

Tilda Herfort-Michieli,
Zavod za ribištvo, Ljubljana

Uticaj celuloznih otpadnih voda na reke i ihtiofaunu

UVOD

Više sam godina istraživala utjecaje koje imaju različite otpadne vode na naše reke, te njihovu faunu i floru; pored ostalog promatrala sam višegodišnji uticaj otpadnih voda celuloznih fabrika.

Prikazat ću uticaj triju tipova pomenutih fabrika, tj. ne samo otpadnih voda celuloznih fabrika, nego i tvornica papira i ivernih ploča.

Kod istraživanja interesovalo me je šta dotiče s otpadnim vodama pomenutih fabrika u reke i kako to utiče na vodenu faunu i floru.

1. Otpadne vode celuloznih fabrika sadrže:

a) Kod same pripreme sulfitne lužine [$\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$] se kod prženja pirita vodenim mlazom otklanjaju gasovi (SO_2 i SO_3). Tako dolazi u otpadnim vodama zapravo vrlo malo te vode, ali ta voda je kisela (sadrži H_2SO_3 i H_2SO_4), a pored toga sadrži gvozdeni oksid (Fe_2O_3) i nešto arsenovog oksida (As_2O_3),

b) sulfitna lužina, koja ostaje nakon upotrebe, je otpadna lužina, koja je isto tako kisela. Ona sadrži

pola rastvorenog drva, tj. lignin, celulozna vlakna i rastvore (hemiceluloze i šećer). Pored toga, sadrži još smole, voskove, te masti iz drva.

$\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ pređe u lignosulfonsko-kiseli kalcij, koji se nakon toga nalazi u otpadnoj vodi. Samog SO_2 , tj. neutralnog sulfita, ima veoma malo. Zbog toga ne troši slobodni kiseonik iz vode. Sulfit se u vodi brzo oksidira u sulfat,

c) aktivni hlor nalazi se u vodama od beljenja,

d) u vodi za ispiranje nalazi se još razređena sulfitna lužina, razređene vode od beljenja, vlakna i oksiceluloza.

2. Otpadne vode fabrika papira sadrže:

Kaolin, zgužvana drvena vlakna, smole, jer se upotrebljava kalofonija, zgužvana celulozna vlakna, te eventualno i boje.

Otpadne tvari su još ostaci ugljena, ako se vatra ispod parnih kotlova loži ugljenom. Iz ovih nastaju s vodom fenoli.

3. Otpadne vode fabrika ivernih ploča sadrže:

Lužine, smole, voskove, masti, oksiceluloze i vlakna. Zbog toga su alkalne, te sadrže puno sedimenata.

Alkalne otpadne vode nastaju kada se drvo za iverne ploče macerira. Za lepilo se upotrebljavaju fenolne smole i tako dolaze u otpadne vode fenoli.

Pomenute otpadne vode otiču iz fabrika papira i celuloze u vode tamo, gde se radi po kiselom procesu. Uticaji, do kojih dolazi u rekama po dotoku tih otpadnih voda, se odražavaju najviše na samom hemizmu vode, a pod uticajem promenjenog hemizma se menja i biološka slika. Hemizam vode je promenjen, pre svega posle dotoka otpadnih voda, dok su još koncentrisane. Tu se on ne razlikuje mnogo od sastava samih otpadnih voda.

MATERIJAL I METODIKA

Uticaj otpadnih voda celulozne fabrike istraživala sam na reci u koju one neposredno utiču, kao i na reci u koju se ona izliva.

Više puta sam kontrolisala hemijsku i biološku sliku, da bi na taj način ustanovila štetni uticaj tih otpadnih voda na biocenu reke, a naročito na ribe. Uticaj tih otpadnih voda kontrolisala sam i pomoću biotestova na ribama, u samoj reci, kao i u laboratoriji.

Pošto je više puta usledilo uginuće riba, vršila sam pretrage i tada, i to u reci i na ribama. Kontrolisala sam i statistiku ulova sportskih ribolovaca na tim vodama.

Kod papirnih fabrika istraživala sam u glavnom zato, jer su to zatražili sportski ribolovci, da bi se ustanovila šteta, koju prouzrokuju te fabrike na potocima i rekama.

To sam ustanovljavala po hemijskom i biološkom nalazu kod 3 fabrike. Pored toga, i za vreme vanrednih uginuća riba na tim vodama.

Zbog uticaja otpadnih voda su u reci ispod fabrike ivernih ploča ugibale ribe skoro svaku godinu u ljetnim mesecima. Tako sam više puta kontrolisala uticaj tih voda na reci, pre svega na ihtiofauni. Istovremeno sam uvek kontrolisala hemizam i biološku sliku vode, skoro od početka rada fabrike do danas.

REZULTATI

Kod celuloznih fabrika se već po boji vode ispod dotoka vidi njihov negativni uticaj. Vode su crvenosmeđe boje, belo penušave i jako zaudaraju na SO₂. Vode su kisele. Dok još nisu dovoljno razređene su vrlo opasne, te iskorištavaju suviše slobodnog kiseonika iz vode. Kada se već dovoljno razrede, one nisu više toliko opasne, ali utiču na promenu bioce- noze na dugim relacijama.

Promene hemizma rečne vode mogu ilustrirati na- vođenjem nekoliko karakterističnih podataka, dobi- jenih iz mnogih pregleda, kod jednakog, tj. srednjeg vodostaja. Uzorke sam uzimala 500 m iznad tvornice i 500 m ispod dotoka otpadnih voda u samoj reci.

Godina	Upotreba slobodnog kiseonika KMNO ₄ mg/l		pH	
	iznad	ispod	iznad	ispod
1959.	17,3	284 (936)	8,2	7,4—7,8
1966.	4,1	120	7,88	6
1968.	4,1	130	8,2	7,76 mesec maj
1968.	4,1	5,2 (u remontu)	7,88	7,86 mesec juni
1969.	4,6	189 (685)	8,2	7,84 mesec juli

Vrednosti u zagradi važe za nagle ispuste.

Kada se je u vodi nalazila već upotrebljavana lužina ili vode za ispiranje pirnitne peći, bio je ispod dotoka

otpadnih voda u reci ustanovljen i sulfid-ion (SO₃ = = 16 mg/l).

Poznato je, da se sulfiti vrlo brzo oksidišu sa slobodnim kiseonikom iz vode u sulfat, no svejedno su takve otpadne vode prouzrokovala uginuće riba tada, kada su one doplivile neposredno pod njihov utok. Kisela koncentrisana otpadna voda je u momentu utrošila slobodni kiseonik iz vode, zbog istovremenog prisustva sulfita. Uginuli su skobalji, crvenokice, gla- voči, odn. peši i lipljeni.

Vanjski izgled riba, koje su uginule zbog dotoka lužine, nije karakterističan. Njihovi usni otvori su prošireni, a inače su bez naročitih znakova. Na škr- gama je na vanjskom rubu posve tanki beli pojas, a inače su nejednakomerno obojene, na samoj utok, su jako zakrvarene. Samo tkivo je vrlo oštećeno. Iz- među pojedinih škržnih listova možemo videti bele mehurčice. Crevo je prema analnom delu jako za- krvareno.

Htela sam ustanoviti štetnost tih voda na sam rib- lji život s biotestovima na samim ribama, i to u reci kao i u laboratoriji. Ustanovila sam, da je otpadna voda, koja sadrži sulfitnu lužinu opasna za salmonide, kao i za cyprinide, ako nije dovoljno razređena. Na- ročito to važi za riblji mlađ.

Biotestove sam radila u godini 1959. i 1969. Ustano- vila sam, da sulfitna lužina nije više opasna, ako je razređena na 1/1000 (jednu promilu). Kod viših kon- centracija se pojavljuju tipični znakovi trovanja (uznemirenost, apatija, gubitak ravnoteže, agonija). Tome sledi kasnije i uginuće. Riba se ne oporave ni po prenosu u čistu vodu. Naročito se vide oštećenja na škragama.

Dobro je, što ribe same izbegavaju opasne pre- dele vode ispod celuloznih fabrika. Nizvodno, gde su one već dovoljno razređene, ne može više doći do uginuća, ni kod niskih vodostaja.

Približno na 2 km nizvodno od fabrika žive već cyprinidi. U daljem toku je ihtiološka populacija više raznolika.

Drugi tip otpadne vode, kojeg sam napomenula, je opasniji, jer sadrži aktivni hlor. Kad pritiče isto- dobnno sa sulfitnom lužinom, brzo reaguje sa svima re- ducentima vode i nije više opasan. Opasan je kad je voda bistra.

Mnogo puta sam već ustanovila masovno uginuće riba zbog prisustva aktivnog hlora, koji je doticao u reku s otpadnim vodama od belenja celuloze. Često sam ustanovila uginuće baš za vreme mresta. Tada su masovno ugibali lipljeni, mladice, skobalji, pa i druge ribe.

Najkarakterističniji znak na ribama, koje su ugi- nule zbog prisustva aktivnog hlora u vodi, jeste po- prečna prugavost škrga. Izmenjuju se svetliji i tam- niji odnosno jače zakrvareni pojasevi od vanjskog ru- ba prema bazi. Istovremeno je jasno oštećen i vanj- ski dio. Mnogo puta su pojedini listovi škrga potpu- no pocepani na vrhu i jako obloženi sa sluzi. Sluz je ribama, u svakom slučaju, odbrana prema tuđim tvarima u vodi.

U unutrašnjim organima dolazi kod nekih riba i do izliva krvi u pericard.

Dovoljna količina aktivnog hlora u vodi je 0,05 mg/l. Pošto hlor brzo reaguje sa re- ducentima vode, kako je već spomenuto, on se u njoj brzo reducira u hlor-ion, koji nije opasan. Njega mi više ne možemo ustanoviti.

tere i Plecoptere pojedinačno, te nekoliko crva 3. sa probnog stepena; inače ima još Diatomea i celulozne mase. Mnogo puta sam nalazila na samom tlu ostatke ugljena.

Nakon 2 km vodenog toka počinje bujan rast Sphaerotilusa, između njega su samo još Chironomidae i Diatomeae, te pojedini Ciliati. Zagađenje se poznaje još par kilometara dalje u reci, u koju potok utiče.

Kako je već pomenuto, iznad fabrike je dobra pastrmska voda, u kojoj ima potočne pastrmke, a ispod nje nalazimo ribe samo povremeno, tj. one, koje slučajno prolaze iz gornjeg dela ili su to cyprinidi, koji dolaze na mrest u sliv potoka. Tamo je već mnogo puta došlo do uginuća riba, naročito kod ispusta gustih otpadnih voda.

Uslovi su bili slični i kod treće fabrike ovog tipa. Pošto se tamo radi o cyprinidnoj vodi, širine 20 metara, do uginuća riba je došlo samo još onda, kada je fabrika imala vlastito belenje. Utrošak kiseonika je odmah ispod dotoka otpadnih voda još dosta velik. Fabrika je sada prečistila veći dio otpadnih voda, pa se taj uticaj primećuje samo još na maloj relaciji. Odmah nakon dotoka otpadnih voda sam pronašla drvena vlakna, celulozu, smole i sitan kaolin. Nakon 1500 metara pronašla sam u masi celuloze pojedine zelene alge, vrlo mnogo Sphaerotilusa i Potamogeton, koji je bio posve prekriven sa Sphaerotilusom. Između toga pronašla sam i pojedine Ciliate. Taj uticaj primećuje se samo na kraćoj relaciji, a postepeno se nizvodno biološka slika vode poboljšava.

Najgoru sliku sam dobila na reci, gde su **uticale otpadne vode fabrike ivernih ploča skoro 25 godina.**

Te otpadne vode dotiču u velikim količinama, a efekat se primećuje na dužini od 30 km na taj način, da ihtiološke populacije u toj vodi skoro više i nema. U gornjih 13 km vodenog toka je propao sav život već pre mnogo godina, a na donjem toku u poslednjih godinama. Naročito u sušno doba, kada se voda nije mogla dovoljno razrediti, uginule su i one ribe, koje su dolazile u reku iz pritoka.

Isto tako pokazuje hemizam vode da je utrošak kiseonika odmah nakon dotoka otpadnih voda vrlo

velik, a nakon 30 km je za 3/4 manji, no svejedno je i tamo još znatno prevelik (preko 100 mg/l).

Količina fenola je odmah nakon dotoka u reku ogromna, a nakon 30 km je još za 50 puta previsoka, ako to uporedimo s dozvoljenom količinom (0,001 mg/l).

Jasno je, da je pad biomase kod takvih uslova vrlo velik. Od 346 kg/ha pada na 4,16 kg/ha. (Moguća naseljenost riba bi bila još samo 1,38 kg/ha, a prirast slabih pola kilograma.

I sam sastav biocenoze nam ukazuje koliko je voda oštećena. Međutim, dok u reci iznad fabrike nalazimo srazmerno bogatu biocenozu, i to oblike, koji pripadaju 2. stepenu čistoće (β -mesosaprobnoj), ispod dotoka otpadnih voda nalazimo, uglavnom, nekoliko Diatomea i masu Sphaerotilusa. Nakon 30 km nalazimo još Sphaerotilus, Cyanophyceae i Diatomeae. Od makrooblika ima samo još nekoliko Hirudinea i Chironomida, pojedinačno su još Oligochaete i Rotatorije.

ZAKLJUČAK

Obzirom na rezultate moga istraživanja zaključila sam, da su najopasnije od triju opisanih tipova otpadnih voda za reke i njihovu biocenozu baš otpadne vode fabrike ivernih ploča. One mogu, kako vidimo u nekoliko godina, potpuno uništiti neku reku. I celulozne fabrike znatno utiču na sniženje ihtiološke populacije, jer se vrlo smanji količina riblje hrane. Otpadne vode fabrike papira su štetne tamo, gde se premalo razrede, tj. u manjim tekućicama, a inače, u većima, utiču samo na kraćim relacijama.

LITERATURA

- LIEBMANN: Handbuch der Frischwasser u. Abwasserbiologie 58, 62. FAO DOCUMENT de travail No. D-8/63; R. Cuinat et R. Vibert: Diagnostics demographiques sur les population de poissons.
F. MEINCK — H. STOFF — H. KOHLSCHÜTTER: Industrieabwässer 56.
A. MUNDA: Ribe v slovenskih vodah 1962.
HERFORT-MICHIELI TILDA: Ribarstvo Jugoslavije 1969: Promena biocenoze na reci Savi nizvodno hidrocentrale Medvode do Litije.