

Prof. S. MARKD,
Mr. V. BRALIĆ,
Institut za slatkovodno ribarstvo, Zagreb
Dr I. BALZER,
Poljoprivredni fakultet, Zagreb,

Istraživanja o zagađenju rijeke Save na lokaciji Podsused-Ivanja Rijeka

Onečišćenje nekih naših recipijenata (rije-ka, rječica, potoka, jezera) poprimilo je već zabrinjavajuće razmjere. Neki su vodeni recipijenti toliko zagađeni, da predstavljaju u jednom duljem ili kraćem toku samo odvodne kanale bez ikakvog života u sebi. Nepročišćene otpadne vode, upuštene u vodeni recipijent, mogu djelovati:

a) toksično

b) na taj način, da smanje koncentraciju kisika u vodi ispod potrebnog minimuma za normalni razvoj organizma.

I u jednom i u drugom slučaju količina otpadnih voda, stepen onečišćenja, kao i količina protoke vodenog recipijenta odlučujuća je za karakter i visinu oštećenja, koja otpadne vode prouzrokuju.

Jedan od najteže zagađenih vodenih tokova u našoj zemlji je vodeni tok rijeke Save. Ta činjenica je naročito ozbiljno podučena na »Savjetovanju o otpadnim vodama i zaštiti voda od zagađivanja«, koji je održan mjeseca decembra 1964. godine u Beogradu. U referatu V. Jeriminova konstatira se, da je vodeni tok Save, naročito u svom gornjem toku, pretvoren u pravi kanalski kolektor otpadnih voda: U referatu »Postojeće stanje i prognoza budućeg stanja kvaliteta voda u Sloveniji« autor K. Puppis navodi, da je Sava na granici Hrvatske bila opterećena u 1964. godini sa 43 jedinice (opterećenje vodotoka sa jedinicama osoba — ekvivalentne jedinice), dok je u 1953. godini to opterećenje iznosilo samo 33 jedinice. Onečišćenje Save u gornjem su toku već takova, da tvornica papira u Videm Krškom, prema navodima tog autora, mora procesnu vodu prethodno pročišćavati. Na nekim odsjecima Save, prema tom autoru, stepen onečišćenja je upravo katastrofalan. K. Puppis smatra, nadalje, da će tokom 20 godina doći do udvostručavanja industrijske proizvodnje, tako, da će, ako se ne poduzmu odgovarajuće mjere, Sava na granici republike Slovenije biti opterećena sa 86 jedinica na svaku l/sek kod srednjeg vodostaja. Veći dio industrije, zaključuje isti autor, morati će vodu iz rijeke Save prije upotrebe pročititi, kako bi je uopće mogao koristiti.

Do istog rezultata dolazi u svom vrlo iscrpnom referatu »Otpadne vode i zaštita od zagađivanja« — Vodoprivredna osnova srednje i donje Save — 1960. — 1964. — M. Petrik i suradnici. Taj autor nalazi, da je najzagađeniji dio Save u SRH na sektoru od

granice Slovenije do ispred ušća Une. Konstatira nadalje, da zagađenje Save postepeno raste na cijelom toku i da se kvaliteta vode Save pogoršava iz godine u godinu. Autor konačno zaključuje, da je potrebna uska saradnja svih korisnika vodenog toka Save iz triju republika: Slovenije, Hrvatske i Bosne i Hercegovine, da bi se na taj način zapriječilo daljnje zagađivanje vodenog toka Save.

Ovakvo stanje utječe na stalno smanjenje ulova ribe. Osim što dolazi do kvantitativnih, dolazi istodobno i do kvalitativnih promjena. Smanjuje se količina kvalitetnih ribljih vrsta u relaciji sa manje vrijednim ribljim vrstama, tj. sa onim koje lakše podnose zagađenje vodenih tokova.

Ribarske, privredne i sportske organizacije, ribarski inspektori i drugi organi na osnovu propisa Zakona o ribarstvu poduzimali su povremeno akcije zaštite i podnosili prijave protiv zagađivanja vodenih tokova. Međutim, skoro u svim slučajevima ove prijave ostale su bez efekata. Šteta zbog uginuća riba naplaćivana je u vrlo malom broju slučajeva.

Treba podvući, da su mjerodavni faktori bili vrlo tolerantni prema poduzećima, koja su zagađivala vodene tokove. Iako je kod skoro svih investicionih programa novih postrojenja projektom predviđeno pročišćavanje otpadnih voda, u praksi je ono vrlo često izvedeno manjkavo ili sa nedovoljno nadzora. Sigurno je, da je pročišćavanje industrijskih otpadnih voda najuputnije provoditi zajedno sa gradskim otpadnim vodama (otpadnim vodama kućanstva). Imajući u vidu potrebu pročišćavanja otpadnih voda grada Zagreba suradnici Instituta za slatkovodno ribarstvo predložili su već ranije postupak pročišćavanja otpadnih voda na prokapsnicama u dvije varijante. Lokacija tog postrojenja postavljena je istočno od ceste koja vodi prema Čulinu, a sjeverno od gradskog kolektora prema auto putu.

Unazad dvije godine učestale su tužbe ribarskih organizacija. Tužbe su se odnosile na industriju grada Zagreba, jer je povremeno dolazilo do velikog uginuća riba i trajnijeg opustošenja vodenog toka Save. Tužbe su se odnosile i na neuporabivost ulovljene ribe. Takva riba je imala intenzivan miris na fenole. U prijavama je stajalo, da vjerojatno zagađenje dolazi iz tvornice »Pli-va«, »Chromos«, ili iz kombinata »OKI«. Ni jedna od navedenih tvornica nije poduzela

bilo kakove mjere za pročišćavanje svojih otpadnih voda. Podvlačimo, da je tvornica »Pliva« u Črnomercu posebno provedenom kanalizacijom, duljine oko 4 km, načinjenom iz plastične mase, upuštala svoje kisele otpadne vode u Savu, i to sve sa odobrenjem mjerodavnih faktora. U najkraće vrijeme došlo je do pucanja kanalizacionih cijevi i do zagađenja podzemnih voda, pa je nakon zabrane rada tog dijela pogona sa strane sanitarne inspekcije taj dio proizvodnje »Plive« prebačen na Žitnjak, a na Žitnjaku upuštale su se otpadne vode iz pogona insekticida i pesticida, kao i ranije, u vodotok Save.

Sigurno je, da je izgradnja postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda vrlo skupa i da bi jedno takvo postrojenje neobično teško opteretilo svaku pojedinu industriju. Stoga je razumljivo da svaka industrija nastoji da izbjegne tim obavezama. Smatramo, da rješenje pročišćavanja otpadnih voda industrije Zagreba leži u jednom postrojenju u kojem bi se pročišćavale istodobno otpadne vode industrije i domaćinstva. Potreba rješavanja pročišćavanja otpadnih voda, postaje sve akutnija. Ovdje se ne radi samo o problemu ribarstva. Industrija locirana nizvodno od Zagreba zaintereserana je da vodotok Save koju će ona koristiti bude što kvalitetniji. Nesmijemo konačno izgubiti iz vida među ostalim i velike melioracione radove na poplavnim područjima Save i na korištenje voda Save za navodnjavanje poljoprivrednih površina. Zagađene vode Save bile bi štetne i nekorisne u jednom i u drugom slučaju. A da i ne spominjemo štete od zagađivanja pitke vode, koju velik broj stanovnika Posavine dobiva iz Save.

Imajući u vidu sve gore navedeno, a naročito sve češće pritužbe na zagađivanje vodotoka Save, Institut za slatkovodno ribarstvo pristupio je ispitivanju uzroka ugibanja i trovanja riba u tom vodotoku.

Kemijskim i biološkim analizama dobiveni su neki karakteristični pokazatelji, na osnovu kojih se može zaključiti na stepen i težinu onečišćenja vodotoka Save. Ta istraživanja trebala bi se nastaviti još kroz niz godina. Tako bi se dobila potpuna slika o veličini šteta, koje nastaju zagađenjem vodoskoka Save otpadnim vodama grada Zagreba.

METODIKA RADA

Uzorci za kemijsku analizu vode uzeti su u toku mjeseca oktobra i novembra 1966. godine. Uzorci su uzimani u Podsusedu (kod Savskog mosta) i u Ivanjoj Rijeci iznad ulaza gradskih otpadnih voda u vodotok Save, te cca 200 m ispod gradskog kolektora. Uzorci otpadnih voda uzeti su nadalje u par navrata iz gradskog kanala, te iz kanala Organske kemijske industrije (OKI), i to na mjestu izlivanja tih otpadnih voda u gradski kolektor. Uzorci su uzimani u različito doba prije i poslije podne.

Za kemijske analize uzeto je uvijek po 1000 ml uzoraka vode.

Kemijskim analizama određen je:

1. Otopljeni kisik u mg/l, a iz ovoga određena zasićenost kisika u ‰,
2. Utrošak permanganata u mg/l,
3. Sveukupni amonijak u mg/l,
4. Kloridi, izraženi kao slobodni klor u mg/l,
5. Isparni ostatak u mg/l, te
6. Sveukupni fenoli u mg/l.

Kod utvrđivanja uzoraka određena je uvijek i temperatura vode, a visina vodostaja dobivena je od hidrometeorološke službe grada Zagreba.

Otopljeni kisik određen je metodom po Winkleru.

Utrošak permanganata određen je u kiseloj otopini uzoraka vode, kod čega je 1 ml 0,1 n otopine permanganata ekvivalentan sa 31,6 mg $KMnO_4$.

Sveukupni amonijak određen je kolorimetrijskom metodom sa Nesslerovim reagensom.

Kloridi su određeni titriranjem sa srebrnim nitratom, uz kalijev kromat kao indikator.

Isparni ostatak dobiven je uparavanjem 100 ml uzoraka vode.

Fenoli su određen kolorimetrijski sa m-nitroanilinom uz modri filter po Czerny-u.

Uzorci za biološke analize uzimani su u koritu Save kod Podsuseda i kod Ivanje Rijeke iznad i ispod utoka gradskih otpadnih voda.

Materijal je uziman uz obalu planktonskom mrežom i struganjem sa kamena. Uzorci su fiksirani u formalinu, a paralelno s ovim, neki su uzorci donešeni i promatrani u živom stanju.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati kemijskih analiza vode Save kod Podsuseda i Ivanje Rijeke, iznad i ispod glavnog kolektora grada Zagreba, prikazani su na tabeli 1.

Kako se iz tabele vidi, sadržaj kisika se je kretao između 8 — 10,40mg/l kod Podsuseda, 9,60—10,88mg/l, kod Ivanje Rijeke iznad kanala i 8,16—8,96 kod Ivanje Rijeke ispod kanala. Postotak zasićenosti kisikom, funkcija temperature, bio je najniži, dakako, ispod kanala, nešto niži kod Podsuseda, nego kod Ivanje Rijeke iznad kanala.

Utrošak permanganata u mg/l na tim lokacijama kretao se od 18,94 — 57,52 kod Podsuseda, između 22,12 — 91,03 kod Ivanje Rijeke iznad kanala i 38,68—102,41 ispod kanala.

Sadržaj amonijaka u Podsusedu i Ivanja Rijeci iznad kanala bio je signifikantno niži od sadržaja amonijaka u Ivanja Rijeci (ispod kanala). U prva dva slučaja kretao se od 0,062 — 0,58, a u trećem od 0,70 — 3,3mg/l.

Tabela 1.
REZULTATI ISTRAŽIVANJA ZAGAĐENJA RIJEKE SAVE, NA LOKACIJI PODSUSED IVANJA RIJEKA
Sava 1966.

Mjesto	Datum uzimanja uzoraka	Otopljeni kisik mg/l	% zasićenosti vode kisikom	KMnO ₄ mg/l	NH ₄ mg/l	Cl mg/l	Isparni ostatak mg/l	Fenoli mg/l	Temperatura vode u °C	Vodostaj Zagreb u cm
PODSUSED	28. X 66.	8,0	76,7	44,88	0,58	4,8	353	0,3	12,0	+98
	2. XI 66.	9,0	81,9	57,52	0,36	6,0	416	0,3	9,8	+16
	15. XI 66.	10,40	86,2	18,94	0,30	7,0	358	0	6,0	+94
	22. XI 66.	9,44	79,3	28,44	0,67	5,0	210	0	6,5	+35
IVANJA RIJEKA iznad kanala	27. X 66.	—	—	91,03	0,062	4,2	370	0,3	—	—
	2. XI 66.	9,44	85,9	23,39	0,24	4,5	238	1-6	9,8	—
	16. XI 66.	10,88	92,1	28,66	0,53	5,0	238	0,01	6,8	—
	22. XI 66.	9,60	81,2	22,12	0,37	5,0	277	0,05	6,8	—
IVANJA RIJEKA ispod kanala	27. X 66.	—	—	112,41	1,48	19,0	458	0,44	—	—
	2. XI 66.	8,16	74,3	44,25	0,70	17,0	290	0,2	9,8	—
	16. XI 66.	8,96	75,8	38,68	0,84	19,0	345	0,04	6,8	—
	22. XI 66.	8,64	73,1	44,25	3,3	11,0	383	0,01	6,8	—

Tabela 2.
REZULTATI ISTRAŽIVANJA ZAGAĐENJA GLAVNOG KOLEKTORA GRADA ZAGREBA

Mjesto	Datum uzimanja uzoraka	Otopljeni kisik mg/l	% zasićenosti vode kisikom	KMnO ₄ mg/l	NH ₄ mg/l	Cl mg/l	Isparni ostatak mg/l	Fenoli mg/l
GRADSKI KANAL	27. X 66.	—	—	410,93	5,3	162,0	1121	2,7
	2. XI 66.	—	—	338,22	4,5	88,0	957	0,3
	16. XI 66.	—	—	100,80	5,5	59,0	715	0,2
	22. XI 66.	—	—	164,36	7,2	35,0	870	0,2

Tabela 3.
STEPEN ZAGAĐENJA OTPADNIH VODA ORGANSKE KEMIJSKE INDUSTRIJE (OKI)

Mjesto	Datum uzimanja uzoraka	Otopljeni kisik mg/l	% zasićenosti vode kisikom	KMnO ₄ mg/l	NH ₄ mg/l	Cl mg/l	Isparni ostatak mg/l	Fenoli mg/l
OKI KANAL	2. XI 66.	—	—	322,42	1,20	375,0	1170	0,54
	16. XI 66.	—	—	808,0	2,25	124,0	942	2,0
	23. XI 66.	—	—	2750,0	3,25	200,0	1937	6,7

I u sadržaju klorida pokazala se značajna razlika. Kod prve dvije lokacije sadržaj klorida iznosio je 4,2 — 7,0, a na trećoj 11,0 — 19,0 mg/l.

Isparni ostatak kretao se u Podsusedu, kako se iz tabele vidi, između 210 — 416 mg/l, a kod Ivanja Rijeke između 238 — 458 mg/l.

Sadržaj fenola izražen u mg/l znatno je varirao kod analiziranih uzoraka. Kod svih triju navedenih lokacija kretao se između 0,0 — 1,6 mg/l.

Analitički podaci kvalitete vode iz glavnog gradskog kolektora prikazani su na tabeli 2.

Svi pokazatelji su značajno veći od onih u vodi Save. Utrošak permanganata kreće se od 100,00 — 410,93, a sadržaj amonijaka od 4,5 — 7,2 mg/l. Sadržaj klorida je relativno vrlo visok i iznosi 35,0 — 162,0 mg/l.

Isparni ostatak kreće se od 715 — 1121 mg/l, a sadržaj fenola od 0,2—2,27 mg/l.

U tabeli 3. prikazane su kemijske analize otpadnih voda organske industrije »OKI«.

Ove otopine vode okarakterizirane su vrlo visokim utroškom permanganata 322,42 — 2750,0 mg/l, sadržajem klorida 124 — 375 mg/l, isparnog ostatka 942—1939 mg/l i fenola 0,54 — 6,6 mg/l. Sadržaj amonijaka u tim otpadnim vodama kretao se između 1,20 — 3,25 mg/l.

Biološke analize. Na području Podsuseda u slobodnoj vodi rijeke Save zabilježene su nitaste bakterije naročito vrste Sphaerotilus nantas i Cladotrix dichotoma. Ove bakterije su uglavnom vezane sa česticama detritusa. Detritus se sastoji od raspadnutih dijelova lišća i raznih vlaknaca

biljnog porijekla, kao i čestica pijeska i ugljena.

Uz nitaste bakterije nađeni su i Protozoa (Praživotinje) i to Ciliata (Trepeljikaši) — Paramecium i neki drugi oblici, koji se mogu naći u polisaprobnoj, a kad se javljaju u manjoj količini u beta - mezosaprobnoj sredini.

Osim navedenih oblika ovdje su nađene i alge Diatomeae (Kremenjašice) vrste Navicula i Melosira vrste, koje su beta - mezosaprobni indikatori.

Biotop, kamen uz obalu, gdje su uzimane probe, bio je manjih dimenzija, prekriven detritusom, i to minerogenim česticama mulja i uglja, kao i smeđastom i zelenom prevlakom organskog porijekla. Tu su također zapažene nitaste bakterije Sphaerotilus natans u nitima kao i rahlim čupercima. Među njima se nalaze dosta brojno i alge dijatomeje i to Navicula vrste, zatim Diatoma, Nitzachia Cymbella, Coscinodiscus. Nadalje nađene su i pojedinačne niti modro-zelenih alga, i to rod Oscillatoria, Lyngbya kao bioindikatori betamezosaprobne zone.

Zelenu prevlaku po kamenju sačinjavaju pretežno zelene alge skupine Protococcaceae, od kojih je dosta bujno razvijena vrsta Protococcus viridis (sin. Pleurococcus). Pojedine stanice ovih algi bile su u stadiju diobe. Većina algi skupine Protococcaceae pa tako i Protococcus viridis žive u beta — mezosaprobnoj sredini.

Naselje makroorganizama na kamenju bilo je vrlo oskudno. Nađeno je mahovina, kao i ličinka i pupa Chironomidae. Ličinke su pripadale skupini Orthocladinae.

Kod Ivanje Rijeke je kamenje u koritu Save na plićim mjestima uz obalu prekriveno smeđom prevlakom muljnog detritusa, koji se nahvatao po kamenju u tankom sloju.

Na mjestu ispod ulaza gradskog kolektora u vodotok Save kamenje je obraslo većim bezbojnim čupercima, koji flotiraju u vodi. Te čuperke stvara nitasta baktrija Sphaerotilus natans, koja je ovdje našla povoljne uslove života, pa se obilno razvila. Ovakva bujna biocenoza ovih bakterija je tipičan indikator polisaprobne zone.

Na području uzvodno od ulaza gradskog kanala pored detritusa, koji se sastoji pretežno od mineralnih čestica, nađene su i pojedinačne vrste bakterije Sphaerotilus natans. Osim ovih, zabilježene su i alge Diatomeae i to više Navicula vrste te po koja Melosira, Cymbella, Gyrosigma. Zatim su nađene i modrozeleno alge r. Microcystis i niti Oscillatoria. Navedene alge su beta — mezosaprobionti.

DISKUSIJA REZULTATA

Kad što se iz tabele 1 vidi najveći broj parametara pokazuje stepena zagađenja Save, veći je naz Save kod Podsuseda, nego kod Save iznad Ivanje Rijeke. Očito izlazi da

je vodotok Save neobično jako zagađen otpadnim vodama Slovenije. Moglo bi se kazati, da na potezu od Podsuseda do iznad Ivanja Rijeke, koja iznosi oko 40 km, dolazi do izvjesnog samopročišćavanja Save, koja će se zatim primanjem otpadnih voda Zagreba ponovno vrlo intenzivno zagađati.

Kako se sa tabele 1. vidi, svi indikatori koji su bili određivani radi procjene težine zagađenja vodenog toka Save signifikantno su najnepovoljniji kod uzoraka vode uzetih ispod Ivanja Rijeke. Naročito sadržaj klorida ukazuje na vrlo intenzivno zagađenje vodenog toka Save, otpadnim vodama grada Zagreba. Prosječna vrijednost sadržaja klorida u analiziranim uzorcima na toj lokaciji je za 3 puta veća od sadržaja klorida u vodenom toku Save kod Podsuseda, odnosno kod Ivanja Rijeke (iznad kanala).

Isparni ostatak ne razlikuje se bitno od isparnog ostatka vodenog toka Save na drugim analiziranim lokacijama, a sadržaj fenola je relativno nizak. Prosječni sadržaj je veći od sadržaja u uzorku uzetom kod Podsuseda (0,15 mg/l) no niži od prosječnog sadržaja uzetog kod Ivanja Rijeke iznad kanala (0,49 visoke diference u rezultatima došlo zbog mg/l). Vrlo je vjerovatno, da je do tako visoke diference u rezultatima došlo zbog nepovoljno uzetih uzoraka.

Vrlo instruktivni rezultati o težini zagađivanja vodenog toka Save dobiveni su analiziranjem uzoraka vode neposredno iz glavnog kolektora grada Zagreba kod Ivanja Rijeke. Kako se iz tabele 2. vidi, prosječni utrošak permanganata je za oko 7 puta veći od prosječnog utroška permanganata iz uzorka vode iz vodenog toka Save, uzetog kod Podsuseda. Prosječna vrijednost amonijaka u kanalu je za oko 12 puta veća od prosječnog sadržaja amonijaka u vodotoku Save kod Podsuseda.

Naročito je veliko opterećenje gradskih otpadnih voda kloridima, kojima prosječni sadržaj iznosi 8,6 mg/l i za oko 6 puta je veći od sadržaja amonijaka u vodotoku Save kod Podsuseda.

Prosječna vrijednost isparnog ostatka u kanalu je za oko 3 puta veća od prosječne vrijednosti isparnog ostatka u vodotoku Save.

Prosječni sadržaj fenola u otpadnoj vodi kanala nije relativno visok i iznosi 0,85 mg/l.

Vrlo teškim zagađivačem vodenog toka Save smatramo otpadne vode Organsko-kemijske industrije »OKI«. Kako se iz tabele vidi, one ukazuju na vrlo veliki utrošak permanganata i veliki sadržaj klorida. Isparni ostatak je za oko 4 puta veći od isparnog ostatka vodotoka Save kod Podsuseda, a sadržaj fenola u tim otpadnim vodama je relativno vrlo visok.

Podvučimo samo još jedno da je sadržaj fenola u ovim našim analizama bio manji od sadržaja fenola u analizama izvršenim po

M. Petriku. Kod toga autora sadržaj fenola u vodotoku Save na granici Hrvatske kreće se između 0,0—2,8 mg/l, a kod Ivanja Rijeke između 1,0—13,7 mg/l. Vjerojatno se ovdje radi o vrlo različitim protokama vode u vodotoku Save, pa su i dobiveni rezultati međusobno tako divergentni. Po našem mišljenju najteže zagađenje vodotoka Save kod Zagreba izazvano je fenolima. Smatra se, da štetno djelovanje fenola leži u slijedećem:

1. u trošenju kisika, kao što je to slučaj kod svih organskih spojeva,

2. već kod količine fenola 0,2 mg/l dolazi do bježanja, migriranja riba iz tog vodotoka,

3. prisustvo fenola u vodotoku uzrokuje akutno trovanje riba, u većim dozama i ugibanje. Fenoli djeluju kao naravni otrovi,

4. već kod fenola u tragovima u vodotoku dolazi do više ili manje intenzivnog okusa ribljeg mesa na fenol, čak i do te mjere, da ulovljena riba nije za upotrebu,

5. ne samo ribe, već i drugi organizmi, koji služe kao hrana ribama, stradavaju u takovim vodama, i

6. nastalim oštećenjima mikro i makro faune zbog djelovanja fenola dolazi do smanjenja sposobnosti samopročišćavanja vodenog toka.

Što se tiče trošenja kisika za oksidaciju fenola, to dolazi do većeg značenja u ljetnim mjesecima, kada je radi povećane temperature sadržaj kisika u vodotoku i onako osjetljivo smanjen. No, to ne bi trebalo biti uzrok ugibanja riba. Mnogo je češća pojava, koja se javlja u zagađenim vodenim tokovima sa relativno većim koncentracijama fenola, da ribe bježe iz takovih onečišćenih voda. Vrlo je interesantna pojava, da toksičnost fenola pada sa povećanjem karbonatske tvrdoće, a povećava se smanjenjem koncentracije kisika u vodi. Ovdje treba podvući, da pod pojmom »fenol« dolazi čitav niz organskih aromatskih spojeva sa jednom ili više hidroksilnih skupina.

Glavni su nosioci »fenola« otpadne vode nekih specifičnih kemijskih industrija, a zatim otpadne vode generatorskih peći.

Otrovno djelovanje na ribe počinje već kod koncentracija od 0,3 mg/l a riblje meso imati će intenzivan okus na fenol već kod koncentracije fenola od 0,1 mg/l.

Sva ta zapažanja su primjećena na ulovljenim ribama kod Ivanja Rijeke. To meso ne može se jesti. No često puta riba zaudara i na katran, pa onda ona izaziva i gađenje i povraćanje.

Prema provedenim analizama i rezultatima, a i na osnovu navedenih zapažanja, vrlo je vjerojatno, da je najčešće zapaženo ugibanje u vodotoku Save uzrokovano otpadnim vodama kemijske industrije, koja prerađuje aromatske spojeve ili vrši njihovu sintezu.

U potencijalne zagađivače vodotoka Save fenolskim otpadnim vodama treba ubrojiti

industrijsku granu 112 i 113. To su plinare, rafinerije ulja, nafte itd., zatim industrijsku granu 120 — Chromos, Serum zavod Kalinovica, Pliva, OKI, Karbon, Biljana, Kemika, itd. Protiv nekih od navedenih industrija stizale su prijave na Javno tužništvo zbog trovanja riba u vodotoku Save, no, nažalost, bez nekog većeg efekta.

Vrlo ozbiljni zagađivači su, nadalje, tvornice industrijske grane 127, tj. industrije, koje prerađuju prehrambene proizvode, kao i industrijske grane 125, prerađivači kože. Dakako, da u tim otpadnim vodama ne ćemo naći fenole. Ove vode nose sa sobom znatne količine razgrađene organske tvari, koje u vodenom toku troše velike količine slobodnog kisika, što uvjetuje visoki utrošak permanganata, odnosno BPK₅.

Prerađivači papira, odnosno proizvođači celuloze — industrijska grana 123 — su također veliki zagađivači vodenog toka Save. Njihove otpadne vode, kao i otpadne vode prehrambene industrije, smanjuju u vodenom toku slobodan kisik.

Pročišćavanje otpadnih voda svake pojedine industrije zahtjeva ogromne investicione troškove za svako pojedino postrojenje. Mnogo ekonomičnije, a znatno efikasnije je zajedničko pročišćavanje otpadnih voda industrije i domaćinstava. Ako je dilucija zagađenih industrijskih voda dovoljno velika, tada biološko pročišćavanje ne će stvarati naročitih poteškoća.

Iz bioloških se analiza vidi, da su nađeni biljni i životinjski predstavnici biocenoze slobodne vode, kao i kamena, alfa i beta — mezosaprobionti. Prema tome se može zaključiti, da vodotok rijeke Save na području Podšuseda pripada alfa do beta — mezosaprobnoj zoni.

Na lokaciji Ivanje Rijeke — vodotok Save ispod ulaza gradskog kolektora — prema saprobiološkoj ocjeni ima polisaprobni karakter. Na mjestu uzimanja uzoraka bujno je bila razvijena nitasta bakterija Sphaerotilus čija ekološka sredina su otpadne vode s obiljem organskih stvari, kao što je slučaj na ovom dijelu rijeke Save, a što nam potvrđuju i izvršene kemijske analize.

Međutim, rijeka Sava iznad ulaza gradskog kanala je prema biološkom nalazu manje zagađena i pripada alfa — do beta — mezosaprobnoj zoni. Ovdje je nađen manji broj vrsta, koje pripadaju alfa — mezosaprobnoj zoni, a nešto veći broj onih koje žive u beta-mezosaprobnoj sredini, ali su i one brojčano slabo zastupljene.

Institut za slatkovodno ribarstvo je i ranije (1958. god.) vršio ispitivanja rijeke Save na području Zagreba (kod Jaruna). Na osnovu tadašnje saprobiološke ocjene, Sava je na tom dijelu toka bila jako do umjereno zagađena, tj. pripadala je alfa do beta-mezosaprobnoj zoni.

Saprobioološka ocjena pokazuje stupanj zagađenja vodotoka, izazvan organskim otpadnim vodama. Međutim, zagađenje anorganskim otpadnim vodama se na biološkoj slici odražuje samo kod jačih koncentracija, nestankom, tj. ugibanjem bljnog i životinjskog svijeta u određenom vodotoku.

ZAKLJUČAK

U mjesecu oktobru i novembru izvršena je kemijska i biološka analiza uzoraka vode Save kod Podsuseda i Ivanja Rijeke iznad i ispod glavnog kolektora. Nadalje, izvršena su kemijska ispitivanja otpadne vode iz glavnog kolektora grada Zagreba, te otpadne vode iz kolektora organske kemijske industrije OKI.

Analize uzoraka pokazale su slijedeće:

Sadržaj kisika u vodotoku Save kod Podsuseda kretao se od 8,0—10,40 mg/l, kod Ivanja Rijeke iznad kanala, između 9,44—10,88, 8,16—8,96 mg/l ispod kanala.

Utrošak permanganata u vodotoku Save kod Podsuseda kretao se između 18,94—57,52 mg/l, kod Ivanja Rijeke iznad kolektora 22,12—91,03 mg/l, i 38,68—102,41 mg/l ispod kanala. U gradskom kolektoru utrošak permanganata iznosio je 100,81—410,93, a u kanalu OKI 322,42—2,750 mg/l.

Sadržaj amonijaka u vodotoku Save kod Podsuseda iznosio je 0,30—0,67 mg/l, kod Ivanja Rijeke iznad kanala 0,062—0,53 mg/l i 0,70—3,3 mg/l ispod kanala. U gradskom kolektoru sadržaj amonijaka kretao se od 4,5—7,2 mg/l, a u kolektoru OKI 1,20—3,25 mg/l.

Sadržaj klora iznosio je u uzorku vode kod Podsuseda 4,8—7,0 mg/l, kod Ivanja Rijeke iznad kanala 4,20—5,0 mg/l i 11,0—19,0 mg/l ispod kanala. U gradskom kanalu sadržaj klora kretao se između 35,0—162,0 mg/l, a u kanalu OKI između 124,0—375,0 mg/l.

Isparni ostatak kretao se u uzorku vode vodotoka Save kod Podsuseda između 210—416 mg/l, kod Ivanja Rijeke iznad kanala 238—370 mg/l i 290—458 mg/l ispod kanala. U gradskom kolektoru on je iznosio 715—1121 mg/l, a u kanalu OKI 942—1937 mg/l.

Sadržaj fenola u vodotoku Save kod Podsuseda kretao se od 0,0—0,3 mg/l, kod Ivanja Rijeke iznad kanala 0,01—1,6 mg/l i 0,01—0,44 mg/l ispod kanala. Sadržaj fenola u kolektoru grada iznosio je 0,2—2,7 mg/l, a u kanalu OKI 0,54—6,7 mg/l.

Biološke analize pokazuju, da vodotok rijeke Save kod Podsuseda pripada alfa — do beta — mezosaprobnoj zoni. Na području Ivanja Rijeke je Sava, iznad gradskog kanala, i dalje alfa — do beta — mezosaprobna, dok je Sava ispod kanala jače zagađena i ima polisaprobni karakter.

Dobiveni kemijski i biološki rezultati ukazuju na to, da je vodotok Save kod Podsuseda ozbiljno zagađen otpadnim vodama iz SR Slovenije. Na potezu od Podsuseda do Ivanja Rijeke dolazi do relativnog samopročišćavanja vodenog toka Save, koji se zatim vrlo intenzivno ponovno zagađuje otpadnim vodama grada Zagreba.

Sadržaj fenola u vodotoku Save, kao i u otpadnim vodama grada Zagreba, mora utjecati vrlo nepovoljno na riblju populaciju. Meso ribe ulovljeno u vodotoku je vrlo često intenzivnog okusa i mirisa na fenol, tako, da je ono neuporabivo za jelo. Najozbiljniji zagađivači vodenog toka Save su kemijska i prehrambena industrija.

Smatramo, da je neophodno potrebno što prije pristupiti pročišćavanju otpadnih voda grada Zagreba. Predlažemo biološko pročišćavanje na prokapnicima i lokaciju postrojenja za pročišćavanje istočno od ceste, koja vodi prema Čulincu, a sjeverno od gradskog kolektora.