

LONGITUDINALNA KLASIFIKACIJA VARDARA NA OSNOVU SADRŽAJA TEŠKIH METALA U MUSKULATURI KOD CRNE MRENE (BARBUS PELOPONNESIUS L.)

LONGITUDINAL CLASSIFICATION OF THE RIVER VARDAR BASED ON THE HEAVY METAL CONTENT IN THE MUSCLES OF BARBUS PELOPONNESIUS L.

Rodne Nastova-Gjorgjioska, V. Kostov

Izvorni znanstveni članak
UDK:639.3.:636.085.12
Primljeno: 4. lipanj 2003.

SAŽETAK

Za istraživanja u ovom radu, bilo je neophodno izabrati monitor-vrstu koja bi poslužila za usporedbu među lokalitetima. Istraživanja ihtiofaune Vardara upućuju da je *Barbus peloponnesius* L. vrsta koja se može koristiti za usporedbu među lokalitetima. Izabrana vrsta bila je najzastupljenija u gornjem i donjem toku rijeke. Prema klasifikaciji Wachs (1991.) gornji tok rijeke pripada II klasi boniteta, a prema koncentraciji kadmija u I klasu boniteta. Donji tok na osnovu koncentracije metala (Cd, Cu, Cr i Pb) u muskulaturi je u III klasi boniteta.

UVOD

Interes istraživača za probleme koncentracije i sudbine metala u životnoj sredini je velik, međutim, usprkos ovoj činjenici dostupni podaci o sadržaju teških metala u ribljem tkivu veoma su oskudni. Teški metali imaju negativni utjecaj na metabolizam, fiziologiju i dinamiku riblje populacije preko lanca hranidbe u vodama i mogu ugroziti zdravlje čovjeka. Pri tom, najrelevantnije za zdravlje čovjeka su koncentracije teških metala u muskulaturi, koja se koristi u prehrani.

Mnogobrojna istraživanja distribucije akumuliranih metala u tkivima i organima riba pokazuju da je muskulatura tkivo s najnižim sadržajem ispitivanih metala kod svih vrsta riba. Međutim, pregledom literature ustanovljeno je da u svijetu postoji niz autora koji daju prednost korištenju mišićnog sadržaja teških metala kod riba u svrhu biomonitoringa stanja hidroekosistema (Johansen i sur. 1991.,

Wachs, 1991., 1992./3., Jorgensen i Pedersen, 1994., Allen-Gil i Martynov, 1995., Chevreuil i sur. 1995., Teil i sur. 1996., Carru i sur. 1996.).

Razlozi koji navedene autore opredjeljuju za ovo tkivo su ispred svega zakonski propisi za maksimalno dozvoljene koncentracije u muskulaturi jestivog dijela riba, a ljudsko zdravlje i gospodarski učinci su ipak najjači motiv za istraživanja.

MATERIJAL I METODIKA RADA

Sadržaj teških metala određivan je u tkivima i organima riba. Uzorci muskulature, škrge, jetre i gonada pripremljeni standardnim postupkom-

Dr. sc. Rodne Nastova-Gjorgjioska, znanstveni suradnik, Mr. sc. Vasil Kostov, asistent, Univerzitet "Sv. Kiril i Metodij" Institut za stočarstvo, 1000 Skopje, p. box. 207, R. Macedonia.

sušenjem na 105°C i rastvaranjem u srnjasi tri kiseline: "HNO₃", "H₂SO₄" i "HClO₄" (Alien i sur., 1974.). Uzorci su očitani na AAS-u u plamenu i grafitnoj kiveti.

Koncentracija metala u tkivima i organima riba iskazana je u mg/kg svježe mase zbog kompatibilnosti sa zakonskim propisima koji se odnose na sadržaj mikropolutanata u ribama.

Klasifikacija hidroekosistema izvedena je prema kategorizaciji po Wachs-u (1991.) odgovarajućim klasama boniteta.

Kompletna statistička obrada vršena je standardnim softverskim paketima: Microsoft Exel i Statistika.

REZULTATI I RASPRAVA

Niz istraživača i istraživačkih timova u Srbiji i Grnoj Gori u cilju biomonitoringa slatkovodnih ekosustava koristio je sadržaj metala u muskulaturi riba, a procjena zagađenosti hidroekosustava

metalima vršena je prema klasifikaciji koju je predložio Wachs (1991., 1992./1993.) (tablica 1).

Pujin i sur. (1990.), Maletin i sur., (1992., 1996.) i Đukić i sur., (1998. a i b) nisu izabrali monitor-vrstu, već su analizirali veliki broj vrsta iz različitih trofičkih kategorija pri čemu su konstatairali da bentivorne vrste akumuliraju veće koncentracije svih analiziranih metala. Ipak su postojale stanovite specifične razlike među vrstama. Zato je bilo neophodno izabrati jednu vrstu koja bi poslužila za usporedbu među lokalitetima. Teodorović (1999.) u svom radu odabrala je srebrnog karaša, jednu od bentivora u donjem toku Dunava.

Rezultati istraživanja ihtiofaune Vardara upućuju da je *Barbus peloponnesius* L. vrsta koja se može koristiti za usporedbu između lokaliteta. Ova vrsta je dominantna u gornjem i donjem toku rijeke.

Usporedbom koncentracija kadmija u muskulaturi *B. peloponnesius* L. između gornjeg i donjeg toka dobivene su vrijednosti na osnovi kojih se utvrdilo da razlika između analiziranih sredina nije bila značajna.

Tablica 1. Klasifikacija hidroekosustava na temelju sadržaja metala u muskulaturi (Wachs, 1991.)

Table 1. Classification of waterecosystems based on metals content in muscles (Wachs, 1991)

Klasa	Cd	Cu	Ni	Cr	Pb	Zn
I	<0.002	<0.05	<0.03	<0.01	<0.01	<0.2
I –II	<0.002	0.05-0.1	0.03-0.1	0.01-0.02	0.01 -0.02	<0.3
II	0.002 -0.007	0.1 -0.2	0.1 -0.4	0.06-0.2	0.02-0.08	0.3-1.5
II –III	0.007 -0.02	0.2-0.4	0.4-1	0.2-1	0.08-0.3	1.5-5
III	0.02-0.07	0.4-0.8	1 -2,5	1 -3	0.3- 1	5- 10
III – IV	0.07 - 0.3	0.8-3	2.5-4	3-5	1 -2	10-20
IV	>0.3	>3	>4	>5	>2	>20

Tablica 2. Koncentracija Cd u muskulaturi *B. peloponnesius* L. u rijeci Vardar

Table 2. Concentration of Cd in muscles from *B. peloponnesius* L. in river Vardar

		Donji tok - Lower stream	Gornji tok - Upper stream	t	df	F
Muskulatura Muscles	x	0.0318	0.0000	1.00	37	4.19*
	sd	0.1963	0.0000			
	Cv (%)	61.7300				

Tablica 3. Koncentracija Cu u muskulaturi kod B. peloponnesius L. u rijeci Vardar

Table 3. Concentration of Cu in muscles of B. peloponnesius L. in river Vardar

		Donji tok - Lower stream	Gornji tok - Upper stream	t	df	F
Muskulatura Muscles	x	14.7027	7.7632	-421**	47	5.97**
	sd	9.2882	3.8021			
	Cv (%)	63.1700	48.9800			

Prema t - testu najveće koncentracije bakra u muskulaturi su -4.21** i razlike su statistički visoko značajne.

Tablica 4. Koncentracija Cr u muskulaturi B. peloponnesius L. u rijeci Vardar

Table 4. Concentration of Cr in muscles of B. peloponnesius L. in river Vardar

		Donji tok - Lower stream	Gornji tok - Upper stream	t	df	F
Muskulatura Muscles	x	14.5946	2.1842	-4.88**	43	9.93**
	sd	14.7582	4.6838			
	Cv (%)	101.1200	214.4400			

Iz tablice 4. jasno se vidi da su razlike između koncentracija kroma u muskulaturi iz gornjeg i donjeg toka statistički visoko značajne.

Tablica 5. Koncentracija Pb u muskulaturi kod B. peloponnesius L. u rijeci Vardar

Table 5. Concentration of Pb in muscles of B. peloponnesius L. in river Vardar

		Donji tok - Lower stream	Gornji tok - Upper stream	t	df	F
Muskulatura Muscles	x	0.5504	0.5656	-0.13	54	4.19**
	sd	0.6614	0.3231			
	Cv (%)	120.1700	57.1200			

Iz tablice 5 jasno se vidi da ne postoji statistička značajnost koncentracije Pb u muskulaturi između gornjeg i donjeg toka iako je donji tok jako opterećen olovom. Prema istraživanjima Pujin i sur. (1990.) utvrdiše da kod planktivora i bentivora muskulatura predstavlja tkivo najniže akumulacije određenih teških metala (Pb), dok Maletin i sur. (1996.) ovu tvrdnju proširuju i na ostale trofičke kategorije riba.

Usporedbom dobivenih rezultata u ovom radu s podacima niza istraživača i istraživačkih timova u Srbiji i Crnoj Gori, može se izvršiti klasifikacija gornjeg i donjeg toka Vardara. To je prikazano na tablici 6.

Tablica 6. Klasifikacija rijeke Vardar na osnovi sadržaja teških metala u muskulaturi prema Wachs, 1991.

Table 6. Classification of river Vardar based on heavy metals content in muscles (Wachs, 1991.)

Lokalitet Locality	Cd	Cu	Cr	Pb	Ukupno Total
Gornji tok Upper stream	I	III	II	II	II
Donji tok Lower stream	II – III	IV	III	III – IV	III

Iz tablice 6 može se zaključiti da je gornji tok rijeke prema klasifikaciji Wachs, (1991.) u II. klasi boniteta, međutim, treba izdvojiti kadmij prema kojem se ova dionica rijeke svrstava u I. klasu boniteta. Donji tok je na osnovi sadržaja pojedinih metala (Cd, Cu, Cr i Pb) u muskulaturi u III. klasi boniteta.

ZAKLJUČAK

Za istraživanja u ovom radu kao monitoring-vrsta korištena je crna mrena. Izabrana vrsta bila je najzastupljenija u gornjem i donjem toku u Vardara. Prema vrijednostima koncentracije teških metala (Cd, Cu, Cr i Pb) u muskulaturi navedene vrste i prema Wachs-ovoj klasifikaciji hidroekosustava, može se zaključiti da je gornji tok Vardara u II. klasi boniteta, međutim treba izdvojiti Cd prema kojem se ova dionica rijeke svrstava u I. klasu boniteta. Donji tok je na osnovi sadržaja pojedinih teških metala (Cd, Cu, Cr i Pb) u muskulaturi u III klasi boniteta.

LITERATURA

1. Allen, S. E., H. M. Grimshaw, J. A. Parkinson, C. Quarmby (1974): Chemical Analysis of Ecological Materials. Halsted Press, New York, USA.
2. Allen-Gil, S. M., V. G. Martynov (1995): Heavy metal burdens in mine species of fresh water and anadromous fish from the Pechora river, Northern Russia. *Sci. Total Environ.*, 160: 653-659.
3. Carru, A. M., M. J. Teil, M. Blanchard, M. Chevreuil, A. Chesterikoff (1996): Evaluation of the Roach (*Rutilus rutilus*) and the Perch (*Perca fluviatilis*) for the Biomonitoring of Metal Pollution, *J. Environ. Sci. Health, A* 31 (5), 1149-1158.
4. Chevreuil, M., A. M. Carru, A. Chesterikoff, P. Boet, E. Tales, J. Allardi (1995): Contamination of fish from different areas of the river Seine (France) by organic (PCB and pesticides) and metallic (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb and Zn) micropollutants. *The Science of the Total Environment*. 162: 31- 42.
5. Đukić, N., S. Maletin, I. Teodorović, B. Miljanović, S. Obradović, Z. Vujošević (1998a): Heavy metal accumulation in freshwater fish from Yugoslav part of the river Danube basin. 1st International Conference of the Chemical Societies of the South-East European Countries. Book of Abstracts, Vol. II, PO 788, Halkidiki, Greece, 1998.
6. Đukić, N., S. Maletin, I. Teodorović, B. Miljanović, Z. Vujošević (1998.b): Sadržaj teških metala u tkivima i organima riba kao pokazatelj kvaliteta vode u hidroekosistemu kanala Dunav-Tisa-Dunav. "Zaštita voda 98", Zbornik radova 283-290, Kotor.
7. Johansen, P., M. M. Hansen, G. Asmund, P. B. Nielsen (1991): Marine Organisms as Indicators of Heavy Metal Pollution - Experience from 16 Years of Monitoring at a Lead Zinc Mine in Greenland. *Chemistry and Ecology*, 5: 35- 55.
8. Jorgensen, L. A., B. Pedersen (1994): Trace Metals in Fish used for Time Trend Analysis and as Environmental indicators. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 28, No. 4, 235-243.
9. Maletin, S., N. Đukić, B. Miljanović (1992): Heavy metals content in fish from Backwater Tisza (Biser Island). *Tiscia* 26, 57-60.
10. Maletin, S., N. Đukić, S. Obradović, A. Ivanc, B. Miljanović, V. Pujin, S. Zhenjun (1996): Heavy metal content of fish communities inhabiting the Yugoslav part of the Danube river system. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 113, Large Rivers 10, 1-4, 535-540, Stuttgart.
11. Pujin, V., N. Đukić, S. Maletin, S. Obradović, D. Kostić (1990): Content of heavy metals in some fish species in the Danube flowing through Vojvodina. *Wat. Sci. Tech.* Vol. 22, No. 5, 79-86.
12. Teodorović, I. (1999.): Naselje riba kao bioindikator opterećenja hidroekosistema metalima: mogućnost, klasifikacije voda na osnovu monitoringa sadržaja mikropolutanta u pojedinim tkivima i organima riba. *Magisterska teza*, Novi Sad.
13. Teil, M. J., M. Blanchard, A. M. Carru, A. Chesterikoff, M. Chevereuil (1996): Partition of metallic and organochlorinated pollutants and monoorthosubstituted PCB pattern in tropic web from different areas of the river Seine. *The Science of the Total Environment* 181: 111-123.
14. Wachs, B. (1991): Ökobilanzierung der Schwermetallbelastung von Fiesgewässern. *MÜNchener Beitrage zur Abwasser, Fischerai und Flussbiologie*, Band 295-336.
15. Wachs, B. (1992/1993): Akkumulation von Blei, Chrom und Nickel in Flussfischen. *German Journal of Applied Zoology*, 79. Jg, 154-176.

SUMMARY

For this research it was essential to select a monitor species to serve for comparisons between localities. The research on the ichthyofauna of the river Vardar indicated that the species *Barbus peloponnesius* L. could be used for the purpose and it was also the most represented species in the upper and lower stream of the river. According to Wachs' s classification (1991) the upper stream of the river belongs to the second valuation class and according to cadmium to the first class. On the basis of metal concentration (Cd, Cu, Cr and Pb) in the muscles it is the third valuation class.

narudžbenica

Knjiga:

Ime i prezime

Institucija

BIBLIOGRAFIJA
časopisa "KRMIVA"
40 godina
1959. do 1998. godine

Telefon

Fax

Broj komada

Sabrali i uredili:

Dr. sc. Franjo Dumanovski,
znanstveni savjetnik,
Zdenko Milas, dipl. ing. agr.

Potpis

narudžbenica

Knjiga:

Ime i prezime

Institucija

HRANIDBA KONJA

Autor:

Prof. dr. sc. Vlasta Šerman

redoviti profesor

Veterinarskog fakulteta u Zagrebu

Telefon

Fax

Broj komada

Potpis