. сегмента (Šapkarev 30–37; Mršić 29, 30–37, 38, 39; Csuzdi и Zicsi ½29, 29–37, 38, 39).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је у сегментима 15–16, а мускуларни желудац је у 17–19. сегменту. Дисепименти су задебљали од 5/6 до 9/10 сегмента. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су у 10. сегменту. Семене кесе су у 11. и 12. сегменту. Семепријемници су од 9. до 13. сегмента (од 9/10 до 13/14). Тифлозолис је трослојан. Нефридијални канали су у облику латиничног слова Ј, док је закривљени (жлездани) део оријентисан према предњем делу тела. Попречни пресек уздужних мишића је фасцикуларног типа.

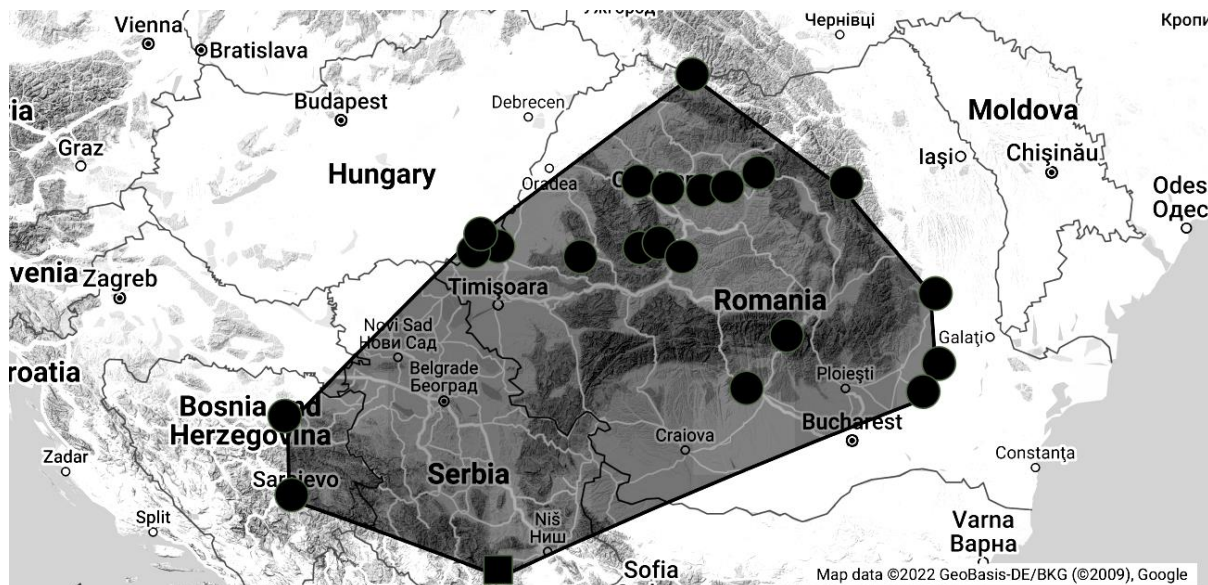


Слика 44. Шематски цртеж подврсте *Cernosvitovia sturanyi dacica* према Mršić-у (1991).

Екологија: На основу оскудних литературних података, примећено је да ова врста насељава обалске биотопе (Šapkarev, 1972, Csuzdi и Pop, 2008). Ова врста је пронађена на влажној ливади, стога закључујемо да ова врста преферира влажна станишта. Што се тиче еколошке класификације фауне, ова врста је ендегична.

Зоогеографски тип: *Cernosvitovia sturanyi dacica* је дацијски ендем. До сада, ова подврста је пронађена у Румунији (Pop, 1938; Csuzdi и Pop, 2008; Pop и сар., 2010), Мађарској (Csuzdi и Zicsi, 2003), Молдавији (Perel, 1979) (нажалост нисмо могли да пронађемо локалитете из Молдавије) и Босни (Šapkarev, 1972; Mršić, 1991).

Конзервациони статус: Није угрожена (LC), EOO > 20.000 km² (слика 45).



Слика 45. Географска дистрибуција подврсте *Cernosvitovia sturanyi dacica* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).

Напомена: Perel (1979) је ујединио ову врсту са врстом *Allolobophora* (s.l.) *sturanyi* (Rosa, 1895) због сличних таксономских карактера (преклапања клителума и туберкуле). Zicsi (1982) и Mršić (1991) указују да разлике у броју семепријемника (2–3 код подврсте *All.* (s.l.) *sturanyi sturanyi*, наспрам пет код подврсте *Cernosvitovia s. dacica*) оправдавају раздвајање ових подврста (табела 9). Комплекс врста *Allolobophora sturanyi* први пут су препознали Csuzdi и Pop (2008) кроз морфометријску и биогеографску анализу врста распрострањених на Балкану и Карпатског басену. На основу донекле променљиве позиције клителума и туберкуле, као различитог броја семепријемника, три кладе су третиране као подврсте *Allolobophora sturanyi*, односно *Allolobophora sturanyi sturanyi*, *Allolobophora sturanyi dacica* и *Allolobophora sturanyi dacidoides* Bouché, 1973. Четврта кллада се разликовала изразито у положају клителума, описана је као нова врста *Allolobophora prosellodacica* Csuzdi и Pop, 2008.

Касније, у молекуларно-филогенетској студији (Szederjesi и сар., 2016), потврђено је да се ради о различитим подврстама, и да су се таксони *All. s. sturanyi*, *Allolobophora sturanyi biharica* (Szederjesi, Pop и Csuzdi, 2016), *All. s. dacica*, *All. s. dacidoides*, *All. prosellodacica*, *All. gestroides* и *All. ziscica* налазиле у истој клади са врстама *Allolobophora* (s.l.) *robusta* (типска врста некадашњег рода *Serbiona*), *All. (s.l.) m. mehadiensis*, *C. rebeli* и *C. dudichi*. Аутори су сматрали да на основу морфолошких и молекуларних анализа, ове поменуте врсте чине добро одвојени Балканско-централноевропски род, који се јасно разликује од рода *Allolobophora*. Стога, потврдили смо таксономски статус ове врсте као *Cernosvitovia sturanyi dacica*, који су пре тога предложили (Szederjesi и сар., 2016). Међутим, потребно је укључити типску врсту рода *Karpatodinariona* – *Karpatodinariona altimontana* (Mršić, 1982), како би се оправдао таксономски статус осталих врста некадашњег рода *Karpatodinariona* (Popović и сар., 2022a).

Дуго се сматрало да је *C. s. dacica* присутна у лумбрицидној фауни Србије (Stojanović и сар., 2008). Међутим, према новијим истраживања лумбрицида Србије (Stojanović и сар., 2018; Stojanović-Petrović и сар., 2020), аутори су приметили да се ради о погрешној идентификацији и уклонили су *C. s. dacica* са листе лумбрицида у Србији. Током теренских истраживања *C. s. dacica* је забележена на локалитету

Куршумлијска Бања (источни део Копаоника, 800 m н.в.). Овај налаз представља први налаз ове подврсте на територији Србије.

Табела 9. Поређење неких важних таксономских карактера комплекса врста *Cernosvitovia sturanyi*.

Врсте	Клителум	Туберкула	С. кесе	Семепријемници	Дистрибуција
<i>C. s. sturanyi</i>	27, 28– $\frac{1}{2}$ 39, 39	29–38, $\frac{1}{2}$ 39	11,12	9/10–11/12	Дацијски ендем
<i>C. s. biharica</i>	$\frac{1}{2}$ 27, 27–38	28– $\frac{1}{2}$ 37, 37	11,12	9/10–11/12, 12/13	Дацијски ендем
<i>C. s. dacica</i>	29.30–37,38,39	29.30–37,38,39	11,12	9/10–13/14	Дацијски ендем
<i>C. s. dacidoides</i>	$\frac{1}{2}$ 27, 27–36, 37	$\frac{1}{2}$ 28, 28–36, 37	11,12	9/10–11/12, 12/13	Дацијски ендем

Локалитети: 3 инд., Куршумлијска Бања, 04.05.2021.

4.5.8. *Cernosvitovia treskavicensis* comb. nov. (Mršić, 1991)

(слика 46)

Italobakaniona treskavicensis Mršić, 1991: 165.

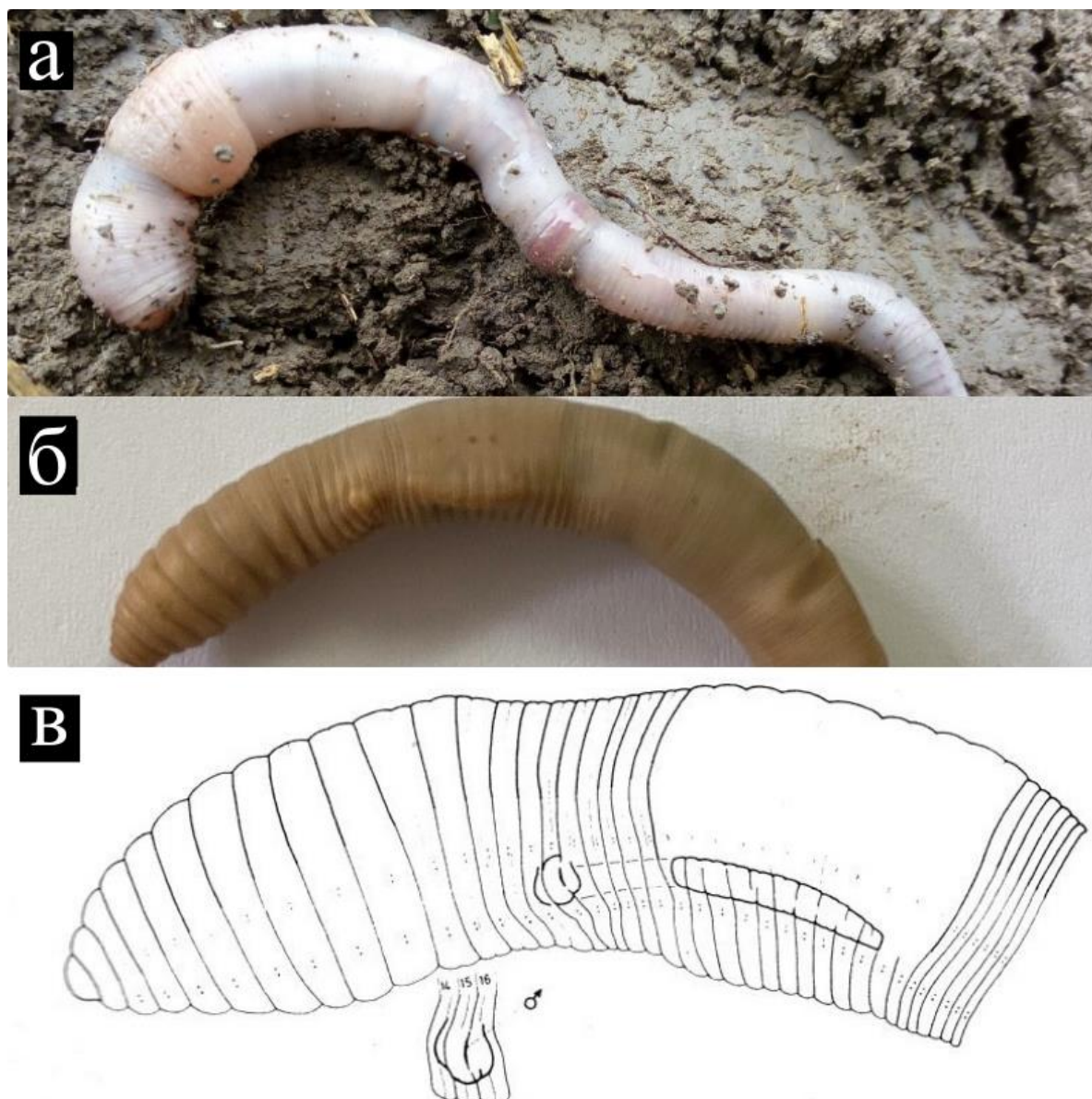
Allolobophora (s.l.) *treskavicensis* Popović и сар., 2020: 63.

Cernosvitovia treskavicensis Csuzdi, 2012: 97–99; Popović и сар., 2022a: 364–365.

Дијагноза: Индивидуе *Cernosvitovia treskavicensis* могу се разликовати од осталих познатих врста *Cernosvitovia* по положају мушког полног отвора (налази се у међусегментном жлебу 15/16).

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дужине 42–70 mm (Mršić 55–79 mm), ширине 4–6 mm, састављено од 140 до 164 телесна сегмента (Mršić 156–172). Обојеност тела је светло-сива. Простомијум је пролобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 9/10 или 13/14. Мушки полни отвори су изражени на 15/16 сегменту (у облику срца). Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете су уско-парне, $aa = 3bc$, $ab > cd$, $dd > 1/2u$. Клителум је седластог типа, налази се на сегментима од 21. до 31. сегмента (Mršić 20, 21, $1/2$ 21–32), а туберкула од 21. до 28, $\frac{1}{2}$ 29. сегмента (Mršić 21, $\frac{1}{2}$ 21–29, 30, $1/2$ 30, 31).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је у сегментима 15 и 16, а мускуларни желудац је у сегментима од 17. до 20. Бочна срца су у сегментима од 5. до 12. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су у 10. сегменту. Семене кесе су у сегментима од 11 и 12. Семепријемници су од 14. до 16. сегмента. Тифлозолис је трослојан. Нефридијални канали су у облику латиничног слова U, док је закривљени (жлездани) део оријентисан према предњем делу тела. Попречни пресек уздужних мишића је фасцикуларног типа.



Слика 46. Спољашњи изглед врсте *Cernovitovia treskavicensis* **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: Mršić (1991) је врсту *C. treskavicensis* пронашао само на обалним биотопима. Ова врста је пронађена на влажној ливади и на пашњаку. Најзаступљенији период врсте *C. treskavicensis* идентификован је као април-мај. Опсег надморске висине на којем се ова врста може наћи креће се од 1.000 до 1.622 m н.в. Што се тиче еколошке класификације фауне, ова врста је ендегична.

Зоогеографски тип: *Cernovitovia treskavicensis* је вардарски ендем. До сада, ова врста је била пронађена само на једном локалитету у Северној Македонији (поред реке Треске, по којој је врста и добила име) (Mršić, 1991).

Конзервациони статус: Критично угрожена (CR), EOO < 100 km² (слика 47).



Слика 47. Географска дистрибуција врсте *Cernovitovia treskavicensis* (тренутна процењена ЕОО; **Круг** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).

Локалитети: 21 инд., Семетеш, 17.05.2018; 4 инд., Треска 30.05.2019; 18 инд., Семетеш 31.05.2019.

Напомена: Једини доступни подаци о овој врсти потичу из оригиналног описа Mršić-а (1991), који је ову врсту описао као *Italobalkaniona treskavicensis*. Анализиране индивидуе се разликују од оригиналног описа по дужини клителума и туберкуле (за један до два сегмента краћи). Такве разлике су унутар уобичајених интраспецијских варијација које се налазе међу врстама ове групе и мало је вероватно да ће имати таксономску релевантност. Занимљиво је да Mršić (1991) ову врсту сврставао у „архаичне”, због неуобичајених таксономских карактера (положај мушке поре је померен уназад, типа простомијума, клителума који је значајно померен напред, броја семепријемника) и фрагментираног ареала. Наиме, он је издвојио из рода *Allolobophora* неколико врста са неуобичајним, и међусобно сличним, таксономским карактерима (*All. (s.l.) demirkapiae*, *All. (s.l.) macedonica*, *All. (s.l.) pyrenacoides* и *All. (s.l.) zicsii*) и сврстао их у нови род *Italobalkaniona* Mršić и Šapkarev, 1988 (табела 10). На жалост, он је у тај род, такође, сврстао и врсте са уобичајеним и стабилним таксономским особинама што је касније и довело до тога да род буде одбачен од већине лумбриколога (Por и сар., 2010; Csuzdi и сар., 2011; Csuzdi, 2012). Данас, ове врсте са неуобичајеним таксономским карактерима део су рода *Allolobophora* (s. l.) у оквиру кога имају несигуран таксономски статус. Захваљујући нашем молекуларно-филогенетском истраживању, установили смо да ова врста се налази у оквиру клате рода *Cernovitovia*. Међутим, типска врста одбаченог рода *Italobalkaniona* је *Eo. pyrenaicoides* (Šapkarev, 1977) која још увек није анализирана на нивоу DNK-а. Стога, још увек не можемо са сигурношћу тврдити да је некадашњи род *Italobalkaniona* млађи синоним за род *Cernovitovia* (Porović и сар., 2022a).

Током теренских истраживања западне стране Копаоника, врста је забележена на локалитетима Семетеш (пored језера) и Треска (занимљива коинциденција имена налазишта са типским налазиштем врсте). Нови локалитети уједно представљају прво

налазиште ове врсте за Србију као најсевернију границу распрострањења до сада (Popović и сар., 2020; Radosavljević и сар., 2024).

Табела 10. Таксономски карактери ендемичних врста које су раније биле укључене у род *Italobalkaniona*.

Врсте	Клителум	Туберкула	С. кесе	Семепријемници	Дистрибуција
<i>C. treskavicensis</i>	20, 21–32	21–29, 31	11,12	13/14–15/16	Северна Македонија и Србија
<i>All. (s.l.) pyrenaicoides</i>	18–28	19–27	11,12	13/14–15/16	Северна Македонија
<i>All. (s.l.) demirkapiae</i>	19,20–32, 33, 35	19,20–28, 30	9–12	13/14–17/18	Северна Македонија
<i>All. (s.l.) zicsii</i>	22–35, 36	23, 24–28, 29	9–12	13/14–15/16	Косово и Метохија
<i>All. (s.l.) macedonica</i>	23–35	23, 24–33, 34	11,12	13/14–15/16	Северна Македонија

4.5.9. *Cernovitovia udei* comb. nov. (Mršić, 1991)

(слика 48)

Allolobophora udei (nom. nud.) Šapkarev, 1972: 120.

Serbiona ideii Mršić, 1991: 184.

Allolobophora (s.l.) *joncesapkarevi* Csuzdi, 2012: 97–99.

Allolobophora dofleini udei Šapkarev, 1991: 52.

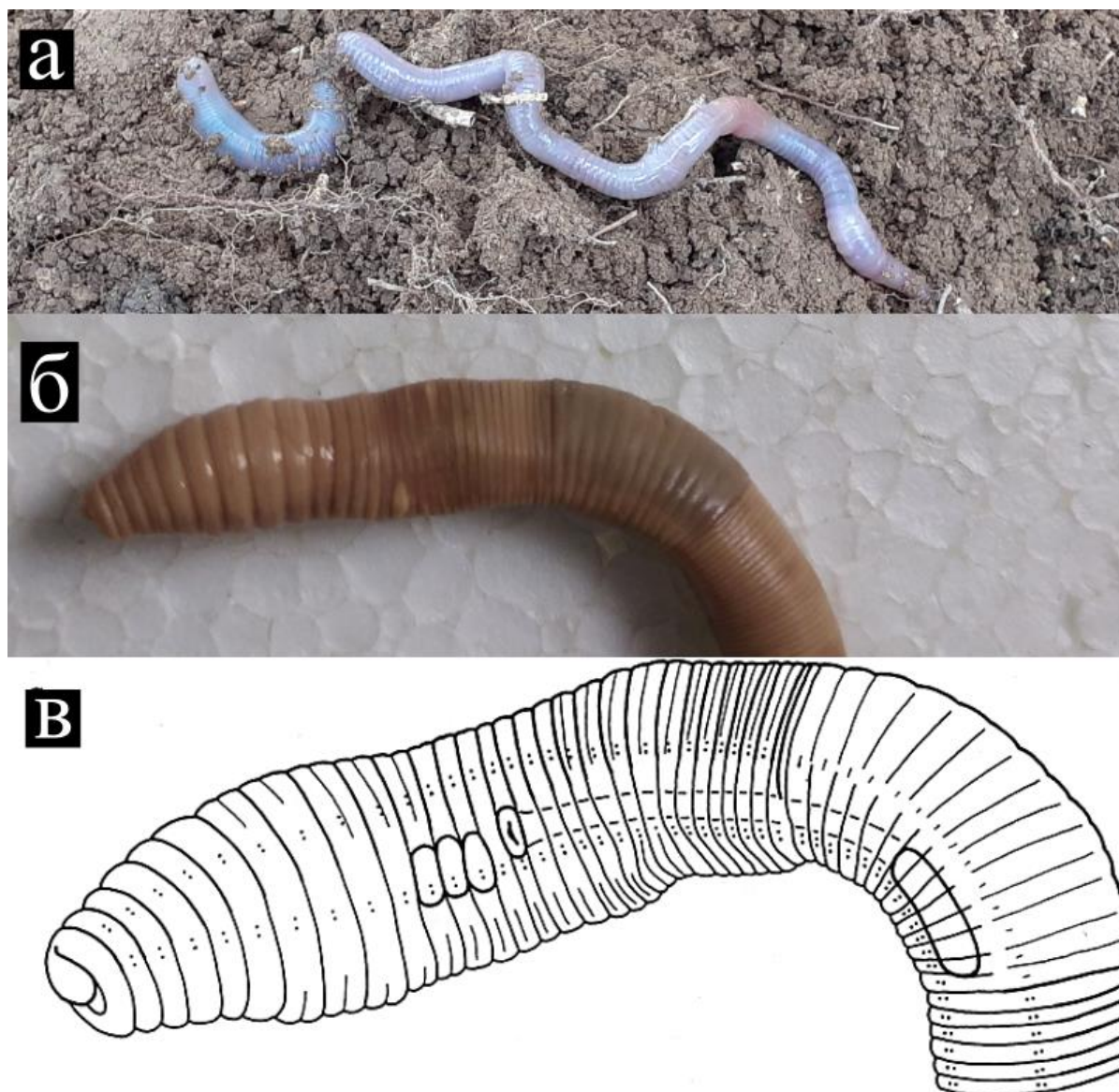
Serbiona josapi Blakemore, 2006: 5 (nom. nov.); Blakemore, 2008: 66.

Allolobophora (s.l.) *josapi* Csuzdi, 2012: 97–99; Trakić и сар., 2016: 255.

Allolobophora (s.l.) *joncesapkarevi* Popović и сар., 2024: 4. **Нови синоним**

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дужине 80–148 mm (Šapkarev 83–92 mm; Mršić 83–140 mm), ширине 5–6 mm, састављено од 229–267 телесних сегмената (Šapkarev 234–248; Mršić 234–280). Обојеност тела је сиво-браонкаста. Простомијум је про-епилобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 9/10. Мушки полни отвори су слабо уочљиви на 15. сегменту. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете су уско парне ($ab=2cd$, $dd>1/2 u$). Клителум је седластог типа, налази се од 32. до 43, 44. сегмента (Šapkarev 32–44; Mršić $\frac{1}{2}$ 30–44). Туберкула од 38. до 43. сегмента (Šapkarev 38–43; Mršić 37–43).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је на 15–16, а мускуларни на 17–19 сегменту. Бочна срца су на 6–12 сегменту. Дисепименти задебљали од 5/6–8/9 сегмента. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су слабо развијене на 10. сегменту. Семене кесе се налазе у 11/12 сегменту. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталној бразди 9/10 и 10/11 између чекиња *cd*. Тифлозолис је трослојан. Нефридијални канали су у облику латиничног слова U, док је закривљени (жлездани) део оријентисан према предњем делу тела. Попречни пресек уздужних мишића је фасцикуларног типа.

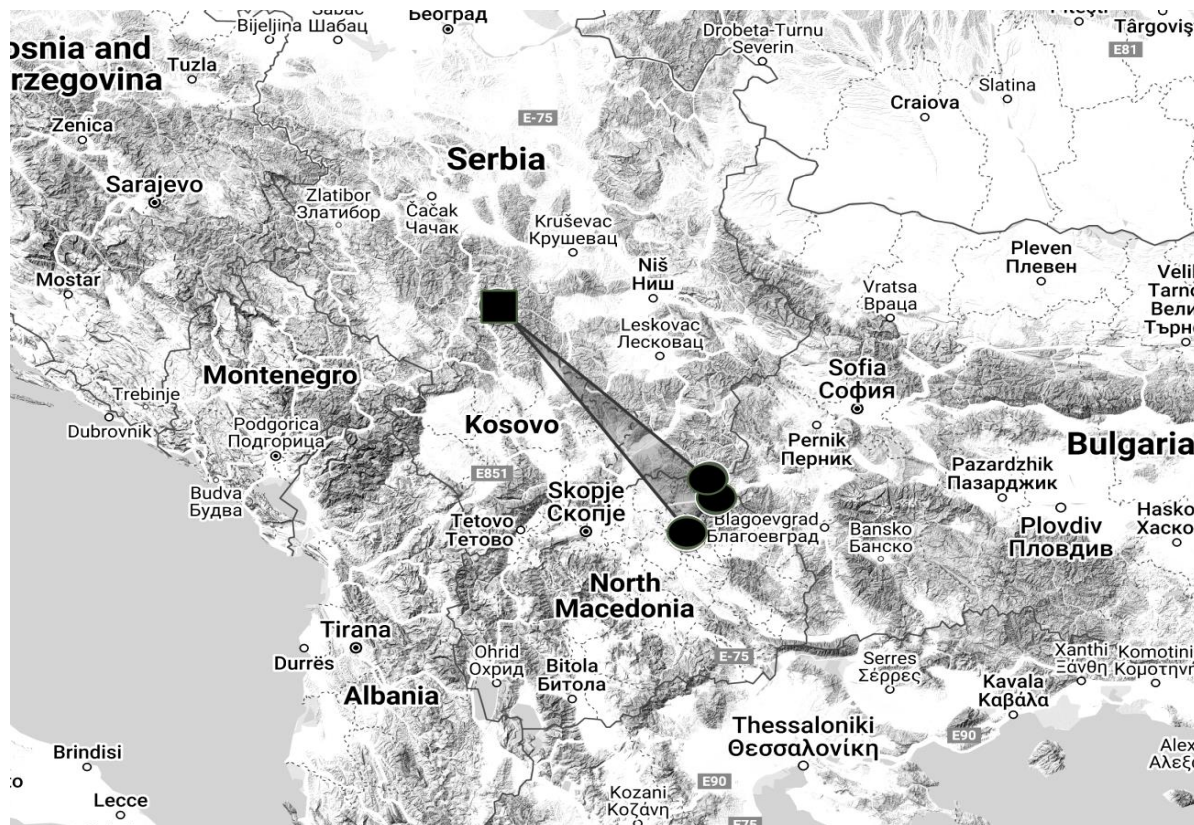


Слика 48. Спољашњи изглед врсте *Cernosvitovia udei*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Cernosvitovia udei* је пронађена на ливади. Спада у ендегичне врсте.

Зоогеографски тип: *Cernosvitovia udei* вардарски ендем. Током теренских истраживања врста је забележена на локалитету Луковска Бања (источни део Копаоника, 800 m н. в). Овај налаз представља први налаз ове врсте на територији Србије.

Конзервациони статус: Угрожена (EN), EOO < 5.000 km² (слика 49).



Слика 49. Географска дистрибуција врсте *Cernosvitovia udei* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).

Напомена: До сада ова врста је била пронађена само у Северној Македонији (Плешанци, Крстов До, Крива Паланка) (Šapkarev, 1972; Šapkarev, 1991, Mršić, 1991) (слика 49). Таксономски статус ове врсте је прилично збуњујући. Опис је објавио Šapkarev (1972) као *Allolobophora* sp. међутим, подвргао је именовање услову: „ако је нова врста, ја бих је назвао *udei*“, тако да ово име није доступно (ICZN, члан 15.1.). Први описи због којих је име постало доступно су од Mršića (1991) и Šapkareva (1991), као *Serbiona udei* и *Allolobophora dofleini udei*. Blakemore (2008), због недоступности публикација професора Šapkareva, уочио да је Mršić (1991) врсту *Allolobophora udei* уврстио у списак синонимија (као *nomen nudum*). Такође, погрешно, јер то име није било доступно, Mršić је требало да напише *Allolobophora* sp. Šapkarev, 1972: 120. Отуда је Blakemore (2008) дао *Serbiona jonesapkarovi* (заменски назив за *All. udei*) и *Serbiona josapi* (заменски назив за *All. dofleini udei*), да би се избегла хомонимија *Allolobophora parva udei* Ribaucourt, 1886. Међутим, *Allolobophora udei* Šapkarev (1972) није доступан назив, стога не може да спада у хомонимију ни синонимију. Исту грешку су направили Popović и сар. (2024).

Према Међународном кодексу зоолошке номенклатуре (ICZN члан, 24.1., 50.1.), прихватамо *Serbiona udei* Mršić, 1991. као старији синоним и прву важећу комбинацију, са првим потпуним описом врсте. *Allolobophora dofleini udei* Šapkarev, 1991, *Serbiona josapi* Blakemore, 2008 и *Allolobophora jonesapkarovi* Blakemore, 2004 хомотипски синоними за *Serbiona udei*, јер су сва четири имена заснована на примерцима истог типа (табела 11). Сличан случај балканске ендемичне врсте *Cernosvitovia crainensis* (Mršić, 1989) разјаснили су Nicolson и Csuzdi (2018). Popović и сар. (2022a) открили су да неколико морфолошки сличних врста које Mršić (1991) сврставао у род *Serbiona*

(*dofleini*, *robusta*, *serbica*, *paratuleskovi*) припадају роду *Cernosvitovia*. Стога, врсту *S. udei* сврставамо у род *Cernosvitovia*.

Табела 11. Случај синонима код мало познатих балканско ендемичних врста *Allolobophora* (s.l.) *joncespakrevi* и *Allolobophora* (s.l.) *josapi*.

Т. карактери	<i>All. (s.l.) joncespakrevi</i>	<i>All. (s.l.) josapi</i>
Величина тела/број сегмената	83–140 mm/234–280	82–155 mm/188–251
Боја тела	сивкаста/браонкаста	сивкаста/браонкаста
Простомијум	про-епилобичан	про-епилобичан
С. кесе	11,12	11,12
Семепријемници	10/11	10/11
Клителум	30, 32–44	32–44, 45
Туберкула	37, 38–43	37–43, 44

Локалитети: 6 инд., Луковска Бања, 11.03.2020.

Списак других врста које смо укључили у род *Cernosvitovia*, на основу претходних студија (Domínguez и сар., 2015; Szederjesi и сар., 2016), са синонимима и хрезонимима.

***Cernosvitovia robusta* comb. nov. (Rosa, 1895)**

Allolobophora robusta Rosa, 1895: 2; Pop, 1949: 450; Zicsi, 1982: 437.

Eophila robusta Omodeo, 1956: 187; Omodeo, 1988: 81.

Allolobophora (*Serbiona*) *robusta robusta* Mršić и Šapkarev, 1988: 24.

Serbiona robusta robusta Mršić, 1991: 193.

Allolobophora (s.l.) *robusta* Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović и сар., 2018: 129.

***Cernosvitovia gestroides* comb. nov. (Zicsi, 1970)**

Allolobophora gestroides Zicsi, 1970: 365.

Alpodinaridella gestroides Mršić, 1991: 239.

Allolobophora (s.l.) *gestroides* Csuzdi, 2012: 97–99; Szederjesi и сар., 2016.

***Cernosvitovia sturanyi sturanyi* comb. nov. (Rosa, 1895)**

Allolobophora sturanyi Rosa, 1895: 5.

Eophila sturanyi Omodeo, 1956: 187; Omodeo, 1988: 81.

Karpatodinariona sturanyi Mršić и Šapkarev, 1988: 20; Mršić, 1991: 250.

Allolobophora (s.l.) *sturanyi sturanyi* Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović и сар., 2018: 131.

***Cernosvitovia sturanyi dacidoides* comb. nov. (Bouché, 1973)**

Allolobophora sturanyi dacidoides Bouché, 1973: 327; Csuzdi и Pop, 2008: 26, 2008b: 145; Csuzdi и сар., 2012: 63.

Karpatodinariona dacidoides Mršić и Šapkarev, 1988: 20.

Karpatodinariona sturanyi dacidoides Mršić, 1991: 248.

Allolobophora (s.l.) *sturanyi dacidoides* Csuzdi, 2012: 97–99.

***Cernovitovia sturanyi biharica* comb. nov. (Szederjesi, Pop и Csuzdi, 2016)**

Allolobophora sturanyi biharica Szederjesi, Pop и Csuzdi, 2016.

***Cernovitovia zicsica* comb. nov. (Szederjesi, Pop и Csuzdi, 2016)**

Allolobophora zicsica Szederjesi, Pop и Csuzdi, 2016.

4.6. Род *Dendrobaena* Eisen, 1873

4.6.1. *Dendrobaena alpina alpina* (Rosa, 1884)

(слика 50)

Allolobophora alpina Rosa, 1884: 28.

Dendrobaena alpina alpina Šapkarev, 1980: 166; Mršić, 1991: 627; Csuzdi, 2012: 97–99; Szederjesi, 2013: 66; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 146; Popović и сар., 2020: 64.

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дужине 48–128 mm (Šapkarev 40–70 mm; Mršić 38–121 mm; Stojanović-Petrović и сар. 38–121 mm), састављено од 72 до 144 сегмената (Šapkarev 98–142; Mršić 64–138; Stojanović-Petrović и сар. 64–138), тамно љубичасто. Простомијум је епилобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 5/6. Мушки полни отвори се налазе на 15. сегменту, међу чекињама b и c. Хете су широко парне aa = 2ab; ab = cd; bc > ab; dd = 3cd. Гландуларне папиле на 11, 12, 16, 26, 27 и 33. сегменту. Клителум захвата сегменте од 26, 27, 28. до 33, 34. сегмента (Šapkarev 27, 28–33; Mršić 26, 27, 28–33, 34; Stojanović-Petrović и сар. 26, 27, 28–33, 34), а туберкула се налази од 29, 30. до ½ 32, 32. сегмента (Šapkarev 29, 30–32; Mršić 29, 30–½ 32, 32; Stojanović-Petrović и сар. 29, 30–½ 32, 32).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је у сегментима 15 и 16, а мускуларни желудац у 17. и 19. сегменту. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су од 10. до 13. сегмента. Дисепименти су јако задебљали на 6/7–8/9 и задебљали на 13/14–14/15 сегментима. Семене кесе су у сегментима од 11. и 12. Семепријемници су у 9. и 10. сегменту, са отворима у интерсегменталним браздама 9/10 и 10/11. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су у облику вреће („кобасице”). Тифлозолис је двослојан. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 50. Спољашњи изглед подврсте *Dendrobaena alpina alpina*. а. Живи примерак (© Ф. Поповић). б. Фиксирани примерак. в. Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Dendrobaena alpina alpina* може се наћи у брдско-планинским пашњацима (Šapkarev, 1980), листопадним шумама, али је има и у антропогеним биотопима (Szederjesi, 2013; Stojanović-Petrović и сар., 2020).

Зоогеографски тип: *Dendrobaena alpina alpina* има балканско-алпско распрострањење, али је забележена и на јужним падинама Карпата (Рор и сар., 2007; Csuzdi и сар., 2011) и у Пољској (Kostecka и Butt, 2015; Kostecka и сар., 2018; Mazur-Rączka и сар., 2021). Управо, присуство поменуте подврсте на Карпатима и у Пољској указује да њен зоогеографски тип није још увек најбоље разјашњен. Поменута подврста требала би се третирати као централно-европска.

Локалитети: 3 инд., Семетеш, 15.05.2018; 5 инд., Лисина, 30.05.2019; 5 инд., Чајетина, 20.06.2019.

4.6.2. *Dendrobaena alpina popi* Šapkarev, 1971

(слика 51)

Dendrobaena alpina popi Šapkarev, 1971: 160.

Dendrobaena alpina popi Šapkarev, 1978: 61.

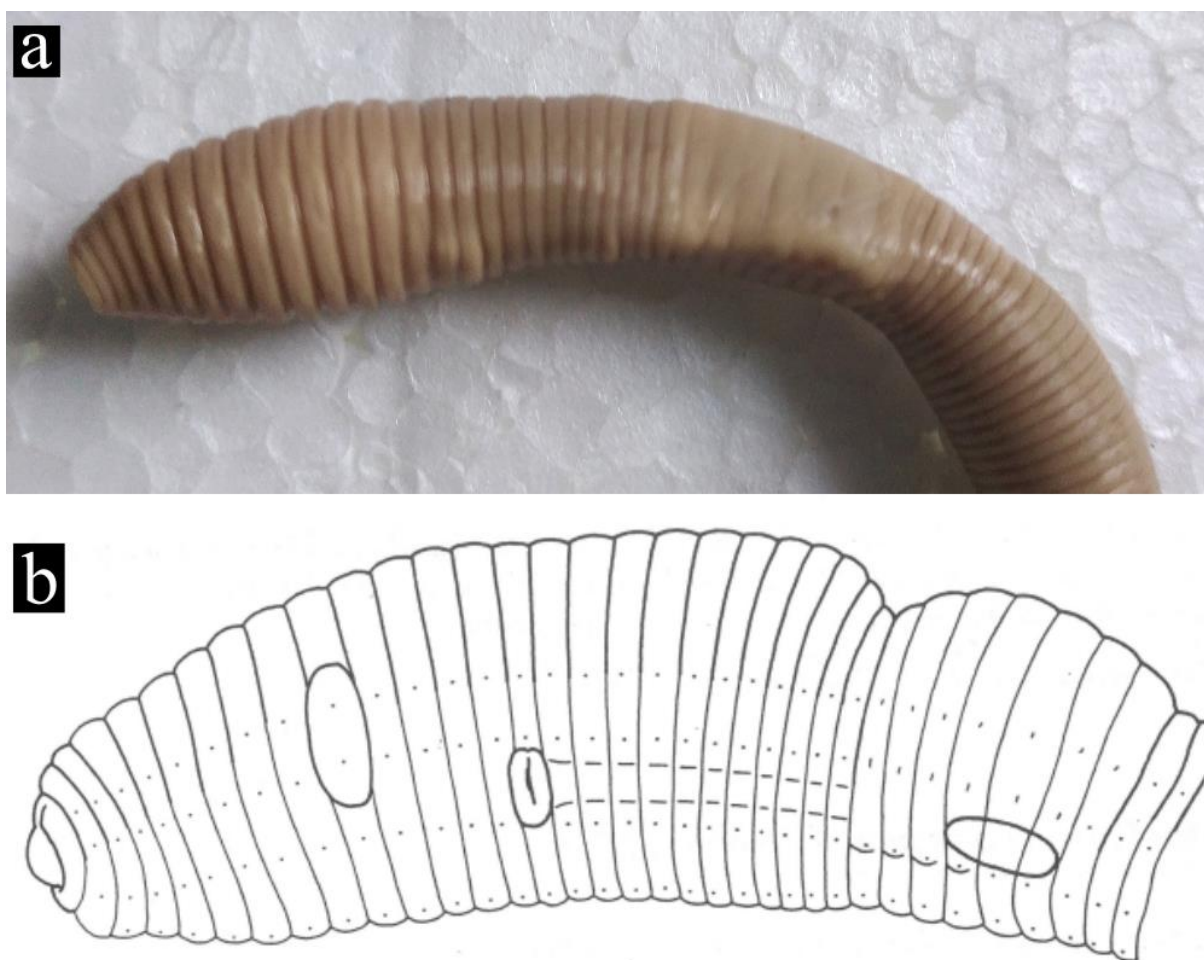
Dendrobaena alpina popi Zicsi, 1982: 436.

Dendrobaena alpina popi Easton, 1983: 478.

Dendrobaena alpina popi Mršić, 1991: 634; Szederjesi и Csuzdi, 2012: 264; Szederjesi, 2017: 87; Szederjesi, 2023: 26.

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дужине 81–144 mm (Šapkarev 88–136 mm), састављено од 132 до 167 сегмената (Šapkarev 135–160), сиво-безбојно. Простомијум је епилобичан или танилробичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 5/6. Мушки полни отвори се налазе на 15. сегменту, међу чекињама b и c. Хете су широко парне $aa = 2bc$; $ab > cd$; $dd = 6cd$. Гландуларне папиле на 11, 16, 23, 33 и 34. сегменту. Клителум захвата сегменте од 26, 27. до 33. (Šapkarev 25, 26, 27–33, ½33), а туберкула се налази од 30. до 32. сегмента (Šapkarev 27, 29, 30–32).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је у сегментима 15 и 16, а мускуларни желудац у 17. и 19. сегменту. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су од 10. до 13. сегмента. Дисепименти су јако задебљали на 6/8–8/9 и задебљали на 9/10–14/15 сегментима. Семене кесе су у сегментима од 11. и 12. Семепријемници су у 9. и 10. сегменту, са отворима у интерсегменталним браздама 9/10 и 10/11. Тифлозолис је двослојан. Нефридијални канали су у облику вреће („кобасице“). Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 51. Спољашњи изглед подврсте *Dendrobaena alpina pori*. **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Dendrobaena alpina pori* може се наћи у брдско-планинским пашњацима (Šapkarev, 1971; Šapkarev, 1980). Током теренских истраживања ова подврста је пронађена у киселом земљишту у смрчним шумама и на планинским

вриштинама. Можемо закључити да ова подврста преферира различите биотопе али на већим надморским висинама. Спада у анецитичне врсте.

Зоогеографски тун: *Dendrobaena alpina popi* је широки балкански ендем, забележена је у Северној Македонији (Šarkarev, 1971, 1978), Босни и Херцеговини (Mršić, 1991), Румунији (Csuzdi и сар., 2011) и Албанији (Szedertjesi и Csuzdi, 2012; Szedertjesi, 2017; Szedertjesi, 2023). Szedertjesi (2014) сматра да је могуће присуство подврсте *D. alpina popi* у Црној Гори, али у литератури нема даљих података. Током наших истраживања ова врста је по први пут забележена у Србији.

Конзервациони статус: Није угрожена (LC), EOO > 20.000 km² (слика 51a).



Слика 51a. Географска дистрибуција подврсте *Dendrobaena alpina popi* (тренутна процењена EOO; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).

Напомена: Подврсту *D. a. popi* описао је Šarkarev (1971) пронашавши је на више локалитета Шар планине (Северна Македонија). Касније, Mršić (1991) је потврдио валидност наведене подврсте. Csuzdi и сар. (2005) су указали да група *Dendrobaena alpina* садржи око 15 номиналних врста укључујући неколико наизглед синонимних врста. Сличност ових врста може се окарактерисати положајем клителума на сегментима од 26, 27 до 33, 34 и туберкуле око 30–32 (табели 12). Са друге стране, поменута група показују велику таксономску варијабилност у погледу пигментације, броја семених кеса и положаја семепријемника (Csuzdi и сар., 2005). Нажалост, подврста која се приписује балканском пореклу није проучавана током последње ревизије (Csuzdi и сар., 2023). У том контексту, интегративни приступи који укључују молекуларне информације постају све популарнији у решавању проблема филогенетског положаја спорних врста.

Табела 12. Поређење неких таксономских карактера подврсте *Dendrobaena alpina popi* са подврстом *Dendrobaena alpina mavrovensis* и врстом *D. clujensis*.

Т. карактери	<i>D. alpina popi</i> (подаци аутора)	<i>D. clujensis</i> (према Csuzdi и Zicsi, 2003)	<i>D. alpina mavrovensis</i> (према Šarkarev-у, 1971)
Број сегмената	81–144	127–167	80–190

Табела 12. Наставак

Т. карактери	<i>D. alpina popi</i> (подаци аутора)	<i>D. clujensis</i> (према Csuzdi и Zicsi, 2003)	<i>D. alpina mavrovensis</i> (према Šapkarev-у, 1971)
Простомијум	Епилобичан, танилобичан	Епилобичан	Епилобичан
С. кесе	11, 12	9–12	9–12
Семепријемници	9/10, 10/11	9/10, 10/11	9/10, 10/11
Клителум	26, 27–33	27, 28–33	26, 27–33
Туберкула	30–32	30–32	30–32

Локалитети: 1 инд., Јелак, 10.06.2021; 2 инд., Метође, 10.06.2021; 2 инд., Панчићев врх, 11.07.2021; 2 инд., Јарам, 16.07.2021.

4.6.3. *Dendrobaena attemsi* (Michaelsen, 1902)

(слика 52)

Helodrilus (Dendrobaena) attemsi Michaelsen, 1902: 47.

Dendrobaena attemsi Šapkarev, 1978: 57; Mršić, 1991:

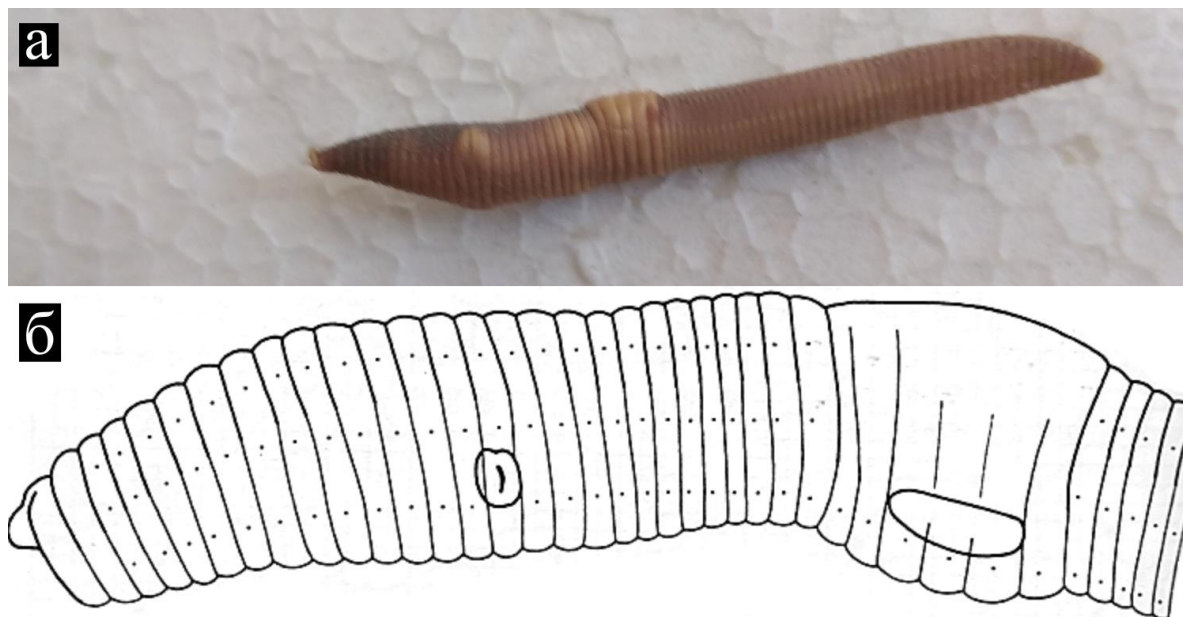
Dendrobaena jastrebensis Mršić и Šapkarev, 1987: 69. syn.nov.

Dendrobaena attemsi attemsi Stojanović-Petrović и cap., 2020: 147.

Dendrobaena attemsi Csuzdi, 2012: 97–99; Szederjesi, 2013: 66; Misirlioğlu и Stojanović, 2020: 18.

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дужине 21–55 mm (Šapkarev 22–50 mm; Mršić 17–50 mm; Stojanović-Petrović и cap 17–50 mm), састављено од 91 до 121 сегмената (Šapkarev 99–110; Mršić 94–114; Stojanović-Petrović и cap. 94–114), љубичасто-црвене или тамнобраон боје (Šapkarev браон-црвено). Простомијум је епилобичан 1/2. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 5/6. Мушки полни отвори се налазе на линији хете d. Раздаљина међу хетама је aa=cd; ab<bc; aa=1,5ab. Клителум захвата сегменте од 28, 29. до 33, 34. сегмента (Šapkarev 28, ½28, 29–33, 34; Mršić 28, 29–33, 34; Stojanović-Petrović и cap. 28, 29–33, 34), а туберкула се налази 30–32 сегмента (Šapkarev 30–32; Mršić 30–32; Stojanović-Petrović и cap. 30–32).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је у сегментима 15 и 16, а мускуларни желудац у 17. и 18. сегменту. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 11. и 12. сегменту. Дисепименти 12/13–15/16 су задебљали. Семене кесе су у сегментима 9, 11 и 12. Семепријемници су у 9. и 10. или у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталним браздама 9/10 и 10/11. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су у облику вреће. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 52. Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena attemsi*. а. Фиксирани примерак. б. Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Dendrobaena attemsi* насељава букове и храстове шуме, пашњаке, али и долине и брдске ливаде (Szederjesi, 2013; Stojanović-Petrović и сар., 2020). Током теренских истраживања ова врста је пронађена у четинарским шумама. Спада у епигеичну групу.

Зоогеографски тип: *Dendrobaena attemsi* је транс-егејска врста.

Напомена: Најзначајнији центар дистрибуције врсте *D. attemsi* налази се у Европи (балканско-алпско подручје) где је регистрован у највећем броју њених записа. Због ове чињенице, дуго се сматрала балканско-алпском врстом. Међутим, Misirlioğlu и Stojanović (2020) дали су општи преглед његове тренутне распрострањености и зоогеографског положаја. *Dendrobaena attemsi* је распрострањена од Пиринеја преко централне Европе, Балканског полуострва и Анадолије до Кавказа. Сумирајући све до сада објављене податке, Misirlioğlu и Stojanović (2020) подржавају претпоставку да *D. attemsi* у свом природном ареалу показује транс-егејску дистрибуцију (Csuzdi и сар., 2005).

Локалитети: 10 инд., Куршумлија, 11.03.2020; 11 инд., Блажево, 29.04.2020; 9 инд., Ђерекаре, 29.04.2020; 5 инд., Куршумлијска Бања, 04.05.2021; 14 инд., Луковска Бања, 04.05.2021., 11.06.2021; 5 инд., Брзеће, 10.06.2021; 8 инд., Јелак, 21.06.21; 3 инд., Метође, 21.06.2021; 5 инд., Панчићев врх, 11.07.2021; 4 инд., Јарам, 16.7.2021.

4.6.4. *Dendrobaena byblica* (Rosa, 1893)

(слика 53)

Allolobophora byblica Rosa, 1893: 4.

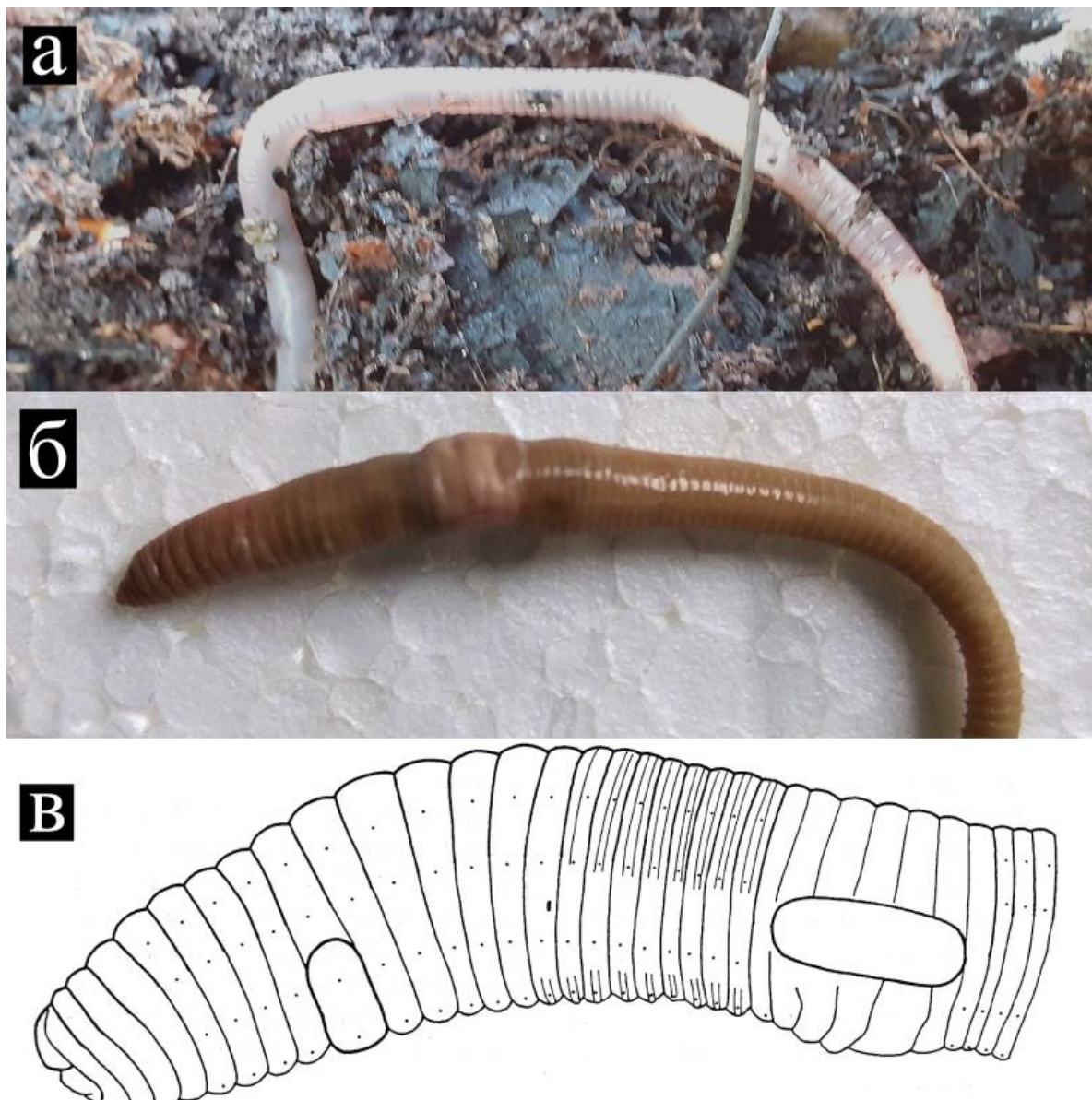
Dendrobaena byblica Šapkarev, 1980: 169.

Dendrobaena byblica byblica Szederjesi, 2013: 67.

Dendrobaena byblica Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 149; Popović и сар., 2020: 64.

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 27–92 mm (Šapkarev 38–69 mm; Mršić 38–69 mm; Stojanović-Petrović и сар. 22–98 mm), ширине 2–4 mm, састављено од 70 до 155 телесних сегмената (Šapkarev 70–120; Mršić 81–142; Stojanović-Petrović и сар. 70–120). Тело је браон–сиве боје (Šapkarev браон-сиво, браон-виолет). Простомијум је епилобичан, отворен ($1/4-1/3$). Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 8/9 или 10/11, 11/12. Мушки полни отвори су мали и неуочљиви, на 15. сегменту и без жлезданог поља. Хете су широко парне ($aa>ab=bc=cd$). Женски полни отвори су на 14. сегменту. Клителум је прстенаст или седласт и захвата сегменте од $\frac{1}{2}$ 24, 24, 25. до 29, $\frac{1}{2}$ 30, 30 (Šapkarev $\frac{1}{2}$ 24, 24, 25–29, $\frac{1}{2}$ 30, 30; Mršić 24, 25–29, 30; Stojanović-Petrović и сар. $\frac{1}{2}$ 24, 24, 25–29, $\frac{1}{2}$ 30, 30). Туберкула се налази од 25, 26, 27. до 28, 29. сегмента (Šapkarev 25, 26, 27–28, 29; Mršić 25, 26–28, 29; Stojanović-Petrović и сар. 25, 26, 27–28, 29).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 15–16, а мускуларни 17–18 сегмента. Бочна срца су 7–11 сегмента. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 11. сегменту. Семене кесе су 9–12 сегмента. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталним браздама 9/10, 10/11. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су у облику вреће. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 53. Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena byblica*. а. Живи примерак (© Ф. Поповић). б. Фиксирани примерак. в. Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Dendrobaena byblica* насељава букове и храстове шуме, ливаде, обале река, али и планинска и претпланинска подручја (Šapkarev, 1980; Szederjesi, 2013; Stojanović-Petrović и сар., 2020). Ова врста је пронађена на обалама река и у четинарским шумама. Спада у хидрофилну групу.

Зоогеографски тип: *Dendrobaena byblica* је холомедитеранска врста.

Напомена: *Dendrobaena byblica* је група врста са великом морфолошком варијабилношћу. Пор (1943, 1949) је препознао најмање седам „варијетета” и то: форма *typica*, вар. *annectens*, вар. *ganglbaueri*, вар. *daghestanensis*, *meledaensis*, *olimpiaca* и вар. *bulgarica*. „Варијетети” су се разликовали од оригиналног описа по продужетку клителума и туберкуле (1–2 сегмента). Такве разлике су унутар уобичајених интраспецифичних варијација које се налазе у врстама ове групе и мало је вероватно да ће имати таксономску релевантност. Према Szederjesi и сар. (2017) *D. byblica* је холомедитеранска група врста састављена од најмање 17 номиналних врста. Упоредили

смо наше јединке са таксономски најсличнијим врстама из групе врста *D. byblica* које су забележене на Балканском полуострву (табела 13).

Табела 13. Поређење таксономских карактера врсте *Dendrobaena byblica* са врстама *Dendrobaena ganglbaueri*, *Dendrobaena feheri* и *Dendrobaena skipetarica*.

Т. карактери	<i>D. byblica</i> (подаци аутора)	<i>D. ganglbaueri</i> (Rosa, 1894)	<i>D. feheri</i> (Szederjesi и Csuzdi, 2017)	<i>D. skipetarica</i> (Szederjesi и Csuzdi, 2017)
Величина тела	35–73 mm	35–55 mm	40 mm	52 mm
Боја тела	тамнољубичаста	тамнољубичаста	светлорозе	тамнољубичаста
Простомијум	епилобичан	епилобичан	епилобичан	епилобичан
С. кесе	9–12	9–12	9–12	9–12
Семепријемници	10,11	10,11	10,11	10,11
Клителум	25–29, 30	23, 24–29	23–29	24–28
Туберкула	26–28	25–27	25–27	25–27

Локалитети: 3 инд., Јошаничка Бања, 28.04.2018; 3 инд., Лисина, 03.06.2018; 4 инд., Мало Језеро, 30.05.2019.; 3 инд., Треска, 05.6.2019; 3 инд., Марине воде, 31.06.2019; 4 инд., Ђерекаре, 29.04.2020; 2 инд., Јелак, 10.06.2021; 3 инд., Метође, 10.06.2021; 7 инд., Јарам., 16.07.2021.

4.6.5. *Dendrobaena illyrica* (Cognetti de Martiis, 1906)

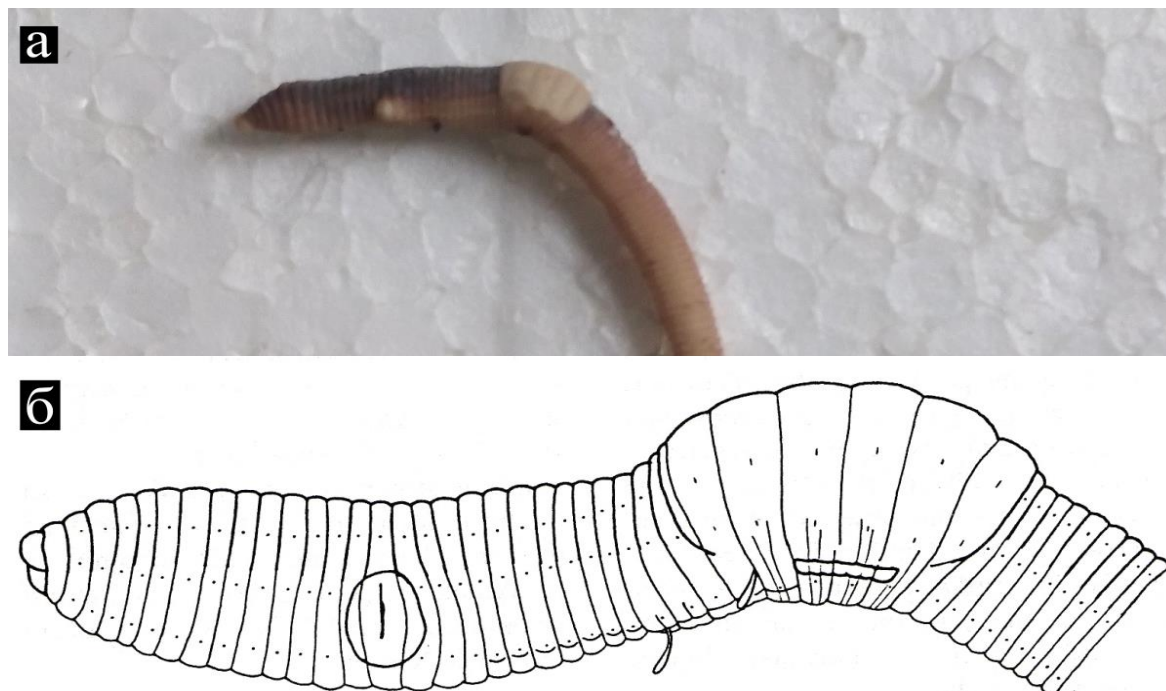
(слика 54)

Helodrilus (Dendrobaena) illyricus Cognetti de Martiis, 1906: 1.

Dendrobaena illyrica Mršić, 1991: 600; Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 153; Porović и сар., 2020: 64.

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дужине 27–74 mm (Mršić 18–73 mm; Stojanović-Petrović и сар. 30–72 mm), ширине 2–3.5 mm, састављено од 91 до 116 телесних сегмената (Mršić 76–112; Stojanović-Petrović и сар. 94–112). Тело је тамноцрвене боје. Простомијум је епилобичан до танилобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 5/6. Мушки полни отвори су добро уочљиви, на 15. сегменту и леже на жлезданом пољу. Хете су широко парне. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Клителум је седласт и захвата сегменте 28, 29–34 (Mršić 26, 27, 28, 29–33, 34, 35; Stojanović-Petrović и сар. 28, 29–34). Туберкула се налази од 31. до 33, ½ 34. сегмента (Mršić ½ 30, 31–32, 33, ½ 34; Stojanović-Petrović и сар. 31–32, 33, ½ 34).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 15–16, а мускуларни 17–18 сегмента. Бочна срца су 7–11 сегмента. Дисепименти нису задебљали. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 11. и 12. сегменту. Семене кесе су на 9, 11. и 12. сегменту. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталним браздама 9/10 и 10/11. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су у облику вреће („кобасице”). Попречни пресек уздужног мишића је фасцикуларног типа.



Слика 54. Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena illyrica*. а. Фиксирани примерак. б. Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Dendrobaena illyrica* је присутна у обалским биотопима, у буковим шумама и ливадама (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Ова врста је пронађена углавном на влажним ливадама. Спада у епигеичну групу.

Зоогеографски тип: За врсту *D. illyrica* дуго се сматрало да припада илирском зоогеографском типу, чији ареал захвата углавном северо-западна подручја Балкана. Спорадично је регистрована у Црној Гори и у јужним деловима Србије. На западу преко јужних делова Алпа спорадично допире и до алпског подручја на северу (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Sekulić и сар. (2021), наводе да је најјужнија граница распрострањења ове врсте Шар планина. Међутим, зоогеографски статус врсте *D. illyrica* још увек није најбоље разјашњен, са обзиром да је пронађена на подручју Чешке и Немачке (Höser, 2020). Имајући у виду објављене податке (слика 55), подржавамо претпоставку да *D. illyrica* у свом природном ареалу показује централно-европску (планинску) дистрибуцију (Mršić, 1991).

Са друге стране, занимљива врста је *Dendrobaena sasensis* Šapkarev у Mršić-у 1991. Наиме, Šapkarev (1983) је описао врсту као *Dendrobaena* sp., међутим, подвргао је именовање услову: „ако даља истраживања покажу да се ради о новој врсти, онда је треба назвати *sasensis*“, тако да ово име није остало доступно. Mršić (1991) је први објавио опис поменуте врсте под именом *Dendrobaena sasensis* је назив постао доступан, иако је опис у потпуности приписао Šapkarev-у (1983). Поменута врста је таксономски идентична са врстом *D. illyrica*, стога су потребна молекуларна истраживања како би се доказало да ли је врста *D. sasensis* млађи синоним врсте *D. illyrica*.



Слика 55. Географска дистрибуција врсте *Dendrobaena illyrica* према Höser-у (2020).

Локалитети: 3 инд., Јошаничка Бања, 10.04.2019; 3 инд., Лисина, 30.05.2019; 5 инд., Мало Језеро, 30.05.2019; 6 инд., Семетеш, 31.05.2019; 2 инд., Треска, 30.05.2019; 2 инд., Куршумлијска Бања, 04.05.2021; 3 инд., Блажево, 10.06.2021; 1 инд., Брзеће, 11.06.2021; 2 инд., Јелак, 21.06.2021; 2 инд., Панчићев врх, 11.07.2021.

4.6.6. *Dendrobaena octaedra* (Savigny, 1826)

(слика 56)

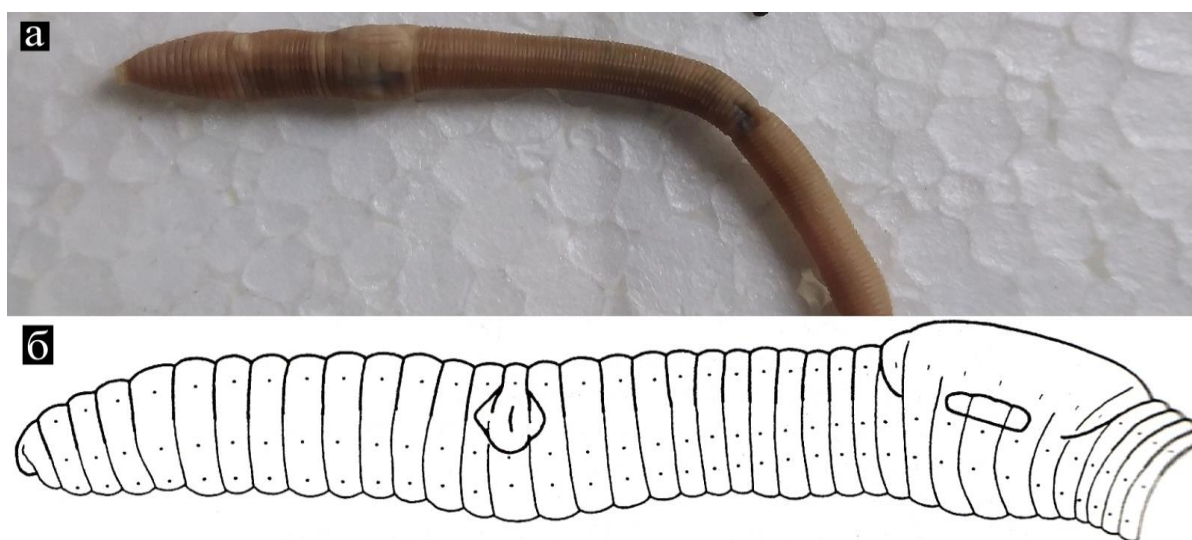
Enterion octaedrum Savigny, 1826: 183.

Dendrobaena octaedra Šapkarev, 1978: 56; Mršić, 1991: 609; Csuzdi и Zicsi, 2003: 122; Csuzdi, 2012: 97–99; Szederjesi, 2013: 68; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 157; Popović и сар., 2020: 64.

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела 25–40 mm (Šapkarev 25–40 mm; Mršić 16–61 mm; Csuzdi и Zicsi 20–60 mm; Stojanović-Petrović и сар. 25–40 mm. Ширина тела је 2–4 mm). Ширина тела је 2–4 mm. Број телесних сегмената 70–100 (Šapkarev 70–100; Mršić 43–114; Csuzdi и Zicsi 80–100; Stojanović-Petrović и сар. 70–100). Тело је тамноцрвене до љубичасте боје. Простомијум је епилобичан, отворен (2/3).

Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 4/5. Мушки полни отвори су добро развијени, на 15. сегменту и леже на жлезданом пољу. Хете су широко парне ($aa=ab=bc=cd$). Женски полни отвори су на 14. сегменту. Клителум је седласт и захвата сегменте 29–33 (Šapkarev 29–33, 34; Mršić 27, 28, 29–33, $\frac{1}{2}$ 33, 34; Csuzdi и Zicsi 28, 29, (30)–33, $\frac{1}{2}$ 34; Stojanović-Petrović и сар. 29–33). Туберкула се налази 31–33 сегмента (Šapkarev 31–33; Mršić $\frac{1}{2}$ 30, 31– $\frac{1}{2}$ 32, 33; Csuzdi и Zicsi 31–33; Stojanović-Petrović и сар. 31–33).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 15–16, а мускуларни на 17–18 сегменту. Бочна срца су 7–12 сегмента. Дисепименти 5/6–9/10 задебљали. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 10. сегменту. Семене кесе су на 9, 11. и 12. сегменту. Семепријемници су у 9, 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталним браздама 9/10, 10/11 и 11/12. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су у облику вреће. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 56. Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena octaedra*. а. Фиксирани примерак. б. Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Dendrobaena octaedra* је присутна у различитим шумским и ливадским биотопима (Szederjesi, 2013; Stojanović-Petrović и сар., 2020; Porović и сар., 2022c). Спада у епигеичне врсте, али се може наћи и у трулим пањевима или испод крупног камења (Porović и сар., 2022d). Током нашег истраживања ова врста је пронађена на готово свим биотопима, али најдоминантнија је била у смрчиним шумама на високим надморским висинама. Отпорност на смрзавање, висок степен репродукције (партеогенеза), као и способност ове врсте да толерише кисела земљишта, наизглед су главни разлози за учесталост ове врсте у шумама букве и смрче (Tiunov и сар., 2006; Terhivuo и Saura, 2008). Такође, Holmstrup (2007) је доказао да *D. octaedra* има већу отпорност на смрзавање од ендегичних врста. Ова чињеница указује на толерантност ове врсте на оштре планинске услове.

Зоогеографски тип: *Dendrobaena octaedra* је перегрина врста.

Локалитети: 9 инд., Рудница, 07.04.2018; 10 инд., Муре, 29.04.2018; 8 инд., Ново Село, 30.04.2018; 13 инд., Јошаничка Бања, 17.05.2018; 11 инд., Лисина, 30.05.2019; 15 инд., Мало Језеро, 30.05.2019; 25 инд., Марине Воде, 30.05.2019; 13 инд., Семетеш, 31.05.2019; 16 инд., Треска, 30.05.2019; 15 инд., Чајетина, 19.06.2019; 6 инд.,

Куршумлија, 11.03.2020; 4 инд., Луковска Бања, 11.03.2020; 9 инд., Блажево, 29.04.2020; 5 инд., Берекаре, 29.04.2020; 7 инд., Куршумлијска Бања, 04.05.2021; 4 инд., Брзеће, 11.06.2021; 6 инд., Јелак, 21.06.2021; 6 инд., Метође, 21.06.2021; 6 инд., Панчићев врх., 11.07.2021; 5 инд., Јарам, 16.07.2021.

4.6.7. *Dendrobaena platyura* (Fitzinger, 1833)

(слика 57)

Enterion platyurum Fitzinger, 1833: 553.

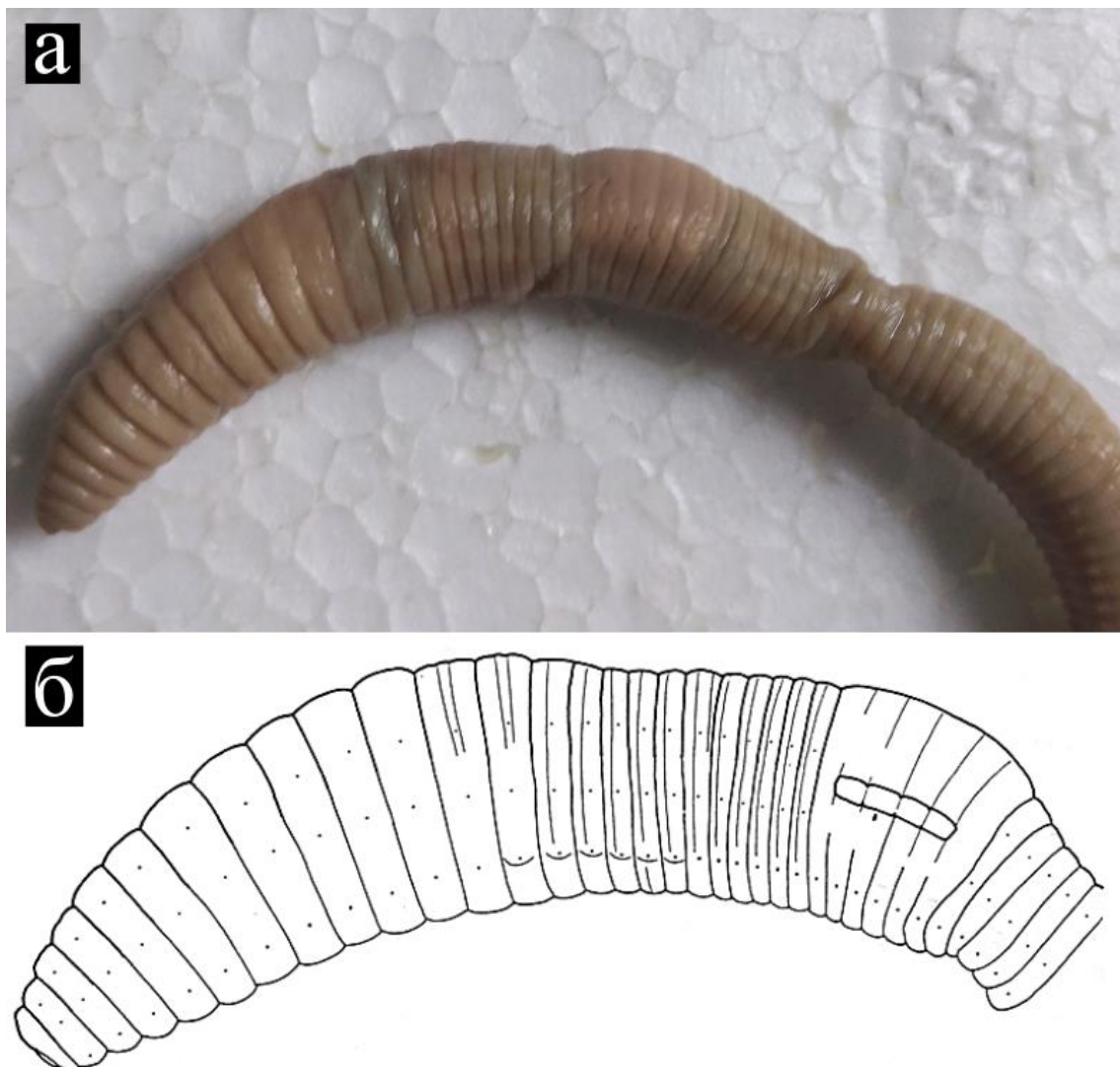
Fitzingeria platyura platyura Zicsi, 1978: 442; Mršić. 1991: 542; Csuzdi и Zicsi, 2003: 159.

Dendrobaena platyura Šapkarev, 1980: 67.

Dendrobaena platyura Csuzdi, 2012: 97–99; Szederjesi и сар., 2017: 511; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 158.

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела 69–111 mm (Zicsi 65–170 mm; Šapkarev 65–105 mm; Mršić 18–48 mm; Csuzdi и Zicsi 65–170 mm; Stojanović-Petrović и сар. 65–105 mm), састављено од 52–98 телесних сегмената (Zicsi 80–170; Šapkarev 78–135; Mršić 56–93; Csuzdi и Zicsi 90–170; Stojanović-Petrović и сар. 78–135). Тело је тамнољубичасте боје. Простомијум је епилобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 6/7. Мушки полни отвори су на 26. (ретко на 27.) сегменту. Раздаљина међу хетама је $dd > aa > ab > bc = < cd$; $dd < 2aa$. Клителум захвата сегменте $\frac{1}{2}$ 24, 25– $\frac{1}{2}$ 30, 30 (Šapkarev 25–30; Mršić $\frac{1}{2}$ 24, 25– $\frac{1}{2}$ 30, 30; Csuzdi и Zicsi $\frac{1}{2}$ 24, 25–30; Stojanović-Petrović и сар. $\frac{1}{2}$ 24, 25– $\frac{1}{2}$ 30, 30). Туберкула је од 25, 26. до 29. сегмента (Šapkarev 26–29, 30; Mršić 25, 26–29; Csuzdi и Zicsi 25, 26–29; Stojanović-Petrović и сар. 25, 26–29).

Унутрашњи морфолошки карактери: Мускуларни желудац је 17–18 сегмента. Бочна срца су на 10. и 11. сегменту. Дисепименти јако задебљали на 13/14 и 14/15 и задебљали 5/6, 8/9 и 12/13. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 10. и 12. сегменту. Семепријемници су у 9. и 10. сегменту са отворима у интерсегменталним браздама 9/10 и 10/11. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су у облику вреће. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 57. Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena platyura*. **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Dendrobaena platyura* насељава букове и храстове шуме које имају влажну стељу, али је има и у обалским биотопима, као и у влажним ливадама (Šarkarev, 1980; Szederjesi и сар., 2017; Stojanović-Petrović и сар., 2020). Током истраживања ова врста је пронађена само на источној падини Копаоника, у обалским биотопима. Спада у анецичну групу.

Зоогеографски тип: *Dendrobaena platyura* је централно-европска врста.

Локалитети: 4 инд., Куршумлија, 11.03.2020; 3 инд., Луковска Бања, 11.03.2020; 2 инд., Блажево, 29.04.2020; 2 инд., Ђерекаре, 29.04.2020.

4.6.8. *Dendrobaena rhodopensis* (Černosvitov, 1937)

(слика 58)

Eisenia rhodopensis Černosvitov, 1937: 82.

Dendrobaena rhodopensis Zicsi, 1982: 437; Šapkarev, 1986: 80; Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 159; Stojanović и сар., 2020: 61.

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дужине 15–40 mm (Zicsi 15–45 mm; Stojanović-Petrović и сар. 15–45 mm ; Stojanović и сар. 20 mm), састављено од 101 до 163 сегмената (Zicsi 101–170; Stojanović-Petrović и сар. 101–170; Stojanović и сар. 105 сегмената). Простомијум је епилобичан. Прва дорзална пора је неуочљива. Раздаљина међу хетама је $aa=bc$; $cd>ab$. Хете b и d су на жлезданим брадавичастим испупчењима на сегментима 15, 16 и 17. Клителум захвата сегменте од $\frac{1}{2}$ 27, 28. до 32, $\frac{1}{2}$ 33. (Zicsi $\frac{1}{2}$ 27, 28–32, $\frac{1}{2}$ 33; Stojanović-Petrović и сар. $\frac{1}{2}$ 27, 28–32, $\frac{1}{2}$ 33; Stojanović и сар. $\frac{1}{2}$ 27, 28–32, $\frac{1}{2}$ 33). Туберкула се налази 29–31 сегмента (Zicsi 29–31; Stojanović-Petrović и сар. 29–31; Stojanović и сар. 29–31).

Унутрашњи морфолошки карактери: Мускуларни желудац је на 17. и 18. сегменту. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 10. и 12. сегменту. Семење кесе су у сегментима 9, 11 и 12. Семепријемници су у 9. и 10. сегменту, са отворима у интерсегменталним браздама 9/10 и 10/11. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су у облику вреће. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 58. Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena rhodopensis*. а. Фиксирани примерак. б. Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Dendrobaena rhodopensis* насељава шумска земљишта и обале река (Šarkarev, 1986; Stojanović-Petrović и сар., 2020). Током истраживања ова врста је пронађена на источним падинама Копаника у буковој шуми. Спада у епигеичну групу.

Зоогеографски тип: *Dendrobaena rhodopensis* је широки балкански ендем, пронађена је у Грчкој (Šarkarev, 1972), Бугарској (Valchovski, 2012), Црној Гори (Stojanović и Milutinović, 2013) и у југоисточном делу Србије (Stojanović и сар., 2020).

Конзервациони статус: Према Stojanović и сар. (2008), прелиминарни статус врсте *D. rhodopensis* је био угрожен. Међутим, Stojanović и сар. (2020) предлажу укључивање поменуте врсте у оквиру категорије угрожена по IUCN критеријуму. Наши резултати указују на промену статуса, односно да поменута врста припада рањивој категорији (VU), EOO < 20.000 km² (слика 59). Заправо, наш предлог процене статуса врсте *D. rhodopensis* заснован је на актуелним информацијама, па се стога може узети као основни податак за даља истраживања и поновну процену. Штавише, наша студија такође указује да је *D. rhodopensis* ендемска врста којој је потенцијално потребно очување или барем праћење за будуће негативне промене



Слика 59. Географска дистрибуција врсте *Dendrobaena rhodopensis* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).

Напомена: Главна дистрибуција врсте *D. rhodopensis* је на Балкану, док је њена најјужнија граница Лефконас, Грчка. Поменута врста се јавља и у централном делу Старе планине (Stojanović и сар. 2013), а српски део западне стране Старе планине представља најсевернију границу њеног тренутно познатог распрострањења (Stojanović и сар., 2020). Узимајући у обзир све податке о дистрибуцији врсте *D. rhodopensis*, могуће је претпоставити да је подручје планине Рила уствари подручје настанка ове врсте на Балкану, као и центар њене дистрибуције. Наш налаз је први налаз врсте *D. rhodopensis* за централну Србију.

Локалитети: 2 инд., Луковска Бања, 04.05.2021; 1 инд., Јелак, 21.06.2021.

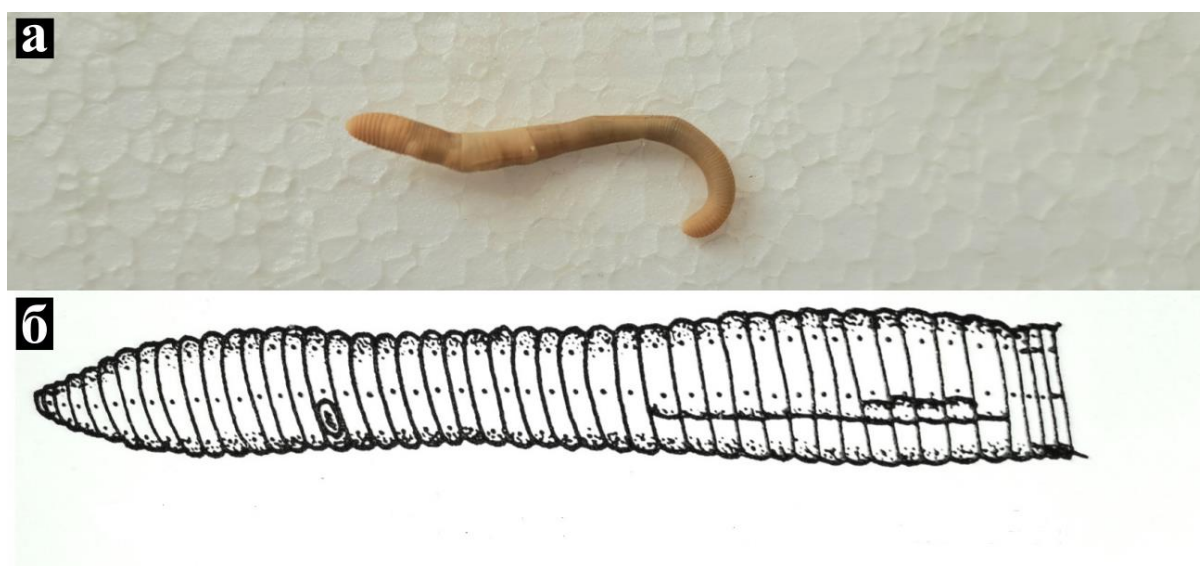
4.6.9. ?*Dendrobaena ruffoi* Zicsi, 1970

(слика 60)

Dendrobaena ruffoi Zicsi, 1970: 376.*Dendrobaena ruffoi* Qiu и Bouché, 1998: 190; Blakemore, 2008: 33.*Kritodrilus ruffoi* Omodeo и Rota, 1989: 184; Pérez Onteniente, 2012: 66; Csuzdi, 2012: 97–99.*Dendrobaena ruffoi* Marchán и cap., 2021.

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 58 mm (Zicsi 62 mm; Pérez Onteniente 39–62 mm), ширине 2.5 mm, састављено је од 155 телесних сегмената (Zicsi 175 сегмената; Pérez Onteniente 147–182), и сивкасто-розе је боје. Простомијум је епилобичан 1/2. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 7/8. Хете су широко парне. Раздаљина између чекиња је $aa = 2ab$; $ab = bc = 2cd$; $dd > aa$. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Мушки полни отвор на 15. сегменту. Клителум је седласт и захвата сегменте 29–43 (Zicsi 30–42; Pérez Onteniente 29, 30–42, 43). Туберкула се налази од 38. до 41. сегмента (Zicsi 38–41; Pérez Onteniente 1/237, 38–41).

Унутрашњи морфолошки карактери: Дисепименти су задебљали на 5/6–8/9 сегментима. Мускуларни желудац је на 17. и 19. сегменту. Бочна срца су на 11. сегменту. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 12. и 13. сегменту. Семење кесе су на 11. и 12. сегменту. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталним браздама 9/10 и 10/11.



Слика 60. Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena ruffoi*. а. Фиксирани примерак. б. Шематски цртеж према Zicsi-ju (1970).

Екологија: Према оскудним литературним подацима врста *D. ruffoi* забележена је у шумама белог бора на вишим надморским висинама (Pérez Onteniente, 2012). Међутим, током истраживања поменуто врста је пронађена у буковој шуми. Спада у епигеичну врсту која живи у горњим слојевима стеље.

Зоогеографски тип: *Dendrobaena ruffoi* је иберијски ендем, до сада забележена само у Шпанији (Zicsi, 1970; Pérez Onteniente, 2012). Наш налаз представља први налаз ове врсте на територији Србије.

Конзервациони статус: Рањива (VU), EOO < 20.000 km² (слика 67).

Напомена: Врсту *D. ruffoi* је описао Zisci (1970) захваљујући материјалу из Шпаније који му је донео професор S. Rufo. У знак захвалности Zisci је поменутој врсти дао име по професору Rufo-у. Нажалост, из оскудне литературе (Zisci, 1970; Pérez Onteniente, 2012) приметили смо да је поменута врста ретка приликом теренског истраживања, у шта смо се и уверили (само један пронађен примерак током нашег истраживања). Наше анализиране индивидуе су идентичне са оригиналним описом по дужини клителума и туберкуле. Међутим, таксономски и филогенетски статус поменуте врсте још није најбоље разјашњен (табела 14). Наиме, дуго није било јасно да ли поменута врста припада роду *Kritodrilus* Bouché, 1972 или роду *Dendrobaena* Omodeo и Rota (1989) су сматрали да врсте *D. clujensis*, *Dendrobaena osellai* Zicsi, 1970, *D. ruffoi* и *Dendrobaena pseudorrosea* Moreno, 1983 припадају роду *Kritodrilus* због позиције мускуларног желуца (од 17 до 19 сегмента) и Моренових жлезда (од 11 до 13 сегмента). Овај предлог су критиковали други аутори (Mršić, 1991; Qiu и Bouché, 1998a), јер су сматрали да треба укључити и облик нефридијалног канала. Mršić (1991) је сматрао да је горе поменути предлог прихватљив само у случају да поменуте врсте имају нефридијални канал у облику слова Ј. У супротном поменуте врсте требало би преместити у још увек неописан род. Међутим, у случају врсте *D. ruffoi* постоје неке таксономске несигурности.

Табела 14. Таксономски карактери ендемичних врста које су раније биле укључене у род *Kritodrilus*.

Т. карактери	<i>D. ruffoi</i>	<i>D. clujensis</i>	<i>D. osellai</i>	<i>D. pseudorrosea</i>
Величина тела	58 mm	88–136 mm	39 mm	?
Боја тела	сивкасто/розе	тамнољубичаста	светлорозе	?
Простомијум	епилобичан	епилобичан	епилобичан	?
С. кесе	11,12	11,12	11,12	9, 11, 12
Семепријемници	10,11	10,11	10,11	10, 11
Клителум	29, 30–42, 43	26, 27–33	26–39	23, 24–36, 37
Туберкула	½37, 38–41	30–32	33–37	29, 30–34

Локалитети: 1 инд., Луковска Бања, 11.03.2020.

4.6.10. *Dendrobaena serbica* Karaman, 1973

(слика 61)

Dendrobaena serbica Karaman, 1973: 180.

Dendrobaena serbica Šapkarev, 1993: 17; Stojanović и сар., 2008: 60; Csuzdi, 2012: 97–99; Trakić и сар., 2016: 263; Stojanović и сар., 2018: 139; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 163–164; Popović и сар., 2023: 284.

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дужине 10–25 mm (Karaman 12–21 mm; Stojanović-Petrović и сар. 12–21 mm), састављено од 53 до 89 сегмената (Karaman 58–81; Stojanović-Petrović и сар. 58–81), тамнољубичасте боје. Простомијум је пролобичан. Прва дорзална пора је неуочљива. Мушки полни отвори су на 15. сегменту. Хете ab су на жлезданим брадавичастим испупчењима на сегментима 10, 11,

23, 24, 26, 27. Сперматофори се налазе на сегментима 23/24, 24/25, 25, 27, 29, 29/30, 30 леже близу *b* или између *aa* или близу *a* или између *bc* сеталне линије. Клителум захвата од $\frac{1}{2}$ 29, 29. до 33, $\frac{1}{2}$ 34, 34. сегмента (Karaman $\frac{1}{2}$ 29, 29–33, 34; Stojanović-Petrović и сар. $\frac{1}{2}$ 29, 29–33, 34). Туберкула одсуствује (Karaman одсуствује; Stojanović-Petrović и сар. одсуствује).

Унутрашњи морфолошки карактери: Мускуларни желудац је на 17. и 18. сегменту. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 11. и 12. сегменту. Семење кесе су на 9, 11. и 12. сегменту. Семепријемници су у 9. и 10. сегменту, са отворима у интерсегменталним браздама 9/10 и 10/11.

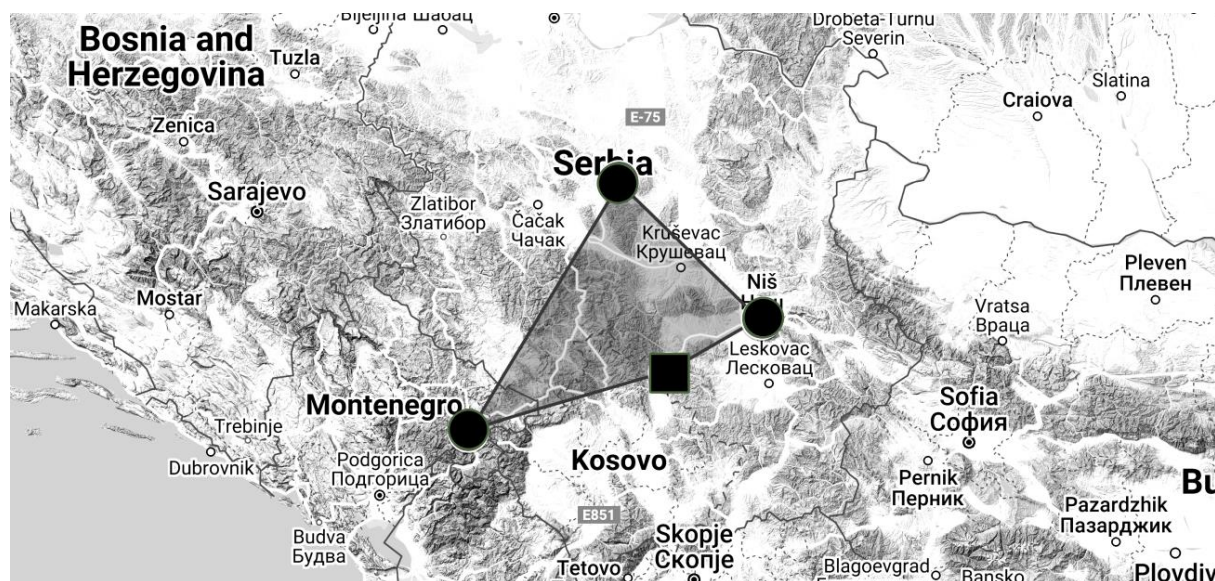


Слика 61. Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena serbica*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: Према литературним подацима врста *D. serbica* насељава пашњаке и ливаде (Karaman, 1973; Šarkarev, 1993; Stojanović и сар. 2020). Међутим, током истраживања поменута врста је пронађена у храстово-грабовој шуми. Епигеична врста која живи у горњим слојевима стеље.

Зоогеографски тип: *Dendrobaena serbica* се сматра балканским ендемом широког спектра, карактеристичним за балкански део Србије и Црне Горе (Szederjesi, 2014; Stojanović-Petrović и сар., 2020; Popović и сар., 2023).

Конзервациони статус: Рањива (VU), EOO < 20.000 km² (слика 62).



Слика 62. Географска дистрибуција врсте *Dendrobaena serbica* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).

Напомена: Врсту *D. serbica* је пронашла и описала Караман (1973) и наши проучавани примерци се у потпуности слажу са њеним описом. *Dendrobaena serbica* се таксономски разликује од сличне илирске врсте *D. illyrica* по одсуству туберкуле, док се од врсте *D. vej dovskyi* разликује по одсуству туберкуле и броју семених кеса (табела 15).

Међутим, таксономски однос између *D. illyrica* и *D. serbica* је донекле контроверзан. Караман (1973) и Мршић (1991) сматрају да је главна разлика одсуство туберкуле код врсте *D. serbica*. Познато је да лумбрицидама недостају у различитом степену неки морфолошки карактери и секундарни полни органи (Edwards и Bohlen, 1996). Са друге стране неки аутори (Gates, 1972; Hartenstein и сар., 1980; Christian и Zicsi, 1999) сматрају да одсуство туберкуле указује на облик партеногенезе. Партеногенеза је један од главних извора морфолошке варијабилности у репродуктивним структурама кишних глиста (Diaz Cosin и сар., 2011). Omodeo и Rota (2005) сматрају да се партеногенетске врсте лако могу идентификовати јер сперматозоида нема у семепријемницима. Присуство партеногенезе код лумбрицида први пут је уочено пре много година, захваљујући доприносима аутора као што су Omodeo (1951), Casellato (1987), Jaenicke и Selander (1979) и Victorov (1997). Blakemore (1999) мудро је дефинисао партеногенетске лумбрициде као „ноћне море систематичар „systematists nightmares”. Gates (1974) и Blakemore (1999) су предложили да партеногенетски облици треба да добију име само када се може утврдити родитељска амфимичка врста. Ипак, како је Blakemore (1999) сугерисао, порекло имена, без обзира да ли је засновано на морфолошким или партеногенетским облицима, нема утицаја на доступност таксономског имена (ICZN, 1999). Штавише, Gates (1974) је сугерисао да је давање имена за све средње облике таквих комплекса врста заправо „смешно”.

Höser (2020) је указао на постојање географске партеногенезе код врсте *D. illyrica*. Појам географске партеногенезе односи се круг налаза партеногенетских индивидуа пронађених на испитиваној ивици ареала (Vandel, 1928). У том случају јединке које се полно размножавају заузимају централни део ареала врсте, док партеногенетски облици се углавном јављају на ивици ареала. Овакав вид географске партеногенезе пронађен је код *Diplopoda* Gervais, 1844 и *Blattodea* Wattenwyl, 1882 (Enghoff, 1994; Knebelberger и Bohn, 2003). Партеногенетске индивидуе (клонови) су

боље прилагођене неповољним условима животне средине (Vandel, 1940), на пример на краткотрајне ресурсе (нпр. стеља) који су неравномерно распоређени по површини земљишта, које успешно експлоатишу захваљујући високој насељености и брзом порасту популације р-селекције (партеногенетских облика). Насупрот томе, постоји већи просторни континуитет и временска стабилност у минералном горњем слоју земљишта, карактеристично за станиште где се очекује присуство к-селекције (полних облика) (Jaenike и Selander, 1979). Höser (2020) сматра да код врсте *D. illyrica* постоје знаци и једне и друге селекције, такође су налазили станишта на ивици ареала у којима су као и у периоду активне репродукције, незреле индивидуе знатно надмашивале одрасле индивидуе, што вероватно указују на р-селекцију. Имајући у виду претпостављену географску партеногенезу, Höser (2020) сугерише да *D. illyrica* може формирати метапопулације које се састоје од партеногенетских и сексуалних субпопулација, при чему партеногенетске индивидуе посебно користе стељу и хумус који га прекрива, док сексуалне преферирају горње хумусно минерално земљиште. Према хипотези коју су дали Нааг и Ebert (2004), такве метапопулације очекујемо у субоптималним стаништима и на ивици ареала, где су услови неповољнији и врста је вероватно у честим променама између локалног изумирања и реколонизације – партеногенетске субпопулације, због свог физичког стања, могу да одрже популацију ове врсте кроз своју већу динамику. Ово указује да партеногенетски облици имају ширу еколошку нишу коју могу успешно да користе (Parker и Niklasson, 2000). Ова просторна дистрибуција клонова се приписује репродуктивном начину живота, повишеном нивоу плодности или хибридном пореклу (Kearney, 2005). С друге стране, полиплоидизација генома може довести до јединствених комбинација гена и измењених образаца експресије, повећања тела или величине ћелије и повишеног нивоа хетерозиготности (Parker и Niklasson, 2000). Lewis (1980) је сматрао да су полиплоидни клонови толерантнији на абиотски стрес (нпр. на температуру, исушивање или салинитет) и да, последично, имају ширу еколошку толеранцију у поређењу са својим сексуалним прецима. Такође, Межжерин и сар. (2021) сматрају да партеногенетски облици лумбрицида не преферирају места са екстремним условима постојања, већ су једноставно толерантније од амфимиктичких врста и могу да живе у нарушеним условима животне средине.

Пронађене индивидуе *D. serbica* изгледају споља незрело са обзиром на уже атријуме мушких пора и одсуство туберкуле као и у неким случајевима скраћени клителум. Заправо, *D. serbica* не делује као партеногенетска, већ бипарентална са форалном оплодњом. Овај случај репродукције јавља се у родовима *Bimastos*, *Spermophorodrilus* Bouché, 1975 и *Healyella* Omodeo и Rota, 1989 (Csuzdi и сар., 2017). То значи да су сперматеке нестале, а сперма партнера у копулацији је ускладиштена у сперматофорима (Perel, 1980; Qiu и Bouché, 1998a). Сперматофори су фалциформног облика и обично су причвршћени за тело у пределу клителума. Након копулације, врсте без сперматеке су се често сматрале партеногенетским због кратког присуства сперме. С друге стране, нестанак туберкула омогућио је да се развије прстенасти клителум, који је погоднији за формирање чахуре. Међутим, да би се олакшала успешна копулација, у пределу мушких пора развили су се жлездани генитални гребени (псеудотуберкуле) (Omodeo, 1989, 2000).

Табела 15. Поређење неких таксономских карактера ендемичне врсте *Dendrobaena serbica* са врстама *Dendrobaena illyrica*, *Dendrobaena sasensis* и *Dendrobaena vej dovskyi*.

Т. карактери	<i>D. serbica</i>	<i>D. illyrica</i>	<i>D. sasensis</i>	<i>D. vej dovskyi</i>
Величина тела	53–89	76–112	65–76	20–50
Боја тела	тамнољубичаста	тамнољубичаста	тамнољубичаста	тамнољубичаста
Простомијум	епилобичан	епилобичан/ танилобичан	епилобичан	епилобичан
С. кесе	9–12	9–12	9–12	11,12
Семепријемници	9/10, 10/11	9/10, 10/11	9/10, 10/11	9,10
Клителум	½ 29, 29–33, ½ 34, 34	½ 28, 28, 29–33, 34	29–34	½ 28, 29–33
Туберкуле	Одсутна	(30)31–32(33)	31–32	31–32

Локалитети: 5 инд., Куршумлија, 11.03.2020; 5 инд., Луковска Бања, 11.03.2020; 4 инд., Блажево, 29.04.2020; 5 инд., Ђерекаре, 29.04.2020; 6 инд., Куршумлијска Бања, 04.05.2021; 2 инд., Јелак, 21.06.2021; 2 инд., Метође, 21.06.2021.

4.6.11. *Dendrobaena vej dovskyi* (Černosvitov, 1935)

(слика 63)

Bimastus vej dovskyi Černosvitov, 1935: 66.

Denrobaena vej dovskyi Zicsi, 1965: 254; Csuzdi и Zicsi, 2003: 125; Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 164; Popović и сар., 2020: 64

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 23–61 mm (Zicsi 20–50 mm; Csuzdi и Zicsi 20–50 mm; Stojanović-Petrović и сар. 20–50 mm), састављено је од 59–112 телесних сегмената (Zicsi 54–110; Csuzdi и Zicsi 54–110; Stojanović-Petrović и сар. 70–100), и тамноцрвене је боје. Простомијум је епилобичан 1/2. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 5/6. Раздаљина између чекиња је aa:ab:bc:–cd:dd=9:6:6:5:15 (на 17. сегменту) и 11:10:11:9:15 (на 82. сегменту). Женски полни отвори су на 14. сегменту. Клителум је седласт и захвата сегменте ½ 28, 29–33 (Zicsi ½28, 29–33; Csuzdi и Zicsi ½28, 29–33; Stojanović-Petrović и сар. ½28, 29–33). Туберкула се налази на 31. и 32. сегменту (Zicsi 30–31, 32; Csuzdi и Zicsi 31–32; Stojanović-Petrović и сар. 31–32).

Унутрашњи морфолошки карактери: Мускуларни желудац је на 17. и 18. сегменту. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 11. и 12. сегменту. Семе кесе су на 11. и 12. сегменту. Семепријемници су у 9. и 10. сегменту, са отворима у интерсегменталним браздама 9/10 и 10/11. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су у облику вреће. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 63. Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena vej dovskyi*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Dendrobaena vej dovskyi* насељава букове шуме, пашњаке и ливаде (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Током теренског истраживања ова врста је пронађена у храстовим, буковим шумама и ливадама. То је епигеична врста која живи у горњим слојевима стеље.

Зоогеографски тип: *Dendrobaena vej dovskyi* припада балканско-алпском зоогеографском типу, распрострањена је у Србији (Stojanović-Petrović и сар., 2020), у Аустрији, Немачкој, допире до Словачке и Мађарске (Csuzdi и Zicsi, 2003).

Локалитети: 5 инд., Муре, 06.04.2018; 5 инд., Ново Село, 16.05.2018; 4 инд., Семетеш, 17.05.2018; 1 инд., Лисина, 15.10.2018; 6 инд., Јошаничка Бања, 17.05.2018., 10.04.2019; 3 инд., Семетеш, 31.05.2019; 7 инд., Куршумлија, 11.03.2020; 4 инд., Луковска Бања, 11.03.2020; 2 инд., Блажево, 29.04.2020; 4 инд., Куршумлијска Бања, 04.05.2021; 5 инд., Брзеће, 10.06.2021.

4.7. Род *Eisenia* Malm, 1877

4.7.1. *Eisenia fetida* (Savigny, 1826)

(слика 64)

Enterion fetidum Savigny, 1826: 182.

Eisenia fetida Šapkarev, 1978: 51; Mršić, 1991: 498; Csuzdi и Zicsi, 2003: 143; Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 170; Popović и сар., 2020: 64–65

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 45–101 mm (Šapkarev 45–104 mm; Mršić 26–110 mm; Csuzdi и Zicsi 26–130 mm; Stojanović-Petrović и сар. 45–103 mm), ширине 2–4 mm, са 60–118 телесних сегмената (Šapkarev 60–115; Mršić 60–120; Csuzdi и Zicsi 60–120; Stojanović-Petrović и сар. 60–115), најчешће тамноцрвене боје. Простомијум је епилобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 4/5. Мушки полни отвори су јасно уочљиви (на жлезданом пољу) на 15. сегменту. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете су уско парне ($aa=bc$; $ab=cd$; $dd=1/2U$). Хете на 12. сегменту, као и на клителуму, су на жлезданим брадавицама. Клителум је прстенаст и захвата сегменте од 25, 26, 27. до 31. и 32. сегмент (Šapkarev 25, 26, 27–31, 32; Mršić 25, 26, 27–31, 32; Csuzdi и Zicsi (24), 25, 26, 27–31, 32, (33)); Stojanović-Petrović и сар. 25, 26, 27–31, 32). Туберкула је од $\frac{1}{2}$ 28, 28. до 30, $\frac{1}{2}$ 31. и 31. сегмента (Šapkarev $\frac{1}{2}$ 28, 28, 29–30, $\frac{1}{2}$ 31, 31; Mršić 28, 29–30, 31; Csuzdi и Zicsi $\frac{1}{2}$ 28, 28–30, 31; Stojanović-Petrović и сар. $\frac{1}{2}$ 28, 28, 29–30, $\frac{1}{2}$ 31, 31).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 14–16, а мускуларни 17–18 сегмента. Бочна срца су 7–12 сегмента. Дисепименти мало задебљали на 6/7–8/9. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су 10–13 сегмента. Семене кесе су на 9–12 сегменту. Семепријемници су у 9. и 10. сегменту. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су у облику вреће („кобасице”). Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 64. Спољашњи изглед врсте *Eisenia fetida*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Eisenia fetida* је заступљена у буковим шумама и мезофилним ливадама, односно налази се тамо где има обиље органске материје (богата стеља, трули пањеви и сл.) (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Међутим, заступљена је и у антропогеним биотопима. Током теренског истраживања ова врста је пронађена у мезофилним ливадама. Спада у копрофагне врсте.

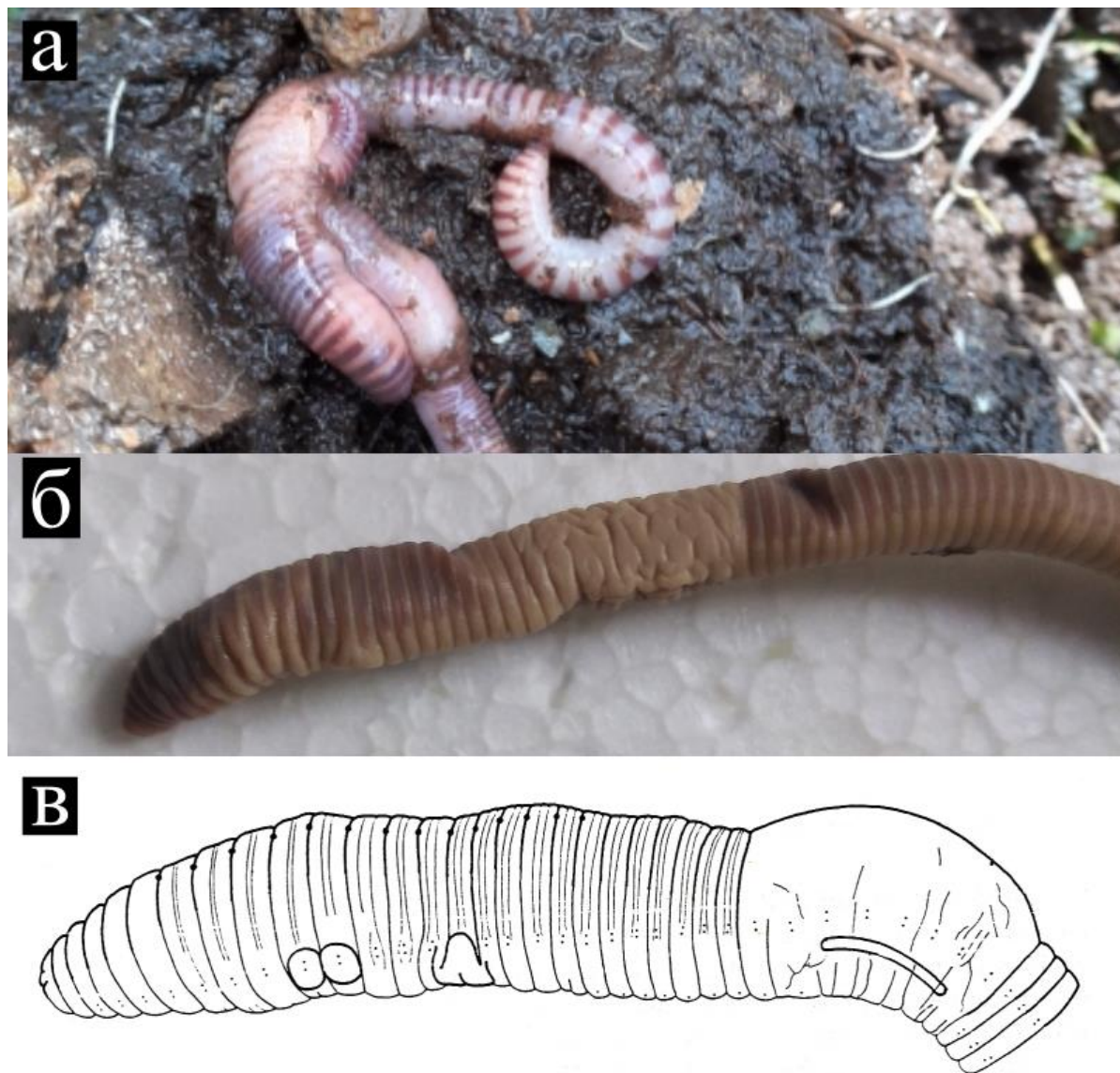
Зоогеографски тип: *Eisenia fetida* је перегрина врста. Називају је још калифорнијском глистом јер се најчешће користи за производњу природног хумуса, али и у екотоксиколошким тестовима за проверу токсичности хемикалија које се користе у пољопривреди (Stojanović-Petrović и сар., 2020).

Локалитети: 7 инд., Рудница, 06.04.2018; 1 инд., Ново Село, 16.05.2018.

4.7.2. *Eisenia lucens* (Waga, 1857)**(слика 65)***Lumbricus lucens* Waga, 1857: 166–169.*Eisenia lucens* Šapkarev, 1978: 52; Mršić, 1991: 501; Csuzdi и Zicsi, 2003: 146; Csuzdi, 2012: 97–99; Szederjesi, 2013: 70; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 172; Popović и сар., 2020: 65

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 84–176 mm (Šapkarev 84–170 mm; Mršić 45–120 mm; Csuzdi и Zicsi 45–180 mm; Stojanović-Petrović и сар. 84–170 mm), ширине 4–6 mm, са 80–118 телесних сегмената (Šapkarev 80–110; Mršić 60–130; Csuzdi и Zicsi 60–130; Stojanović-Petrović и сар. 80–110), најчешће тамноцрвене боје са пурпурним пругама на дорзалној страни. Простомијум је епилобичан (1/2). Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 4/5. Мушки полни отвори су јасно уочљиви (на жлезданом пољу) на 15. сегменту. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете су уско парне ($aa=односно<bc$; $ab=cd$; $dd<1/2U$). Хете на 10. и 12. сегменту, као и на 14. и 16. су на жлезданим брадавицама. Клителум је прстенаст и захвата сегменте од 26, 27. до 33. и 34. сегмент (Šapkarev 26, 27–33, 34; Mršić 24, 25, 26, 27–32, 33, 34; Csuzdi и Zicsi (24), 25, 26, 27–33, 34; Stojanović-Petrović и сар. 26, 27–33, 34). Туберкула је од $\frac{1}{2}$ 28, 28. до 32. сегмента (Šapkarev 28, $\frac{1}{2}$ 28, 29– $\frac{1}{2}$ 32 32, 33; Mršić 28, 29–31, 32, 33; Csuzdi и Zicsi $\frac{1}{2}$ 28, 29–31, $\frac{1}{2}$ 32, $\frac{1}{2}$ 33; Stojanović-Petrović и сар. 28, $\frac{1}{2}$ 28, 29– $\frac{1}{2}$ 32 32, 33).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 15–16, а мускуларни 17–19 сегмента. Бочна срца су у 12. сегменту. Дисепименти мало задебљали на 5/6–9/10. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су 11–13 сегмента. Семене кесе су су на 9–12 сегменту. Семепријемници су у 9. и 10. сегменту. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су у облику вреће („кобасице”). Попречни пресек уздужног мишића је фасцикуларног типа.



Слика 65. Спољашњи изглед врсте *Eisenia lucens*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Eisenia lucens* је присутна у старим буковим и храстовим шумама, у долиним ливадама, али и брдско-планинским пашњацима (Szederjesi, 2013; Stojanović-Petrović и сар., 2020). Током теренског истраживања ова врста пронађена је у буковим шумама, обалским биотопима али и у шупљинама стабала букве, где је активна у разградњи органске материје. Спада у епигеичне врсте.

Зоогеографски тип: *Eisenia lucens* спада у централно-европске (планинске) врсте и распростире се на Пиринејима, Алпима и допире до планинских подручја Балканског полуострва (Stojanović и сар., 2018).

Локалитети: 5 инд., Јошаничка Бања, 17.05.2018; 3 инд., Лисина, 30.05.2019; 7 инд., Треска, 30.05.2019; 3 инд., Чајетина, 19.06.2019; 6 инд., Ђерекаре, 29.04.2020; 4 инд., Брзеће, 10.06.2021; 4 инд., Метође, 21.06.2021.

4.8. Род *Eiseniella* Michaelsen, 1900

4.8.1. *Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826)

(слика 66)

Enterion tetraedrum Savigny, 1826: 184.

Tetragonurus pupa Eisen, 1874: 47.

Allurus hercynius Michaelsen, 1890: 7.

Eiseniella tetraedra hercynia Michaelsen, 1900: 8.

Eiseniella tetraedra var. *hercynia* Bouché, 1972: 215.

Eiseniella tetraedra hercynia Šapkarev, 1978: 97; Šapkarev, 1986: 85.

Eiseniella tetraedra pupa Mršić, 1991: 520.

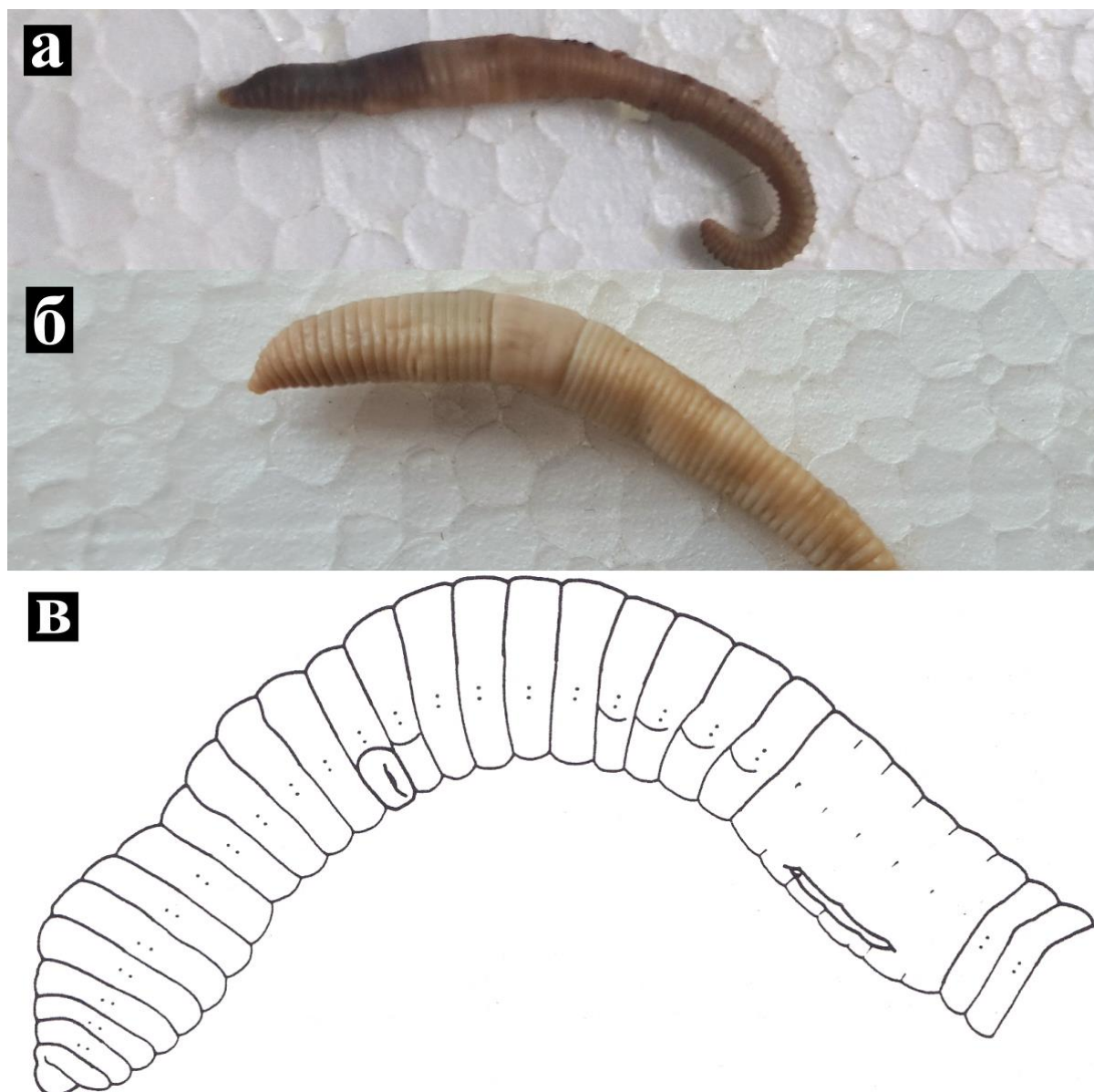
Eiseniella tetraedra Csuzdi и Zicsi, 2003: 154.

Eiseniella tetraedra hercynia Csuzdi, 2012: 97–99.

Eiseniella tetraedra Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 176; Popović и сар., 2020: 65

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 27–99 mm (Šapkarev 30–92 mm; Mršić 35–85 mm; Csuzdi и Zicsi 20–80 mm; Stojanović-Petrović и сар. 30–92 mm), ширине 2–4 mm, са 64–85 телесних сегмената (Šapkarev 69–88; Mršić 65–90; Csuzdi и Zicsi 55–100; Stojanović-Petrović и сар. 69–88), најчешће жућкасто-браон боје. Простомијум је епилобичан, отворен (1/2). Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 4/5. Мушки полни отвори су јасно уочљиви (на жлезданом пољу) на 13. и 15. сегменту. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете су уско парне ($aa=cd$; $aa=bc$; $dd=2bc$). Клителум захвата сегменте 22, 23–26, 27 (Šapkarev 22, 23–26, 27; Mršić 22, 23–26, 27; Csuzdi и Zicsi 22, 23–26, 27; Stojanović-Petrović и сар. 22, 23–26, 27). Туберкула је од 23. до 25, 26. сегмента (Šapkarev 23–25, 26; Mršić 23, 24–25, 26; Csuzdi и Zicsi 23, 24–25, 26; Stojanović-Petrović и сар. 23–25, 26).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 15–16, а мускуларни на 17. сегменту. Бочна срца су у 7–12 сегменту. Дисепименти мало задебљали на 7/8–11/12. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 10. сегменту. Семене кесе су на 9–12 сегменту. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталним браздама 9/10, 10/11. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су у облику вреће. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 66. Спољашњи изглед врсте *Eiseniella tetraedra* **а.** Фиксирани примерак (полни отвор на 15. сегменту). **б.** Фиксирани примерак (полни отвор на 13. сегменту). **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Eiseniella tetraedra* је приобална врста уско повезана са ивицама водних тела различитих типова, како природних (језера, реке, потоци и баре) тако и вештачких (Šarkarev, 1980; Stojanović и сар., 2020; De Sosa, 2022). Током теренског истраживања ова врста је пронађена у обалским биотопима. Спада у хидрофилне врсте.

Зоогеографски тип: *Eiseniella tetraedra* је переприна врста.

Напомена: Последњу ревизију рода су предложили Omodeo и Rota (1991), која укључује две сасвим различите групе врста, од којих су све хидрофилне и имају четвороугаони попречни пресек. Прва група обухвата само врсту *Eiseniella tetraedra* и њене варијетете (Omodeo и Rota, 1989). Друга група обухвата пет врста са полном репродукцијом: *Eiseniella neapolitana* Örley, 1885, *Eiseniella ochridana* Černosvitov, 1931, *Eiseniella eutypica* Svetlov, 1924, *Eiseniella kuzenoi* Michaelsen, 1910 и *Eiseniella paradoxoides* Álvarez, 1971. Врста *Ei. tetraedra* је переприна са различитим

партеногенетским морфолошким формама (Casellato, 1987). Описано је више различитих облика и варијетета, а неки од њих су касније сматрани подврстама (Zisci, 1982; Šapkarev, 1978) које се разликују само по положају мушких пора. Šapkarev (1978) је сматрао да су поменуте разлике највероватније одраз лоше регенерације и да немају никакво филогенетско и таксономско значење. Стога, наводи само две подврсте *Ei. t. tetraedra* и *Ei. t. hercynia* да су присутне у Северној Македонији. Такође, Csuzdi и Zicsi (2003) у попису лумбрицида Мађарске наводе присуство врсте *Ei. tetraedra* али са три морфолошка облика *tetraedra*, *intermedia* и *hercynia*. Према бази података, Csuzdi (2012) наводе се као валидне подврсте *Eiseniella tetraedra tetraedra* и *Eiseniella tetraedra hercynia* (Michaelson, 1890). Међутим, Mršić (1991) наводи да је заправо подврста *Ei. t. hercynia* млађи синоним подврсте *Eiseniella tetraedra pupa* (Eisen, 1874). Обично се разликују две подврсте – *Ei. t. tetraedra* и *Ei. t. pupa* – поседују мушке поре на 13. односно 15. сегменту, и нису се могле приметити друге разлике (табела 16). Међутим, многи аутори сматрају да се ради о једној валидној врсти *Eiseniella tetraedra* (Csuzdi и Zicsi, 2003; Stojanović-Petrović и сар., 2020). Годинама није било проучавања генетске структуре *Ei. tetraedra* на основу секвенци, већ су истраживања вршена на нивоу полиморфизма ензима, метод који су предложили Terhivuo и сар. (1994, 2008) у Финској, Шведској и другим нордијским земљама. Они су указали на предности и проблеме оваквих истраживања и предложили проучавање ове врсте другим молекуларним методама. Пошто полиплоидија може да закомпликује проучавање нуклеусних гена, препоручили су употребу митохондријалних маркера. Javidkar и сар. (2020) проучавали су генетску разноликост ове врсте користећи ген цитохром оксидазе 1 и пронашли шест различитих линија. Присуство идентичних хаплотипова на европским, северноамеричким, аустралијским и иранским местима, симпатријско груписање неколико различитих интраспецифичних линија у истим биотопима и недостатак филогеографског обрасца јачају хипотезу о могућем ненамерном антропогеном увођењу поменуте врсте (Javidkar и сар., 2020). Међутим, морфолошки и таксономски аспекти се не смеју заборавити. Са друге стране, таксономска сличност лумбрицида, ограничила је успостављање класичне таксономије која остаје, донекле, усидрена у субјективним критеријумима сваког аутора. У овом контексту, интегративни приступи који укључују молекуларне информације постају све популарнији за решавање проблема филогенетског положаја спорних врста (Díaz Cosín и сар., 2014). Положај мушких пора је коришћен као таксономски карактер који раздваја различите подврсте (Bouché, 1972; Gates, 1977). Узимајући у обзир висок степен полиморфизма таксономских карактеристика на нивоу популације, њихово проучавање у неколико удаљених популација у којима се појединци са мушким порима могу наћи на различитим локацијама, ово би могло подржати (или оповргнути) њихову употребу за одређивање подврста или врста након поређења генетске варијабилности и морфолошких резултата. Ипак, De Sosa (2022) сматра да подела подврста заснована на положају мушких пора нема филогенетску основу, јер није пронађена корелација између овог карактера и односа откривених помоћу три проучавана молекуларна маркера. Недавне молекуларне филогенетичке студије указују на велику генетску варијабилност *Ei. tetraedra* (De Sosa и сар. 2022, 2023).

Табела 16. Поређење таксономских карактера подврсте *Eiseniella tetraedra tetraedra* и *Eiseniella tetraedra pupa*.

Т. карактери	<i>Ei. t. pupa</i> (подаци аутора)	<i>Ei. t. tetraedra</i> (подаци аутора)
Величина тела	32–97 mm	30–92 mm
Боја тела	сивкасто-браон	жућкасто-браон
Простомијум	епилобичан	епилобичан
Мушки полни отвор	15	13
С. кесе	9–12	9–12
Семепријемници	10,11	10,11
Клителум	22, 23–27	22, 23–26, 27
Туберкула	23, 24–26	23–25, 26

Локалитети: 5 инд., Рудница, 07.04.2018; 4 инд., Муре, 30.04.2018; 3 инд., Лисина, 30.05.2019; 6 инд., Мало Језеро, 30.05.2019; 3 инд., Марине Воде, 30.05.2019; 5 инд., Куршумлија, 11.03.2020; 5 инд., Луковска Бања, 11.03.2020; 7 инд., Блажево, 29.04.2020; 3 инд., Ђерекаре, 29.04.2020; 6 инд., Куршумлијска Бања, 04.5.2021; 3 инд., Јелак, 21.06.2021; 2 инд., Метође, 21.06.2021; 2 инд., Јарам, 16.07.2021.

4.9. Род *Lumbricus* Linnaeus, 1758

4.9.1. *Lumbricus castaneus* (Savigny, 1826)

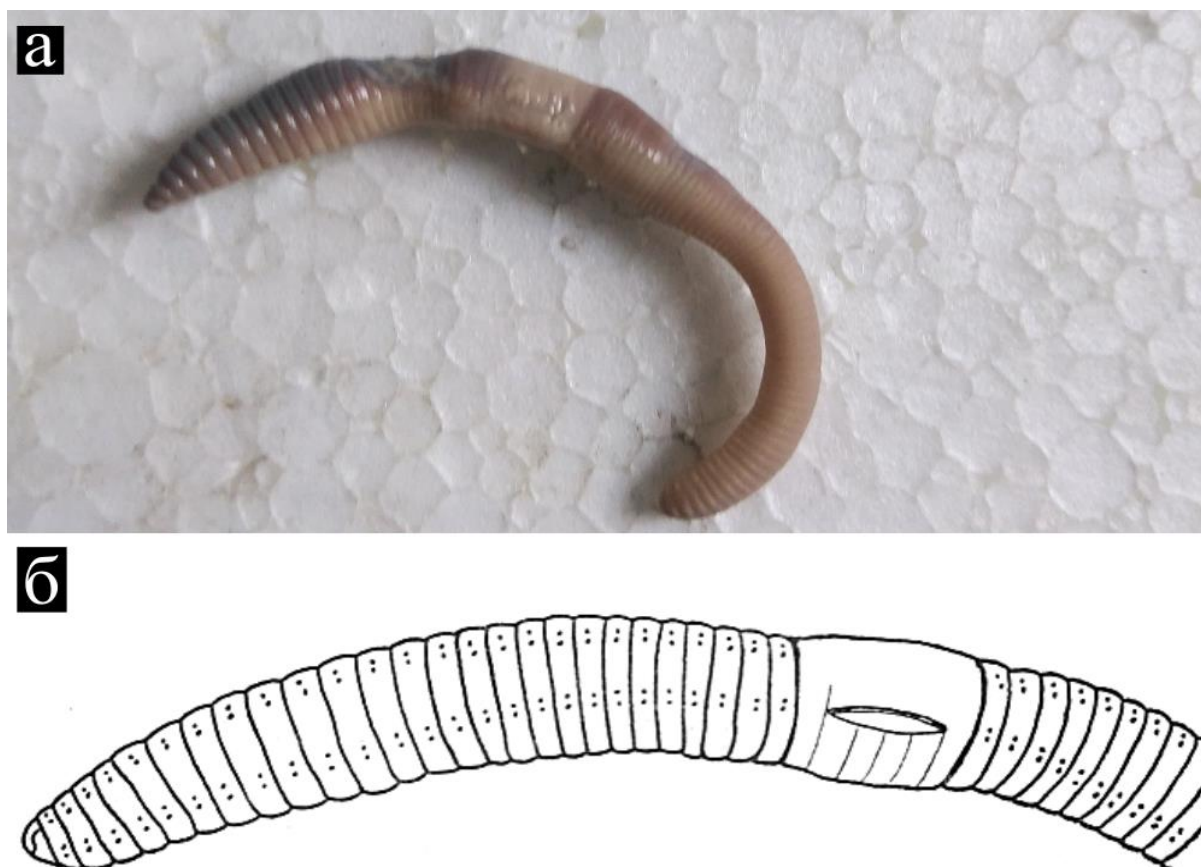
(слика 67)

Enterion castaneum Savigny, 1826: 180.

Lumbricus castaneus Šapkarev, 1978: 102; Mršić, 1991: 467; Csuzdi и Zicsi, 2003: 178; Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 190; Popović и сар., 2020: 65

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 21–83 mm (Šapkarev 68–72 mm; Mršić 24–70 mm; Csuzdi и Zicsi 30–85 mm; Stojanović-Petrović и сар. 24–70 mm), састављено 59–115 телесних сегмената (Šapkarev 108–112; Mršić 50–105; Csuzdi и Zicsi 95–120; Stojanović-Petrović и сар. 50–105), браон-црвене до тамноцрвене боје. Простомијум је танилобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 5/6, 6/7 до 7/8. Раздаљина међу хетама је $aa=bc$; $dd = \frac{1}{2} U$. Клителум захвата сегменте 28–33 (Šapkarev 28–33; Mršić 28–33; Csuzdi и Zicsi 28–33; Stojanović-Petrović и сар. 28–33). Туберкула је 29–32 сегмента (Šapkarev 29–32; Mršić 29–32, 33; Csuzdi и Zicsi 9–32; Stojanović-Petrović и сар. 29–32, 33).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је на 15. и 16. а мускуларни на 17. и 18. сегменту. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 10. и 12. сегменту. Дисепименти су задебљали на 7/8–9/10. Семепријемници су у 9. и 10. сегменту. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су у облику латиничног слова Ј. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 67. Спољашњи изглед врсте *Lumbricus castaneus*. а. Фиксирани примерак. б. Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Lumbricus castaneus* живи у влажним буковим шумама и пашњацима, који су богати органским материјалом, али и у антропогену биотопу (Šarkarev, 1978; Stojanović-Petrović и сар., 2020). Током теренског истраживања ова врста је пронађена у буковој и смрчиној шуми. Спада у епигеичне врсте.

Зоогеографски тип: *Lumbricus castaneus* је перигрина врста.

Локалитети: 5 инд., Рудница, 07.04.2018; 1 инд., Јошаничка Бања, 10.04.2019; 2 инд., Ђерекаре, 29.04.2020.

4.9.2. *Lumbricus polyphemus* (Fitzinger, 1833)

(слика 68)

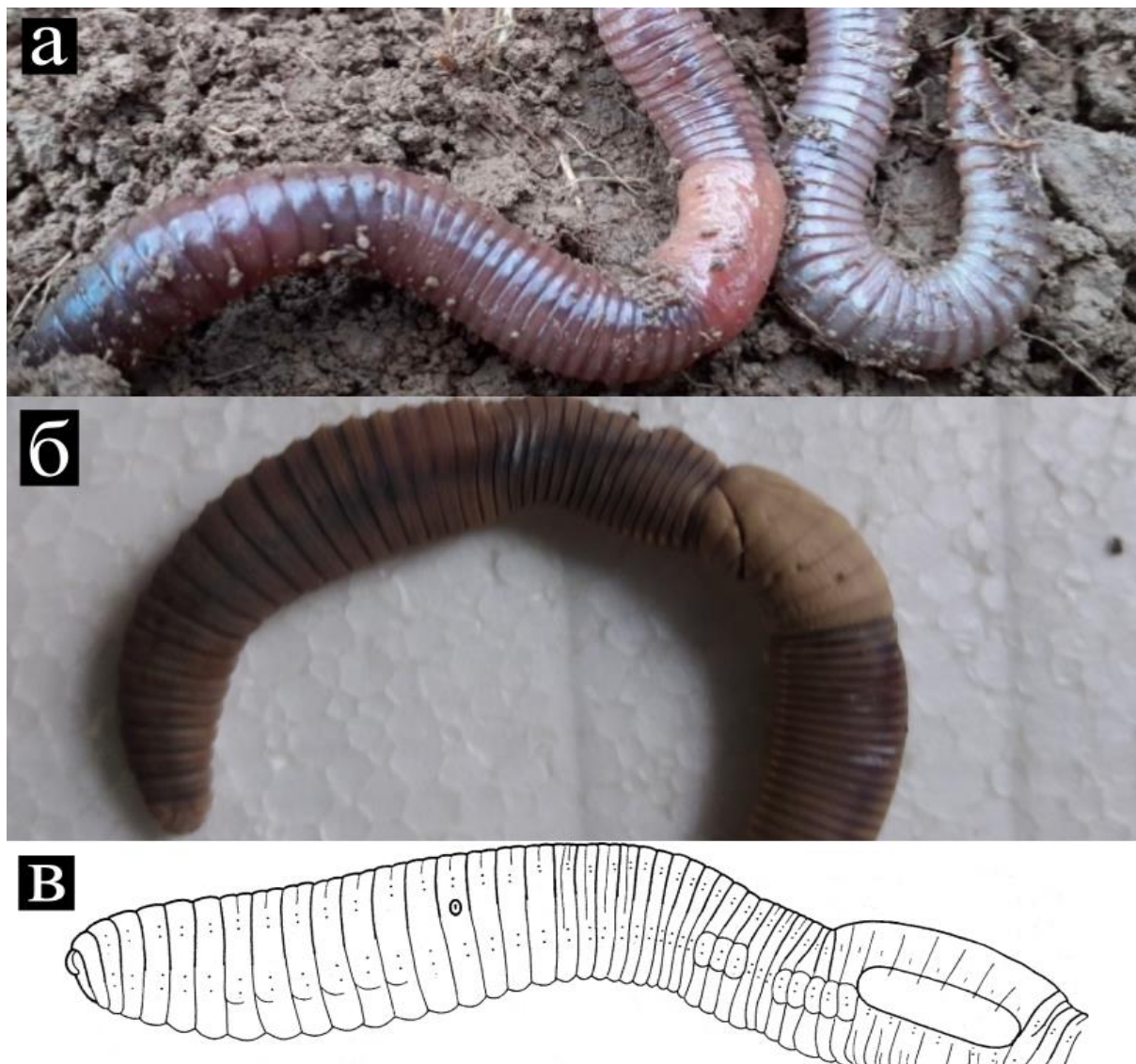
Enterion polyphemus Fitzinger, 1833: 551.

Lumbricus polyphemus Mršić 1991: 473; Csuzdi и Zicsi, 2003: 180; Csuzdi, 2012: 97–99; Szederjesi, 2013: 71; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 195; Popović и сар., 2020: 65

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 133–390 mm (Mršić 129–154 mm; Csuzdi и Zicsi 150–450 mm; Stojanović-Petrović и сар. 129–158 mm) састављено 123–173 телесних сегмената (Mršić 116–154; Csuzdi и Zicsi 90–182; Stojanović-Petrović и сар. 116–154), пурпурне је боје. Простомијум је танилобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 7/8. Раздаљина међу хетама је $aa=bc$; $dd=\frac{1}{2}U$. Хете ab су на

жлезданим брадавичастим испупчењима 11, 17, 28–30. сегмента. Клителум захвата сегменте 37–44 (Mršić 37–44; Csuzdi и Zicsi 37, 38, 39–43, 44, 45, 46, 47; Stojanović-Petrović и сар. 37–44). Туберкула је 40–44 сегмента (Mršić 40–44; Csuzdi и Zicsi 38, 39, 40–43, 44, 45; Stojanović-Petrović и сар. 40–44).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је на 15. и 16, а мускуларни на 17. и 18. сегменту. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 10. и 12. сегменту. Дисепименти су задебљали на 7/8–9/10. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту. Тифлозолис је двослојан. Нефридијални канали су у облику латиничног слова Ј. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 68. Спољашњи изглед врсте *Lumbricus polyphemus*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Lumbricus polyphemus* насељава мешовите букове шуме, обале река (Szederjesi, 2013), храстове шуме и ливаде (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Током теренског истраживања ова врста је пронађена на ливади и у буковој шуми. Спада у анецичне врсте, која због своје величине има значајан утицај на структуру тла.

Зоогеографски тип: *Lumbricus polyphemus* је централно-европска планинска врста.

Локалитети: 5 инд., Ново Село, 30.04.2018; 4 инд., Јошаничка Бања, 10.04.2019; 6 инд., Муре, 30.05.2019; 2 инд., Семетеш, 31.05.2019; 3 инд., Блажево, 29.04.2020; 2 инд., Берекаре, 29.04.2020; 2 инд., Брзеће, 11.06.2021.

4.9.3. *Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843

(слика 69)

Lumbricus rubellus Hoffmeister, 1843: 187.

Lumbricus rubellus Šapkarev, 1978: 102; Mršić, 1991: 477; Csuzdi и Zicsi, 2003: 184; Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 196; Popović и сар., 2020: 65

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 29–121 mm (Šapkarev 60–128 mm; Mršić 33–108 mm; Csuzdi и Zicsi 33–150 mm; Stojanović-Petrović и сар. 33–108 mm), састављено 49–153 телесних сегмената (Šapkarev 89–138; Mršić 56–135; Csuzdi и Zicsi 95–145; Stojanović-Petrović и сар. 56–135), и црвено-љубичасте боје. Простомијум је танилобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 7/8 (5/6 до 6/7). Раздаљина међу хетама је $aa=bc$; $dd=\frac{1}{2} U$. Клителум захвата сегменте 26, 27–31, 32, 33 (Šapkarev 26, 27–32; Mršić 26, 27–32, 33; Csuzdi и Zicsi 26, 27–32; Stojanović-Petrović и сар. 26, 27–32, 33). Туберкула је 27, 28–30 сегмента (Šapkarev $\frac{1}{2}27$, 27, 28–31, $\frac{1}{2}32$, 32; Mršić 27, 28–30; Csuzdi и Zicsi 28–31; Stojanović-Petrović и сар. 27, 28–30).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је на 15. и 16. а мускуларни на 17. и 18. сегменту. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 10. и 12. сегменту. Дисепименти су задебљали на 7/8–9/10. Семепријемници су у 9. и 10. сегменту. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су у облику латиничног слова Ј. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 69. Спољашњи изглед врсте *Lumbricus rubellus*. а. Живи примерак (© Ф. Поповић). б. Фиксирани примерак. в. Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Lumbricus rubellus* насељава шумско, ливадско и култивисано земљиште (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Током теренског истраживања ова врста је пронађена у готово свим стаништима, веома је честа испод пањева. Спада у епигеичне врсте.

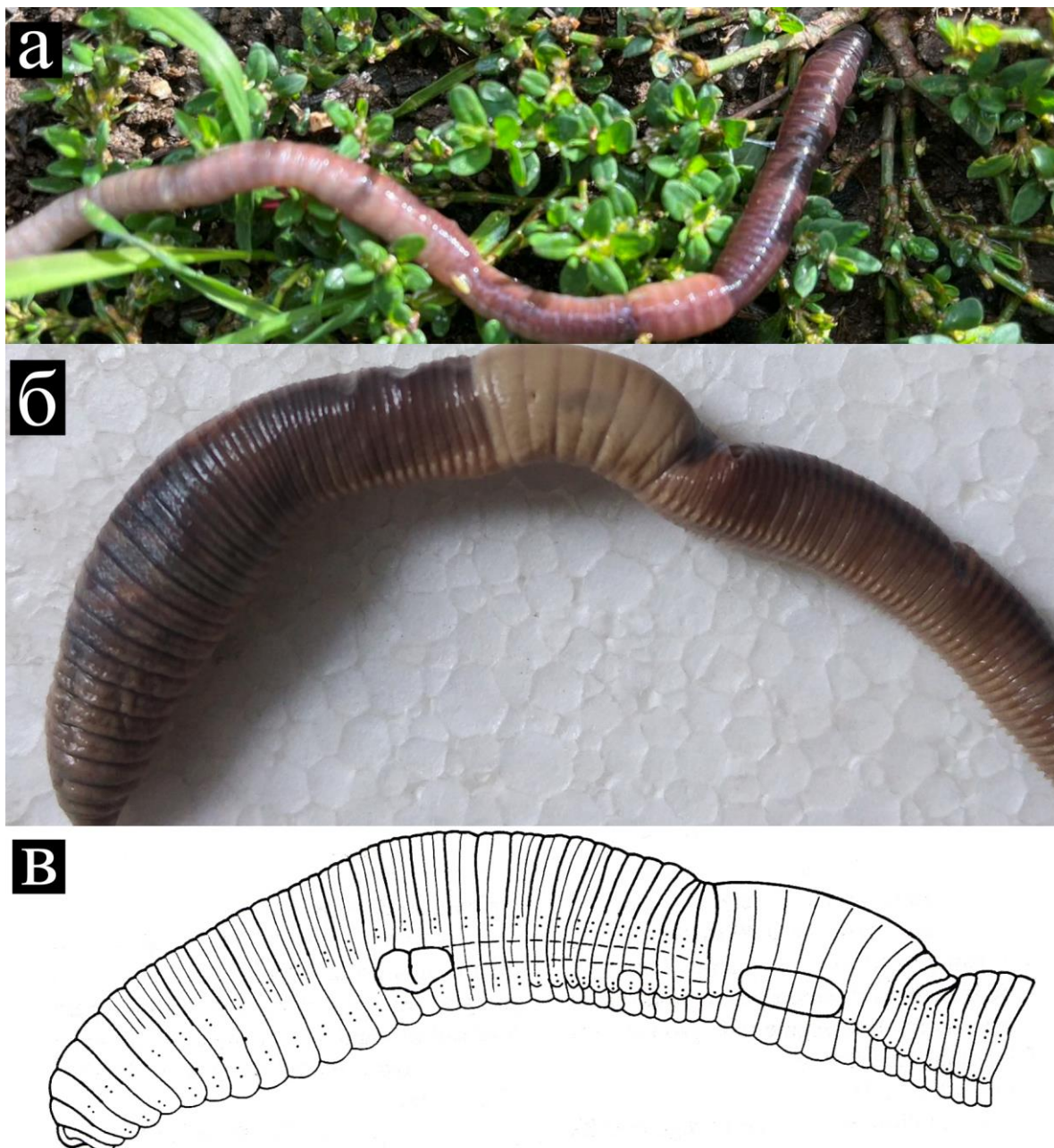
Зоогеографски тип: *Lumbricus rubellus* је широко распрострањена перегрина врста.

Локалитети: 7 инд., Муре, 06.04.2018; 5 инд., Ново Село, 16.05.2018; 4 инд., Семетеш, 17.05.2018; 2 инд., Лисина, 15.10.2018; 3 инд., Јошаничка Бања, 10.04.2019; 2 инд., Рудница, 10.04.2019; 5 инд., Рудница, 15.05.2019; 4 инд., Мало Језеро, 30.05.2019; 11 инд., Куршумлија, 11.03.2020; 8 инд., Луковска Бања, 11.03.2020; 8 инд., Блажево, 29.04.2020; 4 инд., Ђерекаре, 29.04.2020; 12 инд., Куршумлијска Бања, 04.05.2021; 3 инд., Брзеће, 10.06.2021; 4 инд., Јелак, 11.06. 2021; 5 инд., Метође, 11.06.2021; 1 инд., Јарам, 16.07.2021.

4.9.4. *Lumbricus terrestris* Linnaeus, 1758**(слика 70)***Lumbricus terrestris* Linnaeus, 1758: 647.*Lumbricus terrestris* Mršić, 1991: 482; Csuzdi и Zicsi, 2003: 188; Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 198; Popović и сар., 2020: 65

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 94–259 mm (Mršić 98–250 mm; Csuzdi и Zicsi 90–300 mm; Stojanović-Petrović и сар. 98–250 mm), састављено 107–186 телесних сегмената (Mršić 110–180; Csuzdi и Zicsi 110–180; Stojanović-Petrović и сар. 110–180), браон-црвене је боје. Простомијум је танилобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 7/8 (11/12). Раздаљина међу хетама је $aa=bc$; $dd=\frac{1}{2} U$. Клителум захвата сегменте 31, 32–37, 38 (Mršić 31, 32–37, 38; Csuzdi и Zicsi 31, 32–37; Stojanović-Petrović и сар. 31, 32–37, 38). Туберкула је 33, $\frac{1}{2}$ 33–36 сегмента (Mršić 33, $\frac{1}{2}$ 33–36; Csuzdi и Zicsi 33–36; Stojanović-Petrović и сар. 33, $\frac{1}{2}$ 33–36).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је на $\frac{1}{2}$ 14–16, а мускуларни на 17. и 18. сегменту. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 10. и 12. сегменту. Дисепименти су задебљали на 7/8–9/10. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су у облику латиничног слова J. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 70. Спољашњи изглед врсте *Lumbricus terrestris*. а. Живи примерак (© Ф. Поповић). б. Фиксирани примерак. в. Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Lumbricus terrestris* насељава пашњаке и ливаде (Stojanović и сар., 2020), спада у анецичне врсте. Током теренског истраживања утврђено је да је *L. terrestris* једна од ретких анецичних врста присутних на већим надморским висинама. У суштини, присуство ове врсте није изненађујуће, јер толерише кисела земљишта. Међутим, ова врста није отпорна на мраз, што указује да хибернира у дубоким слојевима тла током зимског периода (Тиупов и сар., 2006). Такође, једна је од ретких анецичних врста која не живи само у шумама, већ може да живи и на ливадским стаништима, а понаша се и као ендегична врста (Zicsi и сар., 2011).

Зоогеографски тип: *Lumbricus terrestris* је широко распрострањена перепатрна врста.

Локалитети: 5 инд., Муре, 06.04.2018; 2 инд., Рудница, 10.04.2019; 8 инд., Рудница, 15.05.2019; 2 инд., Мало Језеро, 30.05.2019. 10 инд., Јошаничка Бања, 10.04.2019; 2 инд., Марине воде, 30.05.2019.

4.10.Род *Octodrilus* Omodeo, 1956

4.10.1.*Octodrilus transpadanus* (Rosa, 1884)

(слика 71)

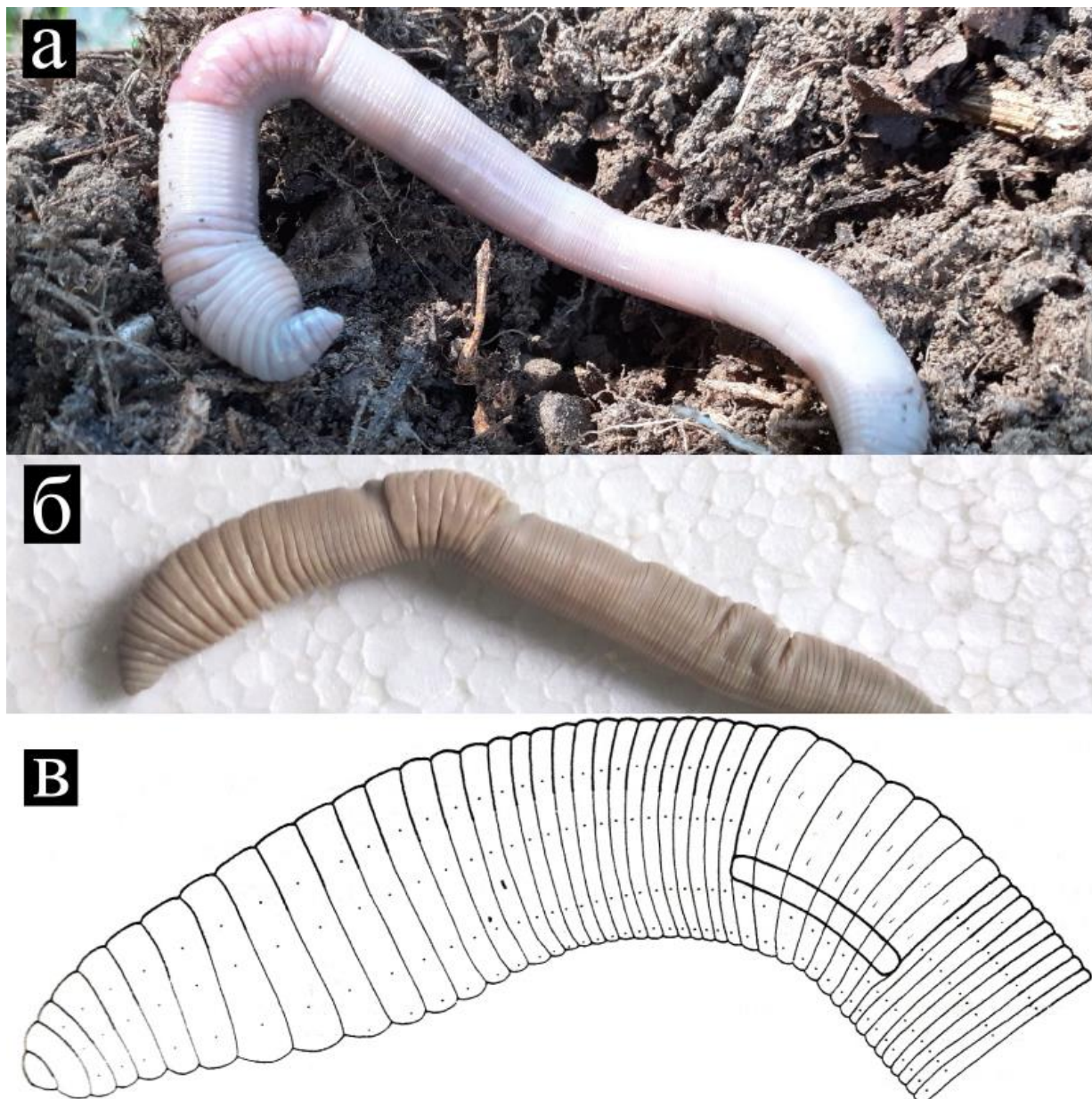
Allolobophora transpadana Rosa, 1884: 45.

Octolasion (Octodrilus) transpadanum Šapkarev, 1980: 76.

Octodrilus transpadanus Mršić, 1991: 373; Csuzdi и Zicsi, 2003: 216; Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 206.

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 78–211 mm (Šapkarev 75–150 mm; Mršić 72–204 mm; Csuzdi и Zicsi 40–450 mm; Stojanović-Petrović и сар. 72–205 mm), састављено је 116–189 телесних сегмената (Šapkarev 130–160; Mršić 112–180; Csuzdi и Zicsi 100–252; Stojanović-Petrović и сар. 112–180), и тамносиве је боје. Простомијум је епилобичан 1/4 до 1/2. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 6/7–13/14. Раздаљина међу хетама је $aa > ab = bc > cd$; $aa = 2ab$; $dd = 2aa$. Хете а и б налазе се на жлезданим брадавичастим испупчењима на 21. и 39. сегменту. Клителум захвата сементе 29, 30–37 (Šapkarev 29, 30–37; Mršić 29, 30–37; Csuzdi и Zicsi 1/2 29, 30–37; Stojanović-Petrović и сар. 29, 30–37). Туберкула је 29, 30–37 сегмента (Šapkarev 29, 30–37, 38; Mršić 29, 30–37; Csuzdi и Zicsi 30–37; Stojanović-Petrović и сар. 29, 30–37).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је на 15–16, а мускуларни на 17. и 18. сегменту. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 10. сегменту и имају бочне израслине. Дисепименти су задебљали на 5/6 и 14/15. Имају четири пара семених кеса, које се налазе 9–12 сегмента и пет пари семепријемника. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су валовитог облика. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 71. Спољашњи изглед врсте *Octodrilus transpadanus*. а. Живи примерак (© Ф. Поповић). б. Фиксирани примерак. в. Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Octodrilus transpadanus* насељава букове шуме (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Током теренског истраживања ова врста је пронађена у буковим шумама и пашњаку, као и испод камена у четинарским шумама. Спада у ендегичне врсте.

Зоогеографски тун: *Octodrilus transpadanus* је транс-егејска врста, широко распрострањена у средњој Европи, од Италије на југозападу до Пољске на северу, преко северног дела Турске до Кавказа и Блиског Истока (Csuzdi и сар., 2011).

Локалитети: 2 инд., Треска, 30.05.2019; 5 инд., Чајетина, 19.06.2019; 2 инд., Блажево, 29.04.2020; 2 инд., Ђерекаре, 29.04.2020; 4 инд., Куршумлијска Бања, 04.05.2021; 2 инд., Метође, 10.06.2021.

4.11.Под *Octolasion Örley*, 1885

4.11.1.*Octolasion lacteum* (Örley, 1881)

(слика 72)

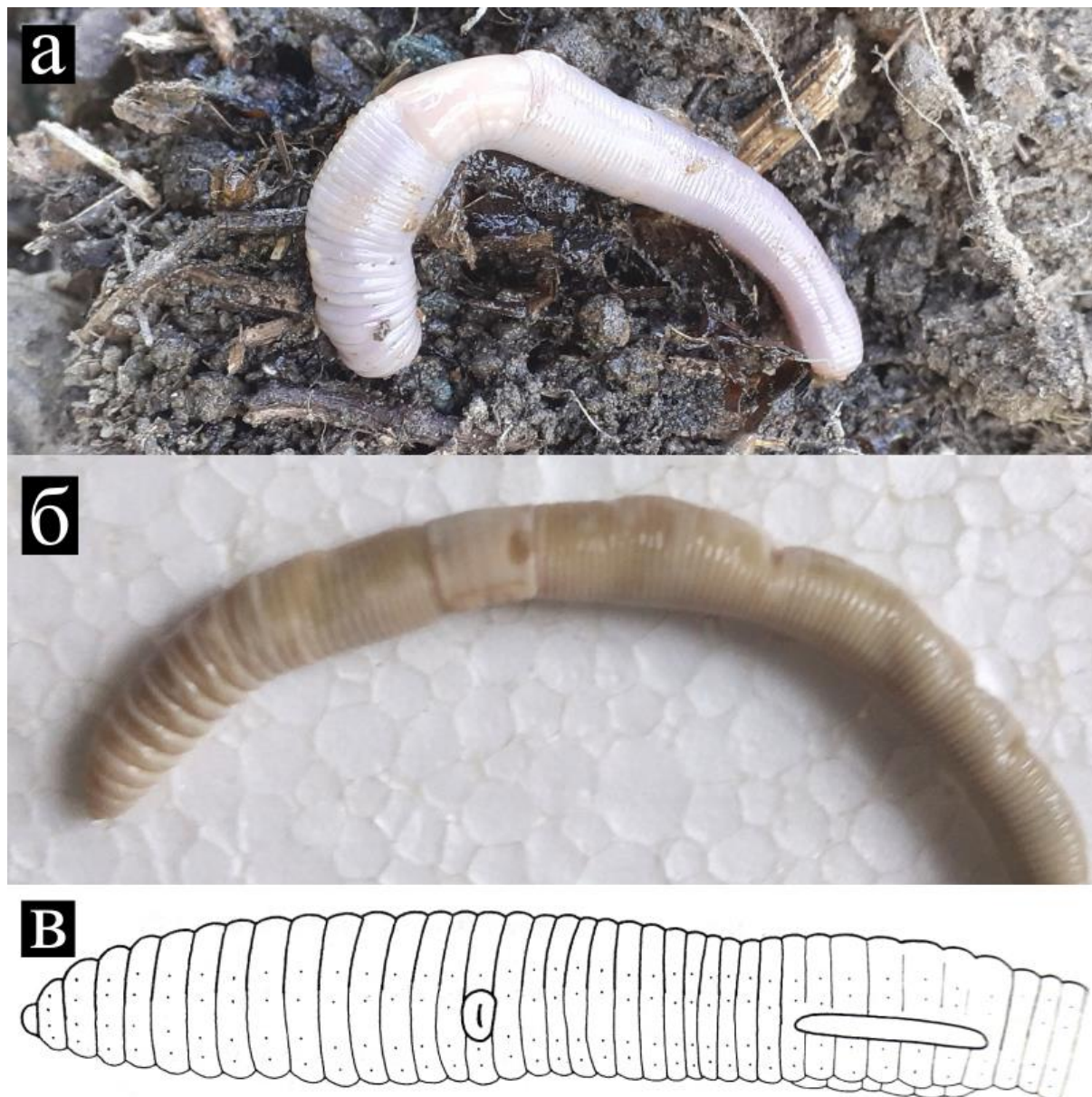
Lumbricus terrestris var. *lacteus* Örley, 1881: 584.

Octolasion tyrtaeum Mršić, 1991: 348.

Octolasion lacteum Šapkarev, 1980: 72; Csuzdi и Zicsi, 2003: 197; Csuzdi, 2012: 97–99; Szederjesi, 2013: 72; Stojanović-Petrović и сар., 20020: 211; Popović и сар., 2020: 65–66

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 24–196 mm (Šapkarev 40–212 mm; Mršić 24–180 mm; Csuzdi и Zicsi 30–180 mm; Stojanović-Petrović и сар. 24–180 mm), састављено 52–242 телесних сегмената (Šapkarev 127–302; Mršić 52–230; Csuzdi и Zicsi 55–230; Stojanović-Petrović и сар. 52–230), без пигмената или је браон боје. Простомијум је епилобичан 1/2 до 2/3. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 8/9–11/12. Раздаљина међу хетама у предклитералном делу је $aa=1\frac{2}{3}bc$; $bc>ab>cd$, а у постклитералном делу $aa>abcd$. Клителум захвата сегменте 30–35 (Šapkarev 30–35; Mršić 30–35; Csuzdi и Zicsi 30–35; Stojanović-Petrović и сар. 30–35). Туберкула је $\frac{1}{2}30, 30, 31-34, \frac{1}{2}35, 35$ сегмента (Šapkarev 30, 31–34, 35; Mršić 30, 31–34, 35; Csuzdi и Zicsi 31–34; Stojanović-Petrović и сар. $\frac{1}{2}30, 30, 31-34, \frac{1}{2}35, 35$).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је на 15–16, а мускуларни на 17. и 18. сегменту. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су на 10. и 11. сегменту и имају бочне израслине на 10. сегменту. Дисепименти су јако задебљали на 9/10–14/15 и на 6/7–8/9 задебљали. Тифлозолис је једнослојан. Нефридијални канали су валовитог облика. Попречни пресек уздужног мишића је перастог типа.



Слика 72. Спољашњи изглед врсте *Octolasion lacteum*. а. Живи примерак (© Ф. Поповић). б. Фиксирани примерак. в. Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Octolasion lacteum* насељава храстове и букове шуме, ливаде, пашњаке, обалске биотопе и култивисана земљишта (Szederjesi, 2013; Stojanović-Petrović и сар., 2020). Током теренског истраживања ова врста је пронађена готово у свим стаништима, честа је и испод камења. Спада у ендегичне врсте.

Зоогеографски тип: *Octolasion lacteum* је широко распрострањена перегрина врста.

Локалитети: 4 инд., Муре, 06.04.2018; 5 инд., Ново Село, 16.05.2018; 2 инд., Семетеш, 17.05.2018; 7 инд., Јошаничка Бања, 10.04.2019; 7 инд., Рудница, 10.04.2019; 9 инд., Лисина, 30.05.2019; 3 инд., Мало Језеро, 30.05.2019; 3 инд., Треска, 30.05.2019; 1 инд., Марине воде, 30.05.2019. 6 инд., Чајетина, 19.06.2019; 11 инд., Куршумлија, 11.03.2020; 13 инд., Луковска Бања, 11.03.2020; 13 инд., Блажево, 29.04.2020; 12 инд., Ђерекаре, 29.04.2020; 9 инд., Куршумлијска Бања, 04.05.2021; 7 инд., Јелак, 10.06.2021;

1 инд., Метође, 10.06.2021; 10 инд., Брзеће, 11.06.2021; 2 инд., Панчићев врх, 11.07.2021; 2 инд., Јарам, 16.07.2020.

4.12. Род *Panopiona* Mršić и Šapkarev, 1988

4.12.1. *Panopiona leoni* Michaelsen, 1891

(слика 73)

Allolobophora leoni Michaelsen, 1891: 15.

Microeophila leoni Omodeo, 1956: 258.

Allolobophora leoni Šapkarev, 1978: 88.

Panopiona leoni Mršić, 1991: 227

Allolobophora (s.l.) *leoni* Csuzdi и Zicsi, 2003: 60; Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 73; Popović и сар., 2020: 63.

Panopiona leoni Navaro и сар., 2023: 10.

Спољашњи морфолошки карактери: Тело је дуго од 83 до 155 mm (Šapkarev 88–149 mm; Mršić 88–149 mm; Csuzdi и Zicsi 65–150 mm; Stojanović-Petrović и сар. 88–149 mm), ширине је од 5 до 6.5 mm, састављено од 139 до 189 сегмената (Šapkarev 149–180; Mršić 149–180; Csuzdi и Zicsi 148–180; Stojanović-Petrović и сар. 149–180). Боје је тамно до светлосиве. Простомијум је проепилобичан. Прва дорзална пора је на интерсегменталној бразди 4/5. Мушки полни отвори се налазе на 15. сегменту, на малим жлезданим пољима. Женски полни отвори су на 14. сегменту. Хете су уско парне ($aa > bc$; $ab = cd$; $bc = 2ab$; $dd = 2aa$). Хете ab су на жлезданим брадавичастим испупчењима, на сегментима од 11 до 13, 16, 17. Клителум се налази на сегментима од 25, $\frac{1}{2}$ 25, 26 до 34. (Šapkarev 25, $\frac{1}{2}$ 25, 26–34; Mršić 25, $\frac{1}{2}$ 25, 26–34; Csuzdi и Zicsi 25, 26–34; Stojanović-Petrović и сар. 25, $\frac{1}{2}$ 25, 26–34), а туберкула на 30. и 32. сегменту (Šapkarev 30–32; Mršić 30–32, $\frac{1}{2}$ 29–31, $\frac{1}{2}$ 31– $\frac{1}{2}$ 33; Csuzdi и Zicsi 30–32; Stojanović-Petrović и сар. 30–32).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је смештен у сегментима 15. и 16, а мускуларни желудац у 17. и 18. сегменту. Бочна срца су у сегментима од 7 до 11. Кречњачке жлезде су у 10. сегменту, са латералним избочинама. Семене кесе су у 11. и 12. сегменту. Семепријамници су у 10. и 11. сегменту, чији се отвори налазе у интерсегменталној бразди 9/10 и 10/11. Тифлозолис је трослојан. Нефридијални канали су у облику латиничног слова U, са уназад оријентисаним енталним (водећим) делом. Попречни пресек уздужних мишића је фасцикуларног типа.



Слика 73. Спољашњи изглед врсте *Panoniona leoni*. а. Живи примерак (© Ф. Поповић). б. Фиксирани примерак. в. Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: На подручју Србије је често присутна у свим стаништима (ливаде, влажне ливаде, храстове и букове шуме), једино није регистрована у четинарским шумама (Šarkarev, 1980; Stojanović-Petrović и сар., 2020). Током истраживања Копаника ова врста је пронађена у ливадама и влажним ливадама, али на нижим надморским висинама. Спада у ендегичне врсте.

Зоогеографски тип: Транс-егејска врста, широко распрострањена у Европи од Италије до Украјине (Csuzdi и сар., 2011; Stojanović-Petrović и сар., 2020).

Локалитети: 3 инд., Ново Село, 06.04.2018; 3 инд., Рудница, 15.05.2019; 6 инд., Куршумлија, 11.03.2020; 4 инд., Брзеће, 11.06.2021.

Напомена: *Allolobophora* (s.l.) *leoni* је дуго имала несигуран таксономски статус у оквиру истоименог рода. Omodeo (1956) је поменути врсту сврставао у род *Microeophila*, који је касније стекао статус независног рода (*independent genus*). Mršić (1991) је анализирао нефридијалне канале и приметио изражену разлику у структури нефридијалних канала између врсте *leoni* и других врста рода *Allolobophora* (s.l.). Код врсте *leoni* нефридијални канал постаје нешто тањи пре уласка у нефридиопорус, али се поново шири и овај проширени део у ствари представља продужетак нефридијалног канала. Постоје примери где се појављује испруженост у облику вреће или ампуле у прелазном подручју између нефридијалног канала и нефридиопоруса, али то није наставак нефридијалног канала. Чини се да поменута структура комбинује облик нефридијалног канала у облику вреће (као код родова *Eisenia* или *Dendrobaena*) и облика латиничног слова U или J (као код осталих родова). Из тог разлога, Mršić и

Šarkarev (1988), су сврставали *leoni* у род *Panoniona*. Са друге стране, *All. chlorotica* пронађена је у удаљеној клади заједно са врстама *Allolobophora dubiosa* (Örley, 1881), *Allolobophora molleri* Rosa, 1889 и *Allolobophora moebii* Michaelsen, 1895, поменуте врсте чине окосницу рода (Domínguez и сар., 2015). У најновијој филогенетској студији Navago и сар. (2023) су потврдили валидност рода *Panoniona*.

4.13.Под *Proctodrilus* Zicsi, 1985

4.13.1.*Proctodrilus antipai* (Michaelsen, 1891)

(слика 74)

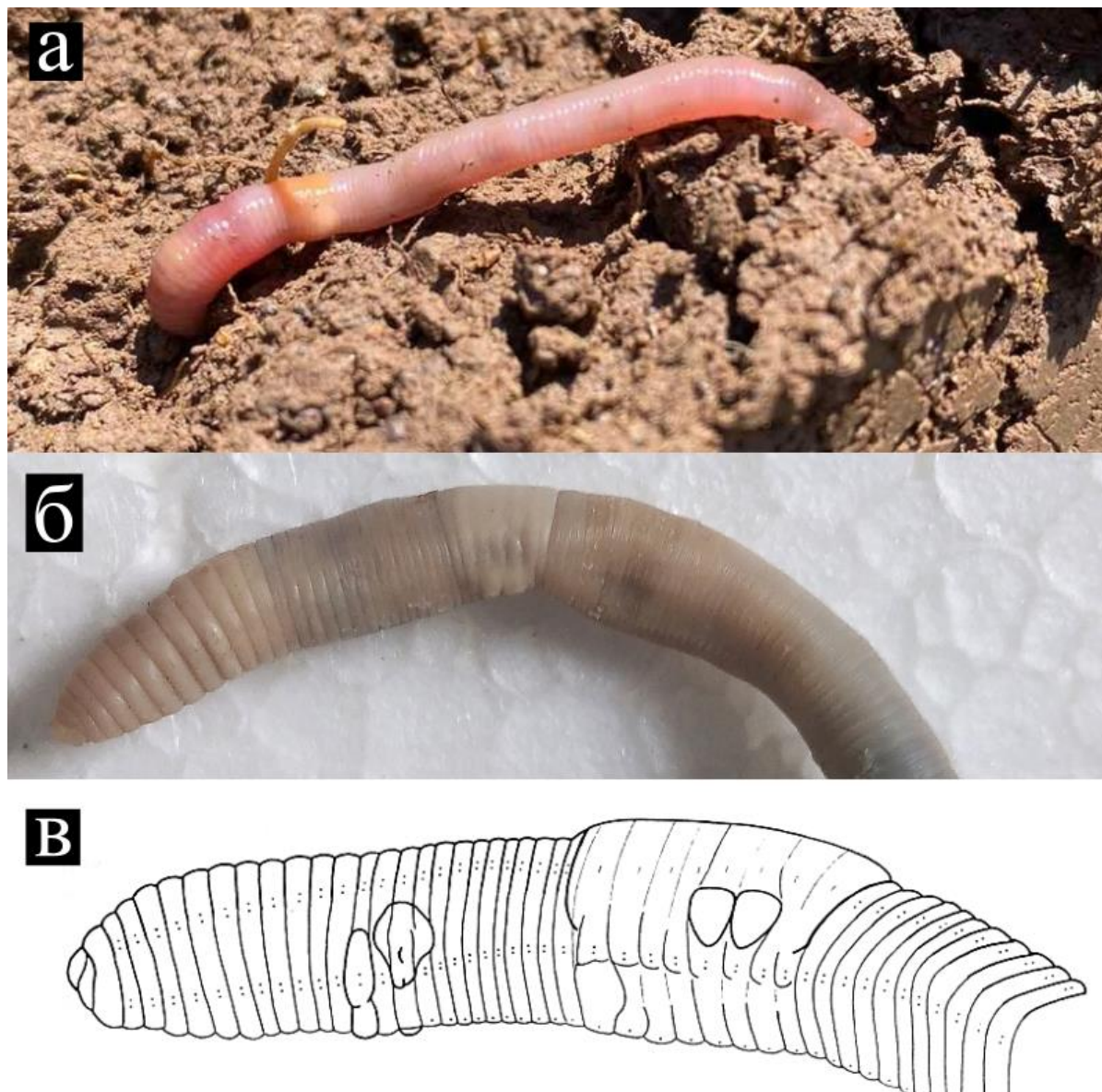
Allolobophora antipae Michaelsen, 1891: 16.

Proctodrilus antipai antipai Mršić, 1991: 373.

Proctodrilus antipai Csuzdi и Zicsi, 2003: 224; Csuzdi, 2012: 97–99; Stojanović-Petrović и сар., 2020: 220; Popović и сар., 2020: 66.

Спољашњи морфолошки карактери: Дужина тела је 24–63 mm (Mršić 24–68 mm; Csuzdi и Zicsi 30–50 mm; Stojanović-Petrović и сар. 24–68 mm), састављено од 60 до 124 телесних сегмента (Mršić 60–131; Csuzdi и Zicsi 84–116; Stojanović-Petrović и сар. 60–131). Простомијум је епилобичан од 1/3 до 1/2. Прва дорзална пора се налази на интерсегменталној бразди 4/5. Мушки полни отвори се налазе на 15. сегменту. Клителум захвата сегменте 25, 26, 27–33 (Mršić 25, 26, 27–33; Csuzdi и Zicsi 25 (26)–33; Stojanović-Petrović и сар. 25, 26, 27–33). Туберкула се налази од 30. до 31. сегмента (Mršić 30–31; Csuzdi и Zicsi 30–31; Stojanović-Petrović и сар. 30–31).

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је на 15–16, а мускуларни на 17–18. сегменту. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су од 10. до 13. сегмента и имају бочне израслине у 10. сегменту. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталним браздама 9/10 и 10/11. Тифлозолис је једнослојан. Попречни пресек уздужног мишића је фасцикуларног типа.



Слика 74. Спољашњи изглед врсте *Proctodrilus antipai*. а. Живи примерак (© Ф. Поповић). б. Фиксирани примерак. в. Шематски цртеж према Mršić-у (1991).

Екологија: *Proctodrilus antipai* насељава брдске ливаде и влажна земљишта као и антропогене биотопе (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Током теренског истраживања ова врста је пронађена на брдским ливадама и обалским стаништима. Спада у ендегичне врсте.

Зоогеографски тип: *Proctodrilus antipai* припада централно-европском зоогеографском типу.

Локалитети: 6 инд., Рудница, 16.05.2018; 7 инд., Муре, 06.04.2018; 3 инд., Куршумлија, 11.03.2020; 2 инд., Луковска Бања, 11.03.2020; 2 инд., Блажево, 29.04.2020; 3 инд., Куршумлијска Бања, 04.05.2021.

4.13.2. *Proctodrilus tuberculatus* (Černosvitov, 1935)

(слика 75)

Eophila antipae tuberculata Černosvitov, 1935: 58.

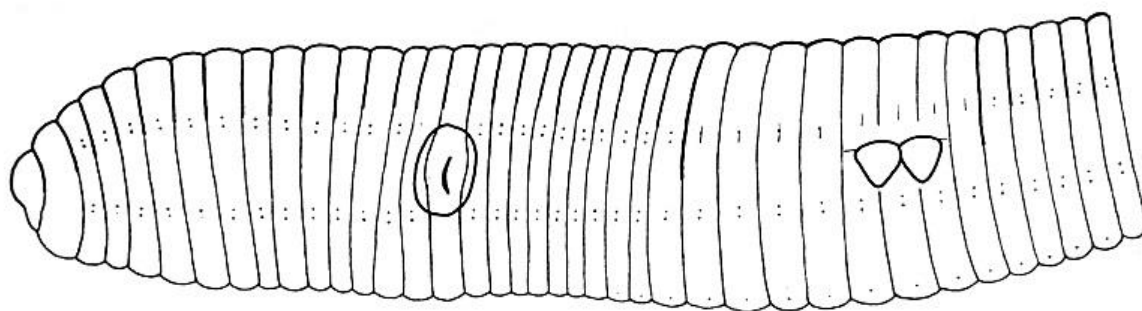
Allolobophora antipae tuberculata Šapkarev, 1980: 167.

Proctodrilus antipai tuberculatus Mršić и Šapkarev, 1988: 11.

Proctodrilus tuberculatus Csuzdi 2012: 97–99; Stojanović и сар. 2018: 148.

Спољашњи морфолошки карактери (према Mršić-у, 1991): Дужина тела је 40–60 mm, састављено од 110 до 129 телесних сегмената. Простомијум је епилобичан 1/4 до 1/2. Прва дорзална пора се налази на интерсегменталној бразди 4/5. Мушки полни отвори се налазе 14–16 сегмента. Хете ab и cd су на жлезданим брадавичастим испупчењима на 10, 12, 35. или 15. или 33. (ab) и 10, 11 (abcd) сегменту. Клителум захвата сегменте 25, 26, 27–33 сегмента. Туберкула се налази од ½30. до ½31. и ½ 31. до ½32. сегмента.

Унутрашњи морфолошки карактери: Жлездани желудац је 15–16, а мускуларни 17–18 сегмента. Моренове жлезде (кречњачке жлезде) су од 10. до 11. сегмента и имају бочне израслине у 10. сегменту. Семепријемници су у 10. и 11. сегменту, са отворима у интерсегменталним браздама 9/10 и 10/11.



Слика 75. Шематски цртеж врсте *Proctodrilus tuberculatus* према Mršić-у (1991).

Екологија: *Proctodrilus tuberculatus* насељава букове шуме (Stojanović и сар., 2020). Спада у ендегичне врсте.

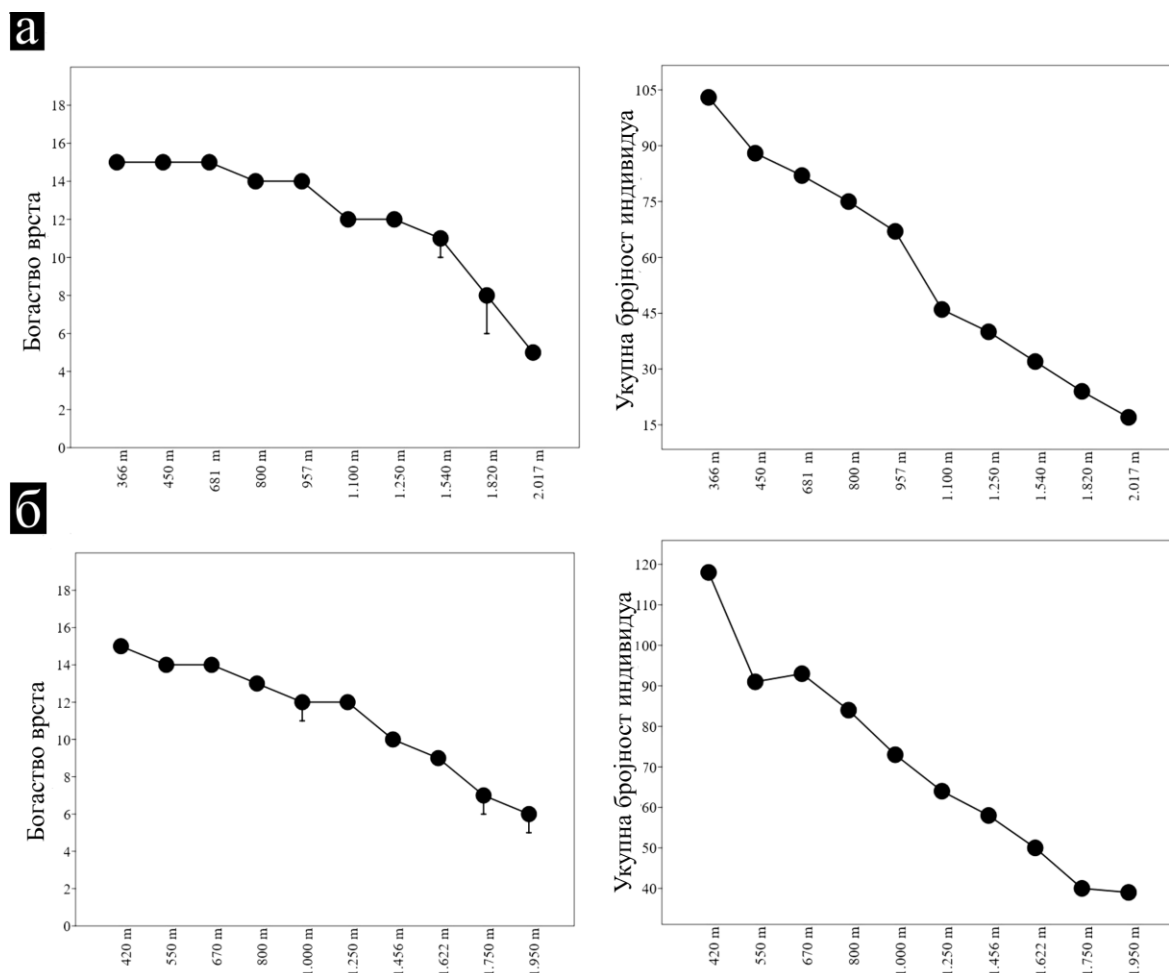
Зоогеографски тип: *Proctodrilus tuberculatus* је широко распрострањена транс-ејејска врста, чији се ареал простире на истоку од западног Кавказа до Француске и Немачке на западу (Bouché, 1972; Perel, 1979; Omodeo и Rota, 1989; Csuzdi и Zicsi 2003; Csuzdi и сар., 2006; Valchovski, 2012; Szederjesi и Csuzdi, 2012; Hackenberger и Hackenberger, 2013; Stojanović-Petrović и сар., 2020).

Локалитети: 3 инд., Копаоник, 12.6.1972. (Šapkarev, 1980).

4.14. Квалитативно-квантитативни, еколошки и зоогеографски састав на планини Копаоник

На истраживаним локалитетима планине Копаоник сакупљено је укупно 1.252 индивидуе (678 индивидуа на западној и 574 на источној страни планине) и забележено је 40 таксона (27 на западној и 29 на источној страни планине). Најзаступљеније врсте су *D. octaedra* (N = 203; 16.2%), *Ap. rosea* (N = 178; 14.2%), *O. lacteum* (N = 136; 10.8%) и *L. rubellus* (N = 88; 6.9%). Насупрот томе, врсте *C. dofleini*, *C. kosowensis*, *C. m. mehadiensis*, *C. serbica*, *C. s. dacica*, *C. udei*, *D. a. popi*, *D. rhodopensis* и ?*D. ruffoi* биле су ретке, односно заузимале су < 1% од укупног броја индивидуа.

Укупна бројност јединки и богатство врста по трансекту кретала се у распону од 39 до 118 и од 6 до 15 на западној, односно од 17 до 103 и од 5 до 15 на источној страни планине. Наиме, укупна бројност индивидуа и богатство врста фауне лумбрицида показују монотонно опадајуће трендове са повећањем надморске висине (графикон 1).

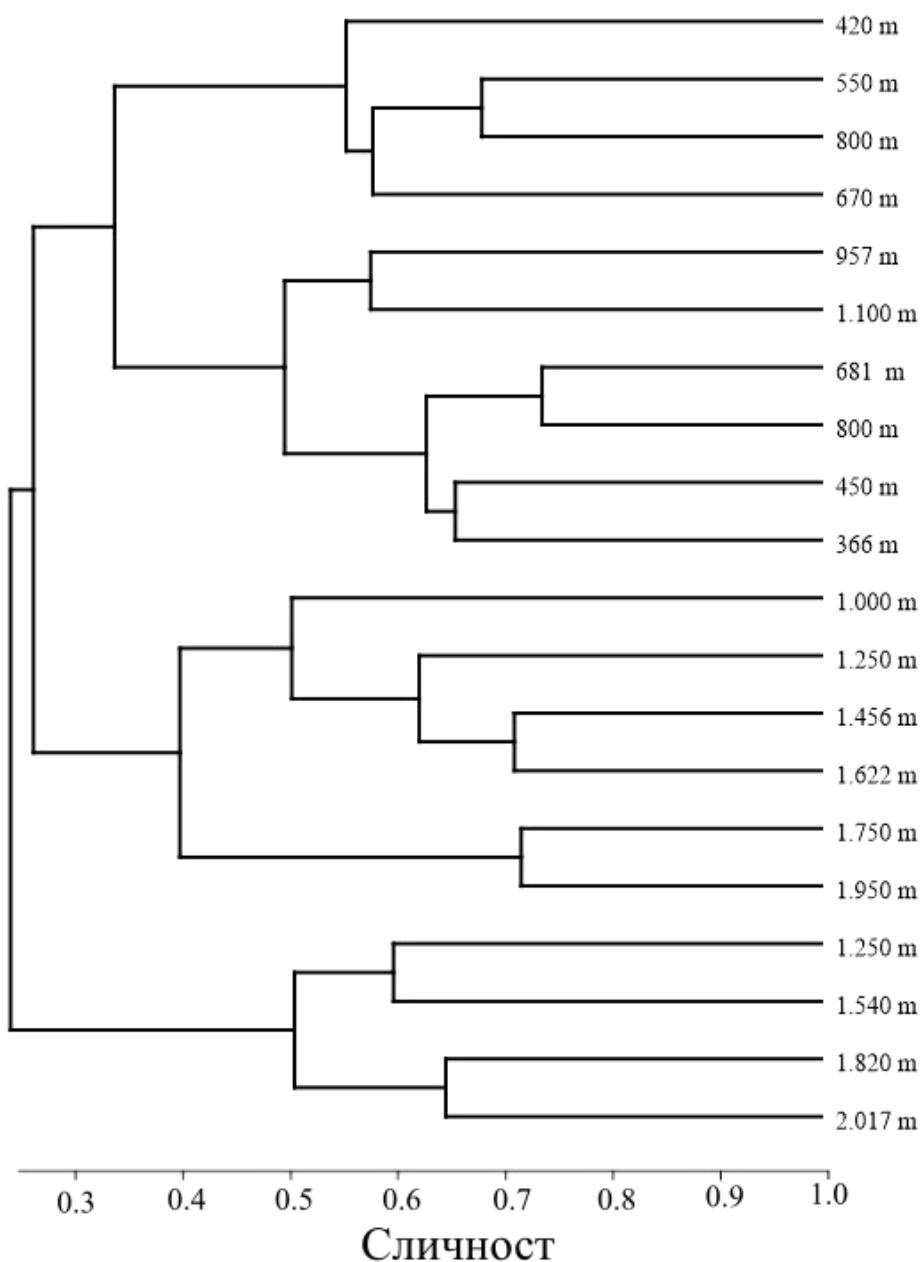


Графикон 1. Однос између укупне бројности, богатства врста и надморске висине; **а.** Западна страна Копаоника. **б.** Источна страна Копаоника.

Pearson-ова корелација је указала на значајну негативну корелацију између надморске висине и богатства врста ($r = -0.96$, $p < 0.01$; $r = -0.93$, $p < 0.01$), као и између надморске висине и укупне бројности ($r = -0.94$, $p < 0.01$; $r = -0.90$, $p < 0.01$). Такође, приметили смо да укупна бројност индивидуа и богатство врста опада линеарно после

1.000 m н.в., вероватно због смањењене толеранције лумбрицида на услове средине (планинску оштрину, земљиште, тип вегетације).

Кластер анализа је показала да су дуж висинских градијента обе стране Копаоника евидентна три главна обрасца структуре заједнице лумбрицида (графикон 2).

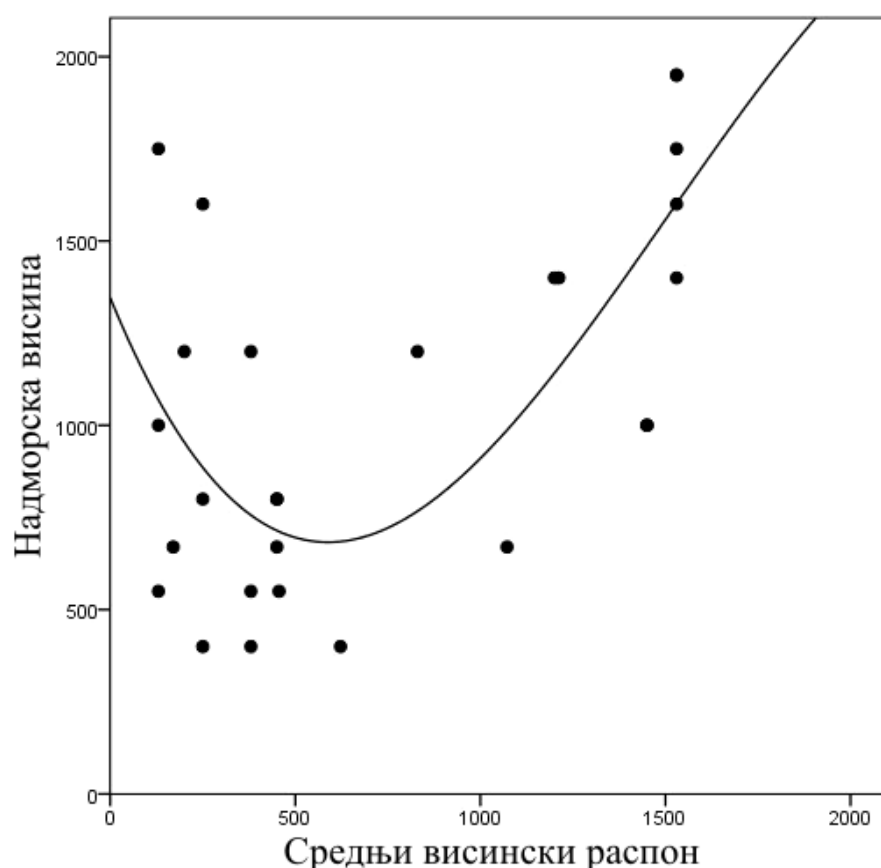


Графикон 2. Кластер анализа (UPGMA) Жакаров индекс сличности међу висинских трансеката.

Једанаест таксона има шири висински распон *Ap. caliginosa*, *Ap. rosea*, *B. rubidus*, *D. attemsi*, *D. byblica*, *D. illyrica*, *D. octaedra*, *Ei. tetraedra*, *L. rubellus*, *L.*

terrestris и *O. lacteum*. Присуство 14 таксона се може окарактерисати као искључиво на нижим надморским висинама (*All. c. chlorotica*, *Ap. trapezoides*, *C. dofleini*, *C. kosowensis*, *C. m. mehadiensis*, *C. paratuleskovi*, *C. serbica*, *C. strumicae*, *C. s. dacica*, *C. udei*, *E. fetida*, *L. Castaneus*, *Pa. leoni* и *P. antipai*), с обзиром да њихова максимална активност није већа од 1.000 m. Поред тога, евидентирани су таксони средње надморске висине (изнад 1.000 m), то су заправо толерантни таксони са нижих надморских висина који тешко могу да достигну веће надморске висине, са максималном активношћу до 1.500 m (*Ap. handlirschi*, *Ap. jassiensis*, *D. rhodopensis*, *D. platyura*, *D. serbica*, *D. vejnovskyi*, *L. polyphemus*, *Oc. transpadanus*). Такође, присутни су таксони виших надморских висина, који су боље прилагођени планинским условима, са максималном активношћу изнад 1.500 m (*C. treskavicensis*, *D. a. alpina*, *D. a. popi*, ?*D. ruffoi*, *E. lucens*).

Полиномска регресија представљена је значајном везом ($R^2 = 0.68$, $p < 0.01$, графикон 3). Обрасци средњих висинских распона дистрибуције показују тенденцију ширег висинског распона дистрибуције, са повећањем надморске висине. Ово је резултат еколошке пластичности лумбрицида, што је углавном погодовало формирању висинских таксона у односу на нетолерантне таксоне који потичу из нижих надморских висина. Такође, ови резултати су показали да се таксони са нижих надморских висина не могу наћи на већим надморским висинама, као и да су таксони који покривају шири висински распон углавном у већој заступљености на нижој надморској висини.



Графикон 3. Висински образац за средњи висински распон лумбрицида на истраживаним надморским висинама.

Богатство врста по стаништима кретала се од једног до 10 таксона. Највеће богатство врста забележено је на ливади (ЛЗ1 = 10 таксона) на нижој надморској висини, док су претпланински пашњаци и четинарске шуме на вишим надморским висинама имали најмање богатство врста међу свим локалитетима (по један таксон). Са друге стране, резултати Н' су показали да је разноврсност врста већа на влажним и умерено влажним ливадама које се налазе на нижим надморским висинама. У храстовим шумама забележене су средње вредности поменутог индекса. Овакво стање у храстовим шумама је сасвим разумљиво са обзиром на чињеницу да се ради о деградираним шумама, са поремећеним климатско-еколошким приликама које неповољно утичу на фауну. Са друге стране приметили смо доста веће вредности Н' у буковим шумама због стабилнијих прехранбено-еколошких прилика (већа влажност земљишта, мања амплитуда колебања температуре земљишта и ваздуха, обилна и влажна стеља, земљиште богато органским материјалом). Резултати Ј' индекса су показали веома добру уједначеност врста међу истраживаним стаништима. Заправо су се вредности Н' и Ј' у већини случајева поклопили. Међутим, у четинарским шумама је примећен обрнут случај, ниске вредности Н' индекса, док је вредност Ј' индекса висока. Лумбрицидна фауна у четинарским шумама углавном припада категорији ниске разноврсности, али са обзиром на то да су еколошки услови у поменутим стаништима релативно уједначени, јасно је да су и лумбрициде равномерно распоређене. Поред тога, очекивани су високи резултати D_{ВР} индекса на стаништима са оскудном и једноличном фауном, која је забележена на пашњацима и четинарским шумама (табела 17).

Табела 17. Богатство врста и резултати алфа индекса на истраживаним стаништима **а.** Богатство врста. **б.** Shannon-Weaver-ов индекс (Н'). **в.** Evennes-ов индекс (Ј'). **г.** Berger-Parker-ов индекс (D_{ВР}).

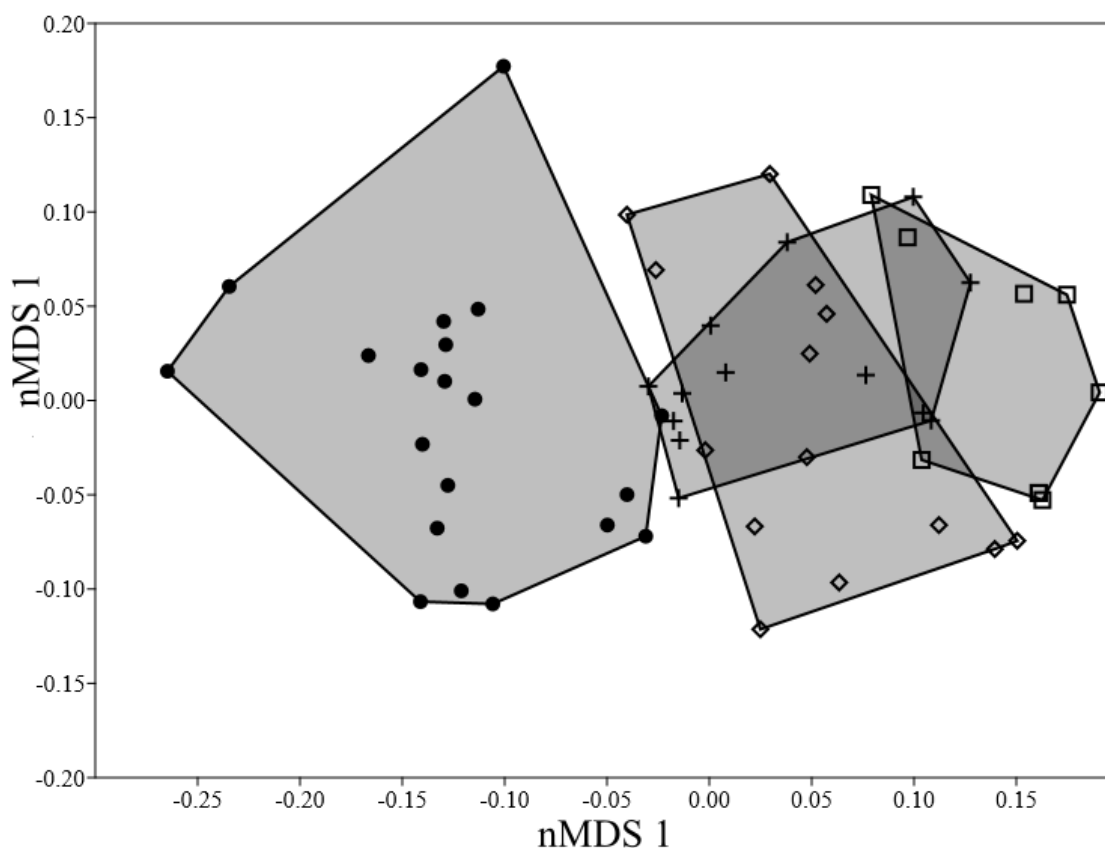
Индекси	Богатство врста	Н'	Ј'	D _{ВР}
ЛИ1	5	1.56	0.95	0.31
ЛИ2	3	0.98	0.89	0.54
ЛИ3	6	1.66	0.88	0.31
ЛИ4	3	1.04	0.94	0.50
ПИ1	3	1.08	0.98	0.38
ЛИ5	1	1.04	0.94	0.50
ПИ3	8	0.23	1.00	1.00
ЛЗ1	10	1.92	0.85	0.24
ВЛЗ1	4	2.23	0.92	0.17
ЛЗ2	9	1.19	0.83	0.53
ЛЗ	7	2.15	0.95	0.16
ВЛЗ2	6	1.84	0.90	0.26
ЛЗ4	9	1.40	0.68	0.54
БЛЗ3	3	2.12	0.93	0.17
ПЗ1	6	1.06	0.96	0.46
ВЛЗ4	3	1.66	0.88	0.30
ПЗ2	5	1.08	0.98	0.42
ПЗ3	4	1.55	0.95	0.28
ПЗ4	1	1.28	0.90	0.40

Табела 17. Наставак.

Индекси	Богатство врста	H'	J'	D _{BP}
ОРИ1	8	2.18	0.98	0.15
ОРИ2	7	1.97	0.89	0.21
ОРИ3	6	1.90	0.96	0.20
ОРИ4	8	1.71	0.92	0.24
ОПИ1	7	2.03	0.95	0.21
ОПИ2	7	1.81	0.87	0.25
ОПИ3	4	1.81	0.87	0.29
ОПИ4	6	1.37	0.98	0.30
ОПИ5	8	1.74	0.94	0.22
ОРЗ1	7	2.16	0.87	0.18
ОРЗ2	7	1.88	0.94	0.21
ОРЗ4	7	1.79	0.85	0.26
ОРЗ5	6	1.73	0.81	0.36
ХШИ1	9	1.45	0.95	0.23
ХГШИ1	8	2.00	0.90	0.15
БШИ1	9	1.99	0.91	0.18
БШИ2	9	2.14	0.95	0.19
БШИ3	8	2.15	0.86	0.18
БЈИ1	8	2.01	0.94	0.19
ХШЗ1	7	2.04	0.96	0.19
БШЗ1	7	1.86	0.91	0.22
ХШЗ2	7	1.88	0.94	0.21
ХШЗ3	5	1.84	0.90	0.21
БШЗ2	5	1.46	0.86	0.43
БШЗ3	8	1.46	0.86	0.37
БШЗ4	6	1.85	0.79	0.34
БШЗ5	3	1.50	0.74	0.43
ТЈИ1	7	0.95	0.86	0.60
БСИ1	3	1.88	0.93	0.24
СШИ1	2	0.08	0.98	0.43
СШИ2	5	0.20	0.82	0.80
СШИ3	5	0.28	0.97	0.22
БЈШЗ1	4	1.44	0.84	0.40
СШЗ1	1	0.00	1.00	1.00
СЈШЗ1	1	0.00	1.00	1.00
СШЗ2	1	0.00	1.00	1.00

Очекивани су резултати индиректне ординације међу испитиваним стаништима ($Stres = 0.23$) (графикон 4). Индекс сличности ($ANOSIM$) је показао значајне разлике између заједница лумбрицида и типа станишта ($R = 0.59$; $p < 0.001$), а парна поређења су показала значајну разлику између заједница лумбрицида отворених станишта и четинарских шума ($R = 0.87$; $p < 0.05$), затим између обалских станишта и

четинарских шума ($R = 0.76$; $p < 0.05$), између отворених станишта и листопадних шума ($R = 0.67$; $p < 0.05$), као и између отворених станишта и обалских станишта/листопадних шума ($R = 0.55, 0.54$; $p < 0.05$). Насупрот томе, највећа сличност је забележена између листопадних и четинарских шума ($R = 0.43$; $p < 0.05$).



Графикон 4. Неметричко вишедимензионално скалирање (nMDS) засновано на Bray-Curtis-овим разликама између заједница лумбрицида и истраживаним стаништима; **круг** – отворена станишта (ливаде, влажне ливаде, пашњаци); **плус** – обалска станишта (обале река и потока); **дијамант** – листопадне шуме (храстове и букове шуме); **квадрат** – четинарске шуме (смрчине, смрчино-јелове, тисово-јелове шуме).

Анализа процента сличности (*SIMPER*) идентификовала је таксоне који највише доприносе просечној сличности унутар истражених типова станишта, као и различитости између типова станишта. *Dendrobaena octaedra*, *Ap. rosea* и *Oc. lacteum* су највише допринели сличности унутар станишта. С друге стране, углавном ендемични таксони су доследно допринели највећој разлици између станишта (видети табелу 18).

Табела 18. Проценти сличности (SIMPER) за четири истраживана станишта као и за најутицајније таксоне у поређеним стаништима.

Таксон	Пр. Разли.	Доприноси [%]	Кумулативни [%]	Отворена	Обалска	Листопадна	Четинарска
<i>D. octaedra</i>	11.25	14.22	14.22	0.75	4.54	5.57	5.11
<i>Ap. rosea</i>	9.344	11.81	26.04	5.3	2.85	2.14	0
<i>O. lacteum</i>	6.168	7.798	33.84	2.5	3.62	2.43	0.667
<i>L. rubellus</i>	5.405	6.834	40.67	0.1	3	2.79	0.222
<i>Ei. tetraedra</i>	4.663	5.895	46.57	0.45	3.77	0	0
<i>D. attemsi</i>	2.962	3.745	50.31	0	0.231	1.86	0.778
<i>D. vej dovskyi</i>	2.856	3.61	53.92	0	0	2.64	0
<i>B. rubidus</i>	2.847	3.6	57.52	0.05	0.0769	2.14	0.444
<i>D. illyrica</i>	2.75	3.476	61	0.15	1.15	0.929	0.556
<i>E. lucens</i>	2.734	3.456	64.45	0	0.308	1.57	0.667
<i>Ap. caliginosa</i>	2.356	2.978	67.43	1.6	0.538	0	0
<i>D. byblica</i>	2.154	2.724	70.16	0	1.77	0	0
<i>D. serbica</i>	2.149	2.717	72.87	0	0	1.93	0.222
<i>C. treskavicensis</i>	1.885	2.383	75.26	1.15	0	0	0
<i>Ap. handlirschi</i>	1.579	1.997	77.25	0.4	0.769	0.286	0
<i>L. terrestris</i>	1.486	1.879	79.13	0.65	1.08	0	0
<i>L. polyphemus</i>	1.454	1.838	80.97	0.55	0	0.786	0
<i>P. antipai</i>	1.385	1.752	82.72	0.45	0.692	0.357	0
<i>Ap. trapezoides</i>	1.381	1.747	84.47	0.95	0.308	0	0
<i>Pa. leoni</i>	1.227	1.551	86.02	0.7	0.308	0	0
<i>D. a. alpina</i>	1.226	1.55	87.57	0	0	0.929	0
<i>Oc. transpadanus</i>	1.218	1.539	89.11	0.35	0	0.429	0.222
<i>C. paratuleskovi</i>	1.014	1.282	90.39	0.45	0	0.429	0
<i>Ap. jassiensis</i>	1.008	1.274	91.66	0.55	0	0	0
<i>C. strumicae</i>	0.9851	1.246	92.91	0.35	0	0.5	0
<i>D. platyura</i>	0.9679	1.224	94.13	0	0.923	0	0
<i>All. c. chlorotica</i>	0.8183	1.035	95.17	0.85	0	0	0
<i>D. a. popi</i>	0.4962	0.6273	95.8	0	0	0	0.333
<i>L. castaneus</i>	0.4536	0.5736	96.37	0	0	0.429	0
<i>C. serbica</i>	0.4529	0.5727	96.94	0.1	0.231	0	0
<i>C. m. mehadiensis</i>	0.4246	0.5368	97.48	0	0.0769	0.5	0
<i>C. kosowensis</i>	0.4162	0.5262	98.01	0.15	0	0.214	0
<i>C. udei</i>	0.4086	0.5166	98.52	0.3	0	0	0
<i>E. fetida</i>	0.3917	0.4952	99.02	0.4	0	0	0
<i>C. dofleini</i>	0.3557	0.4497	99.47	0.2	0	0	0
<i>D. rhodopensis</i>	0.2699	0.3412	99.81	0.05	0	0.143	0
<i>C. s. dacica</i>	0.1518	0.1919	100	0	0	0.214	0
<i>D. ruffoi</i>	0.1517	0.1918	100	0	0	0.213	0

Легенда: вредности су просечно рангирање бројности – 1–ретка; 2–честа; 3–веома честа; > 4–доминантна; Прос. раз. = Просечна различитост; Допринос = Допринос (%) сличности унутар групе; Укупан кумулативни (%) доприноса.

На основу коначне листе сумирали смо еколошке категорије и зоогеографске типове за лумбрициде из пописа (табела 19). Разноврстан садржај зоогеографског састава произилази из следећа два утицаја: континенталног и медитеранског елемента. Запажен је и утицај огромне копаоничке масе (континентални елемент) коју чине ендемски, балканско-алпски, илирски и централно-европски типови, као и утицај Медитерана, који улази кроз долину Ибра и састоји се од транс-егејског, холомедитеранског и циркум-медитеранског типа. Заправо, у саставу лумбрицидне фауне Копаника препознајемо девет зоогеографских елемената: перегрине, транс-егејске, централно-европске, балканско-алпске, холомедитеранске, циркум-медитеранске, вардарске, дацијске и балканске ендеме. Наша анализа је показала да је фауна лумбрицида на планини Копаник веома богата ендемичним врстама (13 таксона = 32.4%), од којих су већина вардарски (7 таксона = 17.5%), затим балкански (3 таксона = 7.5%), дацијски (2 таксона = 5%) и иберијски (1 таксон = 2.5%). Други најзаступљенији зоогеографски тип лумбрицида на планини Копаник је перегрини тип (12 таксона = 30%). По заступљености следе врсте које имају транс-егејски (7 таксона = 15%), централно-европски (4 таксона = 10.8%), балканско-алпски (2 таксона = 5.4%) тип дистрибуције. Најмањи број врста припада атлатско-медитеранском, илирском и холомедитеранском (1 = 2.5%) типу дистрибуције. Pearson-ова корелација је показала значајну негативну корелацију између бројности перегриних таксона и повећања надморске висине ($r = -0.91$; $p < 0.05$), док није показала значајну корелацију између бројности аутохтоних таксона и повећања надморске висине ($r = 0.34$; $p > 0.05$).

Што се тиче еколошких категорија, ендегичне су најбројније (18 = 45%), затим епигеичне (11 = 27.5%), анецичне (7 = 17.5%), док су хидрофилне и копрофагне малобројне (4 = 10%). Бројност еколошких категорија лумбрицида показала је другачији однос са повећањем надморске висине. Наиме, бројност анецичних и ендегичних таксона показала је негативну корелацију са повећањем надморске висине ($r = -0.75$; $p < 0.05$; $r = -0.88$ $p < 0.05$), док се бројност епигеичних таксона повећавала са повећањем надморске висине ($r = 0.85$; $p < 0.01$).

Табела 19. Листа лумбрицида на планини Копаоник са еколошким категоријама и зоогеографским типовима.

Врсте	Еко. категорија	Зоогеографски тип
<i>All. c. chlorotica</i>	Ендогеична	Перегринна
<i>All. georgii</i>	Ендогеична	Атланско-медитеранска
<i>Ap. caliginosa</i>	Ендогеична	Перегринна
<i>Ap. handlirschi</i>	Ендогеична	Транс-егејска
<i>Ap. jassyensis</i>	Ендогеична	Транс-егејска
<i>Ap. rosea</i>	Ендогеична	Перегринна
<i>Ap. trapezoids</i>	Ендогеична	Перегринна
<i>B. rubidus</i>	Копрофагна	Перегринна
<i>C. dofleini</i>	Анеична	Вардарски ендем
<i>C. kosowensis</i>	Анеична	Вардарски ендем
<i>C. paratuleskovi</i>	Анеична	Вардарски ендем
<i>C. serbica</i>	Ендогеична	Вардарски ендем
<i>C. strumicae</i>	Ендогеична	Вардарски ендем
<i>C. m. mehadiensis</i>	Анеична	Дацијски ендем
<i>C. s. dacica</i>	Ендогеична	Дацијски ендем
<i>C. treskavicensis</i>	Ендогеична	Вардарски ендем
<i>C. udei</i>	Ендогеична	Вардарски ендем
<i>D. attemsi</i>	Епигеична	Транс-егејска
<i>D. a. alpina</i>	Епигеична	Балканско-алпска
<i>D. byblica</i>	Хидрофилна	Холо-медитеранска
<i>D. a. popi</i>	Анеична	Балкански ендем
<i>D. illyrica</i>	Епигеична	Илирска
<i>D. platyura</i>	Епигеична	Централно-европска
<i>D. octaedra</i>	Епигеична	Перегринна
<i>D. rhodopensis</i>	Епигеична	Балкански ендем
<i>?D. ruffoi</i>	Ендогеична	Иберијски ендем
<i>D. serbica</i>	Епигеична	Балкански ендем
<i>D. vej dovskyi</i>	Епигеична	Балканско-алпска
<i>E. fetida</i>	Копрофагна	Перегринна
<i>E. lucens</i>	Епигеична	Централно-европска
<i>Ei. tetraedra</i>	Хидрофилна	Перегринна
<i>L. castaneus</i>	Епигеична	Перегринна
<i>L. polyphemus</i>	Анеична	Централно-европска
<i>L. rubellus</i>	Епигеична	Перегринна
<i>L. terrestris</i>	Анеична	Перегринна
<i>Oc. transpadanus</i>	Ендогеична	Транс-егејска
<i>O. lacteum</i>	Ендогеична	Перегринна
<i>Pa. leoni</i>	Ендогеична	Транс-егејска
<i>P. antipai</i>	Ендогеична	Централно-европска
<i>P. tuberculatus</i>	Ендогеична	Транс-егејска

5.ДИСКУСИЈА

5.1. Таксономија контроверзних ендемичних врста

Таксономија лумбрицида је од свог настанка прожета ограниченим бројем таксономских карактера, при чему су многи од њих симплесиоморфни или хомоплазични (Pop и сар., 2003), што се огледа у нестабилној таксономији, чак и на вишим таксономским нивоима. Појава молекуларних филогенетских техника пружила је истраживачима нови алат за добијање ревидиране систематике која би одражавала еволуционе односе лумбрицида (Marchán и сар., 2022).

Кроз историју таксономског истраживања фауне лумбрицида, балкански ендемични и „архаични” таксони *All. (s.l.) dofleini*, *All. (s.l.) kosowensis*, *All. (s.l.) paratuleskovi*, *All. (s.l.) serbica*, *All. (s.l.) strumicae* и *All. (s.l.) udei* сврставане су у родове *Allolobophora (s.l.)*, *Eophila* и *Serbiona*, док је *All. (s.l.) treskavicensis* сврстан у род *Italobalkaniona*. Према Omodeo-у (1956) и Mršić-у (1991), примитивни карактери „архаичних врста” су специфичан положај мушког отвора, положај семепријемника померен уназад, облик и оријентација нефридијалног канала и специфична (фрагментирана) дистрибуција. Интересантно је да су Mršić и Šapkarev (1988) први приметили и издвојили врсте са необичним таксономским карактеристикама и сврстали их у новооформљене родове *Italobalkaniona (demirkapiae)* (Karaman, 1969), *macedonica* (Šapkarev, 1977), *pyrenaicoides* (Šapkarev, 1977), *stankovici* (Šapkarev, 1971), *zicsii* (Šapkarev, 1975)), *Karpatobalkaniona (altimontana)* (Mršić, 1982), *sturanyi dacica*, *sturanyi dacidoides* (Bouché, 1973), *sturanyi sturanyi* и *Serbiona (carnelluti)* (Mršić, 1990), *udei*, *kosowensis*, *matjasici* (Mršić, 1990), *mayeri* (Mršić, 1990), *spasenijakaramani* (Karaman, 1983), *speciosa* (Mršić и Šapkarev, 1987), *tuleskovi* (Černosvitov, 1934), *yugoslavica* (Šapkarev, 1977), *zarandensis* (Pop, 1978). На жалост, њихов систематски предлог је критикован због претераног ослањања на интуицију, што је касније и довело до тога да родови буду одбачени од стране већине европских лумбриколога (Pop и сар. 2010; Csuzdi и сар. 2011; Csuzdi 2012; Stojanović и сар. 2018).

Са друге стране, Qiu и Bouché (1998a) сврставали су родове *Prosellodrilus* Bouché, 1972 и *Italobalkaniona* у трибус *Prosellodrilini*. Карактеристике трибуса *Prosellodrilini* су непигментисано тело, мушки отвор у 15/16. сегменту, клителуми постављени напред, положај и број семепријемника (?) и два до четири пара семених кеса. Такође, Qiu и Bouché (1998b) су закључили да се поменути родови значајно разликују у географској дистрибуцији и облику својих нефридијалних канала. Mršić (1991) је сматрао да постоји значајна разлика између врста поменутих родова у типу тифлозолиса. Наиме, двослојни тифлозолис се јављају код врста рода *Prosellodrilus*, док се трослојни или вишеслојни тифлозолис јављају код врста рода *Italobalkaniona*. Ипак, резултати студије коју су спровели Bača и Berka (2001) су показали да врсте из рода *Prosellodrilus* могу имати трослојни тифлозолис. Дакле, не постоји консензус о могућем односу родова *Prosellodrilus* и *Italobalkaniona* само на основу морфологије.

Mršić (1991) је сматрао да се „архаичне” врсте, на основу облика и оријентације нефридијалних канала, могу поделити на западне (*Prosellodrilus* и *Scherotheca* Bouché, 1972) и источне (*Alpodinaridella*, *Cernosvitovia*, *Italobalkaniona*, *Karpatodirnariona*, *Microeophila* Omodeo, 1956, *Serbiona*) облике. Касније, Omodeo и сар. (2004) су предложили да балканске родове *Alpodinaridella*, *Italobalkaniona*, *Karpatodirnariona* и *Serbiona* треба синонимизирати са старијим родом *Eophila* Rosa, 1893, указујући на заједничке морфо-анатомске карактере: стриктно ускопарне хете, идентични тип нефридијалног канала и кречњачке жлезде у 10. сегменту. Поменути предлог није добио подршку у недавним молекуларно-филогенетским анализама (De Sosa и сар., 2019), који су установили да су се типска врста рода *Eophila* (*Eophila tellinii* Rosa, 1988)

и друге блиске врсте јасно одвојиле од контроверзних балканских врста унутар рода *Allolobophora* (s.l.).

Allolobophora је највећи холарктички род, који укључује велики број таксономски изазовних врста које чекају ревизију (нарочито ендемичне врсте на Балканском полуострву). Недостатак ревизије је вероватно последица значајног броја врста које су у њему укључене и њихове велике морфолошке варијације. Најсвеобухватнија ревизија лумбриколога Пор (1941) је у великој мери дефинисала род *Allolobophora* какав уствари и данас познајемо. У старијим истраживањима било је неколико покушаја да се у оквиру овог рода издвоје монофилетске групе и да се раздвоје у подродове (Omodeo, 1956; Bouché, 1972; Perel, 1976; Mršić и Šarkarev, 1988; Qiu и Bouché, 2000). Међутим, ни данас не постоји општеприхватљиво решење које је филогенетски утемељено. Велики проблем је што Eisen (1873) када је описивао род *Allolobophora* није дефинисао типску врсту. Omodeo (1956) је означио *Allolobophora chlorotica* као типску врсту рода, што је у каснијим ревизијама резултирало искључењем већине врста из првобитно дефинисаног рода *Allolobophora*. Ово је потврђено у молекуларно-филогенетској студији коју су спровели Domínguez и сар. (2015), јер се врста *All. chlorotica* одвојила од већине балканских врста. Све у свему, састав рода остаје проблематичан и захтева свеобухватну ревизију (Csuzdi и Zicsi, 2003).

Род *Cernosvitovia* је првенствено дефинисан као подрод рода *Allolobophora* од стране Omodeo-a (1956), чија је типска врста *All. rebeli*. Zicsi (1981), испитујући типске примерке *C. rebeli*, приметио је да је положај мушког отвора померен уназад; на основу овог карактера подигао је подрод на ниво рода. Анализиране врсте (*dofleini*, *paratuleskovi*, *serbica*, *strumicae* и *treskavicensis*) морфолошки су се разликовале од врста које су раније припадале *Cernosvitovia* по положају мушког отвора, положаја клителума/туберкуле и броју и положају семепријемника у 10. и 11. сегменту. Недавне молекуларне студије су откриле да положај мушког отвора и број и положај семепријемника представљају веома хомоплазичне карактере, показујући мало или нимало филогенетског сигнала у породици (Пор и сар., 2008; Cech и сар., 2014; Marchán и сар., 2014; Domínguez и сар., 2018). Заправо, нестабилност положаја мушког отвора и семепријемника може указивати на прву фазу фиксације мушког отвора на 15. сегменту и положај семепријемника у 10. и 11. сегменту, које су у вези са преласком на индиректни спољни трансфер сперме у туберкулу. Вреди напоменути да је положај семепријемника код лумбрицида у снажној корелацији са положајем задебљаних дисепимената (или септа), који обично ограничавају присуство семепријемника у истом положају. Наиме, положај и степен развијености задебљаних септи обично је у корелацији са еколошким категоријама, односно септе су бројније и развијеније код ендегичних и анецичних врста. То значи да би категорије који су више истраживале еколошки простор (ендегичне и анецичне врсте) могли показати наизглед нестабилан положај семепријемника. За разлику од положаја мушких пора и семепријемника, утврђено је да и облик тифлозолис-а поседује снажан филогенетски сигнал (Marchán и сар., 2016). Код врста рода *Cernosvitovia*, три уздужне ламеле изгледају као заједничко стање карактера за цео род. Међутим, ово стање се може наћи и код неких других филогенетски неповезаних лумбрицида. Према Mršić-у (1991), „архаичне” врсте имају расцепљене тифлозолис, док „модерне” врсте имају једноставне тифлозолисе. Ово се може објаснити високом адаптивном вредношћу облика тифлозолис, као и адаптацијом на сличне еколошке нише. По својој екологији, врсте рода *Cernosvitovia*, су ендегичне и анецичне. Овај начин живота се обично везује за функционалне особине као што су: присуство уздужних жлебова на првом или другом сегменту, одсуство пигментације и

тифлозолис, често добро развијеним уздужним ламелама. Све ове карактеристике одражавају изузетну адаптацију на живот у дубоком земљишту, снажан развој капацитета померања у тлу, контрактилност и способност храњења у површинском леглу.

Молекуларно-филогенетске анализе су показале да испитиване врсте (*dofleini*, *paratuleskovi*, *serbica*, *strumicae* и *treskavicensis*) припадају истој клади као и *All. (s.l.) robusta*, *All. (s.l.) m. mehadiensis*, *All. (s.l.) s. dacica*, *C. rebeli* и *C. dudichi*. Штавише, неки претходни предлози засновани на ужем узорковању (било маркера или таксона) молекуларно-филогенетским истраживањима сугерисали су да би поменути балкански родови могли бити спојени у један род *Cernosvitovia* (Pop и сар., 2005; Domínguez и сар. 2015; Szederjesi и сар. 2016).

Закључујемо да је комбинована морфолошка, молекуларна и биогеографска анализа омогућила откривање занимљивих, нових информација о филогенији и распрострањености рода *Cernosvitovia*. Међутим, још увек постоје многе врсте које припадају роду *Allolobophora (s.l.)* (и раније су биле смештене у *Italobalkaniona* и *Serbiona*) које имају неизванстан таксономски статус. Можемо претпоставити да на основу неких сличних морфолошких карактеристика (као што су боја и величина тела, уско упарене хете, два или четири пара семених кеса, калцификоване жлезде у 10/11 сегменту, нефридијални канали (у облику латиничног слова U или J) са закривљеним (жлезданим) делом оријентисаним према предњем делу тела и трослојним тифлозолисом), као и истом балканском распрострањеношћу, врсте *carnelluti*, *matjasici*, *mayeri*, *spasenijakaramani*, *speciosa*, *tuleskovi*, *yugoslavica*, *zarandensis* (раније припадале роду *Serbiona*) могле бити блиско сродне роду *Cernosvitovia* (табела 20). Поред тога, пошто деле горе поменуте морфолошке карактере и балканску распрострањеност, врсте *demirkapiae*, *macedonica*, *pyrenacoides*, *zicsii* (раније припадале *Italobalkaniona*), вероватно су блиско повезане са врстама из рода *Cernosvitovia*. Неопходно је типску врсту *E. pyrenacoides* укључити у молекуларну-филогенетску анализу да бисмо доказали нашу хипотезу.

Табела 20. Поређење таксономских карактера укључених у дијагнозе родова *Cernosvitovia*, *Italobalkaniona* и *Serbiona*.

Т. карактери	род <i>Italobalkaniona</i>	род <i>Serbiona</i>	род <i>Cernosvitovia</i>
Величина тела	средње	средње/велике	средње/велике
Боја тела	безбојне/браон	безбојне/браон	безбојне/браон
Простомијум	пролобичан/про-епилобичан	пролобичан/епилобичан	пролобичан/епилобичан
Хете	уско парне	уско парне	уско парне
М. отвор	15/16	15	15/16/26-30
С. кесе	два или четири пара	два или четири пара	два или четири пара
Семепријемници	два или више	два или три	два или више
Клителума	пре 40. сегмента	после 40. сегмента	пре и после 40. сегмента
Туберкула	пре 40. сегмента	после 40. сегмента	пре и после 40. сегмента
Тифлозолис	трослојни/вишеслојни	трослојни	трослојни
Н. канали	U/J	U/J	U/J
Тип мишића	фасцикуларни	фасцикуларни	фасцикуларни

Табела 20. Наставак.

Т. карактери	род <i>Italobalkaniona</i>	род <i>Serbiona</i>	род <i>Cernnosvitovia</i>
Е. категорије	ендогеичне	ендогеичне/анеичне	ендогеичне/анеичне
Г. дистрибуција	Балкан	Балкан	Балкан/ Мала Азија

Дакле, јукстапозиција морфолошких карактера и стабала молекуларне филогенетике показује да „архаични” и „модерни” концепти Omode-a (1956) и Mršić-a (1991) не одговарају еволуционим односима лумбрицида и више нису корисни. Текући развој чврстог, робусног филогенетског оквира ће омогућити да се предложи нове хипотезе које ће објаснити еволуцију тих карактеристика и њихову корелацију са прилагођавањем различитим стиливима живота присутним код лумбрицида.

Док се показало да је класична, чисто морфолошки заснована таксономија недовољна за обнављање родова који одражавају еволуционе односе лумбрицидних врста (Jiménez Pinadero и сар., 2021; Marchán и сар., 2021), ослањање искључиво на анализе засноване на DNK чини се недовољним за правилно дефинисање родова. Стога би на крају, интегрисани приступ могао довести до доследнијег познавања систематике лумбрицида.

С друге стране, род *Dendrobaena* је хетероген до те мере да захтева хитну ревизију (Csuzdi и Zicsi, 2003). Род *Dendrobaena* описао је Eisen (1873) са типском врстом *Dendrobaena boeckii* Eisen, 1873. Касније, Michaelsen (1900) је синонимизирао име ове врсте са *Enterion octaedrum* Savigny, 1826. Такође, он је сматрао да је поменути род уствари подрод рода *Helodrilus*. Према овој дијагнози, Michaelsen (1900) је сврстао у овај подрод 19 таксона укључујући типску врсту *D. octaedra*. Управо је Svetlov (1924) уздигао подрод *Dendrobaena* у ранг рода, а као резултат континуираног рада таксономисте Cognetti de Martiss (1931), лумбрицидни каталог је садржао 46 врста које припадају овом роду. Нажалост, нејасноће у дијагнози учиниле су овај род прилично хетерогеним и до раних четрдесетих година потпуна ревизија (не само овог рода већ и читавог лумбрицидног система) била је апсолутно неизбежна. Овај заморни посао обавио је Por (1941) који је ревидирао цео лумбрицидни систем и уместо раније примењених, веома варијабилних репродуктивних карактера (везикуле, сперматеке итд.) предложио употребу соматских карактеристика као што су пигментација, сетални распоред и врста простомијума. У род *Dendrobaena* он је сврстао све врсте са љубичасто-црвеном пигментацијом и широко упареним или удаљеним чекињама. Por (1941) је препознао да врсте унутар рода *Dendrobaena* показују одређене варијабилности у вези са соматским карактеристикама, али имајући у то време оскудне информације и ограничен број врста, није се усудио да створи мање групе унутар рода. Након неуспешних ревизија Omode-a (1956), Gates-a (1975) и Zicsi-a (1978), прву детаљнију ревизију предлаже Csuzdi (1984) који је препознао да су врсте *D. ruffoi* и *D. osellai* Zicsi, 1970 сродне са *D. calarensis* (Tetry, 1944) и да припадају *Kritodrilus*. Такође, он је издвојио четири групе унутар рода *Dendrobaena*: *octaedra*, *schmiditi*, *byblica* и *veneta*. Међутим, Mršić (1991) се није слагао са пребацивањем неких врста из рода *Dendrobaena* у род *Kritodrilus* (Csuzdi, 1984; Omodeo и Rota, 1989). Типска врста рода *Kritodrilus* је *Kritodrilus calarensis*, а сам род је установио Bouché (1972). Perel (1976) је допунила дијагнозу овог рода сврставајући у њега и врсту *Kritodrilus auriculatus* (Rosa, 1897). Према Perel-евој, карактеристична особина рода *Kritodrilus* је у облику слова J (*hooked*), док је за род *Dendrobaena* карактеристичан облик вреће „кобасице” (*club-shape*) нефридијалне бешике. Omodeo и Rota (1989) се нису слагали са сврставањем врсте *D. auriculatus* у род *Kritodrilus*, у које су сврставали врсте *D. crassa*, *D. pseudorrosea*, *D. clujensis*, *D. osellai*, *D. ruffoi* и *D. mrazeki*. Таксономски карактери по

којима он наведене врсте сврстава у род *Kritodrilus* су положај желуца у 17. или 18. до 19. сегменту и положај Моренових жлезда у 10, 11. или 12. до 13. или 14. сегменту. Mršić (1991) је сматрао да поменута констатација би била прихватљива само ако би ове врсте имале кукасте нефидријске бешике, иначе би их требало сврстати у самостални род. Према Marchán и сар. (2021) све три поменуте врсте (*osellai*, *ruffoi*, *pseudorrosea*) разликују се од врста рода *Kritodrilus* по томе што имају мање или више интензивну црвену пигментацију и привремено су враћене у првобитни род *Dendrobaena*. Међутим, у поменутој филогенетској студији, врста *D. osellai* није у истој клади са врстом *D. octaedra* (типском врстом рода *Dendrobaena*). Стога, постоји могућност да врсте (*osellai*, *ruffoi*, *pseudorrosea*) припадају још увек неописаном роду. Овакву претпоставку треба потврдити будућом молекуларно-филогенетском студијом.

Детаљне таксономске ревизије породице Lumbricidae оставиле су род *Dendrobaena* нетакнутим (Mršić, 1991; Qiu и Bouché, 1998c) уз напомену да род тренутно садржи више од 100 врста и да је хитно потребна ревизија. Групе врста *D. a. alpina* и *D. byblica* показују велику таксономску варијабилност у пигментацији, положају мушких пора, положају Моренових жлезда, броју и положају семених кеса и семепријемника (Csuzdi и сар., 2005; Szederjesi и сар., 2017). Marchán и сар. (2022) сматрају да иако су *D. a. alpina* и *D. byblica* укључене у молекуларну филогенетску анализу, представници њихове широке таксономске разноликости у источној Европи тек треба да се укључе у истраживања, а молекуларни маркери морају бити стандардизовани како би се комбиновали фрагментирани подаци.

Што се тиче дистрибуције рода *Dendrobaena*, Omodeo (1954) је сматрао да је еволуциони центар рода *Dendrobaena* подручје Кавказа, одакле су врсте шириле своје ареале даље у Европу и Азију. Mršić (1991) се није слагао са овом тврдњом, јер се по његовом уверењу процес специјације одвијао на целој територији Кавказа, Турске, Балкана и делимично средње Европе. Претпостављао је да је процес започео у касном миоцену, док је морао бити у пуном замаху током плиоцена и плеистоцена. Касније, Omodeo и Rota (1999) наводе три удаљена центра дистрибуције поменутог рода. Главни центар односио се на подручје Турске и Закавказја, док су се мањи центри односили на Карпато-Балканско и Франко-Иберијско подручје. Према тренутном важећем статусу рода, он је са 92 врста примарно распрострањен на Балкану и у Малој Азији (Csuzdi, 2012).

5.2. Палеогеогеографија лумбрицида планине Копаоник

Једно од основних питања при проучавању лумбрицида јесте када и где су се оне појавиле? Неки аутори (Michaelsen, 1903, 1932; Černosvitov, 1935) су сматрали да су праоблици лумбрицида настали на крају палеозоика. Према Bouché-у (1983) њихово појављивање везује се за креду. Такође, претпоставља се да су праоблици лумбрицида били амфибијски организми који су егзистирали на обалама праокеана Неотетиса. Осим тога, као центри развоја првобитних облика лумбрицида се помињу и острва у палеоцену и еоцену/миоцену (Omodeo, 1952, 1954, 1956, 1961; Bouché, 1983; Mršić, 1991). Са недостатком фосила, немамо или имамо врло мало података о дистрибуцији лумбрицида из прошлости. Стога се морамо ослонити само на данашње доказе.

Лумбрициде проширују свој ареал, полако, степенасто, а преносе их водени токови, птице и људи. Морамо напоменути, да горе поменута ширења ареала лумбрицида су итекако ограничена (Csuzdi и Zicsi, 2003; Cameron и сар., 2007). Њихово пасивно кретање са континенталним фрагментима било је прихватљиво објашњење за њихову дисјункцију (Omodeo, 1963; Mršić, 1991; Omodeo, 2000).

У састав данашње лумбрицидне фауне планине Копаоник улазе различити елементи како по својој старости тако и по пореклу. Заправо, њихова диверзификација и дистрибуција последица је тренутних процеса и утицаја, као и оних који су се збивали у прошлости. Сложени процеси којима је била изложена првобитна фауна овог подручја је диригована палеоеколошким условима и геолошко-изолационим механизмима. Планину Копаоник карактерише сложена геолошка структура, која је директно повезана са њеним положајем у оквиру прелазних зона између Јадранске и Европске плоче. Колонизација југоисточне Европе започета је након затварања океана Неотетис, односно након судара Јадранске и Европске плоче. Тачније, током мезозоика, океан Неотетис се налазио у данашњој југоисточној Европи, док је током кенозоика поменути океан уништен субдукцијом, односно сударајући се са многим малим плочама у еоцену (Schmid и сар., 2008). У средњем миоцену формиран је „копнени мост” између јадранске пасивне границе (Вардарске зоне) и европске активне границе (Дација, Родопи и Мезија) (Toljić и сар., 2019; Van Hinsbergen и сар., 2020). Тектонско порекло планине Копаоник састоји се од два велика дела. Источни део планине је аутохтоног порекла, који је настао као резултат колизије (судара) зоне Дације и источног Вардара. Западни део планине Копаоник припада делу зоне западног Вардара који је био захваћен екстензивним терцијарним вулканизмом (Schmid и сар., 2008). Вулкански производи који су повремено прекривали серпентински (офиолите) основни материјал довели су до фрагментације и изолације првобитне фауне лумбрицида. Ово је можда довело до специјације ендемичних врста великог/средњег тела на планини Копаоник. Са друге стране, напредовање Неотетиса је више пута изоловало планину Копаоник од другог дела Вардарске зоне, што је такође резултирало појавом ендемичних балканских врста.

Заправо, два најчешћа разлога којима се објашњава богатство и дистрибуција лумбрицида на Копаонику су базирана на еколошким и палеографским објашњењима. Еколошким објашњењем би се могли обухватити бројни локални фактори као што су клима, надморска висина, тип земљишта, доступност хране, присуство предатора и конкуренције, који су у интеракцији са унутрашњим својствима организама, што све заједно детерминише њихову распрострањеност.

Анализирајући лумбрицидну фауну Копаоника, аутохтоне врсте искључиво географски припадају северно-егејској подобласти егејске области (Csuzdi и Zicsi, 2003). У њеној фауни доминирају врсте егејског порекла, које су сврстане у различите типове дистрибуције (централно-европски, илирски, балканско-алпски, холомедитерански, балкански, дацијски и вардарски ендеми). Изузеци су перигрине врсте (14 врста) као и врсте атланта-медитеранске и иберијске дистрибуције (*Ap. georgi* и ?*D. ruffoi*) које обухватају и француско-иберијску област. Међутим, у случају врсте ?*D. ruffoi* постоје неке таксономске несигурности.

Међу ендемичним лумбрицидама Копаоника доминирају врсте из рода *Cernosvitovia*. Свих седам забележених врста поменутог рода су ендеми. Поред морфолошке и молекуларно-филогенетске сличности, зоогеографска дистрибуција врста које су раније и ново приписане *Cernosvitovia*, веома сугерише њихов блиски систематски афинитет. Врсте рода *Cernosvitovia* углавном су распрострањене на Балканском полуострву (Mršić, 1991; Csuzdi и Zicsi, 2003; Csuzdi и сар., 2011; Valchovski и Szederjesi, 2016) обухватајући широке и уже балканске ендеме (Trakić и сар., 2016; Stojanović и сар., 2018). Међутим, с обзиром на њихову распрострањеност у зони Вардара (са изразитом палеогеографском историјом), предлажемо нови посебан назив – **вардарски ендеми** – за врсте *C. dofleini*, *C. kosowensis*, *C. paratuleskovi*, *C. serbica*, *C. strumicae*, *C. treskavicensis* и *C. udei*. Такође, због специфичности геолошке

подлоге (која је углавном силикатна) и земљишта (влажније и ниже температуре) присутна је интересантна поменута лумбрицидна фауна, са елементима који су специфични само за ово подручје. Претпостављамо да су вардарски ендеми уствари фрагменти измењене фауне из терцијара за које се претпоставља да су настали у еоцену или миоцену. Горе поменуте ендемичне врсте са плезиоморфним карактеристикама, су захваљујући својој адаптираности на специфичне услове, успеле да опстану до данас. Ове врсте су прилагођене на живот у дубљим слојевима земље (већином анецичне и, нешто мање, ендегичне), где висока влажност и константна температура омогућавају далеко стабилније услове у односу на површинске слојеве земље. Осим тога, већина њих је веома осетљива на исушивање земљишта и скоро да нема адаптације за преживљавање у површинским слојевима.

На источним падинама планине Копаник који представља најисточнији део Вардарске зоне (тзв. Источна вардарска зона) забележена су два дацијска таксона *C. m. mehadiensis* и *C. s. dacica*. Поменута зона разликује се од свих осталих офиолита на Балканском полуострву и карактерише се најизраженијим супрасубдукцијским афинитетом. Источна вардарска област се налази источно од геотектонских јединица Копаника и западно од дацијске зоне (Petrović, 2011). Према томе, сложена палеогеографија поменуте зоне објашњава присуство дацијских ендема који представљају најрепрезентативнији елемент у ендемичној фауни лумбрицида румунских Карпата (Csuzdi и сар. 2011), са Апушенским планинама где се налази дацијски центар дистрибуције (Bodnariuc и сар. 2002; Pop и сар. 2010; Csuzdi и сар. 2011). Занимљиво је да подврста *C. m. mehadiensis* има широку распрострањеност (Бугарска, Мађарска, Румунија, Србија), а њена сестринска врста према нашем филогенетском стаблу *C. serbica* је ендем Вардара, а исто се дешава и са *C. robusta* и *C. dofleini*, као и са *C. paratuleskovi* и *C. strumicae*. Стога, садашњи ареали ендемичних врста који се јављају и шире, несумњиво су резултат тзв. изолационог ефекта и климатских промена у палеоцену и еоцену, када је копно било систем мањих или већих острва, која су мењала своје контуре током геолошке историје (Mršić 1991).

Такође, забележена су и три балканска ендема из рода *Dendrobaena* (*alpina popi*, *serbica*, *rhodopensis*), као и један иберијски ендем – ?*D. ruffoi*. Таксономски статус подврсте *D. a. popi* је неразјашњен (услед велике таксономске сличности са врстом *D. clujensis* и подврстом *D. a. mavrovensis*), који ће бити разјашњен молекуларном филогенетском анализом. *Dendrobaena serbica* је до сада констатована на свега три локалитета у јужној и централној Србији (Karaman, 1973; Šapkarev, 1980; Mršić, 1991; Stojanović и сар., 2008). Сумирајући податке о распрострањености Stojanović и сар. (2020) су закључили да је *D. rhodopensis* искључиво планинска врста, односно да је регистрована само у шумском земљишту на високим планинама. Узимајући у обзир да је *D. rhodopensis* високопланинска врста, можемо само претпоставити да је њена путања кретања ишла од Рила планине према северу, дуж југоисточних планинских подручја Балканског полуострва (Stojanović-Petrović и сар., 2020). Јужни правац кретања, према грчким планинама је регистрован (Šapkarev, 1972). Поред ове две врсте, у Србији су забележена само још два ендема из поменутог рода *Dendrobaena kozuensis* (Šapkarev, 1971) и *Dendrobaena ziscii* Karaman, 1973. *Dendrobaena ruffoi* забележена је само у Шпанији, тачније у подручју иберијског ланца (Zicsi, 1970; Pérez Onteniente, 2012). Наше налазиште врсте ?*D. ruffoi* на источној падини Копаника утицало је да преиспитамо дистрибуцију поменуте врсте. Тешко је објаснити овако фрагментиран ареал од 2.700 km колико има од налазишта у Шпанији до налазишта у Србији. Да би се разумела дистрибуција, потребно је размотрити геолошку прошлост и динамику палеоклиматских услова на простору где је *D. ruffoi* до сада забележена. Иберијски

ланац је сложен унутарплочасти појас са прегибом и потисним лимом (*thrust fault*), настао током касног еоцена до миоцена, који је резултат конвергенције између евроазијске, иберијске и афричке плоче. Са друге стране, Вардарска зона је сложена тектонска јединица настала током мезозојске тектонско-депозиционе еволуције Неотетиса и маргина њему суседних континената. Оба подручја имају прилично сложену палеогеографску историју која укључује различите тектонске процесе (Rosenbaum и сар., 2002; Mather, 2009; van Hinsbergen и сар., 2020). У новијој филогенеској студији Marchán и сар. (2021) установили су да су врсте *Pietromodeona januaergenti* (Cognetti de Martiis, 1903) и *Kriodrilus osselai* сестринске врсте, што би могло да реши биоегеографску загонетку. Центар дистрибуције врсте *P. januaergenti* налази се на Сардинији, а *K. osselai* насељава југоисточну Шпанију (Теруел, Валенсија) (што се поклапа са дистрибуцијом *D. ruffoi*). Šapkarev (1971) је пронашао и описао подврсту *Allolobophora januae-rgenti stankovici* (данас *Allolobophora (s.l.) stankovici*) која има готово идентичне таксономске карактере као врста *P. januaergenti*.

Лумбрицидна фауна француско-иберијске области је веома хомогена и прилично издвојена од осталих. Ово би се могло објаснити раним одвајањем Иберијског полуострва од остатка Европе (од средине креде до почетка терцијара) (Csuzdi и Zicsi, 2003). За разлику од француско-иберијске области, егејско подручје је веома хетерогено, мада велики број транс-егејских врста указује на блиске палеогеографске и биоегеографске односе северног и јужног дела Егеиде (Omodeo и Rota, 1999). Током касне креде и раног палеоцена, палеогеографске промене (издизање Европског кенозојског рифтског система, ECRIS–Ziegler и Dèzes, 2007) довеле су до повезивања франко-иберио-корзо-сардинијске копнене масе са суседним ренским и бохемијским масивима и источно-европском платформом. Ово би могло објаснити присуство *D. ruffoi* на Балкану. Поменути тектонски процеси утицали су на велике географске последице, издвајање тзв. *terrane*s подручја као важан покретач тренутне дистрибуције поменутих врста.

Поред тектонских кретања, фактори средине могу такође да обликују дистрибуцију врста (Monge-Nájera, 2008). Ове врсте фактора могу се поделити у две главне категорије, биотички и абиотички. Абиотички фактори специфични за станиште сваке врсте, као што су тип земљишта за едафске организме, пружају релевантне наговештаје о биоегеографској историји врсте (Bailey и сар., 2018). Вреди напоменути да на иберијском ланцу постоје остаци праокеана Неотетиса пореклом из Јонског мора (Angrand и Mouthereau, 2021). Ова чињеница говори о сличним условима стена и земљишта у којима је врста *D. ruffoi* пронађена. Распрострањеност ове врсте су планински пашњаци, букове и четинарске шуме на већим надморским висинама. Што се тиче еколошких категорија, спада у ендегичне врсте које се не укопавају дубоко у земљиште. Заправо, ова врста нема адаптацију на живот у дубоком тлу и нема снажан развој капацитета померања у земљишту. Разлог томе јесте ксеротермни карактер букових и четинарских шума, који је узрокован малом дубином корисног слоја земљишта, присуством скелета на површини и профили и водопрпусношћу.

Са друге стране, смењивање глацијала и интерглацијала у прошлости условило је значајно уништење живог света због релативно брзих климатских промена, што је допринело повећаном броју планинске фауне. Већина тропске фауне Европе је готово нестала у току глацијације, остали су само остаци у рефугијумима у областима Иберијског и Балканског полуострва. Што се тиче биотичких фактора, интерспецијска конкуренција игра суштинску улогу у обликовању дистрибуција врста. На пример, теорија конкуренције предвиђа да када две врсте деле идентичне нише, једна ће на крају искључити другу, или ће изазвати селективни притисак диференцијација ниша,

омогућавајући обе врсте да коегзистирају географски (Chase, 2011). Укључивање врста *All. (s.l.) stankovici*, *P. januaergenti*, *K. osselai* и *D. ruffoi* у молекуларно филогенетску студију помогло би да се прецизно утврди филогенетско и географско порекло поменутих врста и њихова колонизација на Балканско полуострво.

На планини Копаоник су забележени и транс-егејски таксони (*Ap. handlirschi*, *Ap. jassyensis*, *D. attemsi*, *Oc. transpadanus*, *Pa. leoni* *P. tuberculatus*), чији је ареал распрострањења у Средњој Европи, као и мања подручја око источне и јужне обале Црног мора. Присутне су на просторима од севера Италије до Турске (Misirlioğlu, 2008; Csuzdi и сар., 2011). Занимљиво је да се поменути зоогеографски тип не јавља на Медитерану (Csuzdi и сар., 2011).

Присуство централно-европских врста на Копаонику није очекивано, јер Војводина представља јужну границу Централне Европе. Међутим, врсте *D. platyura*, *E. lucens* и *L. polyphemus* представљају уједно и планинске врсте, што објашњава њихово присуство на Копаонику. Високе планине су рефугијуми фауне која је током плеистоценских лацијалних циклуса продирала са севера. Не треба занемарити чињеницу да је Копаоник део ширег рефугијалног подручја Балканског полуострва, из ког је део фауне колонијализовано лацијацијом девастираним европским простором, који данас препознајемо као централно-европску фауну. Такође, централно-европском типу дистрибуције припадају врсте, које имају важну улогу у разградњи шумске стеље и њихова распрострањеност је најчешће у корелацији са распрострањеношћу листопадних шума. Поред тога, централно-европско распрострањење врсте *Proctodrilus antipai* је под знаком питања, јер је њена дистрибуција далеко изван границе лацијације што указује на могућу интродукцију (Csuzdi и Zicsi, 2003).

Dendrobaena alpina alpina и *D. vej dovskyi* са балканско-алпским типом дистрибуције регистроване су на Копаонику. Наша налазишта као и бројна налазишта на Балканском полуострву (Stojanović-Petrović и сар., 2020), указују да овом типу припада и *D. vej dovskyi* која је некада убрајана у источно-алпски елемент.

У значајно мањој мери су заступљене врсте које имају атланта-медитерански (*Ap. georgii*), холомедитерански (*D. byblica*) и илирски (*D. illyrica*) тип дистрибуције.

Један од најзаступљенијих зоогеографских типова лумбрицида на Копаонику је широко распрострањена перегрина група (*All. c. chlorotica*, *Ap. caliginosa*, *Ap. rosea*, *Ap. trapezoides*, *B. rubidus*, *D. octaedra*, *E. fetida*, *Ei. tetraedra*, *L. castaneus*, *L. rubellus*, *L. terrestris*, *O. lacteum*). Појам перегрине врсте први је у лумбрикологију увео Michaelsen (1903). Овај појам означава врсте које су широко распрострањене и на географски врло удаљеним локацијама. Познато је да је подручје распрострањености врста различитог нивоа ендемичности (Michaelsen, 1903) локализовано испод јужне границе леденог покривача задњег леденог доба. Северно од те границе срећу се само перегрине врсте. Перегрине врсте се сматрају доминантним у пољопривредним и нарушеним екосистемима (Lee, 1985). Према Tóth и сар. (2020), перегрине врсте су ограничене на станишта антропогено модификована, стога због природне вегетације четинарске шуме и ниске рН вредности, ова станишта спречавају ширење перегриних врста. Ипак, због климатских промена као и неконтролисаног коришћења земљишта, постоји могућност да ће доћи до колонизације лумбрицида из антропогених подручја до четинарских шума (Moore и сар., 2018; Tóth и сар., 2020).

Узимајући у обзир све претходно изнесене чињенице, у анализи рецентне лумбрицидне фауне планине Копаоник могуће је у општим цртама поставити њен развојни пут од терцијара до данас. Током терцијара, топла и изразито влажна клима је условљавала бујну вегетацију и са тим у вези је и фауна имала одговарајућу структуру. Елементи те фауне су данас уништени, а сачувани су само њени фрагменти. То су,

углавном, облици који су се специјализовали за специфичне животне услове или су показали адаптабилност ка еколошким и климатским условима, па су успели да се сачувају као ендеми. Погоршањем климатских услова у плеистоцену изумиру тропска фауна и долази до продирања неких елемената са севера (*D. attemsi*, *D. octedra*, *D. platyura*, *E. lucens*) који тада насељавају Копаноник. Климатске прилике су се побољшале у постглацијалу, што је условило подизање снежне границе и изазвало повлачење појединих врста према већим висинама и постепено формирање рецентне планинске фауне (*D. a. alpina*, *D. a. popi*, *D. ilirica*, *D. rhodopensis*, ?*D. ruffoi*, *D. serbica*, *D. vej dovskyi*, *L. polyphemus*). Са друге стране, на нижим надморским висинама се стварају повољни услови за развој мезофилне фауне (*All. c. chlorotica*, *Ap. georgii*, *Ap. handlirchi*, *Ap. jassiensis*, *Os. transpadanus*, *Pa. leoni*, *P. antipai*, *P. tuberculatus*). Прогресивним отопљавањем започиње и процес степификације низијских станишта, а тиме долази и до експанзије неких ксеротермних врста (*Ap. rosea*, *Ap. caliginosa*, *Ap. trapezoids*, *O. lacteum*) које су окарактерисане као индикатори сувих станишта. Експанзију степских станишта у многоне је убрзао човек својом активношћу. Интензивно крчење шума, поготову на нижим надморским висинама, резултирало је бржим развојем степских станишта што је условило већу заступљеност еколошких форми које живе у дубљим слојевима. *Bimastos rubidus* је интродукована из Северне Америке (Szederjesi и сар., 2018). Код партеногенетских врста *Ap. rosea*, *Ap. trapezoides*, *B. rubidus*, *D. octedra*, *Ei. tetraedra* постоје докази о недавној дисперзији посредованој људима са умереном или снажном генетском хомогеношћу у удаљеним земљама. Захваљујући способности ових врста да се размножавају у одсуству партнера, очекује се да ће партеногенеза олакшати колонизацију нових станишта (Terhivuo и Saura, 2006). Ево још неколико примера успеха партеногенетских лумбрицида као колонизатора помоћу људског фактора. *Aporrectodea trapezoides* је доминантна врста у региону Палоусе, Вашингтон-Ајдахо (Sanchez-de Leon и Johnson-Maynard, 2009). *Aporrectodea rosea* је веома честа у САД, дели хаплотипове са популацијама из Француске и Данске, што потврђује њихово порекло из ових земаља (Fernandez и сар., 2016). Штавише, *Ap. rosea*, *Ap. trapezoides*, *Ei. tetraedra* су међу најчешћим и најраспрострањенијим егзотичним лумбрицидама у Канади и САД-у (Addison, 2009; Porco и сар., 2013; Reynolds, 2021).

5.3. Утицај надморске висине на дистрибуцију лумбрицида

Према Корнер-у (2007) главна тема модерне екологије, биогеографије и конзервације је разумевање промене структуре заједница (богатство врста, бројност, висински распон врста итд.) дуж висинског градијента. На подручју Копаноника забележено је 40 таксона што указује да је фауна лумбрицида веома богата на истраживаном локалитету, односно да од укупног броја таксона који су констатовани на територији Србије близу 51.9% таксона је пронађено на планини Копаноник. Није изненађујуће што су врсте *D. octaedra* (N = 203; 16.2%), и *Ap. rosea* (N = 178; 14.2%) најбројније, јер су то заправо партеногенетске врсте веома прилагодљиве на тешке услове животне средине, што им и омогућава да насељавају широк спектар екосистема који се налазе на различитим надморским висинама (Edwards и Bohlen, 1996; Csuzdi и Zisci 2003). Наши резултати су показали монотонно опадање између укупне бројности/богатства врста и висинског градијента (од 15 до 6 таксона, а од 118 до 39 јединки), што указује да лумбрициде више преферирају климу на нижим надморским висинама.

Током истраживања разноликости бескичмењака (укључујући лумбрициде) на Западним Карпатима, Rožen и сар. (2013) су приметили пад богатства врста на већим

надморским висинама. Такође, у студији коју су спровели Cardoso и сар. (2014) приказује се распрострањеност фауне лумбрицида дуж висинских градијената масива Каратува (Бразил) и том приликом је установљено да бројност и богатство врста нису у позитивној корелацији са висином, као и да су перигрине врсте забележене само на нижим надморским висинама. Супротно претходним студијама, González и Lodge (2017) су указали да укупна бројност и бројност аутохтоних врста расте са повећањем надморске висине на Лукуило планини у Порторику, због снижене температуре ваздуха и повећаних падавина.

Величина висинског распона таксона је важна компонента структуре заједнице. У овој студији, средња величина висинског распона лумбрицида је порасла са повећањем надморске висине, подржавајући на тај начин Рапопортово висинско правило. Поменут резултат је повезан са широким еколошком толеранцијом лумбрицида, као и са историјским разлозима који су фаворизовали формирање висинске фауне углавном од стране толерантних низијских врста, а не од стране истински алпских врста. Последња наведена констатација би указивала на мање термофилну лумбрицидну фауну и вероватно би распрострањеност тих врста имала уже висинске опсеге. У одсуству ових таксона, образац који смо приметили за лумбрициде на Копаонику је углавном одраз климатских промена дуж висинског градијента. Под овим околностима, као једина логична последица остаје Рапопортово висинско правило. Према Webb-у и Gaston-у (2003), распон таксона је резултат многих сложених фактора интеракције, укључујући физиолошка својства, историју спецификације, као и проширење/ограничења континенталног облика. Соорег и сар. (2008) претпостављају да је величина распона таксона главни фактор што је у корелацији са ризиком од изумирања врста и такође су критични у вези проучавања биотичких одговора на фактор животне средине. Врсте са малом величином висинског распона ће бити више угрожене (Whitton и сар., 2012). Занимљиву чињеницу констатовали су McCain и Knight (2013) да на планинама изнад 23°N географске ширине запажена је значајно јача подршка Рапопортовом висинском правилу. Подручје које смо проучавали налазило се изнад 23°N географске ширине, самим тим и горе поменута констатација може се узети у обзир.

Претпостављамо да богат зоогеографски састав фауне лумбрицида у великој мери зависи од специфичних климатских фактора, геоморфолошке историје, као и од специфичног карактера сваког таксона. Приметили смо обиље перигриних врста на нижој надморској висини, што се може објаснити чињеницом да су антропогени утицаји били израженији на нижим надморским висинама. Ипак, будуће климатске промене и неконтролисано коришћење земљишта, могу олакшати колонизацију лумбрицида из густо насељених подручја до нетакнутих предела (Moore и сар., 2018; Tóth и сар., 2020). Иако, Salomé и сар. (2011) нису приказали зоогеографску анализу у њиховој студији, ми смо анализирали приказане податке у табели 2 и утврдили да је на већој надморској висини богатство врста аутохтоних таксона било ниже у односу на богатство врста поменутих таксона који су забележени на нижој н.в.

Што се тиче еколошких група, приметили смо доминацију епигеичних врста на вишим надморским висинама. Епигеичне врсте налазили смо у стељи четинарских и букових шума, испод оборених стабала, испод коре распаднутих трупаца, као и на влажним стаништима попут обала река и потока. Заправо, епигеичне врсте су биле најдоминантније у буковим и четинарским шумама. Разлог томе може бити у компетитивном ослобађању или физиолошким/биохемијалним адаптацијама који омогућавају врстама ове еколошке групе да савладају оштре услове на вишим надморским висинама. Еколошка проучавања фауне лумбрицида дуж висинских

градијената показују да су епигеичне врсте доминантне на вишим надморским висинама, односно у шумама смрче (Rožen и сар., 2013; Zenkova и Rapoport, 2013). Односно, познато је да епигеичне врсте су толерантније на ниске рН вредности (Bouché 1977; Sims и Gerard, 1999). Наиме, букове и четинарске шуме су одговорне за значајно закишељавање горњег слоја тла, смањење рН вредности што доводи до доминантности епигеичних врста (Vahder и Irmmler, 2018). У ствари, главни разлози за присуство епигеичне врсте у четинарским шумама су отпорност на смрзавање и/или сушни период, висок степен репродукције (партеогенеза), способности толерисања киселог земљишта и коришћења стеље лошег квалитета (Tiunov и сар., 2006; Holmstrup, 2007; Terhivuo и Saura 2008; Eggleton и сар., 2009; Zenkova и Rapoport, 2013; Meshcheryakova и Berman, 2014). Осим тога, у умереним земљиштима, епигеичне врсте показују доминантност у киселим земљиштима. Према Edwards-у (2004), смањена бројност анецичних врста у субалпском појасу доводи до акумулације органске материје на површини тла у шумским екосистемима, чиме се одржавају повољна станишта за епигеичне врсте.

Са друге стране, оптимални услови животне средине на нижим надморским висинама обезбеђују погодна станишта за анецичне и ендегичне врсте. Поменута чињеница посебно важи за анецичне врсте, које су скоро искључиво зависне од листопадне стеље (осим нпр. *L. terrestris*) а самим тим и листопадних шума. Односно, због ксеротермног карактера четинарских шума, који је узрокован малом дубином корисног земљишта, као и водопропусности, услови су заправо веома неповољни за анецичне врсте. Суштински, четинарске шуме се налазе на земљишту типа подзола, које се одликује закишељеним горњим слојем земљишта и стељом, као и знатно нижим садржајем влаге у земљишту, што негативно утиче на категорију анецичних врста. Salomé и сар. (2011) приказали су фауну лумбрицида дуж надморске висине у швајцарским Алпима, приметивши да је на брдским локалитетима забележена максимална густина и биомаса анецичних врста, док у алпском појасу није забележена поменута еколошка категорија. Анецичне врсте су осетљиве на кисело земљиште (Schelfhout и сар, 2017), и стога су углавном уско повезане са ливадама и еутрофним листопадним шумама (Jänsch и сар., 2013).

Осим тога, ендегичне врсте се хране углавном хумифицираном органском материјом земљишта и корењем, што значи да конзумирају свој пут кроз плитко земљиште и на тај начин гутају велике количине земљишта, које је помешано са органским материјалом, тај процес се назива биотурбација (Curry и Schmidt, 2006).

Надаље, познато је да богатство врста лумбрицида зависи од различитих еколошких фактора региона, филогенетске и биогеографске историје, као и регионалних параметара као што су тип вегетације или карактеристике земљишта (Lavelle и Spain, 2001). Дакле, у нашој студији, надморска висина није једини фактор који утиче на структуру лумбрицида. Чињеница је да тип станишта игра важну улогу у одређивању висинског обрасца дистрибуције лумбрицида. Заправо, како се надморска висина повећава, услови станишта постају неповољнији. Приметили смо значајне разлике у богатству врста између различитих станишта на нижим (седам таксона на ливади) и вишим надморским висинама (два таксона у шуми смрче). Вредности Н' и Ј' индекса биле су ниже на вишим надморским висинама, супротно од вредности D_{ВР}. То се може објаснити због оптималних фактора животне средине на нижим надморским висинама, који такође могу обезбедити погодна станишта за лумбрициде (тј. влажност и храну). Заправо, густина насељености лумбрицида варира у простору и времену у зависности од станишта, особине земљишта, расположивости ресурса, биотичких интеракција, (микро) климатских услова и сезонских промена (Lee, 1985; Edwards,

1998). Према Пор-у (1997), сложеност биљног покривача на нижим надморским висинама повећава разноврсност лумбрицидне фауне. Генерално, заједнице лумбрицида најчешће могу имати од два до пет таксона (Lee, 1985). Ипак, истраживање које су водили Hackenberger и Hackenberger (2014), показало је да заједница лумбрицида на пашњацима у региону планине Капела (Хрватска), могу имати од једног до 11 таксона. Разноврсност лумбрицида у великој мери варира од локације и станишта и често долази до удруживања таксона у различитим типовима земљишта и станишта. Међутим, чак и у најсложенијим системима земљишта, није изражено постојање великог броја различитих таксона лумбрицида. Постоји доказ да врсте које испуњавају исту еколошку нишу нису у истом степену распрострањене на одређеној локацији (Edwards и Bohlen, 1996). Наведене анализе биодиверзитета уз помоћ алфа индекса упућују на чињеницу да је биодиверзитет лумбрицидне фауне у очуваним стаништима висок а фауна равномерно распоређена, и обрнуто. Односно, тамо где су присутни фактори угрожавања (климатски, антропогени, прехранбени итд.) диверзитет је низак, а фауна неравномерно распоређена.

Ординационе методе (nMDS) и ANOSIM су показале низак ниво сличности између заједнице лумбрицида и истраживаних станишта. Главни фактори који изазивају различитост лумбрицидне фауне међу стаништима су различита надморска висина, удаљеност и хетерогеност станишта. SIMPER анализа је показала да *D. octaedra*, *Ap. rosea* и *Os. lacteum* имају највећи допринос која се односи на сличности унутар станишта. Овај резултат није изненађујући, с обзиром да су ове врсте најприсутније у фауни лумбрицида Србије (Stojanović и сар., 2018). Аутохтони таксони највише су допринели разликама између станишта. Неколико ендемичних таксона *C. dofleini*, *C. kosowensis*, *C. paratuleskovi*, *C. serbica*, *C. strumicae*, *C. treskavicensis* и *C. udei* имају ужу специјализованију нишу. Осим тога, ендемични таксони су историјски еволуирали под локалним условима животне средине, примењујући разне адаптације. Стога, ми закључујемо да су планински екосистеми посебно осетљиви на промене климе и земљишног покривача, али у исто време, могу понудити важна уточишта за таксоне, у односу на антропогене низије. Такође, глобално загревање и промене у коришћењу земљишта сматрају се међу главним претњама биодиверзитету (Sala и сар., 2000; Lemoine и сар., 2007; Brook и сар., 2008; European Environment Agency, 2017). Међутим, значајне промене у популацији и дистрибуцији копнених врста већ су примећене широм света, углавном као одговор на поменуте факторе (Mantyka-Pringle и сар., 2012). Штавише, будуће климатске промене подиће ће летње температуре и/или повећати сушу у умереним европским пределима (European Environment Agency, 2017), што би угрозило ендемичне и епигеичне врсте које су осетљиве на сушу (Schelfhout и сар., 2017). Поред глобалног загревања, планина Копаоник је претрпела (и још увек трпи) огроман антропогени утицај. Најагресивнија активност везана за ову делатност је девастација земљишта, директна сеча и прокрчавање шума ради изградње инфраструктуре, пре свега смештајних објеката. Поменуте губитке прати и губитак таксона, јер ће се климатске промене и промене коришћења земљишта вероватно наставити и у будућности. Шумари могу да ублаже ове очекиване глобалне промене пажљивим избором врста и садњом дрвећа на нижим надморским висинама, што може спречити губитак биодиверзитета лумбрицида. Истичемо, да је усклађивање антропогених активности и рационално коришћење природних ресурса могуће, али за њихов успешан развој потребно је одговорно дугорочно планирање развоја подручја као комплексног екосистема са сложеним еколошким односима, засновано на научним чињеницама и на мултидисциплинарном приступу.

Дугорочни програми мониторинга су основна средства за процену и праћење временског периода промене биодиверзитета (Morecroft и сар., 2009; Magurran и сар., 2010). Међутим, дугорочне серије су ретко могуће (Gaston и сар., 2008). Стога се чини корисним, да се у међувремену фокусира на кратке временске периоде програма и да се истраже краткорочни одговори за стање биодиверзитета. Заштићена подручја су кључни део стратегије очувања за ублажавање и праћење губитака биолошке разноврсности услед климатских промена и коришћења земљишта (Kharouba и Kerr, 2010). Међутим, у тим областима, смањени директни антропогени утицај омогућава лакше фокусирање и откривање утицаја климатских модификација и природне еволуције вегетације на биодиверзитет. Штавише, заштићена подручја морају да имају примарну улогу у спровођењу дугорочних програма праћења стања биодиверзитета, са циљем стицања и размене знања путем истраживачких мрежа. Планина Копаоник представља праву ризницу природних богатстава и приоритети морају бити његова заштита и унапређење у правцу одрживог развоја.

6.ЗАКЉУЧАК

На основу сакупљених података и извршених анализа може се закључити:

Од укупног броја врста које су констатоване на територији Србије, близу 51.9% врста је пронађено на планини Копаоник. Тачније, на подручју Копаоника забележено је 40 таксона (35 врста и пет подврста), што указује да је фауна лумбрицида веома богата. Имајући у виду све анализиране палеогеографске прилике и климатско-еколошке услове на Копаонику разумљиво је да је аутохтона лумбрицидна фауна Копаоника врло разноврсна, јединствена и комплексна и због тога врло осетљива, подложна лошим утицајима, па тиме и рањива.

На истраживаним локалитетима планине Копаоник сакупљено је укупно 1.252 индивидуе из 960 узорака са различитих станишта. Најзаступљенији врсте су *D. octaedra* (16.2%), *Ap. rosea* (14.2%), *O. lacteum* (10.8%) и *L. rubellus* (6.9%), док су *C. dofleini*, *C. kosowensis*, *C. m. mehadiensis*, *C. serbica*, *C. s. dacica*, *C. udei* *D. a. popi*, *D. rhodopensis* и *?D. ruffoi* биле ретке, односно заузимају < 1% од укупног броја индивидуа. Закључили смо да укупна бројност индивидуа и богатство врста фауне лумбрицида показују монотонно опадајуће трендове са повећањем надморске висине.

У анализи фауне лумбрицида Копаоника препознато је девет различитих зоогеографских елемената као одраз географског положаја планине. Промене у глобалним палеогеографским и климатско-еколошким условима током читаве геолошке историје планине Копаоник, имали су пресудну улогу у настанку изузетно хетерогене лумбрицидне фауне која се карактерише високим степеном ендемизма. Такође, са обзиром да врсте *C. dofleini*, *C. kosowensis*, *C. paratuleskovi*, *C. serbica*, *C. strumicae*, *C. treskavicensis* и *C. udei* имају распрострањеност у зони Вардара (са изразитом палеогеографском историјом), предложили смо нови посебан назив – **вардарски ендеми**. Ендемичне врсте су заступљене са 32.4%, од којих су већина вардарски (17.5%), затим балкански (7.5%), дацијски (5%) и ?иберијски ендеми (2.5%). Источна страна Копаоника је регион са најбогатијом ендемичном фауном лумбрицида. На поменутом подручју забележана су сва четири типа ендемичних врста (вардарски, дацијски, балкански и ?иберијски) што говори о великој важности овог подручја као рефугијума и простора у којем су се интензивно одвијали процеси специјације. Западна страна Копаоника, различитом геоморфологијом и стаништима која су претежно ксеротермна, са четири забележена ендема, је знатно сиромашнија ендемичном фауном лумбрицида у односу на источну страну Копаоника. Од посебног значаја су шест ендемичних таксона *C. strumicae*, *C. s. dacica*, *C. treskavicensis*, *C. udei*, *D. a. popi* и *?D. ruffoi* који су по први пут забележени на територији Србије. *?Dendrobaena ruffoi* је по први пут забележена за фауну Балканског полуострва. За неке таксоне забележили смо проширење познате дистрибуције, односно да Копаоник представља најсевернију границу распрострањења за врсту *C. udei*, то јест најјужнију за таксоне *C. m. mehadiensis*, *C. serbica* и *C. s. dacica*.

Велики удео таксона (30%) припада комплексу перигриних таксона, што је резултат њихове преовлађујуће еуривалентне природе. Висок је удео таксона (15%) које припадају транс-ејејском типу који су заступљени на просторима у средњој Европи, као и мања подручја око источне и јужне обале Црног мора, што говори о богатој фауни лумбрицида ксерофилних, термофилних и аридних терена, области какве су широко присутне на подручју планине Копаоник. Присуство централно-европских врста (10%) је донекле изненађујуће, међутим чињеница је да су то планинске врсте. Са друге стране, Копаоник је део ширег рефугијалног балканског подручја, чији су обронци рефугијуми фауне која је током плеистоценских глацијалних циклуса продирала са севера и са ког је део фауне колонизовао глацијацијом девастиране европске просторе, коју данас препознајемо као централно-европску фауну. У значајно

мањој мери су заступљени таксони који имају балканско-алпску (5%), илирску (2.5%), атланта-медитеранску (2.5%) и холомедитеранску (2.5%) дистрибуцију, што је одраз положаја Копеолика и њене слабије изложености фаунистичким утицајима са југа и југоистока. Узимајући у обзир бројну заступљеност ендемичних, транс-егејских, централно-европских и балканско-алпских таксона, 62.5% укупне лумбрицидне фауне Копеолика показује аутохтони карактер.

Таксономија лумбрицида је замршена и збуњујућа, посебно на Балканском полуострву, са многим таксонима које треба ревидирати и синонимизирати. Молекуларно-филогенетске анализе засноване на врстама *All. (s.l.) dofleini*, *All. (s.l.) paratuleskovi*, *All. (s.l.) serbica*, *All. (s.l.) strumicae* и *All. (s.l.) treskavicensis* показале су добру подршку са кладом која садржи таксоне *All. (s.l.) robusta*, *All. (s.l.) m. mehadiensis*, *All. (s.l.) s. dacica*, *C. rebeli* и *C. dudichi*. На основу ових резултата и претходних доказа, поменуте балканске врсте су пренете у редефинисан род *Cernovitovia*. Међутим, још увек постоје многи таксони које унутар рода *Allolobophora (s.l.)* имају неизвестан таксономски статус. Може се претпоставити да су, на основу неких сличних морфо-анатомских карактера (као што су боја и величина тела, уско-парне хете, два или четири пара семених кеса, кречњачке жлезде у 10/11 сегменту, нефридијални канали (у облику латиничног слова U или J) са закривљеним (жлезданим) делом оријентисаним према предњем делу тела и трослојним тифлозолис-ом) као и балканске распрострањености, врсте *All. (s.l.) kosowensis* и *All. (s.l.) udei* блиско сродне са врстама из рода *Cernovitovia*. Неопходно је поменуте врсте укључити у молекуларно-филогенетску анализу (посебно типске врсте *Eophila pyrenaicoides* и *Karpatodinariona altimontana*), да бисмо доказали нашу хипотезу.

Таксономија и филогенија вардарског ендема *C. strumicae*, може бити прилично збуњујућа. Основни разлог за то је таксономска сличност ове врсте са јужно-алпском врстом *Eo. gestroi*. Потврда идентификације наших налаза на основу таксономских карактера и претходних молекуларно-филогенетских анализа, као и биогеографске анализе, открила је погрешну идентификацију *C. strumicae* из претходних студија.

Род *Dendrobaena* је хетероген до те мере да захтева хитну ревизију. Нажалост, таксони које се приписују балканском пореклу нису проучавани током последњих ревизија. Неопходно је извршити филогенетске анализе за таксоне *D. a. popi*, *?D. ruffoi* и *D. serbica* како би се разрешио њихов таксономски статус. Одговори на нека од ових питања очекују се у блиској будућности, што ће свакако водити у правцу бољег разумевања многих недоумица везаних за порекло али и на таксономски статус лумбрицида на Балканском полуострву.

Међу еколошким категоријама, ендегичне су најбројније (45%), затим епигеичне (27.5%), анецичне (17.5%), док су хидрофилне и копрофагне малобројне (10%).

Примењујући конзервациону анализу за ендемичне лумбрициде на основу IUCN 2011) категоризације, дошли смо до закључка да се на подручју планине Копеолик налази једна критично угрожена (*C. treskavicensis*), две угрожене (*C. dofleini* и *C. udei*) и седам рањивих таксона (*C. kosowensis*, *C. paratuleskovi*, *C. serbica*, *D. rhodopensis*, *D. serbica* и *?D. ruffoi*). Информације које је ова студија открила, иако ограничене, могу пружити довољно информација да се поменутим врстама доделе статуси очувања. То значи да је приказана процена статуса поменутих врста заснована на актуелним информацијама и да се стога могу узети као основни подаци за даља истраживања и поновну процену.

Кластер анализа је открила три обрасца састава заједнице лумбрицида: **таксони нижих надморских висина** *All. c. chlorothica*, *Ap. trapezoides*, *C. dofleini*, *C. kosowensis*,

C. udei, *C. m. mehadiensis*, *C. paratuleskovi*, *C. serbica*, *C. strumicae*, *C. s. dacica*, *E. fetida*, *L. castaneus*, *Pa. leoni* и *P. antipai*, **таксони средњих надморских висина** *Ap. handlirschi*, *Ap. jassiensis*, *D. rhodopensis*, *D. platyura*, *D. serbica*, *D. vej dovskyi*, *L. polyphemus*, *Oc. transpadanus*, **таксони виших надморских висина** *C. treskavicensis*, *D. a. alpina*, *D. a. popi*, ?*D. ruffoi*, *E. lucens*, осим тога примећени су и **таксони ширег висинског распона** *Ap. caliginosa*, *Ap. rosea*, *B. rubidus*, *D. attemsi*, *D. byblica*, *D. ilirica*, *D. octaedra*, *Ei. tetraedra*, *L. rubellus*, *L. terrestris* и *O. lacteum*. Средња величина висинског распона лумбрицида значајно се повећала дуж висинских градијента, што указује да наши резултати подржавају Рапопортово висинско правило.

Са друге стране, највеће богатство врста забележено је на ливади (ЛЗ1 = 10 таксона) на нижој надморској висини, док је на предпланинским пашњацима и четинарским шумама на вишим надморским висинама забележено најмање богатство таксона међу свим локалитетима (по један таксон). Резултати Shannon-Weaver-овог индекса су показали да је разноврсност већа на стаништима која се налазе на нижим надморским висинама, док су резултати Evennes-овог индекса показали веома добру уједначеност врста међу истраживаним стаништима. То нам указује да су у питању добро очувана станишта, да су еколошки услови уједначени и да је лумбрицидна фауна равномерно распоређена. Поред тога, очекивани су високи резултати Berger-Parker-овог индекса на стаништима са ниским богатством врста (предпланински пашњаци и четинарске шуме).

Индекс сличности (*ANOSIM*) је показао значајне разлике између заједница лумбрицида и типа станишта, а узајамна поређења су показала значајну разлику између заједница лумбрицида отворених станишта и четинарских шума, затим између обалских станишта и четинарских шума, између отворених станишта и листопадних шума, као и између отворених станишта и обалских станишта/листопадних шума. Насупрот томе, највећа сличност је забележена између листопадних и четинарских шума.

Анализа процента сличности (*SIMPER*) идентификовала је таксоне који највише доприносе просечној сличности унутар истражених типова станишта (*D. octaedra*, *Ap. rosea* и *Oc. lacteum*) као и различитости између типова станишта (углавном ендемични таксони).

Резултати су показали значајну негативну корелацију између бројности перегриних таксона и повећања надморске висине, док није показала значајну корелацију између бројности аутохтоних таксона и повећања надморске висине. Бројност анецичних и ендегичних таксона показала је негативну корелацију са повећањем надморске висине док се бројност епигеичних таксона повећавала са повећањем надморске висине.

Тип станишта и надморска висина имају значајан утицај на дистрибуцију лумбрицида дуж надморских висина.

Све у свему, због велике разноликости фауне лумбрицида и чињенице да оне заузимају шири висински распон у областима у којима се јављају, као и због важне улоге коју ови организми имају у функционисању различитих екосистема, лумбрициде имају велики потенцијал као узорни организми за ову врсту студија. Међутим, не може постојати један модел за описивање реакције фауне лумбрицида на промену надморске висине, због чињенице да је потребан даљи рад на тестирању овог контроверзног правила. Морамо напоменути да Рапопортово правило висине још увек није у потпуности подржано из следећих разлога: разлика у напорима узорковања, типу станишта, методологији, географској скали и коришћеном механизму. Стога смо у нашој студији спровели теренско истраживање које је користило идентичан интензитет

узорковања. Поред тога, извршили смо теренско истраживање хетерогених планинских станишта.

Образац дистрибуције лумбрицида објашњава се чињеницом да са повећањем надморске висине услови станишта постају неповољнији што успоставља широк спектар еколошких баријера и доводи до ограничења распрострањености таксона. Иако би наши резултати могли да пруже важне основне информације о висинским обрасцима структуре заједнице лумбрицида, потребан је даљи рад како би се разумело да ли наши уочени обрасци представљају само пролазне промене или су први сигнали поменутог тренда. Стога, подстичемо друге лумбрикологе и екологе да спроведу слична истраживања како би повећали наше ограничено разумевање Рапопортовог висинског правила за фауну лумбрицида.

Закључујемо да је комбинована морфо-анатомска, молекуларно-филогенетска и биогеографска анализа омогућила откривање занимљивих, нових информација о лумбрицидној фауни планине Копаоник.

7.ЛИТЕРАТУРА

1. Addison, J.A. (2009) Distribution and impacts of invasive earthworms in Canadian forest ecosystems. *Biological Invasions*, 11 (1): 59–79.
2. Ajtić, R., Amidžić, L., Belij, S., Bjedov, V., ..., Filipović, M. (2015) Leksikoni nacionalnih parkova – Kopaonik (Ur. D. Miljanović). JP Službeni glasnik – JP Nacionalni park Kopaonik – Geografski institut „Jovan Cvijić” SANU, Beograd.
3. Akaike, H. (1973) Maximum likelihood identification of Gaussian autoregressive moving average models. *Biometrika*, 60 (2): 255–265.
4. Anders, B., Reischmann, T., Poller, U., Kostopoulos, D. (2005) Age and origin of granitic rocks of the eastern Vardar Zone, Greece: new constraints on the evolution of the Internal Hellenides, *Journal of the Geological Society, London*, 162: 857–870.
5. Angrand, P., Mouthereau, F. (2021) Evolution of the Alpine orogenic belts in the Western Mediterranean region as resolved by the kinematics of the Europe-Africa diffuse plate boundary. *BSGF-Earth Sciences Bulletin*, 192 (1): 42.
6. Aubry S., Magnin F., Bonnet V., Preece R.C. (2005) Multi-scale altitudinal patterns in species richness of land snail communities in south-eastern France. *Journal of Biogeography*, 32 (6): 985–998.
7. Bachman S., Baker, W.J., Brummitt, N., Dransfield, J., Moat, J. (2004) Elevational gradients, area and tropical island diversity: an example from the palms of New Guinea. *Ecography*, 27: 299–310.
8. Bachman, S., Moat, J., Hill, A.W., Torre, J., Scott, B. (2011) Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: geospatial conservation assessment tool. *ZooKeys*, 150: 117–126.
9. Bailey, J.J., Boyd, D.S., Field, R. (2018) Models of upland species’ distributions are improved by accounting for geodiversity. *Landscape ecology*, 33 (12): 2071–2087.
10. Berger, W.H., Parker, F.L. (1970) Diversity of Planktonic foraminifera in deep sea sediments. *Science*, 168: 1345–1347.
11. Bhattarai, K.R., Vetaas, O.R., Grytnes, J.A. (2004) Fern species richness along a central Himalayan elevational gradient, Nepal. *Journal of Biogeography*, 31: 389–400.
12. Blakemore, R.J. (1999) The diversity of exotic earthworms in Australia – a status report. *In: Ponder, W., Lunney, D. (Eds.): Proceedings of “The other 99%” TRZS NSW*, pp. 182–187.
13. Blakemore, R.J. (2004) A provisional list of valid names of Lumbricoidea (Oligochaeta) after Easton, 1983. *In: Moreno, A.G., Borges, S. (Eds.): Avances en taxonomia de lombrices de tierra/Advances in earthworm taxonomy (Annelida: Oligochaeta)*. Universidad Complutense, Madrid, pp. 75–120.
14. Blakemore, R.J. (2008) A provisional list of valid names of Lumbricoidea (Oligochaeta) after Easton, 1983. *In: Moreno, A.G., Borges, S. (Eds.): Avances en taxonomia de lombricesde tierra [Advances in earthworm taxonomy] (Annelida: Oligochaeta)*. Spain: Editorial Complutense, Universidad Complutense, Madrid, pp. 75–120.

15. Bleahu, M., Lupu, M., Patrulius, D., Bordea, L., Stefan, A., Panin, S. (1981) Structures of the Apuseni Mts: Bucharest, Romania, 12th Congress of Carpatho-Balkan Geological Association. Bucharest, pp. 80.
16. Bodnariuc, A., Bouchette, A., Dedoubat, J.J., Otto, T., Fontugne, M., Jalut, G. (2002) Holocene vegetational history of the Apuseni Mountains, central Romania. *Quaternary Science Reviews*, 21 (12-13): 1465–1488.
17. Bojović, G. (2012) Kopaonik i banje podgorine – turizmološka monografija. Srpsko geografsko društvo, Beograd. (на српском)
18. Bortolotti, V., Marroni, M., Nicolae, I., Pandolfi, L., Principi, G., Saccani, E. (2002) Geodynamic Implications of Jurassic Ophiolites Associated with Island-Arc Volcanics, South Apuseni Mountains, Western Romania. *International Geology Review*, 44 (10): 938–955.
19. Bottinelli, N., Hedde, M., Jouquet, P., Capowiez, Y. (2020) An explicit definition of earthworm ecological categories – Marcel Bouché's triangle revisited. *Geoderma*, 372: 114–361.
20. Bouché, M. (1971) Relation entre les structures spatiales et fonctionnelles des écosystèmes illustrés par le rôle pédobiologique des vers de terre. In: Pesson, P. (Eds.): *La vie des sols*. Paris, Gauthier-Villars, pp. 187–209. (на француском)
21. Bouché, M.B. (1972) Lombriciens de France: Ecologie et Systématique. *Annales de Zoologie Ecologie Animale*. (на француском)
22. Bouche, M.B. (1975) La reproduction de *Spermophorodrilus albanianus* nov. Gen., nov. Spec. (Lumbricidae) explique-t-elle la fonction des spermatophores? *Zoologische Jahrbücher Abteilungs Systematik*, 102: 1–11.
23. Bouché, M. (1977) Stratégies lombriciennes. In: Lohm, U., Persson, T. (Eds.): *Soil organisms as components of ecosystems Stockholm*. Ecology Bulletin, Sweden, pp. 122–132. (на француском)
24. Bouché, M.B., Aladdan, F. (1997). Earthworms, water infiltration and soil stability: some new assessments. *Soil Biology and Biochemistry*, 29: 441–452.
25. Bouché, M.B. (1983) The establishment of earthworm communities. In: Satchell, J.E. (Eds.): *Earthworm ecology from Darwin to Vermiculture*. London, Chapman & Hall, U.K., pp. 431–448.
26. Brongniart, A. (1813) Essai d'une classification mineralogique des roches melanges, *Journal des Mines*, Paris, pp. 5–48. (на француском)
27. Brook, B.W., Sodhi, N.S., Bradshaw, C.J.A. (2008) Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in Ecology & Evolution*, 23 (8): 453–460.
28. Brown, J.H., Kodric-Brown, A. (1977) Turnover rates in insular biogeography: Effect of immigration on extinction. *Ecology*, 58 (2): 445–449.
29. Brown, J. H., Gibson A.C. (1983) Biogeography. The mammals of southern Nevada. *Transactions of the San Diego Society of Natural History*, 7: 375–428.
30. Casellato, S. (1987) On polyploidy in Oligochates with particular reference to lumbricids. In: Bonvicini, A.M., Omodeo, P. (Eds.): *On earthworms*. Mucchi, Modena, pp. 75–87.

31. Cameron, E.K., Bayne, E.M., Clapperton, M. J. (2007) Human-facilitated invasion of exotic earthworms into northern boreal forests. *Ecoscience*, 14 (4): 482–490.
32. Capowiez, Y., Decaëns, T., Hedde, M., Marsden, C., ..., Bottinelli N. (2021) Faut-il continuer à utiliser les catégories écologiques de vers de terre définies par Marcel Bouché il y a 50 ans? Une vision historique et critique *Étude et Gestion des Sols*, 29: 51–58. (на француском)
33. Cardoso, P., Borges, P., Triantis, K., Ferrández, M., Martín, J. (2011) Adapting the IUCN Red List criteria for invertebrates. *Biological Conservation*, 144: 2432–2440.
34. Cardoso, G.B.X., Nadolny, H., Feijoo, A., Brown, G.G. (2014) Earthworm population in an altitudinal gradient of the coastal Atlantic Rainforest in Paraná State, southern Brazil (Oligochaeta). *Embrapa Florestas – Capítulo em livro técnico – científico (ALICE)*.
35. Cech, G., Csuzdi, C., Marialigeti, K. (2005) Remarks on the molecular phylogeny of the genus *Dendrobaena* (sensu Pop 1941) based on the investigation of 18S rDNA sequences. In: Pop, V.V., Pop, A.A. (Eds.): *Advances in earthworm taxonomy (Annelida: Oligochaeta)*. Universidad Complutense, Madrid, pp. 75–120.
36. Cech, G., Szederjesi, T., Csuzdi, C. (2014) Phylogeny of the family Lumbricidae; morphological and molecular overview. *Magyar Tudomány*, 175 (4): 394–399. (на мађарском)
37. Chase, J.M., Kraft, N.J., Smith, K.G., Vellend, M., Inouye, B.D. (2011) Using null models to disentangle variation in community dissimilarity from variation in α -diversity. *Ecosphere*, 2 (2): 1–11.
38. Chatzaki, M., Lymberakis, P., Markakis, G., Mylonas, M. (2005) The distribution of ground spiders (Araneae, Gnaphosidae) along the altitudinal gradient of Crete, Greece: species richness, activity and altitudinal range. *Journal of Biogeography*, 32 (5): 813–831.
39. Christian, E., Zicsi, A. (1999) Ein synoptischer Bestimmungsschlüssel der Regenwürmer Österreichs (Oligochaeta: Lumbricidae). *Bodenkultur*, 50 (2): 121–131.
40. Clarke, K.R., Warwick, R.M. (2001) Change in marine communities. An approach to statistical analysis and interpretation, pp. 2.
41. Cognetti de Martiis, L. (1905) Lombrichi liguri del Museo civico di Genova. *Annali di Museo civico di storia naturale di Genova*, 42 (2): 102–127. (на италијанском)
42. Coleman, D.C., Crossley, D.A., Hendrix, P.F. (2004) *Fundamentals of Soil Ecology*, 2nd Edn. Elsevier Academic Press, San Diego, CA.
43. Colwell, R.K., Hurtt, G.C. (1994) Nonbiological gradients in species richness and a spurious Rapoport effect. *The American Naturalist*, 144 (4): 570–595.
44. Cooper, N., Bielby, J., Thomas, G.H., Purvis, A. (2008) Macroecology and extinction risk correlates of frogs. *Global Ecology and Biogeography*, 17 (2): 211–21.
45. Cosín, D.J.D., Novo, M., Fernández, R. (2011) Reproduction of earthworms: sexual selection and parthenogenesis. In: *Biology of earthworms*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 69–86.

46. Csuzdi, C. (1984) Revision of the genus *Dendrobaena* on the basis of comparative morphological and anatomical investigations. Unpublished Msc. Thesis, Budapest, pp. 84. (на мађарском)
47. Csuzdi, C., Zicsi, A. (2003) Earthworms of Hungary (Annelida: Oligochaeta: Lumbricidae). In: Csuzdi, C., Mahunka, S. (Eds.): *Pedozoologica Hungarica 1*. Hungarian Natural History Museum, Budapest, pp. 1–271.
48. Csuzdi, C., Pop, A.A., Pop, V.V., Zicsi, A., Wink, M. (2005) Revision of the *Dendrobaena alpina* (Rosa) species group (Oligochaeta, Lumbricidae). In: Pop, V.V., Pop, A.A. (Eds.): *Advances in Earthworm Taxonomy II*. University Press, Cluj, pp. 119–128.
49. Csuzdi, C., Pop, V.V. (2007) Redescription of *Allolobophora dugesi getica* Pop, 1947 and its allocation to the genus *Cernosvitovia* Omodeo, 1956 (Oligochaeta Lumbricidae). *European Journal of Soil Biology*, 43: 19–23.
50. Csuzdi, C., Pop, V. (2008) Taxonomic and biogeographic analysis of the *Allolobophora sturanyi* species group (Oligochaeta, Lumbricidae). *Opuscula Zoologica Budapest*, 37: 23–28.
51. Csuzdi, C., Pop, V.V., Pop, A.A. (2011) The earthworm fauna of the Carpathian Basin with new records and description of three new species (Oligochaeta: Lumbricidae). *Zoologischer Anzeiger*, 250: 2–18.
52. Csuzdi, C., Chang, C.H., Pavlíček, T., Szederjesi, T., Esopi, D., Szlaávecz, K. (2017) Molecular phylogeny and systematics of native North American lumbricid earthworms (Clitellata: Megadrili). *Plos One*, 12 (8): e0181504.
53. Csuzdi, C., Valchovski, H., Krízsik, V., Pavlíček, T., Szederjesi, T. (2023) On the molecular taxonomy of the *Dendrobaena alpina* species complex, with description of a new species (Crassicitellata, Lumbricidae). *Zootaxa*, 5255 (1): 62–67.
54. Curry, J.P., Schmidt, O. (2006) The feeding ecology of earthworms—A review. *Pedobiologia (Jena)*, 50: 463–477.
55. Cvijić, J. (1901) La limnologie Générale De Forel. In *Annales de Géographie*, pp. 70–72.
56. Černosvitov, L. (1931) Zur Kenntnis der Oligochaetenfauna des Balkans. III. Oligochaeten aus Montenegro und Südserbien. *Zoologischer Anzeiger*, 95: 312–327. (на немачком)
57. Černosvitov, L. (1937) Die Oligochaetenfauna Bulgariens. *Mitteilungen aus den Königlich Naturwissenschaftlichen Instituten in Sofia*, 10: 62–92. (на немачком)
58. Černosvitov, L. (1938) Zur Kenntnis der Oligochaetenfauna des Balkans. VI. Oligochaeten aus Griechenland. *Zoologischer Anzeiger*, 123, 192–200. (на немачком)
59. Černosvitov, L. (1939) Études biospéologiques. X. Catalogue des Oligochètes hypogées. *Bulletin du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique*, 15 (2): 1–92. (на немачком)
60. Černosvitov, L. (1942) Oligochaeta from various parts of the world. *Proceedings of the Zoological Society of London, Series B*, 111: 197–236.

61. Ćurčić, N. (2017) Prostorno-vremenska analiza antropogenih uticaja na prirodne ekosisteme u Nacionalnom parku Kopaonik. Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet. Београд, Србија. (на српском)
62. Darriba, D., Taboada, G.L., Doallo, R., Posada, D. (2012) jModelTest 2: more models, new 413 heuristics and parallel computing. *Nature methods*, 9 (8): pp. 772.
63. Darwin, C. (1881) *The Formation of Vegetable Mould Through the Action of Worms with Observations on Their Habits*, Murray, London.
64. De Sosa, I., Díaz Cosín, D.J., Csuzdi, C., Paoletti, M.G., Marchán, D.F. (2019) Placing *Eophila tellinii* (Oligochaeta, Lumbricidae) in a molecular phylogenetic context advances the century-old controversy around the problematic genus. *European Journal of Soil Biology*, 94: 103–114.
65. De Sosa, I. (2022) *Phylogeography and Biology of Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826). Ph.D. thesis, Universidad Complutense de Madrid, Spain, pp. 6–307.
66. De Sosa, I., Marchán, D. F., Novo, M., Szederjesi, T., Jelic, M., ..., Díaz Cosín, D. J. (2023) Guess who? Taxonomic problems in the genus *Eiseniella* revisited by integrated approach. *Organisms Diversity & Evolution*, 23 (2), 295–308.
67. De Sosa, I., Marchán, D. F., Novo, M., Almodóvar, A., Diaz Cosin, D. J. (2023) Phylogeography of a riparian earthworm shows environmental factors influence genetic structure. *Journal of Biogeography*, 50 (1): 56 – 68.
68. Díaz Cosín, D.J., Novo, M., Fernández, R., Marchán, D. F., Gutiérrez, M. (2014) A new earthworm species within a controversial genus: *Eiseniona gerardo* sp. n. (Annelida, Lumbricidae)-description based on morphological and molecular data. *ZooKeys*, 399:
69. Domínguez, J., Aira, M., Breinholt, J.W., Stojanovic, M., James, S.W., Pérez-Losada, M. (2015) Underground evolution: new roots for the old tree of lumbricid earthworms. *Molecular phylogenetics and evolution*, 83: 7–19.
70. Domínguez, J., Aira, M., Porto, P.G., Díaz Cosín, D.J., Pérez-Losada, M. (2018) Multigene phylogeny reveals two new isolated and relic earthworm genera (Oligochaeta: Lumbricidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 182 (2): 258–274.
71. Don, A., Steinberg, B., Schoning, I., Pritsch, K., Joschko, M., Gleixner, G. (2008) Organic carbon sequestration in earthworm burrows. *Soil Biology and Biochemistry*, 40: 1803–1812.
72. Dukić, D. (1980) Klima i vode Jošaničke banje i njene okoline. *Zbornik radova Geografskog instituta PMF*, 27: 43–54.
73. Edwards, C.A., Bohlen, P.J. (1996) *Biology and ecology of earthworms*, 3rd ed. Chapman & Hall, London.
74. Edwards, C.A. (1998) The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. In: Edwards, C.A. (Eds.): *Earthworm Ecology*. St. Lucie Press, Boca Raton.
75. Edwards, C.A. (2004) *Earthworm ecology*. 2nd ed. Chapman & Hall, London, UK.
76. Eggleton, P., Inward, K., Smith, J., Jones, D.T., Sherlock, E. (2009) A six year study of earthworm (Lumbricidae) populations in pasture woodland in southern England

- shows their responses to soil temperature and soil moisture. *Soil Biology and Biochemistry*, 41: 1857–1865.
77. Eisen, G. (1873) Om Skandinaviens Lumbricider. Öfversigt af Kongliga Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar, 30 (8): 43–56.
 78. Enghoff, H. (1994) Geographical parthenogenesis in millipedes (Diplopoda). *Biogeographica*, 70 (1): 25–31.
 79. European Environment Agency, (2017) Climate change impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report. Publications Office of the European Union: Luxembourg.
 80. Fender, W.M. (1982) *Dendrobaena attemsi* in an American greenhouse, with notes on its morphology and systematic position. *Megadrilogica*, 4: 8–11.
 81. Fonte, S.J., Six, J. (2010) Earthworms and litter management contributions to ecosystem services in a tropical agroforestry system. *Ecological Applications*, 20: 1061–1073.
 82. Gardenfor, U. (2003) The challenge of evaluating Red List status for 33000 invertebrate species in Sweden. *Proceedings of In Cardiff*, pp. 17–22.
 83. Gaston, K.J., Fuller, R.A. (2009) The sizes of species' geographic ranges. *Journal of Applied Ecology*, 46 (1): 1–9.
 84. Gates, G.E. (1966) Requiem for megadrile utopias. A contribution toward the understanding of the earthworm fauna of North America. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 79: 239–254.
 85. Gates, G.E. (1969) On two American genera of the earthworm family Lumbricidae. *Journal of Natural History*, 9: 305–307.
 86. Gates, G.E. (1972) Burmese earthworms. An introduction to the systematics of megadrile oligochaetes with special references to south-east Asia. *Transactions of the American Philosophical Society*, 62 (7): 1–326.
 87. Gates, G.E. (1974) Contributions to North American Earthworms. No. 10. Contributions to a revision of the Lumbricidae X: *Dendrobaena octaedra* (Savigny) 1826 with special reference to the importance of its parthenogenetic polymorphism for the importance for the classification of earthworms. *Bull Tall Timbers Res Stn*, 15:57.
 88. Gates, G.E. (1975) Contributions to a revision of the earthworm family Lumbricidae XII. Enterion mammale Savigny, 1826 and its position in the family. – *Megadrilogica*, 2 (1):1–5.
 89. Gates, G.E. (1976) More on earthworm distribution in North America. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 89: 467–476.
 90. Gates, G.E. (1977) Contribution to a revision of the earthworm family Lumbricidae. XX. The genus *Eiseniella* in North America. *Megadrilogica*, 3 (5): 71–79
 91. Gates, G.E. (1982) Farewell to North American Megadriles. *Megadrilogica*, 4 (1-2): 12–77.
 92. Gavinelli, F., Barcaro, T., Csuzdi, C., Blakemore, R. J., Marchan, D.F., ..., Paoletti, M.G. (2018) Importance of large, deep-burrowing and anecic earthworms in forested

- and cultivated areas (vineyards) of northeastern Italy. *Applied Soil Ecology*, 123: 751–774.
93. Gavrilović, S. (1979) Hipsometrija površine reljefa Kopaonika. *Zbornik radova Geografskog instituta PMF Univerziteta u Beogradu*, knjiga 26: 93–103. (на српском)
94. Gerard, B.M. (1964) Lumbricidae (Annelida) with keys and descriptions. *In: Synopses of the British Fauna No. 6. The Linnean Society of London*, pp. 58.
95. Gonzalez, G., Garcia, E., Cruz, V., Borges, S., Zalamea, M. (2007) Earthworm communities along an elevation gradient in Northeastern Puerto Rico. *European Journal of Soil Biology*, 43: 24–32.
96. González, G., Lodge, D.J. (2017) Soil biology research across latitude, elevation and disturbance gradients: A review of forest studies from Puerto Rico during the past 25 Years. *Forests*, 8 (6): 178.
97. Grinnell, J. (1917) The niche-relationships of the california thrasher. *The Auk*, 34, pp. 427–433.
98. Hackenberger D.K., Hackenberger, B.K. (2013) Checklist of the earthworm fauna of Croatia (Oligochaeta: Lumbricidae). *Zootaxa*, 3710 (1): 1–30.
99. Hackenberger, D.K., Hackenberger, B.K. (2014) Earthworm community structure in grassland habitats differentiated by climate type during two consecutive seasons. *European Journal of Soil Biology*, 61: 27–34.
100. Haag, C.R., Ebert, D. (2004) A new hypothesis to explain geographic parthenogenesis. *Annales Zoologici Fennici*, 41: 539–544.
101. Hall, T.A. (1999) BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/ NT. *In: Nucleic acids symposium series (Vol. 41, No. 41).* Information Retrieval Ltd., c1979–c2000, London, pp. 95–98.
102. Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1): 1–9.
103. Hartenstein, R., Neuhauser, E.F., Easton, E.G. (1980) Growth and fecundity of F₂ *Eisenia foetida* derived from F₁s both reared in isolation from birth. *Megadrilogica*, 3 (11): 185–187.
104. Heip, C. (1974) A new index measuring. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 54: 555–557.
105. Hendrix, P.F., Bohlen, P.J. (2002) Exotic earthworm invasions in North America: ecological and policy implications. *Bioscience*, 52: 801–811.
106. Holmstrup, J. (2007) Overgaard, freeze tolerance in *Aporrectodea caliginosa* and other earthworms from Finland. *Cryobiology*, 55 (1): 80–86.
107. Höser, N. (2020) Der Regenwurm *Dendrobaena illyrica* (Cognetti de Martiis, 1906) an der nördlichen und nordwestlichen Grenze seiner Verbreitung (Oligochaeta: Lumbricidae). *Opuscula Zoologica (Budapest)*, 51 (1): 55–66. (на немачком)
108. IBM Corp. (2011) Released, IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. NewYork: IBM Corp, Armonk.

109. Ionescu, C., Hoeck, V. (2004) Mesozoic volcanics from Deleni and other deep wells in the Transylvanian Depression and their relation to those from the South Apuseni Mts. (Romania), *Berichte Institut Erdwissenschaft Karl - Franzens - Universität Graz*, 9: 99–201.
110. ICZN (1999) International code of zoological nomenclature (4th edition). International Trust for Zoological Nomenclature, Natural History Museum, London, p. 306.
111. IUCN (2011) Petitions Subcommittee. Guidelines for using the IUCN red list categories and criteria. Version 9.0. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee.
112. Jaccard, P. (1912) The distribution of the flora in the alpine zone. 1. *New phytologist*, 11 (2): 37–50.
113. Jaenicke, J., Selander, R.K. (1979) Evolution and ecology of parthenogenesis in earthworms. *AmZool*, 19: 729–737.
114. James, S.W. (1998) Earthworms and earth history. In: Edwards, C.A. (Eds.): *Earthworm ecology*. St. Lucie Press, Boca Raton, pp. 3–14.
115. Jänsch, S., Steffens, L., Höfer, H., Horak, F., Roß-Nickoll, ..., Römbke, J. (2013) State of knowledge of earthworm communities in German soils as a basis for biological soil quality assessment. *Soil Organisms*, 85 (3): 215–233.
116. Javidkar, M., Abdoli, A., Ahmadzadeh, F., Nahavandi, Z., Yari, M. (2021) Molecular evidence reveals introduced populations of *Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826) (Annelida, Lumbricidae) with European origins from protected freshwater ecosystems of the southern Alborz Mountains. *Marine and Freshwater Research*, 72: 44–57.
117. Jiménez Pinadero, S., Marchán, D.F., Novo, M., Trigo, D., Domínguez, J., Díaz Cosín, D.J. (2021) Sorry atlanticus, you are not my type: molecular assessment splits *Zophoscolex* (Lumbricidae: Crassicitellata) into French and Iberian genera. *Zoological Journal of the Linnean Society*.
118. Joshi, N.V., Kelkar, B.V. (1952) The role of earthworms in soil fertility. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 22: 189–196.
119. Jouquet, P., Dauber, J., Lagerlof, J., Lavelle, P., Lepage, M. (2006) Soil invertebrates as ecosystem engineers: Intended and accidental effects on soil and feedback loops. *Applied Soil Ecology*, 32: 153–164.
120. Jovanović, R. (1972) Fitocenoze crnog bora na Kopaoniku. *Glasnik Prirodnjačkog muzeja u Beogradu, Serija B*, 27: 11–29. (на српском)
121. Karaman, S. (1968) Über eine neue Regenwurm Art aus Serbian, *Allolobophora kosowensis* Karamann.sp. *Zoologischer Anzeiger*, 181: 50–53. (на немачком)
122. Karaman, S. (1972) Beitrag zur Kenntnis der Oligochaetenfauna Jugoslawiens. *Biološki vestnik*, 20: 95–105. (на немачком)
123. Karaman, S. (1973) Drugi prilog poznavanju kišnih glista Srbije. *Zbornik radova*, 1: 177–182. (на српском)
124. Karaman, S. (1983) The third contribution to the knowledge of the earthworms of Serbia. *Simpozijum o fauni Srbije*, 51–53.

125. Karaman, S. (1987) The fourth contribution to the knowledge of the earthworms of Serbia. *Biosistematika*, 13 (1): 69–72.
126. Karaman, S., Stojanović, M. (1993) Autekološka analiza lumbricida (Oligochaeta) okoline Kragujevca. *Zbornik radova PMF, Kragujevac*, 15: 106–115. (на српском)
127. Karaman, S., Stojanović, M. (1994) Kišne gliste južne Srbije. III Simpozijum o flori Jugoistočne Srbije, Pirot, 185–193. (на српском)
128. Karaman, S., Stojanović, M. (1995) Contribution to the knowledge on the earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) in Montenegro. *Archives of Biological Sciences*, 47 (3–4): 139–143.
129. Karaman, S., Stojanović, M. (1996a) Diverzitet faune kišnih glista Jugoslavije sa posebnim pregledom vrsta od međunarodnog značaja. *Biodiverzitet Jugoslavije*, 285–291. (на српском)
130. Karaman, S., Stojanović, M. (1996b) New earthworm (Oligochaeta, Lumbricidae) records from Serbia (Yugoslavia). *Bios, Greece*, 4: 7–13.
131. Karaman, S., Stojanovic, M. (1998) Biodiversity of Lumbricidal fauna (Oligochaeta, Lumbricidae) in valley meadows in Kragujevac depresion. *Second International Congress of the Biodiversity, Ecology and Conservation of the Balcan Fauna, Ohrid, Macedonia*, pp. 99.
132. Karaman, S., Stojanović, M., Pešić, S. (1998) Promene biodiverziteta lumbricidne faune (Oligochaeta: Lumbricidae) u uslovima sukcesivne smene dolinskih livada Kragujevačke kotline. *Ekologija*, 33: 85–88. (на српском)
133. Karaman, S., Stojanović, M. (2002) Treći prilog poznavanja kišnih glista (Oligochaeta, Lumbricidae) južne i jugoistočne Srbije. 7. Simpozijum o flori jugoistočne Srbije i susednih područja, Dimitrovgrad, 223–225. (на српском)
134. Karamata, S., (2006) The geological development of the Balkan Peninsula related to the approach, collision and compresion of Gondwanan and Euroasian units. *In: Robertson, A.H.F., Mountrakis, D. (Eds.): Tectonic Development of the Eastern Mediterranean Region. Geological Society, London, Special Publication*, 260: 155–178.
135. Karamata, S., Olujić, J., Protić, L., Milovanović, D., Vujnović, L., Popevići, A., Memović, E., Radovanović, Z., Resimićsarić, K. (2000). The western belt of the Vardar Zone - the remnant of a marginal sea. *in: Karamata, S, Janković, S. (Eds.): International Symposium Geology and metallogeny of the Dinarides and the Vardar zone, Banja Luka, Sarajevo, Academy of Sciences and Arts of republika Srpska, Banja Luka*, 131–135.
136. Kasprzak, K. (1979) Oligochaetes of the Pieniny Mountains. III. Earthworms (Lumbricidae). *Fragmenta Fauna*, 24: 81–95.
137. Katoh, K., Standley, D.M. (2013) MAFFT multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability. *Molecular Biology and Evolution*, 30 (4): 772–780.
138. Kattan, G.H., Franco, P. (2004) Bird diversity along elevational gradients in the Andes of Colombia: area and mass effects. *Global Ecology and Biogeography*, 13: 451–458.

139. Kavadir, Y., Ilay, R. (2011) Earthworms and soil structure. *In*: Karaca, A. (Eds.): Biology of earthworms. Springer, Berlin, Germany, 39–50.
140. Kearney, M. (2005) Hybridization, glaciation and geographical parthenogenesis. *Trends Ecol. Evol.* 20: 495– 502.
141. Kharouba H.M., Kerr, J.T. (2010) Just passing through: Global change and the conservation of biodiversity in protected areas. *Biological Conservation*, 143 (5): 1094–1101.
142. Khatiwada, J.R., Zhao, T., Chen, Y., Wang, B., Xie, F. (2019) Amphibian community structure along elevation gradients in eastern Nepal Himalaya. *BMC Ecology*, 19 (1): 1–11.
143. Kim, Y., Seo, C., Hong, S., Lee, S., Eo, S.H. (2019) Altitudinal range–size distribution of breeding birds and environmental factors for the determination of species richness: An empirical test of altitudinal Rapoport’s rule and non–directional rescue effect on a local scale. *PloS One*, 14 (1): e0203511.
144. Klemens, E., Stierhof, T., Dauber, J., Kreimes, K., Wolters, V. (2003) On the quality of soil biodiversity indicators: abiotic and biotic parameters as predictors of soil faunal richness at different spatial scales. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98: 273–283.
145. Kneblsberger, T., Bohn, H. (2003) Geographic parthenogenesis in the subaptera-group of *Phyllodromica* (Blattoptera, Blattellidae, Ectobiinae). *Insect Systematics & Evolution*, 34 (4): 427–452.
146. Körner, C. (2000) Biosphere responses to CO₂ enrichment. *Ecological applications*, 10 (6): 1590–1619.
147. Körner, C. (2007) The use of ‘altitude’ in ecological research. *Trends in ecology & evolution*, 22 (11): 569–574.
148. Kossmat, F. (1924) Geologie der zentralen Balkanhalbinsel. *In*: Mit Einer Übersicht Des Dinarischen Gebirgbau. Verlag Gebrüder Bornträger, Berlin.
149. Kostecka, J., Butt, K.R. (2015) Field and laboratory studies of the earthworm *Dendrobaena alpina*. *Journal of Ecological Engineering*, 16 (5): 213–217.
150. Kostecka, J., Mazur-Pączka, A., Podolak, A., Pączka, G., Garczyńska, M. (2018) Ecomorphological Groups of Earthworms Found in a Beech Wood in the Bieszczady National Park (South-Eastern Poland). *Journal of Ecological Engineering*, 19 (4).
151. Krebs, C.J. (1998) *Ecological methodology*. 2nd ed. New York (NY): Addison–Wesley, Longman Inc. Publishers, Benjamin/Cummings.
152. Kretzschmar, A. (1998) Earthworm interactions with soil organization. *In*: Edwards, C.A. (Eds.): *Earthworm Ecology*. Boca Raton (FL): CRC Press. pp. 163–176.
153. Kwon, T.S., Kim, S.S., Chun, J.H. (2014) Pattern of ant diversity in Korea: An empirical test of Rapoport’s altitudinal rule. *Journal of Asia–Pacific Entomology*, 17 (2): 161–167.
154. Lakušić, D. (1993) Visokoplaninska flora Kopaonika-ekološko-fitogeografska studija. Magistarska teza, Biološki fakultet, Beograd. (на српском)
155. Lavelle P, Spain A. (2001) *Soil Ecology*. Dordrecht (NL): Kluwer Academic Publishers.

156. Lavelle, P., Decaens, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F. (2006) Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, 42: 3–15.
157. Lavelle, P., Pashanasi, B., Charpentier, F., Gilot, C., Rossi, J.P., Derouard, L., Andre, J., Ponge, J.F., Bernier, N. (1998) Large-scale effects of earthworms on soil organic matter and nutrient dynamics. *In*: Edwards, C. (Eds.): *Earthworm ecology*. CRC Press, Boca Raton, Fla. pp. 103–122.
158. Lawton, J. (1999) Are there general laws in ecology? *Oikos*, 84: 177–192.
159. Lawton, J.H., MacGarvin, M., Heads, P.A. (1987) Effects of altitude on the abundance soil macrofauna communities along altitudinal gradient and species richness of insect herbivores on bracken. *Journal of Animal Ecology*, 56: 147–160.
160. Lee, K.E. (1985) *Earthworms. Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use*. Sydney: Academic Press.
161. Lemoine, N., Bauer, H.G., Peintinger, M., Böhning-Gaese, K. (2007) Effects of Climate and Land- Use Change on Species Abundance in a Central European Bird Community. *Conservation Biology*, 21 (2): 495–503.
162. Lewis, W.H. (1980) *Polyploidy/biological relevance*. – Plenum.
163. Lomolino, M.V. (2001) Elevation gradients of species–density: historical and prospective views. *Global Ecology and biogeography*, 10 (1): 3–13.
164. MacArthur, R., Wilson, E. (2001) *The Theory of Island Biogeography*. Princeton: Princeton University Press.
165. Magurran, A.E., Baillie, S.R., Buckland, S.T., Dick, J.M., Elston, D.A., ..., Watt, A.D. (2010) Long-term datasets in biodiversity research and monitoring: Assessing change in ecological communities through time. *Trends in Ecology & Evolution*, 25 (10): 574–582.
166. Mantyka-Pringle, C.S., Martin, T.G., Rhodes, J.R. (2012) Interactions between climate and habitat loss effects on biodiversity: A systematic review and meta-analysis. *Global Change Biology*, 18 (4): 1239–1252.
167. Marchán, D.F., Fernández, R., Novo, M., Cosín, D.J. (2014) New light into the hormogastrid riddle: morphological and molecular description of *Hormogaster joseantonioi* sp. n. (Annelida, Clitellata, Hormogastridae). *ZooKeys*, 414: 1–17.
168. Marchán, D.F., Novo, M., Fernández, R., De Sosa, I., Trigo, D., Cosín, D.J.D. (2016) Evaluating evolutionary pressures and phylogenetic signal in earthworms: a case study—the number of typhlosole lamellae in Hormogastridae (Annelida, Oligochaeta). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 178 (1): 4–14.
169. Marchán, D.F., Fernández, R., de Sosa, I., Sánchez, N., Díaz Cosín, D.J., Novo, M. (2018) Integrative systematic revision of a Mediterranean earthworm family: Hormogastridae (Annelida, Oligochaeta). *Invertebrate Systematics*, 32 (3): 652–671.
170. Marchán, D.F., Csuzdi, C., Decaëns, T., Szederjesi, T., Pizl, V., Domínguez, J. (2021) The disjunct distribution of relict earthworm genera clarifies the early historical biogeography of the Lumbricidae (Crassiclitellata, Annelida). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 59 (8): 1703–1717.

171. Marchán, D.F., Decaëns, T., Domínguez, J., Novo, M. (2022) Perspectives in earthworm molecular phylogeny: recent advances in Lumbricoidea and standing questions. *Diversity*, 14 (1): 30.
172. Martinucci, G., Sala, G. (1979) Lumbricids and soil types in prealpine and alpine woods. *Italian Journal of Zoology*, 46 (4): 279–297.
173. Matevski, D., Cvetkovska–Gjorgjievska, A., Prelić, D., Hristovski, S., Naumova, M. (2020) Distribution and community structure of araneocoenoses (Araneae) along an altitudinal gradient on Kozuf Mountain (North Macedonia). *Biologia*, 75: 1963–1976.
174. Mather, A. (2009) Tectonic setting and landscape development. In *The physical geography of the Mediterranean*. Oxford University Press.
175. Mazur-Pączka, A., Pączka, G., Kostecka, J., Jaromin, M., Garczyńska, M., Podolak, A. (2021) Community structure of Lumbricidae in beech woodland of the Bieszczady National Park, Southeast Poland. *Pedosphere*, 31 (3): 391–397.
176. McCain, C.M., Bracy–Knight, K. (2013) Elevational Rapoport’s rule is not pervasive on mountains: elevational Rapoport’s rule. *Global Ecology and Biogeography*, 22 (6): 750–759.
177. Meléndez-Jaramillo, E., Cantú-Ayala, C., Sánchez-Reyes, U.J., Sandoval-Becerra, F.M., Herrera-Fernández, B. (2019) Altitudinal and seasonal distribution of butterflies (Lepidoptera, Papilionoidea) in Cerro Bufo El Diente, Mexico: Tamaulipas. *ZooKeys*, 900: 31–68.
178. Meshcheryakova, E.N., Berman, D.I. (2014) The cold hardiness and geographic distribution of earthworms (Oligochaeta, Lumbricidae, Moniligastridae). *Zoologicheskii Zhurnal*, 93: 53–56.
179. Межжерін, С.В., Чайка, Ю.Ю., Попов, В.В., Власенко, Р.П., Жалай, О.І., Гарбар, О.В. (2021) Географічний партеногенез на прикладі видових угруповань дощових червів (Oligochaeta, Lumbricidae) відкритих ландшафтів України. Доповіді НАН України. (на українському)
180. Michaelsen, W. (1900) Oligochaeta. *Das Tierreich* X. Friedländer & Sohn, Berlin, pp. 575.
181. Michaelsen, W. (1903) Die geographische Verbreitung der Oligochaeten. Friedländer & Sohn, B. (на німечком)
182. Michaelsen, W. (1911) Zur Kenntnis der Eodrilaceen und ihrer Verbreitungsverhältnisse. *Zoologische Jahrbücher Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere*, 30: 527–572. (на німечком)
183. Michaelsen, W. (1921) Die Verbreitung der Oligochaeten im Lichte der Wegener’schen Theorie der Kontinentenverschiebung und andere Fragen zur Stammesgeschichte und Verbreitung dieser Tiergruppe. *Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg*, 29: 45–79. (на німечком)
184. Michaelsen, W. (1932) Über Höhlen-Oligochaeten. *Mitt. Höh.-u. Karstforsch.*, 1: 1–19. (на німечком)

185. Michaelsen, W. (1933) Die Oligochäetenfauna Surinames. Mit Erörterung der verwandschaftlichen und geographischen Beziehungen der Octocätinen. Tijdschrift der Nederelandsche Dierkundige Vereeniging, 3: 112–130. (на немачком)
186. Michalis, K. (1972) Symvoli is tin meletin to Oligochaeta tis Makedonias. Scientific Annals, Faculty of Physics and Mathematics, University of Thessaloniki, 1–98.
187. Michiels, N.K. (1998) Mating conflicts and sperm competition in simultaneous hermaphrodites. In: Birkhead, R., Moller, A.P. (Eds): Sperm competition and sexual selection. Academic, London, pp. 219–254.
188. Mihailova, P. (1965) Pet vida Lumbricidae (Oligochaeta) novi za faunata na Blgarija. Annuaire de Université de Sofia, Faculté de Biologie, 58: 257–266. (на бугарском)
189. Miljanović, D. (1999) Nacionalni park, (Beograd: Geografski Fakultet, magistarski rad). (National Park). (на српском)
190. Millenium Ecosystem Assessment. (2005) Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute. Washington DC, USA.
191. Miller, M.A., Pfeiffer, W., Schwartz, T. (2010) Creating the CIPRES Science Gateway for 420 inference of large phylogenetic trees. In: Gateway Computing Environments Workshop (GCE), 1–8.
192. Milosavljević, M. (1990). Klimatologija. Naučna knjiga, Beograd. (на српском)
193. Milutinović, T., Avramović, A., Pešić, S., Blesić, B., Stojanović, M., Bogdanović, A.M. (2010) Contribution to the knowledge of pedofauna in Šumadija (Central part of Serbia). Biotechnology & Biotechnological Equipment, 24 (2): 628–635.
194. Milutinović, T. (2014) Zoogeografija, diverzitet i konzervacioni status Lumbricidae (Annelida) Zapadne Srbije. Ph.D. thesis, University of Kragujevac, Serbia. (на српском)
195. Milutinović, T., Tsekova, R., Milanović, J., Stojanović, M. (2013) Distribution, biogeographical significance and status of *Lumbricus meliboeus* Rosa, 1884 (Oligochaeta, Lumbricidae) at the European scale: first findings in Serbia and in Bulgaria. North-Western Journal of Zoology, 9 (1): 063–069.
196. Milutinović, T., Milanović, J., Stojanović, M. (2015a) Application of species richness estimators for the assessment of earthworm diversity. Journal of Natural History, 49 (5–8): 273–283.
197. Milutinović, T., Milanović, J., Stojanović, M. (2015b) Threat status and distribution of the endemic species *Allolobophora kosowensis kosowensis* Karaman, 1968 (Oligochaeta, Lumbricidae) in the Balkans. Journal of Natural History, 49 (5–8): 471–481.
198. Mišić, V., Popović, M. (1954) Beech and spruce forest of Kopaonik. Archive of Biology Sciences (Beograd), 6: 12.
199. Mišić, V., Popović, M., Čolić, D. (1972) Individualni varijabilitet smrče (*Picea excelsa* L.) na Kopaoniku. Glasnik Prirodnjačkog muzeja Beograd, B 27: 51–61. (на српском)
200. Mišić, V., Popović, M., Čolić, D. (1973) Grupni varijabilitet smrče (*Picea excelsa* L.) na Kopaoniku. Glasnik Prirodnjačkog muzeja, Beograd, B 28: 41–60. (на српском)

201. Mišić, V., Jovanović, B. (1983) Mešovite šume bukve, jele i smrče (*Piceto-Abietum-Fagetum*) u Srbiji i njen značaj. *Zaštita prirode*, 36: 33–47. (на српском)
202. Misirlioğlu, M. (2008) Some earthworm records from Anatolia (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*). *Turkish Journal of Zoology*, 32: 469–471.
203. Misirlioğlu, M., Stojanović, M., Tsekova, R. (2018) Species richness of the earthworm fauna (*Clitellata*: *Acanthodrilidae*, *Lumbricidae*) of the marmara region in Turkey: Zoogeographical overview. *North–Western Journal of Zoology*, 14 (2): 259–264.
204. Misirlioğlu, İ.M., Stojanović, M. (2020) *Dendrobaena attemsi* (Michaelson, 1902) (*Clitellata*, *Megadrili*) on the Balkan Peninsula and Anatolia: distribution and biogeographical significance. *Opuscula Zoologica (Budapest)*, 51 (2): 123–131.
205. Monge-Nájera, J. (2008) Ecological biogeography: a review with emphasis on conservation and the neutral model biogeografía ecológica: revision con enfasis en conservacion y el" modelo neutral". *Gayana (Concepción)*, 72 (1): 102–112.
206. Moore, J.D., Görres, J.H., Reynolds, J.W. (2018) Exotic Asian pheretimoid earthworms (*Amyntas* spp., *Metaphire* spp.): Potential for colonisation of south–eastern Canada and effects on forest ecosystems. *Environmental Reviews*, 26 (2): 113–120.
207. Morecroft, M.D., Bealey, C.E., Beaumont, D.A., Benham, S., Brooks, D.R., ..., Watson, H. (2009) The UK Environmental Change Network: Emerging trends in the composition of plant and animal communities and the physical environment. *Biological Conservation*, 142 (12): 2814–2832.
208. Monroy, F., Aira, M., Velando, A., Domínguez, J. (2003) Have spermatophores in *Eisenia fetida* (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) any reproductive role? *Pedobiologia*, 47: 526–529.
209. Mršić, N., Šapkarev, J. (1988) Revision of the genus *Allolobophora* Eisen, 1874 (sensu Pop, 1941) (*Lumbricidae*, *Oligochaeta*). *Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium*, 19: 1–38.
210. Mršić N. (1991) Monograph on earthworms (*Lumbricidae*) of the Balkans (Part I & II). Ljubljana: Slovenska akademija znanosti in umetnosti.
211. Muys, B., Granval, P. (1997) Earthworms as bio–indicators of forest site quality. *Soil Biology and Biochemistry*, 29: 323–328.
212. Navarro, A.M., Pinadero, S.J., Decaëns, T., Hedde, M., Novo, M., Trigo, D., Marchán, D. F. (2023) Catch-All no more: Integrative systematic revision of the genus *Allolobophora* Eisen, 1874 (*Crassiclitellata*, *Lumbricidae*) with the description of two new relict earthworm genera. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*.
213. Nicolson, D., Csuzdi, C. (2018) Solving a nomenclatural conundrum: *Cernosvitovia crainensis* (Mršić, 1989) and *Aporrectodea macvensis* Šapkarev in Mršić, 1991 (*Lumbricidae*). *Zootaxa*, 4496 (1):156–159.
214. Novo, M., Almodóvar, A., Fernández, R., Giribet, G., Díaz Cosín, D.J. (2011) Understanding the biogeography of a group of earthworms in the Mediterranean basin – The phylogenetic puzzle of *Hormogastridae* (*Clitellata*: *Oligochaeta*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 61 (1): 125–135.

215. Nufio, C.R., McGuire, C.R., Bowers, M.D., Guralnick, R.P. (2010) Grasshopper community response to climatic change: variation along an elevational gradient. PLoS One, 5 (9): e12977.
216. Omodeo, P. (1951) Corredo cromosomico e spermatogenesi aberrante in *Allolobophora caliginosa trapezoides*. Bolletino di Zoologia, 18: 27–39.
217. Omodeo, P. (1952) Materiali zoologici raccolti dal Dr. Marcuzzi sulle Alpi Dolomitiche Archivio Zoologico Italiano, 37: 29–59. (на италијанском)
218. Omodeo, P. (1954) Alcuni lombrichi delle Alpi Venete e della Costa Orientale dell'Adriatico. Atti. Mus. civ. Storia nat. Trieste, 19: 121–135. (на италијанском)
219. Omodeo, P. (1956) Contributo alla revisione dei Lumbricidae. Archivio Zoologico Italiano, 41: 129–212. (на италијанском)
220. Omodeo, P. (1961). Oligocheti della Francia meridionale e di località limitrofe. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 9: 67–95. (на италијанском)
221. Omodeo, P. (1963) Distribution of the terricolous Oligochaetes on the two shores of the Atlantic. In: Love, A., Love, D. (Eds.): North Atlantic Biota and their History. Pergamon Press London, pp. 127–151.
222. Omodeo, P., Martinucci, G.B. (1987) Comparison of the earthworm fauna of some oak forests in Italy and Algeria. In: Bonvicini Pagliai, A.M., Omodeo, P. (Eds.): On earthworms. Selected symposia and monographs U.Z.I., Vol. 2. Mucchi (I): Modena. pp. 225–234.
223. Omodeo, P. (1988) The genus *Eophila* (Lumbricidae, Oligochaeta). Bolletino di Zoologia, 55: 73–88. (на италијанском)
224. Omodeo, P., Rota, E. (1989) Earthworms of Turkey. Bollettino di Zoologia, 56: 167–199.
225. Omodeo, P., Rota, E. (1991) Earthworms of Turkey II. Italian Journal of Zoology, 58: 171–181.
226. Omodeo, P., Rota, E. (1999) Biogeographical patterns of terricolous oligochaetes in Turkey (Annelida: Clitellata: Lumbricidae, Enchytraeidae). Biogeografia, 20: 62–79.
227. Omodeo, P. (2000) Evolution and biogeography of megadriles (Annelida, Clitellata). Italian Journal of Zoology, 67: 179–201.
228. Omodeo, P., Rota E., Baha, M. (2004) The megadrile fauna (Annelida: Oligochaeta) of Maghreb: a biogeographical and ecological characterization. Pedobiologia, 47: 458–465.
229. Ostojić, D, Krstevski, B, Dinić, A, Petković, A. (2018) Vegetacijske karakteristike šumskih ekosistema u Nacionalnom parku Kopaonik, sa osvrtom na šume u režimu zaštite I stepena Forestry. Šumarstvo. 3: 179–194. (на српском)
230. Örley, L. (1885) A palaearktikus övben élő Terrikoláknak revíziója és elterjedése. Értekezések a Természettudományok Köréből, Magyar Akad., 15 (18): 1–34.
231. Pamić, J. (2002) The Sava-Vardar Zone of the Dinarides and Hellenides versus the Vardar Ocean. Eclogae Geologicae Helvetiae, 94: 1–15.

232. Paoletti, M.G., Sommaggio, D., Fusaro, S. (2013) Proposta di indice di qualità biologica del suolo (QBS-e) basato sui lombrichi e applicato agli agroecosistemi. *Biologia Ambientale*, 27 (2): 25–43. (на италијанском).
233. Paoletti, M.G., Blakemore, R.J., Csuzdi, C., Dorigo, L., Dreon, A.L., ..., Alba-Tercedor, J. (2016) Barcoding *Eophila crodabepis* sp. nov. (Annelida, Oligochaeta, Lumbricidae), a Large Stripy Earthworm from Alpine Foothills of Northeastern Italy Similar to *Eophila tellinii* (Rosa, 1888). *PLoS ONE*, 11 (3).
234. Parker, E.D., Jr. Niklasson, M. (2000) Genetic structure and evolution in parthenogenetic animals. In: Singh, R.S., Krimbas, C.B. (Eds.): *Evolutionary genetics from molecules to morphology*. Cambridge University Press, pp. 456–474.
235. Perel, T.S. (1968) The structure of muscle bundles in earthworms as systematic and phylogenetic character. *Zoologicheski Zhurnal*, 47: 200–211. (на руском)
236. Perel, T.S. (1976) A critical analysis of the Lumbricidae genera system (with key to the USSR fauna genera). *Revue d'écologie et de Biologie du Sol*, 13: 635–643.
237. Perel, T.S. (1979) Range and regularities in the distribution of earthworms of the USSR fauna. Nauka, Moscow.
238. Pérez Onteniente, A., Rodríguez, B.C. (2002) Three new species of earthworm (Annelida: Oligochaeta: Lumbricidae), from the Valencian Community, Spain. *Journal of Natural History*, 36: 515–530.
239. Pérez Onteniente, A. (2012) Lombrices raras y endémicas de la provincia de Castellón (España). (на шпанском)
240. Pérez-Losada, M., Ricoy, M., Marshall, J.C., Domínguez, J. (2009) Phylogenetic assessment of the earthworm *Aporrectodea caliginosa* species complex (Oligochaeta: Lumbricidae) based on mitochondrial and nuclear DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 52 (2): 293–302.
241. Pérez-Losada, M., Breinholt, J.W., Porto, P.G., Aira, M., Domínguez, J. (2011) An earthworm riddle: systematics and phylogeography of the Spanish lumbricid *Postandrilus*. *PLoS ONE*, 6 (11): e28153.
242. Pérez-Losada, M., Breinholt, J.W., Aira, M., Domínguez, J. (2015) An updated multilocus phylogeny of the Lumbricidae (Annelida: Clitellata: Oligochaeta) earthworms. *Journal of Phylogenetics & Evolutionary Biology*, 3 (1): 1–4.
243. Pey B., Laporte M.-A., Nahmani J., Auclerc A., Capowiez Y., ..., Hedde, M. (2014) A thesaurus for soil invertebrate trait-based approaches. *PLoS ONE*, 9 (10): e108985.
244. Pielou, E.C. (1966) The measurement of diversity in different types of biological collection. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131–144.
245. Plisko, J.D., Nxele, T.C. (2015) An annotated key separating foreign earthworm species from the indigenous South African taxa (Oligochaeta: Acanthodrilidae, Eudrilidae, Glossoscolecidae, Lumbricidae, Megascolecidae, Microchaetidae, Ocnerodrilidae and Tritogeniidae). *African Invertebrates*, 56 (3): 663–708.
246. Pop, V. (1938) Neue Lumbriciden aus Rumänien. *Buletinul Societatii de Stiinte din Cluj*, 9: 134–152.

247. Pop, V. (1941) Zur Phylogenie und Systematik der Lumbriciden. Zoologische Jahrbücher Abtheilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere, 74: 487–522.
248. Pop, V. (1943) Das Verwandtschaftsverhältnis zwischen *Dendrobaena platyura* (Fitzinger) und *Octolasion montanum* Černosvitov (Oligochaeta). Zoologischer Jahrbücher, Abteilung für Systematik und Geographie der Tiere, 76: 397–412.
249. Pop, V. (1948) *Allolobophora mehadiensis* Rosa var. *boscaiui*, une nouvelle variété de Lumbricide et ses affinités. Buletinul Societății de Științe din Cluj, 10: 104–109.
250. Pop, V. (1949) Lumbricidele din România. Analele Academiei Republicii Populare Române Secțiunea de Științe Geologice, Geografice și Biologie, 1: 383–505.
251. Pop, V. (1969) Les lumbricides cavernicoles de la collection biospéologie. Archives de Zoologie Experimentale et Generale, 109: 229–256.
252. Pop, V. (1978) *Allolobophora zarandensis* sp. n. (Oligochaeta, Lumbricidae) from the Romanian western Carpathians. Trav. Mus. Hist. Nat. Grigore Antipa, 19: 251–253.
253. Pop, V.V. (1997) Earthworm–vegetation–soil relationships in the Romanian Carpathians. Soil Biology and Biochemistry, 29 (3–4): 223–229.
254. Pop, A.A., Wink, M., Pop, V.V. (2003) Use of 18S, 16S rDNA and cytochrome c oxidase sequences in earthworm taxonomy (Oligochaeta, Lumbricidae): The 7th international symposium on earthworm ecology·Cardiff·Wales·2002. Pedobiologia, 47: 428–433.
255. Pop, A.A., Cech, G., Csuzdi, C., Wink, M., Pop, V.V. (2005) An attempt to reconstruct the molecular phylogeny of the genus *Allolobophora* Eisen, 1874 (sensu lato, Pop, 1941) using 16S rDNA and COI sequences (Oligochaeta, Lumbricidae). In: Pop, V.V., Pop, A.A. (Eds.): Advances in Earthworm Taxonomy II Cluj. University Press, Cluj–Napoca. pp. 155–165.
256. Pop, V., Pop, A., Csuzdi, C. (2007) An updated viewpoint on the earthworm communities with the *Dendrobaena alpine* species group (Oligochaeta, Lumbricidae) from the South-Eastern Carpathians. European Journal of Soil Biology, 43: 53–56.
257. Pop, A.A., Csuzdi, C., Wink, M., Pop, V.V. (2008) Molecular taxonomy and phylogeny of the genera *Octolasion* Örley, 1885, *Octodrilus* Omodeo, 1956 and *Octodriloides* Zicsi, 1986 (Oligochaeta, Lumbricidae) based on nucleotide sequences of mitochondrial 16S rDNA and COI genes. In: Pavlíček, T., Cardet, P. (Eds.): Advances in earthworm taxonomy III. (Annelida, Oligochaeta). The Environment of Service of the Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment of Cyprus, Nicosia, pp.109–125.
258. Pop, A.A., Pop, V.V., Csuzdi, C. (2010) Significance of the Apuseni Mountains (the Carpathians) in the origin and distribution of Central European earthworm fauna. Zoology in the Middle East, 51 (2): 89–110.
259. Popović, M. (1965) Dinamika organske produkcije bukve (*Fagus moesiaca* Domin, Maly, Czechtott) u različitim fitocenoza na Kopaoniku. Ph.D. thesis, Faculty of Forestry of Belgrade, Serbia. (на српском)
260. Popović, F., Stojanović, M., Trakić, T., Sekulić, J., Sekulić, S., Tsekova R. (2020) New records of earthworms (Annelida: Clitellata) from the Kopaonik Mountain, with

- the first finding of *Allolobophora treskavicensis* (Mršić, 1991) in Serbia. *Acta Zoologica Bulgarica*, Supplement 15, p. 61–70.
261. Popović, F., Stojanović, M., Domínguez, J., Sekulić, M., Trakić, B., Marchán, F. (2022a) Molecular analysis of five controversial Balkanic species of *Allolobophora* (sensu lato) Eisen, 1873 (Lumbricidae, Clitellata) with emendation of the genus *Cernosvitovia* Omodeo, 1956. *Zootaxa*, 5116 (3): 351–372.
262. Popović, F., Stojanović, M., Sekulić, J., Radosavljević, S., Trakić, T. (2022b) New records of Serbian “archaic” and endemic earthworm *Allolobophora* (sensu lato) *paratuleskovi* (Šapkarev, 1975): geographic range size and biogeographic significance. *North-Western Journal of Zoology*, 18(1): 91–94.
263. Popović, F., Stojanović, M., Radosavljević, S., Trakić, T., Sekulić, J. (2022c) Earthworm community structure along altitudinal gradients on the western slopes of Kopaonik Mountain in Serbia. *Turkish Journal of Zoology*, 46 (1): 103–114.
264. Popovic, F., Stojanovic-Petrović, M., Trakić, T., Sekulić, J. (2022d) Earthworms (Annelida: Oligochaeta, Lumbricidae) of the Kopaonik National Park (Serbia). *Kragujevac Journal of Science*, 44: 219–230.
265. Popović, F., Trakić T., Stojanović M., Sekulić J. (2023) A new record of *Dendrobaena serbica* Karaman, 1973 (Clitellata; Lumbricidae) from Serbia. 2nd International Conference on Chemo and Bioinformatics, Kragujevac Serbia, Book of Proceedings, p. 284–287.
266. Popović F., Stojanović M., Sekulić J., Trakić T. (2024) Synonymy between two little-known Balkan endemic species within the genus *Allolobophora* Eisen, 1873, sensu lato (Clitellata: Lumbricidae). *Acta Zoologica Bulgarica*, 76 (1): 139–142.
267. Porco, D., Decaëns, T., Deharveng, L., James, S.W., Skarzynski, D., Erséus, C., Hebert P.D. (2013) Biological invasions in soil: DNA barcoding as a monitoring tool in a multiple taxa survey targeting European earthworms and springtails in North America, *Biol. Invasions* 15 (4): 899–910.
268. Pralong, J. P. (2005) A method for assessing tourist potential and use of geomorphological sites. *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 11 (3): 189–196.
269. Qiu, J.P., Bouché, M.B. (1998a) Révision des taxons supraspécifiques de Lumbricoidea. *Documents Pedozoologiques & Integrologiques*, 3: 179–216. (на французском)
270. Qiu, J.P., Bouché, M.B. (1998b) La decouverte de *Postandrilus* gen. nov. (Oligochaeta: Lumbricidae) et remarques sur la reproduction des lombriciens. *Documents Pedozoologiques & Integrologiques*, 4: 65–72. (на французском)
271. Qiu, J.P., Bouché, M.B. (1998c). *Zophoscolex*, un nouveau genre de Lumbricidae (Annelida: Oligochaeta) d’Iberie et de France. *Documents Pedozoologiques & Integrologiques*, 4: 20–36. (на французском)
272. Qiu, J.P., Bouché, M.B. (2000) Contribution á la révision des Lumbricoidea (Annelida: Oligochaeta). Une nouvelle sous-espece du genre *Fitzingeria* Zicsi, 1978. *Documents pedozoologiques & integrologiques*, 4: 98–101. (на французском)
273. Radović, J., Radović, M. (2015) Kopaonik-vodič. Nacionalni park Kopaonik. 3–239.

274. Radosavljević S., Popović F., Stojanović M., Sekulić J., Trakić T. (2024) Diversity and Zoogeographic Affinities of Earthworms (Clitellata: Lumbricidae) in Kosovo and Metohia. *Acta Zoologica Bulgarica*, 76 (1): 23–33.
275. Rajevski, L., Borisavljević, L.J. (1956) Šume donjeg brdskog pojasa Kopaonika. Institut za ekologiju i biogeografiju. Zbornik radova, Beograd, 7 (7): 3–34.
276. Rahbek, C. (1995) The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? *Ecography*, 18: 200–205.
277. Rahbek, C. (1997) The relationship among area, elevation, and regional species richness in neotropical birds. *American Naturalist*, 149: 875–902.
278. Remy, P. (1953) Description des grottes Yugoslaves. Glasnik Prirodnjačkog Muzeja Srbije, Beograd, 5–6.
279. Reynolds, J.W. (2021) The Earthworms (Lumbricidae, Megascolecidae and Sparganophilidae) in Canada (ii+ 185 pp). Canada Food Inspection Agency.
280. Reynolds J.W. (1995) Status of exotic earthworm systematic and biogeography in North America. In: Hendrix, P.F. (Eds.): Earthworm ecology and biogeography in North America. Lewis publishers, Boca Raton. pp. 1–27.
281. Reynolds, J.W. (1973) The earthworms of Rhode Island (Oligochaeta, Lumbricidae). *Megadrilogica*, 1 (6): 1–4.
282. Robertson, A.H.F., Karamata, S. (1994) The role of subduction accretion processes in the tectonic evolution of the Mesozoic Tethys in Serbia. *Tectonophysics*, 234: 73–94.
283. Robertson, A.H.F., Mountrakis, D. (2006) Tectonic development of the Eastern Mediterranean region an introduction, in: Tectonic development of the Eastern Mediterranean region, London: Geological Society of London, Special Publications.
284. Robertson, A.H.F., Trivić, B., Djerić, N., Bucur, I. (2013) Tectonic development of the Vardar ocean and its margins: Evidence from the Republic of Macedonia and Greek Macedonia. *Tectonophysics*, 595: 25–54.
285. Ronquist, F., Huelsenbeck, J.P. (2003) MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under 418 mixed models. *Bioinformatics*, 19 (12): 1572–1574.
286. Rosa, D. (1893) Revisione dei lumbricidi. *Memoire della Reale Academia delle Scienze di Torino (Serie 2)*, 43: 399–477. (на италијанском)
287. Rosa, D. (1897) Nuovi lombrichi dell'Europa orientale (Seconda serie). *Bolletino dei Musei di Zoologia ed Anatomia Comparata della Reale Universita di Torino*, 12 (269): 1–5. (на италијанском)
288. Rosenbaum, G., Lister, G. S., Duboz, C. (2002) Relative motions of Africa, Iberia and Europe during Alpine orogeny. *Tectonophysics*, 359 (1-2): 117–129.
289. Rosenzweig, M. (1995) Species Diversity in Space and Time. Cambridge: Cambridge University Press. 12.
290. Rota, E., de Jong, Y. (2015) Fauna Europaea: Annelida–Terrestrial Oligochaeta (Enchytraeidae and Megadrili), Aphanoneura and Polychaeta. *Biodiversity Data Journal*, 3: e5737.
291. Rožen, A., Mysłajek, R.W., Sobczyk, L. (2013) Altitude versus vegetation as the factors influencing the diversity and abundance of earthworms and other soil

- macrofauna in montane habitat (Silesian Beskid Mts, Western Carpathians). *Polish Journal of Ecology*, 61 (1): 145–156.
292. Saccani, E., Beccaluva, L., Photiades, A., Zeda, O. (2011) Petrogenesis and tectono magmatic significance of basalts and mantle peridotites from the Albanian Greek ophiolites and sub-ophiolite mélanges. New constraints for the Triassic Jurassic evolution of the Triassic-Jurassic evolution of the Neo-Tethys in Dinaride sector. *Lithos*, 227–242.
293. Sala, O.E., Chapin, F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., Wall, D.H. (2000) Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287 (5459): 1770–1774.
294. Salomé, C., Guenat, C., Bullinger-Weber, G., Gobat, J.M., Le Bayon, R.C. (2011) Earthworm communities in alluvial forests: influence of altitude, vegetation stages and soil parameters. *Pedobiologia*, 54: 89–98.
295. Sanchez-de Leon, Y., Johnson-Maynard, J. (2009) Dominance of an invasive earthworm in native and non-native grassland ecosystems, *Biol. Invasions*, 11 (6): 1393–1401.
296. Sanders, N.J., Moss, J., Wagner, D. (2003) Patterns of ant species richness along elevational gradients in an arid ecosystem. *Global ecology and biogeography*, 12 (2): 93–102.
297. Satchell, J.E. (1967) Lumbricidae. In: Burges, A., Raw, F. (Eds.): *Soil Biology*. Academic Press, New York, pp. 259–322
298. Schelfhout, S., Mertens, J., Verheyen, K., Vesterdal, L., Baeten, L., Muys, B., De Schrijver, A. (2017) Tree species identity shapes earthworm communities. *Forests*, 8 (3): 85.
299. Scheu, S. (1995) Mixing of litter and soil by earthworms: effects on carbon and nitrogen dynamics—a laboratory experiment. *Acta Zoologica Fennica*, 196: 33–40.
300. Schmid, S.M., Bernoulli, D., Fügenschuh, B., Maţenco, L., ..., Ustaszewski, K. (2008) The Alpine–Carpathian–Dinaridic orogenic system: correlation and evolution of tectonic units. *Swiss Journal of Geosciences*, 101: 139–183.
301. Schmid, S.M., Fügenschuh, B., Kounov, A., Maţenco, L., Nievergelt, P., ..., van Hinsbergen, D.J.J. (2020) Tectonic units of the Alpine collision zone between Eastern Alps and western Turkey. *Gondwana Res.*, 78: 308–374.
302. Schwarz, G. (1978) Estimating the dimension of a model. *Annals of Statistics*, 6 (2): 461–464.
303. Sekulić, J. (2017) Faunistička i ekotoksikološka studija Lumbricidae (Annelida: Oligochaeta) centralne Srbije. Ph.D. thesis, Faculty of Science, University of Kragujevac, Serbia. (на српском)
304. Sekulić, J., Stojanović, M., Trakić, T., Radosavljević, S., Popović, F. (2021) Diversity of earthworms (Clitellata: Lumbricidae) from Serbian side of Šar mountain. 1st International Conference on Chemo and Bioinformatics, Kragujevac, Serbia. *Book of Proceedings*, 198–201.

305. Shannon, C.E., Weaver, W.W. (1963) The mathematical theory of communications. Urbana (IL): University of Illinois Press.
306. Shrikhande, J.G., Pathak, A.N. (1951) A comparative study of the physico-chemical characters of the castings of different insects. Indian Journal of Agricultural Sciences, 21: 401–407.
307. Sims, R. W., Gerard, B. M. (1985) Earthworms: keys and notes for the identification and study of the species (Vol. 31). Brill Archive.
308. Sims, R.W., Gerard, B.M. (1999) Earthworms: Notes for the Identification of British Species. 4th ed. Shrewsbury (UK): The Linnean Society of London & The Estuarine & Coastal Sciences Association by Field Studies Council.
309. Smailagić, J. (1995). Klima Kopaonika. Beograd: RHMZ Srbije, (на српском)
310. Southwood, T.R.E. (1978) Ecological Methods. London (UK): Chapman and Hall.
311. Stevens, G.C. (1989) The latitudinal gradient in geographical range: how so many species coexist in the tropics, The American Naturalist, 133 (2): 240–256.
312. Stojanović, M. (1996) Faunističko-ekološka studija Lumbricida (Oligochaeta) Srbije. Ph.D. thesis, Faculty of Science, University of Kragujevac, Serbia. (на српском)
313. Stojanović, M., Karaman, S. (2003) *Dendrobaena veneta zebra* (Michaelsen, 1902), a new subspecies in the fauna of Serbia. Archives of Biological Science, 55 (3–4): 29–30.
314. Stojanović, M., Karaman, S. (2006) Threat status and distribution of the earthworm genus *Helodrilus* Hoffmeister, 1845; sensu Zicsi 1985, on the Balkans and the neighbouring regions. Biodiversity and Conservation, 15: 4601–4617.
315. Stojanović, M., Karaman, S. (2007) Distribution of endemic species from the earthworm genus *Serbiona* (Oligochaeta, Lumbricidae) in Serbia. Archives of Biological Sciences, 59 (2): 23–24.
316. Stojanović, M., Milutinović, T., Karaman, S. (2008) Earthworm (Lumbricidae) diversity in the Central Balkans: An evaluation of their conservation status. European Journal of Soil Biology, 44: 54–67.
317. Stojanović, M., Milutinović, T. (2013) Checklist of earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) from Montenegro: Diversity and biogeographical review. Zootaxa, 3710 (2): 147–164.
318. Stojanović, M., Tsekova, R., Pesić, S., Milanović, J., Milutinović, T. (2013) Diversity and a biogeographical review of the earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) of the Balkan Mountains (Stara Planina Mountains) in Serbia and Bulgaria. Turkish Journal of Zoology, 37 (5): 635–642.
319. Stojanović, M., Milutinović, T. (2014) The earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) of the Pannonian region of Serbia, Vojvodina Province: Zoogeography and Diversity. North-Western Journal of Zoology, 10 (2): 305–313.
320. Stojanović, M., Tsekova, R., Milutinović, T. (2014) Distribution of *Lumbricus friendi* Cognetti de Martiis, 1904 (Oligochaeta, Lumbricidae) at the European scale: First findings in Serbia. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 20 (1): 110–112.

321. Stojanović, M., Sekulić, J., Trakić, T. (2017) Distribution and threat status of endemic earthworm *Allolobophora dofleini* (Oligochaeta, Lumbricidae) on the Balkan Peninsula. North–Western Journal of Zoology, 13 (1): 136–143.
322. Stojanović, M., Sekulić, J., Trakić, T. (2017a) A nonparametric approach in quantifying species richness of Lumbricidae in East Serbia, Balkan Peninsula. Turkish Journal of Zoology, 41: 487–494.
323. Stojanović, M., Sekulić, J., Trakić, T. (2017b) Distribution and threat status of endemic earthworm *Allolobophora dofleini* (Oligochaeta, Lumbricida) on the Balkan Peninsula. North-Western Journal of Zoology, 13 (1): 136–143.
324. Stojanović, M., Sekulić, J., Trakić, T. (2018) Checklist of earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) from Serbia: a review. Zootaxa, 4496 (1): 124–155.
325. Stojanović, M., Sekulić, J., Trakić, T. (2019) New and additional records of earthworms (Annelida: Clitellata) from Central Serbia: First finding of *Bimastos parvus* (Eisen 1874) in Serbia. Biologia, 74: 269–278.
326. Stojanović, M., Tsekova, R., Trakić, T., Sekulić, J. (2020) On the presence of the endemic earthworm *Dendrobaena rhodopensis* (Černosvitov, 1937) in the Balkan Peninsula: biogeographical consideration and conservation status. North-Western Journal of Zoology, 16 (1).
327. Stojanović–Petrović, M., Trakić, T., Sekulić, J. (2020). Kišne gliste (Oligochaeta: Lumbricidae) Srbije. Univerzitet u Novom Sadu, p. 276. (на српском).
328. Sutherland, W.J. (2000) The Conservation Handbook. Research, Management and Policy. Blackwell Science, Cambridge.
329. Svetlov, P.G. (1924) Beobachtungen über Oligochaeten des gouv. Perm. I. Zur Systematik, Fauna und Oekologie der Regenwürmer. Bulletin Institut Res. Biol. Perm, 2 (8): 313–328.
330. Szederjesi, T., Csuzdi, C. (2012) New earthworm species and records from Albania (Oligochaeta, Lumbricidae). Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 58 (3): 259–274.
331. Szederjesi, T. (2013) New earthworm records from the former Yugoslav countries (Oligochaeta: Lumbricidae). Opuscula Zoologica Budapest, 44 (1): 61–76.
332. Szederjesi, T., Pop, V., Marton, O., Krízsik, V., Csuzdi, C. (2016) The *Allolobophora sturanyi* species group revisited: Integrated taxonomy and new taxa (Clitellata: Megadrili). Opuscula Zoologica (Budapest), 47 (1): 87–92.
333. Szederjesi, T. (2017) The first combined checklist of earthworms of the Northeastern Mediterranean region (Clitellata: Megadrili). Opuscula Zoologica Budapest, 48(2): 77–116.
334. Szederjesi, T., Pop, V.V., Pavliček, T., Marton, O., Krízsik, V., Csuzdi, C. (2018) Integrated taxonomy reveals multiple species in the *Dendrobaena byblica* (Rosa, 1893) complex (Oligochaeta: Lumbricidae). Zoological Journal of the Linnean Society, 182 (3): 500–516.
335. Szederjesi, T. (2023) Checklist of the earthworms of Albania (Oligochaeta: Lumbricidae). Zootaxa, 5255(1): 23–37.

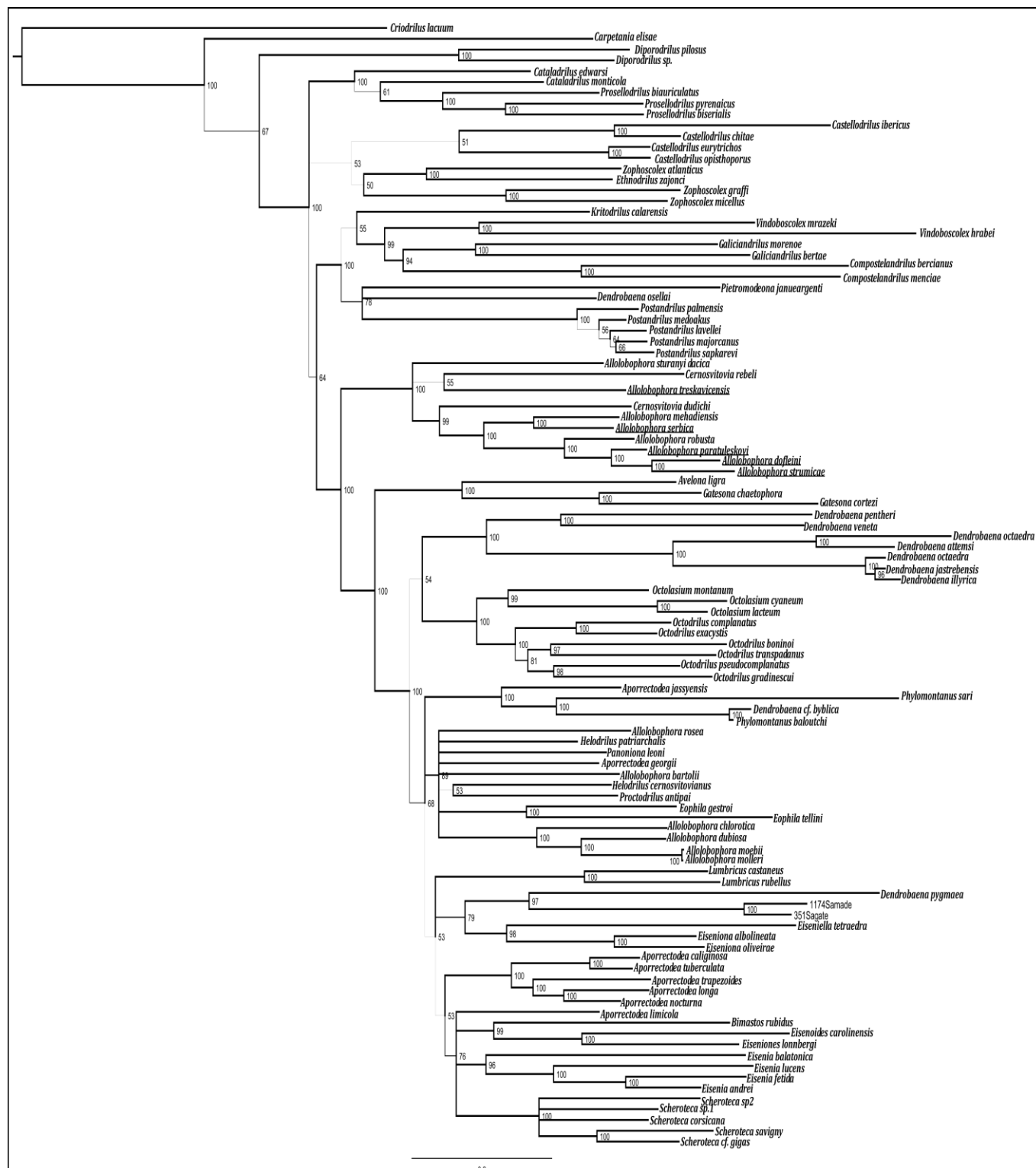
336. Szűts, A. (1913) Die Archaeo- und Neolumbricinen. Zoologischen Anzeiger, 42: 337–351.
337. Šapkarev, J. (1971) Neue Regenwürmer (Oligochaeta: Lumbricidae) aus Mazedonien. Fragmenta Balcanica, 8: 149–164. (на немачком)
338. Šapkarev, J. (1972): Beitrage zur Kenntnis der Lumbricidenfauna Jugoslawiens. Archives of Biological Sciences, 24 (1–2): 73–86. (на немачком)
339. Šapkarev, J. (1973) The fauna of earthworms of Macedonia. 4. The earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) of the valley of Strumica. Godišen zbornik PMF, 25: 41–49.
340. Šapkarev J (1975) Eine neue Regenwurm–Art aus Serbien, Jugoslawien (*Allolobophora paratuleskovi* n.sp.). Godišen Zbornik PMF, 27–28: 55–58. (на немачком)
341. Šapkarev, J. (1977) Contribution to the knowledge of earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) from Slovenia, Yugoslavia. Godišen zbornik PMF, 30: 47–56.
342. Šapkarev, J. (1978) Fauna de Macedonie IV. (Oligochaeta-Annelida). Natural History Museum, Skopje.
343. Šapkarev, J. (1980) Prilog poznavanju kišnih glista (Lumbricidae) SR Srbije. Zbornik radova faune Srbije, 1: 165–179. (на српском)
344. Šapkarev, J. (1983) The fauna of earthworms (Lumbricidae) and leeches (Hirudinea) from Maleš and Pijanec. Macedonian Academy of Sciences and Arts, 89–104.
345. Šapkarev, J. (1986) Earthworm fauna of Bulgaria (Oligochaeta: Lumbricidae). Fragmenta Balcanica, 13: 77–94.
346. Šapkarev, J. (1989) Description of new species of earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) from Yugoslavia. Macedonian Academy of Sciences and Arts, 7 (1–2): 33–36.
347. Šapkarev, J. (1991) A new subspecies of *Allolobophora dofleini* Ude, 1922 (Oligochaeta: Lumbricidae), endemic earthworm of Macedonia. Godišen zbornik Biologija, 43–44: 51–53.
348. Šapkarev, J. (1993) The species of the genera *Dendrodrilus* Omodeo 1956, *Dendrobaena* Eisen 1874 and *Fitzingeria* Zicsi 1973 (Oligochaeta: Lumbricidae) of the lumbricid fauna in the territory of the former Yugoslavia. Fragmenta Balcanica, 15: 15–31.
349. Šapkarev, J. (2002) Rasprostranjenje kišnih glista središnje Srbije. Zbornik radova SANU, 307–318. (на српском)
350. Taguchi, Y., Oono, Y. (2005) Relational patterns of gene expression via non-metric multidimensional scaling analysis. Bioinformatics, 21 (6): 730–740.
351. Terhivuo, J., Saura, A., Hongell, K. (1994) Genetic and morphological variation in the parthenogenetic earthworm *Eiseniella tetraedra* (Sav.) (Oligochaeta: Lumbricidae) from South Finland and North Norway. Pedobiologia, 38 (1): 81–96.
352. Terhivuo, J., Saura, A. (2008) Dispersal and clonal diversity of North-European parthenogenetic earthworms. In: Biological Invasions Belowground: Earthworms as Invasive Species, Springer, Dordrecht, pp. 5–18.

353. Terhivuo, J., Saura, A. (2008) Clone distribution of the earthworm *Eiseniella tetraedra* (Sav.) (Oligochaeta: Lumbricidae) across an altitudinal gradient on subarctic mountains of NW Europe. *Pedobiologia*, 51 (5–6): 375–384.
354. Tiunov, A.V, Hale, C.M., Holdsworth, H.M., Vsevolodova-Perel, T.S. (2006) Invasion patterns of Lumbricidae into the previously earthworm-free areas of northeastern Europe and the western Great Lakes region of North America. *Biological Invasions*, 8: 1223–1234.
355. Toljić, M., Stojadinović, U., Krstekan, N. (2019) Vardar Zone: New insights into the tectono-depositional subdivision. II Congress Geologist Bosnia and Hercegovina. Laktaši, Bosnia and Hercegovina, pp. 90.
356. Tóth, Z., Szlavecz, K., Schmidt, D.J.E., Hornung, E., Setälä, H., Yesilonis, D., Kotze, J., Dombos, M., Pouyat, R., Mishra, S. (2020) Earthworm assemblages in urban habitats across biogeographical regions. *Applied Soil Ecology*, 151: 103–530.
357. Trakić, T., Valchovski, H., Stojanović, M. (2016) Endemic earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) of the Balkan Peninsula: a review. *Zootaxa*, 4189 (2): 251–274.
358. Tsai, C.F., Shen, H.P., Tsai, S.C. (2004) Endemicity and altitudinal stratification in distribution of megascolecid earthworms in the centro-western Taiwan. *Endemic Species Research*, 6 (2):1–18
359. Ude, H. (1922) Regenwürmer aus Mazedonien. *Archiv für Naturgeschichte*, 88: 155–162.
360. Valchovski, H. (2012) Checklist of earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) from Bulgaria -a review. *Zootaxa*, 3458: 86–102.
361. Valchovski, H., Szederjesi, T. (2016) New and additional records of earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) from Bulgaria: First finding of endemic species *Cernosvitovia munteniana* on the Balkan Peninsula. *North-Western Journal of Zoology*, 12 (2): 356–360.
362. Van Hinsbergen, D.J., Torsvik, T.H., Schmid, S.M., Mañenco, L.C., Maffione, M., Vissers, R.L., Gürer, D., Spakman, W. (2020) Orogenic architecture of the Mediterranean region and kinematic reconstruction of its tectonic evolution since the Triassic. *Gondwana Research* 81: 79–229.
363. Vandel, A. (1928) La parthénogenèse géographique. Contribution à l' étude biologique et cytologique de la parthénogenèse naturelle. *Bulletin biologique de la France et de la Belgique*, 62: 164–281.
364. Vandel, A. (1940) La parthénogenèse géographique. IV. Polyploidie et distribution géographique. *Bulletin biologique de la France et de la Belgique*, 74: 94–100.
365. Vasović, M. (1988) Kopaonik. Posebno izdanje Srpskog geografskog društva, 65, Beograd. (на српском)
366. Wardle, D., Lavelle, P. (1997) Linkages between soil biota, plant litter quality and decomposition. In: Cadisch, G., Giller, K.E. (Eds.): *Driven by Nature*. Wallingford (UK): CAB International. p. 107–124.
367. Webb, T.J., Gaston, K.J. (2003) On the heritability of geographic range sizes. *The American Naturalist*, 161 (4): 553–566.

368. Whittaker, R.J., Willis, K.J., Field, R. (2001) Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography*, 28: 453–470.
369. Whitton, F.J.S., Purvis, A., Orme, C.D.L., Olalla-Tárraga, M.A. (2012) Understanding global patterns in amphibian geographic range size: does Rapoport rule? *Global Ecology and Biogeography*, 21 (2): 179–190.
370. Victorov, A.G. (1997) Diversity of polyploid races in the family Lumbricidae. *Soil Biol Biochem*, 29: 217–221.
371. Williams, C. (1964) *Patterns in the Balance of Nature*. London: Academic Press.
372. Wood, T.G. (1974) The distribution of earthworms (Megascolecidae) in relation to soils, vegetation and altitude on the slopes of Mt. Kosciusko, Australia. *Journal of Animal Ecology*, 43 (1): 87–106.
373. Zelić, M., Agostini, S., Marroni, M., Pandolfi, L., Tonarini, S. (2010) Geological and geochemical features of the Kopaonik intrusive complex (Vardar zone, Serbia). *Ofioliti*, 35 (1): 33–47.
374. Zenkova, I.V., Rapoport, I.B. (2013) Species richness and high-altitude distribution of earthworms in the Khibiny Massive (Murmansk Region) (Oligochaeta). *In: Advances of earthworm taxonomy VI (Annelida: Oligochaeta)*, Proceedings of the 6th International Oligochaete Taxonomy Meeting. pp. 141–151.
375. Zicsi A. (1958) Einfluss der Trockenheit und der Bodenbearbeitung auf das Leben der Regenwürmer in Ackerböden (Influence of drought and tillage on the life of earthworms in arable soils). *Acta Agronomica Hungarica*, 8: 67–75. (на немачком)
376. Zicsi, A. (1965) Die Lumbriciden Oberösterreichs und österreichs unter Zugrundlegung der Sammlung Karl Wesselys mit besonderer Berücksichtigung des Linzer Raumes. –*Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz*, 11: 125–201. (на немачком)
377. Zicsi, A. (1968) Neure Angaben zur Kenntnis der Lumbriciden—fauna Jugoslawiens. *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös Nominatae*, 9–10: 401–405. (на немачком)
378. Zicsi, A. (1970) Neu regenwürmer (Oligochaeta: Hormogastridae, Lumbricidae) aus Spanien. *Opuscula Zoologica Budapest*, 35(2): 371–377. (на немачком)
379. Zicsi, A. (1974) Eine neuer Höhlen-Regenwurm (Oligochaeta: Lumbricidae) aus Ungarn. *Acta Zoologica Hungarica*, 20: 227–232. (на немачком)
380. Zicsi, A. (1978) Revision der Art *Dendrobaena playtura* (Fitzinger, 1833) (Oligochaeta: Lumbricidae). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 27: 431–442.
381. Zicsi, A. (1981) Probleme der Lumbriciden-Systematik sowie die Revision zweier Gattungen (Oligochaeta). *Acta Zoologica Hungarica*, 27: 431–442.
382. Zicsi, A. (1982) Verzeichnis der bis 1971 beschriebenen und revidierten Taxa der Familie Lumbricidae (Oligochaeta). *Acta Zoologica Hungarica*, 28: 421–454. (на немачком)

383. Zicsi, A., Szlavecz, K., Csuzdi, C. (2011) Leaf litter acceptance and cast deposition by peregrine and endemic European lumbricids (Oligochaeta: Lumbricidae). *Pedobiologia*, 54: 145–152.
384. Ziegler, P.A., Dèzes, P. (2007) Cenozoic uplift of Variscan Massifs in the Alpine foreland: Timing and controlling mechanisms. *Global and Planetary change*, 58 (1-4): 237–269.
385. Žukov, O.V., Rahomov, O.Є., Kunaĥ, O.M. (2007) Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Дощові черв'яки (Lumbricidae). Дніпропетровського Видавництва ДНУ. (на руском).

ПРИЛОГ Филогенетско стабло добијено Bayesian филогенетском анализом повезане секвенце молекуларних маркера COI-16S-12S-ND1-28S. Врсте које су недавно укључене у овај рад су подвучене. Вредности подршке за постериорну вероватноћу су приказане поред одговарајућих чворова.



ЛИСТА СЛИКА

- Слика 1.** Географска позиција истраживаног подручја. **а.** Позиција планине Копаоник у Србији. **б.** Границе планине Копаоник. **в.** Границе Националног Парка Копаоник.
- Слика 2.** Геотектонска поставка Балканског полуострва између орогена Динарида-Хеленида и Карпато-Балканида (Schmid и сар., 2020).
- Слика 3.** Тектонска карта планине Копаоник према Toljić-у и сар. (2019).
- Слика 4.** Типови простомијума: **а.** Пролобичан; **б.** Епилобичан (отворен); **в.** Епилобичан (затворен); **г.** Танилобичан (према Michaelsen-у 1928).
- Слика 5.** Распоред хета: **а.** Уско-парне; **б.** Широко-парне; **в.** Раздељене (према Plisko и Nxele, 2015).
- Слика 6.** Различити облици клителума и туберкуле код лумбрицида: **а.** Седласт; **б.** Сегментисан; **в.** *Lumbricus rubellus*; **г.** *Octodrilus transpadanus*; **д.** *Aporrectodea caliginosa*; **ђ.** *Aporrectodea georgii*; **е.** *Allolobophora chlorotica chlorotica* (Šapkarev, 1978; Mršić, 1991).
- Слика 7.** Различити типови уздужне мускулатуре код лумбрицида: **а.** Перасте; **б.** Средњи; **в.** Фасцикуларни (Csuzdi и Zicsi, 2003).
- Слика 8.** Различите врсте Моренових жлезда: **а.** Моренове жлезде се отварају директно у 11., 12. сегменту **б.** Моренове жлезде се отварају преко вертикалних кречњачких кеса **в.** Моренове жлезде се отварају преко постериолатералних кречњачких кеса (Csuzdi и Zicsi, 2003).
- Слика 9.** Врсте тифлозолиса код лумбрицида: **а.** Једнослојан. **б.** Двослојан. **в.** Трослојан (Csuzdi и Zicsi, 2003).
- Слика 10.** Организациона шема предњег дела кишне глисте (Stojanović-Petrović и сар., 2020).
- Слика 11.** Различити облици нефридијалног канала: **а.** Врећаст; **б.** Облик штапа („кобасице”); **в.** Облик удице; **г.** Форма налик риби (модификовано према Mršić-у 1991).
- Слика 12.** Спољашни изглед кишне глисте (врста *Dendrobaena alpina popi* © Ф. Поповић).
- Слика 13.** Репродукција лумбрицида (врста *Eisenia lucens* © Ф. Поповић).
- Слика 14.** Врста спирално савијена, стање у коме проводи летњи и зимски неповољан период (врста *Cernosvitovia strumicae* © Ф. Поповић).
- Слика 15.** Слика која приказује приближну локацију неких уобичајних врста у троструком систему еколошких категорија **а.** оригинална верзија према Bouché-у (1977); **б.** нова верзија према Bottinelli-у и сар. (2020).
- Слика 16.** Еколошке категорије лумбрицида. **а.** Епигеична (*Dendrobaena vej dovskiyi*). **б.** Ендогеична (*Cernosvitovia treskavicensis*). **в.** Анецична (*Cernosvitovia paratuleskovi*). **г.** Копрофагна (*Eisenia fetida*). **д.** Хидрофилна (*Dendrobaena byblica*) (© Ф. Поповић).
- Слика 17.** Приказ дистрибуције ендемичних врста у холарктику: I – Француско-Иберијска област; IIa – Егејска област, Европа од Алпа до Уралских планина; IIb – Егејска област којој припада Анатолија, Левант и Месопотамија; III – Туранска област; IV – Северно-америчка област. Тамна линија означава јужну границу леденог покривача током квартара (према Csuzdi и сар. 2011).
- Слика 18.** Спољашњи изглед подврсте *Allolobophora chlorotica chlorotica*. **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 19.** Шематски цртеж врсте *Allolobophora georgii* према Mršić-у (1991).

- Слика 20.** Спољашњи изглед врсте *Aporrectodea caliginosa*. **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 21.** Спољашњи изглед врсте *Aporrectodea handlirschi* **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 22.** Спољашњи изглед врсте *Aporrectodea jassyensis* **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 23.** Спољашњи изглед врсте *Aporrectodea rosea* **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 24.** Спољашњи изглед врсте *Aporrectodea trapezoides* **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 25.** Спољашњи изглед врсте *Bimastos rubidus* **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 26.** Детаљи филогенетског стабла добијеног Bayesian филогенетском анализом спојеног низа молекуларних маркера COI–16S–12S–ND1–28S (погледајте цело стабло у Прилогу). Врсте које су недавно укључене у овај рад приказане су подебљаним словима. Сиви оквир означава кладу на нивоу рода коју чине *Cernosvitovia rebeli* и њени најближи сродници. Представници главних родова Lumbricidae су срушени. Вредности подршке за постериорну вероватноћу су приказане поред одговарајућих чворова.
- Слика 27.** Облик и оријентација нефридијалних канала према Mršić-у (1991). **а.** *Cernosvitovia paratuleskovi*. **б.** *Cernosvitovia dofleini*, *Cernosvitovia serbica* и *Cernosvitovia treskavicensis*. **в.** *Cernosvitovia strumicae*. **1.** Нефридиопоре. **2.** Гландуларни део нефидријума.
- Слика 28.** Облик тифлозолиса према Mršić-у (1991). **а.** *Cernosvitovia dofleini* и *Cernosvitovia paratuleskovi*. **б.** *Cernosvitovia serbica*. **в.** *Cernosvitovia strumicae*. **г.** *Cernosvitovia treskavicensis*.
- Слика 29.** Спољашњи изглед врсте *Cernosvitovia dofleini*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 30.** Географска дистрибуција врсте *Cernosvitovia dofleini* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).
- Слика 31.** Спољашњи изглед врсте *Cernosvitovia kosowensis*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 32.** Географска дистрибуција врсте *Cernosvitovia kosowensis* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).
- Слика 33.** Спољашњи изглед подврсте *Cernosvitovia mehadiensis mehadiensis*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 34.** Географска дистрибуција подврсте *Cernosvitovia mehadiensis mehadiensis* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).
- Слика 35.** Спољашњи изглед врсте *Cernosvitovia paratuleskovi* **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 36.** Географска дистрибуција врсте *Cernosvitovia paratuleskovi* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).
- Слика 37.** Спољашњи изглед врсте *Cernosvitovia serbica* **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 38.** Географска дистрибуција врсте *Cernosvitovia serbica* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).

- Слика 39.** Спољашњи изглед врсте *Cernosvitovia strumicae* **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 40.** Географска дистрибуција врсте *Cernosvitovia strumicae* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).
- Слика 41.** Спољашња морфологија фиксираних примерака **а.** *Cernosvitovia strumicae*. (© Ф. Поповић); **б.** *Eophila gestroi* (Gavinelli и сар., 2017). Скраћенице: кл. = клителум; м. п. = мушка пора; т. р. = *tubercula pubertatis*.
- Слика 42.** Филогенетско стабло на основу којег је доказана погрешна идентификација врсте *Alpodinaridella gestroi* (De Sosa и сар., 2019).
- Слика 43.** Географска распрострањеност *Eophila gestroi* у алпском подручју.
- Слика 44.** Шематски цртеж подврсте *Cernosvitovia sturanyi dacica* према Mršić-у (1991).
- Слика 45.** Географска дистрибуција подврсте *Cernosvitovia sturanyi dacica* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).
- Слика 46.** Спољашњи изглед врсте *Cernosvitovia treskavicensis* **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 47.** Географска дистрибуција врсте *Cernosvitovia treskavicensis* (тренутна процењена ЕОО; **Круг** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).
- Слика 48.** Спољашњи изглед врсте *Cernosvitovia udei*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 49.** Географска дистрибуција врсте *Cernosvitovia udei* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).
- Слика 50.** Спољашњи изглед подврсте *Dendrobaena alpina alpina*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 51.** Спољашњи изглед подврсте *Dendrobaena alpina popi*. **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 51а.** Географска дистрибуција подврсте *Dendrobaena alpina popi* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).
- Слика 52.** Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena attemsi*. **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 53.** Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena byblica*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 54.** Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena illyrica*. **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 55.** Географска дистрибуција врсте *Dendrobaena illyrica* према Höser-у (2020).
- Слика 56.** Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena octaedra*. **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 57.** Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena platyura*. **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 58.** Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena rhodopensis*. **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 59.** Географска дистрибуција врсте *Dendrobaena rhodopensis* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).
- Слика 60.** Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena ruffoi*. **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Zicsi-ју (1970).

- Слика 61.** Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena serbica*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 62.** Географска дистрибуција врсте *Dendrobaena serbica* (тренутна процењена ЕОО; **Кругови** – литературни подаци; **Квадрат** – ново налазиште).
- Слика 63.** Спољашњи изглед врсте *Dendrobaena vej dovskyi*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 64.** Спољашњи изглед врсте *Eisenia fetida*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 65.** Спољашњи изглед врсте *Eisenia lucens*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 66.** Спољашњи изглед врсте *Eiseniella tetraedra* **а.** Фиксирани примерак (полни отвор на 15. сегменту). **б.** Фиксирани примерак (полни отвор на 13. сегменту). **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 67.** Спољашњи изглед врсте *Lumbricus castaneus*. **а.** Фиксирани примерак. **б.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 68.** Спољашњи изглед врсте *Lumbricus polyphemus*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 69.** Спољашњи изглед врсте *Lumbricus rubellus*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 70.** Спољашњи изглед врсте *Lumbricus terrestris*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 71.** Спољашњи изглед врсте *Octodrilus transpadanus*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 72.** Спољашњи изглед врсте *Octolasion lacteum*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 73.** Спољашњи изглед врсте *Panoniona leoni*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 74.** Спољашњи изглед врсте *Proctodrilus antipai*. **а.** Живи примерак (© Ф. Поповић). **б.** Фиксирани примерак. **в.** Шематски цртеж према Mršić-у (1991).
- Слика 75.** Шематски цртеж врсте *Proctodrilus tuberculatus* према Mršić-у (1991).

ЛИСТА ГРАФИКОНА

- Графикон 1.** Однос између укупне бројности, богатства врста и надморске висине; **а.** Западна страна Копаоника. **б.** Источна страна Копаоника.
- Графикон 2.** Кластер анализа (UPGMA) Жакаров индекс сличности међу висинских трансеката.
- Графикон 3.** Висински образац за средњи висински распон лумбрицида на истраживаним надморским висинама.
- Графикон 4.** Неметричко вишедимензионално скалирање (nMDS) засновано на Bray-Curtis-овим разликама између заједница лумбрицида и истраживаним стаништима; **круг** – отворена станишта (ливаде, влажне ливаде, пашњаци); **плус** – обалска станишта (обале река и потока); **дијамант** – листопадне шуме (храстове и букове шуме); **квадрат** – четинарске шуме (смрчине, смрчино-јелове, тисово-јелове шуме).

ЛИСТА ТАБЕЛА

- Табела 1.** Листа локалитета на којима су вршена узорковања лумбрицида.
- Табела 2.** Одабране индивидуе за филогенетске анализе и њихови каталошки бројеви у збирци SEKUS, који су у колекцији сачувани као врсте рода *Allolobophora* (s.l.).
- Табела 3.** Поређење неких важних таксономских карактера комплекса врста *Aporrectodea caliginosa*.
- Табела 4.** Таксономске и зоогеографске карактеристике врста рода *Cernosvitovia*.
- Табела 5.** Поређење неких важних таксономских карактера и географске распрострањености врсте *Cernosvitovia dofleini* са другим сличним врстама.
- Табела 6.** Таксономске и зоогеографске карактеристике врсте *Allolobophora* (s.l.) *kosowensis* и подврста *Cernosvitovia mehadiensis mehadiensis*, *Cernosvitovia mehadiensis boscaiui* и *Cernosvitovia mehadiensis oreophila*.
- Табела 7.** Поређење неких важних таксономских карактера *Cernosvitovia serbica* са другим сличним балканским ендемским врстама.
- Табела 8.** Поређење важних таксономских карактера *Cernosvitovia strumicae* са истим карактерима врсте *Eophila gestroi*.
- Табела 9.** Поређење неких важних таксономских карактера комплекса врста *Cernosvitovia sturanyi*.
- Табела 10.** Таксономски карактери ендемичних врста које су раније биле укључене у род *Italobalkaniona*.
- Табела 11.** Случај синонима код мало познатих балканско ендемичних врста *Allolobophora* (s.l.) *joncspakrevi* и *Allolobophora* (s.l.) *josapi*.
- Табела 12.** Поређење неких таксономских карактера подврсте *Dendrobaena alpina popi* са подврстом *Dendrobaena alpina mavrovensis* и врстом *D. clujensis*.
- Табела 13.** Поређење таксономских карактера врсте *Dendrobaena byblica* са врстама *Dendrobaena ganglbauer*, *Dendrobaena feheri* и *Dendrobaena skipetarica*.
- Табела 14.** Таксономски карактери ендемичних врста које су раније биле укључене у род *Kritodrilus*.
- Табела 15.** Поређење неких таксономских карактера врсте *Dendrobaena serbica* са врстама *Dendrobaena illyrica*, *Dendrobaena sasensis* и *Dendrobaena vejovskyi*.
- Табела 16.** Поређење таксономских карактера подврсте *Eiseniella tetraedra tetraedra* и *Eiseniella tetraedra pupa*.
- Табела 17.** Богатство врста и резултати алфа индекса на истраживаним стаништима **а.** Богатство врста. **б.** Shannon-Weaver-ов индекс (H'). **в.** Evennes-ов индекс (J'). **г.** Berger-Parker-ов индекс (D_{BP}).
- Табела 18.** Проценсти сличности (SIMPER) за четири истраживана станишта као и за најутицајније таксоне у поређеним стаништима.
- Табела 19.** Листа лумбрицида на планини Копаоник са еколошким категоријама и зоогеографским типовима.
- Табела 20.** Поређење таксономских карактера укључених у дијагнозе родова *Cernosvitovia*, *Italobalkaniona* и *Serbiona*.

БИОГРАФИЈА АУТОРА

Филип Поповић рођен је 26.8.1993. године у Новом Пазару (Република Србија). Основну школу „Рашка” у Рашки завршио је 2008. године. „Другу крагујевачку гимназију” завршава 2012. године и исте године уписује Основне академске студије екологије, модул еколог на Природно-математичком факултету у Крагујевцу. Студије је завршио 2016. године са просечном оценом 9.42, чиме је стекао звање дипломирани еколог. Потом завршава и Мастер академске студије 2017. године и стиче звање мастер еколог. Докторске студије Биологије уписао је школске 2017/2018. године на Институту за биологију и екологију Природно-математичког факултета, Универзитета у Крагујевцу.

У звање истраживач приправник изабран је 2018. године, у звање истраживача сарадника 2020. године. Ангажован је на пројекту Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије под називом „Преклиничка испитивања биоактивних супстанци” евиденциони број 41010. У звање асистента изабран је 2023. године, у Институту за биологију и екологију, Природно-математичког факултета, Универзитет у Крагујевцу. Ангажован је на извођењу практичне наставе из предмета Развиће животиња, Основи ембрионалног развоја, Екологија земљишта итд.

Библиографски подаци

Аутор је и коаутор 42 научне публикације – једног рада у међународном часопису са SCI листе (M21), једног рада у међународном часопису са SCI листе (M22), девет радова у међународним часописима са SCI листе (M23), четири рада у националном часопису од међународног значаја (M24), једног рада у водећем часопису националног значаја (M51), девет саопштења на међународним скуповима штампана у целини (M33), девет саопштења на међународним скуповима штампана у изводу (M34), три саопштења са скупа националног значаја штампано у целини (M63) и пет саопштења са скупа националног значаја штампано у изводу (M64). Референце под редним бројем 4, 5, 6, 7, 10, 12 и 17 се односе на резултате публиковане из докторске дисертације.

Списак публикација

Научни радови публиковани у међународним часописима – M21

1. Trakić, T., **Popović, F.**, Sekulić, J., Hackenberger, D.K. (2024) Ecotoxicological Effects of Commercial Microplastics on Earthworm *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) (Clitellata: Lumbricidae). Agriculture, 14: 267.
ISSN: 2077-0472. IF(2022)-3.6.
DOI: 10.3390/agriculture14020267

Научни радови публиковани у међународним часописима – M22

2. Sekulić, J., Milovac, Ž., Marjanović-Jeromela, A., Bajagić, M., Trakić, T., **Popović, F.** (2023) Effect of single and mixture of insecticides on earthworms: results from field and laboratory experiments. Zemdirbyste-Agriculture, 110 (2): 129–138.
ISSN: 1392-3196; 2335-8947. IF(2022)-1.281.
DOI: 10.13080/z-a.2023.110.016

Научни радови публиковани у међународним часописима – M23

3. Radosavljević S., **Popović F.**, Stojanović M., Sekulić J., Trakić T. (2024) Diversity and Zoogeographic Affinities of Earthworms (Clitellata: Lumbricidae) in Kosovo and Metohia. Acta Zoologica Bulgarica, 76 (1): 23–33.

ISSN: 0324-0770. IF (2022)-0.5.
<https://www.acta-zoologica-bulgarica.eu/2024/002634.pdf>.

4. **Popović F.**, Stojanović M., Sekulić J., Trakić T. (2024) Synonymy between two little-known Balkan endemic species within the genus *Allolobophora* Eisen, 1873, *sensu lato* (Clitellata: Lumbricidae). *Acta Zoologica Bulgarica*, 76 (1): 139-142.
ISSN: 0324-0770. IF (2022)-0.5.
<https://www.acta-zoologica-bulgarica.eu/2023/002629.pdf>.
5. **Popović, F.**, Stojanović, M., Domínguez, J., Sekulić, J., Trakić, T., Marchán, F. (2022) Molecular analysis of five controversial Balkanic species of *Allolobophora* (*sensu lato*) Eisen, 1873 (Lumbricidae, Clitellata) with emendation of the genus *Cernosvitovia* Omodeo, 1956. *Zootaxa*. 5116 (3): 351–372.
ISSN: 1175-5334. IF(2021)-1.026.
DOI: 10.11646/zootaxa.5116.3.3
6. **Popović, F.**, Stojanović, M., Radosavljević, S., Trakić, T., Sekulić, J. (2022) Earthworm community structure along altitudinal gradients on the western slopes of Kopaonik Mountain in Serbia. *Turkish Journal of Zoology*, 46 (1): 103–114.
ISSN: 1300-0179. IF(2021)-0.932.
DOI: 10.3906/zoo-2104-42
7. **Popović, F.**, Stojanović, M., Sekulić, J., Radosavljević, S., Trakić, T. (2022) New records of Serbian “archaic” and endemic earthworm *Allolobophora* (*sensu lato*) *paratuleskovi* (Šapkarev, 1975): geographic range size and biogeographic significance. *North-Western Journal of Zoology*, 18 (1): 91–94.
ISSN: 1584-9074. IF(2021)-0.778.
8. Sekulić, J., Milenković, S., Stojanović, M., **Popović, F.**, Trakić, T. (2022) Species richness and community structure of earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) in natural and agricultural ecosystems. *Biologia*, 1–10.
ISSN: 0006-3088. IF(2021)-1.653.
DOI: 10.1007/s11756-022-01077-9
9. Sekulić, J., Stojanović, M., **Popović, F.**, Trakić, T. (2022) Checklist of the earthworm fauna of Bosnia & Herzegovina (Oligochaeta: Lumbricidae). *Zootaxa*, 5093 (5): 501–518.
ISSN: 1175-5334. IF(2021)-1.026.
DOI: 10.11646/zootaxa.5093.5.1
10. **Popović, F.**, Stojanović, M., Trakić, T., Sekulić, J., Sekulić, S., Tsekova R. (2020) New records of earthworms (Annelida: Clitellata) from the Kopaonik Mountain, with the first finding of *Allolobophora treskavicensis* (Mršić, 1991) in Serbia. *Acta Zoologica Bulgarica*, Supplement 15: pp. 61–70.
ISSN: 0324-0770. IF(2020)-0.448.
http://www.acta-zoologica-bulgarica.eu/Suppl_15_13.
11. Sekulić, J., Stojanović, M., Trakić, T., **Popović, F.**, Tsekova R. (2020) Effects of the modern biorational insecticide spinosad on the earthworm *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) (Annelida: Clitellata). *Acta Zoologica Bulgarica*, Supplement 15: pp. 71–77.

Научни радови публиковани у националним часописима међународног значаја – M24

12. **Popović, F.**, Stojanović-Petrović, M., Trakić, T., Sekulić, J. (2022) Earthworms (Annelida: Oligochaeta, Lumbricidae) of the Kopaonik National Park (Serbia). Kragujevac Journal of Science, 44: 219–230.
ISSN: 2466-5509.
DOI: 10.5937/KgJSci2244219P
13. Trakić, T., Radosavljević, S., **Popović, F.**, Stojanović-Petrović, M., Sekulić, J. (2022) Distribution of *Lumbricus meliboeus* (Rosa 1884) (Oligochaeta, Lumbricidae): First finding in Kosovo and Metohija. Kragujevac Journal of Science, 44: 231–237.
ISSN: 2466-5509.
DOI: 10.5937/KgJSci2244231T
14. Sekulić, J., Mrkalić, E., Stojanović-Petrović, M., **Popović, F.**, Trakić, T. (2022) Assessments of the impact of metals on juvenile earthworms (*Eisenia fetida*) in laboratory conditions. Kragujevac Journal of Science, 44: 255–266.
ISSN: 2466-5509.
DOI: 10.5937/KgJSci2244255S
15. Sekulić, J., Stojanović, M., Trakić, T., **Popović, F.** (2021) New records and remarks on earthworms of the Vojvodina Province (Oligochaeta: Lumbricidae, Criodrilidae). Kragujevac Journal of Science, 43: 139–148.
ISSN: 2466-5509.
DOI: 10.5937/KgJSci2143139S

Саопштења на међународним скуповима штампана у целини – M33

16. **Popović, F.**, Trakić T., Stojanović M., Sekulić J. (2023) Abundance, species richness and diversity of earthworms (Lumbricidae) in several habitats of the northern part of Jastrebac Mountain. 2nd International Conference on Chemo and Bioinformatics, Kragujevac, Serbia, Book of Proceedings, pp. 280–283. h
ISBN: 978-86-82172-02-4.
DOI: 10.46793/ICCBi23.280P
17. **Popović, F.**, Trakić T., Stojanović M., Sekulić J. (2023) A new record of *Dendrobaena serbica* Karaman, 1973 (Clitellata; Lumbricidae) from Serbia. 2nd International Conference on Chemo and Bioinformatics, Kragujevac Serbia, Book of Proceedings, pp. 284–287.
ISBN: 978-86-82172-02-4.
DOI: 10.46793/ICCBi23.284P
18. Trakić, T., Stojanović, M., Sekulić, J., **Popović, F.** (2022) Overview of the geographic distribution endemic earthworm *Helodrilus balkanicus plavensis* (Karaman, 1972) of the Balkan. 1st International Conference „Conference on advances in science and technology“ COAST 2022, Herceg Novi, Montenegro, Proceedings COAST 2022, p.416420.
ISBN: 978-9940-611-04-0.

19. Sekulić J., Stojanović M., Trakić T., Radosavljević, S., **Popović, F.** (2021) Diversity of earthworms (Clitellata: Oligochaeta) from Serbian side of Šar mountain. 1st International Conference on Chemo and Bioinformatics, Kragujevac Serbia, Book of Proceedings, pp. 198–201.
ISBN: 978-86-82172-01-7.
DOI: 10.46793/ICCBi21.198S.
20. Sekulić, J., Stojanović, M., Trakić, T., **Popović, F.** (2021) Research on the fauna of earthworms (Oligochaeta; Lumbricidae) in Đerdap National Park. 1st International Conference on Chemo and Bioinformatics, Kragujevac Serbia, Book of Proceedings, pp. 202–205.
ISBN: 978-86-82172-01-7.
DOI: 10.46793/ICCBi21.202S.
21. Trakić, T., Stojanović, M., **Popović, F.**, Radosavljević, S., Sekulić J. (2021) Distribution of endemic species *Cernosvitovia dudichi* in Serbia. 1st International Conference on Chemo and Bioinformatics, Kragujevac Serbia, Book of Proceedings, pp. 230–233.
ISBN: 978-86-82172-01-7
DOI: 10.46793/ICCBi21.230T

Саопштења на међународним скуповима штампана у изводу – М34

22. **Popović, F.**, Stojanović M., Sekulić J., Trakić T. (2023) Geographical parthenogenesis of the species *Dendrobaena illyrica* (Cognetti di Martiis, 1906) and proposal for synonymizing of some Balkan species. 9th International Oligochaete Taxonomy Meeting, Madrid, Spain, Book of Proceedings, pp. 42–43.
ISBN: 978-65-00-88132-5.
23. **Popović, F.**, Stojanović M., Sekulić J., Trakić T. (2023) The first record of the Vardar endemic species *Allolobophora (s.l.) joncesapkarevi* (Blakemore, 2004) (Clitellata: Lumbricidae) in Serbia. 9th International Oligochaete Taxonomy Meeting, Madrid, Spain, Book of Proceedings, pp. 52.
ISBN: 978-65-00-88132-5.
24. Trakić T., Hackenberger Kutuzović, D., Đerđ, T., **Popović, F.**, Sekulić J., Hackenberger Kutuzović, B., Hackenberger Kutuzović, D. (2023) ERIK2 Serbia - Machine learning-based earthworm identification key and gis platform (web and mobile application). 9th International Oligochaete Taxonomy Meeting, Madrid, Spain, Book of Proceedings, pp. 40.
ISBN: 978-65-00-88132-5.
25. Sekulić, J., Cvijanović, G., Stojanović, M., Trakić, T., **Popović, F.** (2022) Endemic earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) from North Macedonia. IV International symposium for agriculture and food (ISAF 2022), 12-14 October 2022, Ohrid, North Macedonia, Book of abstracts, pp. 4.
ISBN: 109989-845-76X.
26. **Popović, F.**, Stojanović, M., Trakić, T., Sekulić, J. (2021) First record of the endemic earthworm *Allolobophora (sensu lato) strumicae* (Šapkarev, 1973) (Clitellata: Lumbricidae) in Serbia, with comments on its ecology and distribution. International

Bioscience Conference and the 8th International PSU – UNS Bioscience Conference (IBSC 2021), Novi Sad, Serbia, Book of abstracts, pp. 34.
ISBN: 978-86-7031-541-9.

27. **Popović, F.**, Stojanović, M., Trakić, T., Sekulić, J. (2021) Comparison of the earthworm fauna of oak and spruce forest on western slopes Kopaonik Mountain in Serbia. International Bioscience Conference and the 8th International PSU – UNS Bioscience Conference (IBSC 2021), Novi Sad, Serbia, Book of abstracts, pp. 35. ISBN: 978-86-7031-541-9.
28. **Popović, F.**, Stojanović, M., Trakić, T., Sekulić, J. (2021) The pattern of earthworm diversity on the western slopes of Kopaonik Mountain in Serbia: An empirical test of Rapoport's altitudinal rule.
DOI: 10.3390/BDEE2021-09516
29. Sekulić, J, Stojanović M., Trakić T., **Popović, F.**, Cvijanovića, G. (2021) Research on the fauna of earthworms (Annelida: Oligochaeta) of Sokobanja. 3rd International and 15th National Congress soils for future under global challenges. Belgrade, Serbia, Book of abstract, pp. 28.
ISBN: 978-86-912877-4-0.
30. **Popović, F.**, Stojanović, M., Trakić, T., Sekulić, J. (2020) New records of endemic species of earthworm the *Allolobophora mayeri* (Mršić, 1990) (Lumbricidae) in Bosnia and Herzegovina. IV Symposium of biologists and ecologists of Republic of Srpska with international participation – SBERS2020, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, Book of abstracts, pp. 147.
https://pmf.unibl.org/wp-content/uploads/2020/11/zbornik_SBERS2020.pdf
31. **Popović, F.**, Stojanović, M., Trakić, T., Sekulić, J., Sekulić, S., Tsekova R. (2019) New and additional records of earthworms (Annelida: Clitellata) from Kopaonik Mountain: First finding of *Allolobophora treskavicensis* (Mršić, 1991) in Serbia. Third international conference on zoology, zoonoses and epidemiology, Hissar, Bulgaria, Book of abstracts, pp. 89.
ISBN: 978-619-202-507-6.
32. Sekulić, J., Stojanović, M., Trakić, T., **Popović, F.**, Tsekova R.(2019) Effects of a modern biorational insecticide spinosad on earthworm, *Eisenia fetida* (Savigny 1826). Third international conference on zoology, zoonoses and epidemiology, Hissar, Bulgaria, Book of abstracts, pp. 90.
ISBN: 978-619-202-507-6.
33. Trakić, T., Stojanović, M., **Popović, F.**, Sekulić, J. (2019) Effects of herbicide Acetochlor and Callisto on mortality, growth and reproduction of the epigeic species of *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) under laboratory conditions. Scientific symposium Soil Ecotoxicology -Theory and Application, Osijek, Croatia, Book of abstracts, pp. 11.

Рад у водећем часопису националног значаја – М51

34. **Popović, F.**, Stojanović, M., Sekulić, J., Trakić, T. (2022) Comparison of earthworm fauna in oak and spruce forests on the Western slope of Kopaonik Mountain in Serbia. *Biologia Serbica*. 44 (1).
ISSN: 2334-6590.

Саопштења на националним научним скуповим штампана у целини – М63

35. Sekulić, J., Trakić, T., **Popović, F.**, Šeremešić, S., Vojnov, B., Milić, S. (2023) Diverzitet kišnih glista (Oligochaeta: Lumbricidae) u poljima pšenice u plodoredu sa različitom obradom. Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja, Smederevska Palanka, Srbija. pp. 251–258.
ISBN: 978-86-89177-06-0.
36. Sekulić, J., Milenković, S., Milovac, Ž., Trakić, T., **Popović, F.**, Stojanović, M. (2020) Struktura populacija Lumbricidae u agroekosistemima. Jubilarno XXV savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, Srbija. pp. 31–37.
ISBN: 978-86-87611-73.3.
37. Sekulić, J., Trakić, T., **Popović, F.**, Vulević, M., Stojanović M. (2020) Uticaj insekticida Decisa na mortalitet i rast epigeične vrste *Eisenia fetida* u laboratorijskim uslovima. Jubilarno XXV savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, Srbija. pp. 39–45.
ISBN: 978-86-87611-73.3.

Саопштења на националним научним скуповим штампана у изводу – М64

38. Trakić, T., Stojanović, M., Sekulić, J., **Popović, F.** (2022) Kišne gliste (Oligochaeta, Lumbricidae) nacionalnog parka Tara. Knjiga sažetaka, Treći kongres biologa Srbije. pp. 132.
ISBN: 978-86-81413-09-8.
39. Sekulić, J., **Popović, F.**, Trakić, T., Stojanović, M. (2022) Earthworms and plants. Zemljište u doba precizne poljoprivrede i informacionih tehnologija, SoilAgroIT, Novi Sad, Srbija, pp. 49.
40. **Popović, F.**, Trakić, T., Stojanović, M., Milovac, Z., Cvijanović G., Sekulić, J. (2022) Effects of single and mixture pesticides on earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae): results from field monitoring. Zemljište u doba precizne poljoprivrede i informacionih tehnologija, SoilAgroIT, Novi Sad, Srbija, pp. 50.
41. **Popović, F.**, Stojanović, M., Sekulić, J., Trakić, T. (2018) Endemične vrste kišnih glista (Oligochaeta: Lumbricidae) u istočnoj Srbiji. Drugi kongres biologa Srbije, Kladovo, Srbija, pp. 101.
ISBN: 978-86-81413-08-1.
42. **Popović, F.**, Stojanović, M., Sekulić, J., Trakić, T. (2018) Lumbricidae Nacionalnog parka Fruška gora. Drugi kongres biologa Srbije, Kladovo, Srbija, pp. 102.
ISBN: 978-86-81413-08-1.

ИЗЈАВА АУТОРА О ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Изјављујем да докторска дисертација под насловом:

**“Таксономска, зоогеографска и еколошка студија Lumbricidae (Annelidae) планине
Копаоник”**

представља *оригинално ауторско дело* настало као резултат *сопственог истраживачког рада*.

Овом Изјавом такође потврђујем:

- да сам *једини аутор* наведене докторске дисертације,
- да у наведеној докторској дисертацији *нисам извршио/ла повреду* ауторског нити другог права интелектуалне својине других лица,

У Крагујевцу, 05.09.2024. године,


потпис аутора

**ИЗЈАВА АУТОРА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ
ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Изјављујем да су штампана и електронска верзија докторска дисертација под насловом:
**“Таксономска, зоогеографска и еколошка студија Lumbricidae (Annelidae) планине
Копаоник”**

истоветне.

У Крагујевцу, 05.09.2024. године,


потпис аутора

ИЗЈАВА АУТОРА О ИСКОРИШЋАВАЊУ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ја, Филип Поповић

☒

дозвољавам

☐

не дозвољавам

Универзитетској библиотеци у Крагујевцу да начини два трајна умножена примерка у електронској форми докторске дисертације под насловом:

“Таксономска, зоогеографска и еколошка студија Lumbricidae (Annelidae) планине Копаоник” и то у целини, као и да по један примерак тако умножене докторске дисертације учини трајно доступним јавности путем дигиталног репозиторијума Универзитета у Крагујевцу и централног репозиторијума надлежног министарства, тако да припадници јавности могу начинити трајне умножене примерке у електронској форми наведене докторске дисертације путем *преузимања*.

Овом Изјавом такође

☒

дозвољавам

☐

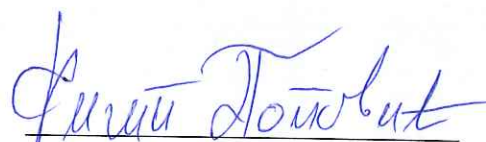
не дозвољавам¹

припадницима јавности да тако доступну докторску дисертацију користе под условима утврђеним једном од следећих *Creative Commons* лиценци:

¹ Уколико аутор изабере да не дозволи припадницима јавности да тако доступну докторску дисертацију користе под условима утврђеним једном од *Creative Commons* лиценци, то не искључује право припадника јавности да наведену докторску дисертацију користе у складу са одредбама Закона о ауторском и сродним правима.

- 1) Ауторство
- 2) Ауторство - делити под истим условима
- 3) Ауторство - без прерада
- 4) Ауторство - некомерцијално
- 5) Ауторство - некомерцијално - делити под истим условима
- 6) Ауторство - некомерцијално - без прерада²

У Крагујевцу, 05.09.2024. године,


потпис аутора

² Молимо ауторе који су изабрали да дозволе припадницима јавности да тако доступну докторску дисертацију користе под условима утврђеним једном од *Creative Commons* лиценци да заокруже једну од понуђених лиценци. Детаљан садржај наведених лиценци доступан је на: <http://creativecommons.org.rs/>