

## MORFOLOŠKE OSOBINE ŠARANSKIH POPULACIJA (*Cyprinus carpio carpio* L.) U REPUBLICI HRVATSKOJ

T. Tomljanović, M. Piria, T. Treer, R. Safner, N. Šprem, I. Aničić,  
D. Matulić, V. Kordić<sup>1</sup>

### Sažetak

U istraživanje je uključeno pet šaranskih populacija s hrvatskih ribnjačarstava (Draganići, Končanica, Našička Breznica, Orahovica (Grudnjak) i Poljana) te tri šaranske populacije iz otvorenih voda (Sava, Dunav i Vransko jezero). Ukupno je analizirano 295 jedinki. Istraženo je 20 morfometrijskih i 13 merističkih osobina. Analiza je provedena metodom glavnih komponenata (engl. *Principal component analysis*, PCA), također je upotrijebljena *constrained* linearna analiza kanoničke redundancije (engl. *redundancy analysis*, RDA). Prema broju branhiospina, najviše se izdvajaju šarani rijeke Save i Vranskog jezera te poneke jedinke iz Dunava, dok se ribnjačarske populacije posebno ne izdvajaju s obzirom na ovo obilježje. Ribnjačarske populacije Grudnjak, Draganići, Končanica i Našice međusobno se preklapaju. Populacija šarana iz Dunava podijeljena je u dvije skupine; jedna skupina je usko povezana s ribnjačarskim populacijama, dok je druga skupina usko poveza s populacijama šarana otvorenih voda. Jedinke šarana iz Dunava koji su morfološki slične ribnjačarskim šaranima smatra se da su nedavno unesene u otvorene vode te još uvijek imaju vanjska obilježja ribnjačarskih populacija. Ovim istraživanjem uočeno je signifikantno odvajanje ribnjačarskih šarana i šarana otvorenih voda, koje je dokazano Monte Carlo testom ( $F=347,191$ ;  $p=0,002$ ), međutim jasno razdvajanje između ribnjačarskih šaranskih linija nije nađeno.

**Ključne riječi:** morfologija, šaran, *Cyprinus carpio carpio* L., Republika Hrvatska

### UVOD

Šaran (*Cyprinus carpio carpio* L. 1758) pripada porodici Cyprinidae, najmnogovrsnijoj porodici slatkovodnih pravih koštunjača. Šaran je vjerojatno najzučavaniji teleost na svijetu. Razlog tome je djelomično u dugoj povijesti uzgoja i u njegova unosu širom svijeta,

<sup>1</sup> Dr. sc. Tea Tomljanović, doc. dr. sc. Marina Piria, prof. dr. sc. Tomislav Treer, prof. dr. sc. Roman Safner, dr. sc. Nikica Šprem, prof. dr. sc. Ivica Aničić, Daniel Matulić, dipl. ing., Vladimir Kordić, dipl. ing., Zavod za ribarstvo, pčelarstvo i specijalnu zoologiju. Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb [ttomljanovic@agr.hr](mailto:ttomljanovic@agr.hr)

što je rezultiralo velikim brojem lokalno adaptiranih divljih i uzgojnih populacija (K o m e n, 1990).

Šaran je ekonomski izuzetno važna vrsta za svjetsku i Hrvatsku akvakulturu. Uzgoj šarana u ribnjacima Hrvatske započeo je na prelasku devetnaestog na dvadeseto stoljeće. Prvi šarani dopremani su na hrvatske ribnjake iz Njemačke i ostalih dijelova tadašnjeg Austro-Ugarskog carstva (današnjeg područja Republike Češke i Mađarske). Tijekom desetljeća selekcijskog rada izdvojene su neke veoma priznate linije šarana kao što su Našice i Poljana koje se i danas čuvaju u gen-banci (engl. *Gen Bank*) u Szarvasu u Mađarskoj (T r e r i K o l a k, 1994; G o r d a i sur., 1995). Šarani uzgajani na hrvatskim ribnjačarstvima odlikovali su se posebnim morfološkim osobinama, a radi naglašenih različitosti izdvojeni su kao posebne linije, poput grudnjačkog, končaničkog i draganičkog šarana. Hibridi između linije Našice i izraelske linije Dor-70 pokazali su se kao izuzetno uspješni u Izraelu (W o h l f a r t h i sur., 1984).

Nove spoznaje o biologiji riba omogućile su razvoj moderne tehnologije ribljeg uzgoja. Povećana je gustoća nasada u ribnjacima čija je posljedica bila povećanje proizvodnje konzumne ribe. U tom proizvodnom lancu bitnu ulogu odigrala su mrijestilišta za kontrolirani uzgoj ličinki koje su osiguravale nasad za vlastite potrebe i višak za prodaju na tržištu. Uz uvođenje matičnih riba s drugih ribnjačarstava radi osvježenja krvi distribucija mlađi osnovni je razlog miješanja populacija odnosno, nestanaka razlika između linija konzumnih šarana u Hrvatskoj (H a b e k o v i ć i T u r k, 1981). Tako se za liniju Našice smatra da je nestala iz uzgoja (F l a j š h a n s i G a l l, 1995).

Iako su mrijestilišta za kontrolirani uzgoj ličinki pomogla nekontroliranom miješanju linija, uzgajivači ipak pokušavaju održati svoje vlastite linije (T r e r i sur., 1996).

Jesu li se održale autohtone linije uzgajanih šaranskih populacija na hrvatskim ribnjacima utvrdit će se putem morfološke analize pet šaranskih populacija s hrvatskih ribnjačarstava (Draganići, Končanica, Našička Breznica, Orahovica (Grudnjak) i Poljana), te tri šaranske populacije iz otvorenih voda (Sava, Dunav i Vransko jezero).

Morfološka istraživanja, morfometrijska i meristička, u procjeni pojedinih populacija riba imaju dugu tradiciju u ihtiologiji. Istodobno uzimanje merističkih i morfometrijskih podataka upućuje na specifičnosti pojedinih ribljih populacija (S z c y g l i n s k a, 1983). Razlike u morfološkim izmjerama, uz genetske razloge, postoje i zbog utjecaja antropogenih faktora, zbog različitih tipova ekosustava (D i m o v s k i i G r u p č e, 1975). Tako je u istraživanjima provedenima na istoj populaciji tropskih riba gupija (*Lebistes reticulata*) ustanovljeno da se pri različitim temperaturama vode heritabilnost za broj žbica u dorzalnoj peraji mijenja (T a v e, 1984).

Za razliku od morfometrijskih osobina, merističke osobine imaju znatno veći stupanj nasljeđivanja, a time i veću pouzdanost u razlikovanju ribljih populacija. U razlikovanju ribljih populacija posebno značajan pokazao se broj branhiospina koje se redovito broje na prvom škržnom luku (A l e g r i a H e r n a n d e z, 1985). Ova osobina ima jaku genetsku osnovu (I h s s e n i sur., 1981) pa uz podložnost određenim ekološkim modifikacijama (L i n d s e y, 1981) razlike u broju branhiospina upućuju na genetske razlike među populacijama.

## MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno na 295 jedinki šarana iz osam različitih populacija (Tablica 1). U cilju što veće reprezentativnosti uzoraka, odabrana je riba s ribnjačarstava centralne i sjeverno-zapadne Hrvatske. To su toplovodna (ciprinidna) ribnjačarstva u Draganićima, Končanici, Našičkoj Breznici, Orahovici (Grudnjak) i Poljani. Populacije divljeg šarana sakupljene su iz rijeka Save, Dunava te iz Vranskog jezera.

Tablica 1. Pregled broja uzoraka šarana s obzirom na lokalitet i obavljene analize  
Table 1. Number of investigated common carp individuals according to sampling place

Lokacija/Location	Oznaka populacije/Population	Broj jedinki/ Number of samples
Ribnjačarstvo "Draganići"/Fish pond „Draganići“	D	50
Ribnjačarstvo "Končanica" /Fish pond „Končanica“	K	50
Ribnjačarstvo "Našička Breznica" /Fish pond „Našička Breznica“	N	50
Ribnjačarstvo "Grudnjak"/Fish pond „Grudnjak“	G	50
Ribnjačarstvo "Poljana"/Fish pond „Poljana“	P	50
Rijeka Sava/ Sava River	S	4
Rijeka Dunav/ Dunav River	Du	30
Vransko jezero/ Vransko Lake	Vr	11

Šarani iz otvorenih voda prikupljani su športsko-ribolovnim priborom (rijeke Sava i Dunav), te električnim agregatom tipa Hans Grassl EL63II jačine 220/440 V i 17,8/8,9 A (Vransko jezero).

Za analizu morfoloških osobina svaka je jedinka pojedinačno smještena u PVC vrećicu. Svaka vrećica imala je oznaku o mjestu i datumu uzorkovanja. Vrećice s uzorcima smještene su u hladnjak na -28 °C do daljnje analize.

Ukupna biomasa svake ribe određena je nagibnom vagom s nepotpunom kružnom skalom i dodatnim utezima tip "NINA", proizvođača San Stegano S.P.A., Italija. Opseg mjerenja vage iznosio je od 40 g do 2 kg, s najmanjim podjeljkom od 1-2 g. Službena oznaka vage je M-11-78, s III. razredom točnosti. Masa manjih primjeraka riba mjerena je električnom digitalnom vagom tip ET-1111, max-1200,0/120,0 g, e-0,1 g, dd-0,1-0,01 g, s II. razredom točnosti, proizvođača Tehtnica Železniki, oznake W 10-30C.

Morfometrijske analize provedene su ihtiometrom sa staklenom podlogom, pod kojim se nalazio milimetarski papir s mjernim oznakama. Točnost mjerenja bila je 0,5 mm. Ribe su na ihtiometar polagane s desnom stranom. Ukupno je s lijeve strane tijela ribe uzeto 20 morfometrijskih te 13 merističkih obilježja (Tablica 2).

*Tablica 2. Morfometrijske i merističke analize koje su obavljene na istraživanim uzorcima, s pripadajućom oznakom mjenog parametra*

*Table 2. Morphometric and meristic analysis, with the corresponding label of the measured parameters*

Morfometrijske analize:

1. totalna dužina tijela. Udaljenost od vrha glave do kraja repne peraje (Dtotalna) / total body length. Distance from top of head to end of caudal fin
2. standardna dužina tijela. Udaljenost od vrha usta do početka repne peraje (Dstandard) / Standard body length. Distance from the tip of the mouth to the beginning of the caudal fin
3. dužina do vilice. Udaljenost od vrha usta i vrhova srednjih žbica repne peraje (DdoVilic) / Length to fork. Distance from the tip of the mouth and the tops of secondary spokes caudal fin
4. dužina do početka trbušne peraje (PocTrbPe) / length to the beginning of ventral fin
5. dužina do kraja trbušne peraje (KraTrbPe) / length by the end of ventral fins
6. dužina do početka podrepne peraje (PocPodrP) / length to the beginning anal fin
7. dužina do kraja podrepne peraje (KraPodrP) / length by the end anal fin
8. dužina do početka leđne peraje (PocLedPe) / length to the beginning of the dorsal fin
9. dužina do kraja leđne peraje (KraLedPe) / length by the end of the dorsal fin
10. dužina do početka prsne peraje (PocPrsPe) / length to the beginning of the pectoral fins
11. dužina do kraja prsne peraje (KraPrsPe) / length by the end of the pectoral fins
12. dužina do analnog otvora (DdoAnaln) / length of the anus
13. dužina glave. Dužina do kraja škržnog poklopca (Dglave) / length of the head. Length to the end of gill cover
14. dužina do početka oka (DPocOka) / length to the beginning of the eye
15. dužina do kraja oka (DKrajOka) / length by the end of the eye
16. dužina branhiospinalnog luka (DBraLuka) / Length of gill arch
17. najveća visina tijela (NajvecVi) / maximum body height
18. najmanja visina tijela (NajlanjV) / minimum body height
19. visina glave (VisGlave) / head height
20. visina leđne peraje (VisLedPe) / height of dorsal fin

Merističke analize/ meristic analysis

1. broj tvrdih žbica u dorzalnoj peraji (BTvZLedP) / number of hard spines in the dorsal fin
2. broj mekih žbica u dorzalnoj peraji (B1eZLedP) / number of spines in the soft dorsal fin
3. broj tvrdih žbica u analnoj peraji (BTvZPodP) / number of spines in a spiny anal fin
4. broj mekih žbica u analnoj peraji (B1eZPodP) / number of spines in the soft anal fin
5. broj tvrdih žbica u pektoralnoj peraji (BTvZPrsP) / number of spines in spiny pectoral fin

6. broj mekih žbica u pektoralnoj peraji (B1eZPrsP)/ number of spines in a soft pectoral fin
7. broj tvrdih žbica u ventralnoj peraji (BTvZTrbP)/ number of spines in the spiny ventral fin
8. broj mekih žbica u ventralnoj peraji (B1eZTrbP)/ number of spines in the soft ventral fin
9. broj ljustaka u bočnoj liniji (BLjuLatL)/ number of scales in lateral line
10. broj ljustaka iznad bočne linije (IzadLatLi)/ number of scales above the lateral line
11. broj ljustaka ispod bočne linije (IspodLaL)/ number of scales below the lateral line
12. broj branhiospina na prvom škržnom luku (BBranh1)/ number of gill rakers on the first gill arch
13. broj branhiospina na prvom škržnom luku (BBranh2)/ number of gill rakers on the first gill arch

Dužinske izmjere izražene su postotnim udjelom u odnosu na standardnu dužinu ribe (S a f n e r, 1998; T r e e r i sur., 2000).

Broj zubića branhiospina određen je tako da je kod svake ribe izdvojen prvi vanjski škržni luk s lijeve strane tijela. Brojanje je obavljeno prostim okom, a tek ponegdje je korištena i stolna lupa. Za prepoznavanje i odvajanje pojedinih zubića prilikom brojenja korištena je igla s drvenom drškom.

Za obračunavanje dobivenih morfometrijskih vrijednosti korištena je varijacijsko-statistička metoda s elementima: srednja vrijednost ( $\bar{x}$ ) i standardna devijacija (Sd) te varijacijski koeficijent. Za osnovne statističke analize morfometrijskih i merističkih obilježja primijenjen je računalni program SAS 9.1. *for Windows*.

Multivarijatne statističke metode upotrijebljene su za analizu odnosa između morfoloških varijabli, kao i za usporedbu razlika između istraživanih vrsta temeljem većeg seta varijabli. Primjerice, kanonička diskriminantna analiza više je puta upotrebljavana u analizi morfometrijskih parametara (C o w l e d i sur., 2008) i dopušta usporedbu i testiranje udaljenosti dvije ili više grupa uzimajući u obzir više varijabli u isto vrijeme.

Usporedba jedinki iz svih populacija na temelju svih morfometrijskih značajki provedena je metodom glavnih komponenata (engl. *Principal component analysis*, PCA). Njome se iz skupa varijabli (u ovom slučaju morfometrijskih značajki) utvrđuju linearno nezavisne komponente na temelju korelacijske matrice, čime se omogućuje objašnjenje ukupne varijance analiziranog skupa podataka pomoću dobivenih komponenata, odnosno faktora.

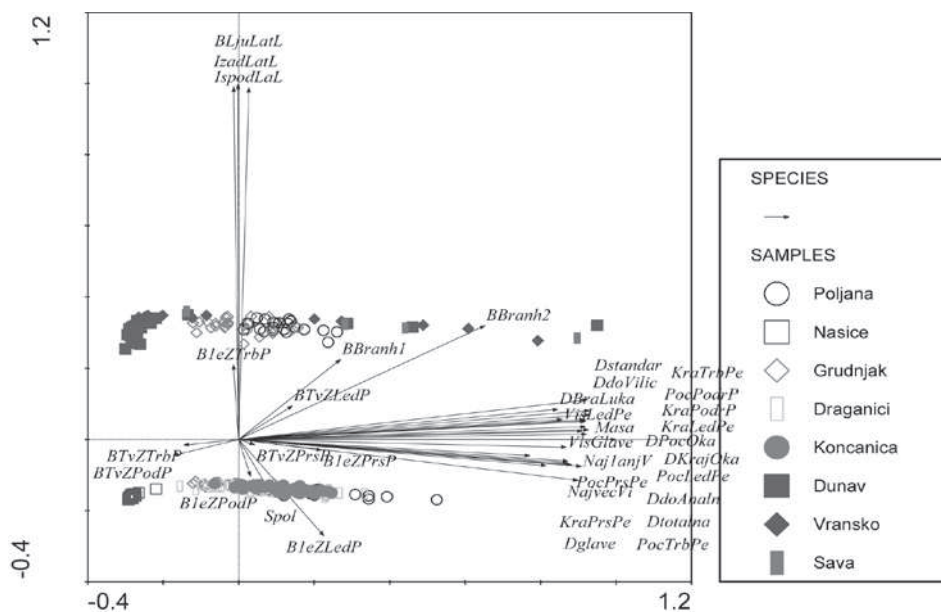
U ovom radu upotrijebljena je *constrained* linearna analiza kanoničke redundancije (engl. *redundancy analysis*, RDA). Analiza morfoloških podataka obrađena je univarijatno, pomoću analize varijance (ANOVA), s time da se testiranje postojanja razlika između 8 populacija šarana u morfološkim varijablama provelo Monte Carlo testom sa 999 permutacija s povratnom selekcijom (L e p š i Š m i l a u e r, 2007). Jakost i smjer veze između ispitanih obilježja određeni su metodom korelacije uz testiranje razine opravdanosti izračunatih koeficijenata. Multivarijatne morfometrijske analize napravljene su uz pomoć računalnog programa *Canoco for Windows* 4.5.

REZULTATI I RASPRAVA

Morfometrijska obilježja vrlo su diskutabilna i vrlo teško usporediva, zbog činjenice što su razlike najvećim dijelom uvjetovana staništem i genetskim osobinama (Allen i Lickert, 2007). Bez obzira na ovu činjenicu morfometrija se često koristi u ribarstvu, jer nam potvrđuje mnoge hipoteze oko poznavanja različitih vrsta i populacija. Da bi se kvalitetnije usporedile populacije, upravo po morfometrijskim osobinama, potrebno je u analize uvrstiti samo životinje kod kojih je završio intenzivni rast, a to je kod šarana s navršenih 2 do 3 godine života. U ovoj studiji obuhvaćene su jedinke različite starosne dobi pa je zato vrlo teško povući čvrsto temeljene zaključke. Radi utjecaja veličine ribe na dobivene rezultate, prethodno su dužinske izmjere izražene postotnim udjelom u odnosu na standardnu dužinu ribe (Geri i sur., 1995).

Na Slici 1 prikazano je razdvajanje istraživanih šaranskih populacija prema nekom signifikantnom obilježju. Velika povezanost šaranih populacija Grudnjak i Poljana je vidljiva s obzirom na broj ljsaka u lateralnoj liniji te iznad i ispod lateralne linije. Ista povezanost, no nešto slabija postoji i prema broju mekih žbica u trbušnoj peraji. U tim istim vrijednostima prikazana je veza između šaranskih populacija iz Dunava, Vranskog jezera i Save, ali s nešto slabijom korelacijom ( $p=0,001$ ).

Populacija Našice se zasebno izdvaja prema najvećem broju morfometrijskih vrijednosti. Također se izdvaja prema broju tvrdih žbica u trbušnoj i podreпноj peraji, ali s nešto nižom korelacijom (Slika 1).



Slika 1. Projekcija vrijednosti dobivenih PCA-analizom u odnosu na proučavane šaranske populacije

Figure 1. Projected values obtained by PCA-analysis in relation to the studied carp population

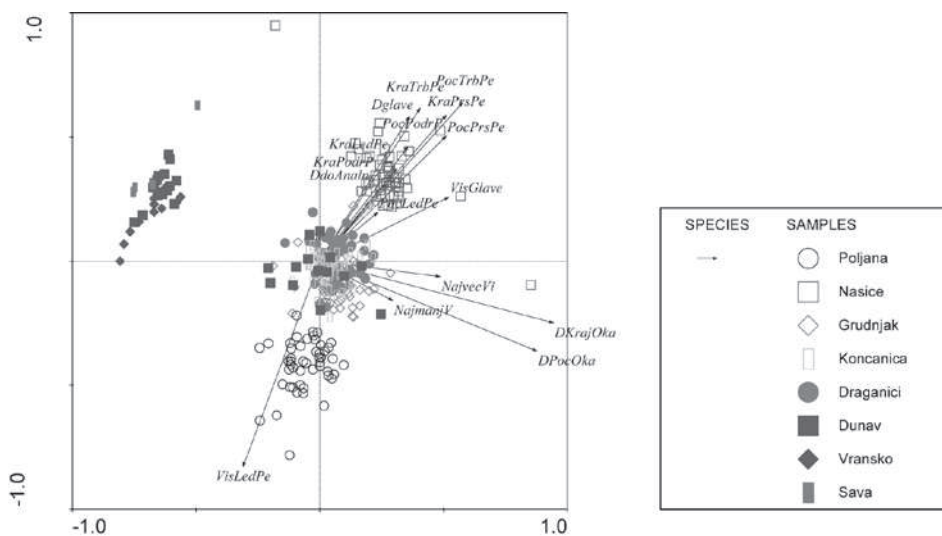
Testiranje PCA-analizom relativnih morfoloških vrijednosti 8 populacija šarana objašnjeno je s 82,4% varijabilnosti na četvrtoj ordinati (Tablica 3)

Tablica 3. Svojevne vrijednosti PCA-analize relativnih morfoloških podataka u odnosu na proučavane populacije

Table 3. Characteristic values of PCA-analysis of the relative morphological data in compared the study populations

Ordinate/ordinates	1	2	3	4	Ukupna varijanca/ total variance
Svojevna vrijednost/ Eigenvalue	0,445	0,238	0,092	0,050	1,000
Kumulativni postotak varijance zavisnih varijabli/ Cumulative percentage variance of dependent variables	44,4	68,2	77,4	82,4	
Suma svih svojevne vrijednosti/ Sum of all eigenvalues					1,000

Analizom kanoničke redundancije obuhvaćena su i morfološka obilježja iskazana u postotnim vrijednostima (Slika 2).



Slika 2. Projektija vrijednosti dobivenih PCA-analizom u odnosu na proučavane populacije

Figure 2. The projection of values obtained by PCA-analysis in compared the study populations

U Tablici 4 prikazane su svojstvene vrijednosti RDA analize za odnos između proučavanih ribljih populacija i relativnih vrijednosti morfoloških obilježja. Monte Carlo testom pokazala se statistički značajna razlika na prvoj ordinati ( $F=347,191$ ;  $p=0,002$ ) i svim ordinatama.

*Tablica 4. Svojstvene vrijednosti -analize za odnos između šaranskih populacija i relativnih morfoloških obilježja*

*Table 4. Characteristic values RDA-analysis of the relationship among common carp populations and relative morphological parameters*

Ordinate/Ordinates	1	2	3	4	Ukupna varijanca / Total variance
Svojstvena vrijednost/ Eigenvalues	0,547	0,145	0,044	0,015	1,000
Korelacija između nezavisnih i zavisnih varijabli/ Correlations between independent and dependent variables	0,961	0,882	0,816	0,699	
Kumulativni postotak varijance/ Cumulative percentage variance					
- zavisnih varijabli/ dependent variables	54,7	69,3	73,7	75,2	
- između zavisnih i nezavisnih varijabli/ Between independent and dependent variables	71,9	90,9	96,8	98,7	
Suma svih svojstvenih vrijednosti/ Sum of all eigenvalues					1,000
Suma svih kanoničkih svojstvenih vrijednosti/ Sum of all canonical eigenvalues					0,762





se ribnjačarske populacije posebno ne izdvajaju s obzirom na ovo obilježje (Slika 1). U istraživanju T r e e r a i suradnika (2000) pri analizi četiri ribnjačarske populacije šarana (Krončanica, Draganići, Grudnjak i Našice) upravo se populacija Grudnjak posebno izdvajala po većem broju branhiospina. Autori navode da je razlog tome upravo jaka genetska osnova ovog obilježja koja teže podliježu uvjetima okoline, poput dužinsko visinskih omjera čija je promjena brzo nastupila, i tada je već bila uočljiva. U ovom istraživanju populacija Grudnjak nije se zasebno izdvajala prema nekom merističkom ili morfometrijskom obilježju (Slika 2). Prema morfometrijskim obilježjima jedan dio populacije Grudnjak je u uskoj vezi s populacijama Draganići i Končanica, dok je drugi dio blizak s populacijama Poljane, Save, Dunava i Vranskog jezera (Slika 2).

Istraživane populacije ribnjačarskih šarana značajno su se razlikovale u 6 morfometrijskih i u jednom merističkom obilježju (T r e e r i sur., 2000). Tada su postojala neka posebna obilježja prema kojima je bilo moguće razdvojiti proučavane šaranske populacije. U ovom istraživanju populacije Grudnjaka, Draganića i Končanice međusobno se preklapaju prema najvećoj i najmanjoj visini, visini glave te broju žbica u podrepnoj i leđnoj peraji. Dugogodišnji izostanak uzgojno-seleksijskog rada na šaranskim ribnjačarstvima Republike Hrvatske i nekontrolirano križanje rezultirao je vrlo šarolikim i neujednačenim fenotipskim odlikama šaranskih populacija. Sličan slučaj dogodio se i u Republici Češkoj gdje je tijekom dugogodišnje selekcije razvijen velik broj različitih šaranskih linija (K o s t o m a r o v, 1955), međutim radi nekontroliranog križanja došlo je do opadanja kvalitete priznatih linija. Danas se smatra da je 12 originalnih šaranskih linija nestalo ili je jako genetski onečišćeno (P o k o r n y i sur., 1995).

Populacija šarana iz Dunava podijeljena je u dvije skupine; jedna skupina je usko povezana s ribnjačarskim populacijama Draganići, Končanica i Grudnjak, dok je druga skupina usko poveza s populacijama šarana otvorenih voda Vranskog jezera i Save. Jedinke šarana iz Dunava koji su morfološki slične ribnjačarskim šaranima smatra se da su nedavno unesene u otvorene vode te još uvijek imaju vanjska obilježja ribnjačarskih populacija.

Temeljem rezultata istraživanja utvrđeno je signifikantno odvajanje ribnjačarskih šarana i šarana otvorenih voda koje je dokazano Monte Carlo testom ( $F=347,191$ ;  $p=0,002$ ), međutim jasno razdvajanje između ribnjačarskih šaranskih linija nije nađeno.

*Summary*

MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF COMMON CARP (*Cyprinus carpio carpio* L.) POPULATIONS IN REPUBLIC OF CROATIA

T. Tomljanović, M. Piria, T. Treer, R. Safner, N. Šprem, I. Aničić,  
D. Matulić, V. Kordić<sup>1</sup>

In this study common carp populations from Croatian fish ponds (Draganići, Končanica, Našička Breznica, Orahovica (Grudnjak) and Poljana), and three carp populations from open waters (Sava and Danube rivers and Vransko lake) were analyzed, with total of 295 specimens. All populations were checked for 20 morphometric and 13 meristic parameters. The analysis was conducted using Principal component analysis (*PCA*) and Constrained linear analysis of canonical redundancy (*RDA*). According to the number gill rakers the most distinguished are carps from Sava river and Vransko lake, and some individuals from the Danube river, while the fish pond populations do not emphasize by this parameter. Fish pond populations Grudnjak, Draganići, Končanica and Našice are overlapping. The Danube population is divided into two groups: one group is closely associated with fish pond populations, while another group is closely link with populations of carp in open waters. Specimens of carp from the Danube, which are morphologically similar to fish pond carps are considered to have recently entered into open water and still have the external characteristics of domestic carps. By this research a significant separation of domestic and open waters carp was revealed which has proven Monte Carlo test ( $F=347.191$ ;  $p=0.002$ ), however, a clear separation of domestic strains of common carps is not noticeable.

**Key words:** morphology, common carp, *Cyprinus carpio carpio*, Croatia

*LITERATURA*

- Alegria Hernandez, V. (1985): A contribution to the study of heterogeneity of the Adriatic sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) population. *Acta Adriatica*, 26, 109-122.
- Allendorf, F. W., Luikart, G. (2007): Conservation and the genetics of populations. Blackwell Publishing Ltd USA, 642 pp.
- Cowled, B. D., Aldenhoven, J., Odeh, I. O. A., Garrett, T., Moran, C., Lapidge, S. J. (2008): Feral pig population structuring in the rangelands of eastern Australia: applications for designing adaptive management units. *Conservation Genetics*, 9, 211-224.

---

<sup>1</sup> Dr. sc. Tea Tomljanović, doc. dr. sc. Marina Piria, prof. dr. sc. Tomislav Treer, prof. dr. sc. Roman Safner, dr. sc. Nikica Šprem, prof. dr. sc. Ivica Aničić, Daniel Matulić, dipl. ing., Vladimir Kordić, dipl. ing., Department for Fisheries, Beekeeping and Special zoology, Faculty of Agriculture, Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb, e-mail: ttomljanovic@agr.hr

- Dimovski, A., Grupče, B. (1975): Varijabilnost vrste *Alburnus alburnus* (L.) u različitim basenima Makedonije. *Ichthyologia*, 7, 1-10.
- Flajšhans, M., Gall, G. A. E. (1995): Genetics: Chairpersons' Summary. 1. Selection and hybridization. *Aquaculture*, 129, 221-222.
- Geri, G., Poli, B.M., Gualtieri, M., Dell'Angello, M., Mecatti, M. (1995): Body traits and chemical composition of muscle in the mirror carp (*Cyprinus carpio* var. *specularis*) as influenced by age. *Aquaculture*, 129, 335-339.
- Gorda, S., Bakos, J., Liska, J., Kakuk, Cs. (1995): Live gene bank of common carp strains at the Fish Culture Research Institute, Szarvas. *Aquaculture*, 129, 199-202.
- Habeković, D. (1973): Eksterijer šarana Vranskog jezera. Izbor naučnih i stručnih radova Instituta za slatkovodno ribarstvo SRH, Zagreb, 93-105.
- Habeković, D., Turk, M. (1981): Neki podaci selekcije šarana u SRH. *Ribarstvo Jugoslavije*, 36, 99-101.
- Ihssen, P. E., Booke, H. E., Casselman, J. M., McGlade, J. M., Payne, N. R., Utter, F. M. (1981): Stock identification: Materials and methods. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38, 1838-1855.
- Komen, J. (1990): Clones of common carp, *Cyprinus carpio*. New perspectives in fish research. Doktorska dizertacija, Wageningen Agricultural University Wageningen. Nizozemska.
- Kostomarov, B. (1955): Rozmnožování a plemenitba ryb (Reproduction and breeding of fish). Nakl. ČSAV Praha, 158 pp. (na češkom).
- Lepš, J., Šmilauer, P. (2007): Subjectively sampled vegetation data: don't throw out the baby with the bath water. *Folia Geobotanica*, 42, 169-178.
- Lindsey, C. C. (1981): Stocks are chameleons: plasticity in gill rakers of coregonid fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38, 1497-1506.
- Pokorný, J., Flajšhans, M., Hartvich, P., Kvasnička, P., Pružina, I. (1995): Atlas kapruchovaných v České republice (Atlas of Common Carps Bred in the Czech Republic). Victoria Publishing, Praha, 69 pp. (na češkom sa engleskim sažetkom).
- Safner, R. (1998): Utjecaj spola na randman četiri populacije konzumnog šarana (*Cyprinus carpio* L.). Doktorska dizertacija, Agronomski fakultet, Zagreb.
- Szcyglinska, A. (1983): Variability of taxonomic features in some perch (*Perca fluviatilis* L.) populations from freshwater reservoirs of northern Poland.
- Tave, D. (1984): Genetics of dorsal fin ray number in the guppy, *Poecilia reticulata*. *Copeia*, 794-797.
- Treer, T. (1993): Upotrebljivost merističkih I morfometrijskih svojstava u razlikovanju ribljih populacija. *Ribarsvo*, 48, (1), 13-26.
- Treer, T., Kolak, A. (1994): The research in fish genetics in Croatia and former Yugoslavia. *Ribarstvo*, 52, 17-31.

- Treer, T., Matulić, D., Bogdanović, G., Aničić, I., Safner, R., Piria, M., Šprem, N., Tomljanović, T. (2009): Fishing allochthonous ichthyofauna in the Mediterranean Vransko lake, Croatia. 13<sup>th</sup> European Congress of Ichthyology. 6<sup>th</sup>-12<sup>th</sup> September, Klaipeda, Lithuania, 76.
- Treer, T., Safner, R., Aničić, I., Kolak, A. (1996): Pleiotropno djelovanje Ss gena za ljuskavost u šarana. *Ribarstvo*, 54, 149-154.
- Treer, T., Safner, R., Aničić, I., Kolak, A., Dražić, M. (2000): Morphological variation among four strains of common carp *Cyprinus carpio* in Croatia. *Folia Zoologica*, 49, (1), 69-74.
- Vetesnik, L., Papousek, I., Halacka, K., Luskova, V., Mendel, J. (2007): Morphometric and genetic analysis of *Carassius auratus* complex from an artificial wetland in Morava River floodplain, Czech Republic. *Fisheries Science*, 73, (4), 817-822.
- Wohlfarth, G. W., Fenis, B., Von Lukowicz, M., Hulata, G. (1984): Application of selective breeding of the common carp to European aquaculture. *Research on Aquaculture, Eur. Maricult. Soc. Spec. Publ.*, 8, 177-193.

Primljeno: 4. 5. 2011.

Prihvaćeno: 3.11.2011.