

Ta relativno mala količina vode, u kojoj se je na završetku pokusa našlo riba u bazenima, vrlo je interesantna s toga stanovišta, što ona ukazuje da je moguć transport ribe, i onda, kada je vrlo nepovoljan odnos voda : riba. U ovom slučaju taj odnos u prvom bazenu bio je: 35% vode i 65% ribe, a u drugom bazenu čak 31% vode i 69% ribe. Ovi pokazatelji ukazuju, da bi upotreba trankilajzera u transportu ribe mogla naći ekonomsko opravdanje.

Nakon završetka pokusa ribe su ponovo bačene u ribnjak. Treba spomenuti, da je u manjem bazenu u onom sa 25 ppm MS-222 jedna riba uginula. Pregledom je ustanovljeno da je riba krvarila, jer se voda u bazenu zacrvenila bojom krvi. To je, vrlo vjerovatno, nastalo uslijed kontuzije izazvane već prije, nego što je riba stavljena u pokus, tj. prilikom vaganja. Riba, bačena u ribnjak, bile su nakon kraćeg vremena sasvim u dobroj kondiciji bez ikakvih vidljivih promjena.

Određivanjem alkaliteta vode u bazenima po završenom pokusu nađeno je da je alkalitet znatno povećan. Kod prvog bazena on je iznosio 5,04, a kod drugog 4,25. Ribnjačarska voda iz dovodnog kanala, koja je stavljena u bazene u početku pokusa imala je alkalitet 1,80.

#### ZAKLJUČAK

Izvršen je pokus na šaranima sa trankilajzerom MS-222 — Sandoz. Koncentracija trankilajzera iznosila je u jednom bazenu 40 ppm, a u drugom 25 ppm. U prvi bazen stavljeno je 32,5 litre vode i ista količina — težina šarana, a u drugi 23,5 litara vode i 23,5 kg šarana. Prosječna težina šarana iznosila je 1,35 odnosno 1,47 kg. Pokus je trajao 52 sata. Aeracija vode provedena je zrakom iz čeličnih boca. U toku pokusa određivana je u vodi koncentracija kisika i utrošak permanganata. Koncentracija kisika u vodi kretala se između 1,60 — 0,80 mg/l, a utrošak permanganata između 88,50 — 189,60 mg KMnO<sub>4</sub>/l. Na završetku pokusa mjereno je ponovno volumen vode i nađeno je da je u prvom bazenu bio omjer 35% vode i 65% ribe, a u drugom 31% vode i 69% ribe.

Ribe su se u toku pokusa ponašale sasvim normalno. Odmah nakon dodatka trankilajzera one su se naglo umirile, i pokazivale normalno, vrlo duboko

disanje. Metabolizam riba bio je vrlo slab, što je pokazivala i velika čistoća vode nakon završenog pokusa. Konstatirano je slabo povećanje težine ribe nakon pokusa. Nakon završetka pokusa ribe su bačene ponovno u ribnjak. Dobiveni rezultati ukazuju, da bi upotreba MS-222 kao trankilajzera u transportu šarana pod, uvjetima kakvi su bili provedeni u pokusu, mogla naći ekonomsko opravdanje.

#### LITERATURA

1. Ball J. N. and Cowen P. N. (1969): Urethane as a carcinogen and as an anaesthetic for fishes. *Nature*, 187, 370.
2. Bove F. J. (1962): MS-222 Sandoz — the anaesthetic of choice for coldblooded organisms. *Sandoz News*, 3, 12.
3. Laszlo B. (1967) Of the interior 21, 1—11. *Halkabitasi kiserletek MS-222-Vel<sup>2</sup>* *Halaszat XIII* (60)
4. Mann H. (1969): Über den Einfluss eines Anaesthetikum (MS-222 — Sandoz) auf die Erbrütung von Forelleneiern. *«Fischwirt», Jahrgang 19, Heft 8.*
5. Marking L. L. (1967): Toxicity of MS-222 to selected fishes. Investigations in fish control, U.S. Department of the interior, 12, 3—10.
6. Sandoz — Pharmaceuticals (nodate): MS-222 Sandoz, Anaestheticum und Sedativum für Fische, Frösche und andere Kaltblüter. — 3350/431 d; 1/68 Gg —
7. Ibid: MS-222 Sandoz, The anaesthetic and tranquilizer for fish, frogs and other Cold-Blooded Organismus. — 3350/476e/OIDM/4/68.
8. Ibid: MS-222 Sandoz, Das Anaestheticum und Sedativum für Fische, Frösche und andere Kaltblüter. 350/439 d, Oktober 1969/di.
9. Schoettger R. A. Jalin A. M. (1967): Efficacy of MS-222 as an anesthetic on four salmonides. Investigations in fish control; U. S. Department of the interior, 12, 1—15.
10. Walker C. R., Schaettger R. A. (1967): Residues of MS-222 in four salmonides following an anesthesia. Investigations in fish control; U. S. Department.
11. Wood E. M. (1956): Urethane as a carcinogen. *Progressive fishcultivist* 18, 3, 135—136.

Dr Ing. Mahmud Aganović i  
Ing. Nada Kapetanović

Biološki institut Univerziteta, Sarajevo

## Prilog upoznavanju uticaja otpadnih voda kožarskih industrija na mješovitu riblju populaciju u nekim vodama BiH

#### UVOD

Zadnjih godina sve više se postavlja kao problem pitanje otpadnih voda raznih industrija, koje se ispuštaju u otvorene vodene tokove. Ovo je iz razloga, što je naglim razvojem industrije došlo do znatni-

jih zagađenja velikog broja tekućica, do manjeg ili većeg pogoršanja životnih uslova, ne samo za ihtiofaunu u njima, već i za sav ostali živi svijet u ugroženim vodenim tokovima.

Radu seroznijeg sagledavanja uticaja otpadnih voda na živi svijet vodenih biotopa kod nas se zadnjih godina pristupa kompleksnijem ispitivanju površinskih vodenih tokova, naročito onih, na kojima su locirane razne industrije. U okviru ovih istraživanja Biološki institut Univerziteta u Sarajevu obavljao je, između ostalih, i istraživanja uticaja nekih kožarskih industrija na živi svijet u nekim tekućicama. Istraživanja su obuhvatila ove dvije kožarske industrije u Bosni i Hercegovini: tvornicu kože na rječici Veseočici, lijevoj pritoci Vrbasa u Bugojnu i tvornicu kože na rijeci Vrbanji u Kotor Varoši, desnoj pritoci Vrbasa. Provedena kompleksna istraživanja su, pored ostalih komponenti, obuhvatila i analizu ihtiofaune navedenih vodenih tokova, kao i mogućnost egzistencije pojedinih vrsta riba u ovim tekućicama, pa je razumljivo da su u ovom radu korišteni i podaci istraživanja abiotskih i biotskih faktora sredine (Ristanović et al., 1967.), i to potomstvo kako nezagađenih, tako isto i zagađenih dijelova navedenih tekućica.

### Materijal i metodika

Da bismo došli do određenih pokazatelja o sastavu ihtiofaune rječice Veseočice i rijeke Vrbanje neophodno je bilo, pored prikupljanja podataka o fizičko-kemijskim i biološkim karakteristikama na ustaljenim tačkama, vršiti i reprezentativne probe ulova ribe. Izlovi su vršeni na sljedećim punktovima — tačkama:

#### 1. — Rječica Veseočica

- a) cca 3,5 km uzvodno od ispusnog kolektora fabrike kože,
- b) cca 200 metara uzvodno od ispusnog kolektora fabrike kože,
- c) neposredno u području ispusnog kolektora fabrike kože,
- d) cca 800 metara nizvodno od ispusnog kolektora fabrike kože,
- e) u toku rječice Veseočice neposredno prije njenog ušća u Vrbas, i
- f) u rijeci Vrbasu ispod ušća rječice Veseočice.

#### 2. — Rijeka Vrbanja

- a) cca 5 km uzvodno od ispusnog kolektora fabrike kože,
- b) cca 200 metara uzvodno od ispusnog kolektora fabrike kože,
- c) neposredno u području ispusnog kolektora fabrike kože,
- d) cca 200 metara nizvodno od ispusnog kolektora fabrike kože,
- e) cca 10 km nizvodno od ispusnog kolektora fabrike kože, i
- f) cca 15 km nizvodno od ispusnog kolektora fabrike kože.

Izlov ribe vršen je elektroagregatom za ribolov marke »Sabos«, tipa G 700, kako bi se izbjegla mogućnost selektivnosti ulova mrežama. Izlovljeni primjerci riba su odmah na terenu klasificirani po vrstama, te je ustanovljena i brojčana i težinska zastupljenost pojedinih vrsta riba u mješovitoj ribljoj populaciji za svaki, naprijed naznačeni, ribolovni punkt.

Cjelokupni izlovljeni materijal je fiksiran u 4 %-tnom rastvoru formaldehida, a detaljna obrada prikupljenog materijala izvršena je u Laboratoriji za primjenjenu ihtiologiju i ribarstvo Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu.

### Rezultati istraživanja

Na osnovu provedenih istraživanja uočeno je, da se rječica Veseočica znatnije razlikuje od rijeke Vrbanje.

Rječica Veseočica je tipična brdsko-planinska tekućica. Njeno korito od sela Vesela prelazi u ravni dio proširene Skopske kotline i, premda joj se brzina toka mijenja, ona se ipak po svojim ihtiološkim osobinama cijelom dužinom može okarakterisati kao salmonidni vodotok. Ako se, pak, ovaj dio njenog toka analizira sa aspekta zastupljenosti pojedinih vrsta riba u njemu, onda ga svrstavamo u regiju potočne pastrmke — *Salmo trutta m. fario* L. (Aganović et al., 1956.).

Rijeka Vrbanja karakteriše se sa tri ihtiološke regije. U svom gornjem dijelu toka, od izvora pa do ispod sela Šipraga, tok rijeke Vrbanje spada, također, u regiju potočne pastrmke — *Salmo trutta m. fario* L.), od Šipraga nizvodno do iznad sela Vrbanjci u regiju lipljena — *Thymallus thymallus* L. i mladice — *Hucho hucho* L., dok je preostali, nizvodni dio toka ove rijeke isključivo mrenska regija, tj. vrste *Barbus barbus* L., premda se i u ovom dijelu toka rijeke Vrbanje sporadično pojavljuje još i mladica — *Hucho hucho* L. (Aganović et al., 1956.).

Izgradnjom i proširenjem kožarskih industrija u Bugojnu i Kotor Varoši došlo je do ispuštanja većih količina otpadnih voda u tok rječice Veseočice i rijeke Vrbanje, usljed čega su nastupile promjene kemijsko-fizičkih karaktera istraživanih vodotoka u području ispod tvornice kože, uz smanjenje ili povećanje brojnosti vrsta i individua mikroorganizama i zoobentosa, a također i do određenih promjena u sastavu mješovite riblje populacije.

Provedena ihtiološka istraživanja su pokazala da u toku rječice Veseočice uzvodno od ispusnog kolektora tvornice kože obitavaju isključivo predstavnici ihtiofaune čistih, planinskih tekućica, potočna pastrmka (*Salmo trutta m. fario* L.), lipljen (*Thymallus thymallus* L.) i peš (*Cottus gobio* L.). Međutim, u rječici Veseočici nizvodno od ispusnog kolektora fabrike kože sastav ihtiofaune pokazuje totalnu degradaciju, s obzirom da u ovom dijelu toka Veseočice, pa sve do njenog ušća u rijeku Vrbas, izuzev peša (*Cottus gobio* L.), čije je sporadično prisustvo registrovano pri ušću Veseočice, nije ulovljena niti jedna druga vrsta ribe, premda postoje mogućnosti normalnih anadromnih migracija svih vrsta iz matičnog toka Vrbasa u Veseočicu i obratno. Zbog toga, a da bi se utvrdile određene zakonitosti ove degradacije pojedinih vrsta riba, koristili smo podatke kemijsko-fizičkih analiza vode rječice Veseočice, čije probe su uzimane na istim tačkama na kojima je vršen i izlov ribe. Podatke ovih analiza, koje je radila Dr B. Ristanović, dajemo u niže prezentiranom tabelarnom pregledu (Tabela I.).

## NEKE FIZIČKO KEMIJSKE KARAKTERISTIKE VODE RJEČICE VESEOČICE

Elementi	V e s e o č i c a				
	1.000 me- tara uz- vodno od tvornice kože	200 me- tara uz- vodno od tvornice kože	50 me- tara niz- vodno od tvornice kože	200 me- tara niz- vodno od tvornice kože	1.000 me- tara niz- vodno od tvornice kože
Temperatura vode	14,5°C	14,5°C	14,5°C	14,5°C	11,0°C
pH	8,0	7,5	6,12	5,0	5,0
Hloridi mg/l Cl	—	2,4	—	9,7	7,9
Alkalitet njemačkih gradi	—	10,94	—	11,55	10,33
Kalcium kao CaO mg/l	—	60,58	—	123,42	114,44
Sulfati kao SO <sub>4</sub> mg/l	—	108,05	—	115,96	95,22
Hrom kao Cr*** mg/l	0	0	—	0,010	0,036
Na <sub>2</sub> S	0	0	—	***	***

Iz iznesenog tabelarnog pregleda uočava se da je u odnosu na nezagađeni dio otpadnim vodama tvornice koža u Bugojnu došlo je do naglog smanjenja vrijednosti pH, od 8,0 na 6,12, 5,0 i 5,0, do povećanog prisustva hlorida od 2,4 na 9,7 i 7,9 mg/l Cl, kao i do povećanja kalciuma kao CaO mg/l od 60,58 u nezagađenom dijelu na 123,42 i 114,44 mg/l CaO u zagađenom dijelu toka rječice Veseočice. Posebno je važna konstatacija da je u zagađenom dijelu toka rječice Veseočice otpadnim vodama kožare konstatovano i prisustvo hroma u koncentraciji od 0,010 do 0,036 Cr\*\*\* mg/l, kao i prisustvo Na<sub>2</sub>S koji je označen sa tri zvjezdice (\*\*\*).

Mikrobiološke analize su pokazale (Ristanović et al., 1967.) da u poređenju sa sastavom mikroflora u rječici Veseočici na uzvodnoj tački od fabrike kože nizvodno izostaje čak 56% vrsta raznih bakterija, kao i da otpadne vode kožare u toku rječice Veseočice donose specifičnu mikrofloru. Međutim, individualna najbrojnija bakterijska flora nađena je u rječici Veseočici na udaljenosti od cca 100 metara nizvodno od ispusnog kanala fabrike kože i iznosila je prosječno 218.857 jedinki u jednom ml vode.

Analiza zoobentosa, koju je vršila Kačanska, 1967. na već ranije navedenim tačkama, pokazuje opadanje i broja vrsta, a posebno gustine populacija većine nađenih vrsta ili grupa organizama nizvodno od ispusnog kolektora fabrike kože na rječici Veseočici. U bazenima sa vegetabilnom štavom nađeno je i mnoštvo oblika kolutičavih crva (*Annelida*) i to roda *Stylaria* iz grupe *Oligochaeta*.

Provedena istraživanja rijeke Vrbanje pokazala su da je njen vodotok uzvodno od ispusnog kolektora fabrike kože u Kotor Varoši naseljen relativno većim brojem vrsta riba. U reprezentativnim probama iz lova ribe, vršenim na već ranije navedenim punktovima istraživanja, konstatovano je osam (8) vrsta riba od kojih jedna vrsta pripada porodici *Salmonidae*, šest vrsta porodici *Cyprinidae*, a jedna vrsta porodici *Cottidae*. Iz porodice *Salmonidae* konstatovana

je mladica (*Hucho hucho* L.), iz porodice *Cyprinidae* na ovom dijelu toka rijeke Vrbanje registrovano je prisustvo škobaljca (*Chondrostoma nasus* L.), klena (*Leuciscus cephalus* L.), šarana (*Cyprinus carpio* L.), mreke (*Barbus barbus* L.), potočne mreke — sapače (*Barbus meridionalis petenyi* Heckel) i dvoprugaste uklije — pliske (*Alburnoides bipunctatus* Bloch.), dok je iz porodice *Cottidae* konstatovano prisustvo peša (*Cottus gobio* L.). Međutim, na dijelu toka rijeke Vrbanje od ispusnog kolektora fabrike kože uočene su znatnije razlike u sastavu mješovite riblje populacije. Kao i u rječici Veseočici, i u toku rijeke Vrbanje ispod samog ispusnog kolektora fabrike kože i nizvodno još i dalje od 200 metara u ulovu nije konstatovana niti jedna vrsta ribe. Na ostalim tačkama izlova, idući nizvodno niz tok rijeke Vrbanje, registrovano je ponovno, ali tek lagano postepeno povećanje broja vrsta riba u mješovitoj ribljoj populaciji. Tako su tek na desetom kilometru nizvodno od ispusnog kolektora registrovana naselja škobaljca (*Chondrostoma nasus* L.), klena (*Leuciscus cephalus* L.), mreke (*Barbus barbus* L.), i dvoprugaste uklije — kliske (*Alburnoides bipunctatus* Bloch.), dok se tek na oko 15 km nizvodno od kožare u Kotor Varoši, pored ovih vrsta, mogao ponovno da registruje još i šarana (*Cyprinus carpio* L.), potočna mreka — sapača (*Barbus meridionalis petenyi* Heckel) i peš (*Cottus gobio* L.), a od novih vrsta još i plotica (*Rutilus pigus virgo* Heckel). Prema tome i ova naša analiza sastava mješovite riblje populacije rijeke Vrbanje pokazuje da otpadne vode kožare imaju i to znatan negativan uticaj na mješovitu riblju populaciju u području vodenog biotopa koji se nalazi pod njihovim dejstvom.

Kao što je to konstatovano i za rječicu Veseočicu, i u vodi rijeke Vrbanje dejstvom otpadnih voda kožare u Kotor Varoši nastaju znatnije razlike fizičko-kemijskih karaktera vode iznad i ispod ispusta tvornice kože. Podaci provedenih analiza, koje je radila Dr. B Ristanović, dati su u sljedećem tabelarnom pregledu (Tabela II.).

NEKE FIZIČKO KEMIJSKE KARAKTERISTIKE VODE RIJEKE VRBANJE

Tabela II.

Elementi	V r b a n j a							
	5 km uzvodno od tvornice kože	300 m uzvodno od tvornice kože	Na ispusnom kolektoru tvornice kože	200 m nizvodno od tvornice kože	5 km nizvodno od tvornice kože	10 km nizvodno od tvornice kože	15 km nizvodno od tvornice kože	
Temperatura vode	16,0°C	16,0°C	25,0°C	14,0°C	14,5°C	15,0°C	15,0°C	
pH	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	
Hloridj mg/l Cl	1,6	2,1	4.060,0	3,4	1,9	2,8	2,1	
Alkalitet njem. gradi	8,51	9,12	4,25	9,42	9,12	9,72	14,59	
Kalcium kao CaO mg/l	76,29	80,74	482,24	77,34	80,74	78,54	78,54	
Sulfati kao SO <sub>4</sub> mg/l	6,96	8,64	675,20	7,81	8,14	8,64	8,06	
Hrom kao Cr*** mg/l	0	0	2,000	0,020	0	0,014	0	
Na <sub>2</sub> S	0	0	***	***	0	0	0	

Iz iznesenih podataka kemijsko-fizičkih analiza vode rijeke Vrbanje, uzete na raznim tačkama, uočljivo su znatnije razlike između nezagađenog i zagađenog dijela toka rijeke Vrbanje otpadnim vodama tvornice koža u Kotor Varoši. Za razliku od otpadnih voda koje utiču u rječicu Veseočicu, u vodi rijeke Vrbanje nije registrovana promjena vrijednosti pH između nezagađenog i zagađenog dijela toka. U vodi kolektora fabrike kože registrovano je znatnije prisustvo hroma, čija je koncentracija iznosila čak 2,000 Cr mg/l, dok se vrijednost ovoga elementa na 200 metara nizvodno od ispusnog kolektora smanjila na 0,020 mg/l Cr, a na 10 km na 0,014 Cr mg/l. Kod ostalih kemijskih indikatora (CaO, hloridi, Sulfati), izuzev na samom ispusnom kolektoru tvornice kože, između nezagađenog i zagađenog dijela toka rijeke Vrbanje nisu ustanovljene neke značajnije razlike, što je vjerovatno rezultat relativno većih količina vode rijeke Vrbanje u periodu naših istraživanja, čime je, normalno, došlo i do znatnijih razrjeđenja otpadnih voda.

Provedena mikrobiološka istraživanja (Ristanović et al., 1967) pokazuju da je kvalitativni sastav mikroflora pod znatnim uticajem otpadnih voda iz fabrike koža u Kotor Varoši. U poređenju sa sastavom mikroflora na uzvodnim tačkama od fabrike koža, na nizvodnim tačkama izostajalo je 37% bakterijskih vrsta na 20 metara ispod ispusnog kolektora kožare, 50% na 500 do 1.000 metara, 2% na 5 km i 87,5% na udaljenosti od 10 do 15 km nizvodno u rijeci Vrbani. Nizvodno od fabrike kože u Kotor Varoši nađena je, međutim, individuama najbrojnija bakterijska flora, sa čak 720.000 jedinki u 1 ml vode.

U uzdužnom profilu rijeke Vrbanje, prema rezultatima izvršenih istraživanja (Kačanski, 1967.) uočene su izvjesne razlike u zastupljenosti oblika i u gustini populacija zoobentosa. U dijelu toka rijeke Vrbanje nizvodno od fabrike koža nešto je manji broj vrsta, ali su nađene i vrste koje iznad fabrike nisu konstatovane. Interesantno je naglasiti da je u zagađenom dijelu toka rijeke Vrbanje, oko 200 metara nizvodno od ispusnog kolektora fabrike kože, u septembru otkriven porast broja larvi dvokrilaca iz familije *Chironomidae*, koje su tu i u maju dostigle visoke vrijednosti gustine populacija.

Neki oblici puževa, naročito rodovi *Theodoxus* i *Amphimena*, javljaju se u znatnom broju u zoni

samočišćenja vodotoka od otpadnih voda tvornice, za koju su i inače karakteristični, tj. oko 5 km nizvodno od tvornice kože i dalje.

Zaključak

Prema rezultatima naših kompleksnih istraživanja može se konstatovati da se u otpadnim vodama kožara u Bugojnu i Kotor Varoši nalaze rastvorene suspendovane materije organskog i anorganskog porijekla. Među njima se susreću veoma toksične materije kao, na primjer, hrom, natrijum sulfid, arsenove soli, hlorovodična kiselina, sumporna kiselina i dr.

Da bi se štetno dejstvo otpadnih materija kožara neutralisalo potrebno je da dođe do njihova miješanja (sjedinjavanjem vegetabilnog štavila sa krečom postaju neškodljivi i nerastvorljivi tanati, u taložnicima. Međutim, u tvornici kože u Bugojnu i Kotor Varoši ovi uređaji su nefunkcionalni, pa je, što je i normalno, u otpadnim vodama kožare, koje utiču u rječicu Veseočicu i rijeku Vrbanju, pored znatnijeg povećanja soli, registrovano i prisustvo hroma i Na<sub>2</sub>S pa su to, vrlo vjerovatno, osnovni uzročnici iščezavanja pojedinih vrsta riba i nastalih promjena u sastavu mješovite riblje populacije u zagađenim dijelovima istraživanih tekućica.

Istraživanja su pokazala da su od svih registrovanih vrsta riba najosjetljivije potočna pastrmka (*Salmo trutta m. fario L.*), lipljen (*Thymallus thymallus L.*), mladica (*Hucho hucho L.*) i šaran (*Cyprinus carpio L.*), dok su najveću adaptivnu moć pokazale sljedeće vrste: škobalj (*Chondrostoma nasus L.*), klen (*Leuciscus cephalus L.*) i peš (*Cottus gobio L.*).

Rezultati naših istraživanja su samo prilog uticaja otpadnih voda kožarskih industrija na mješovitu riblju populaciju u dva vodotoka u BiH i oni će, nadamo se, doprinijeti daljnjem rasvjetljavanju ovoga problema.

LITERATURA

1. Aganović et al (1956): Katastar rijeke Vrbasa. Elaborat. Sarajevo, 1956.
2. Ristanović, B., Kačanski, D., Kapetanović, N., Aganović, M. i Lakušić, R. (1967.): Program sistematskog hemijsko-biološkog ispitivanja otpadnih voda kožarske industrije u SRBIJI u vremenu od 1964—1967. godine i njihov uticaj na otvorene vodene tokove. Elaborat. Sarajevo, 1967.