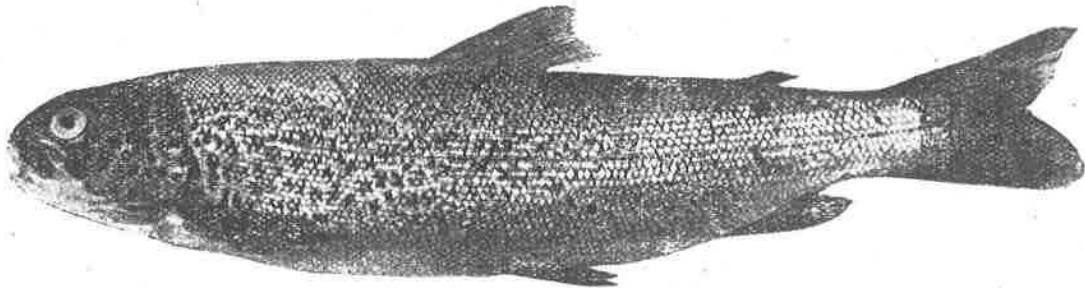


kućih voda primenjuje pretežno biološka metoda, ostvarena je na osnovu te ocene i poznavanja drugih odlika jedne vode, praktična i lako primenljiva formula za izračunavanje broja mladunaca, koji valja staviti svake godine na 1 km dužine vode. Tako na pr. jedan potok od 10 m širine u 7 km dužine, čiji je biogenetski kapacitet ocenjen sa 8, može ishraniti godišnje 8400 mladunaca od 6 meseca starosti, ili 1200 mladunaca na kilometar dužine. Srednji godišnji prinos takvog jednog potoka (primer potoka la Rive u okolini Grenobla, čije sam poribljavanje pra-

višom hranljivom vrednošću, prosečna težina četvorogodišnje domaće pastrmke ne treba da silazi ispod 300 gr. U toj kontroli značajan je odnos prosečne težine ulovljenih primeraka prema celokupnoj ulovljenoj količini u toku godine. Taj odnos, pri racionalnoj eksploataciji, i za duži period vremena, treba da je približno stalan; opada li prosečno težina (ili odgovarajuća prosečna veličina) ulovljenih primeraka, mora se iskorištavanje prema tome i regulisati, a



*Mekousna pastrva*

tio u toku od nekoliko godina) iznosit će 40—50 kg pastrmke na kilometar dužine toka. Nemoguće je iznositi ovde osnove, na kojima počiva sama praktična formula, ali je njena tačnost dokazana dugogodišnjom iskustvom.

Sa razumnom primenom, uspeh metode poribljavanja uvek je siguran. Otuda se ona mora primenjivati sa mnogo pažnje.

Međutim, raznovrsni uzroci koji otežavaju normalan prinos jedne vode, iako sprečeni, mogu ponova iskrsnuti svakog časa. Otuda svaka voda mora podleći stalnoj kontroli. A ta se kontrola najbolje može izvoditi redovnom statistikom lova, i to ne samo celokupne količine ulovljene ribe već i prosečne težine ulovljenih primeraka određene starosti. U dobro eksploatisanim tekućim vodama sa

istovremeno potražiti uzroci opadanja prosečne težine ribe.

\*

Izlaganje izvesnih osnovnih principa racionalne eksploatacije tekućih voda sa salmonidima u ovom članku nema za cilj postavljanje jednog potpunog praktičnog programa rada. Cilj je članku da bar delomično pokaže koliko je organizacije, studija i pažnje potrebno pa da se iz naših lepih planinskih voda izvuče ono što one mogu da dadu. I ako bi inicijativa od strane zainteresovanih ribara i ribarskih društava započela intenzivniji rad na organizovanju racionalnog iskorištavanja tekućih voda, povećao bi se jedan izvor bogatstva do sada prezren, a u isto vreme i radost sportista pri pogledu na mnogobrojne pastrmke u bistrim gorskim vodama naših planinskih krajeva.

*Dr. Siniša Stanković*

## Utjecaj slobodnog kisika u vodi na ribe

**SLOBODNI KISIK U PRIRODNIM VODAMA.** Slobodni kisik ( $O_2$ ) u vodi neophodno je potreban za disanje riba. U vodi ima slobodnog kisika oko 30 puta manje nego u zraku. Količina slobodnog kisika u prirodnim vodama uvjetovana je raznim faktorima, tako da u tome pogledu postoje prilične razlike. Jedan od važnijih faktora je temperatura vode. Prema *Winkleru* nalaze se u 1 litri destilirane vode pod normalnim pritiskom kod raznih temperatura ove količine slobodnog kisika:

temperatura vode	0° C	10° C	15° C	20° C	25° C	30° C
$O_2$ u $cm^3$	10,19	7,87	7,4	6,36	5,78	5,26

Dakle količina slobodnog kisika pada s povišenjem temperature vode. Dakako da na to u prirodnim vodama utječu još i drugi faktori, na koje ćemo se u kasnijim izlaganjima još osvrnuti.

U mirnim vodama s velikim površinama je količina slobodnog kisika u raznim slojevima različita. Najviše ga nalazimo u gornjim slojevima, dok ga prema dubini imade sve manje. Nakon ne vremena, kada se voda uzburka, sveukupna količina kisika u vodi poraste, ali se njezin raspored poremeti tako, da dubinski slojevi imadu veći po-

stotak kisika (najviše predzadni dubinski sloj) od površinskih slojeva (*Novak i Černačev*).

**DISANJE RIBE.** Slobodan kisik u vodi prelazi difuzijom u krv ribe. Hemoglobin crvenih krvnih tjelešaca prima kisik pretvarajući se u oksihemoglobin, i prenosi kisik u ostala tjelesna tkiva. Kisik u vodi i u tjelesnim tekućinama ribe nalazi se u stanju labilne ravnoteže. Što više je voda zasićena kisikom u toliko više prelazi on difuzijom u tjelesne tekućine. Pod istim uvjetima vrši se i izlučivanje ugljikovog dioksida ( $CO_2$ ) iz ribljeg tijela.

U svrhu disanja općenito mogu služiti sva epitelna tkiva sa malo slojeva, ako su vlažna i ako nisu orožnjena. Završenje te funkcije posebno je kod riba uređen epitel škrga, no djelomice raznih vrsta riba raznoliko vršiti i drugi organi (koža, nadalje sluznice ustiju, ždrijela, škržne šupljine, crijeva, te plivaći mjehur). Disanje kroz kožu naročito je veliko tokom embrionalnog razvoja.

Škrge riba su tako građene, da pružaju optimalne uvjete za navedenu difuziju plinova. Kapilare krvnih sudova granaju se sasvim površno ispod škržnog epitela. Da funkcionalna površina škrge bude što veća, to su škržni lukovi podijeljeni u škržne listiće, a ovi su opet po cijeloj svojoj površini naborani u nabore.

Razne vrste riba trebaju u svrhu disanja razne količine kisika. Od slatkovodnih riba općenito razmjerno najveće količine kisika trebaju salmonidi, a razmjerno malene ciprinidi i jegulja. Prema *Wunderu* (cit. po *Nikoljskiju*) možemo ribe u tome pogledu podijeliti u četiri skupine: 1. RIBE koje trebaju mnogo kisika (7—11 cm<sup>3</sup> u litri vode) na pr. potočna pastrva i druge ribe hladnih i bistrih potoka; 2. RIBE koje trebaju oko 5—7 cm<sup>3</sup> u litri vode na pr. lipen, podust i dr.; 3. RIBE koje trebaju oko 4 cm<sup>3</sup> kisika na pr. grgeč, balavac i dr.; 4. RIBE koje mogu živjeti kod malene količine kisika u vodi, dapače i onda kada iznosi samo 0,5 cm<sup>3</sup> u litri vode na pr. lipnjak. Iako za svaku vrstu riba postoji optimalna količina kisika, ipak se mogućnost života kreće u dosta širokim granicama. Tako se na pr. kod pastrve počinju primjećivati znakovi lakih poremetnji tek kad količina kisika padne ispod 5 cm<sup>3</sup>. Kod 2 cm<sup>3</sup> su teškoće u disanju već veoma teške, a kod 1,5 cm<sup>3</sup> kisika u litri vode pastrva brzo ugiba. Šaran se na pr. dobro osjeća kod 3—5 cm<sup>3</sup> kisika u litri vode, ali može i kod količine 0,5 cm<sup>3</sup> još kraće vrijeme živjeti.

Na potrošak kisika utječe i stanje u kojem se riba nalazi. Za vrijeme spolne zrelosti potrošak je na kisiku veći. Mlade ribice, kao i tovljene ribe jače reagiraju na manjak kisika u vodi. Temperatura vode također znatnije utječe na potrošak kisika. Kod povišenja temperature (u prosjeku do 30—40° C) raste i potrošak na kisiku. Tako na pr. prema podacima *Knauthe-a* (cit. po *Leineru*) šaran kod 8° C potroši na 1 kg težine u satu 20 mg kisika, kod 17° C 50 mg, a kod 24° C 75 mg. Kod povećane temperature vode povećava se kod riba frekvencija disanja i volumen udisaja, te frekvencija rada srca. Gornja granica temperature, do koje se povećava potrošak kisika je kod raznih vrsta riba različita. Kad se pređe ta gornja granica, tada opet pada potrošnja kisika poradi općeg oštećenja ribe.

**MANJAK SLOBODNOG KISIKA U VODI.** U nekim prirodnim vodama kadikad imade manje kisika nego pod običnim prilikama, odnosno premalo za onu vrstu riba, koje u tim vodama obično žive.

Redovito je na kisiku siromašna izvorna voda, odnosno općenito uzevši svaka voda, koja nije bila dulje vremena u dodiru sa zrakom i u kojoj nije stvaran kisik asimilacijom zelenog bilja, već je naprotiv trošen. Tako je na kisiku siromašna i mirna voda ribnjaka u zimi u onom slučaju, ako je dulje vremena pokriva ledom na kojem je snijeg, jer je spriječen dodir vode sa zrakom, a svijetlost ne može doprijeti do nje.

Siromašna na slobodnom kisiku je i ona voda u kojoj se stvara mnogo sumporovodika (H<sub>2</sub>S), jer ovaj oksidira s kisikom. Sumporovodik nastaje u vodi raspadanjem organskih tvari, uslijed djelovanja mikroorganizma (gnjilenje). Organske tvari u vodi i mulju mogu biti najraznovrsnija podrijetla (mrtva životinjska i biljna bića, odvodne vode iz tvornice šećera, štirke, celuloze, pivovara, nadalje gradske odvodne vode, pokošeni šaš, sijeno i sl.). Naročito naglo može doći do oduzimanja slobodnog kisika prigodom uzburkanja staloženog mulja. Međutim to štetno djelovanje tom prilikom ne potječe samo poradi oduzimanja slobodnog kisika, već i poradi drugih otrovnih plinova, koji tom prilikom nastaju (*Müller*).

Veće količine peluda u vodi također dovode do pomanjkanja kisika. Uzrok tome bit će između ostalog i to što pelud na površini vode sprečava dodir vode sa zrakom, a i poradi raspadanja organskih tvari peluda u vodi.

Neki mikroorganizmi (u slatkoj vodi poglavito *Microspira desulfuricans*) vrše redukciju sulfata, sulfita i tiosulfata u vodi i time oksidiraju organske tvari, koje su im potrebne kao hrana. Kod ovog složenog kemijskog procesa stvara se također sumporovodik (*Stroede*).

Osim navedenog biogenog stvaranja sumporovodika može ovaj nastati u vodi i čistim kemijskim procesima, no to je u prirodi rijetko (sumporne vode).

Oduzimanje slobodnog kisika u vodi poradi stvaranja sumporovodika može tokom dana, kada se asimilacijom zelenih biljaka stvara dosta kisika, biti izravnano, i ne odražuje se štetno na ribe. No tokom noći kada asimilacija biljaka prestane, a kisik se troši, može njegova količina u vodi naglo pasti, što više u plitkim vodama može i potpuno nestati (*Weimann*). U tome pogledu su osobito opasne jako zamuljene vode.

Prilikom pomanjkanja kisika u vodi ribe postaju nemirne, tuku sa repom, skaču iz vode i divlje se kreću po vodi. Usta su im široko otvorena. RIBE koje su uginule uslijed ugušenja lako je prepoznati po tome što imadu široko otvorena usta i škržni otvor. Ti simptomi su to izrazitiji što su usta i škržni otvor ribe veći. Dakako da ovakovi znakovi odnosno njima slični mogu nastupiti ne samo kod pomanjkanja kisika, nego i kod drugih slučajeva ugušenja naročito kod štetnog djelovanja pojedinih tvari na tkivo škruga.

Da i pomanjkanje slobodnog kisika u vodi u manjoj mjeri može u izvjesnom smjeru djelovati štetno na ribe, iako ove ne ugibaju, pokazuju nam pokusi *Willera*, koje je on proveo u pastrvskom mrijestilištu. *Willer* je u razna korita u kojima su se razvijala pastrvska jaja dovodio vodu s različitim količinom slobodnog kisika. Tim pokusima je ustanovio, da je kod niskih količina kisika došlo do slabijeg razvoja pastrvica u duljinu. To stanje se je popravljalo kod većih količina slobodnog kisika u vodi i to do granice oko 5 cm<sup>3</sup> kisika u 1 litri vode (zasićenje O<sub>2</sub> oko 60%). Kod još većih količina kisika u vodi razvoj pastrvica u duljinu je opet polagano padao.

**PREVIŠE SLOBODNOG KISIKA U VODI.** Kao i premalena količina kisika u vodi, tako može i prevelika količina djelovati štetno na ribe. Prezasićenost vode kisikom nastupa naročito ljeti tokom dana u mirnim vodama, ili u vodama sa slabim protokom, u kojima imade mnogo zelenog bilja, a naročito alga. Kada su takvi ribnjaci obasjani suncem, tada ove biljke izlučuju veće količine kisika, s kojim se voda konačno zasiti, i kisik se diže u obliku sitnih mjehurića na površinu vode i prelazi u zrak.

Ribe mogu preveliku ponudu kisika do izvjesne mjere kompenzirati. U početku se potrošak kisika u ribi povećava, a iza nekog vremena postane opet normalan. To je *Raffy* pokusom dokazao kod pastrve i šarana u vodi uz povećani tlak kisika:

	cm <sup>3</sup> O <sub>2</sub> u litri	Potrošak O <sub>2</sub> po kg u satu
Šaran	6,969	107
	19,846	213
	23,482 iza 2 s.	125
Pastrva	10,26	247
	15,288	372
	21,638 nakon duljeg vremena	256

Tu kompenzaciju riba izvrši tako, da se umanju broj udisaja, a i volumen koji se propušta kroz škrge, tako da je disanje posve površno.

Na veće količine kisika u vodi naročito su osjetljive ribice, a poglavito pastrvice. Ribice su u takvoj vodi uzbuđenije i nemirnije. Primjećuje se trzanje tijela i drhtaje peraja. Disanje je jedva primjetno. Veoma često se iza ovog stadija pojave još i drugi znaci bolesti. U tkivima ribe na raznim mjestima počinju se stvarati sitni plinski mjehurići. Tako ih nalazimo pod površnim slojem kože, naročito na glavi, oko očiju, u ustima, na perajama, na očima, a i drugdje. Često bude oko izbočeno poradi stvaranja mjehurića u tkivu pod njim. Često pukne tkivo na tim površnim mjehurićima. Površina takvih peraja izgleda kao rastrgana. Uslijed ovih mjehurića riba bude uzdignuta na površinu vode. U nekim unutarnjim organima pojavljuju se također slične promjene: U krvnim sudovima nalazimo sitne mjehuriće. Sitni sudovi mogu puknuti, te dolazi do izljeva krvi u tkivo, na pr. u mozgu (*Engelhorn*). Plivači mjehur je napet i pun plina. Mjehurići se mogu naći i u jačim stijenkama krvnih sudova. Ovakvo bolesno stanje, koje se naziva »bolest plinskih mjehurića«, može dovesti do smrti ribe, poradi sprečavanja optoka krvi uzrokovanog plinskim mjehurićima u krvnim sudovima. Prema ovome smrt nastupa uslijed zagušenja, jednako kao i kod pomanjkanja kisika u vodi (*Engelhorn*). Riba skaču prema površini vode, počinju brzo i jako disati, i ugibaju uz široko otvorena usta i škrge.

Naročito su na ovu bolest osjetljive male pastrvice, pa se kod njih u prirodnim vodama ona i najčešće susreće. *Engelhorn* je pokusom dokazao, da se ona može pojaviti i kod drugih vrsta riba, pa i kod šarana, koji se je općenito smatrao otpornim. Kod šarana nisu vanjski znaci bolesti izraženi, naročito poradi odebllanja tkiva peraja, kao i poradi razmjerno jakog sloja masti u ostalom tkivu. Postoji mogućnost da i šarani u prirodnim vodama ugibaju uslijed bolesti plinskih mjehurića, tek ova ostaje sakrivena, te se tek pomnijom sekcijom može ustanoviti začepljenje krvnih sudova. No opasnost pojave ove bolesti u šaranskim ribnjacima je manja, jer je dno obično više ili manje zamuljeno, pa su poradi toga donji slojevi vode siromašni na slobodnom kisiku.

Ranije se je općenito smatralo, da je temeljni uzrok pojave bolesti plinskih mjehurića zasićenje vode kisikom (*Plehn*), odnosno dušikom (*Gorham, Marsh*) ili ugljičnom kiselinom (*Mršić*). No opažanja nekih drugih autora nisu u skladu s tim mišljenjem. *Haempel* nije uspio umjetno proizvesti ovu bolest kod šarana, pastrva i linika u vodi zasićenoj s kisikom. *Spičakov* i *Bory* ustanovili su opet ovu bolest kod pastrva u slučaju, kad voda nije bila zasićena kisikom. Više svjetla u to pitanje unio je *Engelhorn*. On je opsežnim pokusima ustanovio, da bolest plinskih mjehurića ne nastupa uslijed prezasićenosti vode kisikom, nego poradi razlike između plinskog tlaka vode i plinskog tlaka tjelesne tekućine ribe, i to tada, kada je plinski tlak tijela ribe veći od onog u vodi. Riba koje su satima boravile u vodi zasićenoj kisikom pod visokim tlakom nisu pokazivale znakove bolesti plinskih mjehurića, ali kad su odavle premještena u vodu s normalnim sadržajem kisika, bolest se je pojavila nakon nekoliko minuta. Takva razlika u tlaku kisika između tijela ribe i vode zbiva se i u prirodi, jer u zasićenim vodama kisik prelazi u zrak, pa tako tlak kisika u vodi stalno raste i pada, i time dolazi i do razlike u plinskom tlaku vode i tijela ribe. Ovo raznoliko tumačenje nastanka bolesti ne

utječe na mjere, koje se upotrebljavaju za njezino sprečavanje.

Upastrvskim ribogojilištima bolest se uspješno sprečava pojačanim dotokom vode, čime se dovodi voda siromašnija na kisiku i sprečava jači razvoj biljnog planktona. U šaranskim ribogojilištima se time postiže veoma malo, no tu je i onako, kako smo već ranije istaknuli, opasnost pojave ove bolesti znatno manja.

LITERATURA. *Engelhorn O. R.*: Die Gasblasenkrankheit bei Fischen (Zeitsch. f. Fischerei, XLI, 1943.). — *Jordanov M.*: Riboznanie i bolesti po ribit. Sofia, 1939. — *Ljajman E. M.*: Bolezni rib, Moskva-Leningrad 1939. — *Machander H.*: Der Einfluss von Zuflüssen, Zirkulationsströmungen und Bodenwasserpflanzen auf die Sauerstoffverteilung in der Bodenzone eutropher (nährstoffreicher) Seen, insbesondere der Schlaubeseen. (Zeitsch. f. Fischerei, XXXIII, 1935). — *Mršić W.*: Die Gasblasenkrankheit der Fische Zeitsch. f. Fischerei XXXI, 1933). — *Müller R.*: Fischsterben durch Schlammfäulnis im Winter. Gesundheits-Ingenieur 1932. (Ref. Z. f. Fisch. XXXI, 1933.). — *Nikoljskij G. B.*: Biologija rib. Moskva 1944. — *Novak V.* i *Černajev V.*: Die Sauerstoff- und Kohlen-säureschichtung sowie die Schwankungen des Härtegrades und des pH im Teichwasser unter dem Einfluss der Witterung. (Zeitsch. f. Fischerei, XXXII, 1934.). — *Potonié H.*: Kritische Untersuchungen zur Methodik der Sauerstoffzehrungs-Bestimmung im Wasser (Zeitsch. f. Fischerei, XXXIX, 1941). — *Schäperclaus W.*: Lehrbuch der Teichwirtschaft, Berlin, 1933. — *Schäperclaus W.*: Fischkrankheiten, Berlin, 1941. — *Schröder E.*: Sauerstoffmangel als Ursache eines Wassersterbens von Fischen (Deutsch. tier. Woch. 1931.). — *Stroede W.*: Schwefelwasserstoff und Sauerstoff in unseren natürlichen Gewässern (Zeitsch. f. Fischerei XXXI, 1933.). — *Tomašec I.*: Važnije bolesti mladih pastrvica (Vet. vjesnik 1942.). — *Willer A.*: Untersuchungen über das Wachstum von Fischen. VI. Untersuchungen über Wachstumsbeeinflussung bei Bachforellenbrut durch Änderungen des Sauerstoffgehaltes des Brutwassers. (Zeitsch. f. Fischerei XXXI, 1933.). — *Weimann R.*: Über Schwankungen des Sauerstoffgehaltes in schlesischen Karpenteichen. (Zeitsch. f. Fischerei XXXIV, 1936.).

Prof. I. TOMAŠEC

---

---

## » RIBARSTVO JUGOSLAVIJE «

list za sve grane slatkovodnog ribarstva na području FNRJ u godini 1947. će izlaziti jednom mjesечно.

### PRETPLATA

iznosi Din 60.— godišnje, a pojedini broj Din 6.— Novac se uplaćuje na čekovni račun broj 40-443248 ili kod uprave lista u Zagrebu, Štrosmajerov trg 12.

### RUKOPISI (članci, dopisi, bilješke)

šalju se Redakciji »Ribarstvo u Jugoslaviji«, Zagreb, Štrosmajerov trg 12.

Za štampane članke, dopise i bilješke redakcija isplaćuje saradnički honorar. Rukopisi treba da budu pisani čitljivo (po mogućnosti mašinom), samo po jednoj (prednjoj) strani lista, a ne i na poleđini.

---

---