

MORFOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PLANINSKOG MRMOLJKA – *ICHTHYOSAURA ALPESTRIS* (LAURENTI, 1768)¹

Aida Abaza[✉], Denisa Žujo Zekić

Nastavnički fakultet Univerziteta „Džemal Bijedić“ u Mostaru

[✉]e-mail: aida.abaza@unmo.ba

SAŽETAK

*Sistematskim istraživanjem regije Hercegovine u periodu od marta 2011. godine do aprila 2012. godine utvrđeno je prisustvo istraživane vrste *Ichthyosaura alpestris* (Laurenti, 1768) na dvanaest lokaliteta. Morfometrijski parametri pomenute vrste analizirani su unutar dva reprezentativna lokaliteta na platou planinskog lanca Prenj. Cjelokupna analiza u okviru istraživanja osnovnih morfometrijskih karaktera unutar populacije *Ichthyosaura alpestris* (Laurenti, 1768) pokazuje veoma male razlike; one su normalna pojava u okviru intraspecijske morfološke varijabilnosti, a posljedica su raznovrsnosti ekoloških uvjeta pod kojima istraživane populacije žive. Smatra se da je ovakva uniformnost između istraživanih dužinskih mjera omogućena i prisustvom pedomorfoze (neoteničnih jedinki), jer pedomorfoza utječe na morfologiju i na intraspecijskom nivou.*

Ključne riječi: *Ichthyosaura alpestris* (Laurenti, 1768), biološka istraživanja, morfometrijske karakteristike, Hercegovina, odnos spolova

UVOD

Biodiverzitet Bosne i Hercegovine ubraja se u najraznovrsnije u čitavoj Evropi, a visok stepen endemičnosti i reliktnosti faune daje ovim prostorima značaj na nivou globalne biološke raznolikosti. Tokom ledenog doba teritorija Bosne i Hercegovine predstavljala je refugijume (prostorne jedinice izložene manjem utjecaju klimatskih promjena) za veliki broj biljnih i životinjskih vrsta. Zahvaljujući tome, područje Bosne i Hercegovine nastanjuju mnoge reliktno i endemoreliktno vrste.

Fauna vodozemaca Bosne i Hercegovine je privlačila pažnju mnogih zoologa, počevši od kraja 19. vijeka, pa sve do danas. Prvi podaci vezani su za istraživanja

¹ Izvod iz magistarskog rada pod nazivom: „Životni ciklus i rasprostranjenje populacije planinskog mrmoljka *Ichthyosaura alpestris* (Laurenti, 1768) Amphibia: Caudata, Salamandridae, na području Hercegovine“, Mostar, Nastavnički fakultet, 2012. godina.

Wenera (1897). Osnivanjem Zemaljskog muzeja u Sarajevu 1888. godine počinje sistematsko prikupljanje i obrada podataka o ovoj skupini životinja. Istraživanja faune vodozemaca na području Bosne i Hercegovine mogu se uvjetno podijeliti na četiri perioda: (1) Otomansko-austrougarski period (do 1918. godine), (2) period Kraljevine Jugoslavije (od 1918. do 1943. godine), (3) period Socijalističke Jugoslavije (od 1943. do 1992. godine) i period samostalne Bosne i Hercegovine (od 1992. godine) (Lelo, 2012).

U 21. vijeku Dražen Kotrošan, kustos Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine je objedinio podatke za čovječiju ribicu u Bosni i Hercegovini. Neki od autora su osporili verbalne tvrdnje o nestanku (Rejzerovog) alpskog vodenjaka u Prokoškom jezeru (Lelo i sar., 2003; Lelo, 2007).

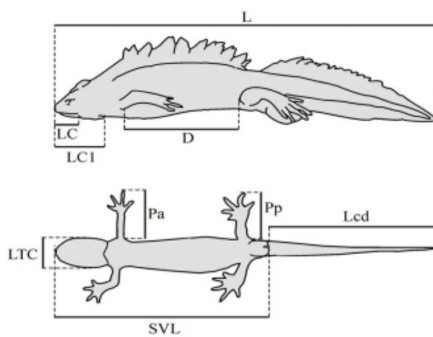
MATERIJAL I METODE

Terenska istraživanja na području Hercegovine obavljena su na većem broju lokaliteta u periodu od marta 2011. godine do aprila 2012. godine. Prisustvo istraživane vrste potvrđeno je na 12 lokaliteta. Analiza morfometrijskih karakteristika obavljena je na jedinkama koje su izlovljene od aprila do jula 2011. godine, pri čemu su uzorci sakupljeni u određenom vremenskom kontinuitetu (vremenski raspon od 15 dana). Prikupljeni primjerci su nakon izvršene analize vraćeni u prvobitno stanište, jedan dio primjeraka je konzerviran u 76% etanolu. S obzirom na mali broj primjeraka nađenih na pojedinim lokalitetima, mjerenja morfometrijskih karakteristika vršena su samo na primjercima koji pripadaju populacijama sa planine Prenj (Ošljak, Prekača). Za analizu varijabilnosti i eventualnih razlika u osnovnim morfometrijskim parametrima korišten je softverski program SPSS. Na svakom od navedenih lokaliteta, gdje je utvrđeno prisustvo vrste *Ichthyosaura alpestris* (Laurenti, 1768), određena je nadmorska visina, geografska širina i dužina (GPS uređaj Garmin – Colorado 400t GPS receiver). Jedinke su determinirane uz pomoć ključa za determinaciju (Lelo, 2007; Arnold i sar., 1992). Aktuelna nomenklatura i taksonomski pregled usklađeni su sa podacima na portalu: [research.org/vz/herpetology/amphibia index.php](http://research.org/vz/herpetology/amphibia/index.php) (Frost i sar., 2011).

REZULTATI I DISKUSIJA

Morfometrija se može definirati kao „istraživanje problema veličine i oblika morfoloških cjelina korištenjem statističkih metoda, po pravilu različitih multivarijantnih procedura, na osnovu podataka dobivenih mjerenjima“ (Rohlf, 1990). U većini bioloških disciplina proučavanja složenih sistema sa izraženom varijabilnošću neminovno se oslanjaju na statistiku. Primjenom statistike, procjenjuje se i utvrđuje struktura postojeće varijabilnosti, odnosno utjecaj pojedinačnih faktora na

varijabilnost date osobine (Stephens i sar., 2005). Uzorak mora biti reprezentativan za čitavu grupu od interesa (reprezentativnost uzorka se ogleda u tome da sadrži sve činioce koji određuju datu grupu). Pri tome, za pravilan odabir uzorka neophodno je i dobro poznavanje biološkog problema, biologije grupe koja se analizira, kao i poznavanje i razumijevanje različitih statističkih metoda (Efron i Tibshirani, 1993; Manly, 2007). Veličina i oblik neke morfološke cjeline opisuju se skupom dužinskih mjera (dužina, visina, širina). Dužinske mjere mogu biti određene kao rastojanja između tačno definiranih, specifičnih tačaka kao što su npr. dijelovi tijela (slika 1). Uglavnom, za svaku grupu životinja postoje standardni protokoli mjerenja.



Slika 1. Standardni protokol dužinskih mjera dijelova tijela mrmoljaka (Kalezić i Ivanović, 2009)

L - ukupna dužina tijela,

SVL - standardna dužina tijela, od vrha njuške do prednje ili zadnje ivice kloake,

LC - dužina glave,

LTC - širina glave,

Lcd - dužina repa,

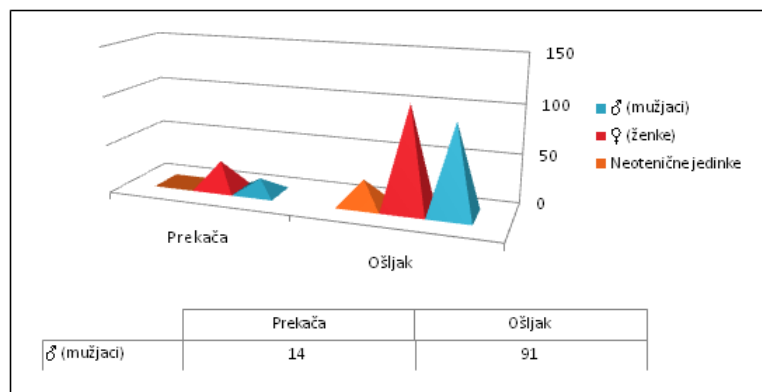
Pa - dužina prednjih ekstremiteta,

Pp - dužina zadnjih ekstremiteta,

D - dužina trupa, odnosno rastojanje između prednjih i zadnjih ekstremiteta.

Sistematskim istraživanjem regiona Hercegovine tokom 2011. godine na lokalitetima Ošljak i Prekača analizirani su morfometrijski parametri vrste *Ichthyosaura alpestris*. Pri ovoj analizi poštovao se standardni protokol dužinskih mjera. U ukupnom uzorku od 263 jedinke, 221 jedinka je registrirana na lokalitetu Ošljak, dok je na lokalitetu Prekača registrirana mnogo manja brojnost populacije. Broj jedinki koje su registrirane na tom lokalitetu iznosi 42 individue (dijagram 1). Tokom istraživanja uzorak koji je korišten za morfometrijske analize sačinjavalo

je 105 jedinki (40%) muškog spola, 133 jedinke ženskog spola (51%), a ostali dio uzorka činile su neotenične jedinke (9%) (dijagram 1). Jedinke identificirane kao neotenične bilo je vrlo lako prepoznati po prisustvu spoljašnjih škruga koje nisu prisutne kod odraslih metamorfoziranih jedinki i identificirane su samo na lokalitetu Ošljak.



Dijagram 1. Zastupljenost spolova u ukupnom uzorku (lokaliteti Ošljak i Prekača)

Morfometrijski parametri analiziranih jedinki pratili su standardni protokol dužinskih mjera dijelova tijela mrmoljaka: L – ukupna dužina tijela, SVL – standardna dužina tijela, od vrha njuške do prednje ili zadnje ivice kloake, LC – dužina glave, Pa – dužina prednjih ekstremiteta, Pp – dužina zadnjih ekstremiteta.

Tabela 1. Varijabilnost u morfometrijskim karakteristikama *Ichthyosaura alpestris* (mužjaci)

Broj primjeraka: 105 ♂					
Morfometrijski karakteri	L	SVL	LC	Pa	Pp
Granice variranja	67,50–76,00	40,00–44,50	10,00–11,50	13,50–17,00	13,50–17,00
Srednja vrijednost	71,59	41,68	10,70	15,30	15,30
Standardna devijacija	2,99	1,47	0,41	1,43	1,07
Koeficijent varijacije	4,17	3,52	5,31	9,45	6,96

Srednja vrijednost ukupne dužine tijela kod mužjaka iznosila je 71,59 mm (granice variranja od 67,50 do 76,00 mm). Relativna dužina glave i trupa, u odnosu na ukupnu dužinu tijela, je bila 41,86 mm, srednja vrijednost za dužinu glave je 10,70 mm, dužina prednjih udova je 15,30 mm, a zadnjih 15,30 mm. Rezultati morfometrijskih analiza za mužjake, ženke i neotenične jedinke predstavljeni su u tabelama 1, 2 i 3. Dužinske kategorije izračunate prema slijedu maksimalnih i minimalnih za sve zadane parametre nisu pokazale statistički značajnu signifikantnost. Morfometrijska analiza standardnih dužinskih mjera neoteničnih jedinki nije pokazala značajne oscilacije u odnosu na tabelarni prikaz analiziranih vrijednosti koje se odnose na jedinke ženskog i muškog spola. Međusobna zavisnost veličine

tijela i nivoa seksualnog dimorfizma u veličini tijela prema Fairbairn (1990, 1997) u okviru neke grupe životinja (sexual size dimorphism, SSD) može se testirati direktno, prihvatanjem ili odbacivanjem nulte hipoteze. Cjelokupna analiza u okviru istraživanja osnovnih morfometrijskih karaktera unutar populacije *Ichthyosaura alpestris* (Laurenti, 1768) pokazuje veoma male razlike.

Tabela 2. Rezultati analize morfometrijskih karaktera *Ichthyosaura alpestris* (ženke)

Broj primjeraka: 133 ♀					
Morfometrijski karakteri	L	SVL	LC	Pa	Pp
Granice variranja	82,00–93,00	47,00–53,00	11,00–13,50	16,00–19,00	15,00–19,50
Srednja vrijednost	87,83	49,33	11,66	17,50	17,70
Standardna devijacija	5,03	2,96	0,81	1,37	1,37
Koeficijent varijacije	5,27	6,00	6,94	5,82	7,74

One su, smatra se, normalna pojava u okviru intraspecijske morfološke varijabilnosti, a posljedica su raznovrsnosti ekoloških uvjeta pod kojima istraživane populacije žive.

Tabela 3. Morfometrijski karakteri *Ichthyosaura alpestris* (neotenične jedinke)

Broj primjeraka neoteničnih jedinki 25					
Morfometrijski karakteri	L	SVL	LC	Pa	Pp
Granice variranja	83,00–91,00	46,00–54,00	11,00–12,70	15,00–18,50	16,00–18,00
Srednja vrijednost	86,70	49,65	11,80	17,10	17,74
Standardna devijacija	5,20	4,50	5,81	3,23	2,40
Koeficijent varijacije	5,85	7,10	5,30	5,98	7,74

Još jednu specifičnost koja objašnjava ovakvu uniformnost između istraživanih dužinskih mjera Kalezić (2009) opravdava prisustvom pedomorfoze (neoteničnih jedinki), jer pedomorfoza utječe na morfologiju i na intraspecijskom nivou. Primjer za to je fakultativna pedomorfoza kod repatih vodozemaca, odnosno postojanje alternativnih puteva životnog ciklusa u jednoj populaciji. Smatra se da je složeni životni ciklus primitivna karakteristika repatih vodozemaca. U pojedinim populacijama repatih vodozemaca jedinke mogu slijediti primitivan i generaliziran put razvića. Ovaj put razvića podrazumijeva akvatične larve koje metamorfoziraju u juvenilne jedinke. Juvenilne jedinke napuštaju vodu i do dostizanja spolne zrelosti žive na kopnu. U vodu se vraćaju tek nakon dostizanja spolne zrelosti, kao adultne jedinke (zbog reprodukcije).

Međutim, u pedomorfnim populacijama dio jedinki (a u nekim slučajevima i sve jedinke) može dostići spolnu zrelost bez metamorfoze ili djelimičnom metamorfozom, pri čemu adulti zadržavaju neke od larvenih odlika (spoljašnje škrge na

primjer) i ostaju u vodi tokom čitavog života. Na taj način dolazi do znatnih razlika u morfologiji jedinki koje slijede različite puteve životnog ciklusa. To važi i za evropske mrmoljke rodova *Ichthyosaura*, *Mesotriton* i *Lissotriton* kod kojih postoji polimorfizam u putevima životnog ciklusa, kao i polifenizam (istovremeno postojanje različitih fenotipova u populaciji), veoma čest na Balkanskom poluostrvu (Džukić i sar., 1990). Dokazano je da pedomorfoza u značajnoj mjeri povećava intrapopulacionu varijabilnost morfometrijskih karaktera vezanih za ishranu i lokomociju, što je protumačeno kao morfološka adaptacija koja smanjuje kompeticiju dvije morfe (Tucić i sar., 2003). Razlike u alometrijskim odnosima jedinki, koje slijede alternativne životne cikluse, manje su izražene kod planinskog mrmoljka (*Ichthyosaura alpestris*).

ZAKLJUČAK

Osim njihove evolucijske starosti, populacije *Ichthyosaura alpestris* (Laurenti, 1768) su značajne i po tome što njihovo prisustvo ukazuje na bogatstvo i očuvanost ekosistema u kojima žive. Analizom jedinki na planini Prenj potvrđeno je prisustvo jedinki koje u svom životnom obrascu odlikuje fakultativna pedomorfoza. U ukupnom uzorku prema broju registriranih spolova najbrojnije su ženke koje čine 51% populacije, mušjaci su zastupljeni sa 40%, dok neotenične jedinice čine 9% populacije. Morfometrijske analize standardnih dužinskih mjera između jedinki različitog spola, kao i jedinki koje nastanjuju različita mikrostaništa na planini Prenj, pokazale su da nema značajnih razlika u osnovnim dužinskim mjernim jedinicama.

LITERATURA

- [1] Arnold, E., Barton, J., Oviden, D. W. (1992). *Reptiles and amphibians of Britain and Europe – Field Guide*. Harper Collins: Glasgow.
- [2] Ćirović, R., Vukov, D., Džukić, G., Kalezić, M. (2008). *Environmental predictor variables of European newts (Triturus spp., Salamandridae) distribution in the Montenegrin karst region*. Biologia: Bratislava, 63(5): 745–752
- [3] Denoël, M., Lehmann, A. (2006). *Multi-scale effect of landscape processes and habitat quality on newt abundance: Implications for conservation*. Biol. Conserv: Paris, 130: 495–504.
- [4] Džukić, G., Kalezić, M., Tvrtković, N., Đorović, A. (1990). *An overview of the occurrence of paedomorphosis in Yugoslav newt (Triturus, Salamandridae) populations*. British Herpetological Society Bulletin: Berlin, No. 34, 16–22. (M23a = 2.5)

- [5] Efron, B., Tibshirani, R. J. (1993). *An Introduction to the Bootstrap*. Chapman&Hall: Washington, D.C.
- [6] Fairbairn, D. (1990). *Factors influencing sexual size dimorphism in temperate waterstriders*. American Naturalist. The University of Chicago Press: Chicago.
- [7] Fairbairn, D. (1997). *Allometry for sexual size dimorphism: pattern and process in the coevolution of body size in males and females*. Annual Review of Ecology and Evolution. The University of Chicago Press: Chicago.
- [8] Frost, D. R., Grant, T., Faivovich, J., Bain, R. H., Haas, A., Haddad, C. F. B., De Sa, R. O., Channing, A., Wilkinson, M., Donnellan, S. C., Raxworthy, C. J., Campbell, J. A., Blotto, B. L., Moler, P., Drewes, R. C., Nussbaum, R. A., Lynch, J. D., Green, D. M. (2011). *Salamanders*. T&AD Poyser Natural History: London.
- [9] Kalezić, M. (2009). *Osnovi morfologije kičmenjaka*. IV izdanje, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva: Beograd.
- [10] Lelo, S., Memišević, E., Kašić-Lelo, M. (2003). Potvrda stabilne egzistencije bosanskohercegovačke endemične populacije alpskog trirona *Triturus alpestris reiseri* (Werner, 1902) (Amphibia: Urodela, Salamandridae) u Prokoškom jezeru i njegovoj okolini. *Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 48(52), 47–56.
- [11] Lelo, S. (2007). *Priručnik za identifikaciju bosanskohercegovačkih vodozemaca*. Udruženje za inventarizaciju i zaštitu životinja: Ilijaš, Kanton Sarajevo.
- [12] Lelo, S. (2012). *Sistematski pregled vodozemaca Bosne i Hercegovine*. U: S. Lelo (urednik), *Fauna Bosne i Hercegovine – Biosistematski pregledi*. 5. izmjenjeno i dopunjeno izdanje, 422–423, Udruženje za inventarizaciju i zaštitu životinja: Ilijaš, Kanton Sarajevo.
- [13] Manly, B. (2007). *Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology*, 3rd ed. Chapman&Hall/CRC.
- [14] Rohlf, J. (1990). *Morphometrics*. Annual Review of Ecology and Systematics, Italian Journal of Zoology. 21: 299–316.
- [15] Stephens, P. A., Buskirk, S. W., Hayward, G., Martinez del Rio, C. (2005). Information theory and hypothesis testing: a call for pluralism. *Journal of Applied Ecology*: England.
- [16] Tucić, N. (2003). *Evoluciona biologija*. NNK International: Beograd. ISBN 86-83635-24-4.

- [17] Werner, F. (1898). *Prilozi poznavanju faune reptilija i batrahija Balkanskog poluostrva*. Glasnik Zemaljskog muzeja: Sarajevo, 10(1), 131–156.

MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF *ICHTHYOSAURA ALPESTRIS* (LAURENTI, 1768)¹

ABSTRACT

*A systematic exploration of the region of Herzegovina in the period from March 2011. to April 2012, confirmed the presence of the studied species *Ichthyosaura alpestris* (Laurenti, 1768) at twelve sites. Additionally, the morphometric characteristics of the researched species were analysed at two representative sites on the plateau of the mountain Prenj. The overall analysis of basic morphometric characteristics within the population of *Ichthyosaura alpestris* (Laurenti, 1768) shows very small variations. This is a normal occurrence in intraspecific morphological variability, being the consequence of diverse environmental conditions under which studied populations live. It is believed that this observed uniformity between the investigated linear measures was facilitated by the presence of paedomorphosis (neotenic individuals), as paedomorphosis affects morphology even at the intraspecific level.*

Key words: *Ichthyosaura alpestris* (Laurenti, 1768), biological researches, morphometric characteristics, Herzegovina, sex ratio

¹ Extract from masters thesis: „Life cycle and distribution of population of *Ichthyosaura alpestris* (Laurenti, 1768) Amphibia: Caudata, Salamandridae, on the area of Herzegovina“, Mostar, Faculty of Education, 2012.