

Rajko ROLJIĆ, MA

Prof. dr Elvira HADŽIAHMETOVIĆ JURIDA

ISTRAŽIVANJE MORFOMETRIJSKIH KARAKTERISTIKA SLATKOVODNOG RAKA (*ASTACUS ASTACUS* L. 1758) IZ RIJEKE VIJAKE

Apstrakt: U ovom radu dati su podaci o morfometrijskim karakteristikama riječnog raka (*Astacus astacus*) iz rijeke Vijake u Prnjavoru. Rakovi su uzorkovani u junu 2022. godine kada je ulovljeno 67 jedinke (44 mužjaka i 23 ženke). Dvadeset tri morfometrijske karakteristike: totalna dužina tijela (TBL), težina (W), dužina kliješta (CLL), dužina dlana kliješta (CPL), dužina prsta kliješta (CFL), širina kliješta (CLW), debljina kliješta (CLH), dužina karapaksa (CPL), dužina rostruma (ROL), širina rostruma (ROW), dužina i širina glave (HEL, HEW), širina glave na vrhu (CGW), širina karapaksa (CPW), debljina karapaksa (CPH), dužina prsa (ARL), širina brazde (ARW), širina karapaksa na zadnjem rubu (CEW), dužina, širina i debljina abdomena (ABL, ABW, ABH), dužina i širina telzona (TEL, TEW) mjereni su, kako kod mužjaka tako i kod ženki. Također, utvrđeno je kodiciono stanje za sve jedinke. Rezultati morfometrijskih karakteristika djelimično su se poklapali sa već poznatim rasponom variranja. Ovi podaci predstavljaju prve podatke za posmatrano područje. T-test je pokazao da postoje značajne razlike između polova u TBL, W, CLL, CPL, CFL, CLW, CLH, CEF, ROW, CPH i ARL što se objašnjava izraženim polnim dimorfizmom riječnog raka.

Ključne riječi: riječni rak, morfometrijske karakteristike, rijeka Vijaka

INVESTIGATION OF MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF FRESHWATER CRAB (*ASTACUS ASTACUS* L. 1758) FROM VIJAKA RIVER

Abstract: This paper presents data on the morphometric characteristics of river crayfish (*Astacus astacus*) from the Vijaka River in Prnjavor. Crabs were sampled in June 2022, when 67 individuals were caught (44 males and 23 females). Twenty-three morphometric characteristics: total body length (TBL),

weight (W), claw length (CLL), claw palm length (CPL), claw finger length (CFL), claw width (CLW), claw thickness (CLH), length carapace (CPL), rostrum length (ROL), rostrum width (ROW), head length and width (HEL, HEW), head width at top (CGW), carapace width (CPW), carapace thickness (CPH), chest length (ARL), furrow width (ARW), carapace width at posterior margin (CEW), abdominal length, width and thickness (ABL, ABW, ABH), telson length and width (TEL, TEW) were measured, both in males and to females. Also, the condition of all individuals was determined. The results of the morphometric characteristics partially coincided with the already known range of variation. These data represent the first data for the observed area. T-test showed that there are significant differences between sexes in TBL, W, CLL, CPL, CFL, CLW, CLH, CEF, ROW, CPH and ARL which is explained by pronounced sexual dimorphism of river crayfish.

Keywords: river crayfish, morphometric characteristics, Vijaka River

UVOD

Riječni rak *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758) jedna je od rijetkih autohtonih evropskih vrsta rakova rasprostranjenih po cijeloj Evropi, od Rusije i Ukrajine na istoku, do Velike Britanije i Francuske na zapadu, od Finske, Švedske i Norveške na sjeveru do Grčke na jugu (Edsman i sar., 2010). Zbog trendova smanjenja populacije uzrokovanih degradacijom staništa, zagađenjem, prisustvom invazivnih vrsta i patogena koje oni nose, ova vrsta je navedena na Crvenoj listi ugroženih vrsta IUCN-a, kategorizirana kao "ranjiva" prema kriterijima IUCN-a (Edsman i sar., 2010). *Astacus astacus* po mogućnosti naseljava relativno nezagađene vode, dobro zasićene kiseonikom, koncentracije kalcijuma oko 5 mg/L sa sedimentom koji se lako kopa (Trožić-Borovac, 2011). U Bosni i Hercegovini riječni rak *A. astacus* prirodno je rasprostranjen u basenu rijeke Vrbasa, Bosne, Cetine, Drine i Neretve, ali i u neposrednom slivu Save (Trožić-Borovac, 2011; Roljić, 2020). Introdukovan je u Boračko i Ramsko jezero gdje je formirao jezersku, ali i riječnu populaciju. Dosadašnjim istraživanjima utvrđeno je da je na području Bosne i Hercegovine zastupljen i u nizijama na nadmorskoj visini od 98 m, kao i u visokim planinama do 1128 m (Trožić-Borovac, 2011).

Imajući u vidu da sistematična i kontinuirana proučavanja rasprostranjenosti i populacionog statusa riječnih rakova u Bosni i Hercegovini nije rađeno od 1960-ih godina (Karaman, 1961, 1962, 1963) pa do 2011. godine (Trožić-Borovac, 2011), nameće se potreba za detaljnijim istraživanjem,

provjerom i objedinjavanjem literaturnih podataka sa novijim terenskim istraživanjima, kako bismo ažurirali naše znanje o ovoj vrsti i bolje procijenili njeno trenutno stanje, neophodno za očuvanje i zaštitu. Ovdje predstavljamo novi nalaz riječnog raka u Bosni i Hercegovini, kao rezultat nedavnog opsežnog terenskog istraživanja.

MATERIJAL I METODE

Opis istraživanog vodotoka

Rijeka Vijaka, rječica u sjevernom dijelu Bosne i Hercegovine. Izvire ispod Gušaka (355 m), ušće u rijeku Ukrinu nalazi se oko 2 km sjeverno-sjeverozapadno od sela Gornji Detlak. Ukupna dužina glavnog toka iznosi 35,5 km površina sliva 309 km².

Metodologija rada

Uzorci riječnih rakova sakupljani su ručno i uz upotrebu LiNi vrša postavljenim uz obalu rijeke Vijake duž transektu od 50 m i ostavljenim preko noći. Uzorci rakova su prenešeni u laboratoriju Prirodno-matematičkog fakulteta, Univerziteta u Banja Luci i dalje su obrađeni u laboratoriji. Determinaciju životinja vršili smo prema ključu za određivanje Astacidae (Maguire, 2010). Za potrebe linearne morfometrije mjerene su samo polno zrele jedinke (ukupne dužine tijela > 70 mm). Izvršeno je mjerenje 22 morfometrijskog karaktera prema Sint-u (Sint i sar., 2005): totalna dužine tijela (TBL), težina (W), dužina kliješta (CLL), dužina dlana kliješta (CPL), dužina prsta kliješta (CFL), širina kliješta (CLW), debljina kliješta (CLH), dužina karapaksa (CPL), dužina rostruma (ROL), širina rostruma (ROW), dužina i širina glave (HEL, HEW), širina glave na vrhu (CGW), širina karapaksa (CPW), debljina karapaksa (CPH), dužina prsa (ARL), širina brazde (ARW), širina karapaksa na zadnjem rubu (CEW), dužina, širina i debljina abdomena (ABL, ABW, ABH), dužina i širina telzona (TEL, TEW). Ispitana su i dva kondiciona faktora Fultonov kondicioni faktor (Ricker, 1975) i Konstanta dekapodnog raka (Adegboye, 1981).

Mjerenje je izvršeno uz upotrebu pomičnog mjerila, šublera (izražen u mm, preciznost 0.02 mm). Težina je mjerena pomoću vage (marke Kern PFB Version 2.2) max. težine 1200 g sa preciznošću 0.01 g. Određivanje pola kod rakova izvršeno je na osnovu prisustva, odnosno odsustva prvog para pleopoda.

REZULTATI I DISKUSIJA

Od 67 analiziranih jedinki riječnog raka utvrđeno je da je 44 (ili 65,67%) muškog pola, a 23 (ili 34,33%) ženskog spola (odnos spolova je približno (1:1). Ova vrijednost razlikuje se značajno od teorijske vrijednosti (1:1) ($\chi^2=6.582$; $p=0.01$). Ovakav odnos polova je uočen i u drugim istraživanjima riječnog raka (Maguire i sar., 2013), ali i drugih vrsta Astacidae (Rajković, 2012.). Neujednačen odnos polova može biti posljedica pristrasnog uzorkovanja (Deniz i sar., 2010.), ali i nekoliko bioloških faktora, od kojih je najizraženija razlika u sezonskoj aktivnosti između mužjaka i ženki (Maguire i sar., 2013.).

Deskriptivna statistika je urađena za masu tijela i 23 morfometrijska karaktera, odvojeno za mužjake i za ženke. U tabeli 1 date su vrijednosti deskriptivne statistike analiziranih morfometrijskih karaktera, kao i rezultati T testa.

Tabela 1. Deskriptivna statistika – srednja vrijednost, standardna devijacija i raspon mjerenih morfometrijskih obilježja kod mužjaka i ženki vrste *A. astacus* iz rijeke Vijake.

Statistički parametar	Mužjaci (n=44)				Ženke (n=23)				T - test
	Mean	Min	Max	SD	Mean	Min	Max	SD	
TBL	111,48	91,99	123,78	6,62	103,20	78,70	125,30	13,25	p < 0,05
W	36,99	22,00	51,00	8,35	26,35	10,70	35,00	6,02	p < 0,05
CLL	52,68	42,40	64,78	7,10	39,07	24,00	52,00	8,93	p < 0,05
CPL	20,51	14,57	25,99	3,85	16,08	7,90	23,44	4,74	p < 0,05
CFL	30,87	24,90	38,59	3,86	21,81	3,88	46,10	8,53	p < 0,05
CLW	23,81	17,42	26,10	2,42	18,71	9,40	25,40	5,40	p < 0,05
CLH	11,77	9,65	14,70	1,26	10,29	4,99	14,63	3,07	p < 0,05
CPL	56,92	45,90	64,70	5,28	49,07	30,66	61,37	8,47	p < 0,05
ROL	14,70	10,12	18,80	2,26	14,18	8,50	18,27	2,94	p > 0,05
ROW	8,21	7,10	9,90	0,61	10,56	5,70	14,40	2,24	p < 0,05
HEL	24,53	19,90	28,42	2,11	23,54	14,60	32,90	4,57	p > 0,05
HEW	15,82	11,60	19,32	1,98	16,59	10,80	25,10	4,04	p > 0,05
CGW	23,07	21,00	26,95	1,76	22,99	14,80	28,40	3,90	p > 0,05
CPW	30,66	21,60	34,73	2,87	29,01	18,15	38,30	5,73	p > 0,05
CPH	21,89	19,77	24,00	0,94	24,77	11,30	32,80	5,66	p < 0,05
ARL	19,60	15,78	22,00	1,21	16,77	11,15	22,90	2,70	p < 0,05
ARW	7,64	5,41	8,84	0,83	8,24	5,30	10,90	1,83	p > 0,05
CEW	20,88	17,10	24,58	1,89	20,00	13,70	24,80	2,76	p > 0,05
ABW	26,46	22,80	29,67	1,72	26,07	17,00	33,80	4,35	p > 0,05
ABH	16,39	12,60	17,90	1,14	15,53	10,60	19,30	2,54	p > 0,05
ABL	40,13	31,80	43,89	2,47	39,42	27,60	48,55	4,88	p > 0,05
TEL	15,21	10,90	16,90	1,46	14,39	9,90	17,60	1,94	p > 0,05
TEW	13,80	8,90	14,90	1,15	13,25	9,30	16,50	1,88	p > 0,05

Mužjaci riječnog raka iz rijeke Vijake imaju veće srednje i maksimalne vrijednosti za većinu analiziranih morfometrijskih karaktera. Analizom t-testa potvrđene su statistički značajne razlike ($p < 0.05$) među polovima. Ovo je saglasno sa rezultatima koje daju Roljić i sar. (2020., 2021.), a prema kojima mužjaci riječnog raka imaju veće proporcije kliješta, dok ženke ispoljavaju veće dimenzije abdomena (ABW, ABH, ABL).

Upoređujući međusobni odnos analiziranih parametara, uočava se jak stepen pozitivne korelacije između svih mjerenih parametara i za mužjake i za ženke (tabela 2).

Tabela 2. Opisna statistika i procijenjeni parametri odnosa dužine i težine i morfometrijskih parametara za oba pola riječnog raka (*A. astacus*) iz rijeke Vijake

odnos		pol	
		mužjaci	ženke
TBL/W	y	$y = 1,2158x - 98,554$	$y = 0,4235x - 17,352$
	R^2	$R^2 = 0,9305$	$R^2 = 0,8688$
	Correl.	93,05%	86,88%
W/CLL	y	$y = 0,831x + 21,944$	$y = 1,3652x + 3,0923$
	R^2	$R^2 = 0,9537$	$R^2 = 0,8477$
	Correl.	95,37%	84,77%
CPW/TBL	y	$y = 0,406x - 14,603$	$y = 0,4248x - 14,829$
	R^2	$R^2 = 0,8791$	$R^2 = 0,9646$
	Correl.	87,91%	96,46%

Osim morfometrijskih karakteristika, kod uzorkovanih riječnih rakova su računata dva indeksa kondicije tijela: Fultonov kondicioni faktor (FCF) i konstanta dekapodnog raka (CC). Utvrđeni su veći indeksi kondicije tijela u mužjaka nego u ženki (tabela 3), što je u skladu sa nalazima istraživanja drugih autora u zemlji (Trožić-Borovac i sar., 2012.; Roljić i sar., 2020.; Roljić i sar., 2021.) i svijetu (Lindquista i Lahtia, 1983.; Streissla i Hödla, 2002.). Prema mišljenju Maguire i sar. (2004.) ova pojava je sasvim očekivana, budući da su ženke nakon perioda nošenja pleopodnih jaja, u rano proljeće, često iscrpljene i mršave, zbog smanjene aktivnosti i niske učestalosti ishrane ženki tokom navedenog perioda. Nakon perioda nošenja pleopodnih jaja, ženkama je potreban određen period „oporavka“, pojačanog hranjenja i obnavljanja zaliha energije. Drugi moguće

razlog konstatovanih razlika može se dovesti u vezu sa izraženim polnim dimorfizamom koji se javlja nakon postizanja polne zrelosti (Souty-Grosset i sar., 2006.). Zbog alometrijskog rasta, mužjacima pojačano rastu kliješta te su u konačnici veći i teži od ženki iste starosti.

Tabela 3. Vrijednosti za stepen kondicije (kondicioni indeks) za jedinke riječnog raka iz rijeke Vijake

Statistički parametar	FCF			
Pol	Mean	Min	Max	SD
M	0,027	0,02	0,035	0,005
Ž	0,025	0,014	0,039	0,006
Statistički parametar	CC			
Pol	Mean	Min	Max	SD
M	0,192	0,136	0,261	0,044
F	0,192	0,096	0,399	0,069

ZAKLJUČCI

Tokom opsežnih terenskih istraživanja astakofaune u junu 2021.. godine u rijeci Vijaci u selu Šarinci – Prnjavor sakupljeni su slatkovodni rakovi vrste *Astacus astacus*. To je ujedno prvi službeni nalaz te vrste u rijeci Vijaca. Analizirane su dimenzije 23 morfometrijska karaktera kod 67 jedinki (44 mužjaka i 23 ženke).

Dobijene vrijednosti morfometrijskih karaktera rakova vrste *Astacus astacus* iz rijeke Vijake u Prnjavoru se djelimično uklapaju u poznat opseg variranja i predstavljaju prve podatke za navedeno područje. Morfometrijski karakteri mužjaka i ženki ovih rakova se statistički značajno razlikuju ($p<0,05$), pri čemu su veće srednje vrijednosti konstatovane za većinu karaktera mužjaka.

Utvrđene razlike između mužjaka i ženki se objašnjavaju izraženim polnim dimorfizmom rakova ove vrste, pri čemu su mužjaci krupniji od ženki, sa proporcionalno većim kliještima i kraćim i užim abdomenom.

SUMMARY

During the extensive field research of astacofauna in June 2021, freshwater crayfish of the species *Astacus astacus* were collected in the Vijaka River in the village of Sarinci - Prnjavor. It is also the first official find of its kind in the Vijaka River. The dimensions of 23 morphometric characters in 67 individuals (44 males and 23 females) were analyzed.

The obtained values of the morphometric characters of the species *Astacus astacus* from the river Vijaka in Prnjavor partially fit into the known range of variation and represent the first data for the mentioned area. The morphometric characters of males and females of these crabs are statistically significantly different ($p < 0.05$), whereby higher median values were found for most male characters.

The established differences between males and females are explained by the marked sexual dimorphism of crabs of this species, whereby males are larger than females, with proportionally larger pincers and a shorter and narrower abdomen.

LITERATURA

1. Adegboye, D. (1981.): The 'Crayfish Condition Factor' a tool in crayfish research. *Freshwater Crayfish* 5: 154–172.
2. Deniz (Bök), T.D., Harlioğlu, M.M., Deval, M.C. (2010): A study on the morphometric characteristics of *Astacus leptodactylus* inhabiting the Thrace region of Turkey. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 397: 05.
3. Edsman, L., Füreder, L., Gherardi, F., Souty-Grosset C. (2010.): *Astacus astacus*. In: IUCN 2010., IUCN Red List of Threatened Species, Version 2010.3, www.iucnredlist.org.
4. Karaman, M.S. (1961): Slatkovodni rakovi Jugoslavije. Publikacije Stručnog Udruženja za Unapređenje latkovodnog Rribarstva Jugoslavije, 3, 1–33.
5. Karaman, M.S. (1962): Ein Beitrag zur Systematic Astacidae (Decapoda). *Crustaceana* 3: 173–191.
6. Karaman, M.S. (1963): Studie der Astacidae (Crustacea, Decapoda) II. Teil. *Hydrobiologia* 22: 111–132.
7. Lindqvist, O.V., Lathi, E. (1983): On the sexual dimorphism and condition index in the crayfish *Astacus astacus* L. In Finland. *Freshwater crayfish* 5: 3–11.
8. Maguire, I. (2010): Slatkovodni rakovi, Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja (p. 44). Zagreb (HR): Državni zavod za zaštitu prirode.
9. Maguire, I., Hudina, S., Klobučar, G., Štambuk A. (2004): Godišnji ciklus riječnog raka (*Astacus astacus* L.) u potoku Velika Paklenica. Paklenički zbornik 2: 75–81.
10. Maguire, I., Špoljarić, I., Klobučar, G. (2013): The Indigenous Crayfish of Plitvice Lakes National Park, Croatia. *Freshwater Crayfish* 19(1):91–96.
11. Rajković, M. (2012.): Distribucija, filogenija, ekologija i konzervacija rakova iz familije Astacidae na području Crne Gore. Doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Kragujevcu.
12. Ricker, W.E. (1975.): Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 191: 1–382.
13. Roljić, R. (2020.): Diversity and ecology of the freshwater crayfish in the northwest of the Republic of Srpska. *Quality of Life (Banja Luka)* 12 (3–4): 77–83.

14. Roljić, R., Nikolić, V., Savić, N. (2020): Morphological variability and sexual dimorphism of Noble crayfish *Astacus astacus* from the Balkana lake. University thought. *Nat. Sci.*, 10 (2): 7–11.
15. Roljić, R., Skenderović, I., Adrović, A., Hadžiahmetović Jurida, E., Bajrić, A. (2021.): Ekologija, morfometrija, polni dimorfizam i indeksi kondicije riječnog raka *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758.) iz rijeke Oskove. *Educa* 14 (14): 13–19.
16. Sint, D., Dalla, Via, J., Füreder, L. (2005.): Morphological variations in *Astacus astacus* L. and *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) populations. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 376–377:637–652.
17. Souty-Grosset, C., Holdich, D.M., Noel, P.Y., Reynolds, J.D., Haffner, P. (Eds.) (2006.): Atlas of crayfish in Europe (p. 187). Paris (FR): Muséum national d'Histoire naturelle.
18. Streissl, F., Hödl, W. (2002.): Habitat and shelter requirements of the stone crayfish, *Austropotamobius torrentium* Schrank. *Hydrobiologia* 477: 195–199.
19. Trožić-Borovac, S. (2011.): Freshwater crayfish in Bosnia and Herzegovina: the first report on their distribution. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 401: 26.
20. Trožić-Borovac, S., Nuhefendić, I., Gajević, M., Imamović, A. (2012.): Morphometrics characters of *Astacus astacus* L.(Astacidae) from the Praca river. Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo, 1: 1–10.