

MORFOLOŠKA VARIJABILNOST I POLNI DIMORFIZAM ŠAREN OG DAŽDEVNJAKA SA PODRUČJA GRADIŠKE (REPUBLIKA SRPSKA, BOSNA I HERCEGOVINA)

Dragojla Golub¹, Goran Šukalo¹, Branislav Babić¹

¹Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet, Mladena Stojanovića 2,
78000 Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

*Autor za korespondenciju: dragojla.golub@pmf.unibl.org

Sažetak

U radu su prikazani rezultati analize morfološke varijabilnosti i polnog dimorfizma populacije šarenog daždvnjaka (*Salamandra salamandra*) sa područja Gradiške (Republika Srpska, Bosna i Hercegovina). Terenska istraživanja sprovedena su 2016. i 2017. godine, tokom jeseni i proljeća. Ukupno je analizirano 70 adultnih jedinki, od čega 40 mužjaka i 30 ženki. Analizirana su 22 morfometrijska karaktera, masa tijela, jedna meristička osobina (broj nabora na bočnim stranama tijela), kao i kvalitativni karakteri koji se odnose na obojenost tijela. Primjenom t-testa ustanovljena je statistički značajna razlika između polova za masu tijela, visinu tijela, širinu tijela, dužinu kloake, visinu repa, širinu repa, dužinu prednje noge, dužinu zadnje noge, dužinu šake i dužinu stopala. Broj nabora sa lijeve i desne strane tijela varirao je od osam do 12, pri čemu su najzastupljenije bile jedinke sa 10 i 11 nabora. Utvrđeno je prisustvo jedinki kako sa istim tako i sa različitim brojem nabora na lijevoj i desnoj strani tijela. Najveći broj jedinki imao je simetričan raspored žutih mrlja na leđnoj strani tijela (51%), dok je u pogledu obojenosti ventralne strane tijela zabilježena najveća zastupljenost jedinki sa žutim mrljama (69%).

Ključne riječi: *Salamandra salamandra*, morfometrijske i merističke osobine, polovi, obojenost

UVOD

Varijabilnost predstavlja promjenljivost određenih osobina kod iste jedinke u različitim periodima, kod različitih jedinki unutar iste grupe, ili između različitih generacija iste vrste. Morfološka varijabilnost može se istraživati na nivou morfometrijskih karaktera (mjere dužine), merističkih karaktera (karakteristi koji se mogu izbrojati) i kvalitativnih osobina (prisustvo određene boje, šare na tijelu i sl.) (Tucić, 1987). Sagledavanje i kvantifikacija unutar međuindividualnih razlika morfoloških struktura omogućavaju otkrivanje obrazaca fenotipskog variranja, kao i potencijalnih razvojnih i ekološko-evolucionih mehanizama koji dovode do njihove divergencije (Dryden i Mardia, 2016). Primjenom morfometrijskih metoda vrši se kvantitativna analiza određenog morfološkog entiteta, opisuju se njegov oblik i veličina ili se određuju pojedinačne karakteristike tog bića (Oxnard, 1978).

Polni dimorfizam, posebno polni dimorfizam u veličini tijela postoji u okviru mnogih grupa životinja, a najveće razlike među polovima prisutne su kod ektotermnih organizama. Osim u morfologiji (boja, oblik i dimenzije tijela), razlike između polova mogu se ogledati i u ponašanju (teritorijalnost, kompeticija, udvaranje). Kao najčešći uzroci polnog dimorfizma u veličini tijela navode se tri selektivna procesa: seksualna selekcija, selekcija fekunditeta i ekološka divergencija između polova (Darwin, 1871; Andersson, 1994; Shine, 1989; Milankov, 2007). Razlike u veličini tijela između polova dokumentovane su kod sva tri reda vodozemaca, a kod repatih vodozemaca u 61% slučajeva ženke su krupnije od mužjaka (Shine, 1979; Kupfer, 2007). Kako postoji morfološka varijabilnost u okviru jedinki jedne populacije, tako se ona može pratiti i između geografski odvojenih populacija. Morfološke osobine koje najčešće podliježu geografskoj varijabilnosti jesu veličina, oblik i proporcije pojedinih dijelova tijela (Mayr, 1965).

Šareni daždevnjak (*Salamandra salamandra*) prisutan je u većem dijelu zapadne, srednje i južne Evrope. Vrsta se sreće od nivoa mora do oko 2500 metara nadmorske visine, ali najčešće na visinama manjim od 800 metara (Arnold, 2004). Na Balkanu je ovo široko rasprostranjena vrsta (Steward, 1969; Labus i sar., 2012). Uglavnom nastanjuje brdska i planinska područja vlažnih listopadnih šuma, sa debelim slojem humusa. Optimalna staništa su mu bukove šume, šume johe, vlažne šume breze i hrasta i hrastovo-grabove šume (Džukić, 1993; Meikl, 2010).

Globalno se smatra osjetljivim taksonom sa opadajućim trendom populacija (IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2023) i zaštićen je Bernskom konvencijom (Dodatak III). Smatra se da su uništavanje staništa, zagađenje i sakupljanje u komercijalne svrhe (uglavnom trgovina kućnim ljubimcima) glavne prijetnje smanjenju gustine nekih populacija ove vrste (AmphibiaWeb, 2023). Što se tiče Bosne i Hercegovine, šareni daždevnjak ne tretira se ni kao strogo zaštićena ni kao zaštićena vrsta (Službeni glasnik Republike Srpske, 65/20; Službene novine Federacije BiH, 21/20).

Istraživanjima morfološke varijabilnosti šarenog daždevnjaka na području Balkana bavili su se brojni autori (Radovanović, 1951; Đurović i sar., 1979; Džukić, 1993; Kalezić i sar., 2000; Bielen, 2003; Labus i sar., 2012, 2013a, 2013b; Abazović, 2013; Šukalo i sar., 2013, 2015; Đurić i sar., 2016. i drugi).

Cilj ovog rada jeste analiza morfoloških, kvantitativnih i kvalitativnih karaktera šarenog daždevnjaka na širem području Gradiške (sjeverozapadna BiH) u cilju sagledavanja morfološke varijabilnosti, kao i analiza polnog dimorfizma na istom setu osobina.

MATERIJAL I METODE

Istraživano područje. Gradiška se nalazi u sjeverozapadnom dijelu BiH, a teritorijalno pripada entitetu Republika Srpska. Šire područje Gradiške obuhvata Lijevče polje i Potkozarje, i na sjeveru se rijekom Savom graniči sa Republikom Hrvatskom. Klima je umjereno kontinentalna, sa prosječnom mjesečnom temperaturom od +11 °C. Osim rijeke Save, područje je bogato i brdskim rijekama, od kojih su najveće Vrbaška, Jablanica, Jurkovića i Lubina. Područje je bogato šumama, a najrasprostranjenije su hrastove šume. Na sjeveru uz obalu rijeke Save i njenih većih pritoka nalazi se pojas hrasta lužnjaka, koji je mjestimično isprekidan

šumama hrasta kitnjaka i običnog graba (<http://bih-x.info/regije-i-gradovi/gradovi-bih/gradiska/>; www.fhmzbih.gov.ba).

Uzorkovanje. Sakupljanje jedinki šarenog daždevnjaka vršeno je na području sela Miloševo Brdo (157 m.n.v.) i Bistrica (120 m.n.v.), koja se nalaze na oko 12 km od Gradiške, i smještene su na južnim obroncima planine Prosare, nedaleko od istočnih obronaka planine Kozare (Slika 1). Hvatanje jedinki obavljeno je sredinom oktobra 2016. godine na lokalitetu Bistrica, i početkom aprila 2017. godine, na lokalitetu Miloševo Brdo. Svi daždevnjaci ulovljeni su tokom dana, u periodu od 08:00 do 17:00 časova. Ukupno je uhvaćena i analizirana 81 adulta jedinka šarenog daždevnjaka. Pol je utvrđen makroskopskim pregledom kloake. S obzirom na to da je pouzdano određivanje pola moguće samo za jedinke čija je totalna dužina tijela veća od 14 cm (Bogaerts i sar., 2021), jedinke sa totalnom dužinom tijela manjom od 14 cm isključene su iz analize. Stoga je analizom obuhvaćeno samo 70 jedinki šarenog daždevnjaka. Sve jedinke su nakon mjerenja vraćene na svoja staništa i nijedna nije povrijeđena.



Slika 1. Geografski položaj istraživanih lokaliteta

(<https://maps-bosnia.com/bosnia-on-world-map>;

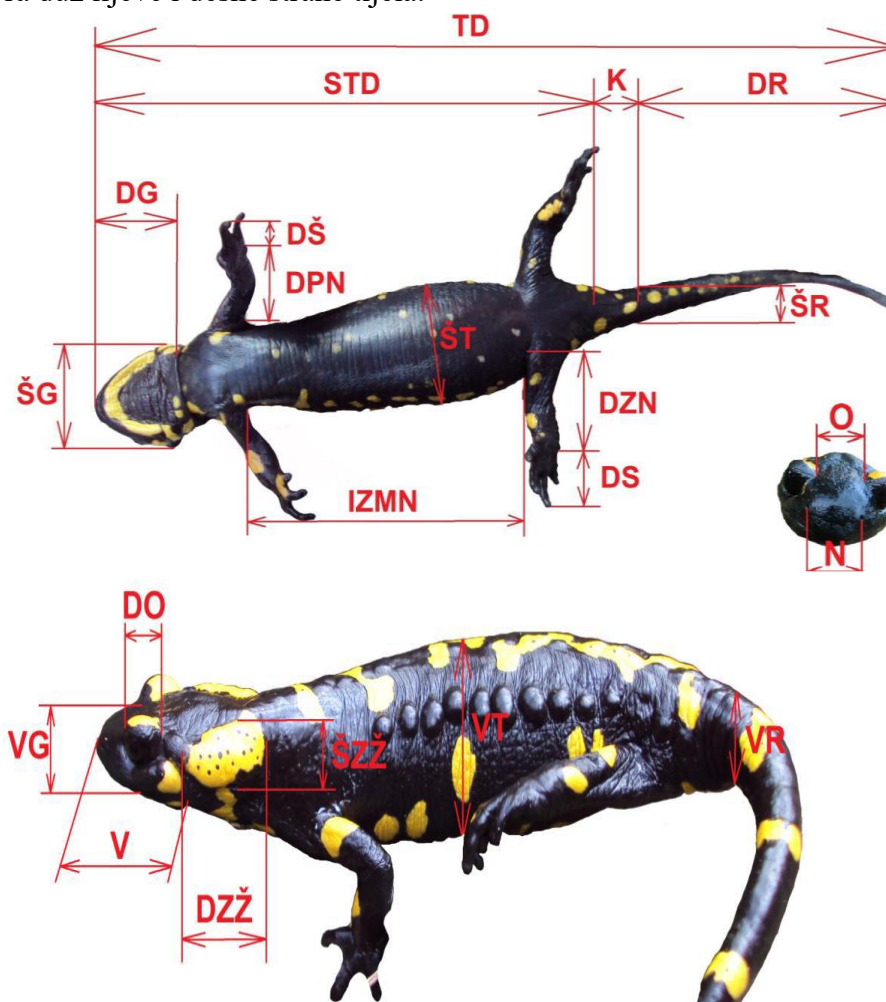
https://en.wikipedia.org/wiki/File:Bosnia_and_Herzegovina_physical_map.svg)

Morfometrijski karakteri. Analiza morfološke varijabilnosti šarenog daždevnjaka obuhvatila je mjerenje 22 morfometrijska karaktera (Slika 2): TD - totalna dužina tijela, STD - standardna dužina tijela (rastojanje od vrha njuške do prednje ivice kloake), VT - najveća visina tijela, ŠT - najveća širina tijela, DK - dužina kloake (od početka do kraja kloake), DG - dužina glave, ŠG - širina glave, VG - visina glave, DR - dužina repa (od zadnje ivice kloake do vrha repa), VR - visina repa (neposredno iza kloake), ŠR - širina repa (neposredno iza kloake), RIZMN - rastojanje između nogu (između prednjih i zadnjih udova tj. pazuha na preponama), DPN - dužina prednje noge (od pazuha do osnove šake), DZN - dužina zadnje noge (od pazuha do osnove stopala), DŠ - dužina šake (od baze šake do kraja trećeg prsta), DS - dužina stopala (od baze stopala do kraja četvrtog prsta), DO - dijametar oka, RIZMO -

rastojanje između orbita, RIZMN - rastojanje između nozdrva, DZŽ - dužina zaušne žlijezde, ŠZŽ - širina zaušne žlijezde i DV - dužina vilice (od njuške do uglova usta). Za mjerenje morfometrijskih karaktera korišćen je nonijus sa preciznošću od 0,1 mm.

Određena je i masa tijela svake jedinike digitalnom vagom preciznosti 1 g.

Meristički karakter, broj nabora na bočnim stranama tijela određen je makroskopski, brojanjem nabora duž lijeve i desne strane tijela.



Slika 2. Šematski prikaz analiziranih morfometrijskih karaktera šarenog daždevnjaka (Abazović, 2013)

Kvalitativne osobine. Jedinke su fotografisane sa dorzalne i ventralne strane tijela u cilju definisanja tipa obojenosti koja je određena prema Džukiću (1993). U odnosu na tip šare na dorzalnoj strani tijela šareni daždevnjaci podijeljeni su u tri grupe: životinje sa difuzno rasutim žutim mrljama, životinje kod kojih žute mrlje pokazuju tendenciju mediodorzalnog spajanja i životinje sa manje ili više simetričnom osnovom rasporeda žutih mrlja. Kada je u pitanju obojenost ventralne strane, razlikuju se životinje sa žutim mrljama na trbušnoj strani i životinje sa crnom trbušnom stranom, mada se kod obojenosti ventralne strane tijela razlikuje i nekoliko podtipova (mramorasta žuta šara i ispoljavanje žutog pigmenta u obliku sitnih poprečnih crtica) (Džukić, 1993).

Statistička obrada podataka. Deskriptivnom statističkom analizom za sve morfometrijske karaktere izračunati su opseg (minimalna i maksimalna vrijednost), srednja

vrijednost i standardna devijacija (SD). Statistička značajnost razlika u srednjim vrijednostima morfometrijskih karaktera mužjaka i ženki, za nivo povjerenja $p < 0,05$, testirana je primjenom t -testa (Skakić, 2001).

REZULTATI I DISKUSIJA

Odnos polova

Od ukupno 70 analiziranih jedinki šarenog daždevnjaka utvrđeno je da je njih 30 (43%) bilo ženskog pola, a 40 (57%) muškog pola (odnos polova približno je 1:1,3). Iz tabele 1 vidi se da mužjaci brojčano dominiraju u jesen (oktobar mjesec), dok je broj ženki nešto veći tokom proljeća (april mjesec).

Tabela 1. Broj mužjaka i ženki šarenog daždevnjaka u odnosu na period uzorkovanja

Datum	Lokalitet	Broj mužjaka	Broj ženki
oktobar, 2016.	Bistrica	27	13
april, 2017.	Miloševo Brdo	13	17

Podatke u korist veće brojnosti mužjaka dobili su i drugi autori: za sjeverozapad Hrvatske 62% mužjaci i 38% ženke (Bielen, 2003), za okolinu Teslića (BiH) 63% mužjaka i 27% ženki (Đurić i sar., 2016) i za planinu Ozren (okolina Doboja, BiH) 59% mužjaka i 41% ženki (Nešković, 2016). Abazović (2013) je za okolinu Banje Luke konstatovala nešto veću zastupljenost ženki (Ž: 54%, M: 46%), dok su Šukalo i sar. (2015) takođe na području Banje Luke (BiH), ustanovili veću zastupljenost mužjaka (M: 63%, Ž: 37%). Labus i sar. (2013a, 2013b) daju rezultate za broj muških i ženskih jedinki šarenog daždevnjaka za područje centralnog Balkana (M: 38%, Ž: 62%) i Šar-planine (M: 37%, Ž: 63%), gdje je evidentna veća zastupljenost ženki u uzorku. Istraživanja na dva lokaliteta u Srbiji provedena od strane Kalezića i sar. (2000) daju sljedeće podatke: na području Despotovca zastupljeniji su bili mužjaci (M: 74%, Ž: 26%), dok su na području Vršca dominirale ženke (M: 16%, Ž: 84%).

Dominantnije prisustvo mužjaka ili ženki na nekom području, najčešće se dovodi u vezu sa periodom uzorkovanja. U proljeće (mart-maj) tokom perioda parenja nešto češće se sreću ženke. Nakon reprodukcije ženke se odmaraju oko mjesec dana, pa se od kraja maja uglavnom mogu pronaći mužjaci. Druga velika aktivnost odvija se u jesen, što je povezano sa migracijom u zimska skrovišta. Tokom jeseni uglavnom su mužjaci i polno nezrele jedinke aktivne, a odrasle ženke koje nose larve ograničene su aktivnosti (Meikl, 2010).

Morfometrijski karakteri i masa tijela

Minimalne, maksimalne i srednje vrijednosti, kao i standardna devijacija za 22 morfometrijska karaktera i masu tijela, posebno za mužjake i ženke, dati su u tabeli 2.

Tabela 2. Pregled minimalnih, maksimalnih i srednjih vrijednosti, kao i standardne devijacije mase tijela i morfometrijskih karaktera šarenog daždevnjaka po polovima (SD-standardna devijacija; p=stepen značajnosti: boldirane vrijednosti pokazuju $p < 0,05$; dužinske vrijednosti izražene su u milimetrima, a masa tijela u gramima. Značenja skraćenica za morfometrijske karaktere nalaze se u dijelu rada Materijal i metode)

Osobina	MUŽJACI (N = 40)				ŽENKE (N = 30)				p
	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Srednja vrijednost	SD	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Srednja vrijednost	SD	
Masa tijela	18,91	44,45	29,62	6,18	24,2	50,4	37,56	6,91	0,000
TD	154,3	210,4	184,35	12,41	154,6	208,1	181,11	2,90	0,291
STD	85,5	121,3	103,82	7,16	91,4	119,6	105,06	6,03	0,444
VT	13,4	25,5	18,09	2,42	16,1	27,0	21,58	2,20	0,000
ŠT	17,0	25,5	19,98	2,08	19,8	29,1	23,25	2,34	0,000
DK	8,4	13,0	10,54	0,81	6,0	8,9	7,63	0,80	0,000
DG	20,0	32,5	27,51	2,50	23,6	30,0	27,45	1,40	0,915
ŠG	16,0	23,2	19,57	1,66	17,1	22,1	20,14	1,35	0,130
VG	6,0	10,0	7,88	0,93	6,0	10,3	8,10	1,18	0,367
DR	52,8	79,3	70,00	6,08	48,3	80,2	68,42	7,46	0,333
VR	7,0	10,3	8,29	0,91	7,4	10,9	9,11	0,94	0,000
ŠR	5,9	10,0	7,66	1,15	5,9	10,9	8,56	1,35	0,003
RIZMN	49,0	70,0	60,22	5,11	55,0	70,1	61,25	4,27	0,372
DPN	20,6	28,7	24,44	1,83	18,7	26,7	22,56	1,76	0,000
DZN	20,1	30,5	23,84	1,98	17,0	25,9	22,48	2,07	0,007
DŠ	10,4	16,2	14,06	1,35	10,0	15,2	13,14	1,16	0,004
DS	13,0	18,5	16,30	1,27	13,6	17,4	15,46	0,97	0,003
DO	4,7	15,4	5,95	1,64	4,1	6,4	5,31	0,55	0,051
RIZMO	8,1	11,0	9,86	0,68	8,6	11,1	9,81	0,62	0,766
RIZMNZ	5,9	8,8	7,33	0,60	6,5	8,5	7,32	0,53	0,990
DZZ	11,1	16,2	13,51	1,02	11,6	17,3	13,65	1,40	0,633
ŠZZ	4,6	7,9	6,25	0,64	5,0	8,0	6,11	0,69	0,413
DV	16,2	22,0	19,29	1,18	16,8	21,5	19,27	1,28	0,960

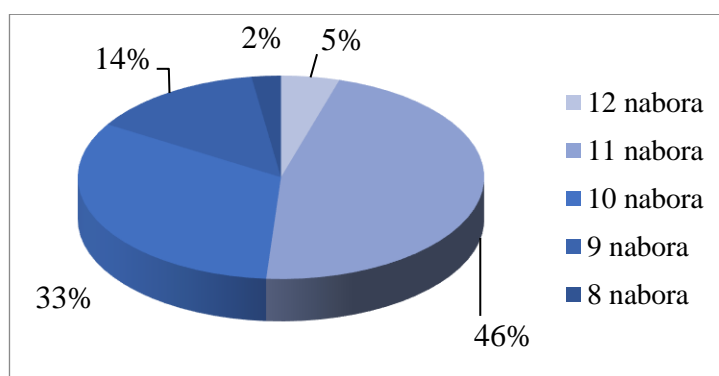
Primjenom t-testa utvrđene su statistički značajne razlike između polova za devet morfometrijskih karaktera (visina tijela, širina tijela, dužina kloake, visina repa, širina repa, dužina prednje noge, dužina zadnje noge, dužina šake i dužina stopala) i masu tijela (Tabela 2). Ženke imaju veće srednje vrijednosti za masu tijela, te širinu i visinu tijela. Veće vrijednosti navedene tri osobine kod ženki mogu se dovesti u vezu sa činjenicom da su ženke u većem broju hvatane tokom proljeća, tj. neposredno prije ili tokom polaganja larvi. Kod vodozemaca generalno fekunditet ženki favorizuje njihovo veće tijelo u odnosu na mužjake (Kalezić i sar., 2000). S druge strane, mužjaci imaju veće srednje vrijednosti za sedam morfometrijskih karaktera (dužina kloake, visina repa, širina repa, dužina prednje noge, dužina zadnje noge, dužina šake i dužina stopala), što se može dovesti u vezu sa reproduktivnim ponašanjem i ljubavnom igrom. Polni dimorfizam kod šarenog daždevnjaka najuočljiviji je za vrijeme parenja, kada mužjaci imaju povećanu (natečenu) kloaku. Takođe, tijelo mužjaka je kraće i vitkije, a udovi i rep proporcionalno duži (Džukić, 1993; Labus i sar., 2013a), što je u saglasnosti sa našim rezultatima.

Šukalo i sar. (2015) za daždevnjake iz okoline Banje Luke konstatovali su statistički značajne razlike za masu tijela, dužinu kloake, dužinu prednje noge, dužinu zadnje noge i dužinu šake. Rezultati istraživanja na području Teslića (Đurić i sar., 2016) pokazuju da se srednje

vrednosti devet morfometrijskih karaktera statistički značajno razlikuju među polovima: standardna dužina tijela, dužina kloake, masa tijela, dužina vilice, rastojanje između nogu, dužina zaušne žlijezde, dužina repa, totalna dužina tijela i širina glave. Labus i sar. (2013b) su statistički značajne razlike između polova šarenog daždevnjaka sa Šar-planine ustanovili za širinu glave, dužinu prednje i zadnje noge kao i dužinu šake. Kod *S. salamandra* sa planine Ozren statistički značajne razlike javljaju se za dužinu kloake, masu tijela, dužinu šake i dužinu stopala (Nešković, 2016).

Meristički karakteri

Broj nabora duž lijeve i desne strane tijela kretao se od minimalno osam do maksimalno 12 (Slika 3). Od ukupno 70 analiziranih jedinki 61% imalo je isti broj nabora, a 39% različit broj nabora. Analizirajući i isti i različit broj nabora, ustanovljeno je da je sa lijeve strane tijela najveći broj jedinki imao 11 i 10 nabora, a sa desne strane tijela 10 i 11 nabora. Kod jedinki koje su imale isti broj nabora, najzastupljenije su bile one sa 11 (46%) i 10 (33%) nabora.

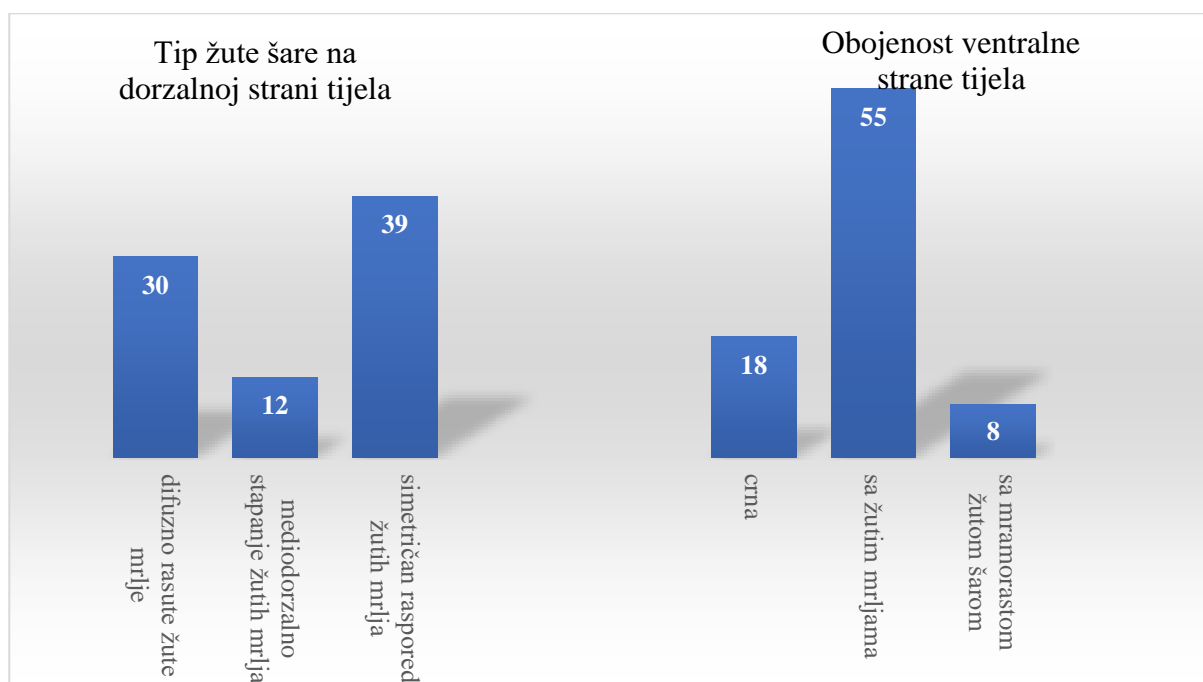


Slika 3. Procentualna zastupljenost jedinki šarenog daždevnjaka sa istim brojem nabora duž lijeve i desne strane tijela

Kod daždevnjaka iz okoline Teslića broj nabora takođe je varirao od osam do 12 (Đurić i sar., 2016). Za analizirani uzorak iz okoline Banje Luke broj nabora varirao je od sedam do 12 (Abazović, 2013), dok je kod jedinki sa planine Ozren broj nabora na bokovima tijela varirao od devet do 12 (Nešković, 2016). U svim pomenutim istraživanjima dominiraju jedinke sa 10 i 11 nabora na bokovima tijela.

Kvalitativne osobine

U pogledu tipa žute šare na dorzalnoj strani tijela, u analiziranom uzorku dominirale su jedinke sa simetričnom osnovom rasporeda žutih mrlja (36 jedinki, odnosno 51%). Kada je u pitanju obojenost ventralne strane tijela, najveći broj jedinki bio je sa žutim mrljama (48 jedinki, odnosno 69%) (Slika 4).



Slika 4. Zastupljenost tipova obojenosti dorzalne i ventralne strane tijela jedinki šarenog daždevnjaka

Dominantan tip žute šare na dorzalnoj strani tijela u većini drugih istraživanja jeste onaj sa simetričnom osnovom rasporeda žutih mrlja, osim kada su u pitanju šareni daždevnjaci iz okoline Teslića i sa planine Ozren kod kojih je najzastupljeniji bio tip difuzno rasutih žutih mrlja (Đurić i sar., 2016; Nešković, 2016). S druge strane, najveći broj jedinki sa žutim mrljama na trbušnoj strani tijela evidentiran je u većini pomenutih istraživanja. Izuzetak su rezultati Džukića (1993) za populacije šarenog daždevnjaka iz Srbije, kod kojih je učestalija bila crna trbušna strana tijela.

Iako se smatra da nema razlike u obojenosti između mužjaka i ženki (Džukić, 1993), pojedina istraživanja ukazuju na postojanje seksualnog dihomatizma, pri čemu mužjaci imaju veću ukupnu površinu pokrivenu žutim mrljama na leđima i repu u odnosu na ženke (Balogova i Uhrin, 2015). S druge strane, neki su autori pronašli jasnu vezu između obojenosti tijela i nekih parametara životne sredine, kao što su produktivnost ekosistema i dostupnost plijena (Barzaghi i sar., 2022.).

ZAKLJUČAK

Statistički značajne razlike između polova za istraživani set morfometrijskih osobina i mase tijela kod šarenog daždevnjaka ustanovljene su za masu tijela, visinu tijela, širinu tijela, dužinu kloake, visinu repa, širinu repa, dužinu prednje noge, dužinu zadnje noge, dužinu šake i dužinu stopala. Broj nabora na bokovima tijela varirao je od osam do 12, a zabilježene su jedinke kako sa istim tako i sa različitim brojem nabora. U pogledu tipa šare na dorzalnoj strani tijela dominirale su jedinke sa simetričnom osnovom rasporeda žutih mrlja, a u pogledu obojenosti ventralne strane tijela dominirale su jedinke sa žutim mrljama. Rezultati prikazani u ovom radu predstavljaju prve podatke o morfološkim karakteristikama šarenog daždevnjaka na području

opštine Gradiška i pružaju osnovu za dalja biološka i ekološka istraživanja ove vrste, kako na datom području, tako i šire.

LITERATURA

- Abazović, M. (2013). Morfometrija i ekologija šarenog daždevnjaka *S. salamandra* (L, 1758) iz okoline Banjaluke. Diplomski rad. Banjaluka: Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci.
- AmphibiaWeb (2023). <https://amphibiaweb.org> University of California, Berkeley, CA, USA.
- Andersson, M. (1994). *Sexual Selection*. Princeton: Princeton University Press.
- Arnold, E. N. (2004). *A field guide to the reptiles and amphibians of Britain and Europe*. London: Harper Collins Publisher.
- Balogová, M. i Uhrin, M. (2015). Sex-biased dorsal spot patterns in the fire salamander (*Salamandra salamandra*). *Salamandra*, 51(1), 12–18.
- Barzaghi, B., Melotto, A., Cogliati, P., Manenti, R. i Ficetola, G. F. (2022). Factors determining the dorsal coloration pattern of aposematic salamanders. *Scientific Reports*, 12, 17090. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19466-0>
- Bielen, A. (2003). Analiza populacije pjegavog daždevnjaka, *Salamandra salamandra*, na sjeverozapadnom dijelu Kalnika. Diplomski rad. Zagreb: Prirodno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- Bogaerts, S., Lötters, S., Spitzen-van der Sluijs, A., Preißler, K., Caspers, B., Oswald, P., Michaels, C. J., ter Meulen, T., Reinhardt, T., Martel, A. i Pasmans, F. (2021). EAZA Amphibian Taxon Advisory Group, Best Practice Guidelines (striped) fire salamander, *Salamandra salamandra (terrestris)*. First edition. Amsterdam, The Netherlands: European Association of Zoos and Aquariums.
- Darwin, C. (1871). *The Descent of Man*. London, Murray. Prevod na naš jezik: *Čovekovo poreklo* (1977). Novi Sad: Matica Srpska.
- Dryden, I. L. i Mardia, K. (2016). *Statistical Shape Analysis: With Applications in R*. Wiley Series in Probability and Statistics. 2nd ed., Chichester: John Wiley & Sons.
- Džukić, G. (1993). Fauna, zoogeografija i zaštita repatih vodozemaca (Caudata) Srbije. Doktorska disertacija. Beograd: Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu.
- Đurić, S., Šukalo, G. i Golub, D. (2016): Morfološka varijabilnost i polni dimorfizam šarenog daždevnjaka (*Salamandra salamandra*) iz okoline Teslića. *SKUP* 7(2) (posebno izdanje – Zbornik radova sa III Simpozijuma biologa i ekologa Republike Srpske (SBERS 2015)), 165–177. <https://doi.org/10.7251/SKP1607165D>
- Đurović, E., Vuković, T. i Pocrnjić, Z. (1979). *Vodozemci Bosne i Hercegovine (ključ za određivanje)*. Sarajevo: Zemaljski muzej BiH.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group (2023). *Salamandra salamandra*. The IUCN Red List of Threatened Species 2023: e.T59467A219148292. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2023-1.RLTS.T59467A219148292.en>
- Kalezić, M. L., Džukić G., Đorović, A. i Aleksić, I. (2000): Body size, age and sexual dimorphism in the genus *Salamandra*. A study of the Balkan species (Amphibia, Urodela, Salamandridae). *Spixiana*, 23, 283–292.

- Kupfer, A. (2007). Sexual size dimorphism in amphibians: An overview. Chapter 5. In: Fairbairn, D. J., Blanckenhorn, W. U. & Székely, T. (Eds.), *Sex, size and gender roles. Evolutionary studies of sexual size dimorphism* (pp. 50–59). Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199208784.001.0001>
- Labus, N., Vukov, T. D., Ljubisavljević, K. i Džukić, G. (2012): Morphological variability without geographical structuring in the fire salamander (*Salamandra salamandra*, Salamandridae) from the Central Balkans. *North-Western Journal of Zoology*, 8(1), 92–98.
- Labus, N., Cvijanović M. i Vukov T. (2013a): Sexual size and shape dimorphism in *Salamandra salamandra* (Amphibia, Caudata, Salamandridae) from the Central Balkans. *Archives of Biological Sciences*, 65(3), 969–975. <https://doi.org/10.2298/ABS1303969L>
- Labus, N., Živić, N., Babović-Jakšić T. i Krstičić J. (2013b): Morphological characteristics of the fire salamander population (*Salamandra salamandra*, Salamandridae) from Šar planina mountain. *Natura Montenegrina*, 12(2), 377–385. DOI: 10.13140/RG.2.1.4920.2325
- Mayr, E. (1965). *Animal Species and Evolution*. Cambridge: Harvard Univ. Press, Beograd: Vuk Karadžić.
- Meikl, M. (2010). Collection of Fire salamander (*Salamandra salamandra*) distribution data in Austria using a new, community-based approach. Master thesis. The University of Salzburg: Biology-Zoology.
- Milankov, V. (2007). *Biološka evolucija*. Novi Sad: Prirodno-matematički fakultet.
- Nešković, K., Šukalo G. i Golub, D. (2018): Morfološka varijabilnost i polni dimorfizam šarenog daždevnjaka (*Salamandra salamandra*) sa planine Ozren. *SKUP*, 9(2), 3–15. <https://doi.org/10.7251/SKP180902003N>
- Oxnard, C. E. (1978). *One Biologist's view*. Annual Review of Ecology and Systematics, pp. 219–241.
- Radovanović, M. (1951). *Vodozemci i gmizavci naše zemlje*. Beograd: Naučna knjiga.
- Shine, R. (1979). Sexual Selection and Sexual Dimorphism in the Amphibia. *Copeia*, 1979(2), 297–306. <https://doi.org/10.2307/1443418>
- Shine, R. (1989): Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence. *Quarterly Review of Biology*, 64, 419–461. <https://doi.org/10.1086/416458>
- Skakić, N. (2001). *Teorija vjerovatnoće i matematička statistika*. Beograd: Naučna knjiga.
- Službeni glasnik Federacije Bosne i Hercegovine br. 21 (2020). Pravilnik o mjerama zaštite za strogo zaštićene vrste i podvrste i zaštićene vrste i podvrste.
- Službeni glasnik Republike Srpske br. 65 (2020). Uredba o strogo zaštićenim i zaštićenim divljim vrstama.
- Steward, J. W. (1969). *The Tailed Amphibians of Europe*. Newton Abbot: David & Charles.
- Šukalo G., Đorđević, S., Golub, D., Dmitrović, D. i Tomović, Lj. (2013). Novel, non-invasive method for distinguishing the individuals of the fire salamander (*Salamandra salamandra*) in capture-mark-recapture studies. *Acta Herpetologica*, 8(1), 41–45, 2013. https://doi.org/10.13128/Acta_Herpetol-12065
- Šukalo, G., Malidža, S., Golub, D., Dmitrović, D., Đorđević, S. i Tomović, Lj. (2015). Populaciona istraživanja šarenog daždevnjaka (*Salamandra salamandra*) na području Banjaluke. U: Biljana Kukavica Jovanović (Ur.), *Zbornik sažetaka III Simpozijum*

biologa i ekologa Republike Srpske (SBERS 2015), (str.161). Banja Luka: Prirodno-matematički fakultet.

Tucić, N. (1987). *Uvod u teoriju evolucije*. Beograd: Naučna knjiga.

<http://bih-x.info/regije-i-gradovi/gradovi-bih/gradiska/>

<http://www.fhmzbih.gov.ba/>

Primljeno 12.03.2024.

Prihvaćeno 30.06.2024.