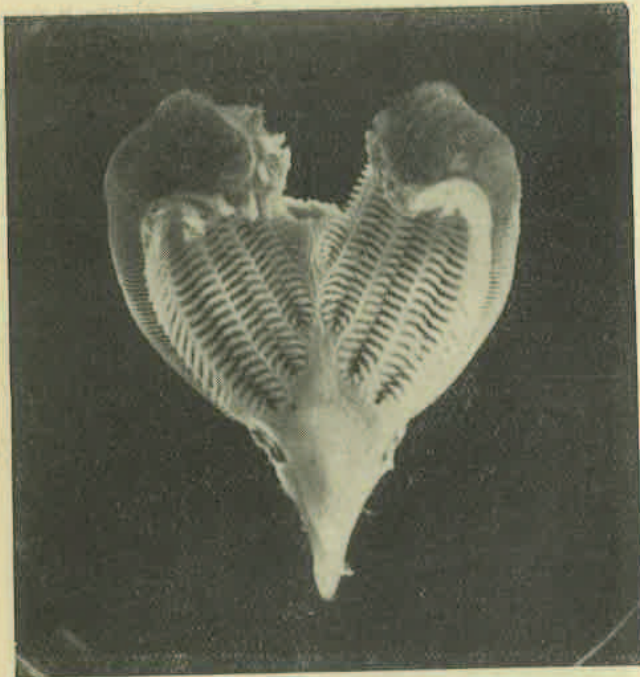


## OPĆENITO O DIŠNOM SUSTAVU SLATKOVODNIH RIBA

Slatkovodne ribe dišu škragama. Kao dopunski tek stražnjim krajem neznatno prelaze škrgu nad organ za disanje može kod raznih vrsta riba unjom. izvjesnoj mjeri služiti i koža<sup>1)</sup>, crijevo i plivači mjehur<sup>2)</sup>). Škrge su naročito oblikovani puno-



Slika 1. Škrge šarana. Četiri para škržnih lukova na čijoj se unutrašnjoj strani vide rožnati šiljci (procjedni nastavci).

krvni kožni nabori, koji su pričvršćeni na koštanim škržnim lukovima, koji leže s obje strane ždrijelne šupljine. Sa svake strane ždrijela nalazimo 4 škrge, koje su smještene u škržnoj šupljini. Škrge uglavnom pokrivaju jedna drugu, te donje

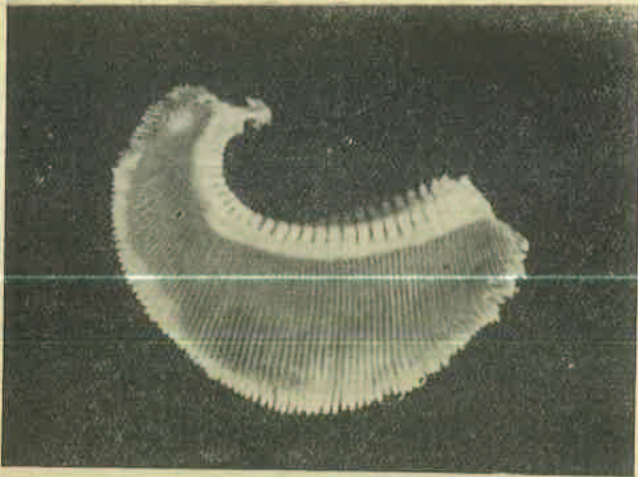
<sup>1)</sup> Disanje putem kože je jače kod mladih ribica, a naročito kod onih vrsta koje mogu živjeti i u vodi s malo kisika (jegulja, šaran, som, karas).

<sup>2)</sup> Kod nekih vrsta riba ima i plivači mjehur funkciju pomoćnog organa za disanje, no kod naših slatkovodnih riba je to iznimno, i tu ta funkcija ima tek posve podređenu ulogu (na pr. kod crinke ili rape, Umbra krameri Walb.). Po svom postanku je plivači mjehur homologan organ plućima ostalih kralježnjaka, ali ima drugu funkciju. On ima funkciju hidrostatskog aparata i omogućuje lebđenje ribe u stanovitoj dubini vode.

Škržnja je šupljina zajedno sa škragama pokrivena s pomičnim škržnim poklopcem, koji je u svojem stražnjem dijelu slobodan. Škržni poklopac sastoji se od 4 plosnatih kosti, koje su međusobno pomične, a prevučene su kožom, koja u stražnjem dijelu prelazi rub kostiju i čini posebnu membranu (branhiohistegalna membrana). Sa ždrijelnom šupljinom je škržna šupljina spojena pomoću 5 dugoljastih škržnih proreza, koji su odijeljeni pojedinim škržnim lukovima. Kroz te škržne proreze prolazi iz ustiju voda, koja služi za disanje. Na unutrašnjoj strani škržnog poklopca nekih vrsta slatkovodnih riba nalazi se još i zakrčljala operkularna škrga, koja po svojem razvoju odgovara tako zvanom spirakularnoj (lažnoj) škrgi. Ona ne vrši dišnu funkciju.

Vanjski škržni otvor na stražnjem slobodnom kraju poklopca je kod raznih vrsta riba raznoliko velik. Na pr. kod pastrve, smuđa i štuke je velik, dok je naprotiv kod jegulje veoma malen.

**Građa škrge.** Svaka škrga učvršćena je na tvrdoj podlozi koštanog škržnog luka. S unutarne strane je svaki koštani luk obavijen ždrijelnom sluznicom, koja s obje strane luka tvori sitne rožnate šiljke (procjedne nastavke), koji imaju funkciju filtra (jegulja nema procjednih nastavaka). Šiljci jednog škržnog luka upadaju među šiljke susjednog luka i na taj način zadržavaju sve grublje čestice koje s vodom ulaze u usta, i tako čuvaju nježno tkivo škržnih listića od oštećenja. Na vanjskoj strani koštanog škržnog luka pričvršćeni su dugoljasti škržni listići. Kod riba koštunjača imademo na svakom luku dva niza takovih listića, koji su pričvršćeni o koštani luk samo na svojoj osnovici, a inače su slobodni; i nisu međusobno srašteni. U svakom listiću nalazi se duž cijele njegove dužine hrskavična nit, koja kod koštunjača ima koštanu ovojniciu. Ove niti su slobodne i nisu vezane s koštanim škržnim lukom. Svaki škržni listić ima na svojoj površini poprečne usporodne niske nabore (dišni škržni



Slika 2. Škržni luk šarana. S vanjske strane se vide škržni listići, a s unutarnje rožnati šiljci (procjedni nastavci).

nabori). Time je površina škrge znatno povećana. Ovo su zapravo tanki nabori epitelnih stanica, u kojima se nalazi mreža kanala napunjenih krvlju, tako zvane krvne lagune. Među epitelnim stanicama dišnih nabora nalazimo i sluzave stanice, koje prema potrebi izlučuju sluz za obranu nježnog škržnog tkiva. Mogućnost obnavljanja škržnog tkiva je kod mladih riba velika. Poradi toga, jer krv u škržnim naborima dolazi sasvim površno ispod samoga epitela, imaju škrge jasno crvenu boju.

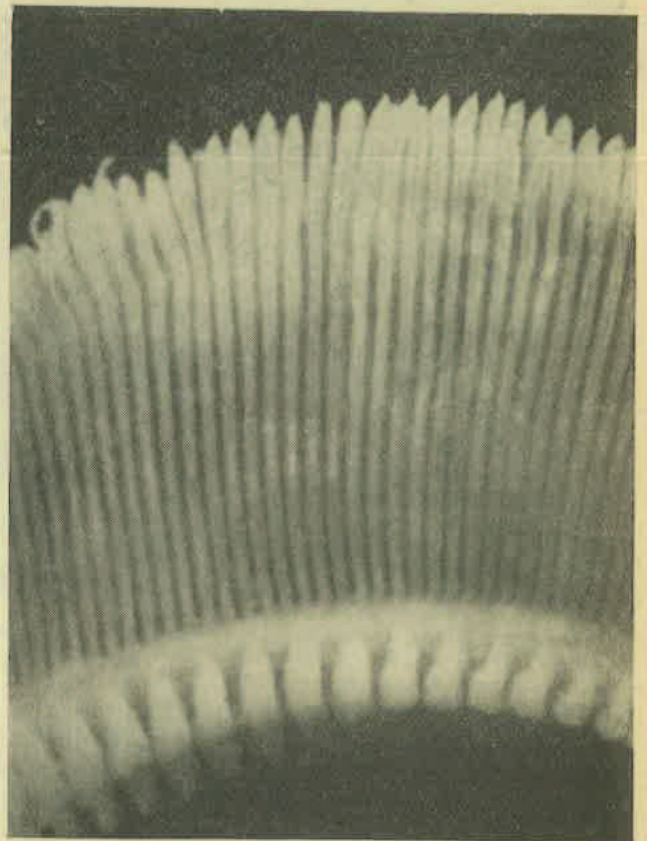
**Fiziologija disanja.** Za disanje služi ribama slobodni (fizikalno absorbirani) kisik ( $O_2$ ) u vodi. U tu je svrhu potrebno, da škrge oplakuje stalno svježa količina vode. Voda ulazi na mahove kroz usta u usnu šupljinu, a odavde kroz škržne proreze u škržnu šupljinu, gdje oplakuje škržne listiće, pa zatim izlazi kroz vanjski škržni otvor.

Prilikom udisaja povećava se usnoškržna šupljina spuštanjem donje čeljusti, dizanjem (širenjem) obaju škržnih poklopaca i istodobno priljubljuvanjem branhiostegalne membrane uz tijelo ribe. Time se poveća prostor u škržnoj šupljini i voda bude iz ustiju u nju uvučena, te prolazi između škržnih listića, koji se sa susjednih škrge međusobno priljubljuju. Zatvaranjem ustiju, dizanjem donje čeljusti, spuštanjem škržnog poklopca i istovremenim podizanjem branhiostegalne membrane voda se istiskuje iz usne šupljine kroz vanjski škržni otvor. Među pojedinim vrstama riba koštunjača postoje izvjesne razlike u opisanom mehanizmu disanja.

Dizanje i spuštanje škržnog poklopca označuje brzinu disanja (na pr. kod pastrve 50-60 puta u min., a kod šarana 30-40 puta u minuti, a tokom zime, kada šaran gotovo potpuno miruje, tek 3-4 puta u minuti). Slobodan kisik iz vode prelazi u škržnim naborima difuzijom u krv ribe. Kisik se u vodi i u tjelesnoj tekućini ribe nalazi u stanju labilne ravnoteže. Što više je voda zasićena kisikom, t. j. u koliko je veći kisikov plinski tlak u vodi, u toliko više on prelazi difuzijom u krv. Na jednaki način vrši se i izlučivanje ugljikovog dioksida ( $CO_2$ ) iz ribljeg tijela.

**Ukratko o krvnom sustavu riba.** Krv raznosi kisik po čitavom tijelu. Iz srca, koje se kod riba nalazi neposredno ispod škrge, izlazi venozna krv putem uzlazne aorte, koja se kod škržnih lukova grana u četiri parne dovodne škržne arterije. Ove daju ogranke za škržne listiće i razgranjuju se u njima u dišnu kapilarnu mrežu. U škržnim naborima venozna krv prima kisik i odaje ugljični dioksid i tako postaje arteriozna. Ovu arterioznu krv odvođe četiri para odvodnih škržnih arterija. Prva odvodna škržna arterija daje ogranak koji odvodi arterioznu krv prema glavi. Odvodne škržne arterije spajaju se u silaznu aortu, koja ide ispod kralježnice duž čitave dužine trupa i daje ogranke za sve druge organe koje opskrbljuje arterioznom krvju i u kojima se krvne žile po drugi put granaju u kapilare. Odavde vene odvođe venoznu krv prema srcu.

**Količina kisika u vodi i ribe.** Količina slobodnog kisika u prirodnim vodama uvjetovana je raznim faktorima, tako da u tome pogledu u raznim vodama postoje prilične razlike. Jedan od važnih faktora je temperatura vode. S povišenjem temperature vode pada količina slobodnog kisika u njoj.



Slika 3. Dio škržnog luka šarana povećan oko 4 puta. Gore: škržni listići, dolje: rožnati šiljci (procjedni nastavci).

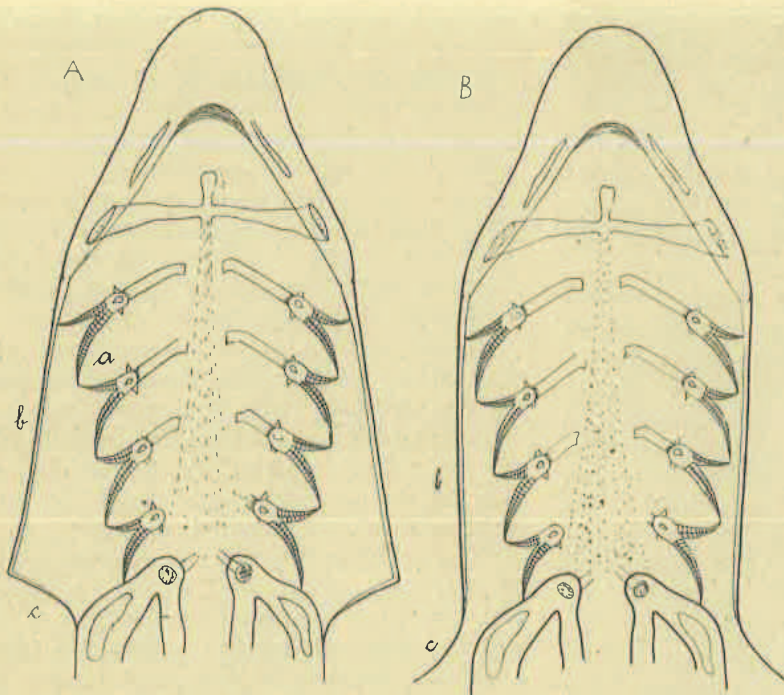
Stoga i mirne tople nizinske vode imaju manje kisika nego li hladne i brze gorske vode. U hladnim gorskim vodama žive ribe, koje trebaju mnogo kisika (na pr. pastrvske ribe), a u toplim nizinskim vodama ribe koje trebaju malo kisika (na pr. šaranske ribe).

Obzirom na potrebu kisika ima velikih razlika među raznim vrstama riba. Ribe općenito troše manje kisika nego na pr. sisavci na kopnu. Prema **W. Wunderu** možemo ribe podijeliti obzirom na potrebu kisika u četiri skupine, koje prema tome nastavaju i razne dijelove toka voda.

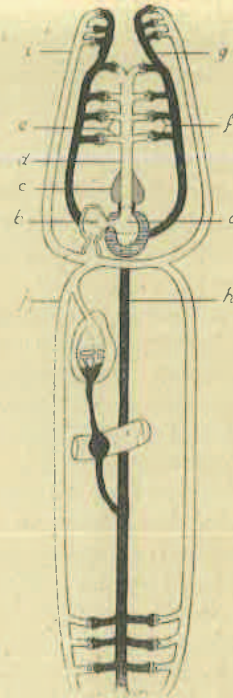
1) RIBE koje trebaju veoma mnogo kisika (7-11 cm<sup>3</sup> u litri vode, na pr. potočna pastrva). Nastavaju brze, hladne i bistre gorske potoke. 2) RIBE koje trebaju mnogo kisika (5-7 cm<sup>3</sup> u litri vode, na pr. lipan, podust, klen). Ove ribe nastavaju već nešto veće hladne vode. U vodama navedenim pod

Na potrošak kisika utječe i fiziološko stanje u kojem se riba nalazi. Za vrijeme spolne zrelosti potrošak je kisika veći. Mlade ribice kao i tovljene ribe jače reagiraju na nedostatak kisika u vodi. S povišenjem temperature vode počinju ribe bolje jesti, pojačava se rad njihovih organa, pa raste i potrošak kisika, te su ribe u toplijim vodama osjetljivije na nedostatak kisika. Snižanjem količine kisika u vodi usporuje se rast mladih ribica.

Nema li u nekoj vodi dovoljno slobodnog kisika tada ribe dišu brže, a povećava se i količina vode koja prolazi kroz škrge tokom jednog udi-



Slika 4



Slika 5

Slika 4. Prikaz disanja ribe (slobodni crtež po Voskobojnikovu). A udisaj, B izdisaj, a škržni listići, b škržni poklopac, c branhiostegalna membrana.

Slika 5. Prikaz krvnog sustava kod riba. a srčana komorica, b predkomorica, c arterijska glavica, d uzlazna aorta, e dovodne škržne arterije, f odvodne škržne arterije, g karotidne arterije, koje dovode krv prema glavi, h silazna aorta, i jugularne vene, koje odvođe krv iz glave prema srcu, j glavne vene.

1) i 2) žive ponajviše predstavnici porodice pastrva, pa se i ove vode ukratko zovu pastrvskim (salmonidskim) vodama. 3) RIBE sa srednjom potrošnjom kisika (oko 4 cm<sup>3</sup> u litri vode, na pr. mrena, smuđ, štika). Žive u većim polaganom tekućim vodama. 4) RIBE, koje trebaju malo kisika (na pr. šaran, karas, deverika, som). Žive u donjem toku nizinskih polaganom tekućih voda, kao i u toplim stajaćim vodama.

Iako za svaku vrst riba postoji optimalna količina kisika, koju trebaju za disanje, ipak se ova količina obzirom na mogućnost života kreće u dosta širokim granicama. Tako se na pr. kod pastrve počinju primjećivati znakove lakih poremećaja kad količina kisika padne ispod 5 cm<sup>3</sup> u litri vode. 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, koji se dobro osjeća kod 3-5 cm<sup>3</sup> kisika u litri vode postaje kod količine od 2 cm<sup>3</sup> nemiran i počinje na površini vode hvatati zrak ustima, ali može i kod količine od 0,5 cm<sup>3</sup> još kraće vrijeme živjeti.

Ribe postaju nemirne i plivaju na površini vode i ustima hvataju zrak. RIBE koje uginu zaradi nedostatka kisika u vodi imaju obično širom otvorena usta i škržne otvore. U vodi koja je zasićena kisikom ribe dišu polaganom i jedva primjetno.

**Ribe izvan vode.** Izvan vode mogu ribe živjeti tek kraće vrijeme. Na zraku se škržni listići priljube jedan uz drugi, pa je dodirna ploha za zrakom malena, a pored toga se škržni listići osuše, pa se krv u njima gruša. Na zraku prije ugibaju one vrste riba, koje općenito trebaju veće količine kisika, kao i one čiji je škržni otvor velik, pa im se škrge brzo suše. Pastrva može živjeti izvan vode tek kojih 5-10 minuta, šaran prosječno i po više sati, a jegulja koja imade posve mali škržni otvor i po više dana. Kod toga imade velik utjecaj i temperatura. Dok na pr. šaran ljeti za vrućih dana ugiba izvan vode već za kraće vrijeme, može tokom proljeća živjeti i po nekoliko sati, a u zimi u vlažnoj sredini i do dan-dva. Mlađe ribe su osjetljivije od starijih.

Prof. dr. Tomašec