



UCG

Univerzitet Crne Gore

Drago Marić

**OSNOVI
SLATKOVODNOG
RIBARSTVA**



UCG

Univerzitet Crne Gore

Prof. dr Drago Marić
OSNOVI SLATKOVODNOG RIBARSTVA
Prvo izdanje

Izdavač
Univerzitet Crne Gore
Cetinjska br. 2, Podgorica
www.ucg.ac.me

Za izdavača
Prof. dr Vladimir Božović, rektor

Glavni i odgovorni urednik
Prof. dr Stevo Popović

Urednik izdanja
Prof. dr Anđelka Šćepanović

Recenzije
Prof. dr Trajče Talevski
Prof. dr Jelena Rakočević
Prof. dr Dragana Milošević

Lektura
Jelena Marković

Slog
Dalibor Vukotić

Tehnički urednik
Ivan Živković

Objavljivanje ove univerzitetske publikacije odobrio je Senat Univerziteta Crne Gore odlukom br. 03-32/1 od 21. januara 2021. godine.

© Univerzitet Crne Gore, 2022.

Sva prava zadržana. Zabranjeno je svako neovlašćeno umnožavanje, fotokopiranje ili reprodukovanje publikacije, odnosno njenog dijela, bilo kojim sredstvom ili na bilo koji način.

CIP - Каталогизација у публикацији
Национална библиотека Црне Горе, Цетиње

ISBN 978-86-7664-231-1
COBISS.CG-ID 24417028



Drago Marić

OSNOVI SLATKOVODNOG RIBARSTVA

Podgorica, 2022.

SADRŽAJ

PREDGOVOR.....	7
UVOD.....	9
VODA – MATERIJ, MEDIJUM, ŽIVOTNA SREDINA	11
VODA KAO MATERIJ.....	12
MOLEKULARNA STRUKTURA I OSOBINE VODE.....	13
VODA – ŽIVOTNI PROSTOR I MEDIJUM	16
REDOKS POTENCIJAL	16
ELEKTROPROVODLJIVOST	16
TEMPERATURA.....	17
SVJETLOST I OPTIČKE POJAVE	18
ZAMUĆENOST VODE (TURBIDITET)	20
HEMIJSKE KARAKTERISTIKE	21
OPŠTE KARAKTERISTIKE KOPNENIH VODA.....	29
PODJELA KOPNENIH VODA.....	30
ABIOTSKE KARAKTERISTIKE KOPNENIH VODA – KOMPARATIVNA ANALIZA.....	31
ŽIVI SVIJET KOPNENIH VODA – RASPORED I SASTAV ŽIVOTNIH ZAJEDNICA.....	36
MORFOLOGIJA, ANATOMIJA I FIZIOLOGIJA.....	61
SPOLJAŠNJA GRAĐA – MORFOLOGIJA.....	62
ANATOMIJA I FIZIOLOGIJA RIBA.....	67
KOŽA	67
SKELETNI SISTEM.....	69
MIŠIĆNI SISTEM.....	74
NERVNI SISTEM	75
ČULNI ORGANI	78
STATOAKUSTIČNI SISTEM – STATIČKI I SLUŠNI ORGANI.....	81
ORGANI SA UNUTRAŠNJIIM LUČENJEM – ENDOKRINI SISTEM –.....	83
EKSKRETORNI SITEM	85
REPRODUKTIVNI SISTEM	86
CIRKULACIONI (CIRKULATORNI) SISTEM	89
RESPIRATORNI SISTEM – ORGANI ZA DISANJE.....	92
DIGESTIVNI SISTEM ILI SISTEM ORGANA ZA VARENJE	94
IDIOEKOLOGIJA I EKOLOGIJA RIBA	97

RAZMNOŽAVANJE.....	97
STAROST I RAST RIBA.....	103
ISHRANA RIBA	107
PONAŠANJE RIBA, MIGRACIJE (SELIDBA).....	108
NAJZNAČAJNIJE RIBE ZA RIBARSTVO U OTVORENIM VODAMA I AKVAKULTURI	111
RIBARSTVO U OTVORENIM VODAMA	131
ZAŠTITA RIBA	141
AKVAKULTURA.....	145
VRSTE I TIPOVI RIBNJAKA.....	147
SALMONIDNI ILI PASTRMSKI RIBNJACI.....	149
IZBOR LOKACIJE ZA IZGRADNJU SALMONIDNOG RIBNJAKA	151
KVALITET I POTREBNA KOLIČINA VODE.....	151
TOPLOVODNI RIBNJACI.....	173
DEFINICIJA I TIPOVI.....	173
VRSTE U ŠARANSKIM RIBNJACIMA	174
IZBOR LOKACIJE ZA IZGRADNJU ŠARANSKOG RIBNJAKA	178
KVALITET I POTREBNE KOLIČINA VODE.....	179
IZGRADNJA RIBNJAKA – TEHNIČKI ELEMENTI.....	180
GAJENJE ŠARANA	183
GAJENJE DRUGIH ORGANIZAMA U ŠARANSKIM RIBNJACIMA.....	195
KAVEZNI SISTEMI.....	196
IZGRADNJA RIBNJAKA – TEHNIČKI ELEMENTI.....	197
GAJENJE RIBA U KAVEZNOM SISTEMU	199
GAJENJE U RECIRKULACIONIM/RECIKLAŽNIM SISTEMIMA....	206
OSNOVNE KARAKTERISTIKE RECIRKULACIONOG SISTEMA ...	207
OSNOVNI POSTUPCI GAJENJA U RECIRKULACIONOM SISTEMU ...	210
GAJENJE JEGULJE	212
BOLESTI RIBA, PREVENTIVA I ZDRAVSTVENA ZAŠTITA.....	219
PROMJENE NA SPOLJAŠNJEM IZGLEDU	221
PROMJENE NA UNUTRAŠNJIIM ORGANIMA.....	223
OBOLJENJA I BOLESTI	225
REZIME.....	233
LITERATURA.....	237
RJEČNIK POJMOVA.....	245
INDEKSI.....	251

PREDGOVOR

U posljednjih nekoliko desetina godina, voda, ili vodena sredina, postaje sve više najznačajniji resurs, ne samo za opstanak već i za privredni razvoj. Ovaj ogromni resurs, koji zauzima 2/3 Zemljine površine, za razvoj ribarstva, uz održivo korištenje, predstavlja neiscrpni potencijal.

Napisati jednu sažetu knjigu ili udžbenik o slatkovodnom ribarstvu, uključujući osnove o vodenoj sredini, njenim fizičko-hemijskim karakteristikama i raznovrsnom živom svijetu, mogućnostima korištenja te sredine i nekih komponenti živog svijeta, kao i osnove o biologiji i ekologiji riba, predstavlja veliki izazov. Udžbenik „Osnovi slatkovodnog ribarstva“ namijenjen je studentima Stočarskog smjera, Biotehničkog fakulteta Univerziteta u Crnoj Gori, u cilju sticanja znanja iz hidrobiologije, anatomije i ekologije riba, kao i znanja o korišćenju prirodnih potencijala, akvakulturi i bolestima riba. Sve ovo je predviđeno Planom i programom predmeta, ciljevima i ishodima učenja.

Cilj ovog udžbenika je i da edukuje pojedince koji će raditi ili rade na nekom od tipova ribnjaka, što će doprinijeti da ih bolje organizuju, kontrolišu, da sagledaju kako pozitivne tako i loše elemente u gajenju, uključujući i procjenu zdravstvenog stanja gajenih riba. Pridržavajući se obima i opterećenja predmeta Ribarstvo, kako je predviđeno, čitaocu se daju osnovne informacije o uzgoju riba, kako bi mogao razumjeti bazične principe. Zbog toga kroz ovo gradivo nije moguće potpuno osposobiti čitaoca da samostalno radi na ribnjaku i upravlja njime. Treba istaći da za ovaj kompleksan problem (privrednu granu) postoje posebni studiji (u zemljama u okruženju) koji školuju kompletne stručnjake – tehnologe.

Udžbenik je napisan na osnovu velikog broja naučnih radova, drugih udžbenika i knjiga, kao i vlastitih istraživanja i iskustva tokom dugogodišnjeg rada na ovom području. Na kraju udžbenika dat je popis radova koji su korišteni i citirani, a koji treba da posluže čitaocima za detaljnije edukovanje iz oblasti koje ih budu zanimale. U koncepciji se vodilo računa o tome da čitalac dobije niz zanimljivih informacija, prije svega o crnogorskim vodama, ribama i ribarstvu, da se to što

više ilustruje originalnim fotografijama, uz prioritet dat navođenju podataka iz Crne Gore i citiranju domaćih autora. Neautorizovane fotografije su iz arhive autora ili pruzete sa internet sajtova (satelitski snimci).

Nadam se da će ovaj udžbenik studentima znatno olakšati savladavanje gradiva, a drugim čitaocima dati niz informacija u sažetom obliku i više putokaza u širenju tog znanja. Očekujem, takođe, da će i oni, povratnim informacijama, bilo kritičkim ili pohvalnim, doprinijeti da se ovo gradivo podigne na viši nivo u nekom budućem izdanju.

Veliku zahvalnost dugujem recenzentima na korisnim sugestijama.

Zahvaljujem se svima koji su na bilo koji način pomogli, posebno sinu Stevanu, za sveukupnu pomoć tokom cjelokupnog terenskog rada i za tehničku podršku pri pisanju udžbenika.

*Studentima,
Drago Marić,
Podgorica, januar 2020.*

UVOD

Ribarstvo je grana privrede koja se bavi ribolovom, gajenjem i preradom ribe, kako morske tako i slatkovodne, tj. bavi se organizmima koji žive u vodi. U prošlosti su intenzivno lovljeni i sisari (kitovi i delfini) i sve su se takve aktivnosti, uz lov ribe, karakterisale kao ribarstvo. U posljednje vrijeme u okviru evidencije ribarstva vode se i razne grupe beskičmenjaka (rakovi, školjke, lignje, sipe i sl.). Gajenje vodenih organizama (akvakultura) i ulov prirodnih populacija često se posmatraju odvojeno. Ukupno se u svijetu, posljednjih godina, u akvakulturi proizvede 60–65 miliona, a ulovi preko 100 miliona tona u moru. Ulov u slatkim vodama minoran je u odnosu na mora odnosno okeane, a posljednjih decenija u kontinentalnim (unutrašnjim) vodama obično iznosi 8–10% ukupnog ulova. Ovo su osnovni pokazatelji o značaju vodene sredine u privredi, mada se smatra da su potencijali znatno veći, prvenstveno za akvakulturu. Ribarstvom se u pravilu bavi stanovništvo koje živi u blizini obala, kako morskih tako i slatkovodnih sistema. Zemlje, države koje imaju veće površine u morskim ili slatkovodnim sistemima, u pravilu su ribarstveno razvijenije. Dobar primjer je Japan.

Ribarstvo kao privredna grana u Crnoj Gori počelo se razvijati krajem devetnaestog vijeka, nakon oslobodilačkih ratova. Slatkovodno ribarstvo se u to vrijeme organizovano odvijalo uglavnom na Skadarskom jezeru, a sporadične aktivnosti na njegovim pritokama i nekim manjim vodama, i to pretežno kao individualni lov. Rijeka i jezerska riba prodavala se u obližnjim gradskim centrima. Na Skadarskom jezeru ribarstvom se bavilo lokalno stanovništvo i bilo organizovano po teritorijalnom principu (nahije, plemenski), pa su samo sela u blizini ribolovnog područja imala pravo na lov. Uglavnom se lovila ukljeva i krap. Taj sistem organizovanja uticao je da se i pojedina područja tada razdvajaju i nazivaju (poznata i danas) kao: ceklinski ribolovi, crmničko-krajinski ribolovi i ribolovi u Malom blatu. Ovakva organizacija lova na crnogorskom dijelu jezera zadržala se do sredine 20. vijeka. Nakon toga se ribolov na Skadarskom jezeru (najvažniji slatkovodni resurs) organizuje na nov način, posebno nakon formiranja fabrike za preradu ribe u Rijeci Crnojevića (kapa-

citet 950 tona). Ribolovom se tada bave društvene organizacije („Ribarstvo“ Rijeka Crnojevića) i pojedinci, uglavnom žitelji naselja pored jezera. Negdje u isto vrijeme počinju se graditi i salmonidni ribnjaci (oko 1950. g.) za gajenje kalifornijske pastrmke za konzum i nekih divljih salmonida za poribljavanje otvorenih voda.



Lov ribe na Skadarskom jezeru (foto. O. Vizi)

Prva poribljavanja u Crnoj Gori izvršena su početkom 20. vijeka, kada su ribe iz Bukovice prenesene u durmitorska jezera, koja su sredinom vijeka poribljena ribom sa ribnjaka na Vidrovanu. Ova poribljavanja vršena su sa ciljem da se unaprijedi ribarstvena privreda. Mnoge vode su poribljene zbog sportskog ribolova, a veliki objekti isključivo zbog privrednog. U tim zahvatima u vode Crne Gore su dospjele vrste i sa drugih kontinenata (Azija, Sjeverna Amerika). Nažalost, u malim planinskim jezerima poribljavanja se nijesu pokazala kao dobro rješenje i sada se smatraju glavnim razlogom uništenja autohtone faune u njima.

VODA – MATERIJ, MEDIJUM, ŽIVOTNA SREDINA

Na Zemlji se voda nalazi u atmosferi, litosferi, okeanima, morima, jezerima, rijekama, močvarama, zatim kao vječni snijeg i led. Od ukupne površine Zemlje (510.072 miliona km²), oko dvije trećine (ili 71%) prekriveno je vodom, uglavnom je u tečnom stanju. Slatke vode u polarnom ledu i glečerima ima oko 17 miliona km². Veći dio (oko 99%) zaleđene vode nalazi se u polarnoj regiji, na Antarktiku i Grenlandu.

Površina Zemlje i atmosfera sadrže oko $1,5 \times 10^9$ km³ vode, a najveća količina nalazi se u okeanima – preko 97% (Tab. 1).

Tab. 1. **Voda u biosferi** (prema Wetzel, 1975)

	Zapremina (10 ¹² m ³)	% (od ukupno)
Okeani	1.370.000	97,61
Polarni led, glečeri	26.000	1,9
Podzemne vode	7.150	0,5
Slatkovodna jezera	125	0,009
Slana jezera	105	0,008
Vlaga u zemlji	67	0,005
Rijeke	1,2	0,00009
Atmos. vodena para	13	0,001

Kruženje vode (hidrološki ciklus) je važna pojava koja omogućava održavanje života na Zemlji i predstavlja proces neprekidnog obnavljanja vode na planeti, odnosno voda je u hidrosferi u neprekidnom kretanju i kruženju. Ona kruži prelazeći iz tečnog stanja u gasovito, prolazeći kroz pet procesa: evaporacija, kondenzacija, precipitacija (može biti i u čvrstom stanju), infiltracija, oticanje. Sunčevo zračenje i gravitacija su osnovna energija koja omogućava ovo kruženje. Tokom ovog procesa voda dijelom ulazi i u sastav živih bića, iz kojih se u okolinu vraća različitim putevima, kao što su izlučivanje, evaporacija i transpiracija.

Već je istaknuto da se najveći rezervoar vode na Zemlji nalazi u okeanima. Sa njihove površine pod uticajem Sunčeve energije voda isparava i u obliku vodene pare dopijeva u atmosferu, gdje se hlađenjem kondenzuje, obrazujući oblake. Količina vode koja se nalazi u atmosferi mala je (Tabela 1), ali je i vrijeme njenog zadržavanja najkraće – svega devet dana. Ona se relativno brzo vraća nazad na površinu (kopna ili okeana) u različitim oblicima (kiša, snijeg, grad, slana, rosa i sl.). Vrijeme zadržavanja vode na površini je različito, a najduže se zadržava ona koja prodire duboko u sediment. U obliku vlažnosti tla prosječno se zadržava oko 280 dana.

VODA KAO MATERIJA

Voda je suština života na Zemlji, koja po sadržaju (%) u potpunosti dominira hemijskim sastavom svih organizama. Ona je osnovni spoljašnji i unutrašnji medijum za organizme. Odvijanje biohemijskog metabolizma živog svijeta počiva na njenim jedinstvenim fizičkim i hemijskim osobinama, kao i u regulisanju metabolizma vodenih ekosistema (Marić i Rakočević, 2009).

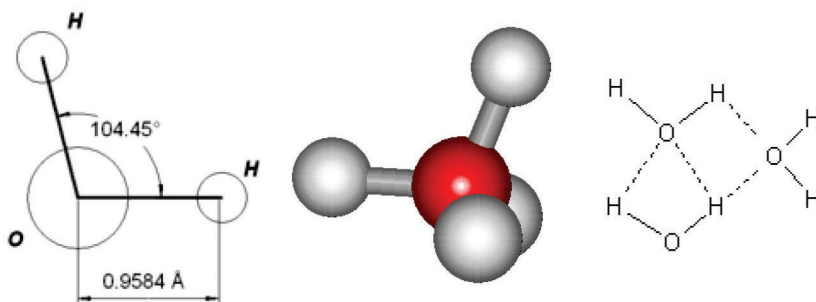
Osobine vode (Tab. 2), posebno jedinstvene osobine gustine, visoka specifična toplota i tečno-čvrste karakteristike, kontrolišu hemijsku i biološku dinamiku vodenih ekosistema do određenog stepena. One su, zajedno sa visokim stepenom viskoznosti, omogućile razvoj velikog broja adaptacija živog svijeta, koje su poslužile za poboljšanje održive produktivnosti. Jedinstvene osobine vode zasnivaju se na molekulskoj strukturi i vezivanju vodenih molekula (H_2O) u čvrste, tečne i gasovite asocijate.

Tab. 2. Neke osobine vode

Osobine vode	
Gustina, tečna faza	1 g/cm ³ ,
Gustina, čvrsta faza	0,917 g/cm ³ ,
Tačka topljenja	0°C
Tačka ključanja	100°C
Toplotni kapacitet (tečna)	4186 J/(kg·K)
Toplotni kapacitet (gas)	$C_P= 1850 J/(kg·K)$ $C_V= 3724 J/(kg·K)$
Toplotni kapacitet (0°C)	2060 J/(kg·K)
Konstanta disocijacije (pKa)	13,995
Viskoznost	1 mPa·s na 20°C

MOLEKULARNA STRUKTURA I OSOBINE VODE

U stanju ravnoteže, nukleusi vodenog molekula prave jednakokraki trougao (Sl. 1), sa blago zatupljenim uglom vezivanja od $104,5^\circ$ u nukleusu kiseonika (Eisenberg i Kauzmann, 1969). Zbog karakteristične raspodjele naelektrisanja oko atoma kiseonika (elektronski oblak uglavnom je skoncentrisan oko atoma kiseonika) vodonične veze obrazuju tetraedar, u čijem centru je atom kiseonika (Sl. 1). U ledu je ovakav raspored očuvan kroz cijelu kristalnu rešetku, te u čvrstom stanju svaki molekul vode ima četiri vodonične veze. Kada se voda zagrijava, to uslovljava povećano pokretanje molekula, koje krivi ili lomi mreže vezane vodikom. To znači da se u tečnoj fazi, zbog toplotnog kretanja, vodonične veze stalno obrazuju i raskidaju, te svaki molekul u prosjeku obrazuje tri-četiri vodonične veze. Kako se led topi, dolazi do povećanog dislociranja i prekida veza, što popunjava otvorene prostore strukture ledene rešetke. To dovodi do povećanja broja molekula po jedinici zapremine, tj. do porasta gustine tečnosti u odnosu na kristal, te ovaj efekat dominira i dostiže maksimum na 4°C .



Sl. 1: Molekul vode i tetraedarska struktura (Marić i Rakočević, 2009)

Kako se voda zagrijava preko 4°C , intermolekularne vibracije povećavaju amplitudu i povećavaju se intermolekulska rastojanja. Rezultat je širenje tečnosti i smanjenje gustine. Karakteristično je za vodu da se minimalna zapremina, a time i najveća gustina, javlja na $3,94^\circ\text{C}$. Ova anomalija, promjena gustine vode (porast gustine pri topljenju leda), objašnjava se smanjenjem broja vodoničnih veza u tečnosti u odnosu na kristal (led) i djelimičnim popunjavanjem šupljina koje su postojale u kristalnoj rešetki. Ta osobina vode uslovljava da ona, kada je hladnija ili toplija od 4°C , biva potisnuta na površinu, zbog manje gustine. Posljedica toga je da je pri jakoj zimi voda na površini, bez obzira na zamrzavanje, hladnija nego na dnu, što veoma usporava zamrzavanje po cijeloj zapremini. Zbog toga led pliva po površini vode, a voda u prirodi mrzne od površine ka dnu. Time se i pri najvećim hladnoćama sprečava kompletno zamrzavanje velikih vodenih masa (rijeka, jezera, mora, ribnja-

ka), što omogućava opstanak vodenim biljkama i životinjama, što znači da cio život u vodi počiva na ovoj osobini. Voda (tečna i led) je dobar toplotni izolator, a prvi rashlađeni slojevi na površini vodenih masa usporavaju zamrzavanje donjih slojeva, jer se, zbog manje gustine, ne miješaju sa njima.

Odnosi gustine Gustina ili specifična težina čistog leda na 0°C iznosi 0,917 g/cm³ tj. led je za oko 8,5 % lakši od tečne vode na 0°C (0,99987). Kada se gustina vode poveća do maksimuma od 1,0000 na 3,94°C, širenje molekula i smanjenje gustine javljaju se po progresivno rastućoj stopi (Tab. 3). Razlike u gustini su male, ali veoma značajne. Smanjenje razlike u gustini za stepen znatno se povećava kako temperatura vode varira iznad ili ispod 4°C. Potreban je određeni fizički rad kako bi se pomiješale tečnosti različite gustine, a znatno je različit pri različitim temperaturama. Količina energije koja je potrebna da se pomiješaju slojevite vodene mase između 29°C i 30°C je 40 puta veća, a između 24°C i 25°C – 30 puta veća od one koja je potrebna za iste mase vode između 4°C i 5°C. Gustina takođe raste s povećanjem koncentracije rastvorenih soli i odnos je približno linearan. Salinitet većine kopnenih voda je u rasponu od 0,01 i 1,0 g/l, najčešće između 0,1 i 0,5 g/l. Neorganski salinitet visokoslanih jezera često može preći 300 g/l (Wetzel, 1975). Međutim, u većini jezera salinitet je nizak i varira manje od 0,1 g/l na pojedinim mjestima i sezonski. Shodno tome, variranja gustine izazvana salinitetom mala su, ali se ne mogu ignorisati, jer se pod određenim uslovima stratifikacije jezera neorganske soli mogu privremeno ili trajno akumulirati. Temperatura maksimalne gustine morske vode (35 g/l) iznosi –3,52°C, što je ispod tačke smrzavanja (–1,91°C). Međutim, u većini stajaćih voda (jezera i ribnjaka), promjena tačke maksimalne gustine vrlo je mala.

Tab. 3. Gustina vode u zavisnosti od temperature (prema Hutchinson, 1967) Temperatura°C Gustina

Temperatura°C	Gustina
0 (led)	0,9168
0	0,999.8679
1	0,999.9267
2	0,999.9679
3	0,999.9922
4	1,000.0000
5	0,999.9919
10	0,999.7277
15	0,999.1265
20	0,998.2323
25	0,997.0739
30	0,995.6756
35	0,994.0594

Viskoznost Gustina vode je 775 puta veća od gustine vazduha na standardnoj temperaturi i pritisku (0°C , 760 mm Hg). Voda ima unutrašnje trenje – viskoznost, koje predstavlja otpor njenih molekula prema kretanju nekog tijela u njoj. Viskoznost najviše zavisi od temperature, sa kojom stoji u negativnoj korelaciji, tj. smanjuje se s povećanjem temperature. Kada je temperatura smanjena sa 25°C na 0°C , viskoznost se udvostruči. Ona pruža oko 100 puta veći otpor na trenje organizmu ili čestici koja se kreće nego vazduh. Zavisi od izložene površine (oblik, veličina), brzine kretanja, temperature, hemijskog sastava i sl.

Specifična toplota Specifična toplota je količina toplote u kalorijama koja je potrebna da se poveća temperatura jednog grama neke materije za 1°C . Specifična toplota vode u tečnom stanju vrlo je visoka (1 cal/g). Specifična toplota samo nekih materija veća je, na primjer: tečni amonijak (1,23), tečni vodonik (3,4) i litijum na visokim temperaturama. Mnoge druge, kao što su, primjera radi, stijene (oko 0,2) imaju mnogo niže specifične toplote.

Specifična toplota leda (0,5 cal/g) upola je manja od specifične toplote vode. Led se relativno brzo stvara hlađenjem vode u tečnom stanju na 0°C i voda gubi samo male količine toplote (80 cal/g) u poređenju s količinom energije (540 cal/g) koja je potrebna da se prekinu veze kod isparavanja. Sve ovo za posljedicu ima da se voda sporo hladi a brzo zagrijava, dok je kod stijenjena obrnuto.

Visoka specifična toplota vode je razlog što veliki vodeni sistemi imaju značajan uticaj na klimu područja u kome se nalaze. Taj uticaj zavisi od zapremine vodnog tijela, pa male vodene površine, poput naših planinskih jezera, pa čak i većih akumulacija, ne mogu da utiču na klimu u predjelu u kome se nalaze.

Nasuprot njima, Jadransko more znatno ublažava klimu primorskih gradova, a pravac kretanja vazduha preko Velikih jezera utiče na blažu klimu u Mičigenu nego na suprotnoj strani. Oblasti pored velikih vodenih tijela imaju vlažne, svježije ljetnje periode. Jesenje magle česte su nad jezerima i rijekama, i pored njih, jer se vodena para iz tople vode kondenzuje i stagnira u hladnom vazduhu koji se nalazi iznad. Ovaj fenomen se žargonski opisuje kao dim na vodi.

Površinski napon Interfejs vazduh–voda čini posebno stanište za organizme prilagođene življenju u površinskom filmu (ispod ili na površini vode), jer zahvaljujući površinskom naponu, površina: vode djeluje kao elastična membrana. Površinski napon je dovoljan da posluži kao potporna površina za mnoge organizme značajne veličine, na primjer za vodene stjenice, u narodu poznate kao gazivode (Sl. 2) i neke druge insekte (npr. larve komaraca).

Površinski napon je onaj koji se stvara na površini vode jer su molekuli vode u površinskom sloju izloženi dejstvu adhezivnih sila samo sa donje strane, dok su one među molekulima vode u unutrašnjim slojevima uravnotežene. Površinski napon se smanjuje sa povećanjem temperature, a blago povećava sa porastom količine rastvorenih soli. Površinski napon čistih voda veći je nego kod bilo koje druge tečnosti,

osim žive (Hg). On je kod vode oko tri puta veći nego kod etanola.

Površinski napon se znatno smanjuje dodavanjem organskih materija. U vodenim sredinama, gdje je rast flotan-tnih algi ili viših vodenih biljaka intenzivan i bujan, površinski napon znatno opada.

Pored navedenih karakteristika, voda kao materija, ili voda kao čisti medijum (destilovana voda i potpuno čiste prirodne vode), nema boju i miris. Na boju i miris vodenih sistema utiču materije koje su rastvorene u njoj, a na boju i prozirnost i sunčeva svjetlost (vidjeti kasnije). U prirodi nema potpuno čistih voda, pa su njene karakteristike određene rastvorenim i suspendovanim materijama (gasovi, čvrste i tečne materije).



Slika 2. Vodena stjenica (*Gerris* sp.)

VODA – ŽIVOTNI PROSTOR I MEDIJUM

(fizičko-hemijske osobine vode)

REDOKS POTENCIJAL

Oksido-redukциони procesi (otpuštanje–primanje elektrona) neprekidno se dešavaju u vodenoj sredini. Mjera ili količina/odnos otpuštenih–primljenih elektrona u vodenoj sredini naziva se *redoks potencijal*. On ukazuje na čistoću vode i na mogućnost da razbije zagađivače. Razlika u električnom potencijalu prilikom prelaska elektrona sa jednog na drugo jedinjenje može da se mjeri i izražava u mV (milivolti). U prirodnim kopnenim (slatkim) čistim vodama redoks potencijal se obično kreće od 200 do 600 mV. U ovim granicama je i voda iz vodovoda.

Oksido-redukzione reakcije, dakle, bitno utiču na hemijske, a time i biološke osobine vode. Aerobni organizmi su aktivni samo pri pozitivnom redoks potencijalu, a anaerobni pri negativnom (Marić i Rakočević, 2009). Redoks potencijal utiče na rastvorljivost nutrijenata, naročito jona metala, što je od najvećeg značaja kada je u pitanju fosfor kao esencijalni nutrijent. Gotovo sva oksidirajuća sposobnost vode potiče od rastvorenog kiseonika.

ELEKTROPROVODLJIVOST

Kako sve prirodne vode imaju više ili manje rastvorenih materija, prvenstveno jona rastvorenih metala, one mogu da provode električnu struju. Elektroprovodljivost (ili konduktivitet) je sposobnost vode u vodenom tijelu da provodi struju. Što

je veća koncentracija jona u vodi, to ona može bolje provoditi struju. Jedinica mjere elektroprovodljivosti je $\mu\text{S}/\text{cm}$ (mikrosimenspo centimetru). Apsolutno čista voda ima provodljivost $0,055 \mu\text{S}/\text{cm}$, dok je opseg provodljivosti u prirodnim vodama $50150 \mu\text{S}/\text{cm}$. Vode koje su opterećene organskim ili pak neorganskim (područja ruda) materijama imaju znatno veće vrijednosti. Izvori u Gusinju imaju oko $150 \mu\text{S}/\text{cm}$, rijeka Tara $200\text{--}250 \mu\text{S}/\text{cm}$. Rijeka Čehotina obično ima preko $300 \mu\text{S}/\text{cm}$, a ispod jalovišta (Gradac) ima preko $400 \mu\text{S}/\text{cm}$. Sve naše vode imaju relativno visoku elektroprovodljivost jer su u pravilu kraške, odnosno vode koje teku preko krečnjačkih terena. Naše kopnene vode se u pogledu dominantnih anjona mogu označiti kao karbonatne (tačnije rečeno bikarbonatne), jer u njima preovlađuju bikarbonatni joni, a jona sulfata i hlorida ima daleko manje. U morima je situacija obrnuta – dominiraju joni hlorida.

TEMPERATURA

Temperatura određuje (predstavlja) intenzitet (ne količinu) toplote koja se nalazi u nekoj vodi (u vodenom tijelu). Ona je jedan od najvažnijih faktora u vodenoj sredini; nijedan drugi faktor sam za sebe nema tako veliki uticaj (direktne ili indirektne posljedice) na živi svijet. Uticaj temperature na život akvatičnih organizama raznolik je i kompleksan. Akvatikčni organizmi su uglavnom (izuzev ptica i sisara) poikilotermni, pa njihova unutrašnja temperatura prati u određenim granicama temperaturu sredine, odnosno direktno zavisi od nje. Živa bića mogu da žive u temperaturnom rasponu od 100°C , a najniže zabilježena je na $-7,75^{\circ}\text{C}$. To im omogućava velika koncentracija rastvorenih materija u tjelesnim tečnostima, čime se snižava tačka mržnjenja (neki crvi). S druge strane, u toplim izvorima neke modrozelenne alge izdrže i 85°C , pa čak i 93°C . Međutim, život se uobičajeno odvija u granicama između 0°C i 35°C . Ekstremno niske temperature djeluju mehanički na vodu u organizmu (mržnjenje), a previsoke djeluju hemijski na protoplazmu (denaturacija proteina). Hemijsko dejstvo je opasnije i često letalno, dok se mnogi oblici, čak i umjerenih krajeva, poslije zamrzavanja mogu vratiti u život. Jedna od poznatijih je šumska žaba (*Lithobates sylvatica*) iz Sjeverne Amerike.

Kod poikilotermnih organizama snižavanjem temperature usporava se metabolizam, i obratno. Pri višim temperaturama (do određene granice) metabolički procesi se odvijaju brže (kod kal. pastrmke do 18°C), životni ciklus je kraći, pa se zato u određenom vremenskom periodu javlja veći broj generacija. Zbog toga je veća organska produkcija toplijih voda u suptropskom (Skadarsko jezero) i tropskom regionu od onih umjerene ili arktičke zone.

Glavni izvor toplotne energije, kako za more i okeane tako i za kopnene vode, jeste Sunce. Međutim, jedan se dio Sunčeve energije apsorbuje već u vazduhu, drugi dio se reflektuje od vodene površine, a izvjesna količina se utroši pri isparavanju

sa vodene površine, tako da samo manji dio energije zagrijava vodeno tijelo. Od te količine se oko 53% apsorbuje već do dubine od jednog metra (ne prodire direktno u dublje slojeve vode), pa se donji slojevi zagrijavaju posebnim mehanizmima – cirkulacijom vode. Zato voda na velikim dubinama mora i jezera nema temperaturu višu od 4-5°C, izuzev tropskih jezera. To dolazi otuda što se voda odlikuje vrlo slabom provodljivošću toplote. Najznačajniji faktor u miješanju različito zagrijanih slojeva vode je vjetar, koji duvanjem tjera površinsku toplu vodu ka suprotnoj obali, gdje ona pod pritiskom tone naniže, prouzrokujući strujanja u suprotnom pravcu. U posebnim uslovima, u stajaćim vodama (jezerima i morima) javljaju se vertikalne konvekcione struje.

SVJETLOST I OPTIČKE POJAVE

Osnovni izvor svjetla u vodi je sunčana radijacija, mada neznatne količine mogu poticati od živih bića. To su organizmi koji žive u dubokim slojevima (mora i okeani) i imaju sposobnost bioluminiscencije (zaštita i privlačenje partnera). Dejstvo svjetlosti na organizme može biti direktno ili indirektno – preko fotosinteze. Za životinje ima signalno značenje, utiče na razmnožavanje (ribe), a djeluje i na biohemijske procese (stvaranje vitamina).

Mnogi akvatični organizmi (bez pigmentata) osjetljivi su na visok intenzitet svjetlosti. Oni naseljavaju i dublje slojeve vodenog basena ili se zaklanjaju u sjenci makrofita. Organizmi koji su pigmentisani, oni koji imaju hitinski omotač, ljuštore, kućice i sl. naseljavaju intenzivno osvjetljen obalski region. Površinske slojeve vode naseljava fitoplankton, ali ni on ih ne zauzima, već se nalazi nešto dublje, gdje su najpovoljniji uslovi za fotosintezu. Mnogi planktoni dan provode u dubljim slojevima vode, a noću se penju ka površini (vertikalne migracije). Planktonski račići, Copepoda i Cladocera, spuštaju se i do 27 m u dubinu.

Providnost vode

Granica, tj. dubina prodiranja svjetlosti, zavisi od mnogih faktora:

1. Intenzitet osvjetljenja na površini vode (vedro ili oblačno, magla, dim, doba dana ili godine);
2. Ugao pod kojim pada sunčeva svjetlost na površinu vode (pri uglu od 60° apsorbuje se samo 6% svjetlosti, pri 70° – 13,4%, a pri uglu od 80° – 34,8%. Samo u tropskim krajevima sunčeva svjetlost pada uvijek vertikalno);
3. Rastvorene materije u vodi smanjuju apsorpciju svetlosti (hloridi i druge soli, amonijak, proteini i nitrati redukuju ultravioletni dio svjetlosti);
4. Količina suspendovanih čestica (organskih i neorganskih) i živih organizama (plankton) veoma utiče na prodiranje svjetlosti;

5. Prisustvo ledenog pokrivača ne sprečava, već samo umanjuje prodiranje svjetlosti u vodu (prisustvo zelenog fitoplanktona i akvatičnih makrofita pod ledom govori o aktivnom fotosintetičkom procesu ispod ledenog pokrivača);

Svi ovi faktori utiču na providnost (i boju) (Sl. 3. i 4) vode, a karakteristična (uobičajena) boja je posljedica toga što se apsorbiraju pretežno zraci veće talasne dužine (infracrveni i crveni), a dublje prodiru zraci manje talasne dužine. U umjereno providne vode, do 20 m, prodire uglavnom zeleni i neznatno žuti spektar.

U jako замуćenim vodama zeleni dio je vrlo mali i brzo iščezava sa dubinom, dok crveni dio spektra nadmašuje ostali dio ili je ravan njemu (plavi dio spektra je zanemarljiv). U čistoj vodi crveni talasi se prvi apsorbiraju, dok veća замуćenost i suspendovane materije imaju slab afinitet prema crvenim zracima, jer više apsorbiraju kratke talase (plave) nego ostale djelove spektra.



Slika 3. Jezero Otilovići



Slika 4. Rijeka Zeta

Boja vode

Od selektivne propustljivosti vodenih slojeva za pojedine zrake spektra u velikoj mjeri zavisi i boja vode. Boja ide od jasno modre, preko zelene, do žute i mrke, i to u brojnim nijansama. Boja vode se jasno ističe u jezerima (Sl. 3) i dubokim rijekama. Najprovidnija jezera su modre ili modrozeleno boje, dok su slabo providna jezera i tresave najčešće žućkastomrke ili mrke boje. Plitke vode i mali riječni tokovi providni su, pa imaju boju podloge (Sl. 4).

Vizuelna boja vode zavisi i od okoline vodenog basena (pošumljenost, stijene i kamenje u boji), podloge basena, kao i od stepena oblačnosti. Čak i замуćena bara iz daljine može da izgleda plava pri vedro plavom nebu. Boja vode, pored navedenih faktora, najviše zavisi od suspendovanih čestica (Sl. 5) i živih bića u njoj, jer svjetlost koja prodire u vodu odbija se od njih i vraća

na površinu. Ukoliko je jezero bistrije i sa manje suspendovanih čestica i organizama, utoliko je boja vode tamnija (plavlja), modra. Modra jezera su siromašnija u organskoj produkciji, a žućkasta i mrka bogatija. Kod ribnjaka zelena boja upućuje na prisustvo zelenih algi, modroz zelena na modroz zelene alge, braonz zelena na dobru aktivnost gajenih riba i dobru produkciju.



Slika 5. Rijeka Vežišnica

ZAMUĆENOST VODE (TURBIDITET)

Sve prirodne vode sadrže, više ili manje, suspendovane čestice, koje uslovljavaju zamućenost, pa stepen zamućenosti veoma varira. Najbistrija planinska jezera imaju najmanju zamućenost, dok je u ravničarskim rijekama ona najveća. Zamućenost postoji i u okeanima i takođe je varijabilna (najveća uz obale gdje su morske struje).

Porijeklo čestica suspendovanih u vodi i putevi kojim one dospijevaju u vodu veoma su raznovrsni. Najznačajnije suspendovane čestice su planktonski organizmi, fine čestice organskog porijekla i čestice mulja. Prema tome da li se talože, možemo ih podijeliti u dvije grupe:

Suspendovane čestice koje se *talože* u nepokretnoj vodi najčešće tonu vrlo sporo, a rijetke sa znatnom brzinom. U svakoj stajaćoj vodi u toku cijele godine suspendovane čestice neprekidno tonu na dno. Brzina tonjenja zavisi od mnogobrojnih faktora, najviše od temperature i drugih suspendovanih materija koje ne tonu.

Među suspendovanim česticama koje se *ne talože*, tj. ne tonu, nalaze se vrlo fine čvrste čestice ili materijal čija je specifična težina manja od specifične težine vode i one su permanentno suspendovane u vodi. Mogu se izdvojiti dvije grupe: a) živi planktonski organizmi i čestice sa manjom specifičnom težinom od vode i b) veoma fine nežive čestice i organizmi neobično malih dimenzija (nanoplankton).

Najveći efekat zamućenosti na život u vodi je sprečavanje prodiranja svjetlosti u stajaćim vodama (jezera i ribnjaci), a kod tekućica djeluju mehanički, mada značajnije količine remete disanje, razmnožavanje, ishranu i sl. Kod nekih oblika Ephemeroptera na škragama postoje specijalni zaštitni poklopci koji štite respiratorne organe od začepljenja u zamućenim vodama. Koncentracija suspendovanih materija ispod 25 mg/l nema negativnog uticaja na ribarstvo u šaranskim ribnjacima,

ali pri koncentraciji od 25 do 80 mg/l uzgoj se održava sa smanjenim prinosima. Pri većim koncentracijama uzgoj nije ekonomičan (javljaju se gubici, usljed smanjenja populacije gajene ribe). Međutim, mnogim organizmima suspendovane čestice organskog porijekla služe kao hrana.

Zamućenost utiče na toplotni budžet, produktivnost vode i na vertikalni raspored organizma u njima. Bogatstvo ihtiofaune zamućenih jezera javlja se u sloju od 0 do 5 m, a u bistrijim jezerima u nešto dubljem sloju od 5 do 10 m. Jezera sa većom zamućenošću toplija su od bistrih, jer suspendovane čestice u vodi apsorbiraju toplotu brže od same vode. Toplovodni ribnjaci sa mnogo planktonskih organizama (naročito oni bogati modrozelenim algama) djeluju kao zamućene vode i imaju za 4-5°C višu temperaturu od ribnjaka koji su siromašni u planktonu.

Optimalna providnost u ovim ribnjacima kreće se u rasponu 0,2–0,5 metara. Povećana providnost vode u ribnjacima upućuje na slabu produktivnost ribnjaka, kao i na slabu aktivnost ribe koja se uzgaja. Providnost vode mjeri se Seki diskom, koji predstavlja okruglu ploču čije su dimenzije 20 cm (prečnik), a koja je okačena na kanap (Sl. 6). Granica vidljivosti Seki diska predstavlja dubinu providnosti proučavane vode.



Slika 6. Seki (Secchi) disk

HEMIJSKE KARAKTERISTIKE

Hemijske karakteristike vode karakteristične su za svako vodeno tijelo, mada su razlike među njima ponekad minorne. Glavni faktori koji utiču na kvalitativno-kvantitativni sastav voda su: pedološka podloga, atmosferski talozi i evaporacija. Već je istaknuto da u prirodi nema hemijski potpuno čistih voda (destilovana), već se u njoj uvijek nalaze manje ili veće količine rastvorenih i suspendovanih materija. Ni atmosferska voda (kišnica) takođe nije sasvim čista, iako, uslovno rečeno, nastaje prirodnom destilacijom. Kišne kapi, prolazeći kroz atmosferu, rastvaraju, pored atmosferskih gasova, i male količine izvjesnih jedinjenja stvorenih u vazduhu pod uticajem električnih pražnjenja (Marić i Rakočević, 2009). Takođe, prolaskom kroz atmosferu, kišne kapi u vodena tijela donesu i razne biološke čestice, pa čak i živa bića (spore, mikroorganizme itd.).

Kako je voda dobar rastvarač, čim dođe u kontakt sa podlogom na kojoj se nalazi, u nju dospiju razne čestice, a koje se permanentno unose usljed stalnog kontakta. Pored toga, u mnoga vodena tijela se te materije unose putem površinskih

i podzemnih tokova (pritoke). Zato se može reći da su prirodne vode neka vrsta hemijskih rastvora u kojima se odvija život vodenih organizama. Hemijski sastav prirodnih voda jedan je od osnovnih faktora života u njima, koji određuju rastvoreni gasovi i rastvorene soli.

Gasovi

Najčešće se u prirodnim vodama nalaze rastvoreni sljedeći gasovi: kiseonik, ugljen-dioksid, sumpor-vodonik i metan, a vrlo rijetko i u malim količinama još i sumpor-dioksid, azot, amonijak, ugljen-monoksid i dr.

Kada neki gas dođe u kontakt sa vodom, rastvara se u njoj sve dotle dok se ne uspostavi izvjesna ravnoteža između rastvorenog i nerastvorenog gasa. Na rastvorljivost gasa u vodi utiče više faktora.

Kiseonik (O_2) Opšte je poznata činjenica da bez kiseonika nije moguć opstanak živih bića, sa izuzetkom manjeg broja anaerobnih organizama. Samo neke bakterije, koje žive u mulju, i neki paraziti, kojima pojedini vodeni organizmi služe kao prelazni domaćini, žive bez kiseonika. Potreba za kiseonikom je vrlo varijabilna; neki organizmi su adaptirani na visoke koncentracije, ali većina podnosi znatna variranja, što zavisi i od temperature vode, metabolizma, fiziološkog stanja, građe organa za disanje itd. U mnogim vodenim sistemima, pri određenim uslovima, pogotovo ljeti u dubljim slojevima, može doći do potpune, kratkotrajne nestašice ovog gasa. Mnogi od organizama koji naseljavaju takve vode mogu da žive duže ili kraće vrijeme bez kiseonika – fakultativna anaerobioza. U plitkim vodama, za vrijeme zime, kad ih led pokrije, takođe ponekad dolazi do kompletne nestašice kiseonika ispod leda, što izaziva visok stepen smrtnosti među organizmima (npr. ribe u ribnjacima).

Kiseonik u vodenu sredinu dopijeva na dva načina: direktno iz atmosfere (O_2 u atmosferi ima oko 21%) i fotosintetskom aktivnošću vodenih biljaka (plankton i makrofite). Snabdijevanje vode kiseonikom iz atmosfere permanentno je jer je voda u stalnom direktnom kontaktu sa njom. Snabdijevanje kiseonikom direktno difuzijom kroz površinsku opnu vode vrlo je spor proces. Na taj način samo male količine O_2 dopijaju u vodu. Rastvorljivost O_2 u vodi zavisi od više faktora: parcijalnog pritiska (sa povećanjem pritiska povećava se rastvorljivost), temperature, kretanja vode, količine rastvorenih soli, već prisutne količine gasa i dr.

Rastvorljivost O_2 u prvom redu zavisi od temperature i taj proces nije linearan. Na nižim temperaturama, pri normalnom pritisku (1 atmosfera) rastvara se veća količina kiseonika nego pri višim temperaturama (Sl. 7). Tako na temperaturi od $0^\circ C$ voda rastvara 14,16 mg/l O_2 i to je maksimalna postojana količina rastvorenog kiseonika (potpuno je zasićena kiseonikom, ili 100% zasićenje). Količina rastvorenog kiseonika u vodi može se izraziti jedinicama zapremine i mase (obično se izražava u mg/l) ili stepenom zasićenosti (%). U prirodi se često dešava da voda

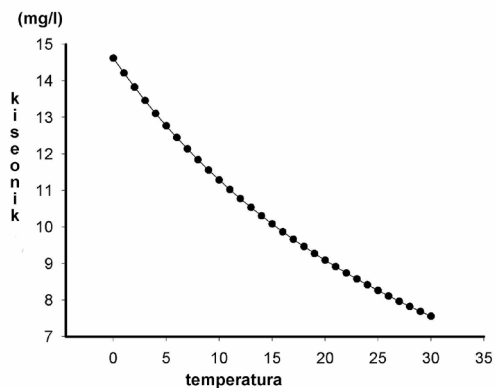
bude prezasićena, to jest da ima veću količinu kiseonika, ali je višak preko normalnog zasićenja vrlo nepostojan i vrlo brzo se eliminiše iz vode. Visoku količinu ili zasićenje preko 100% izazivaju i održavaju vodene biljke. Kako su vode Crne Gore uglavnom čiste, one najčešće imaju oko 120% (pa i više) rastvorenog kiseonika. Fotosintetičkom aktivnošću zelenih biljaka kiseonik se direktno oslobađa u vodu, u kojoj se difuzijom i pokretima vode raspoređuje dalje u širu okolinu. Krajem ljeta, kada je

fotosinteza najintenzivnija, produkcija O_2 je veoma velika i prevazilazi potrošnju, pa je tada voda njime obično prezasićena. U tom slučaju kiseonik ili odlazi u atmosferu ili ga pokreti vode odnose dalje, gdje ga ima manje. Na $10^\circ C$ zasićenost se postiže sa oko 11 mg/l, a na $35^\circ C$ je oko 7 mg/l O_2 . Zbog toga prirodne hladne vode sadrže više kiseonika nego tople.

Rastvaranje kiseonika putem difuzije najefikasnije je kada su prisutni pokreti vode u raznim oblicima (talasi u stajaćim vodama, a u tekućim vodama brzaci, vodopadi i sl.). Na rastvorljivost O_2 znatno utiče i koncentracija rastvorenih soli, kao i već prisutna količina kiseonika (manja rastvorljivost pri većoj količini soli i već prisutnog gasa). Kako rastvorljivost zavisi od više faktora, količina kiseonika se mijenja u prostoru i vremenu (npr. deficit O_2 se javlja u jutarnjim časovima u ribnjacima i jače produktivnim vodama).

Ugljen-dioksid (CO_2) i kiseonik su antagonisti u procesu fotosinteze i disanja. U odnosu na kiseonik, ugljen-dioksid se bolje rastvara za oko 200 puta. On se u vidu slobodnog gasa nalazi u atmosferi u maloj količini (0,032%). Rastvara se u prirodnim vodama (difuzijom), kao i u kišnim kapima, srazmjerno svom parcijalnom pritisku. Ovim putem CO_2 najmanje dopijeva u vodu. Pored toga, ugljen-dioksid u većim količinama u vodu dopijeva iz drugih izvora. Tako podzemne vode, prolazeći kroz zemljište, primaju CO_2 stvoren raspadanjem organskih materija i unose ga u vodene objekte. Uginuli vodeni organizmi prilikom raspadanja daju izvjesnu količinu CO_2 koji se rastvara u vodi. Na kraju i živi vodeni organizmi disanjem otpuštaju znatne količine CO_2 u vodu, ali on može poticati i od nerastvorljivog $CaCO_3$ ili rastvorljivog i manje postojanog $Ca(HCO_3)_2$.

U potrošnji CO_2 u prvom redu učestvuje fotosinteza vodenih biljaka (makrofite i fitoplankton). Znatan dio se troši u hemijskim reakcijama u pretvaranju kalci-



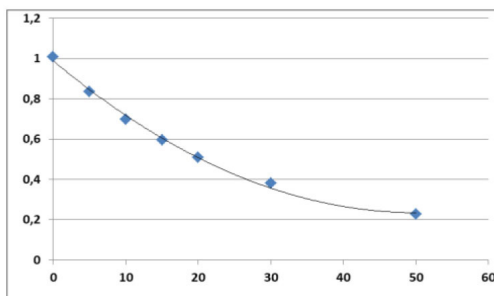
Sl. 7. Rastvorljivost kiseonika u zavisnosti od temperature

jumovog oksida u monokarbonate i monokarbonata u bikarbonate. Evaporacijom se gube izvjesne količine CO_2 iz vode. I vodeni pokreti na površini, pod izvjesnim uslovima, potpomažu prelaženje rastvorenog CO_2 u vazduh u vidu slobodnog CO_2 . Kao rezultat razlaganja organske materije, na dnu vodenih basena akumuliraju se veće količine CO_2 , a u vidu mjehurića se dižu ka površini vode i prelaze u atmosferu.

Kruženje CO_2 od atmosfere kroz zemljište do vodenog basena i njegov status složen je proces i okarakterisan je raznim fazama. Padajući na zemlju, atmosferska voda donosi izvjesnu količinu CO_2 , a u dodiru sa zemljištem i prolazeći kroz njega rastvara nove količine CO_2 sa kojim stvara slabo postojanu ugljenu kiselinu – H_2CO_3 . Ugljena kiselina je hemijski aktivna prema krečnjaku (CaCO_3), koga ima u svim tipovima zemljišta, naročito u kraškim oblastima. Krečnjak je u vodi nerastvorljiv, ali u prisustvu ugljene kiseline postaje rastvorljiv – vezuje za sebe ugljenu kiselinu i prelazi u kalcijum-bikarbonat – $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ koji je rastvoren. Zato je CO_2 koji je vezan u bikarbonatima pristupačan vodenim organizmima. Između slobodnog rastvorenog CO_2 u vodenoj sredini i onog vezanog za bikarbonate postoji određen ravnotežni odnos, što je usko povezano sa hemijskom reakcijom vode – pH. Krečni bikarbonat se može postojano održati u rastvoru samo u prisustvu određene količine rastvorenog slobodnog CO_2 . Smanji li se količina CO_2 ili potpuno iščezne, krečni bikarbonat se djelimično raspada na nerastvorljivi karbonat i slobodan CO_2 i to sve dotle dok se ponovo ne us-

postavi ravnoteža između ta dva oblika: $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \ll \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Prisustvo većih koncentracija slobodnog CO_2 u vodi uslovljava kiselu reakciju, jer se CO_2 i H_2O vezuju u slabo postojanu H_2CO_3 , koja disosuje na HCO_3^- i H^+ , čime se smanjuje pH vrijednost vode. Količina ugljene kiseline i/ili ugljen-dioksida u vodi znatno je manja od količina rastvorenog kiseonika, a količina je u znatnoj

zavisnosti od temperature (Sl. 8, $R^2 = 0,9962$). Velike količine CO_2 obično imaju štetno dejstvo, a povećana količina, na primjer u ribnjacima, kod riba smanjuje potrošnju hrane. Obično u prirodnim nezagađenim vodama koncentracija CO_2 nikad ne dostiže te visoke vrijednosti. Međutim, ako ima više CO_2 u njegovim normalnim granicama, mogućnost organske produkcije je veća. Zelene biljke tokom fotosinteze koriste slobodan CO_2 , remete ravnotežu između slobodnog CO_2 i bikarbonata, zbog čega se posljednji raspadaju na slobodan CO_2 i nerastvorljiv karbonat (kreč), koji se taloži u čvrstom obliku. Krečnjak iz ovih procesa je izuzetno čist. Mnoge akvatične



Slika 8. Količina rastvorenog CO_2 u zavisnosti od temperature

više biljke vrše efikasno taloženje krečnjaka iz bikarbonata (vrste roda *Potamogeton*, *Ceratophyllum*, *Elodea*, *Nymphaea* i dr.). Tokom 10 časova intenzivne fotosinteze 100 kg biljke *Elodea* sp. izvuče iz bikarbonata i istaloži oko 2 kg krečnjaka. Ovim putem u Ciriškom jezeru godišnje se izluči oko 27.000 tona krečnjaka.

Aktivna reakcija vode – pH Poznato je da je i besprekorno čista voda (destilovana) slabo disocirana na H^+ i OH^- jone, čiji je proizvod koncentracije u vodi konstantan i iznosi 10^{-14} . Potpuno čiste vode su neutralne, tj. koncentracija H^+ i OH^- jona je ista i iznosi 10^{-7} (g-jona/l) za svaki jon. Međutim, nađe li se u tom čistom rastvoru kakva so, kiselina ili baza (kod kojih se nalazi disociran H^+ ili OH^- jon), odmah se u tom novom rastvoru poremeti ravnoteža H^+ i OH^- jona. Kako je proizvod koncentracije H^+ i OH^- jona konstantan (10^{-14}), ako se koncentracija jednog jona poveća, mora istovremeno koncentracija onog drugog jona da se smanji. U praksi se određuje koncentracija samo jednog jona i to H^+ jona, kao karakteristika hemijske reakcije jednog rastvora. Obično se stepen koncentracije H^+ jona izražava njegovim negativnim logaritmom i označava kao pH vrijednost: $pH = -\log(H^+)$. Pri neutralnoj reakciji $pH = 7$, pri alkalnoj reakciji pH se povećava do 14, a pri kiseloj se smanjuje do $pH = 1$.

Vrijednosti pH u prirodnim vodama najčešće se kreću od 6,5 do 8, a ekstremno od 3,2 do 10,5 (2 – 12). Većina kopnenih voda slabo je alkalna, a niske pH vrijednosti srijeću se uglavnom u tresetnim močvarama (sfagnumskim). Aktivna reakcija (pH) sredine ima mnogostruko djelovanje u vodenom ekosistemima. Značaj pH ogleđa se na dva načina: ili kao ograničavajući faktor ili kao indeks opštih uslova životne sredine. Vrijednost pH nije postojana veličina, nego se tokom godine znatno mijenja, a može se mijenjati i dnevno.

Što se tiče riba (prirodnih i gajenih vrsta), smatra se da je produkcija bolja u slabo baznim (pH iznad 7) nego u kiselim vodama, jer je i organska produkcija veća. Prirodne vode Crne Gore su slabo bazne i vrijednosti rijetko prelaze 8,5. Ribe mogu da podnesu pH opseg od 5 do 9, ali su rijetke vrste koje podnose pH niži od 6,5 (ribe u močvarama). Preporučuje se da voda za vodosnabdijevanje ribnjaka bude neutralna ili slabo alkalna (bazna), jer ribe u takvim uslovima imaju bolji tempo rasta.

U kiselim vodama dolazi do nagomilavanja sluzi na škragama riba, na koje se hvataju suspendovane čestice i tako ometaju disanje. Takođe, jače kiseline i baze izazivaju nekrotične promjene na škragama (nedostak djelova škrगा), što otežava disanje, usporava rast, a može dovesti i do uginuća. U šaranskim ribnjacima se pH vode može podići dodavanjem kreča, ali se mora voditi računa o koncentraciji amonijaka kako se ne bi povećala njegova toksičnost. Pored direktnog dejstva na ribe, promjene pH djeluju i indirektno jer se mijenja toksičnost (otrovnost) pojedinih otrovnih materija. Niske pH povećavaju toksičnost teških metala, dok povišene pH vrijednosti povećavaju toksičnost amonijaka u vodi.

Ostali gasovi

Pored ugljen-dioksida i kiseonika, u vodi se u pravilu mogu naći i drugi gasovi. Najčešći je *metan* (CH_4), koji je za većinu organizama otrovan gas, a nastaje kao produkt razlaganja nagomilane organske materije (celuloze). Kao rezultat anaerobnog razlaganja organskih materija koje sadrže sumpor, na dnu vodenih basena se može javiti *sumpor-vodonik* (H_2S), kao i vrlo male količine *sumpor-dioksida* (SO_2). Sumpor-vodonik je naročito prisutan u kanalizacionim otpadnim vodama. Takođe se na dnu može javiti i *ugljen-monoksid* (CO), ali u tako malim količinama da su one neznatno značajne sa biološke i ribarstvene tačke gledišta. Pri razlaganju organske materije na dnu oslobađa se i gas *amonijak* (NH_3), ali u manjim količinama. Kada se javi u većoj količini, tada je obično porijeklom iz vještačkih đubriva. Metan (CH_4) i sumpor-vodonik (H_2S) jako su toksični za ribe i u vodama za uzgoj ne bi smjelo uopšte da ih bude.

Azot, koga u atmosferi ima skoro pet puta više nego svih ostalih gasova (oko 79%), slabo je rastvorljiv u vodi (za oko 35% slabije od kiseonika), a njegova koncentracija se ne mijenja značajno. U normalnim količinama, azot rastvoren u vodi ima najmanju važnost, u poređenju sa ostalim gasovima u vodi. Međutim, previsoka koncentracija izaziva kod riba tzv. gasnu bolest, koja se može javiti tokom transporta.

Rastvorene soli

Već je istaknuto da sve prirodne vode sadrže izvjesnu količinu rastvorenih soli. Podloga (stijene) je osnovni izvor soli u svim vodama. U kopnenim vodama odnos količine katjona koji najviše utiču na salinitet je: $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} \geq \text{Na}^+ > \text{K}^+$, a u morskoj vodi njihov odnos je drugačiji: $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$. I po ovim elementima kontinentalne vode su (Tab. 4) mnogo raznovrsnije od morskih ekosistema.

Tab. 4. Procentualna zastupljenost nekih jona u različitim tipovima voda

(prema Hutchinson, 1967)

Vode	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+
Meke vode	36,0	14,3	43,0	6,7
Tvrde vode	79,3	14,4	3,3	3,0
Hipereutrofno jezero	57,3	11,8	26,9	3,4
Prosječno u rijekama	52,6	24,0	19,3	4,1
Mora i oceani	1,18	3,7	30	1,11

Ukupna količina rastvorenih soli u kopnenim vodama veoma varira (od dvadesetak mg/l do par stotina mg/l, u prosjeku oko 120 mg/l), dok je količina rasvorenih soli u morima i okeanima približno uniformna i prosječan salinitet iznosi 35 ‰ (35 g/l). Većina, ako ne i sve rastvorene neorganske soli u prirodnim vodama, uzimaju učešće u biološkim procesima akvatičnih organizama. Neke od njih, kao nitrati i fosfati, imaju presudan značaj za razvoj živog svijeta, odnosno, soli azota i fosfora su najvažnije u biološkim procesima akvatičnih organizama.

Azot (N) je neophodan element za sintezu proteina, a neorganski oblik se javlja u vodi u vidu nitrata (NO_3^-), nitrita (NO_2^-) i amonijačnih soli (NH_4^+). Soli azota se nalaze u raznim količinama u kopnenim vodama (od nekoliko desetina do nekoliko stotina mg/m^3), a zbog velike potrošnje (nitrata) od fotosintetskih organizama, koncentracija jako varira (može da bude nedostatak). U vodenu sredinu nitrati dospijevaju iz različitih izvora. Najveći izvor azotnih soli je pedološka podloga vodenog basena. Azotne materije samo iz plitkih sedimentima (do 10 cm) vraćaju se natrag u vodu. Ovo je važno u šaranskim ribnjacima jer se povremeno isti isušuju i oru (dno), što omogućava da rezerve azota iz sedimenata postanu dostupne primarnim producentima. Takođe, u procesu razlaganja organske materije na dnu basena se vrši regeneracija azotnih soli, pri čemu se soli ponovo vraćaju u vodenu sredinu. Ponekad i izvorske vode sadrže visoke koncentracije nitrata (i do 2 mg/l). Prilikom električnih pražnjenja stvaraju se izvjesne količine azotnih soli koje kiša donosi u vodeni sistem. I na kraju, neke bakterije (*Azotobacter*) i neke končaste modrozelenne alge imaju sposobnost asimilacije molekuskog azota iz atmosfere („fiksatori azota“), pa se i na taj način obogaćuje vodena sredina.

Fosfor (P) se u vodi javlja u dva oblika: neorganski fosfati i rastvoreni organski fosfor. Fosfor stimuliše rast riba, a pomaže i u razviću polnih produkata. Fosfati se u vodi javljaju u izuzetno malim količinama (često ispod $1\mu\text{g/l}$). Glavni izvor fosfata je pedološka podloga, ali dolazi i preko dotoka iz izvora gdje su njegove količine znatne (čak i do 0,100 mg/l), odnosno preko pritoka. Za dobru produkciju u toplovdnim ribnjacima dovoljne su koncentracije fosfora od 0,1 do 0,5 mg/l (ortofosfat $-\text{PO}_4$), a neophodno je stalno praćenje koncentracije kako bi se moglo intervenisati dubrenjem, po potrebi. Veće koncentracije fosfora od 0,5 mg/l ne preporučuju se da ne bi došlo do vodenog cvjetanja (prekomjeran razvoj algi). U gajenju salmonida azot i fosfor ribe unose preko vještačke hrane, tako da količina ovih elemenata u vodi nije bitna.

Odnos N i P je veći u kopnenim vodama (28 : 1) nego u morima (15 : 1), jer se u kopnenim vodama znatan dio fosfata apsorbuje na neorganskim česticama, koje tonu i time talože fosfor. Takođe, i procesi azotofiksacije mnogo su izraženiji u kopnenim vodama nego u moru, što sve zajedno utiče na ove vrijednosti. Odnos N/P poznat je kao Redfieldov odnos (Redfield *et al*, 1963). Pored ovih soli, pogotovo za pojedine organizme (neke alge) značajan je silicijum, kao i veći broj mikroelemenata.

Silicijum (Si) se u prirodnim vodama javlja u vidu rastvorene silicijumove kiseline (H_4SiO_4), tj. njenih soli (silikata) i u vidu partikularnog silicijuma (građa žive materije – većinom ljušturice silikatnih algi i u sedimentima). Silicijuma u prirodnim vodama ima od nekoliko mg/l do nekoliko stotina mg/l, a u kopnenim vodama prosječno 13 mg/l. U našim kontinentalnim vodama količina silicijuma je oko 10 puta manja od prosjeka. U krečnjačkim vodama silicijuma ima najmanje, dok ga najviše ima u podzemnim vodama koje su u kontaktu sa vulkanskim stijenama. Koncentracija rastvorenog silicijuma u vodi raste sa temperaturom, a opada sa porastom pH vrijednosti. U našem regionu, koji je pretežno izgrađen od krečnjaka ($CaCO_3$), ima najviše kalcijuma. Primjera radi, u Skadarskom jezeru oko 30-40 mg/l (Petrović, 1981). U znatno manjim količinama nalaze se u vodi rastvoreni: Mg, K, Na i dr.

Mikroelementi

U vodama su u malim količinama prisutni mikroelementi i imaju važnu ulogu za živa bića, kao i makroelementi. Najčešći su: Fe, Mn, Co, Cu, Zn i Mo (Tab. 5).

Svi naprijed navedeni elementi (soli, minerali) neophodni su za normalan proces izgradnje organske materije. U slučaju nedostatka nekog od tih elemenata, remeti se ili redukuje produkcija organske materije.

Mjerenjem stepena električne provodljivosti (vidjeti naprijed) može se doći do vrijednosti svih elektrolita u vodi, a prisustvo rastvorenih soli kalcijuma i magnezijuma (nekada i željeza) utiče na opštu *tvrdocu vode*. Naše vode imaju tvrdoću od 125 do 250 mg/dm^3 , što se smatra zadovoljavajućom ili relativno dobrom. Tvrdoća se može izražavati u $^{\circ}dH$ ili mg/dm^3 . Tvrda voda redukuje toksičnost nekih metala (olovo, bakar itd). Smatra se da je, ukoliko ima više elektrolita u vodi, utoliko veća i organska produkcija te vode, iako su drugi faktori ostali isti.

Tabela 5. Srednja koncentracija šest mikroelemenata u površinskim prirodnim vodama (mg/l)

Vode	Fe	Mn	Cu	Zn	Co	Mo
Površinska jezera i rijeke	40	35	10	10	0,9	0,8
Alpska jezera	1,3	0,3	1,2	1,5	< 0,3	0,4
Sjevernonjemačka jezera	31,5	28,6	2,9	6,6	0,05	0,39
Sjeveroistočna jezera u Indijani	15,0	21,3	< 2	12,9	< 2	30,0
Južnoamerička jezera	533	15,6	1,7	8,7	0,11	0,6

OPŠTE KARAKTERISTIKE KOPNENIH VODA

Vode se mogu dijeliti na više načina. Uobičajeno je da se dijele na slane i slatke, pri čemu se pod slanim podrazumijevaju mora i okeani, a pod slatkim rijeke i jezera, zanemarujući slana jezera ili slane vode. Ova gruba podjela se može više raščlaniti i mogu se izdvojiti tipovi koji nemaju mnogo zajedničkog ni sa jednim ni sa drugim. U posljednje vrijeme vode se dijele na kontinentalne (ili vode u kontinentu, na kopnu – kopnene ili površinske vode) i na okeane (Marić i Rakočević, 2009). Nauka koja proučava kontinentalne vode i živi svijet u njima naziva se limnologija, a proučava slatkovodna i slana jezera, rijeke, estuare i lagune, kao i podzemne vode.

Pojava površinskih voda na kopnu *sekundarnog* je karaktera, jer su se ove vode mogle pojaviti tek nakon razvoja kopnenih masa koje su se izdizale iznad površine mora. To znači da su kopnene vode nastajale u različitim periodima (*vremenski diskontinuitet*). One su ujedno i prolazne tvorevine, nastaju i iščezavaju u relativno kratkim vremenskim intervalima. Mnogi autori smatraju da odmah nakon formiranja jezera, ono počinje da odumire. Mnoga močvarna udubljenja u planinskim predjelima su upravo ostaci nekadašnjih jezera. Smatra se da su lednička jezera nastala pred kraj ledenog doba, a rijeke u postglacijalu. To se posebno odnosi na stajaće vode i za mnoge se (uključujući i brojna planinska jezera Crne Gore) može reći da su u fazi iščezavanja.

Već je navedeno da su kopnene vode malih dimenzija. Ukupna zapremina površinskih kopnenih voda (vodena tijela) iznosi manje od 0,02% vode na Zemlji. Njihova veličina varira od malih bazena (nekoliko kvadratnih metara) do velikih jezera, koja mogu imati površinu i do 100.000 km². Najveće je Kaspijsko jezero (438.000 km²), ali je ono ostatak nekadašnjeg mora (salinitet je oko 12‰). Površina svih crnogorskih jezera je nešto preko 25.500 ha. Najmanje vode ima u tekućim sistemima (0,00009%). Ovi sistemi (rijeke, potoci, potocići) mogu biti kratki, od svega nekoliko metara, i izuzežno dugi (duži od 6.000 km), ali je u njima mala količina vode. Posmatrano u toku godišnjeg ciklusa, u ovim sistemima količina vode se izmijeni nekoliko desetina puta, što omogućava znatnu biološku raznolikost i produkciju. Ukupna dužina riječnih tokova u Crnoj Gori iznosi oko 1.700 km, a ukupna površina oko 2.000 ha.

Kopnene vode takođe su malih dubina; samo su dva jezera dublja od 1.000 m (Bajkal 1.741 m i Tanganjika 1.470 m), inače su uglavnom vrlo plitka (Skadarsko 8 m). Sva naša planinska jezera su malih dubina (oko 10 i manje), jedino je Crno jezero duboko oko 50 m. Sve naše vode (rijeke) otiču u dva sliva, dok na primjer balkanske vode otiču u tri. Iako je uobičajeno da se vode u kontinentu ili površinske vode nazivaju slatkim vodama (u morima slanim), hemijski sastav prirodnih voda je vrlo raznolik, kao i stepen koncentracije rastvorenih materija. Količina koncentracije rastvorenih soli u prirodnim vodama varira od gotovo čiste vode jezera prastarih pla-

nina do prezasićenih slanih jezera sušnih krajeva (u Mrtvom moru 234 g/l). Međutim, nije u pitanju samo razlika u ukupnoj količini rastvorenih soli, već i u njihovom sastavu i koncentraciji pojedinih komponenti tog sastava. U pravilu, kod kopnenih voda među katjonima preovlađuju kalcijum i magnezijum, a natrijuma i kalijuma ima znatno manje. Mala količina hlorida i sulfata čine vodu slatkom. Izuzimajući slane kopnene vode aridnih i pustinskih krajeva i mineralne vode, ostale kopnene vode odlikuju se visokim učešćem bikarbonata i to pretežno kalcijum-bikarbonata. Crnogorske vode uglavnom pripadaju kalcijum-bikarbonatnom tipu. U moru preovlađuju soli *hlorida i sulfata* sa natrijumom i kalijumom, a karbonata i kalcijuma ima znatno manje, pa je zbog toga morska voda slana i gorka.

Temperatura kopnenih voda u kojima se mogu naći živa bića varira skoro 100°C (do + 93°C). Sezonske oscilacije su takođe velike. Temperatura kod kopnenih voda, zavisno od geografske širine, može da varira i preko 30°C, što je slučaj sa Skadarskim jezerom. Ponekad površina Skadarskog jezera tokom zime zaledi, a ljeti dostiže i 30°C, kao što je bilo tokom 2017. godine. Stajalice vode u umjerenom klimatu po pravilu imaju veće kolebanje temperature i u pojedinim područjima te varijacije mogu biti veće od 20°C.

Karakteristika slatkih voda je i niska koncentracija *elektrolita*, koja varira između 200 i 300 mg/l.

Kako su kopnene vode uglavnom malih dubina, *svjetlost* kod njih često dopire do samog dna i omogućava fotosintetsku aktivnost u cijelom vodenom stubu. U jezerima sa prozračnom i čistom vodom svjetlost prodire čak i do dubine od 200 m, dok se u mutnim jezerima fotička zona završava već na nekoliko metara dubine (Marić i Rakočević, 2009).

Kod kopnenih voda i količina *organske materije* veoma varira, od voda sa vrlo malo organskih materija – poznate kao oligotrofne (ultraoligotrofne) vode (naša planinska jezera), pa do voda sa velikom količinom razloženih i nerazloženih organskih materija (eutrofne vode), odnosno do voda kao što su tresetišta. Sva ova varijabilnost utiče na to da se kontinentalne vode mogu grupisati/podijeliti na osnovu više kriterijuma.

Samo mali broj vrsta je vezan isključivo za slatku vodu: vodozemci (Amphibia) i ribe dvodihalice. Iz ovog se vidi da su kopnene vode, u pogledu živog svijeta, kvalitativno siromašnije od morskih.

PODJELA KOPNENIH VODA

Uobičajeno je da se sve kopnene vode dijele na osnovu kretanja vode i vremena zadržavanja vode (*residence time*) u dvije velike grupe: **stajalice** (lentički sistemi) i **tekuće** (lotički sistemi). Što se tiče brzine kretanja vode, kod lotičkih sistema ona prosječno iznosi 0,1 – 1 m/s, dok je kod lentičnih sistema znatno manja: 0,001 –

0,01 m/s (Wetzel, 2001; UNEP, 1996). Razlike između lentičkih i lotičkih sistema, osim brzine toka vode, ogledaju se i u formi koju to kretanje uzima; tok u rijekama je jednosmjernan, kontinuiran nizbrdo, pod uticajem gravitacije, dok je tok vode u jezerima i barama promjenljiv i pod uticajem je, između ostalog, brzine i pravca vjetra i konvekcioni struja, koje nastaju usljed razlike između toplih i hladnih slojeva u vodenom stubu (Marić i Rakočević, 2009).

Lentički i lotički sistemi se razlikuju po stratifikaciji fizičko-hemijskih parametara (svjetlost, temperatura, kiseonik, ugljen-dioksid, organske i neorganske materije itd.) i živog svijeta. Lotički sistemi imaju horizontalnu (longitudinalnu), a lentički vertikalnu stratifikaciju. Lentički sistemi su više zatvoreni i samostalni u odnosu na lotičke, jer se hranjive soli zadržavaju u njima i uglavnom potiču iz pedološke podloge, a u manjoj mjeri ih donose i pritoke (Marić i Rakočević, 2009). Lotički sistemi obuhvataju sve tekuće vode – vodene ekosisteme kod kojih se voda kreće (pod uticajem gravitacije) u određenom smjeru. Oni uključuju: izvore, potoke, rijeke i estuare. Lentički sistemi obuhvataju sve stajaće vode: jezera (vještačka jezera i ribnjaci), bare i močvare.

Stajaće vode mogu se podijeliti na prirodne i vještačke (akumulacije i ribnjaci). Prirodne stajaće vode dijele se na više načina, ali najčešće na: jezera, bare i močvare. Vještačke akumulacije i prirodna jezera imaju veliki ribarstveni značaj, a po hidrološkim karakteristikama njima su vrlo slični ribnjaci. **Ribnjaci i jezera mogu biti definisani kao vodena tijela okružena zemljom, čije je oticanje, ako ga ima, malo u odnosu na njegovu zapreminu.** Prirodna jezera vodu dobijaju rijekama, ponekad samo padavinama, podzemnim vodama ili slučajnim poplavama, dok je dotok vode u ribnjacima strogo kontrolisan (vidjeti kasnije).

ABIOTSKE KARAKTERISTIKE KOPNENIH VODA – KOMPARATIVNA ANALIZA

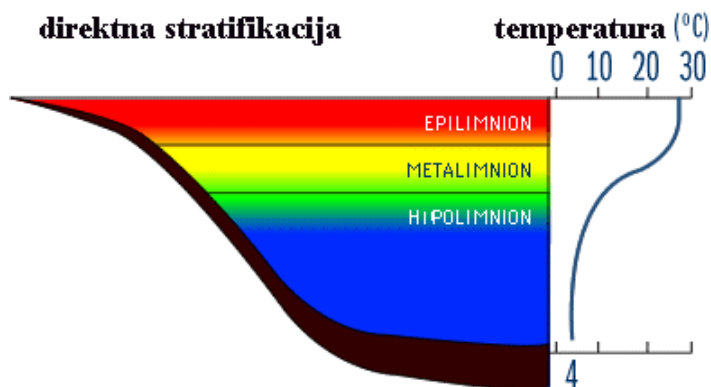
Oba sistema (stajaće i tekuće vode) imaju više zajedničkih abiotskih karakteristika, koje su malo specifične za poseban sistem, ali i nekoliko po kojima se ova dva sistema znatno razlikuju. Kako su neki faktori već analizirani, u daljem objašnjavaњу razlika daju se najznačajnije i markantne karakteristike.

Linearnost i jednosmjernan tok rijeka su od fundamentalnog značaja za determinaciju njihovih strukturalnih i bioloških osobina, kao što su zapremina vode i njen kvalitet. Priroda tekućih voda je određena geologijom, topografijom i hidrološkom aktivnošću same rijeke, koje u prvom redu određuju fizičku formu kanala i prirodu supstrata, a zajedno sa kopnenim sistemima sa kojih voda potiče uslovljavaju fizičko-hemijske karakteristike vode. I priroda stajaćih voda je određena topografijom, geologijom, kopnenim ekosistemima koji ih okružuju, tako da su na primjer sve naše vode (stajaće i tekuće) kalcijum-bikarbonatnog tipa.

U našem klimatu temperaturni režim voda je u vezi sa sezonskim promjenama. Kod stajaćih voda on ima vertikalnu stratifikaciju, a kod tekućih horizontalnu. U jednom kratkom periodu u vodenom stubu jezera i u cijelom dijelu toka rijeke ove vode mogu imati identičnu temperaturu, tako što jezera na cijelom profilu tokom proljeća i jeseni imaju 4°C, a rijeke oko 8 ili 8-9°C. Kod velikih rijeka ovakav režim nije moguć jer one protiču kroz više klimatskih zona. Naša planinska jezera i naše rijeke imaju ovakav režim, a i jedni i drugi dostižu maksimalnu ljetnju temperaturu oko 20°C. Na horizontalnom profilu rijeka zimi temperatura opada od izvora ($t = 8^\circ\text{C}$) prema ušću, a ljeti raste. Temperaturna kolebanja najmanje su izražena u izvoru, a povećavaju se nizvodno, zavisno od intenziteta osunčanosti, protočnosti i drugih faktora (Tab. 6). Kod jezera (Sl. 9) u umjerenom klimatu zimi i ljeti temperatura opada sa dubinom (vezano sa gustinom vode). Površinski sloj tople vode (prosječno do 6 m dubine), u kome temperatura jedva nešto opada sa dubinom, označava se kao *epilimnion*; sloj vode odmah ispod epilimniona sa skokovitim opadanjem temperature označen je kao *metalimnion* (*termoklina*) i obično je od 6 do 10 m dubine vodenog stuba. Treći sloj, u kome je temperatura od njegovog gornjeg

Tab. 6. Godišnje variranje temperature vode od izvora nizvodno (prema Ilies, 1961)

Dio vodotoka	Variranje temperature
Izvor	2°C (8 – 10°C)
10 m nizvodno	5°C (4 – 10°C)
500 m nizvodno	9°C (4 – 12°C)
2000 m nizvodno	13°C (2 – 15°C)
3000 m nizvodno	15°C (2 – 17 °C)



Sl. 9: Termička stratifikacija jezera tokom ljeta

dijela pa do dna gotovo uniformna, nazvan je *hipolimnion* (Marić i Rakočević, 2009). Ovakav ljetnji raspored temperature tipičan je za većinu jezera umjerene zone (naša dublja planinska jezera), a kako temperatura vode opada sa dubinom, označava se kao *direktna termička stratifikacija*, dok je zimi *obrnuta stratifikacija*.

Kiseonični režim nije u očekivanoj vezi sa temperaturnim režimom jer u stajaćim vodama na njegovu količinu najznačajnije utiču akvatične biljke (fitoplankton i makrofite), a u rijekama turbulentno kretanje vode, zatim perifiton, a kod nekih zagađenje i velika količina organske materije. Kod malih, čistih, brzih, planinskih rijeka i potoka količina rastvorenog kiseonika u pravilu raste na longitudinalnom profilu i obično je najveća gdje je najveća kontaktna površina sa vazduhom, a to su mjesta gdje se voda rasprskava (slapovi, brzaci). U dubokim jezerima najmanje kiseonika ima na većim dubinama, pa su tu prisutni samo heterotrofni organizmi. Kako je ugljen-dioksid antagonist kiseoniku, on je u obrnutoj proporciji sa navedenim pravilnostima za kiseonik. Količina O_2 i CO_2 u izvorima zavisi od načina dotoka vode, od karakteristika područja sa koga potiče voda, od tipa izvora, dijela riječnog toka itd. Generalno, u izvorima se očekuje veća količina ugljen-dioksida, a manja količina kiseonika, jer je u pitanju podzemna voda, u kojoj fotosintetska asimilacija ne postoji, već isključivo oksidacioni procesi.

Strujanje vode i adaptacije u tekućim vodama

Već je istaknuto da se tekuće i stajaće vode najviše razlikuju po brzini kretanja. Brzina u rijekama može imati i erozivni karakter, tako da ona oblikuje i riječna korita i karakteristike dna (Tabela 7), a ne samo da utiče na živi svijet.

Tab. 7. **Brzina strujanja vode i odgovarajuće karakteristike supstrata**
(prema Matoničkin i Pavletić, 1972)

Brzina vode	Karakteristike dna
3 – 20 cm/s	organski detritus, mulj
20 – 40 cm/s	sitni pijesak
40 – 60 cm/s	grubi pijesak, sitni šljunak
60 – 120 cm/s	šljunak do veličine šake
120 – 200 cm/s	veliko kamenje i kam. blokovi

Brzina vode posebno dolazi do izražaja u brdskim potocima, dok u donjim tokovima rijeka taj faktor nije toliko izražen, jer ona u prvom redu zavisi od nagiba podloge preko koje voda teče, tj. od lokalnih geomorfoloških prilika. Obično je najveća brzina u gornjem toku tekućice, a sve se više smanjuje prema zoni depozicije. Tako je u gornjem, početnom dijelu crnogorskih tekućica, kod kojih je brzina i do 3

m/s, podloga izgrađena od velikih kamenih gromada. Kod nešto manjih brzina, od oko 1,5 m/s, na dnu se nalazi pretežno šljunak, a još nizvodnije, gdje su brzine vode veoma smanjene, korito je pokriveno pijeskom i muljem.

Pored uticaja na strukturu podloge, brzina vode znatno utiče i na organsku produkciju. U brzim djelovima tekućica, na krupnom kamenju, izražajni je mahovinski obraštaj nego u sporijim djelovima u donjem toku. U ovom mahovinskom obraštaju razvija se bogat i raznovrstan živi svijet, što se u oligotrofnom području ne bi očekivalo (Marić i Rakočević, 2009).

Živi svijet može da egzistira u vodama ukoliko strujanje nije veće od 3,5 m/s, jer veće strujanje ima toliku erozivnu snagu da se toj brzini ne mogu oduprijeti vodeni organizmi. Kada je brzina strujanja manja od 1 m/s, u takvim tekućicama javljaju se i organizmi koji su inače karakteristični za stajaće vode. Životinje detektuju vodene pokrete preko receptora; kod riba je to bočna linija, a kod beskičmenjaka antene, čekinje i sl. U zavisnosti od prilagođenosti na vodenu struju, izdvajaju se tri grupe organizama:

1. *reobionti* – oblici karakteristični za vodenu struju, čija je cijela organizacija i način života prilagođen strujanju vode;
2. *reofili* – nijesu vezani isključivo za vodenu struju, već se mogu javiti i u mirnijoj vodi;
3. *reokseni* – oblici karakteristični za mirne vode, a samo se ponekad mogu sresti u područjima gdje je izraženo strujanje vode.

Da bi opstali u ovakvoj sredini, organizmi moraju posjedovati sposobnost da zadrže svoje pozicije i da se bore protiv otplavlivanja. Vodeni organizmi imaju posebne adaptacije, koje im omogućavaju da na specifičan način pruže otpor mehaničkoj snazi strujanja vode. Organizmi u tekućim vodama vezani su uglavnom za život na dnu ili neposredno iznad dna (bentos i nekton).

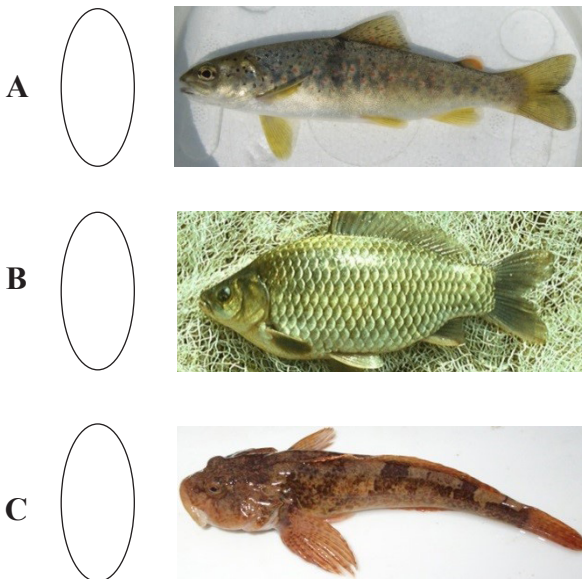
Listovi i izdanci vodenih biljaka imaju aerodinamičan oblik, a cijela je biljka (stablo) vrlo elastična. Kod vodenog ljutića (*Ranunculus* sp.) listovi su redukovani na uske končaste filamente koje oblaže sluz. Mikroskopske alge obično formiraju tanke prevlake na podlozi, vezane za nju najčešće pomoću sluzi.

Cijela zajednica (bentos) ima svoje specifičnosti, a kod životinjskih organizama javlja se veći broj adaptacija, ponekad specifičnih samo za pojedine grupe. Neke od karakterističnijih su:

1. odsustvo životinja koje udišu atmosferski kiseonik;
2. pozitivni reotaksis – položaj životinja je usmjeren prema vodenoj struji;
3. organizmi tekućica uglavnom hodaju;
4. oblik tijela (Sl. 10): oblo (ribe, puževi i neki insekti) ili dorzoventralno spljošteno (manje pokretne vrste);

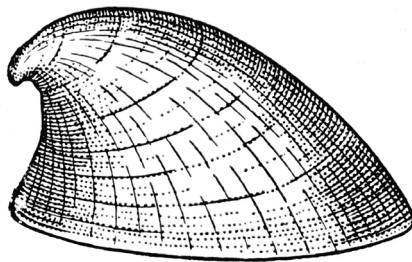
5. organi za pričvršćivanje: sluz, niti, kukice, prijanjalke, proširenja na tijelu;
6. povećanje težine – izgradnja kućica (Trichoptera);
7. redukcija nastavaka;
8. redukcija dlačica po tijelu;
9. reducirane škrge zbog visoke koncentracije kiselonika u vodi;
10. smanjeno tijelo – insekti.

Ribe su najčešće izduženog oblika, manje ili više bočno spljoštene. One vrste koje se aktivno pokreću u brzim tekućim vodama (nektonske) imaju oblo, vretenasto ili torpedasto tijelo i jake mišiće (Sl. 10-A), kao što su salmonidne vrste potočna pastrmka (*Salmo farioides*) i mladica (*Hucho hucho*). U presjeku tijelo tih riba je gotovo okruglo, za razliku od vrsta iz sporotekućih ili stajaćih voda, kod kojih je tijelo bočno spljošteno i u presjeku elipsasto – vertikalno izduženo, kao kod karaša (*Carassius* sp.), grgeča (*Perca* sp.) i dr (Sl. 10-B). Ribe koje su vezane za dno imaju dorzventralno spljošteno tijelo (Sl. 10-C).



Slika 10. Oblik tijela (iz Marić & Rakočević, 2009): A – pastrmka (*Salmo farioides*), B – karaš (*Carassius auratus*) i C – peš (*Cottus gobio*)

Puževi se odupiru strujanju usisnom snagom svog mišićnog stopala. Postoje razlike u veličini ploče za priljubljanje prema ostalom dijelu tijela kod životinja u tekućim i stajaćim vodama i taj odnos je kod životinja tekućih voda manji, čak 3:1. Kod *Ancylus* i *Neritina* (Sl. 11) i oblik kućice je prilagođen strujanju vode, tj. vrh kućice je zakrivljen u pravcu vodene struje.



Slika 11. *Ancylus fluviatilis*

Trihoptere (larve) iz brzih tekućih voda (Slika 12) izgrađuju kućice od sitnih kamenčića (za povećanje težine), za razliku od onih iz stajaćih voda, čije su kućice izgrađene od biljnih djelova. U tekućim vodama brzina vode je proporcionalna krupnoći kamenčića od kojih su izgrađene kućice.



Slika 12. *Trichoptera* iz rijeke Tare

ŽIVI SVIJET KOPNENIH VODA – RASPORED I SASTAV ŽIVOTNIH ZAJEDNICA

Stajaće vode (lentički sistemi) i tekuće (lotički sistemi) značajno se razlikuju po živim bićima i zajednicama koje ih nastanjuju. U bilo kom od ovih sistema, uključujući toplovodne ribnjake, može se izdvojiti više zajednica (biocenoza) specifičnih za određeni vodeni sistem. Kao što je već istaknuto, glavna razlika ili glavni faktor koji utiče na razlike živog svijeta jeste strujanje vode, a zatim dubina. Lotički sistemi su obično plitki, izuzev donjih tokova rijeka, dok su lentički u pravilu dublji, pogotovo oni koji su značajni za ribarstvo. U plitke vode se mogu svrstati toplovodni ribnjaci jer je njihova dubina obično dva-tri metra. Za toplovodne (šaranske ili zemljane) ribnjake može se reći da su vještačke tvorevine u kojima se pokušavaju stvoriti uslovi što sličniji prirodnim. Ovo iz razloga što se ribe u tim vodama u velikoj mjeri hrane prirodnom hranom ili uzgajivači nastoje da gajena riba što više konzumira prirodnu hranu. Kada se govori o živom svijetu ribnjaka, misli se isključivo na velike zemljane, toplovodne – šaranske ribnjake. U ribnjacima za uzgoj pastrmki (hladnovodni i betonski), jegulja i jesetri i sl. (uzgoj u kontejnerima) ili pak u kaveznim sistemima nema i nije poželjno da ima živog svijeta u vodi u kojoj

se ribe uzgajaju. Kavezni sistemi su specifični jer su uronjeni u vodeni stub u kojem se razvija plankton ili planktonski organizmi (slobodnolebdeći), a na mrežama je prisutan i perifiton (obraštaj).

Vještački napravljena jezera (ribnjaci) za uzgoj ribe mogu biti velika od nekoliko kvadratnih metara pa do preko 100 ha, a kako su veće dubine, u njima se formira više tipova životnih zajednica, pa se praktično po tome ne razlikuju od plitkih prirodnih jezera. U oba tipa ovih stajaćih voda (ribnjaci i jezera) razvijaju se: neuston na površini vode, u vodenom stubu plankton i nekton, a na dnu bentos. U obalnom dijelu još se razvija obalska vegetacija, koja se, u zavisnosti od dubine, može podijeliti na tri tipa. U tekućim sistemima, zbog permanentnog toka, neuston je slabo prisutan, a tamo gdje je turbulentno strujanje nema neustona, pa nema ni planktonskih organizama. Planktonski organizmi u lotičkim sistemima mogu biti prisutni u donjim tokovima rijeka i u estuarima. Glavninu živog svijeta tekućih sistema čine nekton (ribe) i bentos (beskičmenjaci). Obje ove grupe imaju niz prilagodbi koje im omogućavaju ostanak u vodi koja ima značajnu brzinu vode (1– 2,5 m/sek). Ribe ovih voda su snažni plivači sa ovalnim tijelom i snažnim perajima. Beskičmenjaci su se prilagodili na više načina, zavisno od grupe i ponašanja (opisano naprijed).

Jezerske životne zajednice

Nema stajaće vode, čak ni malih povremenih vodenih površina (barica i lokvi), koje nijesu nastanjene biljnim i životinjskim organizmima. Svaki dio jezerskog basena naseljen je posebnim živim svijetom, jer se svaki od njih odlikuje specifičnim životnim uslovima. Ako se posmatra jezersko naselje u odnosu na sredinu koju nastanjuje, može se izvesti klasifikacija na naselje slobodne vode (pelagijala), koje se sastoji iz zajednica *neustona*, *planktona* i *nektona*, i naselje jezerskog dna (litoral i bental), tj. zajednice sesilnih organizama – *bentos*, koje su raspoređene duž vertikalnog profila dna.

Prema naprijed navedenom, sav jezerski živi svijet, po načinu i mjestu života u jezeru, može se podijeliti u nekoliko grupa:

- **neuston** (epi i hiponeuston) – organizmi koji su vezani za površinsku opnu vode,
- **plankton** – organizmi mikroskopskih dimenzija, s nezatnom sposobnošću lokomocije, koji suspendovani u vodi lebde i pasivno se kreću nošeni talasima, strujama i drugim pokretima vodene mase (fitoplankton i zooplankton),
- **nekton** – organizmi većih dimenzija koji se aktivno kreću (plivaju) i raspoređuju se u vodenoj masi nezavisno od vodenih pokreta,
- **bentos** – organizmi koji žive u sedimentima ili na površini jezerskog dna (fitobentos i zoobentos).

Neuston

Neustonska zajednica se može razviti samo na mirnim mjestima, gdje površinski pokreti vode nijesu izraženi. Ova zajednica je karakterističnija za stajaće vode. U rijekama se razvija samo na mirnim, zaklonjenim mjestima, mada pojedini predstavnici (zbog aktivnog kretanja) mogu opstati i pri sporijem toku na površini vode (*Gerris* spp., *Hydrometra* spp.). Površina vode je posebno stanište za vodene organizme, jer predstavlja prelaz između vazdušne i vodene sredine. Neke vrste roda *Euglena* prilikom masovnog razvoja na površini vode formiraju zelenkastu prevlaku.

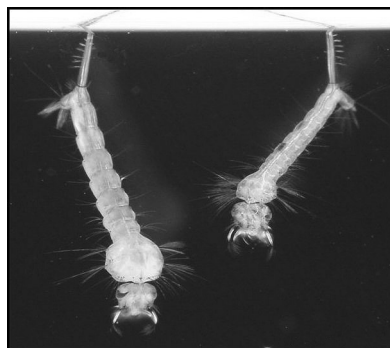


Slika 13. Neukorijenjene vodene makrofite u epineuston

Zajednica na gornjoj strani površinske opne označava se kao epineuston, a zajednica na donjoj strani je hiponeuston. Da bi mogli da nasele površinu vode, organizmi moraju imati odgovarajuće adaptacije, koje se uglavnom odnose na sprečavanje tonjenja i kvašenje tijela. Od vaskularnih biljaka, na površini vode javljaju se plivajuće neukorijenjene makrofite (Sl. 13), kao što je sočivica (*Lemna* sp.), *Spirodela polyrhiza*, vodene paprati (*Azolla* spp.). Ove biljke često imaju vodo otpornu površinu i izraštaje slične dlakama, koji sprečavaju kvašenje.

Hiponeustonske životinje žive sa donje strane površinske opne (puž *Lymnea*), ali neke samo jedan stadijum života provode u hiponeuston, kao što je slučaj sa komarcima – *Culex* spp. (Sl. 14). Epineuston čine različite grupe, od karakterističnih grupa insekata (npr. vodena stjenica – Sl. 1) do ptica.

Životinje iz neustonske zajednice takođe imaju odgovarajuće adaptacije koje omogućavaju opstanak na površinskoj opni ili ispod nje. Slobodnu vodenu površinu stajaćih voda, pogotovo velikih jezera, naseljavaju neustonske ptice. One pretežno borave na površini vode,



Slika 14. *Culex* sp.

kao što su ronci iz familije Gavidae i Podicipedidae, plovke (Anatidae), kormorani (Phalacrocoracidae), Pelecanidae (*Pelecanus crispus*), pa i neki galebovi (Laridae). Prisustvo ovih ptica u pelagijalu u direktnoj je vezi sa ivičnim močvarama u kojima se odvija reproduktivna faza. Ove vrste povremeno dolaze i na šaranske ribnjake, ali nijesu poželjne zbog piscivornog načina ishrane. U ribnjacima se naseljavaju domaće vrste pataka i gusaka i one predstavljaju epineustonsku zajednicu ptica.

Kudravi pelikan (*Pelecanus crispus*)

U Evropi je rasprostranjen na samo nekoliko velikih vodenih površina na Balkanskom poluostrvu. U Crnoj Gori se gnijezdi samo na Skadarskom jezeru. Gnijezda su smještene na ostrvcima od treseta i raznog mrtvog bilja. U gnijezdu sneše četiri jaja, a period inkubacije traje 32 dana. Hrani se isključivo ribom, koju lovi u plitkom litoralu. Kod nas je malobrojan (10-20 parova) i ugrožen je u cijelom arealu. Najveća je ptica u Evropi sa rasponom krila od preko 2,5 m.



Fendak ili mali kormoran (*Phalacrocorax pygmaeus*)

U Evropi je raširen na Balkanskom poluostrvu. Brojan je na Skadarskom jezeru i okolnim vodama. Gnijezdi se u kolonijama u grmlju, rjeđe na drveću uz vodu. Kolonije na Skadarskom jezeru jedne su od najvećih u arealu i pojedinačne ponekad broje i preko 1.000 parova. Godišnje ima jedno leglo sa tri do sedam jaja. Pretežno se hrani ribom, rjeđe rakovima i mekušcima.



Plankton

U vodenom stubu stajaćih voda zastupljeni su organizmi koji lebde u njemu – plankton. Plankton je u stajaćim vodama uz neustin karakteristično naselje ili zajednica. U planktonskom naselju se izdvajaju *fitoplankton* (biljna komponenta), *zooplankton* (životinjska), a kao posebna i planktonska zajednica koju čine bakterije – *bakterioplankton*. Prema veličini se plankton (slatkovodni i morski) uobičajeno dijeli u pet grupa:

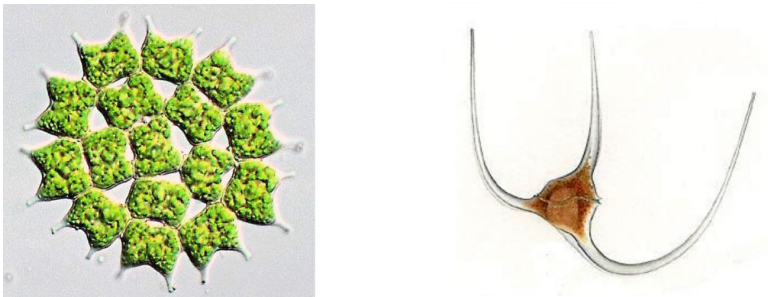
1. Pikoplankton (0,2–2 mm) – većina bakterija;
2. Nanoplankton (2–20 mm) – mikroflagelate i neke alge;
3. Mikrop plankton (20–200 mm) – planktonske alge (fitoplankton) i zooplankton koji se njima hrani;
4. Mezoplankton (200–2000 mm, tj. 0,2–2 mm) – većina planktonskih životinja koje su predatori (grabljivice);
5. Makroplankton (> 2 mm) – *Cnidaria* (žarnjaci) i to meduze (nađene u Skadarskom jezeru).

Bakterioplankton

Kao posebna grupa se izdvajaju bakterije koje su prisutne u svim djelovima jezerskog basena, tj. i kao planktonske i kao bentoske. Pored njihovog značaja u produkciji i razlaganju organske materije, one su u planktonskoj zajednici značajne i kao direktan izvor hrane za zooplankton.

Fitoplankton čine jednoćelijske i kolonijalne alge. Oni naseljavaju isključivo gornju, osvjetljenu zonu jezera (trofogeni sloj – epilimnion), a to je sloj vode do kojeg dopire oko 1% od ukupne sunčeve svjetlosti koja padne na površinu vode. Fitoplankton je kratkog životnog ciklusa, pa relativno brzo odgovara na promjene u vodenoj sredini i zato su one značajan bioindikator trofičnog stanja i kvaliteta vode.

Adaptacije fitoplanktona Kako planktonske alge vode lebdeći način života, imaju niz adaptacija koje im to omogućavaju (Sl. 15).



Slika 15. Razni tipovi izraštaja kao adaptacije protiv tonjenja (Chlorophyta *Pediatrum* i *Ceratium*).

Adaptacije fitoplanktona protiv tonjenja mogu biti dvojake. Prva grupa su adaptacije koje utiču na *smanjenje specifične težine* tijela. One se manifestuju preko nagomilavanja (oko ćelije ili u ćeliji) materija koje imaju specifičnu težinu manju od vode (masti i gasne vakuole) i lučenjem sluzavog omotača oko ćelija. Adaptacije koje povećavaju *otpor oblika tijela* prema tonjenju čine drugu grupu. Ove adaptacije podrazumijevaju povećavanje odnosa površine i zapremine tijela (P/V), koje se postiže na dva načina: spljoštenim oblikom ćelija (*Pediastrum* i *Merismopedia*) i kolonija (kolonije kod *Asterionella*), i pojavom raznih izraštaja na tijelu, kao što su bodlje, roščići i slični nastavci (*Ceratium*). Pošto je kretanje planktona uglavnom pasivno i vrši se pokretima vode, planktonski organizmi su ograničeni na lentična područja kopnenih voda (jezera i donji tokovi rijeka). Planktonske alge pripadaju filogenetski prilično odvojenim grupama. Prema Blaženčić (1988), fitoplankton se sastoji od algi iz sljedećih razdjela: Cyanophyta (modrozelenne alge), Pyrrophyta (vatrene alge), Bacillariophyta (silikatne alge), Chrysophyta (zlatne alge), Chlorophyta (zelene alge) i mali broj Euglenophyta (uglavnom jednoćelijski bičari)).

Zooplankton Animalna komponenta u slatkovodnom planktonu zastupljena je uglavnom sa sljedećim grupama: Protozoa, Rotatoria i Crustacea (Cladocera i Copepoda).

Od navedenih zooplanktonskih grupa Protozoa ima najmanji značaj, dok su planktonski račići (Crustacea) Cladocera i Copepoda najvažnije grupe u jezerskom zooplanktonu.

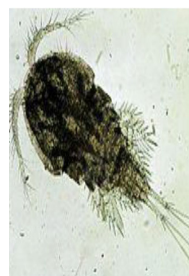
Adaptacije koje omogućavaju opstanak u vodenom stubu iste su kao i kod fitoplanktona, sa razlikom što su zooplanktonski organizmi uglavnom pokretni. Oni se u vodenom stubu zadržavaju pokretima svojih ekstremiteta, uključujući i neobične izraštaje. Ovi djelovi tijela ujedno povećavaju i površinu tijela, što im znatno olakšava lebdjenje u vodenom stubu. Vrste sa značajnijim mogućnostima lokomocije mogu da vrše duže pokrete, mogu da migriraju u slojeve različitih temperatura, da izbjegavaju predatore i sl.



Paramecium sp.
(Protozoa)



Keratella sp. (Rotatoria)



Cyclops sp.
(Copepoda)



Daphnia sp.
(Cladocera)

Nekton

Nekton sačinjava više različitih grupa, ali su ribe najznačajnija nektonska komponenta u jezerima. Pored biološko-ekološkog značaja, one su važne i kao nezamjenljiv izvor hrane za narastajuću ljudsku populaciju.

Predacija i količina rastvorenog kiseonika primarni su faktori koji određuju strukturu ribljih zajednica u prirodnim jezerima (Wetzel, 1975). U ovim jezerima, u evropskim vodama, dominantni su: krap ili šaran – *Cyprinus carpio*, karaš – *Carassius carassius*, linjak – *Tinca tinca*, bodorka – *Rutilus rutilus*, crvenperka – *Scardinius* spp. čikov – *Misgurnus fossilis*, balavci – *Gimnocephalus* spp., grgeč – *Perca fluviatilis*, kao i veliki predatori: som – *Silurus glanis* i štuka – *Esox lucius*. U vještačkim jezerima na strukturu ribljeg naselja značajno utiču upravljači ovih objekata (vodosnabdijevanje, proizvodnja električne energije), a u ribnjacima je struktura nektona (riba) skoro isključivo posljedica uticaja čovjeka (vidjeti toplovodne ribnjake). Premda, u određenoj mjeri zavisi i od ekoloških uslova datog objekta (klima, primarna produkcija i sl.).

Naša ravničarska jezera, Skadarsko i Šasko, imaju nekton sačinjen uglavnom od vrste iz porodice Cyprinidae, a od ekonomski interesantnih su: ukljeva (*Alburnus scoranza*), skobalj (*Chondrostoma ohridanum*), krap (*Cyprinus carpio*), klen (*Squalius platyceps*), žutalj ili brona (*Rutilus prespensis*) i ljolja (*Scardinius kneževici*), kao i neke introdukovane, kao što je na primjer karaš (*Carassius auratus*). Da bi se povećala ihtioprodukcija ovih jezera (radi ribarstvene privrede) u prošlosti je vršeno i poribljavanje sa više vrsta: tolstolobici (*Hypophthalmichthys molitrix* i *H. nobilis*), bijeli amur (*Ctenopharyngodon idella*), amurska deverika (*Megalobrama terminalis*). Uz njih je, vjerovatno, slučajno introdukovano više vrsta, a grgeč (*Perca fluviatilis*) sada predstavlja brojnu vrstu i značajnu sa aspekta ribarstva. Pored ovih vrsta sa aspekta ribarstva značajne su jegulja (*Anguilla anguilla*), kuble (*Alosa* spp.), vrste iz porodice Mugilidae (cipoli) i dr.

U ovim jezerima ili, preciznije, u slivu Skadarskog jezera, egzistira i nekoliko endemičnih vrsta. U cijelom slivu su prisutne: mrenica (*Gobio scadrensis*), bijeli brack (*Rutilus albus*), fraga ili mala kubla (*Alosa* sp.) i dvije vrste glavoča (*Ninnigobius montenegrensis* i *Knipowitschia montenegina*), a samo u rijeci Zeti: zetska mekousna (*Salmo zetensis*) i zetska brkica (*Barbatula zetensis*). Uz te vrste treba spomenuti glavaticu (*Salmo marmoratus*), šaradana (*Pachychilon pictum*) i ohridsku brkicu (*Cobitis ohridana*), koje su specifične u ovim vodama.



Ukljeva (*Alburnus scoranza*)



Žutalj ili brona (*Rutilus prespensis*)



Krap (*Cyprinus carpio*)



Jegulja (*Anguilla anguilla*)



Zetska brkica (*Barbatula zetensis*)



Ohridski vijun (*Cobitis ohridana*)



Ljolja (*Scardinius kneževici*)



Kubla (*Alosa sp.*)



Karaš (*Carassius auratus*)



Grgeč (*Perca fluviatilis*)



Skobalj (*Chondrostoma ohridanum*)



Klen (*Squalius platyceps*)



Lipijen ili mekousna (*Salmo zetensis*)



Bijeli brcak (*Rutilus albus*)



Glavatica (*Salmo marmoratus*)



Šaradan (*Pachychilon pictum*)



Morački glavoč (*Ninnigobius montenegrensis*)

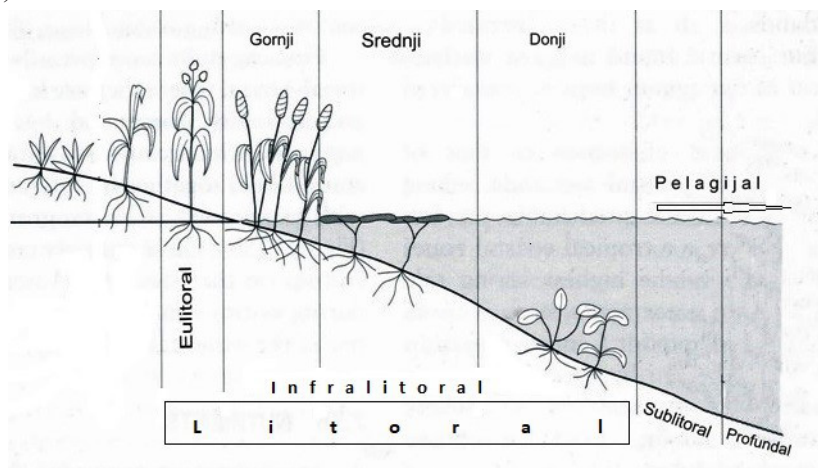


Morački vodenjak (*Knipowitschia montenegrina*)

Ihtiofauna naših planinskih jezera takođe je u izvjesnom smislu specifična. Durmitorska jezera, kao ni druga visokoplaninska jezera u Crnoj Gori, nemaju autohtonu ihtiofaunu. Šezdesetih i sedamdesetih godina XX vijeka izvršena je uspješna introdukcija *Salmo labrax* iz rijeke Bukovice u durmitorska i neka druga jezera. Kasnije su jezera poribljena jezerskom zlatovčicom (*Salvelinus umbla*) i kalifornijskom pastrmkom (*Oncorhynchus mykiss*). Međutim, samo neka jezera pružaju donekle optimalne uslove za egzistenciju riba, a time i za njihovo iskorišćavanje u ribolovnom smislu. Samo Plavsko i Biogradsko imaju autohtonu ihtiofaunu. U oba jezera u zajednici dominiraju Salmonidae. Veza sa rijekama je uslovlila da su u njima prisutne ribe koje su dominantne u rijekama. U Plavskom jezeru se adaptirala jezerska forma potočne pastrmke (*Salmo labrax* m. *lacustris*), poznata pod narodnim imenom blatnjača. Kako je jezero planinsko i oligotrofno, u njemu su ciprinidne ribe rijetke i malobrojne. Takođe, u jezeru su prisutne piscivorne vrste (mladica – *Hucho hucho*, štika – *Esox lucius*), pa se u njemu samo povremeno u većem broju zadržavaju ciprinide koje migriraju iz Lima (skobalj – *Chondrostoma nasus*, klen – *Squalius cephalus*, plotica – *Rutilus virgo* i dr.). Mnoge od navedenih vrsta su članovi nektonske zajednice u lotičkim (tekućim) sistemima, ali ovi sistemi imaju specifičnu nektonsku strukturu i veći broj vrsta tipičnih za tekuće vode (detaljnije kasnije).

Zajednice jezerskog dna – bentos

Na vertikalnom profilu jezerskog dna mogu se izdvojiti tri karakteristične zone sa specifičnim ekološkim i biološkim karakteristikama: obalski region – **litoral**, prelazna zona – **sublitoral**, a u dubokim jezerima i dubinska zona – **profundal** (Sl. 16).



Slika 16. Profil jezerskog dna i zoniranje litorala (iz Dobson & Frid, modifikovano)

Specifični kompleks fizičko-hemijskih faktora ovih zona uslovljavaju diverzitet i raspored organizama. Jedan od značajnijih faktora za biljne vrste je svjetlost, odnosno količina svjetlosti i dubina do koje ona prodire. Zbog toga su u zajednicama litorala prisutne vaskularne makrofite; u sublitoralu odsustvuju, a u profundalu uopšte nema fotosintetskih organizama, već su zastupljeni isključivo heterotrofni.

Litoral se na osnovu više karakteristika može podijeliti na dva dijela: eulitoral i infralitoral. *Eulitoral* je zona pod uticajem promjenljivog nivoa vode (između najvišeg i najnižeg nivoa i pod uticajem je talasa). Infralitoral se prema tipu vegetacije dijeli na tri zone (Sl. 16):

- *Gornji infralitoral* – zona emerzne vegetacije (obično do 1 m dubine)
- *Srednji infralitoral* – zona flotantne vegetacije (1 – 3 m dubine)
- *Donji infralitoral* – zona submerzne vegetacije (skoro do 10 m dubine).

Litoralna zona je glavna produkciona zona na profilu jezerskog dna; u plitkim jezerima ona je dominantna produkciona zona uopšte, dok je u dubokim jezerima glavni producent organske materije fitoplanktonska zajednica. Dubina litoralne zone se razlikuje kod različitih jezera, ali se njena donja granica uvijek podudara sa donjom granicom rasprostranjenja vaskularnih makrofita.

Ispod litorala nalazi se prelazna zona – *sublitoral*, koja počinje ispod donje granice vaskularnih makrofita. Ovu zonu naseljavaju fotosintetske bakterije i tzv. modrozelenne alge (Cyanophyta ili Cyanobacteria).

Posljednja jezerska zona je dubinska zona – *profundal*, koja se nalazi ispod sublitorala. U njoj nema fotosintetske aktivnosti. Dno se sastoji od finih sedimenata, a u zoni su prisutni detritivorni organizmi, predatori, kao i bakterijska zajednica.

Organizmi, odnosno zajednice koje naseljavaju ove zone na jezerskom dnu, nazivaju se **bentos**. U njemu se mogu izdvojiti tri znatno različite grupe: alge (mikroorganizmi), vaskularne makrofite i životinjska komponenta. Po veličini ili krupnoći, organizmi dna se dijele na: makrobentos (veći od 2 mm), mezobentos (0,1 – 2 mm) i mikrobentos (manji od 0,1 mm). S obzirom na odnos prema podlozi, razlikuju se dvije grupe: pokretni (vagilni) i pričvršćeni za podlogu (sesilni). Znatno veći značaj u ovoj zajednici imaju pokretni organizmi, mada u područjima gdje su prisutne makrofite one mogu da dominiraju i određuju diverzitet zajednice. Značajan dio bentosa su organizmi koji se ukopavaju u sediment, obično do 20 cm (čak do 40 cm), a poznati su pod nazivom *infauna*.

Alge koje naseljavaju litoral su sesilni organizmi, a mogu biti pričvršćeni za različite podloge (supstrat), uključujući i makrofite. Obično se dijele u pet grupa, a označavaju se zajedničkim imenom perifiton (obraštaj ili biljni obraštaj). Perifiton je posebno značajan kao produkcionni faktor (O₂ i organska materija), a služi i za ishranu zoobentosu (puževi) i mladim ribama u prvim fazama razvoja (stadijum larve). Pored toga, litoralne alge su važno sklonište za mnoge organizme, uključujući riblju mlad.

Vaskularne vodene makrofite

Pored litoralnih algi, primarni producenti litoralne zone jezera su i vaskularne vodene makrofite (Sl. 17). Tip vegetacije koji će se razviti na određenoj dubini u jezeru zavisi od profila dubine, nagiba obale, izloženosti vjetru i talasima i sastava supstrata. Mogu se razviti tri tipa makrofitske vegetacije: emerzne, flotantne i submerzne biljke, mada nemaju sve stajaće vode ova tri tipa.

a) Emerzne makrofite su biljke kod kojih je jedan dio ispod, a drugi iznad površine vode. Njihov korijenov sistem smješten je u muljevitoj podlozi – zoni anaeorobije, pa se atmosferski kiseonik iz lista sprovodi do korijena (sistem vazdušnih kanala). Pored najčešćih predstavnika, kao što su trska (*Phragmites communis*), rogoz (*Typha* spp.) i šaš (*Carex* spp i *Scirpus* spp), u ovoj zoni su (u evropskim vodama) česte vrste rodova: *Glyceria*, *Eleocharys*, *Myosotis Iris*, i mnogi drugi. Prenamnožavanje emerznih makrofita, poput trske i rogoza, u ribnjacima nije poželjno, s obzirom na to da smanjuju korisnu površinu za gajenu ribu i stvaraju neproduktivne celulozne sedimente koji se sporo razgrađuju. Stoga je potrebno suzbijati njihovo širenje.

b) Flotantne makrofite (makrofite sa plutajućim listovima) naseljavaju pojas iza emerznih makrofita. Plutajući listovi su postavljeni na dugim drškama, kao kod lokvanja (*Nuphar* sp, *Nymphaea* sp.), ili na kratkim drškama, kao kod vodenog oraščića (*Trapa* sp.), koji je naročito raširen u šaranskim ribnjacima. Zajednicu ove grupe čine i vrste iz roda *Potamogeton* i *Polygonum*. Reproductivni organi su im iznad vode ili plutajući (Sl. 17). Ni flotantne makrofite nijesu poželjne u šaranskim ribnjacima, s obzirom na to da zasjenjuju vodu, pa na taj način onemogućavaju razvoj fitoplanktona u vodi.



Foto 17. Plavsko jezero

c) Submerzne makrofite se bujno razvijaju u plićim djelovima stajaćih i spotekućih sistema. Tipični predstavnici su razne vrste iz rodova: *Myriophyllum*, *Ceratophyllum*, *Ranunculus*, zatim *Potamogeton lucens*, a od algi najčešći predstavnici submerznih makrofitskih vrsta su harofitne alge (*Chara* spp., *Nitella* spp.). Kako naseljavaju veće dubine, ograničavajući faktor za ove biljke je svjetlost, pa je njihov list tako adaptiran da sve ćelije u njemu posjeduju hlorofil (vrše fotosintezu). U ribnjacima ova grupa biljaka predstavlja važnu prehrambenu bazu za biljojedne ribe.

Zoobentos

Treba istaći da se u jezerima (i drugim sistemima) pod animalnim bentoskim zajednicama podrazumijevaju praktično samo zajednice invertebrata. Bentoske životinje naseljavaju sve zone na profilu jezerskog dna, od eulitorala do profundala. Zavisno od opštih karakteristika jezera, a prije svega njegove dubine, temperature i režima kiseonika, bentoske životinje mogu dopirati često i do više stotina metara. Jezerske bentoske zajednice uglavnom su zastupljene vrstama iz grupa: prstenaste gliste (Oligocheta), larve mušica (Chironomidae), rakovi (Crustacea) i mekušci – školjke (Sl. 18) i puževi (Mollusca).



Slika 18. Školjka i hironomida iz Skadarskog jezera

Ove grupe obično čine najveću biomasu na jezerskom dnu i predstavljaju važnu prehrambenu bazu za ribe u prirodnim vodama, kao i u akvakulturi (uzgoj krapa). Pored njih, jezerski zoobentos čine i predstavnici grupa: pijavice (Hirudinea), vilinski konjići (Odonata), vodeni cvjetovi (Ephemeraoptera), obalčari (Plecoptera), vodene stjenice (Hemiptera), tvrdokrilci (Coleoptera), zatim insekti u kućicama (Trichoptera), Ostracoda, Nematoda, Diptera i sl. Neke od ovih grupa, uglavnom insekti, karakteristični su i za tekućice, gdje su zastupljeni sa velikim brojem predstavnika, a neki i sa velikom brojnošću.

Naprijed navedene četiri najznačajnije grupe bentoskih organizama maksimalnu brojnost postižu u različitim periodima godine, a njihov relativni odnos jako varira kod stajaćih voda. Tako brojnost oligoheta u Skadarskom jezeru može da varira od svega nekoliko desetina do 2.500 jedinki na m², a hironomida u Crnom jezeru može biti i do 2.000 jedinki na m².

Faunu dna u produktivnim ribnjacima uglavnom čine larve insekata (hironomide) i maločekinjaste gliste (oligohete). Dinamika brojnosti bentosa u ribnjacima je uslovljena gustom nasadom riba, tako da preveliki nasad iscrpljuje faunu dna. Kada broj organizama faune dna padne ispod 200 ind/m², gajeni krap više neće koristiti ovu prirodnu hranu (s obzirom na to da bi više energije utrošio tražeći ovu hranu nego što bi dobio njenim konzumiranjem).

Kvalitativni (biodiverzitet) i kvantitativni (zastupljenost, brojnost) sastav bentosa, posmatran na vertikalnom profilu, vrlo je specifičan i znatno se razlikuje kod tri jezerske zone. Na primjer, u litoralnoj su obično najbrojniji mekušci i hironomide, u sublitoralnoj amfipodni račići i oligohete, a u profundalnoj je najmanji biodiverzitet i uglavnom dominiraju oligohete.

Kvalitet i klasifikacija stajaćih voda – jezera

Metoda za istraživanje kvaliteta stajaćih voda ima više, a primjenjuju se u zavisnosti od parametra koji se izučava (hemijske, biološke i sl.). Za svaki parametar utvrđena je određena procedura, od načina uzorkovanja, transporta, laboratorijske analize do prezentovanja rezultata, interpretacije i sl. Takođe, za svaki analizirani parametar (npr. neki od navedenih) postoje utvrđene vrijednosti, tj. standardi koji pokazuju šta su „dobre“, a šta „loše“ vrijednosti, ili koje su poželjne, a koje nepoželjne za dati vodeni objekat ili njegovu namjenu. I, na kraju, za toksične elemente (parametre) postroje letalne granice ili vrijednosti. Tako na primjer za dobru produkciju u toplivodnim ribnjacima gdje se uzgaja krap (i prateće vrste), koncentracije fosfora od 0,1 do 0,5 mg/l u obliku ortofosfata (PO₄) dovoljne su i povoljne, a veće koncentracije fosfora od 0,5 mg/l ne preporučuju se da ne bi došlo do cvjetanja vode. Kod gajenja jegulje najbolji se prirast postiže pri temperaturi vode između

25°C i 28°C, dok su u salmonidnim ribnjacima za rast optimalne temperature od oko 15°C. Za salmonide svi parametri treba da se kreću u granicama koje odgovaraju za prvu kategoriju vode, kako je to regulisano zakonima. Tako na primjer hlora (Cl_2) treba da ima manje od 0,005 mg/l, (veće koncentracije su štetne; već od 0,05 pa naviše izazivaju smrtnost), cijanida ne smije biti više od 0,01 mg/l itd.



Slika 19. Mjerenje na terenu

Utvrđivanje fizičko-hemijskih parametara može se vršiti direktno na terenu (Sl. 19) jer postoje vrlo precizni savremeni instrumenti. U prošlosti su se ovi parametri određivali u laboratoriji, a uzorci vode su sakupljeni na terenu uređajima specijalno napravljenim za te namjene. Jedan od takvih uređaja kojim se uzima precizno određena zapremina (jedan ili dva litra) i sa željene dubine (maksimalnu određuje dužina kanapa) jeste Fridingerova (Sl. 20) ili Rutnerova flaša. Kako se ovim uređajima zahvata precizna zapremina, njima se uzimaju uzorci i za proučavanje bioloških osobina vode, odnosno karakteristika planktonskih zajednica. Klasifikacija (ili podjela) stajaćih voda po naprijed analiziranim karakteristikama (fizičke, hemijske i biološke) ima veliki broj, počev od klasifikacije po količini pH (kisele, bazne i sl.), pa do sastava nektonske zajednice, odnosno po ribama (salmonidne vode, ciprinidne vode). Pojedine klasifikacije se zasnivaju na više parametara. Jedan od njih je i primarna produkcija.

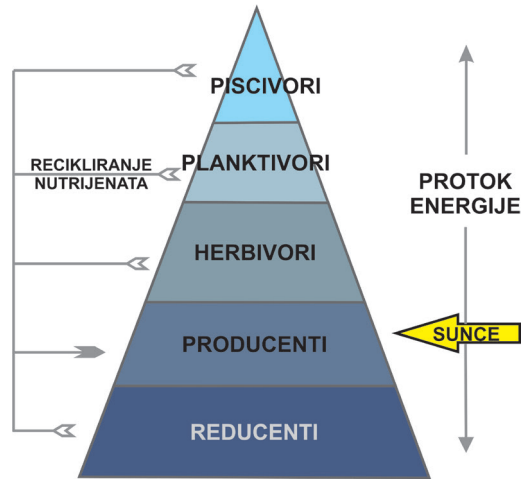


Slika 20. Uzorkovanje
Fidingerovom flašom

Primarna produkcija je proces sinteze organske materije iz neorganske (asimilacija), a karakteristična je za autotrofne organizme. Oni čine prvi nivo u trofičnoj piramidi i prvu kariku u svakom lancu ishrane. Na biomasu zajednice autotrofnih organizama utiču nutrijenti, odnosno njihov sadržaj u vodi, zajedno sa faktorima kao što su temperatura i svjetlost. U jezeru to su planktonske i bentoske alge, vaskularne

makrofite i fotosintetske bakterije. U plitkim jezerima, koja imaju uglavnom samo litoralnu zonu, ona dominira u primarnoj produkciji, tj. bentoske alge i vaskularne makrofite. U dubokim jezerima, u kojima je veličina litorala neznatna u odnosu na profundal, fitoplankton je osnovni produkcijski činilac.

Proizvođači čine osnov svakog lanca ishrane, pri čemu važi pravilo količinskih odnosa: najveću brojnost, odnosno biomasu u lancu ishrane imaju upravo proizvođači, a na svakom sljedećem nivou biomasa se smanjuje i najmanja je na posljednjem trofičnom nivou. Ovaj količinski odnos označen je kao trofička piramida (Sl. 21).



Sl. 21. Trofička piramida

Primarna produkcija je jedan od nekoliko činilaca na osnovu kojih se određuje stepen trofije vodenog sistema. Po jednom konceptu trofični status se određuje na osnovu sljedećih parametara:

1. Koncentracija nutrijenata – srednja godišnja koncentracija ukupnog fosfora, jer je on obično limitirajući nutrijent ($\mu\text{g/l}$);
2. Providnost vode – mjerena Seki diskom (m);
3. Biomasa fitoplanktona – izražena preko koncentracije hlorofila *a* ($\mu\text{g/l}$);
4. Primarna produkcija (dnevna) – preko asimilacije ugljenika ($\text{mg C/m}^2/\text{dan}$).

Na osnovu ovih parametara, u novije vrijeme jezera se dijele na pet kategorija: ultraoligotrofna, oligotrofna, mezotrofna, eutrofna i hipertrofna (Dobson i Frid, 2000) – Tab. 8

Tabela 8. Podjela jezera na osnovu stepena trofičnosti (po Dobson i Frid, 1998)

Tipovi jezera	Ukup. P ($\mu\text{g/l}$)	Hlorofil <i>a</i> ($\mu\text{g/l}$)		Prim. prod. ($\text{mg C/m}^2/\text{dan}$)	Providnost (m)	
		prosjeak	Max		Prosjeak	min
Ultraoligotrofna	< 4	< 1	< 2,5	< 30	>12	> 6
Oligotrofna	4-10	1-2,5	2,5-8	30 -100	6 -12	3 - 6
Mezotrofna	10-35	2,5-8	8-25	100 -300	3 -6	1,5 – 3
Eutrofna	35-100	8-25	25-75	300 -3000	1,5 -3	0,7-1,5
Hipertrofna	>100	>25	>75	> 3000	< 1,5	< 0,7

Ultraoligotrofna i oligotrofna jezera karakteriše generalno siromaštvo u pogledu nutrijenata, bistra, izuzetno providna voda, mala količina fitoplanktona i mala produktivnost. Ova jezera imaju relativno veliki diverzitet vrsta, ali zato malu brojnost njihovih populacija.

Mezotrofna jezera predstavljaju međustadijum, tj. prelaz između oligotrofnih i eutrofnih jezera, jer se karakterišu umjerenom količinom nutrijenata i fitoplanktona, tj. osrednjom produktivnošću. Za ova jezera je često karakteristično da se tokom godine, u zavisnosti od sezone, pomjeraju sa jednog trofičnog nivoa na drugi. Tako na primjer, po Rakočević & Hollert (2005), u Skadarskom jezeru, trofični indeksi (TSI), bazirani na hlorofilu i providnosti, ukazuju da se u periodu maj–oktobar Skadarsko jezero nalazi na slaboeutrofnom stupnju, u avgustu su zastupljeni uslovi jake eutrofije, dok je za ostatak godine karakteristična mezotrofija.

Eutrofna i hipertrofna jezera karakteriše mala do srednja dubina, velika količina nutrijenata, bogato razvijen fitoplankton i velika produktivnost, što uslovljava malu providnost vode. Velika količina organske materije uslovljava stvaranje bogatog organskog sedimenta, pa bakterije u ovoj zoni vrše intenzivnu razgradnju organskih materija. Nalaze se najčešće u blizini urbanih zona, u ravničarskim područjima. Ova jezera imaju mali diverzitet vrsta, ali zato veliku brojnost pojedinih populacija, koje često dovode i do cvjetanja vode (npr. modrozeleno alge).

Kao poseban tip mogu se izdvojiti **distrofna jezera**, koja se odlikuju velikom količinom organskih materija, niskom pH vrijednošću i malom količinom krečnjaka. Organske čestice su velike molekulske težine. To su humusne materije koje vodi daju mrku boju. Ova jezera su posebno prisutna u hladnim i vlažnim područjima sjevernog dijela Evrope.

Po Moss et al. (1997) proces povećanja trofičkog statusa vodnog tijela zbog povećanja unosa nutrijenata naziva se eutrofikacija. Eutrofikacija je i prirodni proces usljed starenja svakog relativno zatvorenog jezera. Ona je brža kod zatvorenih sistema. Ovaj proces, i to ubrzani proces eutrofikacije, registrovan je za Skadarsko jezero. Ubrzani proces eutrofikacije kao posljedica dodatnog organskog opterećenja, znatno većeg od prirodnog, i stepen njegove razgradnje od strane živih bića (što je veća količina organskih materija, uglavnom je veća i njihova razgradnja, odnosno i procesi truljenja) poznat je pod terminom saprobnost (gr. *Sapros* – truo, *bios* – biće). Prema tome, klasifikacija i kategorizacija, odnosno kakvog su kvaliteta površinske (stajaće i tekuće) i podzemne vode, može se vršiti (određivati) na osnovu prisustva (količine) organskih materija koje su podložne razgradnji mikroorganizmima. Ova kategorizacija ili utvrđivanje stepana čistoće ili zagađenja površinskih voda određuje se na osnovu sastava indikatorskih vrsta (po različitim autorima različite formule). Osnovu saprobiološkog određivanja kvaliteta voda čini određivanje broja i učestalosti određenih biljaka i životinja – indikatora zagađenja.

Kolkwitz i Marson (1902. i 1908) prvi su jasno formulirali odnose vodenih organizama prema čistoći vode i predstavili sistem za procjenu kvaliteta vode na osnovu žibih bića u njoj (bioindikator). Oni su sačinili spisak indikatorskih organizama koji se nalaze u određenim uslovima i ukazuju na kvalitet vode. Tako neki organizmi žive samo u izuzetno čistim vodama (*Daphnia longispina*), dok se drugi nalaze u vodama jako opterećenim organskim materijama (*Oligochaeta Tubifex* sp). Kasnije je Leibman (1962) poboljšao ovaj sistem i vrste je zamijenio zajednicama.

Sve prirodne slatke vode mogu se podijeliti prema čistoći (zagađenosti) na katarobne i limnosaprobne, dok se sirove i slabo razblažene industrijske vode svrstavaju u eusaprobne, koje imaju visoki sadržaj organskih materija razgradivih od strane nekih mikroorganizama. Ove su vode sa malim biodiverzitetom. Transsaprobne vode su one u kojima ne može doći do biohemijske razgradnje. Najčešće su toksične, sadrže mnogo neorganskih soli i radioaktivne su.

Katarobne vode su najčistije vode, bez ikakvog zagađenja, a to su: čiste podzemne, čiste izvorske i prečišćena voda za piće. U okviru ove kategorije se ne izdvajaju podgrupe. Definišu se i kao ksenosaprobne vode, označavaju sa x i svrstavaju u prvu kategoriju. Druga kategorija ili limnosaprobne vode s obzirom na saprobnost mogu se podijeliti na:

- Oligosaprobni stepen ili oligosaprobna voda (zona) (o) takođe je prvi stepen kvaliteta. Voda je plave boje, odlikuje je velika providnost i ima dovoljno kiseonika. Ukupni broj bakterija je manji od 100 u 1 mL. To su vode planinskih potoka (pritoke naših rijeka na koje ne utiče čovjek) i jezera (skoro sva naša planinska jezera). One se u prirodnom stanju ili nakon dezinfekcije mogu koristiti za piće. Karakteristične ribe za ove vode su pastrmke (salmonidae);
- Beta-mezosaprobna voda, ili beta-mezosaprobna zona (β -mezosaprobne), predstavlja vodu drugog stepena (za kupanje i rekreaciju) sa malo zagađenja. To je relativno čista voda sa visokim sadržajem kiseonika, sa „normalnim“ mirisom. Boja vode je zelena ili zelenoplava, a providnost je još visoka. Ukupni broj bakterija manji je od 100.000 u 1 ml. To su uglavnom veća jezera i donji tokovi većih nezagađenih rijeka. Od ribljih vrsta preovladavaju ciprinide, ali i prateće predatorske vrste. Vode koje imaju ovakav kvalitet koriste se za ribnjake;
- Alfa-mezosaprobna zona ili voda (α -mezosaprobne), predstavlja treći stepen čistoće, gdje je boja vode žuta jer sadrži veće količine organskih materija. Neprijatnog je mirisa. Zbog intenzivne razgradnje i fotosinteze, postoje značajne dnevne razlike rastvorenog kiseonika (po danu do 130%, po noći zasićenost pada do 80%). Ukupan broj bakterija veći je od 100.000 u 1 ml, a pored njih brojne su i Protozoa (Ciliata). To su riječni rukavci, sa slabijom izmjenom vode, onečišćeni vodotoci, bare, melioracijski kanali i sl. Može se koristiti u poljoprivredi, ali za gajenje riba nije pogodna. Ovakvu vodu naseljavaju ribe koje podnose male količine rastvorenog kiseonika, kao što je

karaš (*Carassius auratus*), i ribe koje mogu da koriste i atmosferski vazduh (*Misgurnus fossilis*);

- Polisaprobne vode, ili polisaprobna zona (p), predstavljaju vode jako opterećene organskim materijama i svrstavamo ih u četvrti stepen kvaliteta. Organska materija je u velikoj mjeri porijeklom od neprečišćenih gradskih i industrijskih (stočne farme) voda, preovladavaju anaerobni uslovi, a rastvorenog kiseonika u vodi ima u izuzetno malim količinama ili ga nema. To su uglavnom djelovi potoka i rijeka nizvodno od izliva kanala otpadnih voda. U ovakvim uslovima najčešće žive bakterije, a od beskičmenjaka *Tubifex* spp. i larve nekih diptera (Chironomidae). Voda je mutna, prljavosive i mrkocrvenkaste boje, ima neprijatan miris jer se kao proizvod truljenja pojavljuje vodonik-sulfid. Ukupan broj bakterija veći je od 150.000 u 1 ml. Moraju se prečišćavati ako se upotrebljavaju u određene svrhe.

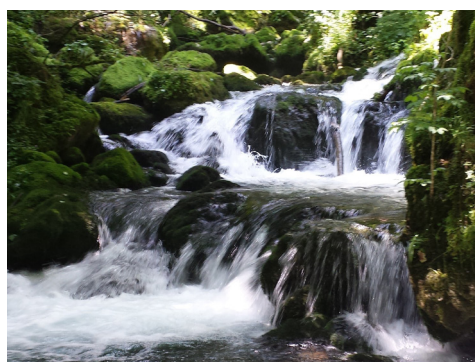
Ovi stepeni ili nivo saprobnosti reflektuju intenzitet procesa degradacije organske materije u vodenom ekosistemu, a određuju se preko prisustva organizama (vrsta ili zajednica) – bioindikatora. Brojčani (broj) izraz koji je rezultat stanja bioindikatora pokazuje kakvog je kvaliteta neka voda i predstavlja indeks saprobnosti. Znači, indeks saprobnosti (SI) je biološki indikator statusa voda koji se koristi za ocjenu nivoa organskog zagađenja. Indeksi su jednostavni aritmetički izrazi zasnovani na nekom od oblika brojanja taksona i obično povezani sa faktorima koji su izvedeni iz ekološke tolerancije taksona, a često predstavljaju „vrijednost indikacije i procjenu ekološke amplitude u odnosu na zagađenja“ (Descy, 1979). Indeksi, kao numerički izraz, nijesu fiksni brojevi, već za svaku kategoriju postoji veće ili manje, uglavnom približno variranje. Na primjer: od 0 do 1 je ksenosaprobnost, od 1 do 1,5 oligosaprobnost, od 1,5 do 2,5 beta-mezosaprobnost, od 2,5 do 3,5 alfa-mezosaprobnost i od 3,5 do 4 polisaprobnost.

Svi su organizmi potencijalno dobri indikatori (od protozoa do riba), a u skladu sa bioindikatorskom grupom i analizom pojedinačnih komponenti razvijeno je više metodologija i matematičkih obrazaca za ocjenu kvaliteta vodenog objekta. Neki od njih su: indeksi saprobnosti (Pantle-Buck, 1955), dijatomi indeks, indeks zagađenja (biološki indeks zagađenja), indeks diverziteta (Shannon-Wiener-ov index) i sl.

Za utvrđivanje kvaliteta vode, i uopšte kvaliteta životne sredine, najpouzdaniji su živi organizmi i njihove zajednice, jer se ne mogu mijenjati u kratkim vremenskim intervalima, pa pokazuju uslove koji su u datom vodenom sistemu prisutni duže vrijeme. Fizičko-hemijskim metodama određujemo samo trenutno stanje vodenog objekta jer se fizičko-hemijske karakteristike brzo mijenjaju, ali i brzo vraćaju u prethodno (prirodno) stanje. Za razliku od bioloških, one su brze metode (većina parametara se može mjeriti na terenu) i pogodne su za hitne i ekscerne slučajeve. Biološkim metodama se utvrđuje ukupno stanje ekosistema, a hemijskim analizama se mjere pojedinačni činioci (na primjer teški metali), odnosno nedostatak i prisustvo ili količina nekog parametra.

Životne zajednice tekućih voda

Svaka rijeka, čak i pojedini njeni regioni, pored specifičnih ekoloških faktora ima specifične – različite životne zajednice. Za razliku od stajaćih voda, u tekućim praktično postoje samo dvije zajednice organizama: nekton i bentos. Odsustvo drugih zajednica rezultat je znatnog strujanja (> 1 m) vode, a zajednice poput neustona, planktona i makrofitske vegetacije razvijaju se samo na mirnim mjestima, uglavnom u donjim tokovima ravničarskih rijeka. Riječne zajednice su u pravilu iste ili slične onima u stajaćoj vodi (jezeru) u koju se rijeka uliva. To istovremeno znači da je vegetacija ribnjaka skoro identična vegetaciji rijeke iz koje se napaja vodom, pod uslovom da se napaja iz donjeg toka, koji ima već razvijene makrofite (ribnjaci u Mađarskoj, Vojvodini i sl.). Naše rijeke, izuzev rijeke Bojane i djelimično rijeke Morače, nemaju razvijene zajednice viših biljaka. U rijekama su zastupljene mahovine (rodovi *Cinclidotus* i *Fontinalis*) i perifiton (epilitične alge), a rijetko druga vegetacija, pogotovo kod brzih planinskih rijeka (Sl. 22).



Slika 22. Tip supstrata (kamenje) u gornjem toku rijeke sa busenovima mahovine

Uobičajeno je da se na osnovu nekoliko abiotskih karakteristika (podloge, brzine vode) rijeke grubo zoniraju u tri regiona: gornji, srednji i donji. Ova gruba podjela češće je samo obično segmentisanje bez jasnih morfoloških i ekoloških karakteristika, ali je pogodna upravo za grubu podjelu kada su ove dvije zajednice u pitanju. Međutim, na osnovu ihtiofaune, riječni tokovi se mogu preciznije zonirati, pa se u velikim rijekama (Sava, Dunav) može izdvojiti četiri ili pet zona. U daljem tekstu bentos, i to zoobentos (makroinvertebrate), analiziraće se u tri segmenta rijeke, a nekton (ihtiofauna) u pet zona. Uz njih se daju i osnovne abiotske karakteristike.

Bentos

S obzirom na to da su bentoski organizmi vezani za riječno dno, sastav njihovih biocenoza zavisi prvenstveno od tipa dna, koji je uslovljen brzinom toka. U gornjem dijelu toka, gdje je i najveća brzina vodenog strujanja, prevladava stjenovito i kamenito dno, koje nizvodno (u drugim zonama) prelazi u šljunkovito i napokon u pjeskovito i muljevito.

Bentos gornjeg toka rijeke

U gornjem toku brzina strujanja vode je odlučujući faktor – određuje vrstu supstrata i mehanički djeluje na organizme. Stijene, kamenje i šljunak (Sl. 22) pokriveni su vrlo tankim organskim slojem koji nastaje deponovanjem organskog materijala, a u slučaju velike brzine toka, ovog organskog supstrata gotovo da nema. Odnoseći supstrat, strujanje otežava pričvršćivanje krupnijih (vaskularnih) biljaka, a mehanički može potpuno da ih iščupa ili pokida. Zato je, usljed jakog strujanja vode, vegetacija gornjeg toka rijeke oskudna.

Zoobentos je mnogo bolje razvijen zahvaljujući nizu adaptacija na uslove povećanog strujanja vode. U busenovima mahovina čest je račić *Gammarus balcanicus* (Sl. 23), zajedno sa larvama Ephemeroptera, koje imaju dorzo-ventralno spljošteno tijelo i izraštaje za pričvršćivanje, i Plecoptera (*Leuctra nigra*). Česte su Coleoptera (*Helmis maugetii*) i Trichoptera (*Hydropsyche*), zatim puževi *Ancylus fluviatilis* i više vrsta roda *Neritina*.



Slika 23. *Gammarus balcanicus*

Pored brzine vode, rastvoreni kiseonik i temperatura u znatnoj mjeri određuju strukturu zajednica u potocima i gornjim tokovima rijeka (gornji ritron). Sezonska dinamika zoobentosa je vrlo izražena: u proljeće je eksplozija imaga, ljeti je polaganje jaja i pojava larvi koje do jeseni odrastu. Obično je najveća biomasa zoobentosa u rano proljeće. Organizmi se hrane na različite načine (trulim i svježim materijama), a ima i predatora (pijavice, larve mnogih insekata, vodene grinje itd.). Tipični su semiakvatični insekti, čije larve su isključivi predatori, Odonata (vilini konjići). Uglavnom se hrane larvama drugih insekata i vodozemaca, račićima i ribljom mladi.

Bentos srednjeg toka rijeke

U srednjem toku rijeke javljaju se veća kolebanja temperature (u odnosu na gornji dio toka), usljed manje brzine strujanja vode i nekih geomorfoloških karakteristika terena. Zbog smanjene brzine toka, sedimenti se intenzivnije akumuliraju, pa je dno najčešće šljunkovito i kamenito, naročito u zaklonjenim djelovima (Sl. 24). I u ovoj zoni kao primarni producenti dominiraju vodene mahovine (*Cinclidotus*, *Fontinalis*), a zoobentos ovog toka obuhvata široki spektar oblika. U ovoj zoni dominiraju euritermne i fitofagne forme. Od puževa javljaju se uglavnom reofilne vrste (*Theodoxus fluviatilis*), česte su Oligochaeta, a od račića *Asselus aquaticus*. Takođe su brojne i larve insekata: Ephemeroptera Trichoptera, Odonata, Chironomidae, Plecoptera itd., Chironomidae i Oligochaetasa, brojnije u djelovima toka sa mirnijom vodom, jer preferiraju pijesak i veću količinu organskog sedimenta. Longitudinalni raspored i abundanciju grupa, kao i vrsta, određuje više faktora.

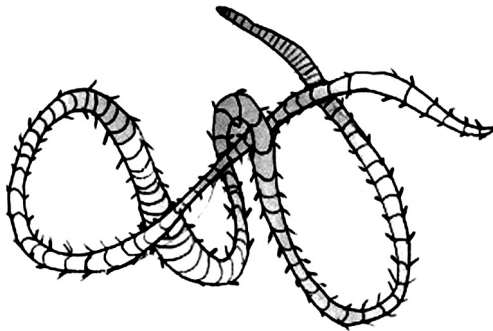


Slika 24. Kamenita i šljunkovita podloga u srednjem toku

Bentos donjeg toka rijeke

U donjem toku rijeka teče uglavnom kroz ravno područje, pa ima mirnu i relativno duboku vodu, a dno je šljunkovito, pjeskovito, često i muljevito. Korito je većim dijelom obraslo podvodnom vegetacijom, koja je često slabo primjetna u dubljim djelovima.

Za donji tok rijeke karakteristični su organizmi i zajednice slični jezerskim, a zoobentos je predstavljen uglavnom psamopeloreofilnim organizmima, tj. organizmima koji preferiraju pjeskovitu i/ili muljevitou podlogu. To su: razni puževi (*Planorbis* sp., *Viviparus* sp.), školjke (rodovi: *Dreissena*, *Anodonta*), zatim Chironomidae (rod *Chironomus*), Oligochaeta (rodovi: *Nais*, *Tubifex* – Sl. 25), Nematoda, Crustacea (rakovi), Hirudinea (pijavice). Larve Trichoptera, Plecoptera, Ephemeroptera, Odonata itd. znatno su rjeđe nego u gornjim zonama. U ovoj zoni se javljaju organizmi koji udišu atmosferski vazduh (Sl. 26).



Slika 25. *Tubifex* sp.



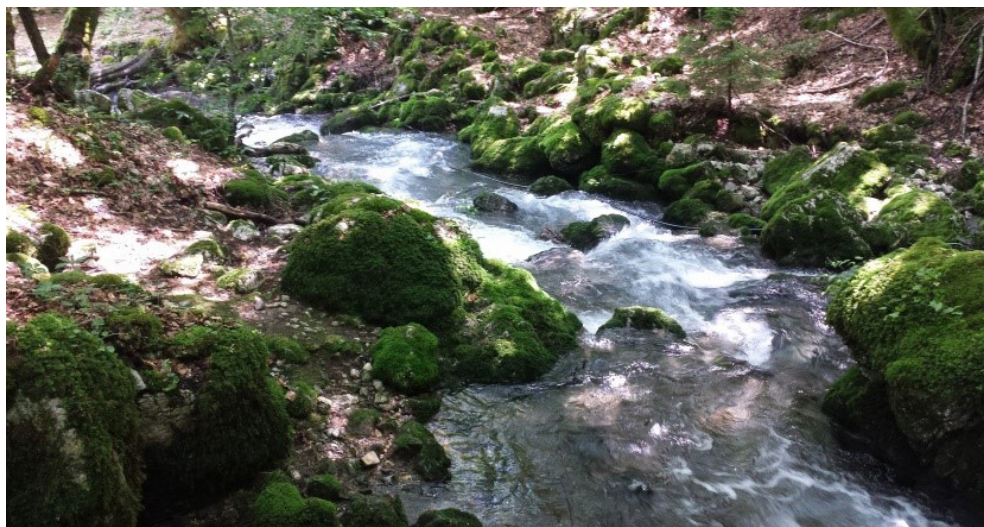
Slika 26. *Dytiscus* sp.

Kada se grubo uporede ove tri riječne zone, ili pak zajednice u ritronu i potamonu, jasno se mogu sagledati razlike u strukturi zajednica. U gornjem toku (ritron) dominiraju uglavnom larve insekata Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera i nekih Diptera (Simuliidae). U zoobentosu donjih tokova, odnosno potamonu, dominiraju grupe i vrste koje imaju veću sličnost sa jezerskim zajednicama nego sa ritronskim. Fini pijesak koji je postojan u zoni sedimentacije omogućava organizmima poput hironomida, oligoheta, nematoda, pa i mekušaca povoljne uslove za opstanak. Njihova brojnost prevazilazi brojnost drugih bentoskih organizama, ali zbog malih dimenzija (izuzev mekušaca) oni u ukupnoj biomasi imaju malo učešće.

Nekton

U riječnim sistemima, pogotovo brzim planinskim rijekama, nekton čine samo ribe. U ekološko-biološkom zoniranju rijeka duž longitudinalnog profila najčešće se koriste upravo riblje vrste, odnosno riblje zajednice. Riječne zone su dobile nazive po dominantnim vrstama u pojedinim riječnim djelovima ili odsječcima.

Prva zona, tj. područje bliže izvoru, označena je kao **zona pastrmke** ili salmonidni region. Ovaj region se karakteriše najjačim strujanjem vode (nagib terena 7–10%), niskom temperaturom (do 10–12 °C) koja malo varira, visokom koncentracijom kiseonika, a podloga je uglavnom sačinjena od stijena i krupnog kamenja, rjeđe krupnih oblutaka (Sl. 27). To su uglavnom manje rijeke i potoci kod kojih je izraženo turbulentno strujanje vode (Ibar iznad Rožaja, Zlorečica i većina pritoka pet većih crnogorskih rijeka). Ovo područje, pored potočne pastrmke – *Salmo labrax*, u crnomorskom slivu naseljavaju i *C. gobio* i *Phoxinus csikii*. Gornje djelove rijeka u jadranskom slivu, Moraču i njene pritoke, uglavnom nastanjuje samo *S. farioides* (Morača uzvodno od Mioske).



Slika 27. Gornji tok, salmonidni region (rijeka Lješnica)

Iza prvog područja dolazi **zona lipljena** ili timalidni region (po *T. thymallus*). Ovaj region se odlikuje većom dubinom i manjom brzinom vode od prethodnog, a često se smjenjuju brzaci sa turbulentnim strujanjem vode i zaravnjeni tereni sa laminarnim strujanjem (Sl. 28). Korito rijeke je prošireno, a dno je uglavnom šljunkovito sa krupnim i sitnim frakcijama šljunka. Voda je bogata kiseonikom, temperatura prosječno oko 15°C, a rijetko dostiže 20 °C (u Tari i Morači 17-18 °C). Ova zona je karakteristična za većinu evropskih rijeka,



Slika 28. Lipljanski region – Tara

a kod nas se jasno može izdvojiti u rijekama Dunavskog sliva. Međutim, kako ove vrste nema u Jadranskom slivu, u rijeci Morači na primjer, ne može se izdvojiti ova zona po karakterističnoj vrsti ribe. U vodama Crnomorskog sliva (kod nas) prateće vrste su *A. bipunctatus*, *B. balcanicus*, *B. barbatula*, *T. rysela*, *Lota lota* i dr., a od pastmki prisutna je, pored *S. labrax*, i mladica (*Hucho hucho*). Cijeli tok rijeke Tare pripada ovom regionu, a samo njegove pritoke salmonidnom regionu.

Nizvodno od lipljenskog nalazi se **mrenski region** (Sl. 29), koji je sličan prethodnom po morfologiji, ali sa nešto višom temperaturom (20 °C) i znatno sporijim tokom – laminarno kretanje vode (nagib toka oko 2%). U ovom regionu zastupljenije su sitnije frakcije šljunka, a javlja se i pijesak. Prelazi između svih regiona nejasni

su kako po morfologiji tako i po sastavu ihtiofaune. Tipični mrenski region, u vodama Crnomorskog sliva, karakteriše prisustvo vrste *B. barbatus*, uz koju su brojne i sljedeće vrste: *C. nasus*, *S. cephalus*, *C. elongata*, *G. obtusirostris* i *S. balcanica*. U ovoj zoni je brojna i mladica (*H. hucho*), prisutan je i veći broj vrsta iz gornjeg ili donjeg regiona, a javljaju se i neke piscivorne vrste kojih nema u našim rijekama (*E. lucius*, *S. lucioperca*). Donji dio ili djelovi točkova rijeka Zete i Morače (Sl. 31 i 32)



Slika 29. Mrenski region - Lim

po morfologiji korita i hidrološkim karakteristikama su, od svih crnogorskih voda, najslbližnji tipičnom mrenskom regionu iz Dunavskog sliva.

Jaki antropogeni faktor je i ovim rijekama izmijenio izgled na velikom području. To za rezultat ima izuzetno siromašnu ihtiofaunu, pa po njoj nije moguće odrediti kom regionu pripadaju takva područja. Devastiranih područja ima u svim većim riječnim tokovima, a u posljednje vrijeme su posebno pod pritiskom salmonidni regioni, na kojima se grade male hidroelektrane. Veliki hidroenergetski sistemi ili velike hidroakumulacije (Otilovići) ispuštaju vodu koja nema fizičko-hemijske karakteristike kao matična rijeka, pa remete nizvodni režim voda, mijenjajući brzinu toka, vodostaj, temperaturu i dr., što se odražava na ribe. U rijeci Pivi nizvodno od jezerske brane nijesu registrovane ribe.

Područje koje se nadovezuje na mrenski region je *zona deverike* (*Abramis brama*), koja se karakteriše jasnom pedo-morfologijom (duboke vode) i fizičko-hemijskim karakteristikama. Ljeti su ove vode tople (do 25 °C) i zamućene, jer su nanosi mulja veliki. U površinskim slojevima sadrže dosta kiseonika, a pri dnu relativno nisku koncentraciju. Dno je pjeskovito i muljevito, bogato detritusom, obale su obrasle gustom vegetacijom, a razvija se i zajednica planktonskih organizama (potamoplankton). Ihtiofauna je izuzetno bogata i raznovrsna, pa je prisutno i mnogo predatora, a zajednica se karakteriše velikim prisustvom ciprinidnih vrsta. U rijekama Dunavskog sliva, u zoni deverike, prisutne su sljedeće vrste: *C. carssius*, *C. carpio*, *S. erythrophthalmus*, *R. rutilus*, *T. tinca*, *M. fossilis*, od predatora dominiraju štika (*E. lucius*), smuđ (*S. lucioperca*), a javlja se i som (*S. glanis*). Kod rijeka u Crnoj Gori ne može se izdvojiti ovo područje, ali bi samo pojedini kratki djelovi rijeke Bojane pripadali zoni deverike. Na ovim staništima u rijeci Bojani prisutno je više vrsta.

Kao posljednje riječno područje izdvaja se i područje ušća u more. To je **zona lista** (*Platichthys flesus*), gdje su kolebanja temperature (poraste preko 25°C) i saliniteta znatna. Ova područja imaju svoje specifičnosti, jer predstavljaju tipične zone sedimentacije finih suspendovanih čestica. Zbog stalnog nanošenja novog sedimenta, na tim djelovima rijeke često se formiraju plicaci.



Slika 30. Rijeka Bojana

Zbog plima i oseka, zavisno od količine padavina, oscilacije saliniteta su neizbježne i mogu biti ekstremne. U ovoj zoni žive estuarske (eurihaline) vrste riba koje su prilagođene velikim oscilacijama saliniteta, ljeti visokim temperaturama, promjenljivom kiseoniku i sl. (Marić i Rakočević, 2009). U ovakvim staništima u rijeci Bojani (Sl. 30) pored lista nađene su: vrste iz roda *Sygnathus*, *Mugil cephalus*, vrste iz roda *Chelon*, *Dicentrarchus labrax*, *Anguilla anguilla*, a u pridnenom (slanom) dijelu tipične marinske vrste.

Gore opisan način zoniranja rijeka posebno je naglašen u literaturi o evropskim vodama. Međutim, ni u svim vodama u Evropi ovo zoniranje ne može da se primijeni, jer pojedine rijeke, ili bolje rečeno slivovi, imaju svoju specifičnu ihtiofaunu. Tako, na primjer, u vodama Engleske nema lipljena (*Thymallus thymallus*), a nema ga ni u većini mediteranskih rijeka. Takođe, ovo zoniranje nije primjenljivo u mnogim vodama drugih kontinenata (Marić, 2019).



Slika 31. Rijeka Morača – donji tok



Slika 32. Rijeka Zeta – donji tok

MORFOLOGIJA, ANATOMIJA I FIZIOLOGIJA

Ribe su vodeni kičmenjaci sa vilicama (Gnathostomata) koji imaju (zadržavaju) škrge tokom cijelog života. U prošlosti su sve recentne ribe (hrskavičave i košljoribe – ribe sa okoštanim skeletom) u ihtiološkoj literaturi svrstavane u jednu klasu – Pisces, a ponekad sa njima i Agnatha (zmijuljice), kao jedinstvena grupa, obično navođena kao superklasa. U posljednje vrijeme recentni kičmenjaci obično se svrstavaju – grupišu u sedam klasa, a dvije su klase izdvojene iz nekadašnje grupe Pisces. To su ribe sa hrskavičastim skeletom (Chondrichthyes) i ribe sa koštanim, odnosno okoštanim skeletom (Osteichthyes). Već duže vrijeme zmijuljice se ne svrstavaju u ribe. Zbog velikih razlika (morfoloških, anatomskih, fizioloških) između ove dvije grupe u literaturi se, u posljednje vrijeme, ne upotrebljava zajednički naziv Pisces (Marić, 2019).

Hrskavičave ribe – Chondrichthyes (gr. *chondros* – hrskavica, *ishthyes* – riba) odlikuje: hrskavičav endoskelet, plakoidne krljušti, nemaju riblji mjehur, nemaju plućne organe, postojanje ceratotrihija u perajima – metameran raspored suprarenalnih paraganglija. Imaju vrlo razvijenu – krupnu jetru, koja može da čini do 20% ukupne težine. Imaju veći broj škržnih proreza, pet do sedam. Oplodnja je unutrašnja, a polni dimorfizam vidljivo izražen – na ventralnim perajima dio se transformisao i imaju intromitni (kopulatorni) organ. One su u pravilu morske vrste.

Košljoribe – Osteichthyes (gr. *osteon* – kost, *ichthyes* – riba) odlikuje: endoskelet je najčešće okoštao, koštani škržni poklopac (operkulum) koji zatvara škržne pukotine, kod nekih postoje riblji mjehur ili plućni organi (makar u primitivnom stanju), lepidotrihije u perajima (nastali od dermalnih kostiju), specifične krljušti (ganoidne, kosmoidne, elasmoidne – cikloidne ili ktenoidne), komponente adrenalnog kompleksa su prostorno vezana za krvne sudove, u membranskom lavirintu se nalaze kompaktni otoliti (kalcifikovana masa).

Ako se uzima da su košljoribe (Osteichthyes) klasa, onda se najčešće u okviru ove klase izdvajaju dvije potklase recentnih riba: Sarcopterygii (šakoperke) i Acti-

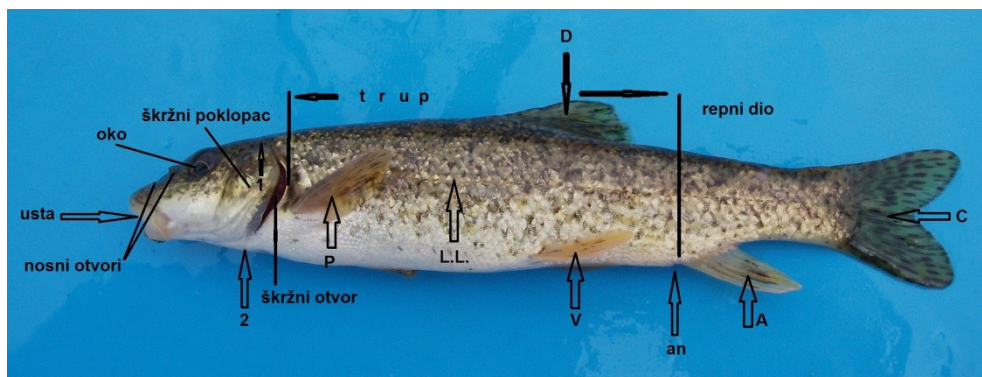
nopterygii (zrakoperke). Eschmeyer & Fong (2011) umjesto klase Osteichthyes izdvajaju dvije klase: Sarcopterygii i Actinopterygii. U Sarcopterygii spadaju dvije vrste iz roda *Latimeria* (*L. cholumnae* – istočna Afrika i *L. menadoensis* – Indonezija) svrstane u podred Coelacanthini i šest vrsta dvodihalica iz podreda Dipnoi.

Druga grupa – Actinopterygii (gr. *aktis* – zrak, *pterygion* – peraje, krilo) jeste grupa sa izuzetno velikim brojem predstavnika – vrsta (oko 30.000 vrsta) koje naseljavaju sve tipove vodenih basena – sistema. Zbog raznolikosti u građi i drugim karakteristikama obično se grupišu (razdvajaju, izdvajaju) u tri grupe (infraklase): **Chondrostei** (gr. *chondros* – hrskavica, *osteon* – kost), **Holosteii** (gr. *holos* – cijeli, *osteon* – kost) i **Teleosteii** (gr. *Teleos* – kompletan, *osteon* – kost). Holosteii su malobrojna grupa slatkovodnih riba (osam vrsta) iz Sjeverne Amerike, dok su Chondrosteii brojniji (oko 50), a najbrojnije su vrste u grupi Teleosteii (preko dvije trećine poznatih).

U kontinentalnim vodama Crne Gore nađeni su predstavnici iz grupe (*infraclassis*) Chondrosteii i Teleosteii. Iz grupe Chondrosteii (Acipenseriformes) su dvije vrste, koje umjesto prave kičme cijelog života imaju hordu. Kao sve ribe iz slatkih voda (kontinentalnih) Crne Gore, pripadaju grupi Actinopterygii. U daljem će se analizirati samo karakteristike ove grupe, sa vrlo malo ili bez komparativne analize sa drugim grupama.

SPOLJAŠNJA GRAĐA – MORFOLOGIJA (oblik tijela i peraja)

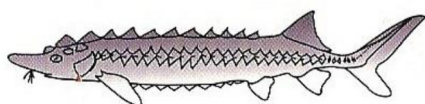
Kako su košljoribe najbrojnija grupa (klasa) kičmenjaka i naseljavaju sva vodena staništa u dugom procesu evolucije (poznate iz devona – više od 400 miliona godina), one su evoluirale u najrazličitije forme i oblike. Mogu se grupisati prema nekoliko osnovnih oblika: vretenast, oblik torpeda (tune), čunasti (ribe dna mirnih voda), zmijoliki (jegulje), loptasti (manji broj morskih vrsta) i dr. Pojedine grupe riba nemaju riboliki izgled, već oblikom podsjećaju na neke objekte u svojoj sredini (najčešće vegetaciju – morski konjići). RIBE su najčešće vretenastog oblika, manje ili više bočno spljoštene. Tijelo ribe se sastoji iz tri glavna dijela: glave, trupa i repa, koji su međusobno čvrsto spojeni, što im omogućava lako pokretanje i plivanje kroz vodu. Granica između glave i trupa sa dorzalne strane je mjesto gdje se završava lobanja, a posmatrano lateralno, granica glave je zadnji dio škržnog poklopca. Granica između trupnog i repnog dijela je analni otvor, odnosno vertikalna koja dijeli tijelo iznad analnog otvora (Sl. 33).



Slika 33. Spoljašnja morfologija: 1 – dorzalna granica glave i trupa i 2 – ventralna; an – analni otvor; l. l. – bočna linija; D – leđno, P – grudno, V – trbušno i A – analno peraje (iz Marić, 2019)

Glavni lokomotorni organ riba je repno peraje, koje je pljosnato i vertikalno postavljeno. U zavisnosti od pozicije posljednjih kičmenih pršljenova u odnosu na režnjeve repnog peraja, razlikuju se tipovi repnih peraja. Obično se izdvajaju tri tipa: heterocerkno, dificerkno i homocerkno (slike niže).

Heterocerkno – asimetrično peraje sa razvijenijim gornjim dijelom. U njega duboko zalaze posljednji kičmeni pršljenovi (Chondrostei). Dificerkno – vrh kičme prodire kroz sredinu repnog peraja, odnosno gornji i donji režanj su iste veličine (dvodihalice). Homocerkno (Teleostei) spolja gledano je simetrično, mada lobusi mogu biti nejednake veličine. U osnovi ovih peraja kičmenica se, više ili manje izraženo, podiže nagore.

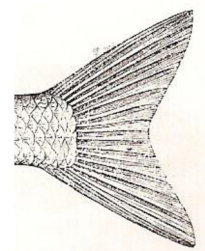


Heterocerkno peraje



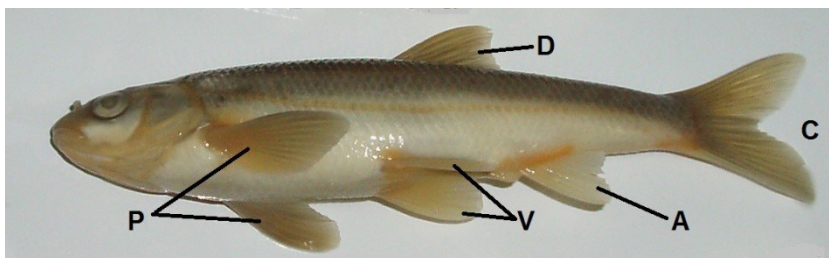
Dificerkno peraje

Pored onog na repu, peraja se obično nalaze na leđima, truhu i na početku repnog dijela. Broj i raspored ovih peraja je specifičan za više taksonomske kategorije, a oblik za vrste i rodove. Peraja mogu biti parna i neparna. Parna su grudna (*pinae pectoralis*) i trbušna (*pinae ventralis*), a neparna su leđno (*pinae dorsalis*), analno (*pinae analis*) i repno (*pinna caudalis*). Od neparnih peraja obično je naj-snažnije razvijeno repno. Između leđnog i repnog kod salmonida i somova iz porodice Ictaluridae, nalazi se masno



Homocerkno peraje

peraje (*pinae adiposa*) kome nedostaju žbice. Spoljašnji izgled riba karakteriše broj, oblik i raspored peraja (Sl. 34). Broj neparnih peraja varira, dok je parnih za sve konstantan (po dva) i oni su homologa prednjim i zadnjim udovima tetrapoda. To su prava vesla koja služe za održavanje ravnoteže i za ubrzavanje ili usporavanje kretanja. Njihova pozicija na tijelu varira u zavisnosti od grupe riba. Grudna peraja se uvijek nalaze neposredno iza škržnih poklopaca. Mogu biti postavljena veoma nisko, kao kod štuke (*Esocidae*), nisko, tj. na donjem dijelu trupa (*Salmoniformes*, *Cypriniformes*), ili na sredini tijela, kao kod cipola (*Mugilidae*).



Slika 34. Peraja: D – leđno, P – grudna, V – trbušna, A – analno, C – repno (iz Marić, 2019)

Pozicija trbušnih peraja, kao i oblik, vrlo su varijabilni. Ona mogu biti postavljena neposredno ispod grudnih peraja ili čak neznatno pomjerena naprijed (kod bakalara – *Gadiformes*), neposredno iza ili u blizini grudnih (*Perciformes*) ili približno na sredini tijela (*Cypriniformes*), a mogu čak i nedostajati (jegurlje). Sve slatkovodne ribe iz Crne Gore imaju jedno ili dva dorzalna i jedno analno peraje, koja mogu biti različitih oblika i veličina. Na osnovu toga kakvog je izgleda završetak (spoljna ivica) ovih peraja, mogu se razlikovati tri tipa: konkavno (udubljeno), konveksno (ispupčeno) i ravno peraje.

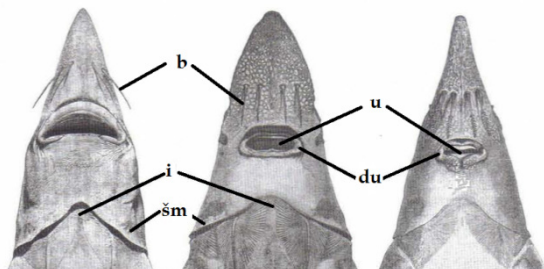
Sva peraja tipičnog izgleda za grupu teleostei imaju jedinstvenu ili klasičnu građu, unutrašnju ili spoljašnju izgled. Ona su građena od koštanih zraka (žbica) koji im daju čvrstinu, a između njih je razapeta membrana (Sl. 35). Ovi kožni koštani zraci, tzv. lepidotrihe (*lepidotriche*), zglobno su vezani za skeletne elemente koji su zariveni u muskulaturu. Žbice su većinom izgrađene od sitnih koštanih članaka i na vrhu se dihotomo granaju. Ovi završeci zraka daju dodatnu potporu ivičnim djelovima peraja. Postoje dvije vrste žbica: granate i negranate. Vidljivi dio leđnog i analnog peraja zglobno su vezani za skeletne elemente koji su zariveni u muskulaturu. Grudna peraja su vezana za rameni pojas, a ventralna peraja za karlični pojas ili pojas trbušnih peraja.



Slika 35. Izgled i građa peraja (*p. dorsalis*)

Opštem izgledu riba posebnu karakteristiku daje izgled ili građa glave i njenih djelova. Kod jesetri i kečiga (Acipenseriformes) izgled glave je jedna od prepoznatljivih karakteristika (Sl. 36). Prednji dio je izdužen i zaoštren u tzv. rostrum. Usta su na donjoj strani glave oivičena usnama, a ispred njih na rostrumu se nalaze brčići.

Jedna od glavnih karakteristika riba iz grupe Teleostei je da imaju proturzivna usta, odnosno premaksile i maksile su im pokretne (Sl. 37), kao i donja vilica. Pokretljivost ovih kostiju nije ista kog svih vrsta, već je karakteristika viših kategorija i u vezi je sa načinom ishrane.



Slika 36: Ventralni izgled glave tri vrste kečiga; u – usta, du – donja usna, b – brčići, i – istimus, šm – škvržna membrana (iz Kottelat & Freyhof, 2007 – modifikovano)



Slika 37: Bočni izgled glave grupe teleostei (gornja i donja vilica izvučena)

Kod grupe Teleostei takođe se na glavi, odnosno na prednjem dijelu glave, mogu nalaziti razne izrasline (kod dubinskih riba) ili usta mogu biti transformisana u različite oblike. Po poziciji, usta mogu biti gornja, terminalna i donja, a često se kao posebna kategorija izdvajaju i poludonja. Kod slatkovodnih riba iz Crne Gore mogu se izdvojiti četiri tipa ili pozicije usta (Sl. 38). Na glavi, pored usta, karakterističan izgled ribama (grupama) daju i razne izrasline. Jedna od tih karakteristika su brčići, koji se nalaze oko usnog otvora, na gornjoj i donjoj usni.



gornja



terminalna



poludonja



donja

Slika 38. Izgled, pozicija usta kod riba (iz Marić, 2019)

Na glavi se kod manjeg broja vrsta nalaze razne vrste bodlja, kao na primjer kod peša (*C. gobio*), a kod nekih vrsta prisutne su kvržice koje su posebno izražene tokom mrijesta. Za vrijeme mrijesta, posebno kod mužjaka, mogu se javiti i druge sekundarne polne odlike (svadbeno ruho). Kod pastrmki, kao što je kalifornijska, tokom mrijesta (i u ribnjacima) donja vilica se izdužuje i iskrivljuje prema gornjoj. Pozicija, pa i veličina očiju može biti karakteristična za više taksonomske kategorije, a te karakteristike su u vezi sa staništem u kojem žive. Tako na primjer bentoske ribe u pravilu imaju oči na gornjoj polovini glave ili na samom vrhu (*Gobio*, *Barbatula*), pa im je vidno polje iznad sedimenata, dok su kod nektonskih riba one smještene sa bočnih strana glave (Sl. 38, 53). Kada je riječ o veličini očiju, srazmjerno veće imaju predatorske vrste. Takođe srazmjerno veličini tijela, mlade jedinke imaju krupnije oči.

Spoljašnji izgled svake vrste ili grupa riba karakteriše prisustvo ili odsustvo krljušti ili drugih tvorevina na tijelu. Za kečige (*Acipenseriformes*) je karakteristično prisustvo pet redova koštanih ploča koje su formirane stapanjem krljušti. Ovoj grupi su svojstvene ganoidne krljušti. One se uglavnom nalaze na gornjem režnju repnog peraja, međutim, kod nekih se vrsta nalaze po cijelom tijelu.

Tijelo riba iz grupe Teleostei je pokriveno elasmoidnim (cikloidne i ktenoidne) krljuštima ili može biti golo, što je sekundarna pojava. Ove krljušti su okrugle, rjeđe ovalne, i po tijelu poređane kao crijep na krovu (Sl. 39). Svaka krljušt je svojom osnovom duboko usađena u krzno, a zadnjim slobodnim krajem okrenuta unazad i pokriva osnovu sljedeće krljušti. Ovakav njihov raspored daje ribama karakterističan spoljašnji izgled. Kod nekih se mogu nalaziti i na glavi (lateralno i dorzalno). Duž bokova tijela, uglavnom po sredini ili nešto niže, kod velikog broja riba nalazi se niz krljušti koje su perforirane (Sl. 39). To je bočna linija (*linea lateralis*) i ona predstavlja za ribe specifičan čulni organ. Bočna linija može biti potpuna, tj. da se nalazi duž cijelog tijela, ili pak isprekidana ili nepotpuna. Ona postoji i kod riba koje su bez krljušti. Broj perforiranih krljušti u bočnoj liniji ili broj pora u koži važan je taksonomski karakter.



Slika 39. Izgled bočne linije kod *Scardinius knezevici* iz Skadarskog jezera

Pored navedenih osnovnih karakteristika spoljašnje morfologije, odnosno karakteristika koje ribama daju specifičan izgled, treba istaći i boju, odnosno obojenost riba. Po nekoj karakterističnoj obojenosti dijela tijela mnoge vrste se mogu jasno razlikovati (kod nekih se koriste i kao jasan taksonomski karakter), na primjer: obojenost ili išaranost kompletnog tijela kod pastrmki, a obojenost peraja kod roda *Salvelinus*, taksonomski je karakter. Boja kod riba, kao i kod drugih životinja, ima iste funkcije, odnosno služi im za sakrivanje, za opominjanje (aposemija), koriste ih u funkciji razmnožavanja i sl.

ANATOMIJA I FIZIOLOGIJA RIBA

KOŽA

Koža je organ ili sistem organa koji kod riba ima višestruku funkciju. Osnovna je zaštita od spoljašnjeg uticaja fizičkih, hemijskih i biotičkih faktora na organizam. Osim toga, ona učestvuje u disanju, ekskreciji, osmoregulaciji, regulisanju tjelesne temperature, a u određenim slučajevima ima i apsorpcionu ulogu. Koža kod riba predstavlja i čulni organ, jer su u njoj raspoređene različite senzitivne ćelije.

Različita boja riba (kože) uslovljena je prisustvom većeg broja pigmentskih ćelija koje, poređane na različite načine, daju ribi raznolike šare. Melanofora (*melanophorae*) – sadrže tamni pigment, eritrofora (*erytrophorae*) – crveni pigment, ksantofora (*xantophorae*) – žutu i crvenu boju, i leukofora (*leucophorae*) ili guanofora (*guanophorae*) – ne sadrže pigmente, već kristale nastale od purina (najčešće guanin i hipoksantin) koji daje ribama metalnoplavu i srebrnastu boju. Pod uticajem nervnih impulsa, ribe mogu mijenjati boju: najčešće prema boji okoline. Na tamnoj podlozi se pigment rasprši u ćeliji kože i tada riba poprimi tamnu boju. Na svijetloj podlozi, pigment se skupi oko jezgra i osnovna boja ribe postaje svjetlija. Pri većoj količini kiseonika, boja ribe je tamnija (pastrmke iz brzih planinskih voda). *Salmo farioides* iz donjih tokova rijeke Morače (Sl. 40) i iz Skadarskog jezera skoro potpuno izgubi crvene pjege, crne se redukuju i tijelo dobije svijetlu ili srebrnu boju (ima narodno ime strun).



Slika 40. *Salmo farioides* iz rijeke Morače – forma strun

Intenzivno svijetla boja ribe upozorava na nedostatak kiseonika. To se vrlo često dešava prilikom transporta gajenih riba.

Krljušti Kod većine recentnih riba tijelo je pokriveno krljuštima (*squama*), ponekad tako sitnim i duboko usađenim u kožu da im koža izgleda gola (jegulja). Krljušti imaju zaštitnu funkciju, daju tijelu gipkost i sprečavaju nabiranje kože na bokovima. Krljušti se po građi dijele na plakoidne, kosmoidne, ganoidne i elasmoidne.

Plakoidne krljušti imaju hrskavičave ribe (*Chondrichthyes* – raže, ajkule), imaju osnovu u obliku romba ili elipse koja je duboko usađena u krzno, a sa površine osnove polazi po jedana bodlja – zubčić. Kosmoidne krljušti su karakteristične za šakoperke (*Latimeria spp.*). Ove krljušti su u vidu koštane ploče, spolja pokrivene čvrstom materijom kosminom, koja predstavlja modifikaciju dentina. Kod kečiga postoje modifikovane ganoidne krljušti izgrađene od ganoina, koštanih materija kosmina i izopedina.

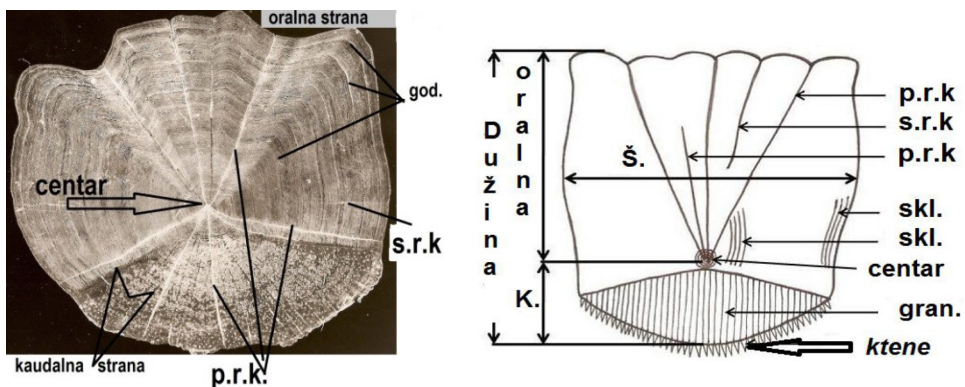
Kod ove grupe one su uglavnom modifikovane i raspoređene u pet nizova duž cijelog tijela (vidjeti sliku kečige), mada se na nekim djelovima tijela nalaze slobodne ili zasebne krljušti. Elasmoidne krljušti (Sl. 41) predstavljaju modifikovane

ganoidne krljušti kod kojih je iščezao površinski sloj ganoina. Najveći broj recentnih vrsta (Teleostei) ima ovaj tip krljušti, koje se po obliku dijele na: okruglaste, rjeđe ovalne – cikloidne (Cypriniformes, Salmoniformes), u vidu pločica sa glatkom zadnjom ivicom, i ktenoidne (Perciformes, Mugiliformes), takođe u vidu pločica, ali sa nazubljenom zadnjom ivicom (Sl. 42). Cikloidne i ktenoidne krljušti imaju sličnu osnovnu strukturu (građu) – morfologiju (Sl. 42). One su kalcifikovane elastične ploče i jednim dijelom leže u krljušnom džepu, unazad orijentisane i pokrivaju se kao crijep na krovu (Sl. 41).



Slika 41. Izgled i raspored cikloidnih krljušti na boku *Rutilus-a* (iz Marić, 2010)

Svaka krljušt u pravilu ima jasan centar (centar rasta – *focus*, prvi skleritski prsten), od koga u pravilu polazi nekoliko ili veći broj kanalića (*radii*) na svim stranama krljušti, a nazivaju se primarni radijalni kanalići. Pored ovih, na krljuštima postoje tzv. sekundarni radijalni kanalići, tj. kanalići koji se formiraju znatno kasnije i ne polaze iz centra krljušti (Sl. 42). Oni se na krljuštima obično formiraju tokom usporenog rasta ribe i njihov početak često polazi sa godišnjeg prstena, što olakšava određivanje starosti riba (više detalja u poglavlju „Rast riba“). Zbog toga, što je riba starija, ona u pravilu ima veći broj sekundarnih radijalnih kanalića (Marić, 2002; Esmacili & Gholami, 2009. i 2011).



Slika 42. Lijevo – cikloidna krljušt (*Scardinius kneževići*), desno – ktenoidna, Š – širina, K – kaudalna strana, gran. – granularni dio (slobodni nepokriveni), god. – godovi (*annulus*), p.r.k. – primarni radijalni kanalići, s.r.k. – sekundarni radijalni kanalići, s.k.l. – skleritski prstenovi (iz Marić, 2019)

SKELETNI SISTEM

Skeletni sistem košljoriba nalazi se duboko ispod kože i tjelesne muskulature. Endoskelet ima funkciju pružanja mehaničke potpore mekim tkivima, ali služi i kao oslonac za somatsku muskulaturu, odgovoran za kretanje. Od osovinskih organa horda i kičma imaju ulogu glavnog oslonca tijelu. Po nekim autorima (Šorić, 1997) prednji dio osovinskog skeleta čini lobanja, a sa njim je u vezi i vilični ili visceralni skelet, koji zajedno čine glaveni skelet. Aneksni djelovi osovinskog skeleta su rebra, koja daju potporu tjelesnom zidu, a na kičmu se naslanja i skelet udova (parna i neparna peraja). Ribe karakteriše i kožni skelet. Generalno, mogu se izdvojiti četiri grupe: kožni skelet, osovinski skelet, glaveni skelet i skelet ekstremiteta. Kožni skelet čine organi koji nastaju direktno iz vezivne osnove krzna (nema hrskavičavi stadijum). Kod današnjih riba to su: krljušti, koštane ploče ili štitovi (Acipenseridae), zubi, pojasevi grudnih peraja, kosti lobanje i parasternum.

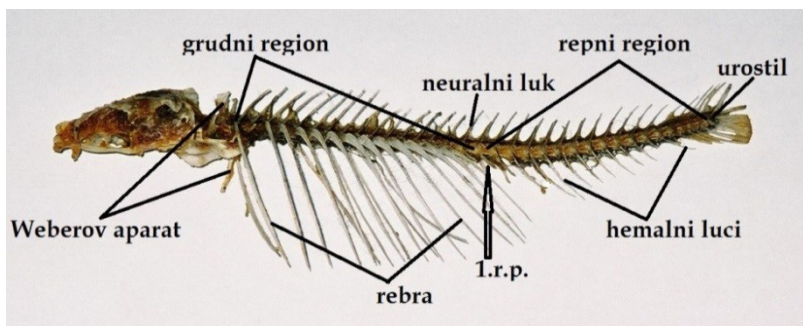
Osovinski skelet

Osovinski skelet trupa svih grupa riba (hrskavičavih i košljoriba) čine kičmenica (horda ili kičma) i rebra.

Horda (*chorda dorsalis*) se javlja kod riba, kao i kod svih kičmenjaka u embrionalnom razviću, i funkcionira kao skeletni organ. Ona se cijelog života, u kičmenjaka, zadržava kod kečiga (Chondrostei) i manjeg broja drugih grupa. Kod ostalih vrsta riba (Teleostei) ostaci horde se nalaze između i unutar kičmenih pršljenova.

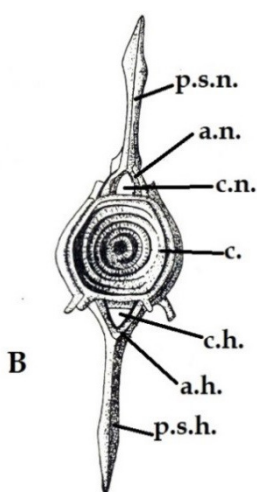
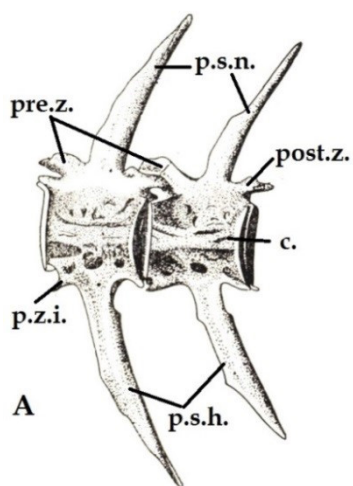
Kičma (Sl. 43) je kod teleostea okoštali osovinski skelet koji određuje karakterističan oblik tijela, pruža mehaničku potporu mekim tkivima i oslonac somatičke muskulature, odgovorne za lokomotivnu.

Kičma ili kičmenica ima osnovnu ulogu u sprečavanju skraćivanja tijela prilikom kontrakcija uzdužnih mišića. Kičmenica je kod riba građena od amficelnih pršljenova, tj. od pršljenova čije je tijelo udubljeno sa obje strane. Može se podijeliti u dva regiona: grudni – pršljenovi nemaju hemalni luk i nose rebra, i repni, koji čine pršljenovi kod kojih su prisutni neuralni i hemalni luci (Sl. 44.), mada se ponekad izdvaja i slabinski region. Kičma se kod riba sastoji od različitog broja pršljenova koji je vrlo varijabilan kod vrsta, a varijabilnost je izražena i unutar vrste, pa čak i u okviru jedne populacije. Kako je već istaknuto, kod Teleostei je sačinjena od dvije morfološki različite vrste pršljenova, na osnovu čega je izvršena i podjela kičmenog stuba (Sl. 43). Svaki pršljen se sastoji od tijela (*corpus*) pršljena i različitih nastavaka (*procesus, apophyse*). Kod pršljenova iz grudnog pojasa (Sl. 44) na dorzalnom dijelu formirani su neuralni luci (*arcus neuralis*).



Slika 43. Kičma kod teleostea, 1.r.p. – prvi repni kičmeni pršljen, račvast (iz Marić, 2019)

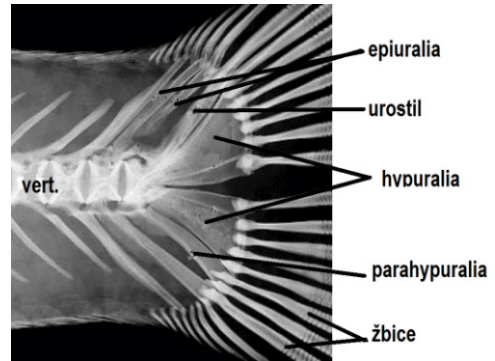
Gornji luci zatvaraju nervnu cijev, a vrh se završava sa izraženim trnolikim nastavkom (*processus spinosus neuralis*). Sa donje strane, ali više pomaknuti bočno, nalaze se bočni ili poprečni nastavci (*processus transversus* ili *parapophyse*) na koje se vežu (zglobljavaju) rebra. Kod pršljenova iz repnog regiona (Sl. 45), pored neuralnih lukova, na ventralnoj strani, nalazi se luk sa trnolikim nastavkom (*processus spinosus haemalis*). Ovaj luk (*arcus haemalis*) štiti kaudalnu venu.



A – lateralno,
 B – kaudalno, p.s.n. – *processus spinosus neuralis*,
 a.n. – *archus neuralis*, c.n. – *chanal neuralis*, c. – *corpus vertebrae*, c.h. – *chanal haemalis*, a.h. – *archus haemalis*, p.s.h. – *processus spinosus haemalis*, pre.z. – *praezygapophyse*, post.z. – *postzygapophyse*, p.z.i. – *praezygapophyse inferior*

Slika 44: Izgled repnih pršljenova kod Teleostei:
 (modifikovano iz Banarescu 1964)

Sa prednje i zadnje strane gornjih lukova polaze nastavci *zigapophyse*, po jedan par na prednjoj i zadnjoj strani (*praezygapophyse* i *postzygapophyse*) pomoću kojih se zglobljavaju uzastopni pršljenovi (Sl. 44). Građa posljednjih kičmenih pršljenova (Sl. 45) specifična je za više kategorije, odnosno jasno se mogu vidjeti razlike u građi. Međutim, i između vrsta se mogu uočiti male i fine strukturne razlike. Centralni nastavci posljednjeg pršljena (*hypuralia* – obično šest) i urostil upadljivije su različiti među vrstama nego nastavci iznad (*epiuralia*) ili oni ispod (*parahypuralia*).

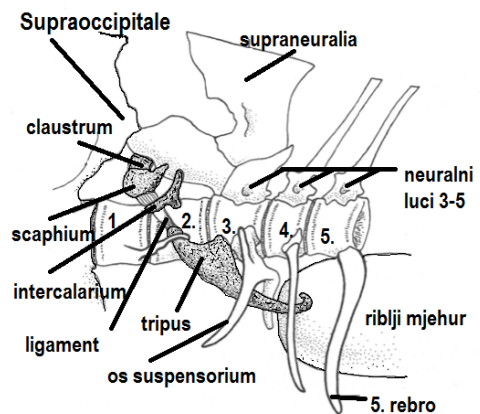


Slika 45. Građa nekoliko posljednjih kičmenih pršljenova kod sunčanice (iz Flammang 2014, modifikovano)

Na grudnim pršljenovima svih riba (izuzev Holocephala), odnosno na njihovim bočnim nastavcima (*processus transversus* ili *parapophyse*) zglobljavaju se svojim proksimalnim krajem rebra (*costae*) i obrazuju grudni koš. Rebra kod Osteichthyes vise slobodno (rebra ventralno nijesu spojena jer ne postoji grudna kost) i ona tjelesnu duplju ograničavaju odozgo, bočno i dijelom ventralno (kod Chondrichthyes samo odozgo). Jedino kod Teleosti u mioseptama nastaju intermuskularni koštani elementi – košlje, koji su segmentno raspoređeni. Košlje se ligamentima vezuju za aksijalni skelet i ponekad okoštavaju i ligamenti.

Kod vrsta iz grupe *Ostariophysii* (šarani, somovi – oko 8.000 vrsta) prva četiri kičmena pršljena su znatno različiti po građi od ostalih i čine tzv. Veberov aparat (Sl. 56), odnosno njegov koštani dio (Sl. 46). Veberov aparat je anatomska struktura koja povezuje riblji mjehur sa slušnim sistemom.

Koštani djelovi su građeni od četiri koščice (povezane ligamentima), porijeklom od apofiza – nastavaka prvih pršljenova: *tripus* (naslanja se na zid mjehura), *intercalare*, *scaphium* i *claustrum*, koji se naslanja na perilimfatičnu duplju unutrašnjeg uha – prostor koji se nalazi oko slijepog nastavka endolimfnog kanala (*sinus endolymphaticus*). Specifična građa ovih pršljenova (uz druge strukture) značajno doprinosi provođenju mehaničkih nadražaja od ribljeg mjehura do mem-



Slika 46. Veberov aparat, 1, 2, 3, 4, 5: tijelo kičmenih pršljenova (modifikovano iz Bird and Hernandez, 2007)

branskog lavirinta (vidjeti čula) i omogućava stvaranje zvučnog nadražaja. Potpuna funkcija ovog aparata ostvaruje se još i pomoću nekih mišića i ligamenata. Kod nekih vrsta mjehur direktno naliježe na *sacculus* (dio unutrašnjeg uha). Osnovna šema ovog aparata je jednaka kod svih grupa, ali se oblik i veličine pojedinih kostiju znatno razlikuju kod redova, od porodice do porodice. Kod Cypriniformes jasne su razlike između potporodica, a blage razlike se mogu uočiti i između rodova, pa čak i vrsta (Bird and Hernandez, 2007).

Glaveni skelet (cranium)

Cranium predstavlja najstroženije građen region, odnosno najstroženiji dio skeletnog sistema riba. Posmatrano morfološki, glaveni skelet riba sastoji se od dvije jasno odvojive cjeline: lobanje (*neurocranium*) i visceralnog skeleta (*splanchnocranium*). Lobanja je skeletna čaura koja obuhvata i zaštićuje prednji dio nervne cijevi i glavne čulne organe (ne uključuje vilice i škržni aparat). Visceralni skelet se sastoji od niza visceralnih (škržnih) lukova transformisanih u škržnu korpu koja okružuje prednji dio crijevnog trakta i u elemente čija je uloga podupiranje muskulature jezika i usnenog lijevka. Visceralni skelet se kod svih kičmenjaka, osim Agnatha, sjedinjuje sa lobanjom u jednu cjelinu – glaveni skelet (*cranium*).

Kod košljoriba iz grupe Teleostei glaveni skelet je znatno okoštao i prvobitna hrskavičava lobanja je velikim dijelom redukovana. Na lobanji se mogu razlikovati četiri regiona: potiljačni (*regio occipitalis*), slušni (*regio labrynthica*), očni ili orbitalni (*regio orbitotemporalis*) i mirisni (*regio ethmoidalis*). Visceralni skelet čine visceralni luci, koji su na različitom stepenu okoštavanja. To su parni vilični, podjezični, pet pari škržnih lukova i četiri kosti škržnog poklopca.

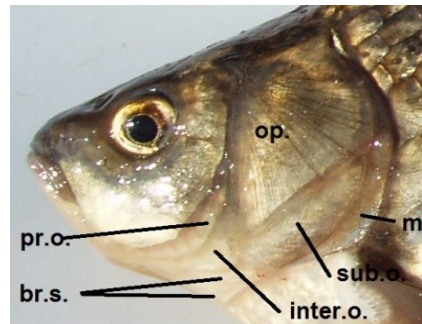
Iza podjezičnog luka sa obje strane se nalazi po pet škržnih lukova, međusobno povezanih hrskavicama, na zadnjoj strani nose škržne filamente (za disanje), a na prednjoj *brachiospinae* (funkcija zadržavanja hrane). Peti par škržnih lukova je više ili manje promijenjen i redukovan, a kod ciprinida je promijenjen u element za mrvljenje hrane – ždrijelni zubi – *ossa pharyngea inferior* (Sl. 47). Svi škržni luci, uključujući i ždrijelne zube, uvezani u jednu cjelinu predstavljaju ždrijelni aparat.



Slika 47. Ždrijelni zubi (*C. carpio*)

Sa obje strane glave, odnosno preko škrge, nalazi se škržni poklopac (Sl. 48). Na krajevima škržnog poklopca (uglavnom operkuluma i suboperkuluma) nalazi se kožna membrana koja zatvara škržni prorez. Škržni poklopac kod košljoriba sastoji se iz četiri kosti: *operculum*, *suboperculum*, *praeoperculum* i *interoperculum*. Obično je najsnažnije razvijen operkulum i sa spoljašnje strane jasno je vidljiv. Sa njegove zadnje strane, ali više ventralno, nalazi se suboperkulum, a ispred preoperkuluma (obično srpastog oblika.) Ventralno, između ove tri kosti nalazi se interoperkulum, koji je znatno pokriven preoperkulumom.

op. – *operculum*,
sub.o. – *suboperculum*,
pr.o. – *praeoperculum*,
inter.o. – *interoperculum*,
br.s. – *branchiostegalia*,
m. – kožna membrana



Slika 48. Škržni poklopac kod *Carassius auratus*

Sa ventralne strane viličnog aparata ili škržne duplje (vidljivo spolja), nalaze se s obje strane paralelno postavljene po najmanje tri duge kosti (tri para) – *branchiostegalia* (Sl. 49). One su osnova za branhijalnu membranu. Broj branhiostegalnih kostiju kod košljoriba može biti različit, do 50 u Actinopterygii (Marić, 2019).



Slika 49. Branhiostegalne kosti, *Cottus gobio*

Skelet ekstremiteta

Ekstremitete kod riba čine parna i neparna peraja (*pinnae*). Svako peraje odlikuje spoljašnji i unutrašnji skelet. Skelet trbušnih (ventralnih) peraja kod košljoriba čini karlični pojas, koji je smješten u debelom trbušnom zidu. On nema direktnu vezu sa drugim kostima. Rameni pojas čine lopatica (*scapula*), gavranova kost (*coracoideum*), kleitrum (*cleithrum*), postkleitrum (*postcleithrum*) i suprakleitrum (*supracleithrum*). Ovaj se pojas nepomično spaja sa potiljačnim dijelom lobanje (preko *supracleithrum*).

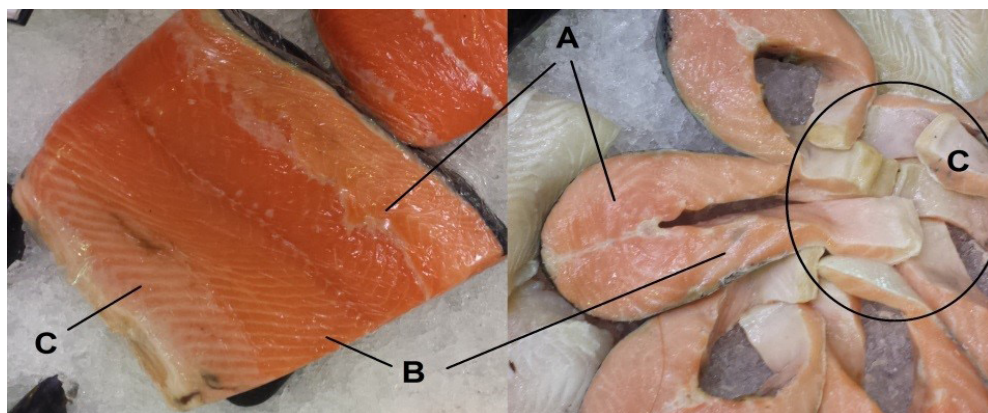
MIŠIĆNI SISTEM

Mišićni sistem obuhvata skup kontraktilnih tvorevina, mišića, kojima pripada funkcija aktivnih pokreta. On je u funkcionalnoj ili pokretačkoj vezi sa skeletnim sistemom. Skeletni sistem služi kao potpora i mjesto povezivanja pokretačke muskulature. Ta je veza uvijek ostvarena pomoću tetiva (*tendines*) koje čine vezivna vlakna. Mišićni je u prisnoj vezi i sa nervnim, ali i sa ostalim sistemima. Na osnovu histološke građe razlikuju se (kao i kod drugih kičmenjaka) tri vrste mišićnog tkiva: glatka, poprečnoprugasta i srčana.

Uobičajena je podjela mišićnog sistema na somatičku i visceralnu muskulaturu. Po Kaleziću (2001) somatička muskulatura se može podijeliti na dvije grupe mišića: aksijalna (mišići trupa, repa, hipobranhijalna i branhijalna muskulatura, kao i spoljašnji mišići očne jabučice) i muskulatura udova. U visceralnu muskulaturu spadaju unutrašnji mišići oka, muskulatura crijeva, izvodnih kanala različitih sistema, muskulatura organa sa lumenom, srčana muskulatura. Muskulatura koja se vezuje za skeletne elemente, u morfološkom pogledu, čini posebne organe – skeletne mišiće.

Aksijalna muskulatura kod riba, posmatrano po segmentima, različito je složena. Muskulatura trupa i repa je prosta, dok je hipobranhijalna i branhimerna muskulatura vrlo složena, što je posljedica složenosti građe i funkcionisanja glavenog skeleta. Po Aerte (1991) glavni skelet odraslih teleosteja sastoji se od oko 60 povezanih skeletnih elemenata sa približnim brojem mišića koji ih povezuju.

Muskulatura trupa i repa kod riba čini osnovnu mišićnu masu tijela. Ova muskulatura se sastoji od segmentno raspoređenih miomera, međusobno odvojenih poprečnim vezivnim pregradama (*myosepta*) koje služe kao mjesta početka i inseracije mišića. Broj miomera u teleosteja je vrlo varijabilan, a može varirati i preko 500 kod dubinskih vrsta jegulja (Castle, 1959). Svaka miosepta predstavlja izlomljenu liniju. One kod većine riba izgledaju poput slova „W“, tako da miomere imaju oblik kupa, uvučenih jedne u druge. Njihov središnji ugao nalazi se približno po sredini tijela, vrhom okrenutim prema glavi. Kod manjeg broja vrsta miomere su u obliku slova „V“ (Castle, 1959). Kompletna mišićna masa razdvojena je dorzalno, ventralno i lateralno. Bočna pregrada dijeli mišićnu masu na leđnu (epoksijalnu) i trbušnu (hipoksijalnu) muskulaturu. Obično je leđna muskulatura znatno masivnija od ventralne (Sl. 50). Hipoksijalnu muskulaturu sa ventralne strane razdvaja vezivno tkivo bijele boje (*linea alba*).



Slika 50. Mišići kod salmonide: A – dorzalna, B – lateralna, C – ventralna (iz Marić, 2019)

Skelet ekstremiteta, uključujući pojaseve, jednostavne je građe. Nešto više složen je ramenski pojas. Grudna peraja su vrlo pokretne. Mogu se pokretati naprijed-nazad i gore-dolje i funkcioniraju kao kormilo i veslo. Ventralno peraje je manje fleksibilno, ali i ono značajno učestvuje, ne samo u stabilizaciji tijela prilikom sporih pokreta već u nekoliko karakterističnih pokreta, uključujući i brzi napad na plijen. Muskulatura glavenog regiona uglavnom omogućava ishranu i disanje; rijetki mišići nemaju tu funkciju, kao npr. mišići očne jabučice. Od mišića škržnog poklopca u pravilu su najbolje razvijeni oni koji šire ili zatvaraju škržni prorez. I škrge, odnosno škržni sistem, imaju brojne, vrlo složene mišiće.

Visceralna muskulatura, odnosno muskulatura crijeva, izvodnih kanala različitih sistema i muskulatura organa sa lumenom vrlo je jednostavne građe. Muskulaturu ovih organa u principu čine glatki mišići, ali se u prednjem dijelu crijeva može javiti poprečnoprugasta muskulatura.

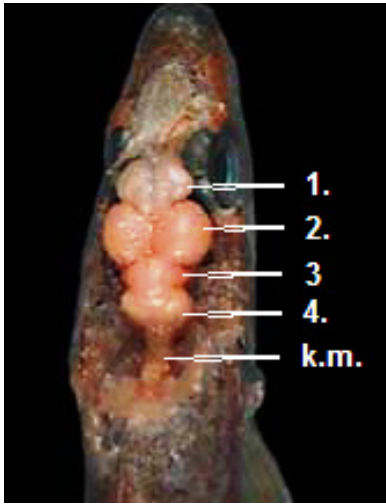
NERVNI SISTEM

Nervni sistem je prijemnik, obrađivač i prenosnik informacija iz čulnih organa do efektor (mišići, žlijezde). Ovaj je sistem kod riba, i svih kičmenjaka, morfološki organizovan u obliku centralnog nervnog sistema (mozak i kičmena moždina) i perifernog nervnog sistema, tj. sistema nervnih vlakana koja povezuju centralni nervni sistem sa periferno postavljenim receptorima i efektorima. Periferni nervni sistem kod riba (i drugih kičmenjaka) diferenciran je na cerebrospinalni sistem – obuhvata nerve koji polaze sa mozga (glaveni nervi) i nerve kičmene moždine (spinalni nervi), i na autonomni (vegetativni) nervni sistem – uključuje nerve i ganglije sa osnovnom ulogom u inervaciji visceralnih organa (organi u celomskoj duplji). Znatno je različit od nervnog sistema beskičmenjaka, tj. ima jedinstvenu i specifičnu organizaciju, kao

i položaj. Nervni sistem je prisutan po čitavom tijelu i vrši korelaciono-regulacionu ulogu svih organa, čime omogućava rad organizma kao cjeline, povezujući ga istovremeno sa spoljašnjom sredinom.

Nervnu ćeliju – *neuron* u principu čini tijelo sa više kratkih izraštaja (*dendrit*) i jedan produženi izraštaj (*neurit*, s. *axon*), koji se grana na bočne kolateralne i završne kratke ogranke (telodendrija).

Centralni nervni sistem



Slika 51. **Mozak (dorzalno)**
Parupeneus multifasciatus (iz
Lecchini et al. 2014, modifikovano)
k.m. – kičmena moždina

1. *Telencephalon*,
2. *Mesencephalon*,
3. *Metencephalon*,
4. *Myelencephalon*

Centralni nervni sistem je kod grupe Teleostei slabo razvijen, što se očituje njegovim horizontalnim položajem. Čine ga mozak i kičmena moždina. Mozak (*encephalon*) se kod riba (i drugih kičmenjaka) sastoji od pet djelova: prednjeg mozga (*Telencephalon*), međumozga (*Diencephalon*), srednjeg mozga (*Mesencephalon*), zadnjeg ili malog mozga (*Metencephalon*, syn. *Cerebellum*), završnog mozga ili produžene moždine (*Myelencephalon* syn. *Medulla oblongata*). Nakon disekcije, sa dorzalne strane vidljiva su četiri dijela (Sl. 51), dok se međumozak može vidjeti sa ventralne i lateralne strane.

Prednji mozak (*Telencephalon*) se u osnovi sastoji od tri dijela: naprijed je *rhinencephalon*, zatim moždana hemisfera (*cerebrum*) i zadnji dio. U njemu su centri koji su odgovorni za prijem mirisa, gledanje u boji, memoriju, reprodukciju i ishranu. Kod riba (obje klase) od prednjeg zida pružaju se dva mirisna režnja (*lobus olfactorius*). Ovi olfaktorni lobusi su najizraženiji djelovi prednjeg mozga riba (jače razvijeni kod hrskavičavih riba).

Međumozak (*diencephalon*) kod košljoriba nije velik i nije vidljiv odozgo jer ga prekrivaju susjedni djelovi mozga. Smatra se da međumozak vrši korelaciju dolazećih i odlazećih impulsa, posebno onih koji se odnose na endokrini sistem i autonomni nervni sistem. Kao i kod drugih kičmenjaka međumozak se sastoji od tri dijela: *epithalamus* – epitalamus (dorzalni dio zida), *thalamus* – talamus (bočni) i *hypothalamus* – hipotalamus (ventralni).

Srednji mozak (*mesencephalon*) se graniči sa međumozgom (naprijed), a kaudalno sa zadnjim mozgom. Srednji mozak je, po pravilu, najrazvijeniji dio mozga košljoriba. Predstavlja primarni optički centar i naročito je razvijen kod grupa kod kojih je oko glavni orijentacioni organ.

Zadnji ili mali mozak (*metencephalon*, s. *cerebellum*) ima istu građu kao kod sisara: siva masa je spolja i čini koru, bijela masa je unutra, tj. spoljašnji sloj čine nervne ćelije, a unutrašnji sloj nervna vlakna. Osnovna uloga ovog dijela mozga je motorna. Kod malo pokretljivih riba je slabo razvijen i ima oblik malog nabora koji ograničava krov IV moždane komore (*fossa rhombidae*) sa prednje strane. Mali mozak se nalazi iznad produžene moždine i on je centar za ravnotežu, regulaciju tonusa mišića, brze pokrete tijela i ekstremiteta, reguliše funkcionalnu sposobnost organa vida, sluha i dr. U njemu se završavaju refleksi vezani za organe bočne linije.

Završni mozak ili produžena moždina (*myelencephalon* – *medulla oblongata*) povezuje mozak s kičmenom moždinom, u koju prelazi bez jasne granice. Produžena moždina je kontinuirani nastavak bazalnog dijela srednjeg mozga u kaudalnom smjeru. Ima dorzalne i ventralne korijene iz kojih izlazi šest pari moždanih nerava. Preko njih je produžena moždina povezana s cijelim nizom čulnih i ostalih organa tijela. Osim toga, kroz nju prolaze motorički i senzorni putevi između ostalih djelova mozga i leđne moždine. Na poprečnom presjeku produžene moždine razlikuje se siva masa, koja je smještena unutra, i bijela masa, koja se nalazi spolja. Za nju se često kaže da je „čvor života“ jer se u njoj nalaze centri koji regulišu rad srca, disanje i gutanje.

Kičmena moždina (*Medulla spinalis* ili *columna vertebralis*) je smještena u kičmenom kanalu, koga obrazuju gornji (neuralni) luci kičmenih pršljenova. Nastavlja se na produženu moždinu (bez jasne granice) do zadnjeg kičmenog pršljena i završava se urofizom. Kičmena moždina je znatno jače razvijena od mozga i evolutivno je najstariji dio centralnog nervnog sistema. Proporcionalno je najduža kod riba jer zalazi i do kraja repa. Kod riba ima ovalni poprečni presjek, a približno iste širine je na svim djelovima tijela. Kičmena moždina sastoji se od sive i bijele mase i raspored je obrnut u odnosu na mozak. Kičmena moždina je sprovodnik nadražaja.

Periferni nervni sistem

Periferni nervni sistem obuhvata sprovodne puteve između čula i nervnih centara s jedne strane, i između centara i efektornih organa s druge strane. Ovaj sistem čine snopovi nervnih vlakana koji mogu biti senzitivni ili motorni, mada je većina nerava mješovitog tipa (senzitivna i motorna), i ganglije, tj. skupovi nervnih ćelija koji se nalaze izvan centralnog nervnog sistema. Ovaj sistem se sastoji od cerebrospinalnog (glaveni i spinalni nervi) i autonomnog (vegetativnog) nervnog sistema. Ribe imaju jedanaest pari glavenih nerava.

Autonomni nervni sistem

Autonomni nervni sistem, ili vegetativni sistem, ima široku oblast inervacije: crijevni kanal, urogenitalne organe, srce i krvne sudove, žlijezde sa spoljašnjim i unutrašnjim lučenjem, unutrašnje mišiće oka i kože, pigmentne ćelije i neke respiratorne organe. Autonomni nervni sistem je dio perifernog nervnog sistema i u pravilu se kod kičmenjaka sastoji od simpatičkog i parasimpatičkog sistema. Međutim, on je kod Osteichthyes znatno različit od drugih riba i ostalih kičmenjaka. Simpatrične ganglije se nalaze u parnim stablima, počev od petog para glavenih nerava, i povezane su sa korijenima spinalnih nerava. Simpatrični sistem obuhvata i glavni region, kao i kod drugih kičmenjaka. Pored bijelih grana visceralnih nerava postoje i sive grane, koje od simpatičkih ganglija trupnog dijela vode postganglijska vlakna u kožu, a neka od ovih vlakana inervišu melanofore. Kod košljoriba je parasimpatički sistem slabo razvijen i malo poznat. Najizrazitiji dio parasimpatričkog sistema ovih riba je sistem nerva vagusa.

ČULNI ORGANI

Svi čulni organi su sa nervnim sistemom u direktnoj vezi i anatomske i fiziološki. Oni grade jednu cjelinu i ne mogu se odvojiti jedan od drugog. Informacije o spoljašnjoj i unutrašnjoj sredini potiču od čulnih (receptornih) organa, do kojih stižu u različitim energetske oblicima (mehanička, elektromagnetna i hemijska). Sve energetske oblike čulni organi transformišu u nervne impulse koji nervnim vlaknima dopijevaju do centralnog nervnog sistema. Specifičan energetske oblik primaju odgovarajući receptori i dolaze u nervni sistem, u tačno određeni centar.

U osnovi, organi pojedinih čula se kod riba ne razlikuju znatnije od građe istih organa kod drugih kičmenjaka, a specifičnosti su rezultat prilagođenosti uslovima sredine u kojoj žive. Na osnovu vrste draži koju primaju, čulni organi se dijele u tri grupe. Organi koji primaju mehaničke draži su: čulo dodira, termička/toplotna čula, bočni organi (organi bočne linije), čulo sluha i ravnoteže; svjetlosne draži su organi vida; hemijske draži su organi čula mirisa i ukusa.

Organi čula ukusa i mirisa

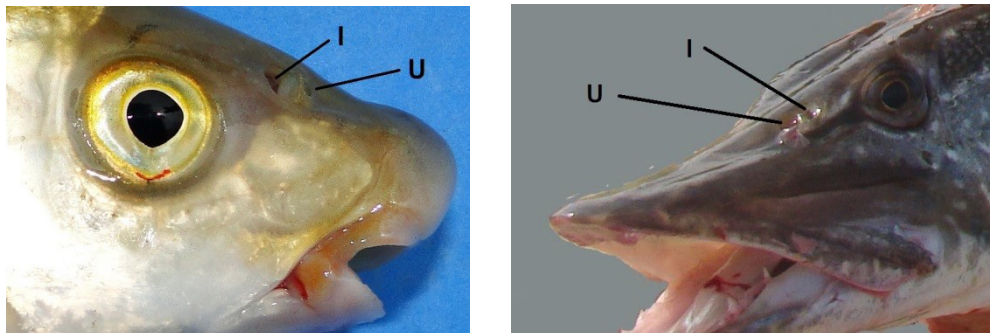
Glavni hemosenzorni sistemi košljoriba su gustatorni (ukus) i olfaktorni (miris) organi. Razlika u funkcionalnom pogledu između ovih organa nije potpuno jasna.

Gustatorne kvržice kod riba su slične građe kao i kod drugih kičmenjaka, ali je njihov raspored specifičan za ribe. Uglavnom su im razasute po usnoj duplji i ždrijelu, zatim brčićima, ponekad po škragama i površini tijela (u koži). Osim što razlikuju slatko, gorko, slano i kiselo, ovim organima ribe detektuju količinu soli, pH reakciju,

sadržaj CO₂ i dr. Organi ukusa kod riba su posebno osjetljivi. Kako imaju visok prag osjetljivosti, mogu razlikovati nivoe zagađenja u vodi. Takođe mogu da osjete promjenu saliniteta od 0,03%, a razlikuju pH od 0,05 do 0,07. RIBE iz roda *Anoptichtys* raspoznaju rastvor glukoze u koncentraciji od 0,005% (Šorić, 1997).

Mirisni organi Kod mnogih riba mirisni organi su glavni orijentacioni čulni organi (makrosomatičke grupe). Prema razvijenosti ovog čula i među ribama razlikujemo *makro* i *mikrosomatičke* vrste, ali se može izdvojiti i intermedijarna grupa, koju karakteriše srednje razvijen organ, pa su čulo mirisa i čulo vida podjednako razvijeni. Osjetljivost ovih čula kod nekih grupa riba (Anguilliformes – jegulje, Salmoniformes – pastrmke) izuzetno je visoka. RIBE mogu razlikovati miris vode u kojoj su izmriješćene (rođene) od drugih voda. Kada odrastu i krenu (poslije više godina) na mrijest, nepogrešivo dođu u istu rijeku (potok), odnosno plodište/mrestilište. Kod nekih predatorskih vrsta, kojima je oko glavni organ u otkrivanju plijena, mirisni organi su slabije razvijeni. Takva je štika (Atta, 2013). Osim za orijentaciju i pronalaženje hrane (činjenica koju koriste ribari, pecaroshi), miris služi za pronalaženje partnera, prepoznavanje druge ribe iste vrste (pogotovo kod riba koje obrazuju jata), otkrivanje predatora i sl. Čulo mirisa, uz čulo vida, ima najvažniju ulogu u ponašanju riba i ono može biti jedno od čula koja kompenzuju redukovani vizuelni sistem (po Atta, 2013).

Olfaktorni organi i kod riba su smješteni u nosnom udubljenju, odnosno nosnoj šupljini (komori). RIBE imaju jedan ili dva para nosnica kroz koje voda teče. Nosni otvori, nosnice, kod riba sa koštanim skeletom nalaze se na dorzolateralnoj strani glave, između vrha njuške i oka, više ili manje udaljene od njega (Sl. 52).



Slika 52. Nosni otvori kod: skobalja – lijevo, štuka – desno; U – ulazni i I – izlazni otvor

Kod košljoriba kožni zalistak dijeli nosnu duplju na dva dijela (kod fiksiranih riba se ukruti i postaje jasno vidljiv; Sl. 34). Voda ulazi na prednji, obično manji, a izlazi na zadnji otvor. Nosna duplja kod većine košljoriba (*Acanthopterygii*) nije u vezi sa usnenom dupljom, ali kod nekih *Sarcopterygii* ta veza postoji.

Čulo vida

Vizuelni sistem, uz mirisni, kod riba ima vrlo važnu ulogu u ponašanju, a redukovan jedan u pravilu se kompenzuje drugim. Na osnovu toga kako je čulo vida razvijeno ili koji je sistem razvijeniji u smislu pronalaženja i hvatanja hrane (plijena), ribe se dijele na dvije grupe: dnevne i noćne. Za prvu grupu, čulo vida ima glavnu ulogu u hvatanju plijena, dok kod riba u drugoj grupi, za hvatanje plijena ima više jednako važnih čula: čulo mirisa, dodira i bočna linija (Popova, 1967). Pored ove glavne funkcije, čulo vida ima važnu ulogu u izbjegavanju predatora, pronalaženju partnera (tj. u razmnožavanju), formiranju jata i pri drugim grupnim oblicima ponašanja.

Domimantno čulo vida kod riba, mada i kod drugih kičmenjaka, jesu parne oči. Kod njih postoje i druga fotosenzitivna čula, kao što su fotosenzitivne ćelije u koži i neparni organ ili neparne oči (javlja se kod teleosteja), tzv. pinealni kompleks. Njega čine parapinealno tijelo (*corpus parapinealis*) i pinealno tijelo (*epiphysis*), dorzalne evaginacije zida međumozga. To znači da ribe imaju dva fotoreceptorna organa: retina i pinealni kompleks.

Oči (parne) kod riba su u pravilu postavljene lateralno na glavi, rjeđe midiolateralno, a češće pomjerene ka dorzalnoj strani. To je posebno izraženo kod dubinskih riba, dok se kod morske ribe list oba oka nalaze na jednoj strani glave. Košljoribe razlikuju boje (hrskavičave ne), neke vrste jače ili slabije (slično čovjeku).



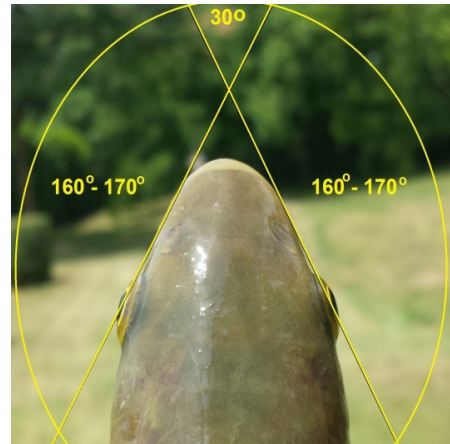
Slika 53. Malo oko



Slika 54. Krupno oko

Veličina oka (Sl. 53 i 54) varijabilna je u odnosu na ostale djelove glave, uglavnom karakteristična za niže taksonomske kategorije, ali u pravilu je različita i kod mladih i starijih jedinki. Nemaju očne kapke, a kod pećinskih riba oči su pokrivena providnom opnom. Takođe, kod nekih vrsta oči su djelimično (na uglovima oka, cipoli) zaštićene providnom membranom.

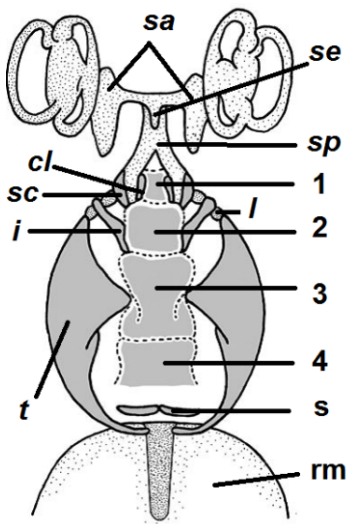
Košljoribe oči koriste kao receptor bliže orijentacije, pa razlikuju predmete i njihovo kretanje ne dalje od 10-15 m, što zavisi od osjetljivosti riba i providnosti vode. Vid im je uglavnom monokularan, a vidno polje (Sl. 55) svakog oka je 160-170° po horizontalnoj i oko 150° po vertikalnoj ravni; polje binakularnog vida je svega 20-30°. Oči kod riba (i drugih kičmenjaka) mješurastog su tipa, različitih oblika i veličina, ali je šema građe ista.



Slika 55. Vidno polje ribe
(iz Marić, 2019)

STATOAKUSTIČNI SISTEM – STATIČKI I SLUŠNI ORGANI

Organi čula sluha anatomski su vezani s organima ravnoteže. Kod riba (i svih kičmenjaka) oni su uvijek parne strukture (desno i lijevo). Oba ova organa se nalaze u unutrašnjem uhu (membranski lavirint), smještenom u otičkom dijelu glavene oblasti. Membranski lavirint riba (skoro kod svih kičmenjaka) sastoji se od sistema kesastih proširenja i cijevi međusobno povezanih (Sl. 56) u zatvoren sistem oivičen epitelom.



Slika 56. Šematski prikaz veze unutrašnjeg uha,
Veberovog aparata
i ribljeg mjehura kod ciprinida
(iz Kasumyan, 2005, modificovano)

1, 2, 3, 4 – kičmeni pršljenovi,
rm – riblji mjehur, sa – sacullus;
se – sinus endolymphaticus;
sp – sinus perilymphaticus,
t – tripus, i – intercalare,
sc – scaphium, cl – claustrum,
s – o.suspensorium
l – ligamenti

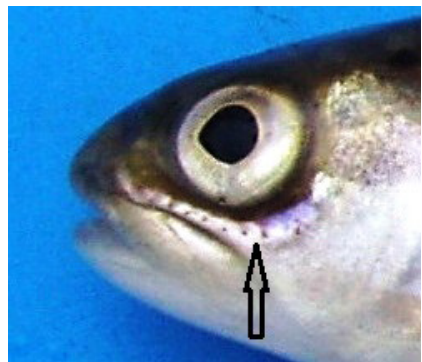
Kesasta proširenja su *utriculus* i *sacculus*, koji su povezani preko jednog ili dva otvora, a sakulus ima izraženo proširenje lagenu (*lagenae*). U utrikulusu, sakulusu i lageni nalaze se (plivaju) „slušni kristali“ – otoliti (*otolit*), izgrađeni od krečnjaka. Otoliti su relativno krupne tvorevine. Njihov položaj (u želatinoznoj masi *cupula*) na receptornim ćelijama izaziva nadražaj koji za centar ravnoteže predstavlja informaciju o položaju tijela u prostoru. Kod nekih košljoriba otolit je jedinstvena (svi srasli u jedan) krupna tvorevina koja potpuno ispunjava sakulus. Otoliti stalno rastu, a rast se pravilno povećava s intenzitetom rasta ribe (Lychakov and Rebane, 2000), pa se na osnovu njih može određivati starost jedinki i pratiti tempo rasta. Kod nekih riba (*Ostariophysy*) preko Veberovog aparata prenosi se nadražaj. On vezuje zidove ribljeg mjehura sa perilimfatičnom dupljom. To je prostor koji se nalazi oko endolimfnog kanala (*sinus endolymphaticus*).

Na zid ribljeg mjehura se naslanja *tripus* (obično je najkripnija), a *claustrum* i *scaphium* su u vezi sa perilimfatičnom dupljom unutrašnjeg uha (*sinus perylimphaticus*). Potpuna funkcija ovog aparata ostvaruje se još i pomoću nekih mišića i ligamenata (Sl. 56).

Košljoribe reaguju na zvučne talase 16–12.000 herca (hrskavičave znatno niže), a preko bočne linije mogu da detektuju i talase od 500–600 herca. Zvučna provodljivost tkiva riba bliska je zvučnoj provodljivosti vode i zato je detekcija zvuka moguća pri relativno prostoj građi organa sluha (provodljivost vode je 1.500 m/s). Sluh ima važnu ulogu u ponašanju i orijentaciji riba, a neke vrste mogu da proizvode specifične zvučne signale kojima obavještavaju druge ribe u odbrani teritorije, prilikom razmnožavanja i sl.

Bočna linija

Bočna linija kao čulni organ kod mnogih vrsta je veoma uočljiva (uočljive pore – otvori) i na ribljoj glavi, odnosno na nekim kostima ili između njih. Ovaj čulni organ preko pora (Sl. 57) i specijalizovanih ćelija i drugih struktura prima mehaničke nadražaje iz spoljašnje sredine. Kod vodenih kičmenjaka (agnate, ribe i vodozemci) prisutno je specifično mehanoreceptorno čulo nazvano sistem bočne linije ili samo bočni organi – bočna linija (*linea lateralis*). Na trupu je jasno vidljiva (Sl. 39), a nalazi se duž tijela od glave do repnog peraja. Kod riba koje imaju krljušti, one su jasno perforirane i jasno vidljive. Osim na trupu, kod mnogih vrsta riba



Slika 57. Pore – *linea lateralis* na glavi – na suborbitalnim kostima kod pastrmke

ovi organi su prisutni u kanalima na glavi (Sl. 57), tzv. cefalična bočna linija (Combs et al. 1988, Webb, 1989). Bočni organi su specifična čula koja služe za prijem mehaničkih draži, prvenstveno kretanja vode, premještanja čestica u vodi, za prijem infrazvučnih kolebanja. Takođe reaguju na približavanje ili udaljavanje partnera, plijena ili predatora, kao i pri komunikaciji – na određivanje pozicije u grupi (jatu), preko mehanosensornih organa bočne linije. Ovo čulo omogućava ribama da detektuju čvrsti predmet (u vodi ili na površini) kada ga ne vide, na primjer noću ili u mutnoj vodi. Bočna linija je ključni organ kod ove grupe životinja i predmete može locirati na manjim udaljenostima (Dijkgraaf, 1963).

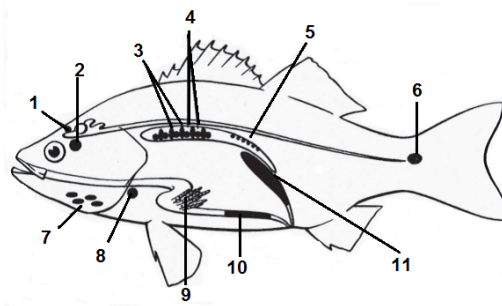
Bočna linija, odnosno broj perforiranih krljušti u njoj, jedan je od češćih karaktera koji se koristi u taksonomiji, a raspored i broj cefaličnih pora je za mnoge vrste najbolji determinacioni karakter. Vrste iz porodice Galaxiidae razlikuju se po ovom karakteru, a posebno su jasne razlike između nekih rodova (Sáez & Pequeño, 2014). Vrste i rodovi iz porodice Gobidae koje žive u slivu Jadranskog mora nije moguće razlikovati bez ovog karaktera (Kovačić, 2005).

ORGANI SA UNUTRAŠNJIM LUČENJEM – ENDOKRINI SISTEM –

Mnoge aktivnosti riba, kao i drugih kičmenjaka, kontrolisane su hormonima. Hormoni su po sastavu peptidi, proteini, glikoproteini i steroidi. Stvaraju se u endokrinim organima, čija je to osnovna funkcija, ali takođe i u grupacijama ćelija koje u okviru organa imaju druge osnovne funkcije. Endokrini organi nemaju izvodne kanale, već se hormoni, po pravilu, oslobađaju u tjelesne tečnosti (najčešće u krv, a neki u limfu i cerebrospinalnu tečnost) i na taj način dospijevaju do svog „cilja“, koji je obično udaljen od organa u kojem nastaje. Endokrini hormoni imaju visoku biološku aktivnost – djeluju u malim količinama, ali je potrebno permanentno lučenje. Hormoni predstavljaju odgovor (endokrinog organa) na informacije iz spoljašne i unutrašnje sredine, pa endokrini organi i nervni sistem čine intergracione sisteme riba (i drugih životinja).

Endokrinom funkcijom regulisane su različite funkcije kod organizma: metabolizam, embrionalno razviće, ravnoteža vode i minerala, metamorfoza, digestija, fiziološke promjene obojenosti itd. Endokrini sistem riba je u osnovi sličan sistemu drugih kičmenjaka, ali je po broju endokrinih tvorevina bogatiji. Pored žlijezda sa unutrašnjim lučenjem, koje posjeduju drugi kičmenjaci, ribe (Teleostei) imaju **urofizu** (*urophysis*), Stanijusove korpuskule (tijela), a pseudobranhije im vrše endokrinu funkciju. Urofiza se nalazi sa donje strane kaudalnog dijela kičmene moždine, mala je i bjeličaste boje. Neurosekreti ovog sistema utiču na kontrakciju glatke muskulature, na regulaciju metabolizma bjelančevina i ugljenih hidrata i u osmoregulaciji.

Pored nabrojanih organa, endokrini sistem, odnosno organe kod riba čine: hipofiza, epifiza, štitna žlijezda (nemaju paraštitnu žlijezdu), ultimobranhijalna žlijezda ili tijela, timus, endokrini dio pankreasa, zatim interrenalna žlijezda i hromafine ćelije, kao i nadbubrežna žlijezda. U organe sa unutrašnjim lučenjem ubrajaju se i polne žlijezde i slezina, iako njihov egzogeni dio sadrži izvodne kanale (Sl. 58).



Legenda:

- 1 – *g. epiphysis*, 2 – *g. hipophysis*,
- 3 – interrenalna i 4 – hromafilna komponenta *g. suprarenales*,
- 5 – *Stanijusova tjela*.
- 6 – *urophysis*, 7 – *g. thyreoidea*,
- 8 – ultimobranhijalna tijela,
- 9 – *pancreas*, 10 – sluznica crijeva, 11 – gonade

Slika 58. Šema endokrinog sistema kod teleosteja (preneseno iz Pait & Nelson 2002, modifikovano)

Hipofiza (*hipophysis cerebeli*) je smještena ispod hipotalamusa, pa se naziva i podmoždana žlijezda (*glandula hipophysis*). Hipofiza i hipotalamus kontrolišu cijelu neurohumoralnu regulaciju organizma. Ona se kod riba sa koštanim skeletom razlikuje od hipofize drugih kičmenjaka djelimično makromorfološki, ali i po načinu kako hipotalamus kontroliše rad ovog centralnog endokrinog organa.

Epifiza (*epiphysis*) kod riba ima fotoreceptornu ulogu, a samo kod ptica i sisara (nadmoždana žlijezda – *glandula epiphysis*) ima sekretornu funkciju.

Štitna žlijezda (*glandula thyreoidea*) je kod riba kod kojih je kompaktna u pravilu neparna, s izuzetkom dvodihalice koje imaju par. Kod teleosteja kad nije kompaktna, djelovi ove žlijezde difuzno su raspoređeni u ždrijelnom regionu, oko ventralne aorte, zatim u slezini, mozgu i očima. Ova žlijezda počinje da funkcioniše tokom ranih faza ontogenetskog razvića, učestvujući u kontroli procesa diferencijacije, zatim rasta, metamorfoze, metabolizma (bjelančevina), imuniteta riba, razvoju polnih organa i distribuciji pigmentata. Na ove procese utiču hormoni: tiroksin (*thyroxin*) i trijodtironin (*triiodthyronin*).

Ribe nemaju paraštitnu žlijezdu. Imaju **ultimobranhijalna tjela** smještena u blizini jednjaka (Sl. 58), odnosno leže u septumu koji odvaja srce od abdomena. Ona stvaraju hormon *kalcitonin* koji snižava količinu kalcijuma u krvi učestvujući u njegovom deponovanju u kostima.

Nadbubrežne žlijezde (*glandulae suprarenales*). Nalaze se sa ventralne strane bubrega ili nešto ispred njega i kao kompaktne tvorevine rijetko se susrijeću kod riba. Kod većine košljoriba na zadnjem kraju bubrega ili na bubrežnim kanalima

nalaze se loptasta tijela, tzv. **Stanijusova tjela**. Njihovi hormoni dopunjuju funkciju drugih hormona u održavanju elektrolitskog homeostazisa.

Grudna žlijezda – timus (*thimus*) je limfoepitelni organ koji se kod riba javlja u obliku nekoliko parova limfoidnih tijela u ždrijelnom regionu. Hormoni ove žlijezde – timozini (*thymocrestin*) imaju uticaj na rast, ali kože i razvoj polnih žlijezda, pa sprečavaju rano polno sazrijevanje.

Pankreas (*pancreas*) Pankreas ili gušterača se kod riba sastoji od egzokrinog dijela, koji izlučuje enzime za varenje, i endokrinog dijela, Langerhansova ostrva (*insulae Langerhansii*) koji luči hormone, inzulin i glukagon (Pait & Nelson, 2002). Gušterača je dobro razvijena kod dvodihalica, nekih aktinopterigija (golim okom vidljiva kod jegulja i štuka), kod većine mladih riba. Međutim, kod mnogih košljoriba difuzno je raspoređena i kod njih se može naći i u jetri, a postepeno se smanjuje u odraslih (Menke et al.2011). Pankreas i jetra mogu biti spojene u hepatopankreas, što je slučaj sa *Cyprinus carpio* (Takashima & Hibyja, 1995).

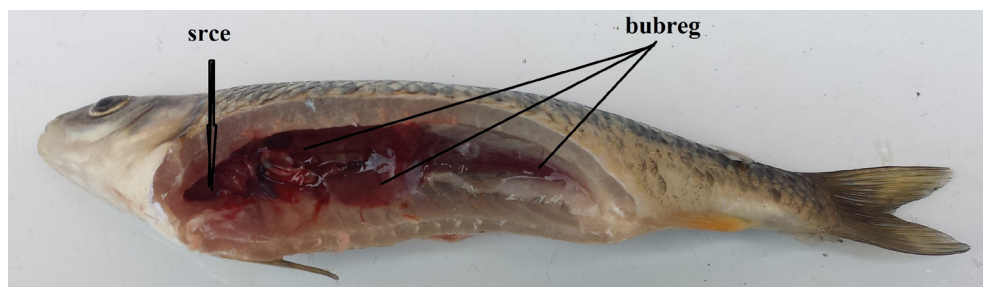
Slezina (*Lien*) je žlijezda sa više funkcija, obično smještena u zavoju duodenuma i može imati vezu sa želucem. I pored toga što je smještena između digestivnih organa, nema digestivnu ulogu. Piramidalnog je oblika i često je pokrivena režnjevima jetre. Lako se uočava po tamnocrvenoj boji (Sl. 66), dok je jetra braonkaste boje. Smatra se da slezina vrši više endokrinih funkcija. Svojim produktima slezina utiče na promet kalcijuma i fosfora, njihovo deponovanje u kostima, kao i na srastanje preloma. Humoralnim putem ona antagonistički djeluje na razvoj i funkciju gonada. Ima uticaja i na rast.

Polne žlijezde (gonade) Pored osnovne funkcije produkcije polnih elemenata (Egzokrina funkcija, strana 69), gonade imaju i važnu endokrinu ulogu u lučenju polnih hormona. Ove žlijezde se aktiviraju, počinju da funkcionišu, tek u doba polnog sazrijevanja, a do tada su pod inhibitornim dejstvom timusa i epifize. Obje vrste gonada, testisi i jajnici, luče dvije osnovne komponente (hormone), s tim što kod mužjaka testisi više luče androgene, a kod ženki jajnici luče više estrogene hormone. Hormoni učestvuju u morfološkom i funkcionalnom razvoju polnih organa, te utiču na seksualno ponašanje. Takođe utiču na primarne i sekundarne polne odlike, razvoj jarkih boja i biserne organe mužjaka, poznate kao „svadbeno ruho“.

EKSKRETORNI SISTEM

Osnovni ekskretorni organi kod riba, kao i drugih kičmenjaka, jesu bubrezi (*nephros* syn. *ren*), koji zajedno sa izvodnim kanalima čine urinarni sistem. Za razliku od hrskavičavih riba i drugih kičmenjaka, ekskretorni sistem je kod košljoriba potpuno odvojen od reproduktivnog. Kod košljoriba ekskretornu funkciju vrše i drugi organi: koža, škrge, različiti djelovi digestivnog sistema, naročito jetra, kod dvodihalica i pluća. Po Evansu et al. (2005) glavnu ekskretornu funkciju kod većine riba

preuzimaju škrge (Sl. 64). Kod riba škrge kontrolišu većinu funkcija koje kod sisara imaju pluća i bubrezi. Produkti metabolizma azotnih materija u spoljašnju sredinu izlučuju se preko škrge (kroz škržni epitel) u obliku amonijaka ili uree, a manjim dijelom preko bubrega (Sl. 59).



Slika 59. Položaj i izgled bubrega kod Cyprinidae (*P. pictum*)

Bubrezi izlučuju malu količinu amonijaka, kreatin, kreatinin, zatim ursku kiselinu i trimetilamin oksid. Pored ovog, riblji bubrezi imaju ulogu osmotske i kiselobazne ravnoteže. Slatkovodne vrste riba proizvode veoma razrijeđen urin, prvenstveno zbog očuvanja jonske ravnoteže u tijelu. Bubrezi su smješteni neposredno ispod kičmenog stuba, od prednjeg dijela trupa pa do iza analnog otvora (Sl. 58). Razvijaju se kao parni organi, ali kod nekih grupa (pastrmke, šarani, jegulje) dolazi do djelimične ili potpune fuzije u jedan bubreg. Oni su u obliku tamnih izduženih masa, ali značajno različitog oblika i obojenosti kod pojedinih grupa. Kod pastrmki su, na primjer, veoma tamni (crni), u obliku jednolične trake i nemaju zadebljanja i proširenja, dok su kod šaranskih vrsta crvenkastobraon boje i režnjeviti, a središnji dio poput sedla naliježe na riblji mjehur, odnosno na njegovo suženje (Marić, 2019).

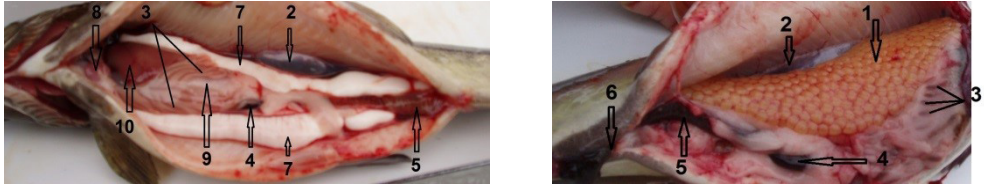
Izvodni kanali, mokrovodi, ulivaju se u zajednički mokraćno-polni otvor (papila) iza analnog otvora (prvo polni, pa mokraćni otvor). Kod Actinopterygii kloaka ne postoji. Kod nekih vrsta (Dipnoi i primitive Actinopterygii) diferencirano je proširenje – mokraćni mjehur (*vesica urinaria*) u koji se mokrovodi izlivaju s dorzalne strane. Bubrezi slatkovodnih riba su, proporcionalno veličini tijela, znatno veći nego kod morskih riba.

REPRODUKTIVNI SISTEM

Reproduktivni (polni) sistem košljoriba je kod oba pola skoro potpuno odvojen od ekskretornog sistema, a urogenitalna veza, kod onih kod kojih postoji, jako varira. Kod nekih grupa košljoriba zadržava se primitivna urogenitalna veza.

Po pravilu polni produkti prvo dostižu u šupljinu jajnika, a zatim se njegovim odvodom transportuju ka spoljašnjoj sredini. Kod vrsta koje imaju jajovode, oba se spajaju u završni kanal, a zatim se spajaju na genitalnom otvoru. Ovakav tip

gonada se označava kao gonade zatvorenog tipa. Izuzetak među košljoribama čini nekoliko grupa (jegulje, murine, grgeči, pasatrmke), kod kojih se zreli polni produkti (ikra) oslobađaju direktno u celomsku duplju, iz koje se u spoljašnju sredinu izbacuju preko polnog otvora (nalazi se iza analnog otvora). To su gonade otvorenog tipa. Gonade kod mužjaka i kod ženki pričvršćene su trbušnom maramicom ispod bubrega (Sl. 60). One su u pravilu parni organi, ali kod nekih Teleosteja mogu biti i neparni (rod grgeča).



Slika 60. Pozicija gonada (pastrmke) u odnosu na unutrašnje organe – lijevo mužjak, desno ženka: 1 – ovarijum, 2 – bubreg, 3 – pilorusi, 4 – slezina, 5 – crijevo, 6 – izvodni kanali, 7 – testisi, 8 – srce, 9 – želudac, 10 – jetra

U nezrelom stanju obje gonade imaju izduženu formu, ili oblik tankih traka koje pokrivaju ostali unutrašnji organi, mada su razlike među grupama vidljive. Kod iste vrste, gonade u mladim jedinki se teško razlikuju, mada je kod ženki sredinom gonada vidljiv krvni sud. Sa porastom (tokom sazrijevanja) postaju krupni (dostignu obično 10 – 25% tjelesne težine, ponekad i do 50%), sa jasno vidljivim morfološkim razlikama, uključujući i obojenost (Sl. 60). Zreli testisi su uglavnom mliječnobijele boje, dok boja gonada ženki može da varira čak i kod jedinki iste vrste (Marić, 2002). Gonade su kod ženki obično žute, narandžaste ili crvenkaste (Sl. 60), mada mogu biti i u zelenim nijansama, pa čak i tamne (kečige). Sjemenovod se, ako postoji, spaja u neparnu cijev, koja se završava na genitalnom otvoru.

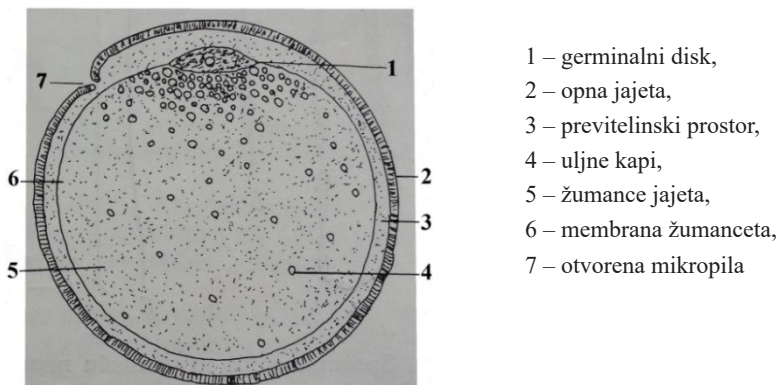
Pored polnih žlijezda – gonada, izvodnih kanala i izvodnog otvora, u reproduktivni sistem (organe) riba, kao i drugih kičmenjaka, spadaju i „kopulatorni organi“. Ovi organi postoje kod malog broja vrsta, koje imaju unutrašnje oplodjenje (živorodne-ovoviviparne). Kod akvarijumske ribice *Gambusia* sp. predstavlja diferencirane djelove analnog peraja. Izvodni kanali kod oba pola akvarijumske ribice skalara (*Pterophyllum scalare*) pred mrijest se transformišu u dugu cijev – legalica. Takođe, kod nekih ženki postoji legalica pomoću koje ikru polaže u školjke, što je slučaj kod vrsta iz roda *Rhodeus*. Poslije mrijesta, legalice se povuku. Genitalni otvor, kao i urinarni i analni, obično se nalaze neposredno ispred analnog peraja, a vrlo rijetko neposredno iza glave („vrata“).

Po pravilu, tj. kod većine košljoriba, polovi su odvojeni. Kod nekih vrsta razvijaju se samo ženske gonade (triploidne forme), ne i testisi, pa se takve jedinke razmnožavaju ginogenezom (ne dolazi do oplodnje, već spermatozoidi samo iniciraju diobu jajne ćelije, a inicijaciju mogu da izvrše mužjaci raznih vrsta). Ženski gameti

(jajne ćelije) najčešće su loptastog oblika (salmonide, ciprinide), rijetko elipsoidnog, uglavnom uniformne građe – Sl. 61). Nastaju u ovarijumima (jajnicima), a proces njihovog nastanka označava se kao ovogeneza.

Jajne ćelije košljoriba su, uglavnom, sa puno vitelusa, tako da je dioba nepotpuna (meroblastička) i pripadaju tipu **teleocitne jajne ćelije**. Kod nepotpune diobe dijeli se samo citoplazma, a žumance ostaje nepodijeljeno.

Morfološke razlike između ženskih gonada, pogotovo zrelih, prvenstveno su posljedica veličine ikre i tipa sazrijevanja (sinhrono i asinhrono). Veličina zrele ikre kod košljoriba može da varira od nekoliko djelova milimetra, pa do nekoliko milimetra (naše pastrmke do 3 do 5 mm), čak i do 7 mm. U jednom ciklusu ovogeneze neke vrste riba produkuju i do pet miliona ikre. Varijacije u strukturi jaja mogu pomoći u prepoznavanju vrste ili porodice. Neke, kao jegulje, haringe i lososi, imaju segmentisana žumanca, dok druge imaju homogenu žumance (grgeči). Pigmentisana žumanca proizvode obojenu ikru, na primjer kod lososa ili kečiga. Uljne kapi u žumancu variraju od vrste do vrste, a služe kao hranjiva materija ili kao zaštita od zračenja.



Slika 61. **Jajna ćelija potočne pastrmke** (po Davis, 1961; iz Ćirković et al. 2002)

Muške polne ćelije, spermatozoidi, izuzetno su malih dimenzija kod riba, ali i kod drugih kičmenjaka. U jednom mm³ kod šarana ima oko 25 miliona, a kod pastrmki oko 10 miliona zrelih spermatozoida. Spermatozoidi imaju glavu, vrat i rep ili bič, a po osnovnom obliku su slični spermatozoidima drugih životinja, ali su specifični za vrstu. Kod većine teleosteja muške polne ćelije su nepokretne u genitalnom traktu i aktiviraju se nakon oslobađanja u vodi. Izotoničnost sjemene tečnosti inhibira pokretljivost spermatozoida, dok izlaganje hipertoničnoj sredini vode stimuliše kretanje spermatozoida u toku mrijesta.

Proces sazrijevanja gonada (ovogeneza i spermatogeneza) svake vrste počinje i traje u određenom periodu godine. Svaka grupa riba, pa čak i vrste, imaju specifično sazrijevanje, pogotovo u trajanju, vremenu dozrijevanja, tipu sazrijevanja

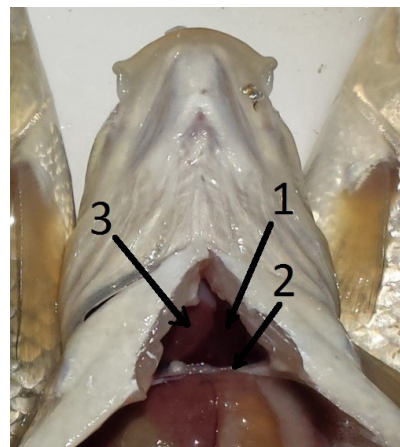
(sinhrono i asinhrono) i sl. Kod svih vrsta riba ovogeneza je u osnovi uniforman proces (ali i kod drugih kičmenjaka), s tim što su specifičnosti vrsta kao brzina ili dužina trajanja pojedinih faza vezane za uzrast, godišnje doba, vrijeme i sl. Ovaj ciklus može biti jednogodišnji, što je uobičajeni ciklus slatkovodnih kontinentalnih vrsta u umjerenom i hladnom klimatu. Ciklus može biti i kraći, pa se cijeli proces tokom godine ponovi dva puta (neke tropske vrste) a rijetko duži od 12 mjeseci, kao kod riba iz dubokih hladnih voda (grenlandska pljosnatica). Sve proučavane vrste u Skadarskom jezeru imaju jednogodišnji ciklus (Janković, 1971, Marić, 2002).

CIRKULACIONI (CIRKULATORNI) SISTEM

Sistem za cirkulaciju, odnosno cirkulacioni sistem, jeste sistem sudova kroz koje protiču tjelesne tečnosti (krv i limfa). Čine ga međusobno povezani i zatvoreni sudovi, u kojima transportni medijum uvijek ima isti smjer kretanja. Osnovna funkcija ovog sistema je prenošenje raličitih materija i toplotne energije unutar organizma, kao i njihova razmjena između organizma i spoljašnje sredine. Njime se prenose kiseonik, odnosno gasovi, hranljive materije (prosta organska jedinjenja, elektroliti), hormoni, enzimi, voda (višak vode), produkti razgradnje organskih jedinjenja i sl. do tkiva ili do mjesta njihovog izlučivanja u spoljašnju sredinu. Ima ulogu i u imunološkim reakcijama. Cirkulacioni sistem riba, kao i svih kičmenjaka, sastoji se od krvnog i limfnog sistema.

Krvni sistem

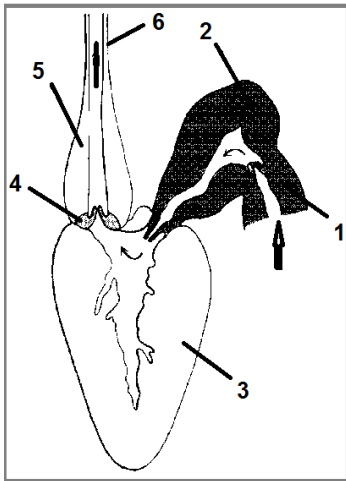
Krvni sistem se sastoji od tri glavne komponente: srca (Sl. 62), krvnih sudova (arterija, vena i kapilara) i medijuma koji cirkuliše kroz njih (krv). Srce je centralni organ krvnog sistema riba i drugih kičmenjaka, koji kontrakcijama svoje muskulature, kao i usisavanjem (aspiracijom), pokreće krv. Srce se nalazi na ventralnom kvnom sudu (vena) i okružuje ga diferencirani dio celomske duplje – perikardijalna duplja. Srčana ili perikardijalna šupljina je relativno mala trouglasta šupljina smještena ventralno ispod škržnih poklopaca (Sl. 62), odvojena od škržne i tjelesne šupljine tankom dijafragmom.



Slika 62. Pozicija srca (*S. platyceps*)

1. perikardijalna duplja,
2. dijafragma, 3. srce (*Cor*)

Srce se u pravilu sastoji iz četiri dijela (Sl. 63): venoznog sinusa (*sinus venosus*), pretkomore (*atrium*), komore (*ventriculus*) i arterioznog konusa (*conus arteriosus*), koji je kod mnogih košljoriba (teleostei) redukovan, pa njegovu funkciju preuzima prošireni dio na početku trbušne aorte (*bulbus arteriosus*), građen od elastičnog fibro-tkiva i glatkih mišićnih vlakana. Venozni sinus je prošireno mjesto gdje dolazi, odnosno gdje se sakuplja dezoksigenisana krv iz više pravaca, preko dvije glavne vene (*ductus Cuvieri* i *v. hepatica*). Iz venoznog sinusa krv ulazi u pretkomoru, koja ima tanki zid. Iz pretkomore krv ide u jaku mišićnu komoru, koja snažnim kontrakcijama ubacuje krv u uzlaznu aortu (*aorta ventralis ili ascedens*) odnosno u njen prošireni dio – *bulbus arteriosus*. Ovaj prošireni dio ima funkciju da amortizuje nagle impulse krvi koji dolaze iz srca jer se zbog elastičnosti može znatno rastegnuti (Hu et al. 2001). Krv se u ovom bulbusu sakuplja, zatim iz njega odlazi u krvotok (prema škragama) u ravnomjernom mlazu. Srce riba je automatski organ i inervisano je samo parasimpatičkim nervnim vlaknima, čija stimulacija ima kardioinhibitoran efekat.



Legenda:

- 1 – venozni sinus (*sinus venosus*),
- 2 – pretkomora (*atrium*),
- 3 – komora (*ventriculus*),
- 4 – *conus arteriosus*,
- 5 – *bulbus arteriosus*,
- 6 – ventralna aorta (*aorta ventralis*)
- 7 – tiroidne folikule

Slika 63. Građa srca košljoriba
(iz Etnier & Starnes, 1994 modifikovano)

Krv

Kroz krvni sistem, u zatvorenom sistemu, cirkuliše krv. Krv je najsloženija tjelesna tečnost životinjskih organizama, koju karakteriše stabilnost u pogledu organskog i neorganskog sastava, označena kao homeostazis. Ukupna količina (zapremina) krvi kod riba je mala, a u odnosu na tjelesnu masu povećavala se u toku evolucije. Kod obje grupe (klase) riba zapremina krvi u odnosu na masu varira od 1,5% do 7,3%, mada po nekim podacima varira od 3% do 8% težine tijela. Krv se sastoji od tečne komponente (serum/plazma) i čelijskih elemenata. Odnos između

ove dvije komponente (elemenata krvi i plazme) izražen u zapreminskom odnosu, u procentima, naziva se hematokrit. Hematokrit kod riba obično varira između 30% i 50%, a varira (kao i neki drugi krvni parametri) u zavisnosti od vrste, uticaja spoljašnje sredine (sezona), zdravstvenog stanja i sl. (Pavlović et al. 1962; Romestand et al, 1983; Marić i Knežević, 1986). Od ćelijskih elemenata u krvi riba zastupljeni su: eritrociti – crvena krvna zrnca, leukociti – bijela i trombociti – krvne pločice. Samo neke vrste riba iz polarnih djelova južnog Atlantika nemaju eritrocite (antarktička ledena riba). Niske temperature i visoka zasićenost kiseonikom omogućuju da se kod njih kiseonik prenosi krvnom plazmom.

Eritrociti Kod riba je broj eritrocita znatno manji nego kod sisara, ali je dijаметar znatno veći. Kod košljoriba u jednom mm³ krvi broj eritrocita varira od svega nekoliko stotina hiljada pa do preko tri miliona (Romestand et al, 1983; Marić i Knežević, 1986). Vrste sa većim brojem eritrocita imaju eritrocite manjeg dijametra i obrnuto. Broj eritrocita je karakterističan za vrstu, a kod većine vrsta broj varira i u zavisnosti od pola, fiziološkog stanja i mnogih ekoloških (sezona, stanište) faktora (Pavlović et al. 1962; Romestand et al, 1983; Marić i Knežević, 1986; Gabriel et al. 2004). Eritrociti su prisutni samo u krvnim sudovima. Njihova osnovna funkcija je prenošenje kiseonika koji se vezuje za hemoglobin. Hemoglobin (Hb) je respiratorni pigment koji je široko rasprostranjen u životinjskom svijetu. To je jedini respiratorni pigment zastupljen u krvi riba, kao i drugih kičmenjaka. Osim nekoliko izuzetaka, svi kičmenjaci imaju Hb koji se uvijek nalazi u eritrocitima.

Leukociti ili bijela krvna zrnca predstavljaju kompleksne ćelijske strukture koje su aktivno uključene u odbranu organizma i odgovorne za nju. Znatno manje su brojni od eritrocita, kod riba znatno brojniji nego kod drugih kičmenjaka, ali nikad ne čine više od 10% ćelijskih elemenata. Broj leukocita kod riba je varijabilan, a zavisi od više faktora. Znatno se povećava kod oboljelih primjeraka, pa su oni dobar indikator stanja neke populacije, kao i stanja životne sredine (Ivanc et al. 1997; Menke et al. 2011). Broj leukocita obično varira od 35.000 do 120.000.

Trombociti su odgovorni za koagulaciju krvi. Ovaj proces je veoma brz, pa se pri površinskim ozljedama sprečava gubljenje krvi (Menke et al. 2011).

Limfni sistem

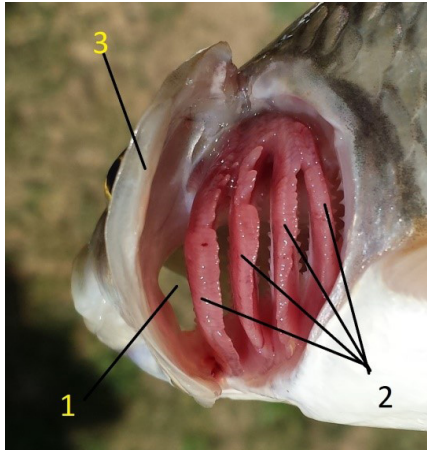
Limfni sistem je u tijesnoj vezi sa krvnim sistemom i sastoji se iz limfnih sudova (u kojima se limfa (*limpha*) kreće) i različitih limfnih tkiva. Osnovna uloga ovog sistema je vraćanje intersticijske tečnosti i nekih proteina plazme u krvotok, koji se usljed hidrostatičkog pritiska, kao i procesa difuzije i osmoze, gube kroz zidove kapilara. Zbog ovoga limfni sistem nema sudova koji bi odgovarali arterijama krvnog sistema. Limfoidna tkiva su locirana u različitim organima koji često imaju više funkcija. Limfa je tjelesna tečnost koja cirkuliše kroz limfni sistem kanala (limfotok).

RESPIRATORNI SISTEM – ORGANI ZA DISANJE

Kod riba postoji više posebnih morfoloških diferencijacija organa koji vrše respiratornu funkciju. Osnovni ili glavni organ preko kojeg se usvaja kiseonik (O_2) iz vode jesu škrge (Sl. 63). Međutim, više od 400 vrsta riba koristi za disanje atmosferski vazduh. One imaju posebno izdiferencirane organe za usvajanje atmosferskog vazduha, a Dipnoi (dvodihalice) i jednostavna pluća. Pored toga, ribe u larvenom stadijumu razmjenu gasova vrše preko kože, koja je osnovni organ dok se ne razviju drugi, i u tom stadijumu se razmjena gasova ostvaruje prostom difuzijom. U ovom stadijumu razvoja riba nije razvijen cirkulatorni, a ni respiratorni sistem, te se zbog toga površina cijelog tijela koristi za razmjenu gasova. Uz ove načine, neke grupe koriste O_2 koji se akumulira u ribljem mjehuru ili se uzima iz vazduha ili vode uz pomoć modifikovane crijevne mukoze. Razmjena O_2 kod ribe uglavnom se odvija na više načina istovremeno, a samo u određenim periodima i uslovima u razmjeni gasova se koristi samo jedan organ. Tako na primjer u zavisnosti od koncentracije/parcijalnog pritiska O_2 u svome okruženju i zahtjeva sopstvenog organizma za kiseonikom, čikov (*Misgurnus fossilis*) može da koristi različite respiratorne organe (škrge, modifikovanu crijevnu mukozu, kožu) samostalno i/ili kombinaciji kako bi zadovoljio potrebe za O_2 .

Škrge su osnovni organ preko kojeg se vrši razmjena gasova i imaju važnu ulogu u oksigenaciji krvi (Roberts i Ellis 2001). Pored gasova krv donosi i druga organska jedinjenja u škrge, pa one imaju i druge funkcije (osmoregulacija, pH ravnoteža, izlučuju produkte razgradnje organskih jedinjenja i sl.). Spoljašnje škrge se razvijaju od kože škržnog regiona i nijesu u vezi sa škržnim lucima. To su posebni nabori kože gdje krvni kapilari dolaze direktno na površinu. Unutrašnje škrge riba (Sl. 64) žargonski se nazivaju prave škrge i kod obje grupe riba se zadržavaju tokom cijelog života. Škrge riba sa koštanim skeletom (košljoribe) smještene su u prostoru koji od spoljašnje sredine odvaja škržni poklopac – *operculum*, pa se nazivaju operkularne škrge. Kod ove grupe riba škržne pregrade su redukovane, pa su na škržnom luku postavljene dvije poluškrge koje slobodno štrče u zajedničkoj škržnoj duplji (Slika 64), koja se nalazi kaudoventralno na glavi. Otvor kroz koji škrge komuniciraju sa spoljašnjom sredinom naziva se škržni prorez.

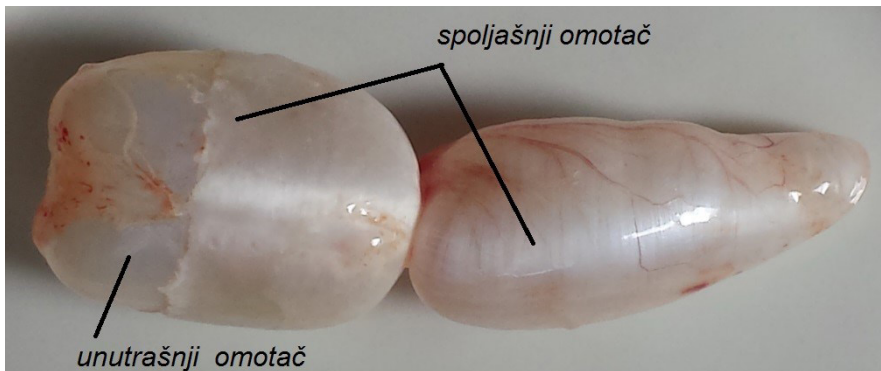
Košljoribe imaju četiri para škržnih lukova ili škrga (Sl. 64), a samo se kod nekih vrsta riba na unutrašnjoj površini operkulima nalaze rudimenti dopunske škrge. Škržni luci sa konkavne strane nose branhiospine (Sl. 67), a sa konveksne se nalaze respiratorni elementi, tj. dva reda dugačkih tankih filamenata, škržnih listića. Od drugih organa (pomoćni) za disanje kod riba postoji specifičan organ – riblji mjehur (Sl. 65) sa više funkcija, a jedna od njih je i funkcija disanja. Primarna funkcija je hidrostatička, a zatim detekcija pritiska i stvaranje zvuka. Riblji mjehur je treći pomoćni način snabdijevanja kiseonikom kod riba (Marić, 2019).



Slika 64. Škrge klena – *Squalius platyceps*

1. škržna šupljina,
2. škrge
3. škržni poklopac (*operculum*)

Ribljí mjeħur (ili plivajući mjeħur) u pravilu je neparni organ koji se nalazi između sistema za varenje i bubrega, duž cijele leđne strane trbušne duplje (Sl. 66). Različitog je oblika, kod salmonida, grgeča i mnogih drugih je jedinstven, dok je, na primjer u ciprinida podijeljen na dva dijela koji su međusobno povezani: prednji dio je obično veći, dok je zadnji nešto manji (Sl. 65).



Slika 65. Ribljí mjeħur kod *Cyprinus carpio*

Veliki broj košljoriba (npr. krap) posjeduje specifičan kanal koji je nazvan pneumatični kanal (*ductus pneumaticus*), preko kojega je ribljí mjeħur povezan sa jednjakom ili želucem i ima sfinkter uz jednjak ili želudac. Hrskavičave ribe i veći broj košljoriba nemaju mjeħur, ali je on posebno dobro razvijen kod riba sa velikom specifičnom težinom (teškim skeletom) i veći je kod slatkovodnih košljoriba nego kod morskih riba. Respiratorna funkcija ovog organa dolazi do izražaja kada se ribe nađu u uslovima smanjene količine dostupnog kiseonika. Pastrmke su veome osjetljive na vrlo malo smanjenje parcijalnog pritiska O_2 u vodenom stubu, pa prosječno 7 do 15 puta u 24 časa izađu na površinu vode i gutaju vazduh (posebno noću).

Već je istaknuto da plivaći mjehur ima više funkcija. Osnovna uloga svih riba je hidrostatska. Riblji mjehur kao hidrostatski organ naročito je važan jer je specifična težina ribe gotovo jednaka specifičnoj težini vode. Smanjenjem mjehura, odnosno količine vazduha, riba tone na dno, a njegovim širenjem diže se u gornje slojeve.

Osim navedenih funkcija, ustanovljeno je da riblji mjehur ima ulogu i kod proizvodnje zvuka, koja je vrlo raširena među ribama. U ciprinida prednja komora mjehura povezana je s lavirintnim organom pomoću Veberovog aparata. Kod grgeča produžeci prednjeg dijela mjehura u neposrednom su kontaktu s elementima unutrašnjeg uva. Oni se naslanjaju na fontanele, preko kojih su razapete opne, a smatra se da ova veza može imati statičku ili čak akustičku funkciju.

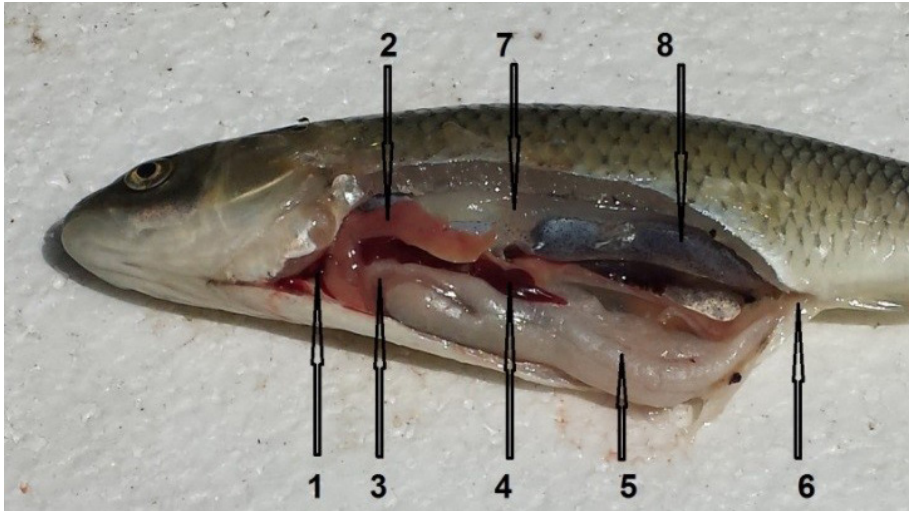
Istaknuto je da respiratornu funkciju ima i modifikovana crijevna mukoza. Ova tvorevina je razvijena kod velikog broja riba koje žive u povremenim ili permanentnim uslovima sa smanjenom količinom kiseonika (hipoksije ili čak anoksije). Riba vrlo hladnih voda u kojima ima dovoljno rastvorenog O₂ nemaju ove tvorevine. Neke od njih nemaju ni hemoglobin, a razmjena gasova se obavlja preko cijele površine kože, posebno peraja, koja su bogata krvnim sudovima (dobro prokrvljena koža).

Najmanji broj vrsta riba posjeduje organe koji su označeni kao pluća. To su Dvodihalice (Dipnoa), koje koriste i škrge i pluća za usvajanje O₂, odnosno mogu da ga koriste iz atmosfere i iz vode.

DIGESTIVNI SISTEM ILI SISTEM ORGANA ZA VARENJE

Digestivni sistem kod riba, kao i kod drugih kičmenjaka, složene je građe. Sastoji se iz više djelova, a osnovne funkcije su: primanje hrane i njena fizička i hemijska obrada (varenje), transport hrane, resorpcija tečnih i rastvorljivih materija i odstranjivanje nesvarenih djelova hrane (defekacija). U zavisnosti od vrste ishrane postoje i morfološke razlike u anatomiji i funkcionisanju ovih organa. Riba se u pravilu hrane krupnim partikulama (cijeli organizmi ili njihovi djelovi), pa je osnovni tip hranjenja hvatanje i gutanje plijena. Manji broj vrsta hrani se filtracijom, pa su sitne partikule ili suspenzija (planktonski organizmi) tip hrane (Marić, 2019).

Kod riba digestivni sistem je organizovan slično drugim kičmenjacima i uobičajeno se ovaj sistem dijeli na: usta i usnenu duplju (ponekad na usneno-ždrijelnu duplju), crijevni kanal i žlijezde (dvije velike) koje luče fermente, a to su jetra i pankreas. U odnosu na jetru, pankreas ili gušterača je vrlo mala žlijezda (teško vidljiva golim okom). Treba istaći da je uz organe digestivnog sistema, odnosno uz crijeva, smještena još jedna krupna žlijezda – slezina, ali ona nema digestivnu funkciju (strana 68). Ovo se ističe jer je slezina odmah vidljiva kada se izvrši disekcija ribe, a ponekad se zamijeni sa jetrom (Slika 66).



Slika 66. Unutrašnji organi klena (*S. platyceps*)
 1 – srce, 2 – jetra, 3 – crijevo, 4 – slezina, 5 – masno tkivo oko crijeva,
 6 – analni otvor, 7 – gonade, 8 – riblji mjehur

Sistem za varenje u principu je diferenciran na usnu duplju (*cavum oris*), dopire do prvog para škrga ili škržnog proreza kod hrskavičavih riba, zatim prelazi u ždrijelo (*pharynx*), koje se pruža do zadnje ivice posljednjeg para škrga. Od njega polazi uži dio, jednjak (*oesophagus*), koji dopire do želuca (*gaster*), a na njega se nastavlja crijevo (*intestinum*), koje se završava analnim otvorom.

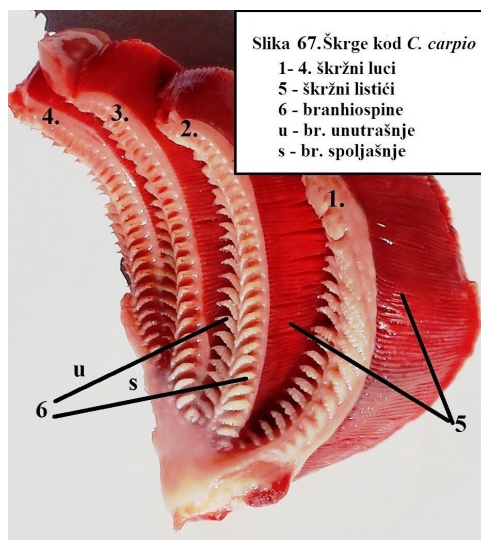
Usna duplja riba sadrži karakteristične organe sa specifičnim funkcijama: zubi, jezik i žlijezde. Riba u ustima imaju jezik (*lingua*, *syn. glossa*), koji je čvrst, slabo razvijen i gotovo nepokretan. Mnoge vrste riba (cijeli redovi ili porodice) na jeziku imaju zube. Kod košljoriba zubi su smješteni na različitim djelovima usnene, odnosno usneno-ždrijelne duplje. Obično su smješteni na gornjoj i donjoj vilici, a mogu biti prisutni na jeziku i na svim kostima u ovoj duplji, na primjer: nepcu, vomeru i sl. Riba u pravilu hranu (plijen) gutaju cijelu ili u komadima koje kidaju, a rijetke vrste je usitnjavaju u ustima (mrve). Ovakav način ishrane prisutan je kod reda Cypriniformes jer imaju jake ždrijelne zube (Sl. 46). Ova grupa riba u usnenoj duplji nema zuba izuzev ždrijelnih. Jaki ždrijelni zubi omogućuju ribama poput šarana (Sl. 46) da mrve tvrdi plijen, poput puževa i školjki. Pomoću ovih zuba i baziokcipitalne ploče za žvakanje ova grupa riba drobi – mrvu čvrstu hranu. Ždrijelni zubi sa unutrašnje strane nose male zubiće raspoređene na tri načina: u jednom nizu (redu), u dva niza ili u tri niza. Prema tome, ždrijelni zubi se nazivaju: troredni, dvoredni i jednoredni.

Na osnovu građe ovih kostiju i zubića koji se na njima nalaze može se relativno dobro odrediti karakter ishrane date vrste. Sve kosti (ne samo zubi) usnene, odnosno usneno-ždrijelne duplje pogodne su za proučavanje načina ishrane i vrste

konzumirane hrane kod ribljih vrsta. Pored ovih organa i tvorevina, za hvatanje, prihvaćanje i transport hrane kod košljoriba postoje i specifične tvorevine na škržnim lucima koje služe za hvatanje hrane. To su branhiospine (Sl. 67), sitne ili krupnije izrasline sa unutrašnje – konkavne (prednje) strane svakog škržnog luka. Na svakom škržnom luku one su raspoređene u dva niza. Njihov broj i veličina, odnosno raspored, takav je da mogu skoro potpuno zatvoriti škržnu duplju i hvatati sitne planktonske organizme. Planktofagne vrste, kao što su kuble ili tolstolobici, imaju i po nekoliko stotina branhiospina na škržnom luku. Dužina i oblik branhiospina u korelaciji je sa hranom kojom se vrste hrane, tako da su dobar pokazatelj načina ishrane date vrste, mada mogu biti i dobar sistematski karakter (Kottelat & Freyhof, 2007).

Svaki škržni luk ima specifičan broj branhiospina, a razlike postoje na spoljašnjoj i unutrašnjoj strani na istom luku (Vuković et al. 1967). Kod velikog broja vrsta iz grupe Actinopterygii na granici zeluca i crijeva prisutni su slijepi izraštaji (*appendices pyloricae*) koji mogu biti vrlo brojni (nekoliko stotina) i predstavljaju funkcionalni dio crijevnog trakta. Njihov broj može biti veći od nekoliko stotina. Pravilo je da grabljive vrste imaju kraća crijeva (cijeli crijevni sistem), omnivore nešto duže od dužine tijela, a biljojedne vrste, zatim one koje se hrane detritusom ili planktonom (mikroplanktonom) i po nekoliko puta duža crijeva od dužine tijela, čak i do 15 puta. Po nekim podacima proizilazi da se dužina crijevnog trakta uvećava sa starošću (Knežević, 1986; Marić, 1998). Kod krapa je crijevo 2 – 2,5 puta duže od dužine tijela. Ihtiofagne vrste imaju vrlo kratko crijevo (štuka i som 1 : 1), te ponekad (kod pastrmke) čini svega 60% dužine tijela, što je najmanji odnos od svih teleostea. Kod ovih vrsta resorptivnu površinu povećava veći broj crijevnih (piloričkih) nastavaka. Uobičajeno je (Rombout et al. 2011) da se crijevo dijeli na tri segmenta: prednji, srednji i zadnji dio, uglavnom po funkcionalnim aktivnostima. U digestivni sistem riba (i drugih kičmenjaka) digestivne fermente izlučuju dvije žlijezde koje sekretuju produkte u srednji dio crijevnog trakta, tj. intestinum. To su pankreas i jetra, odnosno njihov egzokrini dio.

Najveća žlijezda kod svih kičmenjaka je **jetra** (*hepar*) i ona je krupni, jasno vidljiv, visceralni organ sa više funkcija: sekretorna, deponovanje hranljivih materija, promet materija, antitoksična uloga, razgradnja oštećenih ćelija, bakterija i



parazitskih spora. Obično je tamnocrvene ili svjetlobraon boje, ali kako zavisi od količine masti i glikogena u njoj, boja je varijabilna kod iste vrste. Jedna od funkcija jetre je skladištenje glikogena (rezervna hrana), a u manjoj mjeri i lipida u hepatocitama (ćelije jetre).

Pankreas (*pancreas*) Kod mnogih riba pankreas ima difuzni karakter, tj. podijeljen je na mnogo sitnih režnjeva koji su razbacani u mezenteri, ponekad i u jetri (kod košljoriba). Pastrmkama se tkivo ove žlijezde nalazi između crijevnih nastavaka, a šaranima nije kompaktno tkivo kao organ, već tkivo koje obavlja funkciju pankreasa, raspršeno u tkivu jetre (oko portne vene i žučnog mjehura). Takav organ naziva se hepatopankreas.

IDIOEKOLOGIJA I EKOLOGIJA RIBA

Detaljno izučavanje idioekoloških karakteristika svake populacije riblje vrste ima veliki teoretski i praktični značaj. Poznavanje tih karakteristika posebno ima veliki praktični značaj kod introdukovanih vrsta, kao i kod vrsta koje se love u komercijalne svrhe. To je posebno važno u zaštiti autohtone ihtiofaune u velikim vodenim ekosistemima kakvo je Skadarsko jezero, koje predstavlja objekat privrednog ribolova. Bez detaljnog poznavanja idioekoloških karakteristika (ishrane, rasta, strukture populacije i sl.), naročito reproduktivne biologije svake vrste, nije moguće ni racionalno gazdovati ribolovnim objektima. Poznavanje idioekologije svake vrste koja se planira uzgajati osnovni je preduslov. Prilikom izučavanja vrsta koje se žele uzgajati, jedan važan parametar je u kakvim uslovima živi ili pri kojim uslovima ostvaruje najbolje rezultate. Među nekoliko idioekoloških karakteristika detaljnije će se analizirati tri: razmnožavanje, ishrana i rast.

RAZMNOŽAVANJE

Ribe su u pravilu biseksualni – dvopolni organizmi (gonohoristi). Vrlo rijetki slučajevi su pojava hermafroditizma, tj. kod rijetkih vrsta se razvijaju istovremeno muške i ženske polne ćelije (ikra), što može dovesti do samooplodnje. Takođe se rijetko javlja inverzija (promjena) polova.

Kako su ribe biseksualni organizmi, njihovi gameti se spajaju, a do oplodnje dolazi u dvije različite sredine: spoljašnja – u vodi i unutrašnja – u tijelu ženki. Kod spoljašnje oplodnje obje vrste gameta se izbacuju u spoljašnju sredinu, u kojoj se vrši oplodnja. S obzirom na specifičnu težinu, razlikujemo slobodnoplivajuća (pelagična) jaja, koja se javljaju u većine morskih riba, i pridnena (demersalna) ili uronjena jaja, kod većine slatkovodnih riba. Pelagična jaja plivaju – lebde pri površinskim slojevima vode. Ribe (vrste) koje ovako odlažu ikru svrstavaju se u ekološku grupu

pelagofili. Pelagofili imaju vrlo malu ikru (≤ 1 mm), imaju malu specifičnu težinu, vrlo se brojni (veliki fekunditet), malo pigmentisani, nijesu fotofobični, a imaju i kratak embrionalni razvoj. Od autohtonih riba registrovanih u Crnoj Gori u ovu grupu spadaju: jegulja, kubla, tolstoboci i dr. Kod pridnenih – uronjenih razlikuju se tri tipa : 1. slobodna – leže slobodno na dnu (salmonidi); 2. aglutinirana – međusobno slijepljena za podlogu (percide) i 3. fiksirana – pojedinačno se zalijepe za podlogu, mada se mogu formirati i male grudvice (šaran, štika).

Plodnost – fekunditet

Fekunditet predstavlja broj proizvedenih jaja u gonadama jedne vrste tokom jednog mrijesnog (godišnjeg) ciklusa. Broj stvarno položenih (izbačenih) jaja označava se pojmom fertilitet.

Više faktora utiče na plodnost kod riba, a na izuzetan diverzitet vrsta utiče i ogromna varijabilnost među njima. Opšte je pravilo da veći broj jaja (ikre) proizvede vrste koje ne vode brigu o potomstvu. Takođe, one imaju jaja manje veličine. Za ciprinidne vrste, i druge čije je dijametar ikre 1–1,5 (2) mm, karakteristično je da produkuju znatno više jaja od salmonida i njima sličnih. Pored ovog, kod ciprinida su znatno veće gonade, pa čine i do 40% njihove tjelesne mase (pastrmke oko 10%), što dodatno uvećava plodnost (apsolutnu). Sve to utiče da kod ciprinida na jedan kilogram mase bude i preko trista hiljada komada ikre, dok kod pastrmki bude deset puta manje.

Pored apsolutne i populacione plodnosti, za procjenu stanja populacije i međusobne komparacije koriste se i relativni odnosi, tj. relativna plodnost. Ona se iskazuje kroz razne odnose, a izračunava se u odnosu na tjelesne dimenzije, kao i dimenzije gonada. Broj ikre (apsolutna plodnost) u gonadama izračunava se tako što se iz gonada uzme isječak od jednog grama i vrši brojanje zrelije ikre ili ikre koja će se odlagati u tekućoj mrijesnoj sezoni. Množenjem broja ikre u gramu sa težinom gonada izračunavamo apsolutnu plodnost. Za salmonidne vrste je izračunato (procjenjuje se) da mogu da produkuju prosječno oko 1.500 – 2.000 komada po jednom kilogramu težine (Aganović, 1979). U salmokulturi ovo je važan pokazatelj pri planiranju potrebnog broja ikre, odnosno ženki koje će je proizvesti. Kod nekih vrsta riba iz Crne Gore proučena je plodnost i neki aspekti razmnožavanja. Za pastrmke iz gornjeg toka rijeke Morače utvrđeno je da mogu proizvesti oko 3.000 komada ikre po jednom kilogramu (Marić i Rakočević, 1014). Kod nekih naših ciprinidnih vrsta broj ikre u jednom gramu gonada kreće se od oko 1.000 do 2.000, a po kilogramu ti jela 150.000 – 300.000 komada (Janković, 1971; Knežević, 1986; Marić, 1998 i dr.).

Fekunditet, karakteristike mriješćenja, sezonalnost, početak, trajanje i sl. moguće je odrediti na dva načina: direktno (disekcijom – anatomski i histološki) i indirektno preko prikladnih odnosa (formula). Indirektnim metodama se ne može egzak-

tno i precizno doći do podataka kao anatomsko-histološkim, ali one imaju prednost u tome što se ribe ne moraju žrtvovati. Neki od indirektnih pokazatelja su odnos gonada i tijela (GSI), zatim uhranjenost, koja se izražava preko koeficijenta uhranjenosti, što predstavlja relativni pokazatelj odnosa dužine i težine.

Kod riba se razlikuju dva tipa oplodnje: unutrašnja i spoljašnja. Pod oplodnjom se podrazumijeva spajanje muških i ženskih polnih ćelija, tako da je omogućeno miješanje gena dva pola. Kod riba sa unutrašnjom oplodnjom mužjaci posjeduju specifične kopulatorne organe. Kada oplođena jaja ostaju u tijelu, gdje se razvijaju, a potom rađaju potpuno razvijene male ribe, tj. rađaju žive mlade, ovaj tip se označava kao *viviparija*, odnosno viviparne ribe (gambuzija). Treba istaći da se u posljednje vrijeme koriste samo dvije kategorije ili dva termina: *viviparija* i *viviparni* (živorodni) organizmi i *oviparija* i *oviparni* (jajopolagači) organizmi, odnosno ribe. Kod riba oviparni vid oplodnje i razvoja je najčešći. Do oplodnje dolazi kad spermatozoid uđe kroz membranu jaja preko otvora – mikropila (Sl. 60), a zatim se mikropila zatvara (sprečava ulazak drugih).

Mriješćenje – način, vrijeme i mjesto

Postoje tri grupe faktora koji uslovljavaju mrijest riba: kondiciono stanje ženke (uhranjenost), fiziološki faktori (hormoni) i ekološki faktori. Temperatura je najvažniji abiotski faktor koji utiče na životne procese (biologiju) kod poikilotermih organizama, a kod riba ima presudnu ulogu za mriješćenje. Sve vrste pri razmnožavanju imaju optimalni temperaturni dijapazon, koji kod nekih može da varira značajnije. Mogu se izdvojiti dvije grupe vrsta: one koje se mrijeste u kratkom vremenskom periodu (kubla u Skadarskom jezeru) i one čiji mrijest traje više desetina dana, pa i mjeseci (pastrmke, krap i dr.).

U područjima umjerene klime ili u područjima gdje su jasno izdiferencirana godišnja doba (kombinacija temperature i svjetlosti) mriješćenje riba ima sezonski karakter (tropske ribe se mrijeste gotovo neprekidno). U vodama Crne Gore neke vrste se mrijeste u kasnu jesen i zimi – novembar – februar (vrste iz porodice pastrmki), neke u rano proljeće – mart (grgeč, skobalj), a neke tokom proljeća (mladica – *H. hucho*, lipljen – *T. thymallus*, Cyprinidae i dr.).

Temperaturni uslovi, prvenstveno vode, zajedno sa dužinom dnevne svjetlosti (fotoperiod), u većim geografskim širinama presudni su za sazrijevanje i determiniranju mrijest. Dokazano je da smanjenje dnevne svjetlosti stimuliše ranije sazrijevanje kod pastrmki.

Izbor mjesta mriješćenja

Na osnovu izbora mjesta odlaganja polnih produkata, evropska autohtona ihtiofauna može se grupisati u 14 tipova, a autohtone ribe Crne Gore u 11 ekoloških grupa – tipova. Ako se u ovu ekološku klasifikaciju uključe i alohtone vrste u Crnoj Gori, onda se može izdvojiti još jedna specifična ekološka grupa, i to grupa živorodnih riba (gambuzija). Nazivi ekoloških grupa izvedeni su po nazivima podloge na koju se odlaže ikra.

Pelagofili – ribe koje se mrijeste u pelagijalu, a ikra lebdi u vodenom stubu. Vrste koje se uzgajaju u akvakulturi su: jegulja (*A. anguilla*), bijeli amur (*Ctenopharyngodon idella*) i dvije vrste tolstolobika (*Hypophthalmichthys molitrix* i *H. nobilis*).

Litopelagofili – mrijest se odvija na stijenama ili šljunku, ali su embrioni i larve pelagične (*Acipenser* spp. i *Lota lota*).

Litofili su vrsta koja se mrijesti na stijenama i šljunku (ne čuvaju jaja). Jedna grupa se mrijesti i odlaže ikru na otvorenom supstratu (ne sakrivaju ikru), a druga oplođenu ikru zakopava u šljunkovita udubljenja ili u pukotine stijena (pastrmke – *Oncorhynchus mykiss*, *Salmo* spp., *Salmothymus* sp., *Hucho hucho*, *Thymallus thymallus* i *Salvelinus* spp.). Najveći broj vrsta iz obje grupe mrijesti se u vodi veće brzine i sa dosta kiseonika, ali ima i onih u lotičkim sistemima.

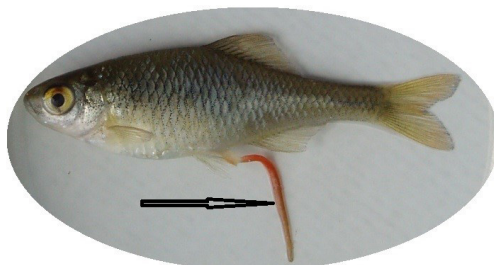
Fitolitofili ikru odlažu na biljke i na razne predmete koji su potopljeni u vodi. U crnogorskim rijekama u djelove sa smanjenom brzinom vode ikru odlaže veći broj vrsta, na primjer ukljeva.

Fitofili su vrsta koja svoje produkte (ikra je ljepljiva) odlaže na vegetaciju, bez dalje brige o potomstvu. Samo rijetki, kao som (*Silurus glanis*), zakače jaja na biljku koju mužjaci čuvaju, dok smuđ (*Sander lucioperca*) pravi gnijezda u koja polaže ikru, a oplođenu čuvaju mužjaci. Kod nas su fitofili (gaje se i u ribnjacima): krap (*Cyprinus carpio*), karaš (*Carassius auratus*), štika (*Esox lucius*) i dr.

Psamofili su ekološki tip riba koje ikru odlažu na pijesak. Takve su cipoli i neke male slatkovodne vrste.

Ostrakofili su vrsta kod koje ženka ikru sa legalicom (Sl. 68) polaže u školjku (*Unio* sp. *Anodonta* sp.). Takve su samo vrste iz roda gavčica – *Rhodeus* (prisutne u mirnim vodama.)

Speleofili su vrsta koja odlaže ikru tako što pravi gnijezda u udubljenjima (rupe, pukotine, šupljine) na kamenitom supstratu. Kod nas je to peš, a brigu o potomstvu preuzima mužjak.



Slika 68. Legalica kod *R. amarus*
(iz Marić, 2019)

Polifili ne preferiraju specifično stanište za pravljenje gnijezda – ovoj grupi pripada sunčanica. Mužjaci prave i čuvaju gnijezda. U jednom gnijezdu može biti ikra od većeg broja ženki.

Ariadnofili – tip kod kojeg mužjaci prave gnijezda u kojima čuvaju oplodenu ikru dok se ne razvijaju larve. Kod nas je prisutan bodonja ili gregorac, koji se, zbog ove pojave i specifičnog ponašanja, često gaji u akvaristici.

Embrionalni i postembrionalni (ciklus odrastanja) razvoj

Nakon oplodnje, odnosno nastanka oplodene jajne ćelije ili zigota, počinje embrionalni razvoj. Početak embrionalnog razvoja ili početak diobe oplodene ćelije stimuliše i spermatozoid kad prođe kroz mikropilu. Kod organizama koji se razmnožavaju ginogenezom spermatozoid upravo vrši podsticaj da se neoplođena ćelija počne dijeliti. Nakon dospijeaća ikre u vodu i oplodnje, dolazi do bubrenja (hidracija) ikre, što doprinosi zatvaranju mikropila, a znatno se povećava previtelusni prostor (prostor između opne i ostalog dijela). Povećanje previtelinskog prostora štiti embrion od mehaničkih udara i u zavisnosti od adaptacija vrste njegovo povećanje je različito. Zbog toga se oplodeno jaje kod nekih vrsta poveća i dva puta, dok je kod drugih povećanje jedva primjetno, kao npr. kod somova (Marić, 2019).

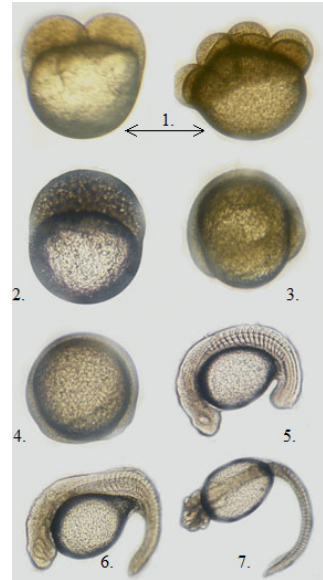
Različiti autori embrionalni razvoj interpretiraju kroz različite faze. Po jedni, kompletan proces razvoja dešava se u jajnoj (ikri) ćeliji, a u momentu oslobađanja iz opne završava se i počinje larvalni period, dok po drugima je i period nakon izlaska iz ikre dok traje resorpcija zaostalog žumanca. Tokom embrionalnog razvića, ikra je providna, a kako je relativno krupna, lako se uočavaju strukturne promjene u njoj. Uobičajeno je (Gomes et al. 2011, Arantes et al. 2013) da se opis generalizuje u šest faza. Izlazak iz jajne ćelije kod nekih se opisuje kao posebna faza (sedma) i embrionalni period traje dok larva ne počne aktivno uzimati hranu. To znači da embrionalni razvoj traje dok se embrion hrani isključivo endogenom hranom i nije ograničeno da li je u jajnoj ćeliji ili slobodan. Po nekima, embrionalni razvoj jedinke završava se kada embrion izađe iz opne, a na nivou populacije kada se 50% jedinki oslobodi iz nje. Na Slici 69 prikazan je embrionalni razvoj u više faza, ali samo kao vizuelna ilustracija, bez opisivanja karakteristika njegovog toka. Poznavanje ovog procesa je veoma važno u ribarstvenoj praksi.

Embrionalni razvoj pojedinih vrsta vrlo je kratak, kod nekih svega nekoliko sati, nasuprot vrstama kod kojih razvoj traje više mjeseci. Kratko embrionalno razviće obično imaju male vrste i vrste kratkog životnog ciklusa, kao što su one koje žive samo jednu godinu. Kod naših vrsta najduži razvoj imaju vrste iz porodica Salmonidae – traje od 30 pa do više od 60 (čak i 100) dana pri uobičajenim zimskim temperaturama rijeka, od svega nekoliko stepeni.

Kod Cyprinidae embrionalni razvoj traje svega nekoliko dana, a kod najveće evropske ribe, soma – *S. glanis*, dva-tri dana (Kottelat and Freyhof, 2007). Kod *C. auratus* po Marić (1998) razviće svih embriona (u eksperimentu) pri temperaturi od 15 °C završava se za sedam dana, dok se pri temperaturi od 20 °C to događa za svega pet dana. Proučavajući uticaj temperature na brzinu embrionalnog razvoja došlo se do zaključka da ona ne samo da ubrzava ili usporava razvoj već je kod neke vrste

Slika 69. Faze razvića embriona (teleolecitne ikre) kod *Pimelodus maculatus* (iz Arantes et al. 2013)

1. faza blastomera, brazdanje ili blastulacija (2 i 8 blastomera), 2. blastula, 3. gastrula, 4. faza zatvaranja blastopore, 5. faza diferencijacija organa 6. slobodan rep, 7. faza izlijezanja



potrebna određena suma temperature za embrionalno razviće. Ta suma temperatura poznata je u ihtiologiji i ribarstvu pod nazivom „stepeni-dani“. Na osnovu ovog parametra lako se izračunava trajanje pojedinih faza u embrionalnom razvoju, što posebno ima praktični značaj (manipulacija i transport).

Imajući u vidu naprijed iznesene podatke za svaku vrstu, lako je izračunati potreban broj stepeni-dana za razviće tih vrsta. Za *C. auratus* je potrebno oko 100 stepeni-dana (20×5), za kalifornijsku pastrmku, pri temperaturi od 13°C treba 24 dana, a pri temperaturi od 10°C 31 dan, što znači da za embrionalni razvoj ove vrste treba oko 310 stepeni-dana. Za balkanske autohtone vrste pastrmki potrebno je 400 – 450 stepeni-dana (Aganović, 1979).

Izlijezanjem embriona iz ikre završava se samo jedan dio embrionalnog razvoja (*period ikre*). Nakon toga, razvoj embriona se odvija u spoljašnjoj sredini, a mlada jedinka za ishranu koristi žumance iz vitelusne kesice. To vrijeme označava se kao *period slobodnog embriona*. Ovaj period ili trajanje ishrane na račun žumanca različit je kod različitih vrsta, a u pravilu slobodni embrioni se nakon resorpcije 2/3 žumančaste kesice počinju hraniti iz spoljašnje sredine. Kako temperatura utiče i na ovaj period, i on se može predstaviti u stepen-danima, pa za balkanske potočne pastrmke ukupni period iznosi 600–650 stepeni-dana, a za kalifornijsku 450–500 °d.

Dalji tok života odvija se takođe kroz nekoliko jasno definisanih perioda. Razvoj riba (i drugih životinja) nije postepen proces, već se dešava po jasno odvojenim intervalima ili fazama. Svaka faza se odlikuje i razlikuje od sljedeće ili drugih po specifičnim morfološkim, fiziološkim i ekološkim karakteristikama, tj. one su odvojene skokovitim promjenama ili naglim funkcionalnim promjenama tokom ontoge-

netskog razvića. Ovaj diskontinuitet ontogeniji omogućava da se tokom razvića od oplodnje jajeta pa do starosti i smrti ribe može izdvojiti pet perioda, odnosno ribe (u pravilu) prođu kroz pet faza razvoja: period embrionalnog razvoja, period larve, period polne nezrelosti (juvenilni), period polne zrelosti i period starosti.

1. Prvi period ili faza je *embrionalni period* (faza) kada razviće u potpunosti zavisi od ženke tj. direktno unutar ženke ili indirektno od jajeta (ikre), a koja je proizvod ženke. To znači da se embrion hrani na račun proizvoda ženke. U ovom periodu se mogu razdvojiti dva jasna potperioda (faza u ikri i slobodni embrion), pa se cijeli razvitak odvija u šest faza ili perioda.
2. Drugi period je *period larve*, koji počinje kada slobodni embrion pređe na egzogenu hranu, odnosno kada riba u razvoju počinje uzimati hranu iz spoljašnje sredine.
3. Treći ili *juvenilni period* je period kada su svi organski sistemi potpuno razvijeni i kada su u potpunosti formirana parna i neparna peraja. Po izgledu, juvenilne jedinke potpuno liče na odrasle, iako se mogu razlikovati po boji i načinu života. U ovoj fazi ribe najbrže rastu. Završava se kada gonade (testisi i jajnici) sazre.
4. Četvrti je *period odraslog organizma* (adultni period), kada su gonade sazrele i kada se ribe počinju mrijestiti. Do ovog perioda ribe su znatno porasle, dobile konačan spoljašnji izgled. Kod mnogih vrsta se uočava polni dimorfizam tokom cijelog ovog perioda, a kod nekih samo tokom mrijesta. Ovaj period kod većine vrsta traje najduže, kod nekih više desetina godina. Tokom njega ribe nastavljaju da rastu, ali imaju usporeni rast, koji se sa starošću pravilno smanjuje jer se više energije usmjerava za razmnožavanje, odnosno na rast polnih žlijezda. Međutim, polno zrele ribe obično su teže od nezrelih pri istoj dužini, zbog gonada.
5. Peti je *period starosti*, u kojem dolazi do prekida polnih funkcija (djelimično ili potpuno), rast je toliko usporen da se teško može detektovati, a slabe i ostale funkcije. I ovaj period kod različitih vrsta traje različito, a kod kečiga može trajati godinama.

STAROST I RAST RIBA

Pod rastom tijela riba podrazumijeva se povećanje dužine i težine tijela, tj. dužinski i težinski rast. Riba raste cijelog života, a naprijed je u kratkoj formi opisan cijeli tok kroz karakteristične periode. Rast riba tokom života je neravnomjeran, ali i tokom jednogodišnjeg ciklusa. Najintenzivniji tempo odvija se prvih godina života, dok ne postanu polno zrele i za to vrijeme dostignu prosječno više od polovine ukupne dužine. Vrste iz Crne Gore najintenzivnije rastu u prve dvije godine. Rast riba se može sagledati kroz izmjerene (empirijske) vrijednosti (Sl. 70) i preko relativnih pokazatelja (Marić, 2019).

Pored abiotske komponente, na rast, uz povoljne temperaturne uslove, najviše utiče dostupnost hrane i kompeticija. Temperatura je jedan od najvažnijih faktora koji u vodama umjerenog klimata determinira karakter rasta pojedinih vrsta. U pravilu pastrmke dobro rastu pri temperaturi oko 10 °C i manjoj, pa je temperatura vode u salmonidnim ribnjacima rijetko veća od 10 °C (ribnjaci se prave, lociraju pored izvora). Ciprinidne vrste pri ovakvim temperaturama imaju minimalni rast ili se on prekida. Kod ciprinida u Skadarskom

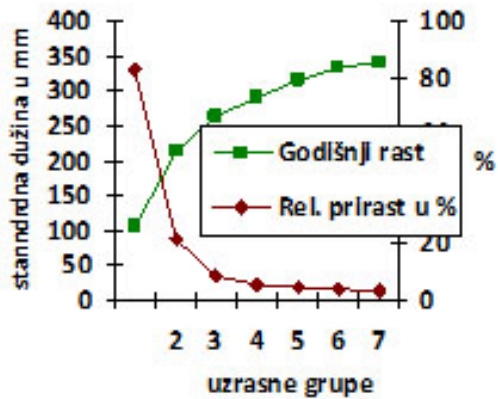
jezeru se tokom zime (temperatura se zimi ne spušta ispod 5-6 °C) na krljuštima i nekim kostima formiraju godišnji prstenovi, jer je pri tim uslovima usporen rast.

Na rast riba utiču unutrašnji (hormoni rasta i steroidi) i spoljašnji (sredina) faktori, prvenstveno temperatura, zatim količina kiseonika, količina amonijaka, salinitet, svjetlost, fotoperiod i dr.

Kiseonik, odnosno količina rastvorenog kiseonika, utiče na rast riba, a njegove niske koncentracije smanjuju stopu rasta (zato u salmonidnom ribnjaku treba veća protočnost). Ako je amonijak prisutan u velikim koncentracijama, on usporava rast ribe, ali osim toga, sa njegovim povećanjem opada intenzitet ishrane, odnosno opada potrošnja hrane (važno kod riba u akvakulturi) i na taj način se dodatno usporava rast. Dokazano je da na rast ima značajan uticaj i pH reakcija vode, odnosno acidifikacija u životnoj sredini (Raitaniemi et al. 1988). Drugi factor koji značajno utiče jeste dostupnost hrane i njen kvalitet. Poznato je da hrana koja sadrži više proteina ubrzava porast tijela. Zbog toga i vještačka, koncentrovana hrana sadrži veće količine proteina (za pastrmke oko 50%). Utvrđeno je da se kod grgeča znatno ubrzava rast kada sa bontofagne ishrane pređe na piscivornost (Heibo, 2003).

Rast riba je, uz razmnožavanje, najproučavaniji aspekt biologije riba. Da bi se pratio, proučavao rast tokom životnog ciklusa vrste, neophodno je poznavanje njene starosti. Takođe, a već je istaknuto, i za pravilno proučavanje reproduktivne biologije neophodno je poznavanje trajanja životnog vijeka vrste. Poznavanje starosti je važno i za proučavanje preživljavanja/mortaliteta. Postoji više metoda, načina da se odredi starost vrste (Marić, 2019).

Jedna od najjednostavnijih i približno preciznih metoda utvrđivanja je na osnovu dužinskih frekvencija (slika 71). Metoda se zasniva na očekivanju da će biti najviše jedinki sa prosječnom veličinom, a ekstremnih najmanje (pravilo normalne distribucije) i da će u uzorku postojati sukcesivno smjenjivanje starosne dobi u skla-

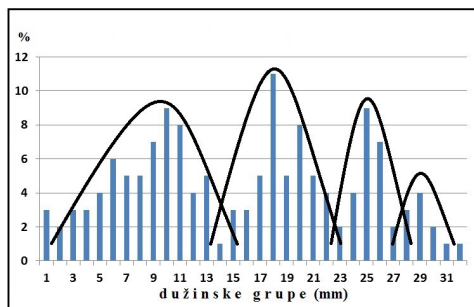


Slika 70. Promjena rasta (apsolutni i relativni) u odnosu na uzrast kod *C. auratus* (Marić, 1998, modifikovano)

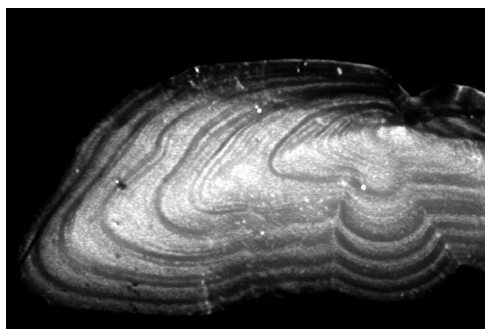
du sa dužinom ribe. Da bi se što pravilnije procijenila ili odredila starost ovim pristupom, potrebno je da uzorak bude veliki i da u svim dužinskim grupama bude veći broj jedinki. Pored toga, uzorci moraju biti prikupljeni u kratkom vremenskom roku, najprihvatljivije u jednom mahu. Ovaj metod je pogodan kada se određuje starost riba koje nemaju krljušti, kod velikih uzoraka i posebno ako se određuje daleko do laboratorijskih uslova, a potrebne su brze informacije. Metod dužinskih frekvencija pogodan je za mlađe ribe, jer se godišta lako razlikuju zbog karakteristika rasta (brz) u tom periodu (Marić, 2019).

Najčešća, najpreciznija, ali ujedno i najzahtjevnija (po složenosti) metoda je određivanje stosti na osnovu naraštajnih zona na pojedinim djelovima tijela: krljušti, operkulum (Sl. 73), otoliti (Sl. 72), tvrde žbice u perajima, kičmeni pršljenovi i sl. Utvrđeno je da se kod riba koje imaju sezonski rast – periodičnost (iz umjerenog i hladnog klimata) na navedenim koštanim elementima javlja neravnomjeran rast, odnosno neravnomjerno okoštavanje (kalcifikacija) navedenih koštanih elemenata. To uslovljava da se na krljuštima, otolitima i operkulumu (kao na presjeku drveta) jasno vide (Sl. 73, strelice) svjetlija ili tamnija polja. Krljušti su najčešće korišten element pomoću kojeg je proučavana starost i rast riba: kod svih vrsta riba iz voda Crne Gore starost je određena na osnovu njih. U pravilu, kod vrsta koje nemaju krljušti ili su one izuzetno malih dimenzija, starost se određuje uglavnom

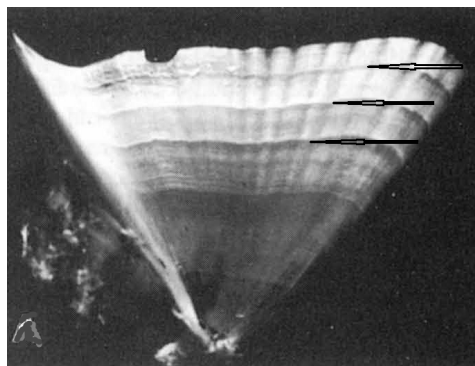
na osnovu strukture otolita. Kod najmanjeg broja vrsta starost je određivana na osnovu proučavanja građe, operkuluma (Sl. 73), poprečnih presjeka kičmenih pršljenova i žbica u perajima. U ovom slučaju prave se histološki preparati ovih anatomskih struktura i na njima po istom principu, kao i kod drugih, određuje rast na osnovu na-



Slika 71. Dužinske frekvencije kod *S. platyceps* (iz Marić, 2019)



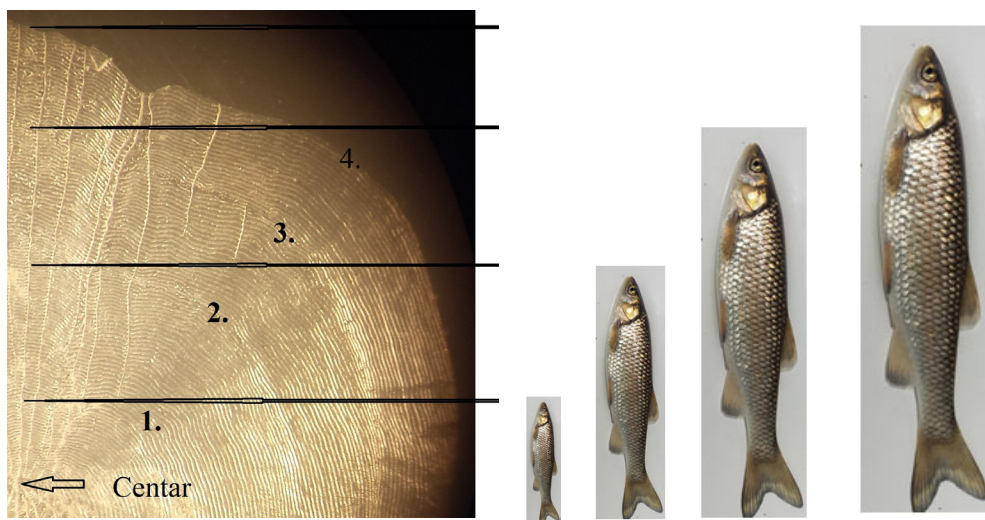
Slika 72. Otolit bakalara (*Gadus morhua*) (iz Campana and Thorrlund, 2001)



Slika 73. Operkulum grgeča – *P. fluviatilis* (iz Raitaniemi et al. 1988)

raštajnih zona. Starost se kod svih navedenih struktura određuje prostim prebrojavanjem „godova“ (*annulus*) na tim strukturama, a kako je već istaknuto (vidjeti krljušti – Sl. 42), oni predstavljaju pojaseve usporenog rasta koji su formirani tokom zimskog perioda. Na osnovu toga određujemo i koliko neka vrsta živi.

Nakon utvrđivanja starosti jedinki u datoj populaciji, pristupa se proučavanju ili izračunavanju rasta. Rast (dužinski i težinski) može se određivati (izučavati) na dva načina: na osnovu stvarno izmijerenih vrijednosti i povratnim izračunavanjem, na osnovu zakonitosti koje izražavaju vezu odnosa veličine tijela i struktura u koštanom elementu, odnosno njihovih naraštajnih zona – godova. Izračunavanje rasta na osnovu stvarno izmijerenih težina ili dužina zasniva se na prostom izračunavanju srednjih vrijednosti tih veličina za svaku starosnu grupu. Znači, da bi se proučio rast populacije/vrste, u uzorku moraju biti zastupljene sve uzrasne klase, i to u statistički prihvatljivom broju. Ovaj pristup je pogodan za uzorke koji su skupljeni u periodu kada jedinke navršavaju punu godinu života. Uzorci sakupljeni na ovakav način mogu se komparirati sa sličnim iz drugih lokaliteta (Marić, 2019).



Slika 74. Odnos rasta krljušti i tijela kod *S. platyceps* (juvenilne jedinke) kod populacije iz Brestice – male pritoke rijeke Zete (mjesec mart)

Najveći nedostatak kod direktnog mjerenja i izračunavanja, pored zahtjeva za svim uzrasnim klasama i određenom brojnošću, jeste što se uzorci vrlo često sakupljaju tokom cijele godine, pa komparacija takvih nije validna i ne preporučuje se. Kod ovakvih uzoraka vrši se povratno računanje ili računanje unazad. Ovaj metod se bazira na korelativnom odnosu rasta tijela i rasta koštanog elementa (godova) tokom životnog ciklusa, odnosno na specifičnim pravilnostima porasta veličine tijela i veličine naraštajne zone (između dva goda), tokom godišnjeg ciklusa (Sl. 74).

Pored ovih osnovnih metoda i principa računanja rasta, u ihtiološkom istraživanju koriste se i izračunavaju: relativna težina, brzina rasta, konstanta rasta, karakteristika rasta, Bertalanffy funkcije rasta i sl. Obično se na osnovu relativnih pokazatelja, prije svega srednje konstante i srednje karakteristike rasta, kod mnogih vrsta riba izdvajaju dva karakteristična perioda i dovode u vezu sa fiziološkim procesima u organizmu, prije svega sa nastupanjem polne zrelosti. Relativni rast riba je generalno, ili u pojedinim fazama, u svakom vodenom sistemu specifičan, odnosno karakterističan za populaciju koja tu živi.

ISHRANA RIBA

Ribe se hrane egzogenom hranom, odnosno hranom iz spoljašnje sredine, koju aktivno sakupljaju, uzimaju ili love. Samo u pojedinim periodima života ishrana može biti endogena, a to je kada se koriste materije unutrašnjeg porijekla. One su u vidu rezervi deponovane u tijelu: vitelus kod tek izašlih embriona ili masno tkivo kod odraslih riba. Specijalni oblik unutrašnje ishrane nastupa u periodu gladovanja prilikom migracija, a može se desiti i tokom zime kod riba u šaranskim ribnjacima.

- U zavisnosti od vrste hrane koju ribe uzimaju, dijele se na tri uobičajene grupe:
- Carnivore se hrane životinjama, a od crnogorskih vrsta ovoj grupi bi pripadale sve pastrmke, jegulja, somovi, štuke i dr. U pravilu, vrste iz ove grupe imaju želudac;
 - Herbivore (herbivorne vrste) hrane se biljkama, a u vodama Crne Gore je najmanje vrsta iz ove grupe. Od autohtone faune u ovu grupu se svrstava skobalj (hrani se perifiton), a od introdukovanih bijeli amur – *C. idella* (vaskularnom vegetacijom). Karakteristika herbivora je da imaju dug crijevni trakt, ponekad i više puta duži od dužine tijela;
 - Omnivore ili polifagi se hrane hranom mješovitog sastava, sa nejednakim omjerom biljne i animalne komponente. Neke vrste više preferiraju jednu, a neke drugu komponentu. Međutim, kod ovih vrsta izbor hrane se mijenja sezonski, ali znatno utiče i zastupljenost pojedinih organizama u staništu. U pravilu, omnivorne vrste imaju relativno kratak do srednje dug crijevni trakt (približno dug kao dužina tijela), mada je kod nekih znatno duži od dužine tijela (rod *Cyprinus*). Veliki broj vrsta riba u Crnoj Gori pripada grupi omnivora, na primjer: klen, brcaci i druge.

Pored ove tri osnovne, izdvaja se i grupa detritivora, u koju se svrstava karaš, kod koga se u Skadarskom jezeru tokom zimskog perioda učešće detritusa stalno kreće od 50 do 95%, mada je i tokom drugih sezona visoko i često je iznad 50% (Marić, 2000).

Pored ove podjele, ubičajeno je da se ribe dijele i na osnovu toga koju ekološku grupu, tj. zajednicu više preferiraju u ishrani, pa se dijele na:

- piscivorne vrste, tj. vrste koje se hrane isključivo ribom (som, štruka);
- bentofagne vrste, u koje se svrstavaju one što koriste animalnu komponentu dna, a ovoj grupi pripadaju carnivore, koje se hrane beskičmenjacima dna (lipljen) i omnivore, koje uglavnom preferiraju bentoske beskičmenjake (*mrena*);
- plantofagi su oni koji u ishrani koriste isključivo planktonske organizme, a dijele se na dvije grupe, u zavisnosti od toga da li se hrane fito ili zoo komponentom: fitoplanktofage i zooplanktofage. Od autohtonih vrsta u Crnoj Gori samo je ukljeva (*A. scoranza*) planktofag, i to zooplanktofagna vrsta. Od introdukovanih vrsta, planktofagi su vrste iz roda *Hypophthalmichtys*, i oni se zbog takvog načina ishrane redovno gaje u šaranskim ribnjacima – koriste planktonski potencijal (Marić, 2019).

Sve riblje vrste (košljoribe) se na početku života hrane sitnim perifitonskim ili planktonskim organizmima (rotatorije, naupli copepoda). Kasnije, sa odrastanjem, prelaze na glavnu komponentu, mijenjajući tokom ologenetskog razvoja nekoliko prehrambenih niša (Byström et al. 2003).

Za proučavanje ishrane, odnosno kvalitativno-kuantitativnog sastava konzumirane hrane, koristi se više metoda i tehnika. Za utvrđivanje da li i u kom intenzitetu se ribe hrane (količine konzumirane hrane), koriste se jednostavne ocjene, koje se zasnivaju na vizuelnoj procjeni ispunjenosti crijevnog trakta uz upotrebu višerazredne skale (3, 5, 7. kategorija). Za procjenu kvalitativno-kuantitativnog sastava u prošlosti se koristilo više metoda, kao što su: numerički metod, metod učestalosti (frekvencije), metod procjene učešća u ukupnoj količini, gravimetrijski metod, volumetrijski metod, metod rekonstrukcije i sl. Svaka navedena metoda ima nedostataka, pa je najbolje da se kombinuje dvije ili više njih. Najčešće se kombinuju numerički metod, metod frekvencija i gravimetrijsko-volumetrijske metode. Na ovaj način se mogu dobiti informacije o vrsti pojedene hrane, o broju individua, učestalosti svakog elementa (taksona) i njenom učešću u zapremini ili težini. Ove analize pokazuju koju ekološku grupu (zajednicu) vrste preferiraju. Poznavanje ishrane je naročito važno kod vrsta koje su predmet ekonomskog korišćenja.

PONAŠANJE RIBA, MIGRACIJE (SELIDBA)

Na osnovu potreba za intenzitetom pokreta, vrste dijelimo u dvije grupe: slabo ili malo pokretne – sedentarne i migratorne. Migracije su u pravilu masovni odlazak iz jednog životnog prostora u drugi, i to u određeno vrijeme i u određenoj životnoj dobi. Migracije kod riba nastaju uglavnom radi traženja hrane i prostora za razmnožavanje, zatim traženja mjesta za prezimljavanje, izbjegavanje zagađenja i sl.

Vrste koje iz mora migriraju u slatke vode nazivaju se *anadromne* vrste. Ovoj grupi (kategoriji) riba, od naših vrsta pripadaju jesetre (*Acipenser* spp.) i kubla (*A. fallax*), koje vrše migracije od najmanje 50 km. To su u vodama Crne Gore najduže anadromne migracije.

Nasuprot njima, *katadromne* vrste su one koje život do zrelog doba provode u slatkoj vodi, a na mrijest odlaze u more, što je slučaj sa jeguljom (*A. anguilla*). Smatra se da sve jegulje iz evropskih voda migriraju u Sargaško more na mrijest (Sl. 74). Zajednička karakteristika nekoliko anadromnih i katadromnih vrsta koje vrše duge migracije radi mrijesta jeste da se tokom putovanja do podišta ne hrane i da nakon polaganja ikre uginu. Evropski losos (*S. salar*) ne uginu, već se mrijesti više puta, kao i mnoge vrste iz porodice Acipenseride. Migracije pored aktivnih (naprijed opisane) mogu biti i pasivne, a to je slučaj uglavnom sa mladim jedinkama koje nose razne struje. Mlade jedinke evropske jegulje (*A. anguilla*) golfska struja donosi do zapadnih obala Afrike i Evrope (Sl. 75).

Za vrijeme priprema za odlazak na mjesta mrijesta ili tokom migracija, kod većine vrsta koje nakon mrijesta uginu, dešavaju se značajne morfološke, anatomske i fiziološke promjene. Kod jegulja se izdužuje glava, oči postaju krupnije, smanjuju se i atrofiraju crijeva, a boja stomaka postaje srebrnasta. Na osnovu boje, ove jegulje se nazivaju srebrne, i razlikuju se od žutih, koje su nezrele. Proces polnog sazrijevanja, morfološko-fiziološke transformacije i dobijanje srebrne boje (zaštitna adaptacija), odnosno kompletna metamorfiza, u literaturi je poznat kao posrebrnjavanje – eng. silvering (Dekker, 2004; Bevacqua, 2008). Kod nekih lososa mužjaci dobijaju izrazitu grbu na leđima, a usni aparat im se takođe mijenja, posebno donja vilica, koja poprima oblik kuke. Mijenja se i boja tijela, što kod nekih vrsta služi zaštiti, a kod drugih predstavlja tzv. svadbeno ruho. Zbog ireverzibilnosti ovih transformacija ribe ugibaju.



Sl. 75. Putevi migracije i mjesto mriješćenja jegulje (*Anguilla anguilla*)

NAJZNAČAJNIJE RIBE ZA RIBARSTVO U OTVORENIM VODAMA I AKVAKULTURI

Već je istaknuto da su mnoge vrste značajne za ribarstvo (oko 100 za akvakulturu) i da svako geografsko područje ima svoju karakterističnu faunu koja je predmet ribarstvene privrede. Takođe, u prethodnim poglavljima uglavnom su navedene sve vrste koje su sa ovog aspekta značajne u vodama Crne Gore. U evropskim vodama (prirodne, vještačke – uključujući i ribnjake), kao i u crnogorskim, najveći ribarstveni značaj čini nekoliko istih vrsta, a samo su neke specifične (endemične) za određeni vodeni objekat. Ako bi se ove ribe grupisale po određenim sistematskim ili ekološkim karakteristikama, onda bi se mogle grupisati u nekoliko grupa. Po sistematskoj pripadnosti izdvajaju se salmonidne (pastrmke), šaranske ribe i sl., a po porijeklu autohtone i egzotične ili strane vrste. Po ekološkom pristupu, prvenstveno po temperaturnoj toleranciji, ribe uglavnom svrstavamo u dvije grupe: ribe hladnih i ribe toplih voda. Vezano za ove podjele i grupacije i ribnjaci se uobičajeno dijele po ovim grupama, pa razlikujemo ciprinidne ili šaranske, salmonidne, hladnovodne i toplovodne ribnjake (o vrstama ribnjaka kasnije). Značajnije vrste navešće se po sistematskoj pripadnosti, radi preglednosti, a istaći će se njihove najvažnije biološke i ekološke karakteristike, uz obavezno isticanje značaja u ribarstvu.

U ovom pregledu navešće se oko 25 vrsta koje su značajne u ribarstvu Crne Gore. Među njima su i one koje imaju lokalni sportsko-rekreativni značaj. Nekoliko vrsta koje se gaje u ribnjacima detaljnije će se analizirati u poglavlju o uzgoju. Za značajnije vrste se daju originalne fotografije radi lakšeg prepoznavanja.

Porodica kečiga – jesetri (Acipenseridae) u Evropi je zastupljena sa više vrsta (kod nas dvije). Sve su značajne sa aspekta ribarstva, zbog bioloških osobina, počev od veličine tijela, kvaliteta mesa, ikre (kavijar) i sl. Gaje se u akvakulturi u različitim tipovima ribnjaka (vidjeti kasnije).

Jadranska jesetra – *Acipenser naccarii* (Bonaparte, 1836)

Ekonomski značaj: U prošlosti je izlovljavana u komercijalne svrhe.

Biologija i ekologija: Anadromna vrsta i u slatke vode Crne Gore dolazi ili, bolje rečeno, dolazila je radi mrijesta, koji se obavlja u kasno proljeće. Nakon mrijesta, migrira u more. Mužjaci postaju polno zreli pri uzrastu šest do osam godina, a ženke sa osam do dvanaest godina. Ženke se mrijeste svake dvije do četiri godine, a mužjaci svake prve ili druge godine. Hrani se bentosnim beskičmenjacima (gamarusima, oligohetama i hironomidama) i nekim sitnijim ribama. Dužina tijela može iznositi do 2 m, mada je obično manje, a teži do 25 kg (Ivanović, 1973; Kottelat & Freyhof, 2007).



Jadranska jesetra

Atlantska jesetra – *Acipenser sturio* (Linnaeus, 1758)



Atlantska jesetra

Ekonomski značaj: U ranijem periodu (1947–1970) izlovljavana je u komercijalne svrhe, a po Drecun i Miranović (1962) godišnji ulov obje vrste kretao se od 450 do 4.000 kg. Nakon tog perioda, ulov se znatno smanjio i lovljeno je svega nekoliko kilograma do 300 kg (Ivanović, 1973).

Biologija i ekologija: Raste od 3 do 5 m u dužinu, čak i do 6 m, a težina dostiže preko 1.000 kg, mada su uobičajene težine znatno manje. Hrani se raznim vrstama crva, mekušcima, račićima i sitnom ribom. Anadromna je. Najveći dio života provodi u moru i samo povremeno zalazi u slatke vode. Na migracije kreće u martu i aprilu, do jula. Prije mrijesta zalazi u rijeke nedaleko od ušća, gdje miruje. Mrijesti se od aprila do jula na šljunkovitom i kamenitom dnu, kada je temperatura

viša od 20°C. Mužjaci postaju polno zreli između devete i trinaeste godine života, a ženke u uzrastu 11–18 godina. Mužjaci se mrijeste svake godine, a ženke svake druge. Polazu od 800.000 do 2.400.000 komada ikre, čija inkubacija traje tri do pet dana. U pravilu, zrela ikra čini oko 10% totalne težine. Ikra je crnkasto-siva i ima 2,6–3 mm u prečniku. Nošena riječnim strujama, mlađ nakon dvije godine, zajedno sa roditeljima, stiže do mora. Izmrješčene jedinke se odmah nakon mrijesta vraćaju u more (Vuković & Ivanović, 1971; Ivanović, 1973; Kottelat & Freyhof, 2007).

Porodica jegulja (Angullidae) je u evropskim i našim vodama zastupljena samo sa jednom vrstom. To su ribe izduženog, zmijolikog tijela. O jegulji detaljnije u poglavlju o gajenju u recirkulacionom sistemu.

Porodica pastrmki (Salmonidae) je jedna od značajnijih grupa riba po ribarstvenom značaju. Veći broj vrsta se lovi i ima komercijalni značaj, a jedan broj se gaji u akvakulturi. Poseban značaj ove grupe riba (sve vrste) je za sportsko-rekreativni turizam. Kod nas su sve vrste interesantne, ali se ekonomski ne love zbog male brojnosti. Zbog toga je jedna vrsta strogo zaštićena (nije dozvoljen lov) i nalazi se na Crvenoj listi (lista zaštićenih vrsta). To je zetska mekousna, a lokalno je zovu i lipijen (crnogorsko narodno ime).

Mladica – *Hucho hucho* (Linnaeus, 1758)



Slika 76. Najveći ulovljeni primjerak – rekord mladice (*Hucho hucho*), iz Plavskog jezera (iz Marić, 2019)

Ekonomski značaj: Zbog atraktivnih dimenzija ima veliki ekonomski značaj u svim rijekama koje naseljava, ali nije mnogo brojna. Kod nas je zabranjeno loviti u privredne svrhe, pa je značajna samo za sportski ribolov. Najveći primjerci se love u slivu rijeke Lim. U Plavskom jezeru ulovljen je najveći primjerak težine 41,5 kg i dužine 147 cm (Slika 76). Gaji se u akvakulturi radi poribljavanja osiromašenih voda.

Biologija i ekologija: Živi isključivo u velikim vodenim tokovima čistih i bistrih planinskih rijeka. Može da doživi starost preko 20 godina, da naraste i do metar i po i dostigne težinu najčešće do 10 kg, mada su poznati primjerci i sa preko 50 kg. Mlađ se do jedne godine života hrani sitnijim beskičmenjacima i sitnijom ribom, dok se odrasle hrane isključivo ribom. Mrijesti se od marta do aprila, rijetko u maju, na pjeskovitim i šljunkovitim djelovima riječnog toka. Mrijest se obavlja u čistim i bistrim rijekama i to obično kada temperatura poraste 6–10°C. Ženka polaže 10.000–25.000 komada ikre. Ikra je krupna, prečnika oko 5 mm. Embrionalni razvoj traje 25–40 dana, što zavisi od temperature. Mužjaci i ženke zajednički kopaju (čište) udubljenja do 20 cm, koja u prečniku mogu biti do 3 m. Mriješćenje se obavlja tokom dana, pa je ovu pojavu lako posmatrati. Polnu zrelost mužjaci stižu u uzrastu od tri do četiri godine, kada porastu preko jednog kilograma (Kottelat & Freyhof, 2007), a ženke četiri do pet godina, do kada porastu do 60–70 cm u dužinu i teže najmanje 2,5 kg (Vuković & Ivanović, 1971).

Primorska potočna pastrmka – *Salmo farioides* (Karaman, S., 1937)



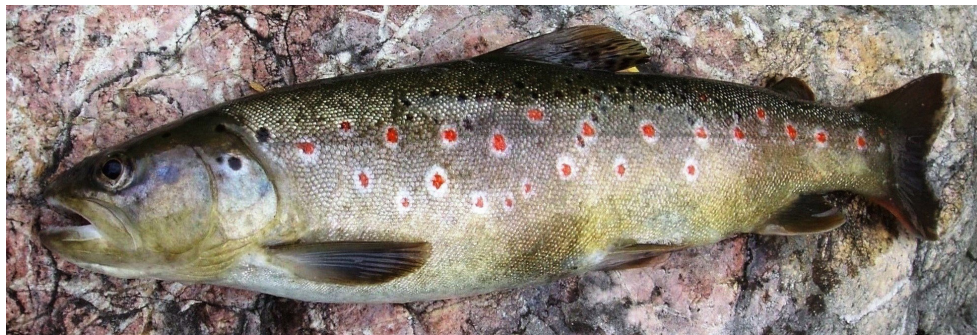
Primorska potočna pastrmka iz rijeke Morače; 23,3 cm TL

Ekonomski značaj: U prošlosti pastrmke su se lovile i u komercijalne svrhe i tada su u Skadarskom jezeru ulovljeni primjerci teški preko 10 kg. Takve krupne primjerke ribari nazivaju strun (Drecun, 1962; Ivanović, 1973). Sada je dozvoljen lov samo u sportsko-rekreativne svrhe, a nije dozvoljeno loviti tokom mrijesne sezone. Uzgaja se u akvakulturi za potrebe poribljavanja.

Biologija i ekologija: U Crnoj Gori najbrojnija je u gornjim djelovima rijeka, gdje je voda bez zagađenja, bogata kiseonikom i bez većih temperaturnih kolebanja vode tokom godine. U gornjim tokovima rijeka u dužinu obično poraste do 35–40 cm i težine do 500–600 grama. U rijeci Zeti, donjem toku Morače i Skadarskom jezeru porastu do oko 90 cm i preko 10 kg. Prema izjavama ribolovaca, u prošlosti su krupni primjerci lovljeni, mada rijetko, i u rijeci Bojani. Mlađ i populacije iz potoka uglavnom se hrane insektima, dok se krupne jedinke, veće od 50 cm, uglavnom

hrane ribom. Polnu zrelost mužjaci dostižu kada narastu do 11,5 cm TL, i oko 15 g, mada su takvi rijetki, a svi su polno zreli kad narastu oko 18 cm i teže 60 grama (i ženke). Ženke prvi put postaju polno zrele pri dužini od 14 cm TL i sa oko 30 grama. U pravilu mužjaci sazrijevaju jednu godinu ranije. U zavisnosti od vremenskih prilika, mrijest može početi početkom novembra, mada je intenzivan u prvoj polovini decembra. U zavisnosti od temperature i drugih faktora, može se produžiti do početka marta. Mrijeste se u plitkim djelovima rijeka, do 0,5 m dubine, sa brzim tokom i pjeskovitim i šljunkovitim dnom. Plodnost varira sa porastom tijela i kod najmanjih jedinki iznosi svega 137 komada ikre, pa do 1.455 kod jedinki težine 0,5 kg. Relativna plodnost varira 210–596 (srednja vrijednost 311) ikre/100 g težine. Ikra je srednjekrupna, zrela prosječno oko 3 mm (Marić i Rakočević, 2014).

Crnomorska potočna pastrmka, blatnjača – *Salmo labrax* (Pallas, 1814.)



Crnomorska potočna pastrmka iz rijeke Bukovice; 36,7 cm TL

Ekonomski značaj: Dozvoljen je lov samo u sportsko-rekreativne svrhe. U Crnom jezeru na Durmitoru ulovljena je pastrmka teška 14 kg, u Pivskom oko 20 kg i duga oko 1 m (Sl. 77.), a na Plavskom jezeru, gdje ih lokalno stanovništvo naziva blatnjačama, težina ulovljene iznosila je oko 10 kg. U Crnoj Gori se u nekoliko ribnjaka uzgaja radi poribljavanja.



Slika 77. Pastrmka iz Pivskog jezera, 100 cm TL (iz Marić, 2019)

Biologija i ekologija: Naseljava hladne i čiste vode sjevernog dijela Crne Gore, i to uglavnom gornje tokove rijeka punih brzaka, čiste potoke, kao i jezera sa čistom vodom. Hrani se larvama vodenih insekata, ikrom drugih riba, insektima koji lete iznad površine vode i vodenim beskičmenjacima, a krupnije jedinke uglavnom ribama. Mrijesti se krajem jeseni i početkom zime (od novembra do januara), u zavisnosti od klimatskih uslova. Na jedan kilogram tjelesne težine ženka u prosjeku ima oko 2.000 jaja (dijametar 4,5–5 mm), koja odlaže na kamenitom dnu sa brzim tokom vode. Inkubacija ikre traje, u zavisnosti od temperature vode, 60–90 dana. Polno zrele postaju od druge do treće godine starosti. Dužina obično iznosi oko 40 cm, mada rijetko i do 125 cm. Težina takođe varira, najčešće oko 800 g, ali može da naraste i do 25 kg (Vuković & Ivanović, 1971). Po Drecun (1958) i Janković (1964), pastrmka iz Plavskog jezera za četiri-pet godina poraste 40-50 cm i skoro 2 kg težine. Za šest-sedam godina porastu do 60-70 cm i dostignu težinu do oko 4 kg. Jedna jedinka starosti osam godina bila je duga 83,6 cm i teška 6,3 kg.

Glavatica – *Salmo marmoratus* (Cuvier, 1829)



Glavatica – mlad iz rijeke Cijevne; 12,4 cm TL

Ekonomski značaj: Izuzetno popularna kod sportskih ribolovaca. U prošlosti su se pastrmke (glavatica i strun) u Skadarskom jezeru lovile i do 5.000 kg u komercijalne svrhe (Drecun & Miranović, 1962). Sada se u svim vodama love samo rijetki pojedinačni primjerci. Lov je dozvoljen samo sportskim ribolovcima. U akvakulturi se ne uzgaja, a postoji potreba radi poribljavanja.

Biologija i ekologija: Po podacima Drecun et al. (1985) krupni primjerci žive u dubljim djelovima rijeka ili odlaze u jezero, gdje borave sve do mrijesta, a mlad zalazi i u plitke djelove. Posljednjih godina nijesu prijavljeni ulovi glavatice u Skadarskom jezeru. Lovi se samo u rijeci Zeti, a vjerovatno je to glavno stanište. Izuzetno je malobrojna u rijeci Cijevni. Mlade i manje jedinke se hrane uglavnom larvama insekata, ali i terestričnim beskičmenjacima koji upadnu u vodu. Krupne jedinke se skoro isključivo hrane ribom. Razmnožava se pri uzrastu od tri do četiri godine, a mrijesti se tokom decembra i januara (Drecun et al. 1985).

Lipijen, zetska mekousna – *Salmo zetensis* (Hadžišće, 1962)



Mekousna pastrmka iz rijeke Zete (Slap)

Ekonomski značaj: Nema; zakonom zaštićena; stavljena u Crvenu listu. Potrebno je izvesti eksperiment sa vještačkim uzgojem radi poribljavanja.

Biologija i ekologija: Ekologija vrste nije sistematski izučena, već postoje samo manja opažanja. Preferira dublje i mirnije vode, rjeđe brzake. Mrijesti se tokom proljeća. Poraste do 50 cm u dužinu i dostiže težinu od 1,5 kg. Brojnost mekousne pastrmke je u znatnom opadanju (Marić i Milošević, 2011). Hrani se faunom dna, a ne ribom, što je razlikuje od drugih vrsta iz ove porodice. Uglavnom se hrani račićima (najbrojniji, posebno u podvodnoj vegetaciji), a rjeđe larvama insekata.

Potočna zlatovčica, barjaktarica – *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1815)



Salvelinus fontinalis

Ekonomski značaj: Koristi se u akvakulturi, uspješno se uzgaja u kaveznim sistemima (Kažić et al., 1990). Primjerci koji dospiju u slobodnu vodu interesantni su za sportski ribolov.

Biologija i ekologija: Nije autohtona. U prirodnom arealu naseljava brze, čiste vode. Obično se razmnožava u trećoj, a rijetko i u drugoj godini života. Plodnost se kreće oko 2.000 komada ikre po kilogramu težine. Ikra je krupna 3,5-5 mm u prečniku. Pri temperaturi od 5 °C razviće traje oko 100 dana, a pri 10 °C oko 50.

Mriješćenje se obavlja tokom dnevne svjetlosti. Živi kratko, obično oko pet godina, mada ponekad osam, kada može da teži 6,6 kg. Poraste do oko 50 cm, a u rijekama Kanade obično 35 cm. Grabljiva je i hrani se beskičmenjacima i ribom (Leim & Scott, 1966). U akvakulturi ima vrlo intenzivan rast i razmnožava se u trećoj godini života.

Jezerska zlatovčica – *Salvelinus umbla* (Linnaeus, 1758)



Jezerska zlatovčica iz Modrog jezera (Durmitor); 30 cm TL

Ekonomski značaj: U vodama u kojima se poribljava (nije autohtona) koristi se u sportsko-rekreativne svrhe. Kod sportskih ribolovaca je vrlo popularna. Uglavnom malobrojna. Trenutno se u Crnoj Gori ne uzgaja, a kako je u planinskim jezerima zabranjeno poribljavanje, interesovanje za ovu vrstu je vrlo malo.

Biologija i ekologija: U Crnoj Gori predstavlja jezersku vrstu koja naseljava čistu vodu, bogatu kiseonikom. Hrani se uglavnom bentosom, a krupnije jedinke i ribom. Razmnožava se tokom zime i plodnost se kreće oko 2.000 komada ikre po kilogramu težine. U vodama Crne Gore dostiže starost oko 15 godina i može da poraste do 2 kg težine (Marić i Milošević, 2011). Zbog smanjenog obima poribljavanja, brojnost se smanjuje, i u mnogim jezerima u kojima je ranije bila brojna, u posljednje vrijeme sportski ribolovci nijesu prijavljivali ulove. Uglavnom se zadržala u Crnom jezeru i u nekim manjim jezerima, u kojima je ribolov zabranjen (Valovito, Modro).

Lipljen – *Thymallus thymalus* (Linnaeus, 1758)

Ekonomski značaj: Jedna je od najznačajnijih vrsta u sportskom ribolovu. Obično se love 25-30 cm dugi primjerci, rjeđe oni do 50 cm, odnosno najčešće se love manji od 500 g, a rijetko do 1 kg ili veći. Gaji se samo radi poribljavanja.



Biologija i ekologija: Naseljava rijeke sa čistom, dubokom i hladnom vodom brzog toka, ne zalazeći visoko u planinske potoke. Čest je u srednjedubokim virovima, gdje prevladava šljunkovita podloga (Tara, Ljuča). Hrani se najčešće larvama insekata, drugim sitnim beskičmenjacima (račićima), a krupniji primjerci i sitnim ribama. Dominantnu komponentu u ishrani čine oni organizmi koju su dominantni u vodenoj sredini.

Punu polnu zrelost stiču uglavnom u četvrtoj-petoj godini starosti, a polno zreli postaju sa 30 cm i 250 grama. Sezona mrijesta je specifična za svaku rijeku jer zavisi od ekoloških faktora. Mrijest uglavnom traje od marta do sredine maja, na šljunkovitom i kamenitom dnu, pri temperaturi vode do 10°C i dubini od oko 1,5 m, gdje ženke odlažu 6.000-7.000 komada ikre na jedan kilogram svoje tjelesne težine. Ikra je sitna i prečnik joj iznosi 2,5-3 mm. Embrionalni razvoj traje od 15 do 25 dana, što zavisi od temperature na plodištu (Vuković & Ivanović, 1971). Lipljen živi do 15 godina, mada u pravilu manje, pogotovo u vodama u kojima je izložen intenzivnom ribolovu. Raste relativno sporo i za pet godina u rijeci Tari poraste do 30 cm. Da bi porastao do 40 cm i težio preko 0,5 kg, potrebno je šest-sedam godina.

Porodica šarana (Cyprinidae) jedna je od najbrojnijih, sa oko 2.400 poznatih vrsta. One čine najveći dio ishrane ljudi slatkovodnom ribom upravo zbog toga što obrazuju najveći dio biomase u slatkovodnim sistemima. Veliki broj vrsta ima privredni, sportsko-rekreativni značaj, a znatan broj vrsta uzgaja se u akvakulturi.

Ukljeva – *Alburnus scoranza* (Bonaparte, 1845)

Ekonomski značaj: Ekonomski najznačajnija slatkovodna riba u Crnoj Gori. U posljednje vrijeme se godišnje ulovi 200-250 tona, a prije 30-40 godina se lovilo i do 600 tona. Koristi se svježa, toplodimljena, a prerađuje se i u konzerve. Prije pedesetak godina od krljušti su se proizvodili biseri.



Alburnus scoranza iz Skadarskog jezera; 15 cm TL

Biologija i ekologija: Dužina tijela iznosi do 23,0 cm, a dostigne težinu oko 100 grama. Ima kratak život, do šest godina, a rijetko živi sedam ili osam godina. Hrani se pretežno planktonom, i to zooplanktonom. U jesen, već u septembru, skuplja se u velika jata. Tokom zime se grupiše u sublakustričnim izvorima i tada se ne

hrani. Polno zrela postaje (mrijesti se prvi put) kada navrší dvije ili tri godine. Mrijesti se od kraja marta do polovine jula, u priobalnim područjima sa šljunkovitim i kamenitim dnom. Ikru, koja je ljepljiva, odlaže na dubini do 30 cm, a inkubacija traje do pet dana (Ivanović, 1965, 1968. i 1973).

Mrena, velika mrena, riječna mrena – *Barbus barbús* (Linnaeus, 1758)



Riječna mrena iz rijeke Lim; 19 cm TL

Ekonomski značaj: Samo za sportski ribolov.

Biologija i ekologija: Naseljava rijeke i rječice sa brzim tokom vode, bogate kiseonikom i sa krupnim kamenitim ili šljunkovitim dnom. Zimu provodi u jatima, u udubljenjima ispod obale. Može da naraste do 90 cm dužine i dostigne težinu do 8 kg. Živi oko 15 godina. Hrani se pretežno noću, i to: sitnijim beskičmenjacima dna (mekušcima, račićima, crvima), ikrom i mladim jedinkama drugih riba, larvama insekata, a rjeđe podvodnim biljkama. Polnu zrelost stiće u uzrastu od tri do pet godina starosti, pri dužini od 30-40 cm. Mrijesti se od aprila do jula, pri temperaturi većoj od 15°C, na kamenitoj ili šljunkovitoj podlozi. Ikru odlaže porciono u pravilnim razmacima 10-15 dana u sezoni, i to do 32.000 komada. Krupnije jedinke proizvode krupniju jaja. Ikra je otrovna, a inkubacija traje 10-15 dana (Vuković & Ivanović, 1971, Simonović P, 2001).

Zlatni karaš, kinez – *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)



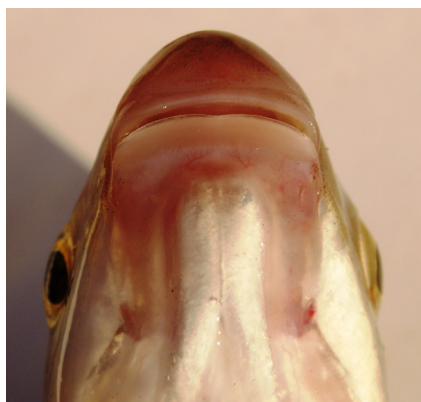
Kinez iz Skadarskog jezera; 28 cm TL

Ekonomski značaj: U Skadarskom jezeru se lovi u komercijalne svrhe, u količini i od 200, pa čak 300 tona godišnje. Upotrebljava se svjež i sušen, a industrijski se prerađuje u konzerve. Gaji se u akvakulturi, a u akvaristici se masovno uzgaja kao ukrasna vrsta sa velikim brojem formi i varijeteta, koji su poznati kao zlatne ribice, i predstavlja najčešćeg kućnog ljubimca. Vodi porijeklo iz rijeke Jangce u Kini. Uzgojne forme su se počele uzgajati kao ukrasne ribice početkom nove ere, a prvi pisani tragovi datiraju iz vremena dinastije Čin: Tsin 265–419. godine (Wang et al. 2013).

Biologija i ekologija: U Skadarskom jezeru je vrlo brojna, zbog povoljnih ekoloških uslova, i zauzima istu ekološku nišu kao i krap, pa predstavlja njegovog direktnog konkurenta (Marić, 2004). Najbrojniji je u stajaćim i sporotekućim nizijskim vodama. Podnosi vode koje su zagađene i imaju nizak sadržaj kiseonika. Pri niskim temperaturama van vode može da izdrži i do nekoliko časova (Ivanović & Vuković, 1971), pa je pogodan za transport na veće udaljenosti. Hrani se bentosnim beskičmenjacima, zooplanktonom, raznovrsnom biljnom hranom i detritusom (Marić, 2000). Mrijest traje od sredine marta do juna, mada može da se produži i do kraja ljeta, kad je temperatura vode iznad 20°C (Marić, 2002a). Ženke odlažu ikru na biljkama, od 2.600 do 240.000 komada, u zavisnosti od uzrasta. Ikru mogu da oplode mužjaci drugih šaranskih riba (ginogeneza) i inkubacija traje pet do sedam dana, zavisno od temperature, odnosno 100-105 %dana (Marić, 2003). Polnu zrelost stiču po pravilu u uzrastu tri-četiri godine, mada su u Skadarskom jezeru jedinke polno zrele i u drugoj godini života. Živi do 10 godina, poraste do 45 cm i dostigne težinu do 2 kg (Marić, 2002a).

Skobalj U Crnoj Gori postoje dvije vrste skobalja: obični skobalj – *Chondrostoma nasus* (Linnaeus, 1758) u crnomorskom slivu i ohridski skobalj – *Chondrostoma ohridanum* Karaman, 1924 u slivu Skadarskog jezera. Obje vrste su intresantne kod sportskih ribolovaca.

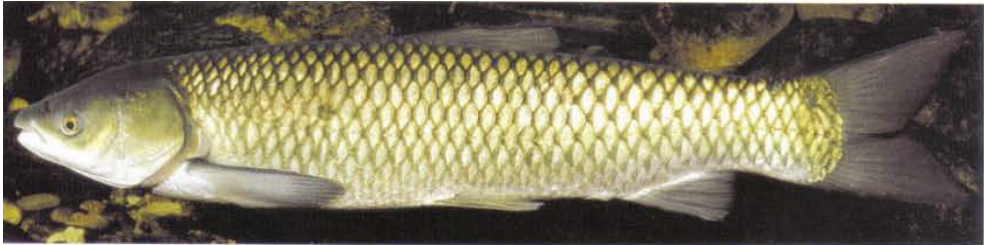
Najčešće naraste u dužinu do 50 cm i dostigne težinu do 2 kg, mada su adulti obično dugi 25–40 cm i teški do 0,5 kg. Hrani se algama koje skida sa kamenja, detritusom, insektima sa površine vode i sitnim beskičmenjacima. Kod obje vrste mriješćenje se odvija u jednom mahu i obično kratko traje. U vodama Crnomorskog sliva mrijesti se u maju, a u Skadarskom jezeru u martu. Plodnost se kreće od 20.000 do 100.000 komada ikre. Polnu zrelost stiče pri uzrastu tri-četiri godine starosti.



Usta kod *Chondrostoma* sp.

Bijeli amur – *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844)

Ekonomski značaj: Ekonomski značajna vrsta, a u vodene sisteme se unosi radi regulisanja rasta vegetacije. Uzgaja se u ciprinidnim ribnjacima. U Skadarskom jezeru u periodu veće brojnosti lovio se u komercijalne svrhe.



Bijeli amur (Iz Kottelat & Freyhof, 2007)

Biologija i ekologija: Nije autohtona za Crnu Goru. Dužina tijela dostiže do 1,2 m, a težina i preko 30 kg. Mlađ dužine od 11 do 15 cm hrani se uglavnom planktonom, larvama insekata, crvima i drugim sitnijim beskičmenjacima. Postepeno sa povećanjem dužine tijela, u ishrani dominira hrana biljnog porijekla. Odrasle jединke u jesen migriraju u poplavne terene, gdje se intenzivno hrane biljnom vegetacijom. Polnu zrelost stiče u uzrastu od četiri do sedam godina i pri dužini od 45 do 50 cm, što zavisi od lokaliteta. Pri tom uzrasu, odnosno dužini, dostigne 4-5 kg. Odlikuje je brzi tempo rasta, posebno u toplim jezerima. Za jednu (prvu) godinu može da poraste do 600 grama, a za dvije godine dostiže 2,5-3 kg težine. Mrijesti se u proljeće, pri temperaturi vode preko 26°C u relativno brznoj vodi. Inkubacioni period traje oko tri dana. Ženka odlaže 80.000 do 1.500.000 komada ikre u gornjem sloju vode, a inkubacija traje dva-tri dana. Ikra nije ljepljiva, pelagična je i slobodno pliva u vodenom stubu (Vuković & Ivanović, 1971).

Bijeli tostolobik – *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844)



Bijeli tostolobik iz Skadarskog jezera; 53 cm TL

Ekonomski značaj: U prirodnom arealu je važna ekonomska vrsta, a u mnogim evropskim zemljama uzgaja se u šaranskim ribnjacima. Introdukovan u Skadarsko jezero 1972. g., u albanski dio. Tokom sedme i osme dekade prošlog vijeka, u Skadarskom jezeru se lovio komercionalno. Upotrebljavao se u svježem i sušenom – dimljenom stanju (Marić i Milošević, 2011).

Biologija i ekologija: Pelagična vrsta. Živi u mirnim stajaćim i sporotekućim rijekama i jezerima. Veoma je osjetljiva na niske temperature i nizak kiseonik. Mlađ se hrani najprije fitoplanktonom, zatim prelazi na ishranu rakovima (*Alona*, *Bosmina*, *Daphnia*), dok se odrasli primjerci hrane detritusom i vodenim biljkama. Biljna komponenta je dominantna i kod krupnih jedinki (95%). Mrijesti se porciono tokom ljeta, pri temperaturi vode 26–30 °C.

Mrijest se odvija kada počinje značajnije da raste nivo vode (50–100 cm). Ženka težine oko 5 kg polaže oko 500.000 komada ikre, koja je pelagična (slobodna) i čiji inkubacioni period traje dva dana. Ikra je krupna, a prečnik varira od 3,5 do 4,5 mm. Polnu zrelost stiće u uzrastu dvije-tri godine starosti. U autohtonom staništu polnu zrelost stiće kasnije, i to u uzrastu od šest godina. U pravilu raste brzo i za pet godina poraste oko 50 cm dužine i dostiže težinu oko 2,5 kg. Za sedam godina poraste 60 cm u dužinu i oko 5 kg u težinu, a kasnije ima usporeniji rast. U Skadarskom jezeru živjeli su preko 30 godina i dostizali težinu od oko 30 kg.

Sivi tostolobik – *Hypophthalmichthys nobilis* (Richardson, 1845)



Sivi tolstolobik

Ekonomski značaj: Vrsta koja je introdukovana u Skadarsko jezero, a tokom sedme i osme dekade prošlog vijeka lovio se komercijalno. Uglavnom se upotrebljavao u svježem stanju. Gaji se u šaranskim ribnjacima, zajedno sa više vrsta.

Biologija i ekologija: Živi u sporotekućim i stajaćim vodama, u jatima, i kreće se u srednjim i gornjim slojevima vode. Dobro podnosi variranje temperature od 1 °C do 38°C. Hrani se fitoplanktonom, uglavnom zooplanktonom, ali i detritusom. U autohtonom staništu mrijesti se u proljeće i rano ljeto (maj i jun), a populacije iz sjevernih oblasti u ljetnjem periodu. Mrijest se odvija na dubini od oko 2 m, gdje

ženka polaže do 50.000 komada ikre po kilogramu svoje tjelesne težine. Ženke koje imaju težinu od 20 kg mogu da proizvedu 1,1 milion komada ikre. Gonosomatski indeks može da iznosi i 20%. Ikra je relativno krupna, oko 1,5 mm, a njen diameter nakon oplodnje iznosi od 4,7 do 5,2 mm. Zavisno od staništa, sazrijevanje se dešava između druge i desete godine života (kod južne populacije ranije), a mužjaci u pravilu polno sazrijevaju jednu godinu ranije. U prirodnim staništima mrijest se odvija pri temperaturi vode od 22 °C do 30 °C (Nikolski, 1971). Živi do 45 godina i dostigne težinu do 55 kg (Skadarsko jezero).

Linjak – *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758)

Ekonomski značaj: U prirodnom arealu, u otvorenim vodama, ima veliki privredni značaj, a uzgaja se i u šaranskim ribnjacima. Kod nas je nema – vjerovatno je iščezla.

Biologija i ekologija: Preferira mirne djelove rijeka, nizijska jezera i bare. Može živjeti i u vodi siromašnoj kiseonikom. Mlađ se hrani zooplanktonom, dok se odrasli hrane mekušcima, račićima, larvama insekata i faunom dna, rijetko biljkama. Polnu zrelost stiće kada poraste više od 17 cm i u uzrastu tri-četiri godine starosti. Mrijesti se u više navrata, u periodu od maja do avgusta, u plićacima gusto obraslim vegetacijom, pri temperaturi 18–20°C. Plodnost krupnih jedinki kreće se obično od 300.000 do 500.000 komada ikre (rijetko i preko 800.000), čija inkubacija pri temperaturi oko 20 °C traje 60-70 stepeni-dana. U povoljnim uslovima u prvoj godini može da poraste do 15 cm, za četiri godine do 30 cm, za deset poraste do 50 cm i dostigne težinu oko 2 kg. Naraste do 60-70 cm u dužinu i teži do 7,5-8 kg.



Linjak (iz Kottelat & Freyhof, 2007)

U vodama Crne Gore ima više šaranskih vrsta značajnih sa sportsko-ribolovnog aspekta. Neke od njih se love komercijalno, uz ekonomski važne vrste, posebno tokom lova ukljeve. To su:

Lola, ljolja – *Scardinius knezevici* (Bianco & Kottelat, 2005) – u slivu Skadarskog jezera, lovi se komercijalno, uglavnom kao tzv. škart riba;

Klen – *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) – love ga sportski ribolovci, posebno popularan u slivu rijeke Lim;

Skadarski klen – *Squalius platyceps* (Župančić, Marić, Naseka & Bogutskaya, 2010) – u slivu Skadarskog jezera lovi se komercijalno, uglavnom kao tzv. škart riba. U nikšićkim akumulacijama i Pivskom jezeru interesantan je za sportski ribolov;

Strugač, sval – *Squalius svallize* (Heckel & Kner, 1858) – u Bilećkom jezeru za sportski ribolov;

Plotica – *Rutilus virgo* (Heckel, 1852) – u slivu Lima za sportski ribolov;

Bijeli brcak – *Rutilus albus* – (Marić, 2010) – u Skadarskom jezeru lovi se komercijalno, tzv. škart riba;

Žutalj, brona – *Rutilus prespensis* (Karaman, S., 1924) – u Skadarskom jezeru lovi se komercijalno, tzv. škart riba;

Šaradan – *Pachychilon pictum* (Heckel & Kner, 1858) – u Skadarskom jezeru lovi se komercijalno, tzv. škart riba.

Od drugih vrsta jedna od atraktivnijih je manić, derać – *Lota lota* (Linnaeus, 1758). Naseljava sliv rijeke Lim, krupni primjerci (oko 2 kg) love se u Plavskom jezeru.



Derać iz rijeke Lim; 34 cm TL

Štuka – *Esox lucius* (Linnaeus, 1758)



Slika 78. Štuka iz Plavskog jezera; težina 14 kg (iz Marić, 2019)

Ekonomski značaj: U Crnoj Gori značajna samo za sportski ribolov i predstavlja jednu od najatraktivnijih vrsta u nizijskim vodama. U Plavskom jezeru povremeno se ulove vrlo krupni primjerci (Sl. 78). Gaji se u šaranskim ribnjacima radi suzbijanja sitnih divljih vrsta („riblji korov“).

Biologija i ekologija: Naseljava jezera i mirne sporotekuće vode koje su obrasle gustom vegetacijom. Dužina tijela može iznositi do 1,5 m, a težina i do 35 kg. Živi preko 40 godina. Mlađ se hrani planktonom, a dostizanjem dužine od četiri-pet cm, prelazi na ishranu krupnim beskičmenjacima, pa čak i malim ribama. Krupne jedinke se osim ribom (uglavnom Cyprinidae) hrane vodozemcima, reptilima, sitnijim vodenim pticama i sitnim sisarima. Polnu zrelost stiže u uzrastu od tri do četiri godine života i sa dužinom tijela od 35 do 40 cm. Štuke Dunavskog sliva polnu zrelost stižu u drugoj godini – mužjaci i u trećoj godini – ženke (Vuković & Ivanović, 1971). Mrijesti se od februara do maja, kada ženka polaže od 16.000 do 1.000.000 komada ikre, koja se zalijepi na podvodno rastinje na dubini do jednog metra. Mrijesti se u Plavskom jezeru i može da poraste do 20 kg. Ikra je srednjekrupna, prečnika 2,5-3 mm. Inkubacioni period traje 10-15 dana (Vuković & Ivanović, 1971).

Iz porodice cipola (Mugillidae), u slatke vode ulaze dvije vrste (*Mugil cephalus* i *Chelon ramada*), a u boćatnim vodama se nalaze još tri: *Chelon labrosus*, *C. aurata* i *C. saliens*.



Chelon ramada iz Skadarskog jezera; 36 cm TL

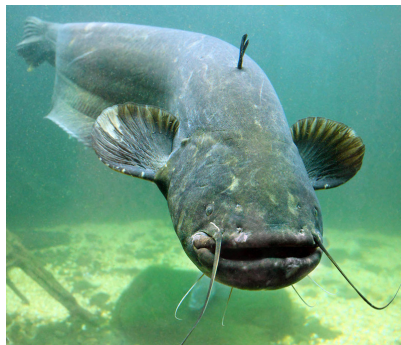
Sve vrste cipola su ekonomski vrlo interesantne. Love se periodično i prodaju se na gradskim pijacama. U Skadarskom jezeru love se primjerci do dva kilograma težine. U rijeci Bojani i port Mileni lovi se kalimerama, a na Skadarskom jezeru mrežama stajaćicama. Značajni su i za sportski ribolov.

Som, evropski som – *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758)

Ekonomski značaj: Vrlo popularan kod sportskih ribolovaca zbog mekog i ukusnog mesa i velikih dimenzija. Prisutan u Bilećkom jezeru. Gaji se u šaranskim ribnjacima radi suzbijanja sitnih divljih vrsta („riblji korov“).

Biologija i ekologija: Hrani se bentoskom faunom (raznim vrstama crva, gastropodama, larvama insekata, krustaceama), zatim terestričnim insektima i adultima akvatičnih. Takođe se hrani vodozemcima, miševima, pacovima, vodenim pticama, kao što su patke. Uglavnom se zadržava na dnu i na dubljim mjestima. Ženka polno sazrijeva sa oko tri godine, a mužjak sa dvije godine, pri dužini od 60-70 cm.

Mrijesti se u parovima krajem proljeća, pri temperaturi vode od 19 °C do 24°C, češće u maju nego junu. Plodnost se kreće od oko 30.000 ikre po kilogramu težine. Ikra je krupna, oko 3 mm i u jednom gramu ima oko 250 komada. Inkubacioni period je kratak, oko tri do pet dana. Ženka pravi gnijezda od biljaka u koja polaže ljepljivu ikru, do 50.000, što zavisi od uzrasta ženke. Krupni primjerci mogu položiti i preko milion jaja. Ženke čuvaju gnijezda sve dok se mladi ne izlegu. Som brzo raste, a mlađ već u prvoj godini poraste do 20 cm u dužinu i dostigne težinu do 200 grama. Preko metar poraste za oko 10 godina, a za 30 godina poraste oko 2,5 metra. Živi do 80 godina, poraste do pet metara i dostigne težinu do 400 kg.



Brancin, levrek, lubin – *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)



Brancin – *Dicentrarchus labrax* iz Bojane; 47 cm TI

Ekonomski značaj: Izuzetno cijenjena riba, uzgaja se u kaveznom sistemu u moru. U slatkim vodama lovi se u manjim količinama, a u Skadarskom jezeru posljednjih godina samo pojedinačni primjerci. Uglavnom se konzumira u svježem stanju, ali se koristi i dimljena.

Biologija i ekologija: Uglavnom naseljava obalsku kamenitu zonu u morima u kojima se mrijesti (pelagofilna vrsta). Rijetko se može naći na mriješćenju kada je temperatura vode manja od 10 °C ili veća od 15°C. U Jadranu se mrijesti krajem jeseni i početkom zime, a u sjevernom moru od maja do avgusta. Ikra je relativno mala, 1,1-1,3 mm, pelagična. Ženke imaju visoku plodnost i krupne jedinke proizvode na kilogram težine između 250.000 i 500.000 ikre. Embrionalno razvije traje četiri do devet dana, u zavisnosti od temperature. Obično tokom ljeta i jeseni zalazi u slatkovodne sisteme. Dužina tijela naraste do 1 m, a težina do 14 kg. Polnu zrelost postiže za četiri-pet godina i pri dužini 23–46 cm (prosječno 32,2 cm). Grupiše se u manja jata, a mlade ribe u nešto veća. Mrijesti se u različitim periodima i u različitim područjima. Hrani se pretežno sitnijim ribama i beskičmenjacima (najčešće

lignjama, crvima i račićima). Odrasli su piscivorni, hrane se sardinama i uglavnom pelagičnom ribom.

Grgeč – *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)

Ekonomski značaj: U Skadarskom jezeru se smatra kvalitetnom vrstom, mada se cijene samo krupne jedinke. Lovi se u većim količinama i koristi u svježem i dimljenom stanju. Kako je vrlo brojna u Skadarskom jezeru (lovi se više desetina tona), predstavlja jednu od vrsta koje postaju ekonomski isplative. Obično se love jedinke od 300 do 500 grama. Bilo je pokušaja da se naprave kvalitetne konzerve u fabrici u Rijeci Crnojevića. U drugim vodama, u prirodnom arealu, ima ekonomski značaj, a interesantan je kod sportskih ribolovaca.



Grgeč – *Perca fluviatilis* iz skadarskog jezera; 18,5 cm TL

Biologija i ekologija: Grgeči žive u različitim staništima, u relativno brzim tekućim vodama, u vodama usporenog toka, stajaćim (bare i močvare) i podnosi blago zaslanjene estuare. Živi do 20 godina, ali prosječno znatno manje. Egzistira u jatima i hrani se beskičmenjacima dna, dok se odrasli hrane krupnijim beskičmenjacima, a kada postignu 12 cm i ribom. U zavisnosti od uslova, rast je različito intenzivan. Može da poraste preko 50 cm i dostigne težinu preko 4 kg, ali se obično love jedinke teške do jednog kilograma.

U evropskim vodama se mrijesti od februara do jula. Mrijest se odvija pri temperaturi većoj od 6°C. Mrijest se obavlja u jednom mahu, a ikra se odlaže na dno ili na podvodnu vegetaciju. Ikra se izbacuje u vidu spiralnih traka dugih i do 2 m. Polnu zrelost stiće sa dvije do četiri godine starosti. Ženke imaju jednu krupnu gonadu. U zavisnosti od temperature, embrionalni razvoj traje 8–14 dana. U Skadarskom jezeru se mrijesti u martu i početkom aprila. Gonosomatski indeks kod skadarske populacije je 20–30%, a u jednom gramu gonada ima prosječno oko 900 komada ikre. Plodnost skadarskih ženki (većih od 20 cm i 130 g) je 30.000–200.000 komada ikre. Sa porastom težine za 10 grama, plodnost ženki se uveća za oko 2.000 komada

ikre. Najmanje polno zrele jedinke (mužjaci i ženke) duge su do 17 cm i teže 80 g. Od riba, u ishrani je najzastupljenija ukljeva (*A. scoranza*), a često se ulove jedinke kojima viri rep (ukljeve) iz usta. Poraste u dužinu do 35 cm, dostigne težinu do jednog kilograma i ima pozitivno alometrijski rast.

Smuđ, obični smuđ – *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)

Ekonomski značaj: Smatra se izuzetno kvalitetnom vrstom. U Skadarskom jezeru je rijetka. U drugim vodama, u prirodnom arealu ili u introdukovanom, ima ekonomski značaj, a vrlo je atraktivna kod sportskih ribolovaca. Uzgaja se u šaranskim ribnjacima, zbog kvalitetnog mesa i radi kontrole divljih vrsta koje kanalima ulaze u ribnjak.



Smuđ iz Skadarskog jezera; 57 cm TL

Biologija i ekologija: Uglavnom naseljava stajaće i sporotekuće vode sa mekanim dnom. Naseljava slatkovodne biotope, estuare i lagune, a vrši i migracije znatnije dužine (250 km). Mrijesti se prvi put u uzrastu tri-četiri godine, ali ponekad i znatno kasnije. U zavisnosti od geografske širine, period mrijesta varira od kraja februara do jula, obično u aprilu i maju, ali pri temperaturi većoj od 14°C, mada rjeđe pri većoj od 10°C. Mužjaci pripremaju udubljenja u pijesku, šljunku ili između korijenja duboka i do 10 cm. Jedna ženka odlaže ikru (do milion komada) u jednom mahu i tek nakon polaganja kompletne količine, napušta mjesto mriješćenja. Mriješte se u parovima. Mužjaci čuvaju gnijezda. Larve se hrane planktonskim organizmima, a odrasli su piscivorni. Živi do 20 godina i može da poraste do 20 kg.

Porodica kubli (*Clupeidae*) – sa aspekta ribarstva nekoliko vrsta ima izuzetno veliki ekonomski značaj, kao npr. haringe (atlantska, baltička, pacifička) sardine i dr. U slivu Skadarskog jezera postoje dvije vrste, a jedna je migratorna (anadromna) i dolazi na mrijest tokom maja. To je **kubla, morska fraga** – *Alosa fallax* (La Cepède, 1803). Nakon obavljenog mrijesta lovi se komercijalno, a u prošlosti se izlovljavalo više desetina tona. Sportski ribolovci (ili lov sa udicom) više love jedinke koje opstaju i preko zime, za koje se smatra da su posebna vrsta.

RIBARSTVO U OTVORENIM VODAMA

Gajenje riba posljednjih godina značajno se intenzivira jer je ulov u otvorenim vodama, globalno posmatrano, znatno smanjen. U morima se ulov povećava, ali značajnije povećanje (u statističkim podacima) rezultat je ulova ne ribljih vrsta već rakova, školjki, glavonožaca (lignje, sipe). Takođe, primjetno je u toj evidenciji znatno povećanje proizvoda u akvakulturi.

Ribarstvo je, uz lov divljači, najstariji vid aktivnosti ljudskih grupa i s tim u vezi i alati kojima su te radnje vršene predstavljaju prve koje su ljudi napravili. Tragovi ovih radnji (riblje kosti i djelovi alata) datiraju iz perioda mlađeg paleolita (40.000–13.000 godina). U mlađem kamenom dobu čovjek je živio direktno iznad vode (sojenice) i resursi u vodi su bili osnovni, uz ulov divljih životinja. Ribarstvo u otvorenim vodama ili ribarstvo u prirodnim sistemima i danas predstavlja značajnu privrednu komponentu. Kako su slatkovodni sistemi, ili vodeni sistemi na kopnu, znatno manji od morskih, i njihov potencijal je neuporedivo manji. Značajne ribarstvene potencijale predstavljaju samo velike vodene površine, kao što su velika jezera, na primjer: Bajkalsko, Kaspijsko, velika američka jezera, jezera u Istočnoj Africi i mnoga druga. U nekim područjima ribarstvo je glavna privredna grana, a ribe predstavljaju osnovne izvore hrane za lokalno stanovništvo (Afrika). Pored jezera i velike rijeke, kao što su Mekong, Kongo, Nil, Amazon, Misisipi i druge, predstavljaju značajnije ribarstvene potencijale.

Od oko 35.000 vrsta riba, oko 40% živi u kontinentalnim vodama. Svaki vodeni sistem, a pogotovo kontinenti ili veća slivna područja, ima svoju specifičnu faunu, koja je značajna za ribarstvo tog područja, pa i šire. U afričkim vodama sa ribarstvene tačke gledišta najznačajnije su ribe iz porodica ciklida (najčešće u akvaristici) i somova. Slično je i u Južnoj Americi, ali uz još neke grupe. U Sjevernoj Americi, u južnom i istočnom dijelu, važni su somovi (američki somovi), a u zapadnom lososi (više migratornih vrsta). Evropa i Azija imaju, manje-više, iste ili slične vrste, jedino su južni i jugoistočni djelovi Azije donekle specifični (goli somovi). Po ribarstvenim odlikama Australija je vrlo specifična, dok na Novom Zelandu nema primarno slatkovodne ihtiofaune (većinom su migratorne).

U Evropi nema velikih jezera, izuzev jezera Ladoga (17.000 km²) u Rusiji, pa su rijeke te koje su značajne za slatkovodno ribarstvo. Sve evropske vode, izuzev onih koje pripadaju mediteranskim, imaju sličnu faunu riba, pa se time identične ribe koje se love i ekonomski koriste. Osnov u ribarstvenoj privredi ovih voda čine vrste iz grupe kečiga ili jestri (porodica Acipenseridae), nekoliko šaranskih vrsta (porodica Cyprinidae), zatim som (*S. glanis*), štika (*E. lucius*), jegulja (*A. anguilla*) i neke migratorne vrste (*Mugillidae*). Pastrmke i srodne vrste u evropskim vodama imaju manji značaj nego u drugim vodama (Amerika, Rusija).

U vodama Mediterana (rijeke, jezera, lagune), pored riba iz većih jezera (Skadarsko, Ohridsko, Trihonis) veliki značaj imaju migratorne vrste, kao i vrste iz laguna (Sl. 79 i 80).



Slika 79. Baražni sistem na kanalu u laguni Mesolongi (Grčka)



Slika 80. Detalj u baražnom sistemu za lov migratornih vrsta

Rijeke i slatkovodna fauna iz njih imaju znatno manji značaj od naprijed navedenih. Ovo je uglavnom posljedica toga što su to relativno kratki tokovi i tokovi u kojima se za vrijeme sušnih sezona znatno smanji količina vode. U ovom području

veći riječni sistemi, izuzimajući Nil, jesu rijeka Asi u Turskoj, rijeka Po u Italiji, Rona u Francuskoj i neke rijeke u Španiji. Najznačajnije vrste u mediteranskim sistemima su morske migratorne vrste (kubla, brancin, cipoli, jegulja) i vrlo mali broj slatkovodnih vrsta. U nekim vodama značajne su girice ili gavuni, kojih ima i u tipično slatkovodnoj formi. U prošlosti su i u ovim vodama ekonomski značajne bile dvije vrste iz porodice Acipenseridae (atlanska i jadranska jesetra), koje su skoro iščezle.

Ribolovni alati za lov navedenih vrsta specifični su za pojedina područja. Tako se za lov u nekim područjima koriste brodovi-fabrike koji love i odmah prerađuju u trajne proizvode (konzerve), dok se na pojedinim lovi na primitivan način, uz pomoć ostiju (koplja) ili malih ručnih mreža i sl. Migratorne vrste se love sa baražnim sistemima, koji su nepokretno instalirani na migracionim putevima (Sl. 80).

Ribolovne vode se u Crnoj Gori mogu podijeliti na dva osnovna tipa: tekuće vode – rijeke i stajaće vode – jezera. Izvorišni dio rijeke (vrela, izvori) u Crnoj Gori nemaju ribolovni značaj, osim kao potencijalna mjesta za akvakulturu (gajenje riba). Crnogorske rijeke imaju značaj samo sa aspekta sportskog ribolova, a jedino Bojana ima i privredni značaj. Ušće Bojane (Sl. 30) ima značaj i za akvakulturu, jer to mjesto predstavlja jedno od rijetkih gdje bi se mogle loviti mlade jedinke jegulje za potrebe akvakulture.

Korišćenje riblje faune u crnogorskim vodama sada je regulisano *Zakonom o slatkovodnom ribarstvu i akvakulturi* („Službeni list RCG“, br. 17/18 od 20. 3. 2018). U skladu sa važećim zakonom, u svim vodama je dozvoljen sportsko-rekreativni ribolov, a privredni ribolov je dozvoljen u Skadarskom i Šaskom jezeru i na rijeci Bojani. Zakonom, tj. podzakonskim aktima, propisano je: koje se vrste mogu koristiti (izlovljavati) u privrednom, a koje u sportsko-rekreativnom ribolovu, vrijeme ribolova – lovni periodi i lovostaj (zabran), količine i dimenzije (veličina) svake vrste u posebnoj ribolovnoj vodi, alati i drugi elementi važni za ove aktivnosti. Sva pravila koja su uspostavljena u ribarstvu donesena su na bazi mišljenja naučnih institucija, bilo kao cjelovitih studija (Ribarskih osnova) ili posebnih mišljenja (po potrebi).

Sve crnogorske rijeke predstavljaju atraktivna mjesta za sportski ribolov i u njima još uvijek ima relativno dosta ribe. U riječnim sistemima se uglavnom love salmonidne vrste, a samo nekoliko drugih je interesantno sa ovog aspekta. To su uglavnom velika mrena (*B. barbus*), skobalj i klen, od ciprinida i štuka (*E. lucius*), i derać (*L. lota*) na Plavskom jezeru. Sve salmonidne vrste (pastrmke, mladica, glavatica, zlatovčica, lipljen) predmet su sportskog lova u svim vodama izuzev zetske mekousne – lipijen (*S. zetensis* – Sl. 81) koja je zakonom trajno zaštićena (stavljena na listu Crvene knjige).



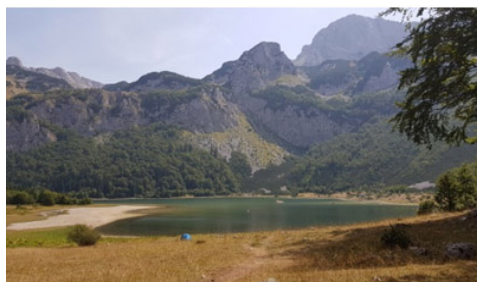
Slika 81. Zetska mekousna – lipijen (*Salmo zetensis*)
iz rijeke Zete (iz Marić, 2019)

Lov navedenih vrsta obavlja se različitim ribolovnim tehnikama, odgovarajućim mamcima, na precizno određenim mjestima (revirima), u određeno vrijeme i u propisanim dimenzijama. Sve ovo, kako je već navedeno, propisano je i precizirano u podzakonskim aktima – naredbama, koje resorno ministarstvo donosi svake godine. Važno je istaći da su za svaku vrstu propisana pravila (važi za sve vode). Takođe, bitno je istaći da za nepoštovanje ovih pravila postoje kaznene mjere, koje su sastavni dio Zakona o slatkovodnom ribarstvu.

Na prostoru Crne Gore ima veliki broj malih i srednje velikih planinskih jezera, a u tu grupu se svrstavaju i dva protočna: Plavsko i Biogradsko (Stanković, 1975). Sa aspekta ribarstva, i to sportsko-rekreativnog ribolova, samo Plavsko i Biogradsko imaju veći značaj. Ihtiofauna u ova dva jezera autohtona je i po sastavu slična rijekama koje utiču ili ističu iz njih. Druga planinska jezera nemaju originalnu ihtiofaunu, već alohtonu, a sportsko-ribolovni značaj imaju samo jezera koja se poribljavaju (Crno i Vražije). U prošlosti su skoro sva planinska jezera intenzivno poribljavana (Drecun, 1951), i to uglavnom sa tri vrste: pastrmkom – *S. labrax* (uglavnom iz rijeke Bukovice), jezerskom zlatovčicom – *S. umbla* i kalifornijskom pastrmkom – *O. mykiss*, koje su gajene na ribnjacima. Takođe, u neka jezera unošene su i druge vrste, a opstale su samo karaš – *C. Auratus*, u više jezera, i krap – *C. Carpio*, u Velikom pošćenskom jezeru. Posljednjih decenija XX vijeka intenzitet poribljavanja je smanjen, a regularno, tj. u skladu sa zakonskim aktima, poribljavaju se samo dva jezera, Crno i Vražije, koja su ribolovni reviri. U mnogim jezerima su se zadržale pastrmka i zlatovčica, jer izvjesno vrijeme nije bio dozvoljen ribolov. Jezera na Durmitoru, Bjelasici, zatim Trnovačko i dva Stabanjska jezera, ne poribljavaju se duži niz godina u želji da se živi svijet vrati u prirodno stanje. Planska poribljavanja se vrše samo na dva navedena jezera, ali se u neka jezera neplanski i protivzakonito unose ribe. To su jezera bez značajnije kontrole i zaštite, a time i bez preciznijih podataka o ribarstvenim aktivnostima i stanju ihtiofaune. Takva su: Bukumirsko, Kapetanovo, Rikavačko i sl.



Kapetanovo jezero



Trnovačko jezero

Pored sportsko-rekreativnog značaja, znatan broj vrsta riba u slatkim vodama Crne Gore ima veliki ekonomski potencijal, tj. manji broj vrsta se ekonomski koristi u smislu postizanja dobiti – privredni ribolov.

Na osnovu važećih zakonskih akata, u Crnoj Gori se u privrednom ribolovu mogu loviti sljedeće vrste riba: ukljeva (*A. scoranza*), karaš (*C. auratus*), skadarski skobalj (*C. ohridanum*), krap-šaran (*C. carpio*), šaradan (*P. pictum*), žutalj, brona ili žuti brcak (*R. prespensis*), bijeli brcak (*R. albus*), ljolja (*S. kneževici*), primorski klen (*S. platyceps*), jegulja (*A. anguilla*), svi cipoli (Mugilidae), vrste roda *Alosa*, brancin (*D. labrax*), grgeč (*P. fluviatilis*) i list (*Platichthys flesus*). Kako je u Skadarskom jezeru smuč (*S. lucioperca*) posljednja nova alohtona vrsta (Marić, 2019), i ona će u budućnosti, ako se namnoži, biti privredno-lovna vrsta. U ovaj popis (ekonomsko važnih) nijesu uključene vrste koje su ranije bile prisutne i bile predmet privrednog ribolova, jer nijesu nađene u ovim vodama već duže vrijeme (Marić, 2019). Tu spadaju: dvije vrste iz roda kečiga (*Acipenser*), dvije vrste iz roda tolstolobika (*Hypophthalmichthys*), dvije vrste amura (*C. idella* i *Milopharingodon piceus*), amurska deverika (*Megalobrama terminalis*) i neke manje važne.

Od tri navedena ribolovna područja u Crnoj Gori, značajan je ulov riba samo u Skadarskom jezeru, a o ulovu u ovom jezeru počela se voditi redovna statistika od 1947. godine (Tabela 9). Precizni statistički podaci o ulovu sportskih ribolovaca ne postoje, a podaci o ulovu u privrednom ribolovu nesigurni su i neprecizni da bi se utvrdile stvarne mogućnosti ulova u ovom objektu. To je sve iz razloga što se nije vodila sistematska evidencija.

U ranijem periodu, od 1947. do 1986, u Crnoj Gori se vodila evidencija o ulovu privrednih društava i otkupu fabrike za preradu ribe (fabrika u Rijeci Crnojevića) i ona je na izvjestan način pouzdana. Vujačić (1949) daje podatke o ulovu u periodu 1937–1940. godine, a iz kasnijeg perioda Drecun & Miranović (1962), Stein et al. (1981) i Drecun (1985). Podaci ovih autora su znatno pouzdaniji od podataka nakon tog perioda. Međutim, sveobuhvatnih preciznih podataka o ulovu ribe u Skadarskom jezeru nema. To iz razloga što nema evidencije o ulovu i prodaji ribe iz ulova pojedinačno. Ulav privatnog sektora se nije registrovao, a na gradskim pijacama nekoliko

crnogorskih gradova redovno se prodavala. Takođe, o sušenoj ribi koja se prodavala u širem regionu, a proizvedena je od privatnog sektora, nema evidencije.

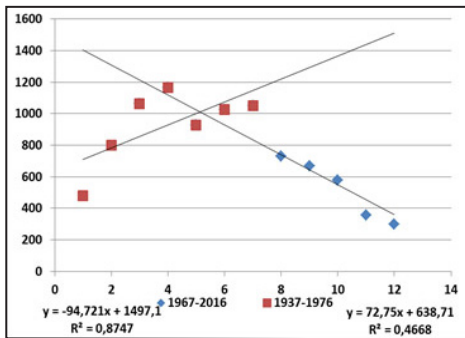
Po nedavnim podacima o ulovu u Skadarskom jezeru, najviše se lovila ukljeva, zatim krap. Iz ovog prikaza (Tabela 9) može se vidjeti da se u nekim navedenim periodima (ovi i ovako sistematizovani periodi navedeni su radi boljeg pregleda) često lovilo više od 1.000 tona godišnje (sl. 82), a ulov ukljeve je činio preko 50%. U tom periodu se vodila evidencija i o ulovu vrsta kojih danas nema ili su izuzetno malobrojne u jezeru, na primjer pastrmke. Do 1960. lovljeno je i po nekoliko tona pastrmke, čak i do šest tona godišnje. Jesetre, kojih već odavno nema u evidenciji (od 1970 g.), lovljene su u količini do 3.000 kilograma. Postoji više faktora koji su uticali na nestanak ili drastično smanjenje brojnosti nekih vrsta, a jedan od njih je vjerovatno prelov (lovljeno više od prirodnog priraštaja).

Tabela 9. **Maksimalni (max) i prosječni godišnji ulov ribe (u tonama) u višegodišnjim periodima značajnijih vrsta iz Skadarskog jezera**

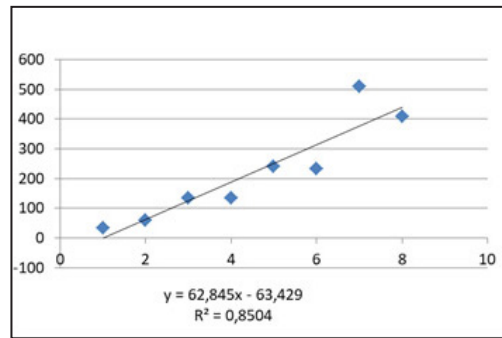
period	Vrste							ukupno
	ukljeva	krap	skobalj	kubla	jegulja	pastrmka	ostalo	
1937-1940.	246	73	45	54	25	2,4	33	478
1947-1951.	442	191	81	20	15	-	60	800
1952-1956.	556	191	100	27	14	3	134	1061
1957-1961.	605	240	78	41	12	4	236	1165
1962-1966.	424	150	48	26	11	2	240	927
1967-1971.	564	159	31	10	11	< 1	234	1126
1972-1976.	365	86	5	1	8	1	510	1051
1977-1981.	228	99	1,6	?	?	0,5	408	730
1982-1986.	97	140	0,5	?	?	0,3	350	670
1987-1991.	200	100	0,5	< 1	8	0	200	580
1997-2001.	200	100	0	0	7	0	50	357
2002-2016.	150	100	0	0	5	0	45	300
Maximum/god.	811	322	227	81	26	9	600	1.311

Permanentni pad brojnosti evidentiran je za sve ekonomski značajne vrste, mada je najmanji za krapa ($R^2 = 0,5943$). Evidentan je kod ukljeve ($R^2 = 0,7888$), a kod skobalja se desio prelov (Marić, 2019). Po podacima Drecun & Miranović (1962), najveća ulovljena količina skobalja iznosi 227.000 kg, tokom 1956. Poznato je da se skobalj uglavnom lovio u sublakuštričnim izvorima (zajedno sa ukljevom), mrežama namijenjenim za lov sitnih vrsta (ukljeva), što je uticalo da su izlovljene velike količine mladih jedinki ($0^+ 1^+$). To je doprinijelo drastičnom smanjenju brojnosti, pa je lov zabranjen i trajao je oko 20 godina. Nakon toga (početkom 21. vijeka), zapažen je oporavak, ali se love manje količine (nekoliko posljednjih godina), pa se ulov ove vrste ne evidentira. I kod pastrmki, kao i kod skobalja, desio se prelov, zbog čega se brojnost glavatice drastično smanjila, pa je areal sveden praktično samo na rijeku Zetu.

Od 1975. godine u Skadarskom jezeru se počinju loviti i uvedene vrste „kineskog kompleksa“, koje su Albanci ubacili 1972. godine. Posebno brojan postaje karaš (*C. auratus*), koji maksimum brojnosti postiže 1982–1983. godine (Marić, 2004) i jedna je od brojnijih vrsta u ovom jezeru. Zbog toga je u periodu do 1981. konstatovan značajan porast ulova „škart ribe“ (Sl. 83) u koju se, pored pet autohtonih vrsta, uključuje i *C. auratus*. Ubrzo zatim se povećava brojnost grgeča (*P. fluviatilis*), koji se ne lovi ciljano, već slučajno, uz druge vrste. U tom periodu, u pojedinim godinama ulov karaša je bio veći od ulova krapa (*C. carpio*) i iznosio je preko 200 tona. Međutim, značajan pad ulova i škart ribe (ekonomski malo značajne, ostale ribe) desio se u posljednje dvije decenije (Tab. 9), ali je to rezultat slabe potražnje (u prošlosti se koristila za riblje brašno), a ne stvarnog smanjenja brojnosti kao drugih vrsta.



Slika 82. Totalni ulov u dva perioda



Slika 83. Ulov „škart ribe“ u periodu 1937–1981.

Za svaku vrstu su poznata lovna područja, kao i alati kojima se te vrste love. Ukljeva se uglavnom lovi tokom zimskih mjeseci, mada se uspješno može loviti već u septembru. Tokom zimskih mjeseci, a za vrijeme hladnih perioda, ukljeva migrira u sublakustrične izvore, u kojima se tada sakuplja izuzetno velika količina. Podvodni-sublakustrični izvori su brojni, raspoređeni duž sjeverozapadnog i južnog oboda, dok je sjeverni i istočni dio obrastao u vegetaciju. Značajniji izvori sa aspekta ribarstva su: Raduš, Karuč, Ranj, Volač, Bazagur, Vaškaut, Krnjice, Bobovište, Modra oka i dr., a u prošlosti su još i i neka druga (Drecun i Ristić, 1964). U ovim staništima se lovilo oko 80% ukljeve i veći broj drugih riba, pogotovo „škart ribe“, koja se koristila za riblje brašno. U ribarstvenoj privredi ovi izvori su nazivani „ribolovi“ ili „ribolovna oka“. Pored ukljeve, u tim izvorima se sakupljaju i mlađe uzrasne grupe lovnih vrsta, uključujući i krapa (Marić i Kažić, 1990).

Priobalna područja su uglavnom najpogodnija za lov krapa (u blizini vegetacije), a izvori „oka“ za ukljevu (Sl. 84 i 85). Sve ribe u tim izvorima su se u prošlosti lovile mrežama potegačama, plivaricama (Sl. 86) i gribom. U posljednje vrijeme ovim alatima se ne lovi, već mrežama stajačicama i kalimerom (Sl. 87).



Slika 84. Značajnija mjesta ulova ukljeve



Slika 85. Značajnija mjesta ulova krapa



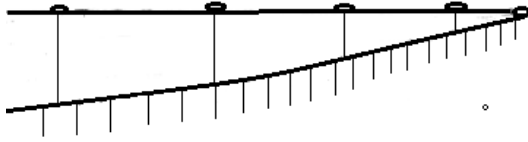
Slika 86. Ulov plivaricom u Radušu 1982. g.



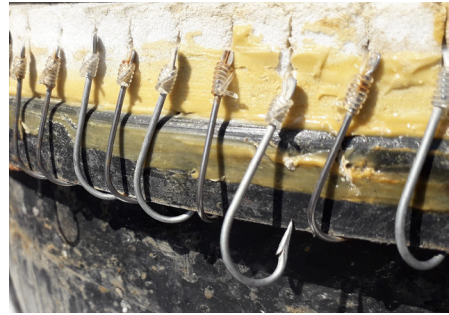
Slika 87. Lov ukljeve – kalimero, Raduš 2007. g.

Lov druge vrste po brojnosti, krapa, uobičajeno se obavlja mrežama stajaćicama, koje se postavljaju na odabranim pozicijama tokom svake sezone. Takođe, i sve druge vrste se love mrežama stajaćicama sa odgovarajućom promjerom okaca. Neke od njih se nazivaju po vrsti koja se njima najbolje lovi, pa su poznate „krapnjače“, „skobaljne“, „bronače“ i „ukljevne“. Sve one imaju odgovarajuće promjere okaca da bi se mogao loviti određeni uzrast.

Pored alata za masovni lov i lov više vrsta, za ulov pojedinačnih vrsta, kao na primjer jegulja i krapa, koriste se i drugi alati. Za krapa i jegulju se upotrebljavaju *parangali*, što predstavlja sistem udica (kuka) na dugačkom tankom, ali čvrstom kanapu (Sl. 88 i 89). Na udice (Sl. 89) se stavljaju mamci, za krapa puževi ili školjke, a za jegulju male ribe ili komadi ribljeg mesa.



Slika 88. Šema postavljenog parangala



Slika 89. Udice za parangal

Pored parangala, za lov jegulja se koriste i vrše (Sl. 90), kojima se mogu loviti i druge vrste riba, uključujući i druge vodene životinje (rakovi). Vrše mogu biti raznih dimenzija i oblika (jednokrilne, dvokrilne). U prošlosti su za lov ribe korišteni drugi alati, koji su sada zabranjeni, na primjer osti (koplja sa više vrhova – trozubac i sl.), zatim košiči od pruća ili plotovi od pruća, koji su funkcionisali kao savremene vrše.



Slika 90. Vrše

Za svaku vrstu je određeno vrijeme lova i vrijeme lovostaja, tj. vrijeme kada zakonom nije dozvoljen lov, na primjer od 15. marta do 31. maja za većinu riba u Skadarskom jezeru. Zbog velikog broja vrsta koje su Zakonom obuhvaćene, ne iznose se detalji, već se ukazuje samo na osnovni pristup ili pravila lovostaja. Tako na primjer, kao pravilo, za pastrmke je lovostaj tokom tri zimska mjeseca (neke su izuzeci), a za šaranske vrste su tri prolječna mjeseca, takođe sa izuzecima (skobalj). Ovi periodi su u skladu sa periodima mriješćenja, a minimalne dozvoljene dimenzije su određene u skladu sa dužinom pri kojoj vrsta postaje polno zrela. Tako je na primjer ukljeva polno zrela kada navršši dvije godine i poraste oko 15 cm. Broj dozvoljenih primjeraka koji se mogu uloviti u jednom mahu (danu) određuje se za svaki ribolovni revir (područje) posebno, obično u skladu sa Ribolovnom osnovom. Oni su predloženi na osnovu brojnosti svake pojedinačne vrste. Vođenje precizne evidencije, uključujući precizno vođenje evidencije svakog imaoća dozvole, doprinosi unapređenju ribarstva (uključujući i zaštitu) u Crnoj Gori.

Vještačka jezera su i hidrološki i sa aspekta ribarstva specifični vodeni i ribarstveni objekti, jer svako ima svoju osnovnu namjenu. Kod nas postoji pet većih akumulacija: tri su izgrađene za potrebe električne energije (Pivsko, Krupac i Slano – Sl. 91 i 92), Liverovići za potrebe željezare, a Otilovići za potrebe termoelektrane (za hlađenje postrojenja).

U Evropskim vodama riblje naselje u vještačkim jezerima uglavnom zadržava karakter prvobitne riječne faune onda kada su akumulacije izgrađene u regionu donjeg toka rijeka. Kada se pregrade planinske brze rijeke, sastav ihtiofaune se drastično mijenja. To se može dobro ilustrovati na primjeru akumulacije Piva.



Slika 91. Pivska akumulacija

U ovom jezeru od riječnih vrsta riba (prisutne prije potapanja) egzistiraju samo dvije: gaovica i potočna pastrmka, kojom se jezero uglavnom poribljava, dok je prije potapanja bilo prisutno devet. Karakter ribljih zajednica određuju hemizam i trofija jezera. Oligotrofna jezera, kakvo je Pivsko, uglavnom imaju salmonidni karakter, sa malom produkcijom (5kg/ha, Marić, 1995), dok su eutrofna ciprinidna i relativno sa visokom produkcijom (do 50 kg/ha).



Slika 92. Akumulacija Slano

Generalno se može reći da karakter riblje zajednice u vještačkim jezerima, u svakoj geografskoj oblasti, određuje čovjek stalnim intervencijama putem introdukcije riba. Na osnovu ukupne organske produkcije akumulacije, određuju se obim i vrste riba kojima se neko jezero poribljava.

Vještačka jezera mogu uticati negativno na riblje zajednice u cijelom riječnom sistemu, time i na ribarstvo, a pogotovo nizvodno. Izgradnjom ovih jezera i antropogenom manipulacijom, pojedine riječne vrste, uglavnom rijetke i endemične, doveđene su pred iščezavanje. Takav je slučaj sa neretvanskom mekousnom pastrmkom (*Salmo obtusirostris*) u slivu rijeke Neretve (Škrijelj, 2002). Brane presijecaju migracione puteve, pa u rijekama gdje su migracije masovne (lososi, pastrmke, jegulje i dr.) mogu značajno uticati na ribarstvenu privredu. Negativni uticaj nizvodno posljedica je naglog ispuštanja većih količina vode i vode čija je temperatura znatno različita od normalne u datom trenutku. Kod akumulacija u umjerenom klimatu negativni efekat ispuštanja vode koji se javlja nizvodno ogleda se i u konstantno niskoj temperaturi vode. Maksimalna temperatura vode koju ispušta pivska akumulacija ne prelazi 7°C, a rashlađenje Drine tokom ljetnjeg perioda osjeća se i do 50 km nizvodno. Niska temperatura nepovoljno utiče na ishranu, rast i razmnožavanje riba i drugih organizama. Pri niskim temperaturama embrionalni razvoj traje duže i može doći do promjene morfoloških i anatomskih karakteristika organizama (prvenstveno riba).

ZAŠTITA RIBA

Svaka zemlja treba da uradi strategiju zaštite riba i njihovih staništa, a prvi korak je zakonska legislativa. Međutim, pored zakonskih rješenja i postupci u praksi, koji se nažalost sprovode slabo ili gotovo nikako, moraju biti na znatno višem nivou. Zakonska regulativa kod nas je urađena i ribe se štite sa tri zakona: Zakon o vodama („Sl. list RCG“, br. 27/07 od 17. 5. 2007), Zakon o životnoj sredini („Sl. list RCG“, br. 12/96, 55/00) – novi u završnoj fazi izrade i Zakon o slatkovodnom ribarstvu i akvakulturi („Službeni list RCG“, br. 17/18 od 20. 3. 2018). Nažalost, treba istaći da Republika Crna Gora nema izrađen popis ugroženih slatkovodnih vrsta riba, kao ni Crvenu knjigu. Što se tiče konzervacionog statusa, ribama u vodama Crne Gore, prema uputstvu po IUCN (2001), status je sljedeći: jednoj vrsti je dodijeljen status EX, a EW dvijema vrstama, zatim CR status za tri vrste, za devet vrsta EN, za 10 VU, za 10 vrsta DD, za tri NT i najveći broj vrsta ima LC status (Marić, 2019).

Da bi se riblje vrste bolje zaštitile, a to istovremeno znači da bi ekonomske imale veću produkciju, potrebno je: utvrditi precizne areale svih vrsta radi sagledavanja opšte rasprostranjenosti slatkovodnih riba i njihovih zajednica, zatim za manji broj vrsta (rijetkih i endemskih) potrebno je detaljno izučiti idioekologiju svake vrste u okviru koje je posebno vrijeme i mjesto mrijesta, kao i mjesto života svakog razvojnog stadijuma. Ako se ukaže potreba, pojedina područja treba posebno zaštititi (rezervati), što se u praksi pokazalo korisnim (Suski & Cooke, 2006).

Sve su ribe vrlo osjetljive na promjene u životnoj sredini (brzine toka, pregrađivanje rijeka, degradaciju staništa, zagrijavanje i intenzivno iskorištavanje vode), ali su endemske posebno osjetljive i obično imaju slabu sposobnost prilagođavanja na promjene u spoljašnjoj sredini. One uglavnom naseljavaju nekadašnje glacijalne refugijume, pa su se specijalizovale (evoluirale) na uzak spektar ekoloških faktora (stenovalentne su). Ovo nameće potrebu da se i riblja staništa jednako štite kao i pojedinačne vrste riba.

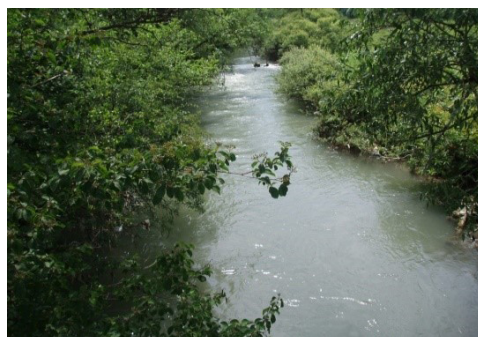
U cilju zaštite svih riba, posebno endemskih, pored već navedenog, potrebno je u budućnosti preduzeti i preduzimati niz mjera koje će najznačajnije pritiske svesti na minimum, a neke i eliminisati (unošene alohtonih vrsta). Jedno od značajnijih uticaja na ihtiofaunu imaju zagađenja koja potiču od poljoprivrede (bjelopavličko-zetske ravnice), zatim industrije (Nikšić, Podgorica) i komunalne otpadne vode (skoro svi gradovi).

Zagađenje vode je faktor koji ugrožava ne samo ribe nego i ukupni vodeni svijet. Primjena herbicida i insekticida ugrožava riblji svijet. Neki od njih djeluju na skeletnu muskulaturu, drugi utiču na regulisanje balansa natrijuma u organizmu, a neki čak i u niskoj koncentraciji mogu da izazovu deformacije prilikom razvoja kičmenog stuba larvi riba. Pritisak ovih faktora na vode i ihtiofaunu smanjuje se organskom proizvodnjom i izgradnjom sistema za prečišćavanje u svim većim urbanim naseljima.

Termoelektrane u Pljevljima vrše zagađenja sa suspendovanim materijama u vodi (Sl. 93 i 94) i u vidu termopolucije, tj. temperaturne promjene. Visoka temperatura vode najčešće se javlja u vodotocima u blizini termoelektrana (rijeka Vezišnica). Promjena temperaturnog režima utiče na embrionalni razvoj i cijeli biološki ciklus. Pored toga, sa povećanjem temperature vode dolazi do pojačavanja toksičnog dejstva nekih otrovnih materija, kao npr. cijanida, usljed ubrzanog procesa metabolizma. Suspendovane materije uglavnom potiču od jalovine iz rudnika i neprečišćenih industrijskih otpadnih voda. Njihovo prisustvo u vodenim basenima mijenja kvalitativni i kvantitativni sastav prehranbene baze, mijenja pozicije ili mjesta za mrijest (strukturu podloge), utiče na razvoj ikre i mladunaca, a ima i druge indirektno uticaje.



Slika 93. Vezišnica nizvodno od termoelektrane



Slika 94. Čehotina nizvodno od Pljevalja

Veliki uticaj na ihtiofaunu imaju privredni i sportski ribolov. Marić i Kažić (1990) smatraju da je ulov velikih količina skobalja u prošlosti glavni razlog smanjenja njegove brojnosti. Ovome treba dodati, a to je presudan razlog, da su se u komercijalnim ulovima ukljeve u ranijem periodu lovile ogromne količine mladih jedinki skobalja (uzrasta 0^+ i 1^+). Istraživanjem je utvrđeno da je u oku Karuč, u jednom mahu 1986. godine izlovljeno 10.000 jedinki polno nezrelih skobalja. Sada je iz istih razloga ugroženo više vrsta. Ovaj problem se prevazilazi upotrebom ribolovnih alata kojima se ne love mlade jedinke i poštovanjem propisa. U privrednom ribolovu iz upotrebe treba izbaciti sva sredstva čiji je promjer okaca na mrežama neodgovarajući (na primjer kalimera).

Introdukcija alohtonih vrsta riba, tj. onih koje potiču iz drugih zoogeografskih oblasti, po mnogim istraživačima najznačajniji je faktor uticaja na autohtonu ihtiofaunu i na cijeli ekosistem. U naše vode je u posljednjih 50-60 godina uneseno 19 vrsta, mada je nekoliko njih zbog nemogućnosti prirodnog razmnožavanja vremenom iščezlo. To su dvije vrste amura, dvije vrste tolstolobika i amurska deverika. Pojedine vrste se povremeno ulove (pojedinačni primjerci); na primjer posljednji sivi tolstolobik (*H. nobilis*), koji je ulovljen januara 2017. godine, bio je težak oko 55 kg, a star oko 45 godina (poribljen 1971). Međutim, nekoliko vrsta je u Skadarskom

jezeru zauvijek ostalo jer su se dobro adaptirale i znatno uticale na izmjenu ribljeg naselja, ali i na drugi živi svijet, uključujući i prehrambene navike ptica, na primjer pelikana. Međutim, sa unesenim vrstama riba mogu se unijeti i novi izazivači bolesti ili paraziti. Tako je sa kalifornijskom pastrmkom (*O. mykiss*) unijeta virusna hemoragična septikemija, koja se proširila u ribnjacima, ali i na autohtone pastrmke. Treba istaći i negativni uticaj salmonidnih vrsta (koje su uvedene u neka planinska jezera) na izmjenu autohtonih zajednica, posebno na populacije tritona/mrmoljka – *Ichtyosaura alpestris*, koji je iz mnogih iščezao. Stoga introdukciju riba u budućnosti treba strogo kontrolisati, a zabraniti unošenje u Crnu Goru vrsta koje su nedovoljno izučene i vrsta za koje je utvrđeno da su invazivne.

Pored navedenih negativnih uticaja u vodenoj sredini, živom svijetu i ribama, na njih mogu uticati i promjene okolnog zemljišta u užem ili širem području. Prekomjernom sječom šuma smanjuje se apsorpcija terena, izaziva povećano površinsko oticanje, a ono uslovljava, u kišnim periodima, povećanje brzine vodenog toka izazivajući destabilizaciju obala i erozione procese. To dovodi do izmjena karakteristika vodotoka u pogledu njegove hidrologije, forme rječnog korita, količine suspendovanih materija, temperature, hemizma i na kraju bioloških osobina vode. Sve to može posredno ili neposredno da utiče na ribe, pa se tako na primjer gube neka karakteristična staništa za pojedine vrste riba. Takođe, javljaju se i neke druge negativne posljedice, kao što su otežano disanje riba, zbog velike količine suspendovanih materija, zatim gubitak skloništa i promjena kvaliteta odgovarajućeg mjesta za mrijest, odnosno polaganje ikre. Posljednja stavka utiče na uspješno razmnožavanje riba. Ovom problemu treba posvetiti posebnu pažnju, ne samo radi zaštite riba i ribarstva otvorenih voda nego i radi opšteg stanja u našim vodama (bujice sa mutnicama utiču na niz privrednih grana).

U svrhu sanacija bujica, neophodno je plansko saniranje erozivnih područja i uređenje bujičnih voda (Sl. 95), što sa aspekta zaštite riba znači da riječne kanale treba urediti kao prirodne sisteme, a ne samo kao odvodni kanal.



Slika 95. Regulacija riječnog korita rijeke Drcke (desna pritoka Tare)

Kako ovi zahvati iziskuju duži vremenski period i znatnija finansijska sredstva, trebalo bi ovaj problem postaviti kao opštenacionalni interes (jer su u posljednje vrijeme nanesene ogromne štete) i uticati na sve društvene strukture kako bi se ovom pitanju dao puni značaj. Takođe, treba istaći činjenicu da se gotovo na svim našim vodotocima vrše razni tehnički zahvati (eksploatacija građevinskog materijala – šljunak i pijesak, različite priobalne izgradnje – kuće, mostovi i sl.). Pored toga, pregrađivanjem vodotoka i formiranjem akumulacionih jezera nastaju novi uslovi koji nijesu pogodni za autohtoni živi svijet. Mnogi od navedenih faktora su povezani i njihove efekte treba sagledati integralno.

AKVAKULTURA

UVOD

U novije vrijeme (posljednjih dvadesetak godina) akvakultura postaje sve značajnija u proizvodnji ljudske hrane. Akvakultura je gajenje svih vodenih organizama u kontrolisanim uslovima. Glavni i osnovni objekat akvakulture je gajenje ribe, mada je intenzivirana i proizvodnja školjki, ali i mnogih drugih organizama, kao što su, prvenstveno, rakovi, zatim žabe, pa sve do vodenih biljaka. S obzirom na to da je na Zemlji više od 70% površine pod vodom, značaj koji se poklanja akvakulturi je razumljiv. Naime, došlo se do saznanja da ovaj vid proizvodnje ljudske hrane ne traži velika i skupa ulaganja, da nijesu potrebne velike i skupe proizvodne površine, da se proizvodnja relativno brzo ostvaruje, a i da je istovremeno ekonomična, odnosno da su mogućnosti ovog vida proizvodnje ljudske hrane velike, efikasne i vrlo korisne. Pored proizvodnje hrane za narastajuću populaciju ljudi, sve više se uzgajaju organizmi za ishranu drugih životinja (svježe ili prerađene), zatim za kozmetiku, lijekove i sl. Mnoga istraživanja su pokazala da je sa određene površine znatno veća ekonomska dobit od uzgoja vodenih organizama, na primjer riba, nego od biljne proizvodnje (žitarice). Akvakultura ima i druge prednosti, pogotovo što se često koriste resursi koji se direktno ne mogu koristiti (npr. plankton) ili se pak neke površine ne mogu koristiti izuzev za akvakulturu. Ovome treba dodati prednosti akvakulture, time i ribarstava, u kontekstu zagađenja (znatno manja, ponekad neznatna), što u posljednje vrijeme u privredi predstavlja veliki problem.

Kada je u pitanju akvakultura u smislu gajenja riba (i drugih vodenih organizama), onda se može navesti nekoliko razloga zašto se ona praktikuje, a to su:

- Proizvodnja ribe za ljudsku ishranu,
- Proizvodnja ribe za sportski ribolov,
- Proizvodnja ribe radi poribljavanja osiromašenih voda,
- Proizvodnja mamaca za komercijalni i sportski ribolov,

- Proizvodnja ukrasnih riba (akvaristika),
- Proizvodnja riba radi dobijanja proizvoda koji se koriste u ribarstvenoj privredi, prvenstveno za proizvodnju riblje hrane i sl.

Iz gore navedenog jasno je da je proizvodnja ribe za ljudsku ishranu najznačajnija i da većinu ukupnih proizvoda akvakulture predstavlja ovaj pravac. Akvakultura u našem okruženju je znatno uznapredovala, ali je u Crnoj Gori još uvijek na nivou od prije 20 i više godina, pogotovo u slatkim vodama. Razlog tome je činjenica da su kod nas, iako postoje veoma povoljni uslovi za razvoj akvakulture, relativno male površine pod ribnjacima, a proizvodnja je često ekstenzivna ili samo poluintenzivna. U slatkim vodama u Crnoj Gori se uzgajaju samo salmonidne vrste (pastrmke). U ovom trenutku se uzgaja samo kalifornijska pastrmka, a proizvodnja mlađi divljih salmonida za poribljavanje trenutno se ne ostvaruje, mada postoji potreba za nekoliko vrsta.

U Crnoj Gori je sada u funkciji oko 20 ribnjaka, a samo nekoliko ponekad proizvede preko 50 tona. U posljednjem periodu salmonidna proizvodnja se intenzivirala samo u kaveznim sistemima. Prirodni potencijali za uzgoj i drugih vrsta riba, kao jegulja, jesetra, pa i ciprinida, nedovoljno su iskorišteni. S druge strane, sve je veća potražnja za ribljim proizvodima, kako u Crnoj Gori tako i u drugim krajevima Evrope, pa i šire. Posebna prednost Crne Gore je izvanredno dobar kvalitet vode većine vodotoka, što je osnov za uspješnu proizvodnju, a prije svega za proizvodnju izuzetno kvalitetnog i zdravog proizvoda, popularno rečeno ekološkog proizvoda, koji se i u svijetu i kod nas sve više traži. Ovi proizvodi su konkurentni na svim tržištima.

Posmatrano istorijski, ribarstvo se kao grana akvakulture prvo počelo sprovoditi i o gajenju riba postoje prvi pisani dokumenti ili neki drugi tragovi. Prema Bardach et al. (1974) korijeni gajenja riba potiču sa Bliskog istoka, jer su na reljefima starih ekipatskih grobnica nađeni prikazi izlovljavanja tilapija. Po Maar et al (1966) tilapija se u Egiptu počela gajiti oko 2.500 godina p. n. e., dok se krap u Kini počeo gajiti oko 2.000 p. n. e. Za vrijeme starih Rimljana gajenje krapa se proširilo u sve djelove carstva, pogotovo sa širenjem hrišćanstva. Ribarstvo kakvo danas poznajemo ili slično njemu počelo se razvijati tek u devetnaestom vijeku.

Gajenje riba se, kroz istoriju gajenja, postepeno usavršavalo i u zavisnosti od tog i uvećavalo. Kada je savladana tehnika mriješćenja koju kontroliše čovjek (vještačko razmnožavanje) i kada je proizvedena hrana koja kompletno zamjenjuje prirodnu, gajenje je podignuto na viši nivo. Uvođenje novih tehnologija, kao i automatizacija proizvodnje, dodatno je doprinijelo razvoju i omogućeno je osvajanje novih prostora. U zavisnosti od načina ishrane, primjene ribarstvenih i agrotehničkih mjera (prema intenzitetu proizvodnje), mogu se razlikovati tri načina-sistema gajenja:

1. Gajenje u ekstenzivnom sistemu (ekstenzivni način) – podrazumijeva gajenje riba bazirano na prirodnoj hrani, koja je različita u zavisnosti od vrsta (zooplankton i fauna dna). U prošlosti je ovo bio jedini sistem, a divlje ribe su ubacivane u uzgojni sistem, gdje su se prirodno hranile. Nedostatak ovog načina je u malim prinosima po jedinici površine, pa se sporadično primjenjuje, a prednost je u malim troškovima proizvodnje, jer od ubacivanja riba u sistem pa do lova nema nikakvih radnji, te ni troškova;
2. Poluintenzivni način proizvodnje zasnovan je na kombinaciji prirodne i dodatne hrane. Poluintenzivan način proizvodnje prisutan je u toplovodnim ribnjacima, i to uglavnom šaranskim (predstavlja dominantan oblik proizvodnje u Evropi). Ovakvo gajenje je za neke vrste vrlo ekonomično (značajno se koriste prirodni resursi), sa jedne strane, a s druge se radi o obliku ekološke proizvodnje koji može da zadovolji uslove organske poljoprivredne proizvodnje, što je vrlo aktuelno u posljednje vrijeme;
3. Gajenje u intenzivnom sistemu bazira se na dva činioca: na velikom broju riba na malom prostoru, i na ishrani skoro isključivo, a kod nekih isključivo, na vještačkoj hrani. Dakle, automatizovana ishrana, a proizvodni procesi mehanizovani. Ovakvim sistemom proizvodnje kod nekih vrsta se gaje samo mlađe uzrasne klase (gajenje mlađi);

Kada se govori o vrsti hrane u gajenju riba, treba istaći da se pod prirodnom hranom podrazumijavaju isključivo organizmi koji slobodno žive u vodenoj sredini, a ne dodatna hrana koju ubacuje čovjek, makar ona izvorno bila prirodna, tj. nije pretrpjela nikakvu dodatnu promjenu od prirodnog stanja. Ova hrana može biti životinjskog porijekla (riba iz prirode) ili biljnog (žitarice).

VRSTE I TIPOVI RIBNJAKA

Već je istaknuto da se u zavisnosti od nekoliko činilaca (vrste riba, temperaturnih uslova, materijala za izgradnju i sl.) objekti za gajenje riba (ribnjaci) mogu podijeliti na različite načine:

1. Ako se uzme u obzir sistematska pripadnost riba koje se gaje u ribnjacima ribnjake imenujemo ili dijelimo na: salmonidni (pastrmke), ciprinidni (šaranske vrste), ribnjaci za tilapije, somove (američke) i sl;
2. U zavisnosti od temperature, ribnjake uglavnom dijelimo na dvije kategorije: hladnovodni (uglavnom salmonide) i toplovodni (šaranske vrste, tilapije, somovi i dr.);
3. U zavisnosti od materijala, obično se dijele na: betonske (salmonide i dr.), zemljane (ciprinide, somovi i sl.), kavezi ili kavezni sistem (skoro sve vrste riba), gajenje u plastičnim kontejnerima (jegulje, kečige i dr.) i sl.;

4. Ako se posmatra konfiguracija terena, ribnjaci se grade u brdskim i ravničarskim područjima, pa se nazivaju npr. ravničarski – ciprinidni i sl.;
5. U zavisnosti od načina snabdijevanja vodom, ribnjake dijelimo na protočne (voda permanentno teče kao u riječnom sistemu), ribnjake sa stajaćom vodom (funkcioniše kao jezero) i recirkulacione/reciklažne sisteme-ribnjake (voda kruži u zatvorenom sistemu i prečišćava se – Sl. 96).

Savremene tehnologije i materijali omogućavaju da se izgrađuju jednostavni zemljani ribnjaci, odnosno iskopi u zemlji, koji se prekrivaju plastičnim folijama i mogu biti veličine nekoliko hiljada kvadratnih metara. U ovakvim ribnjacima se gaji više vrsta riba, a u njihovoj ishrani se koristi samo vještačka hrana.



Slika 96. Lijevo – reciklažni sistem; desno – smuđ uzgojen u reciklažnom sistemu

Iz gore navedenih tipova može se izvesti više definicija ribnjaka: To je vještački napravljen – izgrađen ili zaokružen prostor u kojem se po želji može kontrolisati količina vode (preko tehničkih naprava) i uticati na većinu ekoloških faktora u kojima se gaji riba.

Pored navedenih podjela, ribnjaci se dijele po tome da li je u njima kompletan (zaokružen) proces gajenja. Ako se u njima gaji riba od mriješta do konzumne veličine, nazivamo ih **punosistemski**, a ako se u ribnjacima obavlja samo dio ciklusa, ili pak nedostaje neki dio ciklusa iz kompletnog procesa, tj. nedostaje gajenje neke od uzrasnih kategorija, takve nazivamo **polusistemski** ili **specijalizovani**.

U punosistemskim ribnjacima gajene kategorije se prema namjeni ili tipu mogu podijeliti u nekoliko vrsta. Podjela koja slijedi uglavnom se odnosi na ribnjake koji su napravljeni direktno na zemlji i od zemlje (šaranski, gajenje somova) i na salmonidne. Ribnjaci tipa kaveznog sistema ili pak reciklažni sistem za gajenje jegulje su polusistemski zbog praktičnih razloga. Na primjer, znatno je jednostavnije gajiti mlađ u klasičnim betonskim bazenima nego u kaveznim, ili pak gajiti jegulju kod koje se mlađ još uvijek uzima iz prirodne sredine. Međutim, postoje i drugi razlozi

za to da se u nekim ribnjacima isključivo gaji konzumna veličina ili da neki ribnjak bude samo mrestilište. Najčešći ograničavajući faktori da se na nekom području gradi samo specijalizovani ribnjak jesu ograničena količina vode i ograničeni prostor.

Shodno navedenom, na punosistemskom ribnjaku nalaze se sljedeći objekti: matičnjaci, mrestilišta, rastilišta, mladičnjaci, tovilista i kod nekih (ciprinidni) zimovališta i predgrijači. Zbog izvjesnih specifičnosti kod raznih vrsta ribnjaka navedeni objekti (djelovi ribnjaka) detaljnije će se analizirati u odgovarajućem poglavlju, odnosno kroz konkretni tip ribnjaka.

U ovom poglavlju će se detaljno (u smislu svih aspekata) obraditi četiri tipa ribnjaka, a to su: ribnjaci za gajenje pastrmki, ribnjaci za gajenje šaranskih vrsta, reciklažni ribnjaci za gajenje jegulje i kavezni sistemi, sa akcentom na gajenje salmonida u njima.

SALMONIDNI ILI PASTRMSKI RIBNJACI

Već je istaknuto da se za ove ribnjake kao sinonim koristi termin hladnovodni. Bez obzira na to da li su izgrađeni od betona na zemlji ili kao kavezni sistem (od plastike) u jezerskom sistemu, zajedničke su im vrste koje se gaje. U ovim ribnjacima se mogu gajiti praktično sve vrste salmonida (porodica Salmonidae) i za različite namjene. Međutim, zbog skupe proizvodnje i ukupnog kvaliteta i ekonomskog značaja, uglavnom se gaje za dvije namjene:

1. Gajenje vrsta za konzum; kod nas ali i u širem regionu to je kalifornijska pastrmka,
2. Proizvodnja mlađi autohtonih vrsta za potrebe poribljavanja osiromašenih voda.

U pregledu vrsta navedene su sve vrste pastrmki koje imaju ribarstveni značaj (kratko istaknut) i naglašeni osnovni biološko-ekološki parametri. Nije navedena samo osnovna gajena vrsta, tj. kalifornijska pastrmka, koja će se ovdje opisati.

Kalifornijska pastrmka – *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)

Kalifornijska pastrmka kod nas je poznata i kao dužičasta pastrmka (zbog karakterističnih bočnih pruga u prirodnim vodama), ponegdje i kao amerikanka. Pripada rodu lososa (lat. *Oncorhynchus*). To znači da ova salmonida nije pastrmka već losos, što se vidi iz latinskog imena, jer je za pastrmke (rod) latinsko ime *Salmo* (za zlatovčice je *Salvelinus*, mladice *Hucho* itd.). Prirodni areal ove vrste je poluostrvo Kamčatka, gdje je zovu mikža (zato je latinsko ime *mykiss*) i zapadna obala Sjeverne Amerike, na jugu, do Meksika. Kako je u Evropu unesena (1882 g.) iz rijeke

Meklaud, sliv rijeke Sacramento (Kalifornija), u našem širem govornom području je poznata kao kalifornijska pastrmka. Smatra se da ima hibridno porijeklo – od anadromne i rezidentne forme (Kottelat & Freyhof, 2007). U prirodnom arealu (Sibir i Sjeverna Amerika) postoje dvije ekološke forme: stacionirana i anadromna, a u vodama Sjeverne Amerike više podvrsta. Zbog toga je u prošlosti navođena pod raznim latinskim imenima.



Kalifornijska pastrmka iz rijeke Lim

Kalifornijska pastrmka je najčešće gajena vrsta salmonida ili vrsta hladnovodnih ribnjaka. Može se gajiti i u boćatnim vodama, a u njima postiže dobre rezultate. Uspješno se gaji i u kaveznim sistemima. Ona je najznačajnija vrsta u akvakulturi i u Crnoj Gori, a godišnje se proizvede oko 400 tona. Kod nas je potrošnja uglavnom u svježem stanju, a neznatne količine se prerađuju u konzerve. Vrlo je interesantna za sportski ribolov. Prilikom manipulacije tokom uzgojnog ciklisa veliki broj jedinki pobjegne u prirodnu sredinu (slika naprijed). U nekoliko voda se vrši planska introdukcija, isključivo radi sportskog ribolova.

Biologija i ekologija: Biologija ove vrste je znatno različita u akvakulturi i u prirodnoj sredini. U Evropu su unesene razne forme i podvrste, različite biologije, pa se status populacija teško može odrediti. U prirodnoj sredini u Crnoj Gori razmnožava se sa navršene dvije ili tri godine života i kada dostigne oko 30 cm u dužinu. Mužjaci sazrijevaju ranije i obično pri manjim dužinama od ženki (oko 25 cm). Mrijesti se od početka novembra, pa do kraja januara. Plodnost ženki je oko 1.500 komada ikre po kilogramu. U prirodnoj sredini se hrani invertebratama, obično larvama insekata i račićima, a krupne jedinke i ribama. Takođe, u prirodnoj sredini rast je intenzivniji od divljih salmonida, što je i najvažnije u akvakulturi. Brzi rast, uspješna domestifikacija, karnivornost, otpornost pri manipulacijama, kao i još neke karakteristike (bolje podnosi smanjenu količinu kiseonika od drugih) glavne su osobine koje su uticale da ova vrsta postane najpopularnija u hladnovodnim ribnjacima.

Za sve salmonidne vrste gajenje se sprovodi praktično na identičan način. Postoje manje razlike, na primjer u ishrani u prvim danima života, ali su principi praktično potpuno isti za sve vrste tokom kompletnog ciklusa (od mriješćenja do konzumnih riba ili matica). Zbog toga će se detaljnije opisati samo osnovne karakteristike salmonidnih ribnjaka i tehnologija gajenja, bez detaljnijih analiza i specifičnosti gajenja pojedinih vrsta.

IZBOR LOKACIJE ZA IZGRADNJU SALMONIDNOG RIBNJAKA

Salmonidni ribnjaci se uglavnom grade u brdskim, pa i planinskim predjelima (Sl. desno). Glavni razlog za ovakvo lociranje jesu izvori vode, iz kojih se dovodi voda u ribnjak, a oni se opet u pravilu nalaze na ovakvim terenima. U kraškim područjima, kakva je okolina Podgorice, izvori veće izdašnosti javljaju se i na nižim nadmorskim visinama (ponekad od svega nekoliko metara). Ovi izvori često predstavljaju nastavak podzemnih rijeka koje su dio nadzemnih tokova (ponornice). Osim izvora, da bi se mogao izgraditi ribnjak željenih dimenzija mora postojati ravna parcela u blizini izvora. Izgradnja ribnjaka u neposrednoj blizini izvora uglavnom se praktikuje zbog jeftinije gradnje i zbog toga što se kvalitet vode ne može promijeniti na kratkom rastojanju.



Ribnjak pored planinske rijeke (Bijela)

Salmonidni ribnjaci se grade i pored brzih planinskih rijeka, zbog optimalnih fizičko-hemijskih karakteristika njihovih voda. Za izgradnju je potrebno obezbijediti prostor, te omogućiti izolaciju od bujica (izdignut teren), koje su redovna pojava uz ovakve vodotoke. Ovo se rješava izgradnjom dužih kanala za snabdijevanje vodom. Kako su ovi ribnjaci betonski, osim odgovarajuće zaravnjene površine, nema drugih zahtjeva za konfiguracijom terena.

Salmonidni ribnjaci se grade i pored brzih planinskih rijeka, zbog optimalnih fizičko-hemijskih karakteristika njihovih voda. Za izgradnju je potrebno obezbijediti prostor, te omogućiti izolaciju od bujica (izdignut teren), koje su redovna pojava uz ovakve vodotoke. Ovo se rješava izgradnjom dužih kanala za snabdijevanje vodom. Kako su ovi ribnjaci betonski, osim odgovarajuće zaravnjene površine, nema drugih zahtjeva za konfiguracijom terena.

KVALITET I POTREBNA KOLIČINA VODE

Kvalitet i količina vode određuju kapacitet ribnjaka. Voda je osnovni ograničavajući faktor i od njene količine zavisi obim proizvodnje, a od kvaliteta i obim i kvalitet gajenih organizama.

Kvalitet vode

Već odavno je poznato da je za gajenje salmonidnih vrsta za proizvodnju neophodna hladna, čista, bistra voda, a da bi se dobar kvalitet zadržao, neophodno je češće obnavljati, što znači da mora imati znatan protok. Ovo iz razloga što se među dominantnim biološkim osobinama svih salmonidnih vrsta riba (od kojih uveliko zavisi i sav raspored i upravljanje njihovom eksploatacijom), nalaze upravo njihove respiratorne potrebe. Međutim, pri ovome treba naglasiti da se kod uzgoja salmonidnih vrsta riba ipak mogu tolerisati i manja odstupanja od optimalnog kvaliteta dovodne vode, što uveliko zavisi od namjene proizvodnje, od obima proizvodnje, kao i od načina korišćenja dovodne vode u određenom ribnjaku. Zbog toga je potrebno da se prilikom razmatranja pitanja dovodne vode koja se planira za snabdijevanje ribnjaka, bez obzira na to kakvog su tipa, detaljnije prouči kvalitet i kvantitet, s obzirom na to da ovi faktori uglavnom i uslovljavaju efikasno funkcionisanje salmonidnog ribnjaka, utiču na visinu produkcije riba i da imaju presudnu ulogu u mogućnosti uzgoja uopšte.

Kako je kvalitet vode uslovljen nizom faktora, od kojih na hemijski sastav vode treba obratiti posebnu pažnju i dati mu određenu prednost, ove analize treba da upozore na prisustvo ili mogućnosti nedostataka niza važnih i neophodnih parametara ili na prisustvo nepoželjnih materija. Analize vode obuhvataju više parametara, kao što su: temperatura, kiseonik, ugljena kiselina, pH, druge kiseline, azot i njegova jedinjenja, fosfor, hlor, sumpor, željezo, olovo, bakar, hrom, mangan, silicijum, natrijum, kalcijum, magnezijum, cijanidi, sapuni, deterdženti, pesticidi, fenoli, tvrdoća vode i dr. Svi ovi parametri moraju biti u granicama koje su propisane za prvu kategoriju vode ili za kategoriju oligosaprobnih voda.

Dva najvažnija faktora, kiseonik i temperatura, moraju biti u optimalnim granicama/količinama, a organskih materija treba da bude minimum. Za mrestilišta je upravo poželjno da imaju vodu direktno iz izvora, u kojoj ne smije biti suspendovanih materija (ni tragova zamućenja), što je upravo slučaj sa izvorskim vodama. Takva je na primjer voda koja napaja ribnjak na Marezi.

Temperaturni raspon vode za salmonide (za uzgoj) kreće se do 18°C, a optimalna temperature se kreće u granicama od 8 do 16°C. Optimalna količina kiseonika kreće se u granicama 8,5 – 14,5 mg/litar. U pravilu, u gajenju ribe za konzum više vrijednosti kiseonika i temperature ubrzavaju rast i pospješuju iskorišćavanje hrane, a više temperature skraćuju embrionalni razvoj, što je već objašnjeno.

Međutim, kako su kiseonik i temperature u negativnoj zavisnosti, teško



Slika 97. Dovodni kanal za ribnjak u Šavniku

je postići da oba parametra budu u najvišim vrijednostima. Pored toga, izvorska voda u pravilu ima smanjenu količinu kiseonika (povećan ugljen-dioksid), pa je potrebno da dovodna voda ima izvjestan tok da bi se mogla dodatno obogatiti kiseonikom. Da bi se to postiglo, na pogodnim lokacijama grade se kaskade, preko kojih se voda rasprskava, što je najbolji način da se obogati kiseonikom (Sl. 97).

Izuzetno je važno napomenuti da voda ne smije biti mutna (zbog padavina) duže od 48 sati, a u mrestilištima u vrijeme embrionalnog razvoja ne smije da bude nikakvih suspendovanih materija, uključujući i nevidljive čestice krečnjaka koji se taloži (slučaj Rastovac). Zbog toga se ovi objekti isključivo grade pored izvora ili se za mrestilište posebno dovodi izvorska voda (slučaj ribnjak Buče).

Ugljene kiseline treba da ima što manje (manje od 1,0 mg/l, a pH da je neutralan ili slabo alkaln (7–8). Ostali parametri treba da se kreću u granicama koje odgovaraju za prvu kategoriju vode, kako je to regulisano zakonima. Tako na primjer hlora (Cl₂) treba da ima manje od 0,005 mg/l – veće koncentracije su štetne i već od 0,05 pa navise izazivaju smrtnost – a cijanida ne smije biti više od 0,01 mg/l i sl. Tokom uzgoja moraju se pratiti redovno svi osnovni parametri radi pravilanog i uspješnog uzgoja, a pri sumnjivom ponašanju riba mora se izvršiti kompletna analiza svih parametara, pogotovo onih na koje bi ponašanje riba moglo ukazivati. Tako na primjer plivanje pri površini i gutanje vazduha može ukazati na više promjena u vodi, a ne samo na smanjenu količinu kiseonika.

Pastrmke su vrlo osjetljive na razne polutante (razne zagađujuće materije) koji se makroskopski ne mogu primijetiti, pa je hemijska kontrola poželjna, bilo standardna rutinska ili da se ugrade stacionirani uređaji koji permanentno prate stanje i raznim signalima obavještavaju o promjeni kvaliteta vode. Mnogi elementi u vrlo malim količinama mogu biti i letalni (Tab. 10), a ne samo da utiču na rast, zdravstveno stanje i sl.

Sve ovo pokazuje da je voda dobrog kvaliteta, koje ima dovoljno, presudna za uspješno gajenje salmonidnih vrsta riba, pa je izbor mjesta gradnje ribnjaka vezan za lokaciju izvora vodosnabdijevanja.

Tabela 10. Nekih granica otrovnosti pojedinih materija za pastrmke (iz Aganović, 1979)

Materija	mg/l	Materija (pesticidi)	mg/l
Sumporna kiselina	50	Eldrin	0,008
Azotna kiselina	100	Dildrin	0,04
Kalcijum-hidroksid	20	Endosulfat	0,01
Hlorni kreč	0,5	DDT	0,2
Natrijum-hlorid	10.000	Lindan	0,3
Kalijum-hlorid	5.000	Diazinon	0,5
Slobodni hlor	0,15	Hlortion	0,5
Amonijak	1,25	Heptahlor	0,6
Slobodna ugljena kiselina	22	Hlorindan	1,0
Fenol	0,1	Tiofos	3,0
Bakarni sulfat	0,1	Merkaptofos	4,0
Naftalin	1,5	Metilmerkaptos	7,0

Količina vode

Potrebna količina vode je veoma važan činilac koji direktno utiče na obim proizvodnje u pastrmskim ribnjacima jer, pored dobrog kvaliteta, potrebna je i određena količina vode za konkretan kapacitet ribnjaka ili kapacitet gajenja. Svaki vodotok ima raspoloživu količinu vode (ne smije se uzeti kompletna iz sistema) i na osnovu nje određuje se kapacitet, obim proizvodnje i površina ribnjaka, jer je poznato koje su količine potrebne datom ribljaku za određenu kategoriju riba (br. izmjena vode u toku 24 časa).

U savremenom uzgoju se smatra da je za intenzivno gajenje pastrmki potrebno bar 50 izmjena u toku 24 časa, a po nekima broj izmjena varira od 30 do 70. Ukoliko su dotoci – kapaciteti vode veći, povećava se i produktivnost datog ribnjaka, mada izmjena od više od 70 puta istovremeno znači da je brzina vode velika, što opet nije dobro jer ribe pri velikim brzinama troše veću energiju. Broj izmjena, a time i potrebna količina vode po jedinici zapremine, nije ista za sve uzrasne kategorije, odnosno za sve faze gajenja, mada postoje mnoga neslaganja i po ovom pitanju. Jedno od osnovnih pravila je da se količina dotoka, a time i brzina vode, prilagodi uzrastu i da omogući pravilan razvoj i rast. Tako u prvim fazama embrionalnog razvoja dotok vode u inkubacionim aparatima mora biti takav da ne pokreće ili, bolje rečeno, ne smije da pokreće ikru koja je u fazi embrionalnog razvića (ikra mora da miruje). Sva ova pravila su u cilju ostvarivanja optimalnog gajenja koje podrazumijeva, pored optimalnih abiotskih faktora, i optimalne gustine u ribnjacima, ishranu, higijenu i ostalo. Na primjer, pri smanjenom dotoku (količini) vode u pravilu se smanjuje količina hrane ili se smanjuje gustina ribe u ribnjacima. Sve su ovo izuzetno važni podaci pri planiranju izgradnje ribnjaka uz određeni vodotok ili izvor snabdijevanja vodom.

Potrebna (optimalna) količina vode za ribnjak određenih dimenzija može se izračunati na jednostavan način, ili obrnuto, ako znamo raspoloživu količinu vode u vodotoku, može se izračunati ukupna površina ili kapacitet ribnjaka koji se na bazi tog parametra može izgraditi. Ako se može obezbijediti optimalna količina, na primjer 60 izmjena u toku dana (24 h), onda je za 1m^2 ili 1 m^3 ribnjaka potrebno



Slika 98. Taložno jezero i odvodni kanal na ribnjaku Buče

$0,7$ litara u sekundi. Po tome za veliki ribnjak ukupne površine od 1 ha ili 10.000 m^2 potrebno je 700 l/sec . Ako se pak uzme donja granica od 30 izmjena, onda je

za veliki ribnjak od 1 ha potrebno 350 l/sec, što zači da kroz takav ribnjak i pri tim minimalnim uslovima tokom jednog dana protekne oko 30.000 tona vode. Ako je poznata izdašnost nekog izvora, ili protočnost rijeke, po istom principu se izračunava kapacitet (ili površina) ribnjaka koji će se snabdijevati tom vodom. U skladu sa Zakonom o vodama, jedan dio vode se ne smije usmjeravati u ribnjak. Ovi podaci pokazuju da su mnoge naše rijeke značajan rezervoar vode dobrog kvaliteta, samo se problem višednevnog mućenja vode mora spriječiti ili riješiti. Na Limu, Ribnjak Buče ima malo akumulaciono jezero (Sl. 98) koje služi kao taložnik, a na rijeci Vrbnici je izgrađen sistem za prečišćavanje (pješčani filteri) za ribnjak pored nje.

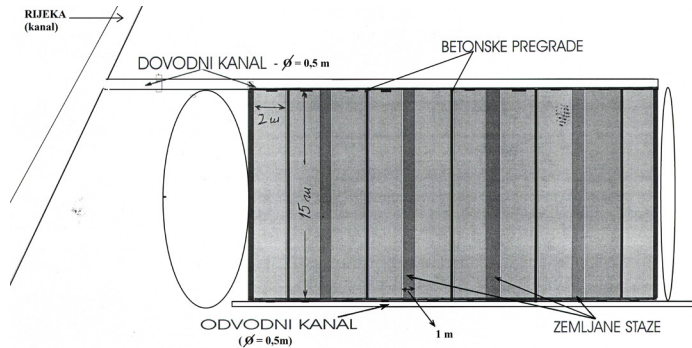
Izgradnja ribnjaka – tehnički elementi

Uzgoj salmonidnih vrsta riba vrši se u ribnjacima čije elemente za gajenje nazivamo i bazenima. Bazeni su, kao i cijeli salmonidni ribnjaci, zatvoreni vodeni sistemi u kojima količinu vode u dotoku i isteku, kao i dubini, možemo po potrebi kontrolisati. U odnosu na topografiju terena, raspoložive količine dovodne vode i njen raspored, ribnjaci mogu biti izgrađeni na dva načina: ribnjaci u nizu i ribnjaci u paraleli (Slika 99).



Slika 99. Izgled bazena: lijevo – bazeni u paraleli, desno – bazeni u nizu

Osnovna karakteristika ribnjaka u nizu svodi se na činjenicu da dovodna voda, koja se koristi za snabdijevanje iz jednog kanala (razvodnog), prvo ulazi u gornje (prve) bazene. Voda iz prvog reda (niza) bazena, sada već iskorišćena i osiromašena, prelazi/dolazi u sljedeći bazen, situiran ispod prvoga, pa iz drugog eventualno u treći. Voda iz posljednjih bazena znatno je osiromašena količinom kiseonika, a istovremeno obogaćena kataboličnim produktima – izlazi jednim odvodnim kanalom u matični vodotok. Ovo ukazuje (očekivano je) da će produkcija ribe u ribnjacima ovoga tipa biti znatno manja nego u ribnjacima u paraleli. Prema tome, bazeni u nizu su znatno nepogodniji za intenzivniju proizvodnju u uzgoju salmonidnih vrsta riba. Oni se grade samo u slučaju kada konfiguracija terena ne omogućava drugačiju izgradnju, ili u slučaju kada na raspolaganju nema optimalne količine kvalitetne vode.

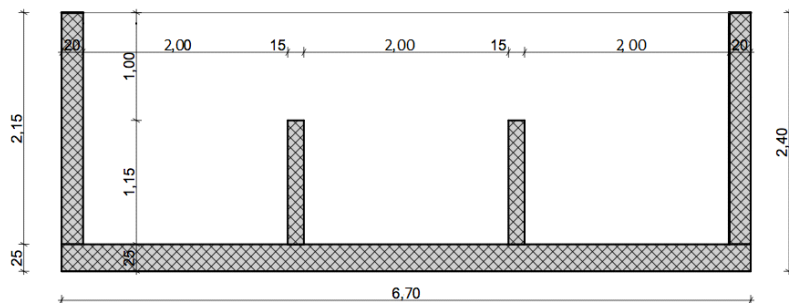


Slika 100. Šematski prikaz ribnjaka, bazena u paraleli

Za razliku od ribnjaka u nizu, kod ribnjaka u paraleli (Sl. 100) voda iz jednog osnovnog, razvodnog kanala dolazi (utiče) u svaki bazen posebno, a iz njih odlazi u zajednički sabirni kanal svih bazena na tome gazdinstvu, a zatim u matični vodotok.

To znači da se svaki od ovih bazena snabdijeva svježim količinama vode, tj. vodom istog kvaliteta. Zbog toga je za očekivati da i gustina nasada, a time i produkcija salmonidnih vrsta riba u ribnjacima ovog tipa, može da bude veća nego u ribnjacima u nizu. Prema tome, prednost ribnjaka sa bazenima u paraleli velika je u odnosu na one u nizu, s obzirom na to da su bazeni izolovani jedan od drugoga, da svaki dobija jednako svježiu, čistu, bistru, nezagađenu vodu i sa znatnom količinom rastvorenog kiseonika. Osim toga, dovod i ispušt vode kod ribnjaka ovoga tipa jednostavan je, nivo vode u njima može se, prema potrebi, veoma lako i jednostavno regulisati, riba se može lakše sortirati, lakša je i dezinfekcija ribnjaka itd.

Već je istaknuto da su salmonidni ribnjaci betonski, odnosno da su bazeni izgrađeni od betona. Ovi bazeni se grade od armiranog betona (Sl. 101), pa zidovi pregrade ne moraju biti većih dimenzija. Šematski prikaz tri bazena sa izvjesnim detaljima prikazan je na slici broj 100. Na navedenoj šemi su prikazane neke dimenzije kao što su širina i dubina bazena, koje su realne i dobri pokazatelji kakvi su, na primjer, bazeni za konzum. Bazeni za gajenje konzumnih kategorija mogu biti različitih dimenzija, ali su dimenzije dubine bazena približno ujednačene, obično 90–110 cm.



Slika 101. Šematski prikaz dijela betonskog ribnjaka

Generalno, bazeni za bilo koju namjenu mogu biti znatno različitih dimenzija, mada se obično pri izgradnji vodi računa da budu praktični za sve manipulacije (radnje) koje se dešavaju u njima. Prostor je jedan od faktora koji određuje dimenzije i formu bazena (Sl. 99 i 102). Bazeni mogu biti u obliku izduženih pravougaonika, polukružni i sl. Za mlađe kategorije se preporučuju izduženi sa odnosom 10 x 1, a da obavezno budu u paraleli. Bazeni većih dimenzija, na primjer 50 x 4 ili 40 x 3, grade se sa mogućnošću da se pregrađuju – sa običnim rešetkama, kako bi se adekvatno manipuliralo i razdvajala riba. Takođe, sve rešetke na ribnjaku treba da su izmjenjive shodno potrebama.



Slika 102. Izgled bazena ribnjaka „Mareza“ (Google Earth)

Na primjeru ribnjaka „Mareza“, koji predstavlja punosistemski ribnjak, detaljnije će se objasniti tehnički (građevinski) elementi. Bazeni za konzum na ovom ribnjaku izgrađeni su (raspoređeni) u nizu, ali kako je voda koja napaja ovaj ribnjak optimalnih hemijskih ($t = 12 - 13^{\circ}\text{C}$, $\text{O}_2 > 8 \text{ mg/l}$, pH oko 7,5-8,0) i bioloških osobina, proizvodnja na njemu odvija se uspješno. Samo se vrši blaga korekcija gustine nasada po bazenima, pa se u donje bazene naseli 20% manje ribe u odnosu na gornje (prve koji dobijaju vodu). Takođe, o higijeni donjih bazena mora se voditi mnogo više računa jer je u njima manja količina kiseonika i veća količina otpadnih materija. Uz dovoljne količine vode ovaj ribnjak može proizvoditi oko 100 tona u jednom turnusu.

Ribnjak je sagrađen iz dva dijela: stariji dio 1960. i noviji 1994. godine. Ukupna neto površina betonskih bazena starog ribnjaka iznosi 4.160 m^2 , a novog 2.200 m^2 . Ukupna korisna površina iznosi 7.320 m^2 . U starijem dijelu ima 16 velikih bazena za tovljenje, dimenzija $40 \times 6,5 \text{ m}$, sa dubinom od 100 cm do 150 cm, mada se u jednom gaju matično jato. Kod ribnjaka koji imaju manju širinu bazena, manipulacije u tehnološkim postupcima su praktičnije.

U dograđenom dijelu se nalazi mrestilište u kojem je prostor na kome je moguće smjesiti 30 Vies-Cuger aparata i 24 ležnica-bazena dimenzija 1 x 5 m (Sl. 103). U ovim bazenima se gaje larve odnosno tek izlegla mlađ, dok se ne prenesu u otvorene bazene. U pravilu, kompletno mrestilište treba da je smješteno u zgradi odnosno u zaštićenom (pokrivenom) prostoru (Sl. 104). Pored se nalazi 36 bazena veličine 1 x 11 m za gajenje mlađih uzrasnih kategorija (do šest mjeseci) i 18 bazena dimenzija 3 x 31 m u kojima se gaji pretkonzumna i konzumna riba. Pored bazena za gajenje, na ribnjaku se nalazi (svaki mora da ima) magacinski prostor neto površine 210 m², zatim kancelarijski i pomoćni prostor oko 100 m². Na ribnjaku nema taložnika, što je u modernim ribnjacima obaveza. U sklopu svakog ribnjaka predviđa se taložnik otpadnih materija iz ciklusa proizvodnje kako bi se u što većoj mjeri umanjio uticaj na životnu sredinu. Taložnik treba sagraditi u vidu bazena (može imati nepravilan oblik) ukopanog u zemlju, a ispod odvodnog kanala. On treba da ima blagi preliv i na taj način će zadržavati čvrste materije, a ispuštati relativno čistu vodu u glavni vodotok. Taložnik će se vremenom prazniti, a taložni materijal iz njega može služiti kao prirodno đubrivo u nekoj poljoprivrednoj proizvodnji, te se na taj način može riješiti problem odlaganja otpada i zakružiti jedan prirodni ciklus.

Istaknuto je da jedan punosistemski ribnjak u kojem se gaje ribe, u ovom slučaju salmonide, ima sljedeće kom-



Slika 103. Mrestilište na ribnjaku „Mareza“ (nije natkriveno)



Slika 104. Mrestilište na ribnjaku „Buče“ sa Veisovim aparatima



Slika 105. Rastilište u mrestilištu na ribnjaku „Buče“

ponente: mrestilište, rastilišta, mladičnjaci, tovilišta i matičnjaci. Podjela je relativna, bazirana na uzrasnim kategorijama, pa može biti i drugačija, na primjer jedna kategorija umjesto rastilišta i mladičnjaka. Do kog uzrasta se gaji u pojedinim bazenima zavisi od klimatskih uslova gdje je ribnjak lociran, temperature vode koja napaja ribnjak i drugih faktora. Preciznija bi podjela bila na dužinske grupe, odnosno po veličini.

Već je istaknuto da je mrestilište prostor ili prostorije gdje se ribe mriješte, odvija embrionalni razvoj i gaje larve i mlađ, obično do uzrasta tri-četiri sedmice ili dužine do 5 cm, i to su bazeni u koje se postavljaju ležnice (Sl. 107). Rastilište je dio ribnjaka u kojem se gaji mlađ do uzrasta do tri mjeseca i dužine četiri-šest cm. Na „Marezi“ su to bazeni čije su dimenzije 1 x 5 m, nijesu u zgradi, već su vani ali natkriveni, dok su oni u ribnjaku „Buče“ smješteni u zgradi mrestilišta. Voda se u ovim bazenima može podešavati od 20 do 60

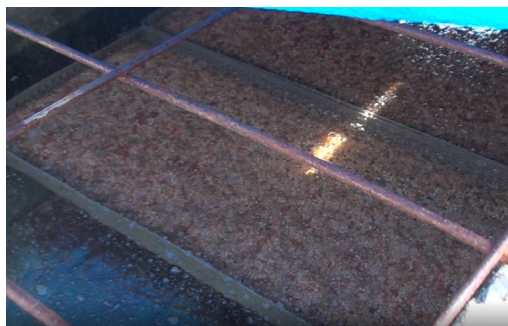
cm. Mladičnjaci su bazeni u kojima se gaji starija mlađ (10–15 cm) i to su na „Marezi“ bazeni 3 x 31 m. Mladičnjaci se grade da mogu podržavati promjenu dubine vode od 0,6 do 1 metar. Za tovilišta se koriste najveći bazeni (Sl. 102 i 106) i njihove dimenzije se najviše razlikuju kod ribnjaka. Mogu biti široki 2–8 m, ponekad i više, a dugi više desetina metara, pa čak i stotina (u Italiji).

Dubina ovih bazena jako varira zbog njihove dužine, jer moraju imati izvjesan pad. Obično varira od 80 do 120 cm. Za matičnu ribu uglavnom se posebno grade bazeni shodno potrebama za maticama (jedinke za razmnožavanje) ili ako su ribnjaci vrlo veliki (za više stotina tona ribe) gradi se više takvih bazena. Za određeni kapacitet ribnjaka može se izračunati precizan broj jedinki ili potrebna količina ženki u kilogramima, a time i veličina bazena. Oni u pravilu imaju dubinu kao i tovni i obično se grade uz njih.

Koliko je potrebno površine izgraditi za pojedine uzrasne klase može se približno procijeniti, a na samom početku gradnje je neophodno isplanirati. Na primjeru ribnjaka „Mareza“ broj i površine bazena su jedan od mogućih kombinacija.



Slika 106. Bazeni za tov na ribnjaku „Mareza“



Sl. 107. Ležnice sa larvama „Mareza“

Različiti istraživači i praktičari različito predlažu, pa Aganović (1979) predlaže sljedeću kombinaciju: matičnjaci 3%, mrestilište 2–3%, uzrasni (rastilišta i mladičnjaci) 12–16%, tovilista 76–81% i bazen za karantin 2%. Treba istaći da veći prostor znatno povećava uspjeh u gajenju, što istovremeno znači da je poželjna manja gustina. Ako je površina ribnjaka prilagođena količini vode u dotoku, izračuna se kapacitet za gajenje konzuma. U skladu sa tim izračuna se broj matica (mužjaka i ženki) koje daju potreban broj ikre (i larvi), a koje opet uz očekivanu smrtnost daju potrebnu količinu mladi za dalje gajenje, odnosno za konačno gajenje konzumne ribe. Praksa je da svi uzgajivači proizvode znatno više ikre i mladi, prvenstveno radi sigurnosti, ali i radi prodaje, pa se dešava da za proizvedene količine nema optimalnog prostora. Ovo za posljedicu ima: povećanje otpada, smanjenje kiseonika, višak ugljen-dioksida u vodi i zdravstveni rizik.

Na osnovu potreba za prostorom, energetskim potrebama (kiseonikom) i sl., za svaku uzrasnu grupu ili uzrasnu kategoriju izračunate su optimalne (približne) gustine u različitim bazenima ili po jedinici površine (zapremine) u svim bazenima. Izračunavanje optimalnih vrijednosti specifično je za svaki ribnjak jer se razlikuju po kvalitetu vode (izvorska ili riječna i sl.), pa su znatna odstupanja. Zbog ovih razlika u praksi se pojavljuju ribnjaci koji daju bolju – veću ili bržu produkciju. Kod crnogorskih ribnjaka je poznato da najpovoljniju kombinaciju ekoloških faktora ima ribnjak „Mareza“, što utiče na to da je rast riba znatno brži u njemu nego na primjer u ribnjaku u Šavniku. Konzumna veličana riba (velikog procenta) postiže se za 12 mjeseci; manje količine i ranije, ako su klimatski uslovi bili optimalni.

Da bi se utvrdilo koje su radnje ili tehnološki postupci optimalni za svaki ribnjak, potrebno je sprovesti niz eksperimenata. Eksperimenti su kompleksni i dugotrajni, pa ih proizvođači nerado koriste i uglavnom se oslanjaju na iskustva drugih ribnjaka i tehnologa. Međutim, pronalaženje optimalnih ili približno optimalnih vrijednosti može s jedne strane znatno da pojeftini proizvodnju, ali i da omogućiti veći profit. Ako se samo koeficijent konverzije snizi sa 1,1 na 1,0, to čini skoro 10% jeftiniju proizvodnju.

O gajenju riba, faktorima koji na to utiču, postupcima, potrebi u tehnici i dr. u poglavljima koja slijede.

Gajenje pastrmki

Tehnologija gajenja kalifornijske pastrmke (slično je i za druge salmonide) karakteristična je za pojedine faze razvoja i odvija se kroz nekoliko specifičnih momenata koje podržavaju tehnički elementi (hidrograđevinski i građevinski). Punosistemski ribnjak ima sve faze gajenja, što znači: od ikre do konzumne veličine, što uključuje i gajenje matica. Mnogi ribnjaci, bolje rečeno upravnicu ribnjaka, nastoje da naprave punosistemski, ako je moguće, jer to povećava rentabilnost. Samo se u malim ribnjacima (do 30 tona) gaji isključivo konzumna riba.

Proizvodnja mlađi

Gajenje matica

Se odvija po vrlo jednostavnom principu i u pravilu se svodi na hranjenje, održavanje higijene i pripreme za mrijest. Mogu se gajiti zajedno (Sl. 108) ili odvojeno po polovima (ako postoje prostorni uslovi), što na izvjesan način olakšava procedure u mrijestu. Pri približno jednakim veličinama matičnih riba odnos polova je 1 : 3 u korist ženki. Matične ribe su krupne, obično stare tri–sedam godina. Mužjaci sazrijevaju jednu godinu ranije, time i pri manjim dužinama. Matice mogu da produkuju 1.500–2,000 komada ikre po kilogramu tjelesne mase, mada je kod nekih autohtonih vrsta broj jaja veći (Marić i Rakočević, 2014). Za proizvodnju oko 100 tona (konzuma), što je kapacitet ribnjaka na Marezi, treba proizvesti oko 1.300.000 ikre, što daje oko 800.000 (larvi), odnosno na kraju 400.000 odrasle mlađi za nasađivanje u konzumne bazene. To znači da je potrebno oko 350 matičnih ženki, što je skoro 1000 kg ženki. Gustina nasada je do 20 jedinki na m².



Slika 108. Bazen za matice, priprema za sortiranje polova

Za proizvodni proces je neophodno izabrati i održavati kvalitetan matični materijal. Pošto su pastrmke podložne morfološkim i biološkim promjenama, selektivnim putem vrši se odabir onih ženki koje će sa gledišta eksterijernih odlika dati najbolje potomstvo (boja, forma tijela, odnos dužine i širine, odnos dužine i mase).

Mriještenje i oplodnja

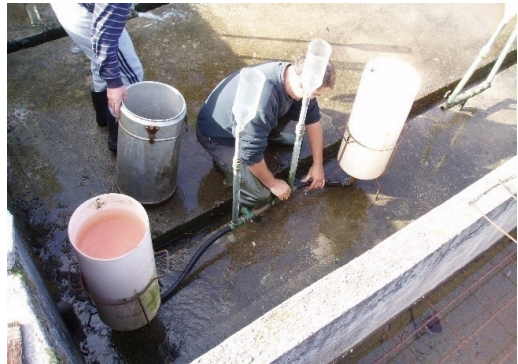
Ishrana matičnjaka se prekida 10–20 dana pred mrijest, iz dva razloga: radi sazrijevanja ikre, pogotovo ako se matično jato hrani isključivo industrijskom paletiranom hranom, i da bi se očistila crijeva kako se ikra ne bi prljala tokom mrijesta. Mrijest se obavlja u inkubacionoj Sali, u kojoj postoje potrebni uređaji za smještaj priplodne ribe, odnosno ribe spremne za mrijest. Mrijest se može izvoditi i na otvorenom prostoru, ukoliko to vremenske prilike dozvoljavaju. Postupak mriještenja se svodi na



Slika 109. Vještački mrijest kalifornijske pastrmke

to da se iz priručnog bazena, u kojem su smještene polno zrele jedinke, iste uzimaju ručno, uz pomoć rukavica ili krpe, te se laganim masiranjem stomaka istiskuje ikra u za to spremnu posudu. U posudu sa ikrom (Sl. 109) se istim postupkom istisne mliječ (spermatozoidi) i promiješa, zatim se nakon tri–četiri minuta sipa voda i opet promiješa. Nakon oplodnje (oko 10 minuta), posude sa ikrom, koja sada sadrži u malom procentu i neoplođenu ili defektnu ikru, treba isprati u nekoliko voda i što je više moguće na taj način odvojiti zdravu ikru od ostale. Često se ovaj proces vrši i pincetama ili drugim hvataljkama. Čišćenje oplođene ikre je izuzetno važan proces jer može doći do razvoja buđi – saprolegnije i izazvati kompletno uginuće u inkubatoru.

Valjanje ikre (embrionalni razvoj) Oplođena ikra se polaže u Weiss-cuger aparate, kroz koje protiče voda kojoj je protok tako regulisan da ne podiže ili pokreće oplođenu ikru. U ovim aparatima embrionalni razvoj traje dok embrioni ne počnu izlaziti iz jaja, a vremensko trajanje zavisi od temperature, kako je to već objašnjeno. Na ribnjaku „Mareza“ (Sl. 110) ovaj proces traje od 28 do 35 dana. Pred neposredno izvaljivanje larvi iz ikre ista se premješta u ležnice, a voda se filtrira.



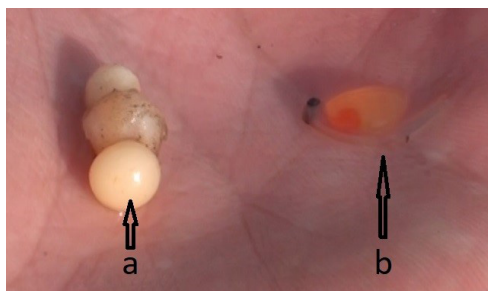
Slika 110. Veisov aparat za oplođenu ikru

Tokom ovog perioda (valjanje ikre), ikra mora biti u zatamnjenom prostoru, a u mrestilištu važe posebna higijenska i tehnološka pravila.

Gajenje mladi i konzumne ribe

Uzgoj mladi (larvi) do jednog mjeseca starosti

Nakon što larve izgube žumančanu kesu, prebacuju se u bazene, koji se nalaze u mrestilištu (mogu biti plastične kade). U ovoj fazi proizvodnje, larve počinju uzimati hranu, tj. počinje njihova ishrana. Gajenje larvi u ovim bazenima traje oko mjesec dana, kada mlade ribice dostižu težinu od 0,3 do 0,5 grama. U ovoj fazi, u prvih nekoliko dana, ribice se hrane svakih 15 minuta, sve dok „nauče“ da uzimaju hranu. Poželjno je da hrana što sporije tone. Nakon toga, hranjenje larvi se usklađuje sa njenim apetitom za hranu i tablicom hranjenja, propisanom od strane proizvođača riblje hrane, a ukupne količine su srazmjerne težini ribe u bazenu. Larve se hrane tokom cijelog dana. U tom procesu svakodnevno se vrši odvajanje živih larvi od uginulih i istovremeno čisti pod bazena od uginulih larvi i taloga. Da bi se održalo bolje zdravstveno stanje preporučuje se kupanje u 2,5% rastvoru kuhinjske soli u trajanju od 10 minuta. Ova faza predstavlja rizičan i vrlo zahtjevan period u gajenju riba.



Slika 111. A – neoplodena i oplodena ikra, b – tek izlegla larva



Slika 112. Mlad stara mjesec dana

Uzgoj riblje mladi do tri mjeseca starosti

Nakon mjesec dana, riblja mlađ se prebacuje u bazene koji su obično u zgradi mrestilišta (Slika 113). Gustina nasada se prilagodi uslovima u bazenima, a već pri kraju prvog mjeseca vrši se ponovno razređivanje gustine. Smanjenje gustine znatno utiče na porast, a vrši se i da bi se izbjegao kanibalizam.



Slika 113. Bazeni za gajenje do tri mjeseca – rastilište (lijevo) i mladičnjaci za stariju (desno)

U ovoj fazi je izražen nesrazmjerni rast, pa krupnije jединke uzimaju znatno više hrane od manjih, što dodatno usporava njihov rast, a na kraju vodi ka kanibalizmu. U ovom periodu života obično se ribe hrane često, minimalno 8–10 puta dnevno (vidjeti tablice). Nakon naseljavanja ovih bazena preduzimaju se mjere zaštite, kao što su kupanja u rastvoru formalina (formaldehid) 1:4.000, a tretiranje se vrši svakih 15 dana. Uzgoj riblje mlađi u ovim bazenima traje dok ona dostigne dužinu od 4 do 6 cm i težinu obično 2-2,5 grama, nakon čega se prebacuje u otvorene betonske bazene na ribnjaku – ribljoj farmi (Sl. 113).

Uzgoj starijih kategorija riblje mlađi, pretkonzumne ribe

Nakon tri mjeseca gajenja u bazenima u mrestilištu (Sl. 113) mlađ se prebacuje u veće otvorene bazene (mladičnjaci). Prilikom prebacivanja u ove bazene vrši se prva kontrola i prvo sortiranje, ako se utvrdi izrazit nejednak rast (Sl. 114), odnosno veličine riba. Kada riblja mlađ dostigne težinu od oko 10 grama, vrši se prvo detaljno i potpuno sortiranje riblje mlađi pomoću sortiraparata i prvo brojanje ili procjena brojnosti riblje mlađi. Tokom prvog sortiranja, riblja mlađ se razdvaja u tri klase i razvrstava u odvojene betonske bazene.

U ovom periodu vrši se kontrola prirasta svakih 15 dana i periodični zdravstveni pregledi riblje mlađi, te se na osnovu pregleda po potrebi vrši tretiranje riblje mlađi u dezinfekcionim kupkama. Sva dezinfekciona sredstva imaju svoju posebnu proceduru i vrijeme trajanja, na primjer 30–60 minuta (formalinska kupka 30–40 minuta), u zavisnosti od zdravstvenog stanja i kondicije ribe. Kako ribe rastu, broj dnevnih obroka i količina hrane se proporcionalno mijenja shodno prihvaćenim tablicama. Kada ribe porastu prosječno oko 15



Slika 114. Primjer drastičnog neravnomjernog rasta: gore T1 – 18,7 cm, ispod 6,6 cm (uzrast šest mjeseci)

(12–18) cm i dostignu težinu oko 50 grama, prebacuju se u najveće bazene, odnosno bazene za konzum. Prije preseljavanja ribe u točilište, gdje se vrši gajenje do prodaje (konzumne veličine), obavezno se vrši sortiranje. Riba se u pravilu razdvaja u dvije kategorije, s tim što samo krupnije odlaze u točilišta, a manje se vraćaju u mladičnjake. U pravilu neravnomjeran rast je izraženiji kod mlađih kategorija, pa se i nakon nekoliko sortiranja odvoja dio koji ostaje u mladičnjacima i više od godinu dana.

Gajenje konzumne ribe

Sortiranjem riba iz mladičnjaka izdvaja se količina koja se gaji kratak period i na mnogim ribnjacima se dalje ne vrši sortiranje. Ovo je veoma važno u gajenju riba u kaveznim sistemima. U ovom uzrastu ribe brzo dobijaju na težini, pa mogu imati prirast gram-dva dnevno. Smrtnost je najmanja u ovim bazenima, a ako je ima, razlog su uglavnom povrede. Neposredno pred prodaju, ako se primijeti neravnomjeran rast, vrši se sortiranje, jer veličine koje odlaze u prodaju moraju biti ujednačene. Ujednačene veličine su posebno tražene u restoranima. U ranijem periodu obično se prodavala riba težine oko 250 grama, tzv. porcijašica. Posljednjih godina u prodaji su ribe do 400 grama, a vrlo često i u restoranima. U zavisnosti od primjenjene tehnologije, uslova sredine, posebno temperaturnih uslova, veliki procenat može porasti do konzumnih veličina za godinu dana. Hladne izvorske vode mogu da produže gajenje i do više od šest mjeseci. Zbog toga izvori koji dobijaju vodu od istopljenog snijega nijesu pogodni za gajenje riba.

Riba se u točilištima (veće ribe) obično hrane dva-tri puta dnevno, prvenstveno u zavisnosti od sezone. Zbog niza faktora (olakšavajućih okolnosti), gajenje ove kategorije je najlakše i najjednostavnije, pa se početnicima preporučuje gajenje samo ribe za konzum. Takođe, gajenje ove kategorije se preporučuje kod malih porodičnih ribnjaka koji nemaju stručni kadar. U gajenju konzumne ribe preporučuje se da se ista smjesti u drugi red bazena, kod ribnjaka koji su raspoređeni u nizu.

Ishrana riba i potrebna količina hrane

Sve salmonidne vrste hrane se dodatnom ili vještačkom hranom, mada je moguće (a u prošlosti često vršeno), salmonide hraniti prirodnom hranom, poput ribe, otpada iz ribarskih fabrika, otpada iz industrije mesa, posebno mekih iznutrica. Međutim, salmonide se ne hrane živom hranom i u salmonidnim ribnjacima nema (ne smije biti) prirodne hrane, tj. živih organizama. Ekscesno se mogu naći neki račići, puževi i sl. Kako se ribnjaci redovno čiste, ovi se organizmi ne mogu duže zadržati ako i dospiju u bazene kroz rešetke.

Vještačka hrana ima sve potrebne komponente neophodne za pravilan i uspješan rast i uzgoj riba. Ova hrana se sastoji od desetak komponenti, a glavninu sačinjava riblje brašno. Hrana za pastrmke mora da ima 40-50% proteina – bjelančevina i u pravilnom odnosu i sve druge komponente. Tako, na primjer, ugljenih hidrata treba da ima 12%, masti oko 10%, ali i kompleks vitamina (A, C, D, E i kompleks B vitamina) i mineral, kao i svake druge vještačke hrane u intenzivnom gajenju. Najbolja hrana za crnogorske ribnjake može se nabaviti od dva najpoznatija proizvođača: „Skretting“ i „Biomare“. S ovom hranom može da se postigne (na mnogim ribnjacima i postiže) koeficijent iskorištenosti od 1 : 1. To znači da se od 1 kg hrane dobije 1 kg mesa.

Količine potrebne hrane za uzgoj pojedinih kategorija i klasa salmonidnih vrsta riba u ekstenzivnom salmonidnom gajenju daju se „odoka“. Međutim, u intenzivnom gajenju potrebne količine hrane obračunavaju se pomoću prethodno razrađenih tabela, i to za manji period vremena, otprilike za mjesec dana, maksimalno za dva mjeseca. Na manjim gajilištima hranjenje riba vrši se ručno, a na velikim i pri intenzivnom gajenju ručno (Sl. 115) i/ili automatskim hranilicama. Ukupna količina potrebne hrane za ishranu određene kategorije za jedan dan ili za jedan mjesec (dnevni, odnosno mjesečni obrok hrane) izračunava se u procentima (%) od težine date kategorije ribe u bazenu. Zbog toga je u intenzivnom uzgoju salmonidnih vrsta riba potrebno znati kategorije (dužinske ili težinske) i težinu ribe u svakom pojedinačnom bazenu.



Slika 115. Ručno hranjenje ribe u tovilištu (Mareza)

Potrebna količina hrane dijeli se na dnevne obroke, a broj obroka uglavnom zavisi od temperature vode u bazenu, od kategorije ili veličine riba (dužine, odnosno težine) i od vrste i kvaliteta hrane. Na primjer, za ribe iste veličine količina potrebne hrane je veća ukoliko je temperatura dovodne vode veća, a pri istim temperaturama vode dnevni obrok hrane je procentualno veći za manju ribu. Tako se pri temperaturi vode od 8 °C daje količina od oko 2%, pri temperaturi od 16 °C oko 3% za uzras od 15 cm, odnosno 15 grama (vidjeti tablice u Tab. 11).

Tabela 11. Količina hrane (%) i broj obroka u zavisnosti od uzrasta i temperature

Tip hrane	Nutra 3.0	Natura T	Royal Optima 1P	Royal Optima 2P	Royal Optima 3P
Veličina hrane u mm	0,4-0,8	1,6	3	4,3	6,7
Individual. težina u g	0,2-0,5	3-15	12-100	80-200	170-400
	Potrebna	količina	hrane	u %	
T vode 6 C°	2,5	1,5	1,0	0,9	0,9
T vode 8 C°	3,0	1,9	1,2	1,1	0,9
T vode 10 C°	3,8	2,3	1,4	1,2	1,1
T vode 12 C°	4,0	2,6	1,7	1,5	1,3
T vode 14 C°	4,2	2,8	1,9	1,7	1,4
T vode 16 C°	4,5	3,0	2,0	1,8	1,5
T vode 18 C°	4,0	2,6	1,5	1,3	1,2
Br. dnevnih obroka	8	4	3	3	3

Potrebna količina hrane se lako izračunava ako je poznata količina (kg) ribe u bazenu: jednostavnim množenjem se dobije ukupna količina na dan, odnosno dijeljenjem na broj obroka se dobije količina koja se daje odjednom.

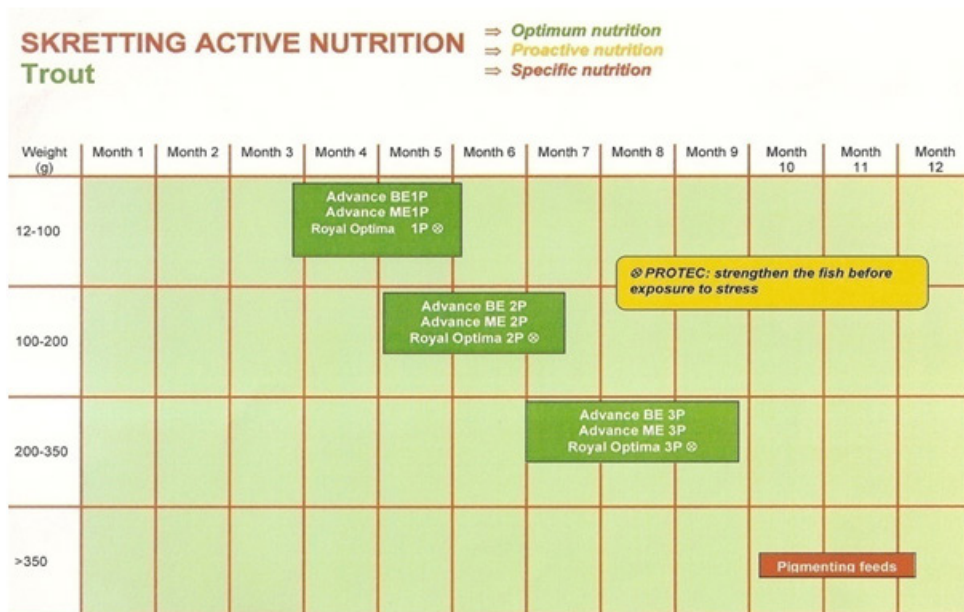
Za čuvanje, odnosno uskladištenje hrane, potrebno je obezbijediti odgovarajući prostor. Prostor u kom se čuva hrana mora biti suv, mračan, čist i provjetren. Ishrana hranom koja nije pravilno uskladištena i kojoj je istekao rok trajanja, pogotovo u ljetnjim mjesecima, štetna je, izaziva razne posljedice i može biti toksična za mlad.

Različiti autori predlažu različite tablice i pri prezentovanju podataka ribe dijele u različit broj uzrasnih kategorija, odnosno u različit broj dužinsko-težinskih grupa. Ponekad se daje i preko deset dužinsko-težinskih grupa, a uglavnom zavisi od vrste hrane pojedinog proizvođača. Proizvođači uz hranu daju i uputstva, odnosno tablice po kojima treba postupati. Gore navedena tablica je samo dio jednog takvog prijedloga (od devet grupa) i ovdje služi samo kao ilustracija.

Za mlađe uzrasne kategorije već su opisani osnovni momenti u ishrani, pa se u nastavku više detalja navodi samo u vezi sa gajenjem konzuma, odnosno iznosi se više podataka o ishrani riba u tovljštima.

Ishrana konzuma

Veličine peleta (zrna) kojim se riba hrani prilagođene su uzrastu ribe. U početnoj fazi uzgoja (od početne veličine do 100 g) riba se hrani peletima (starterima) broj 1P, kasnije (100–200 g) broj 2P i na kraju peletima broj 3P. To znači da se u konzumnom tovu (25–250 g) koriste veličine, odnosno oznake: 1P, 2P i 3P (razni proizvođači imaju različite oznake). U tabeli koja slijedi dat je jedan primjer za „Skretting“ hranu.



Vrijeme hranjenja i broj obroka zavisi od veličine ribe, kao i od godišnjeg doba. I u gajenju konzuma se manja riba češće hrani, obično tri puta dnevno, u pravilnim razmacima, ali ne manjim od četiri sata. Krupnija riba se hrani dva puta, obično ujutro i predveče. Pri ekstremnim temperaturama hranjenje se prekida ili se obavlja u malim količinama. Optimalna temperatura vode za hranjenje je do 16°C. Riba se ne hrani kada dođe i do zamućenja dovodne vode. Pored temperature, količina hrane koja se daje u toku dana zavisi i od drugih faktora, posebno od veličine ribe i kiseoničnog režima. Standardna količina kiseonika u dovodnoj vodi znatno pojednostavljuje ovaj proces. To je jedna od prednosti ribnjaka u paraleli.

Hranjenje riba vrši se ručno i/ili automatskim hranilicama. I jedan i drugi način hranjenja imaju prednosti i nedostatke, ali uz više pažnje i strpljenja ručno hranjenje je pogodno i na većim ribnjacima.

Važno je napomenuti da poslije svake manipulacije ribom (stres) treba da prođe izvjesno vrijeme kako bi se riba odmorila, barem nekoliko sati, a nakon prebacivanja na veća rastojanja ili dužeg sortiranja potreban je dan-dva odmora, pa se tek onda pristupa hranjenju. Količina (kg) hrane se povećava u pravilnim razmacima od 30 do 60 dana, što zavisi od intenziteta prirasta koji se utvrđuje na osnovu kontrola (kontrolnih uzoraka).

Ukupne potrebe hrane se određuju za svaki ribnjak, shodno prethodnom iskustvu, količini, uzrastu riba i preporuci proizvođača hrane. Primjera radi, ako se želi proizvesti 100.000 kg konzuma, preporučuje se nasad od 400.000 komada, što iznosi oko 4.000 kg ako je prosječna individualna težina oko 10 grama. Za dnevnu količinu hrane, ako se hrani sa 2,5%, potrebno je (u prvom periodu) oko 100 kg hrane ili za jedan mjesec 3.000 kg. U ovom periodu ribe se hrane hranom oznake 1P, a količina se raspoređuje na tri obroka dnevno. Poslije svake kontrole, na osnovu prirasta, uvećava se količina hrane i eventualno (sa uzrastom) veličina granula. Iz ovog proizilazi da pri idealnoj konverziji 1 : 1 za jedan turnus je potrebno oko 100 tona hrane, dok pri koeficijentu konverzije 1,2 treba 120 tona itd. Matice se hrane dnevnom količinom od 1% ukupne težine.

Kontrola prirasta

U toku proizvodnog procesa na salmonidnom ribnjaku, radi praćenja efikasnosti rada i ekonomičnosti proizvodnje neophodno je već prilikom premještanja, pogotovo naseljavanja ribe u bazene za konzum, uspostaviti karton nasada ribe za svaki bazen posebno. Kontrola prirasta se vrši u određenim vremenskim periodima u svakom bazenu. Kontrole se mogu vršiti po potrebi ili u precizno određenim intervalima, kao 15, 30 ili 60 dana. Kontrola omogućava uvid u rast, utrošak hrane u tim periodima vremena, kao i zdravstveno stanje uzgajane ribe i njen mortalitet. Na osnovu prirasta vrši se korekcija potrebna hrane za sljedeći period. Kontrola prirasta pomaže da se istovremeno planira mjesečna i godišnja proizvodnja ribe, a time i dinamika isporuke na tržište.

Prilikom prvih sortiranja, shodno veličini ribe, planira se i njena gustina u bazenima, odnosno po jedinici površine (m²) i tokom svakog sljedećeg sortiranja gustina se usklađuje (umanjuje) shodno porastu. Za svaku uzrasnu kategoriju optimalne gustine se određuju i u zavisnosti od više faktora, uglavnom od temperature i kiseonika, ali i od mnogih drugih, kao što je ograničeni prostor i slično. Ovdje treba istaći da gustina znatno utiče na brzinu rasta, pa je potrebno naći optimalne vrijednosti radi bolje ekonomičnosti. (Za detalje se preporučuje knjiga Aganovića iz 1979,

koja je navedena u literaturi.) Kontrola prirasta na salmonidnom ribnjaku vrši se na osnovu uzoraka, a za kontrolu prirasta tržne kalifornijske pastrmke potrebno je izloviti najmanje 200 jedinki, da bi ocjene prirasta bile što validnije. Kontrola prirasta se vrši na taj način što se sve te izlovljene ribe izvagaju i izbroje, te utvrdi njihova ukupna i prosječna komadna težina i dužina. Množenjem prosječne težine tijela ribe iz kontrolnih lovina sa ukupnim brojem ribe koju smo ranije naselili u određeni bazen, dobija se ukupna težina, a time i razlika u odnosu na prethodno stanje, što predstavlja težinski prirast ribe u tom bazenu u prethodno određenom periodu vremena.

Sortiranje riba

Već je istaknuto da je sortiranje riba vrlo važno u tehnologiji uzgoja riba. Sortiranjem se postiže pravilan rast i ishrana, tako da ribe u određenom bazenu istovremeno prisprijevaju za tržište. Pored toga, sortiranjem se odvajaju krupne jedinke od sitnijih, što sprečava kanibalizam. Na ovaj način smanjuje se i rizik da veće ribe grizu peraja manjim, jer su te ozljede pogodne za razvoj bolesti. Za sortiranje se koriste automatski i ručni sortirači (Sl. 116). Kod malih ribnjaka dovoljni su ručni aparati sa nekoliko rešetaka raznih veličina.



Slika 116. Automatska sortir-mašina – lijevo, ručni sortir – desno

Čišćenje ribnjaka

Jedna od veoma važnih radnji koje omogućavaju bolji rast, a sprečavaju invazije parazita i raznih bolesti na ribnjaku jeste čišćenje bazena od otpadaka hrane, fekalija i ostalih kataboličnih produkata, te od algi, lišća i drugih otpadaka. Za čišćenje bazena još i danas se u nekim ribnjacima koriste obični sirkovi i drvene metle, razne vrste četki ili mlazovi vode kojima se nečistoća sa dna i sa strana bazena postepeno gura ka njihovim ispustima. Međutim, ovakav način čišćenja ribnjaka je zastario i veoma je nepogodan, posebno na ribnjacima sa intenzivnim uzgojem. To iz razloga što se salmonide gaje u gustom nasadu po jedinici površine, odnosno volumenu vode,

pa je prilikom čišćenja ribnjaka na navedeni način riba prisiljena da se duže vrijeme zadržava u vrlo замуćenoj vodi. To se štetno odražava na te jedinke, jer dolazi do začepjenja škruga, pa može dovesti i do gušenja ribe u tom bazenu, ali i do drugih posljedica. Zbog toga je jednostavniji i efikasniji način čišćenja dna i strana ribnjaka pomoću pumpi, koje poput usisivača usisavaju sve nečistoće sa dna i sa strane bazena.

Ipak, najbolji efekat prilikom čišćenja dna i strana ribnjaka postiže se ako se iz bazena namijenjenih za čišćenje izlovi sva riba, a zatim se ispusti voda i pristupi čišćenju. Poželjno je da se bazeni nakon toga duže ili kraće vrijeme izlažu djelovanju sunca i vjetra, uz provođenje niza profilaktičkih mjera i zahvata, kao što je na primjer sipanje živog kreča po dnu i stranama bazena. Ovo je pogodno kada se vrši sortiranje riba, a detaljno čišćenje neophodno je izvršiti između dva turnusa.

Čišćenje rešetki i sprečavanje nagomilavanja lišća, grana, trave i algi, te raznih drugih otpadaka koji dođu sa vodom, predstavljaju svakodnevnu obavezu. Kako se nagomilavanje otpada dešava i noću, potrebno je preventivno zaštititi dovodne kanale. Iz ovog razloga se ne preporučuje sadnja drveća uz ribnjake. Čišćenje bazena zavisi od uzrasta: kod stadijuma larve vrši se svakog dana, dva-tri puta nedjeljno kod mlađi, a kod starijih kategorija jednom nedjeljno, pa i u dužem vremenskom periodu, što opet zavisi od više faktora. Neophodno je pratiti stanje u bazenima i u pravom trenutku izvršiti čišćenje.



Slika 117. Rešetka na dovodnom kanalu

Kadrovi i radna snaga u uzgoju

U toku uzgoja, za obavljanje svih (tehnoloških) poslova (ishrana riba, kontrola prirasta, čišćenje ribnjaka, preventivna zaštita i dr.) na salmonidnom ribnjaku, bez obzira na veličinu (izuzev malih porodičnih ribnjaka), potrebno je da stalno radi nekoliko radnika, ali i nekoliko povremenih kada se obavlja mrijest i prodaje veća količina ribe. Ako se na ribnjaku sprovodi samo gajenje konzuma, onda je samo prilikom nasađivanja ribe potrebno više radnika. Na svim većim ribnjacima mora se organizovati noćno čuvanje zbog niza nepredviđenih, ali i očekivanih situacija. Svaki ribnjak koji ima značajniju proizvodnju (40-50 t i više) treba da ima stručno lice – tehnologa, koji pored stručnog dijela može da upravlja ribnjakom i da organizuje poslove. Za ribnjake značajnije proizvodnje, pored čuvara i tehnologa (upravnika) potrebno je još četiri do šest radnika, a za ribnjake koji proizvode preko 100 tona oko 10 radnika.

Oprema i drugi inventar

Na salmonidnom ribnjaku oprema je u skladu sa tipom ribnjaka, na primjer intenzivni ili punosistemski, ali i sa obimom proizvodnje. U specijalizovanim ribnjacima je potrebno znatno manje opreme, a posebno u malim porodičnim, gdje već postoje razni alati i pribori. U punosistemskom, većem (100 t) ribnjaku, za normalno svakodnevno funkcionisanje neophodan je sljedeći pribor i oprema (Sl. 118, 119): 20 cuger aparata, jedan automatski sortirač sa raznim potrebnim priborom, jedan ručni sortirač, jedna vaga do 100 kg i jedna vaga do 15 kg, jedan zamrzivač, šest meredova raznih veličina i promjera mreže, troje-četvoro običnih kolica (baštenskih), šest lopatica za hranjenje, više komada gajbi za transport ribe, dva termometra, raznih sitnih alata (skalpel, nož, čekić, kliješta i sl.), 10 pari HTZ opreme (u skladu sa brojem radnika) i dr. Pored nabrojanog, u svakom većem ribnjaku bi poželjno bilo da ima mini terenski automatski set za brzo očitavanje osnovnih parametara u dovodnoj vodi (Sl. 117).



Slika 118. Pribor na ribnjaku: lijevo terenski set, u sredini meredov, desno vaga i lodna

Pored ove osnovne opreme, na ribnjaku se može naći i druga oprema, kao što su gasne flaše sa kiseonikom za pakovanje i transport žive ribe (Slika 119).



Slika 119. Flaša za kiseonik, punjenje plastičnih kesa za transport

TOPLOVODNI RIBNJACI

DEFINICIJA I TIPOVI

Toplovodni ribnjaci se odlikuju nizom specifičnih osobina, a osnovna karakteristika je viša ili povišena temperatura, po kojoj su dobili naziv. U pravilu svi ribnjaci koji imaju optimalnu (ljetnju) temperaturu višu od 18 °C svrstavaju se u ovu grupu. U zavisnosti od temperaturnih potreba određenih vrsta ili grupe vrsta (obično se odnosi na porodice), temperaturni optimumi su specifični i mogu biti i od 30 °C (jegulje). Ovi se ribnjaci dijele i na osnovu vrsta koje se gaje u njima, na osnovu materijala od kojih su izgrađeni i sl. U našem okruženju (nema u Crnoj Gori) toplovodni ribnjaci su samo šaranski, dok su u SAD uglavnom za gajenje američkih somova (*Ictaluridae*) itd. Zbog toga u daljoj analizi toplovodni ribnjaci su sinonim za šaranske i obrnuto. Šaran, latinski *Cyprinus carpio*, vrsta je po kome je cijela porodica dobila ime. Kod nas u Crnoj Gori je poznat pod narodnim imenom krap. Ovo ime je posebno uobičajeno u području u kojem je vrsta odavno prisutna, tj. u basenu Skadarskog jezera.

Za razliku od salmonidnih ribnjaka, pod šaranskim ribnjakom podrazumijevamo prostor ili površinu zemlje ograđen (omeđen) prirodnim pregradama ili nasipima, na koji se dovodi voda radi gajenja šaranskih i pratećih (predatorskih) vrsta riba. Iz ove definicije (ima ih više) proizilazi da se u ovom tipu ribnjaka gaji više vrsta zajedno, što nije slučaj sa salmonidnim. Međutim, u mnogim toplovodnim ribnjacima je takođe monokultura (somovi) zbog specifičnosti gajenja nekih vrsta.

Pored navedene definicije, šaranski ribnjaci se definišu i kao udubljenja u zemlji koja se mogu kontrolisano puniti i prazniti vodom, odnosno gdje se tehničkim uređajima može regulisati dubina vode. Da bi se to postiglo ribnjak moraju sačinjavati hidrograđevinski i građevinski objekti: vodozahvat (matična voda, obično rijeka), dovodni i odvodni kanali, upusni i ispusni grlenjaci (glave), nasipi (koji okružuju ili pregrađuju proizvodne objekte), unutrašnja drenažna mreža, zgrada mrestilišta, magacin i unutrašnja infrastruktura (putna mreža). Na ovim ribnjacima u pravilu postoji i upravna zgrada, mada prostorije za upravu postoje uglavnom na svim većim salmonidnim ribnjacima.

Kako su šaranski ribnjaci velikih dimenzija (više hektara), oni se grade u ravnničarskim područjima, obično pored velikih rijeka iz kojih se koristi odnosno dovodi voda. Manji šaranski ribnjaci, od nekoliko hektara, grade se i u brdskom području, ali pored dostupnosti većih količina vode, poželjno je da i klimatski uslovi budu povoljni (bez dugotrajnog velikog snijega i niskih temperatura). Nepovoljni klimatski uslovi, u brdskim područjima, znatno otežavaju gajenje riba u ovim ribnjacima, pa se često napuste zbog nerentabilnosti.

Punosistemi toplovodni ribnjak se sastoji, slično kao i pastrmski, od: *mrestilišta*, *rastilišta*, *mladičnjaka*, *odgajivališta* i *matičnjaka*, uz dodatak *zimovnika* i *predgrijača* ili *predgrijališta*.

Predgrijališta su prostor, dio ribnjaka, u kojem se voda priprema (i zagrijava) za mrestilišta, valjaonice i rastilišta, dok zimovnici predstavljaju prostore u kojima se ribe skladište preko zime. Punosistemi ribnjaci (gajenje svih kategorija) su najpovoljniji jer jedan ribnjak sadrži sve što je potrebno za gajenje finalnog proizvoda, konzuma, mada, po nekim autorima, postojanje matičnjaka i mrestilišta umanjuje rentabilnost proizvodnje. Odnos površina za gajenje pojedinih uzrasnih kategorija po mnogim autorima je sljedeći: za tovilište najviše oko 80%, za gajenje dvogodišnjaka oko 15%, a jednogodišnjaka oko 5%. Zimovnici, mrestilišta i drugi prateći objekti (skladišta i sl.) zauzimaju vrlo male površine u odnosu na ostali prostor i uglavnom se kreću 1–2%.

Pored ribnjaka za klasično gajenje konzumne ribe (za ishranu), šaranski ribnjaci služe i za gajenje i lov u svrhu sportskog ribolova. Kasnije u tekstu se daje više detalja o svim djelovima punosistemskeg ribnjaka.

VRSTE U ŠARASKIM RIBNJACIMA

U našem okruženju u toplovodnim ribnjacima, tj. u šaranskim, uobičajeno se gaji nekoliko šaranskih vrsta i tri-četiri predatorske. Pored ovih vrsta u tim ribnjacima ima i drugih neželjenih vrsta, koje predatorske treba da kontrolišu i one njima upravo služe za hranu. Preme tome, neželjene vrste su osnovna prehrambena baza za predatore i njihova produkcija zavisi od količine tih vrsta (plijena). Od područja u kojem se gradi ovakav ribnjak zavisi i sastav ili struktura neženjenih, divljih, vrsta. One u dva udaljena ribnjaka (u Evropi i Africi) mogu biti potpuno različite. Struktura vrsta koje želimo da gajimo vrlo je slična u svim ribnjacima ovog tipa jer ih mi programirano naseljavamo i gajimo.

Pored šarana (*Cyprinus carpio*) kao glavne vrste, u ovim ribnjacima (Evropa, Azija) uobičajeno se gaje sljedeće vrste:

- Bijeli amur – *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844),
- Bijeli tostolobik – *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844),
- Sivi tostolobik – *Hypophthalmichthys nobilis* (Richardson, 1845),
- Linjak – *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758).

Uz ove vrste vrlo često se gaji i babuška, zlatni karaš, kinez – *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) jer se smatra da znatno povećava ukupnu produkciju ribnjaka. Pored njega je i crni amur – *Mylopharingodon piceus* (Richardson, 1945), riba koja se često javlja, pogotovo u ribnjacima u Aziji. Kao prateće, predatorske vrste gaje se:

- Štuka – *Esox lucius* Linnaeus, 1758,
- Som, evropski som – *Silurus glanis* Linnaeus, 1758,
- Smuđ, obični smuđ – *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758).

Osim navedenih, mogu se gajiti i druge, uključujući i alohtone, ali kako je trend da se više forsiraju autohtone vrste, ovdje se alohtone neće navoditi i analizirati.

Izbor vrsta i njihova zastupljenost u ribnjacima vrši se na bazi kapaciteta ribnjaka, potencijala prirodne hrane (uključujući i očekivani ulazak neželjenih vrsta riba), temperaturnih i drugih uslova u ribnjaku, kao i na osnovu mogućnosti vještačkog prihranjivanja. Kako svjesno ili ciljano utičemo na produkciju hrane (raznim zahvatima), odnosno direktno utičemo na razvoj životnih zajednica u ribnjacima, unosimo i ribe koje će ih koristiti. Tako tolstolobike unosimo (stavljamo u ribnjak) da bismo koristili planktonsku zajednicu, kontrolisali njenu dinamiku i sastav, bijelog amura da koristi vegetaciju (više biljke) i kontroliše njen razvoj. Zoobentos predstavlja glavnu komponentu u ishrani krapa, ali on ne iskorištava sve elemente u zajednici, pa unosimo linjaka, karaša, ponekad i crnog amura. Učešće šarana u prinosu ribnjaka gdje se gaji u polikulturi (zajedno sa više toplovodnih vrsta) kreće se od 75% do 90%.

Već je istaknuto da predatorske vrste unosimo radi kontrole divljih neželjenih vrsta, a kako su one vrlo cijenjene i ekonomski isplative, njihov značaj i korist su višestruki.

Iz navedenih podataka se može vidjeti da su ribe iz porodice Cyprinidae najbrojnije i najrasprostranjenije gajene vrste, a u evropskim zemljama šaran (*C. carpio*) je najvažnija vrsta ove porodice.

Krap, šaran – *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)

Rasprostranjenost: U Evropi baseni Crnog, Kaspijskog i Aralskog mora. Introdukovana svuda po svijetu (Kottelat & Freyhof, 2007). Široko rasprostranjena vrsta po cijeloj Evropi i Aziji, a postojbina je Azija, po Vuković & Ivanović (1971).



Krap iz Skadarskog jezera, Tl 88,6 cm

Ekonomski značaj: U Crnoj Gori predstavlja drugu vrstu po ekonomskom značaju i to u slivu Skadarskog jezera. Posljednjih godina lovi se u količinama od oko 200 tona godišnje. Koristi se u svježem i dimljenom stanju, a manji dio se ranije prerađivao u dvije vrste konzervi (svježi i sušeni) u fabrici „Rijeka Crnojević“. U ostalim vodama nema veću ekonomsku važnost, a u Slanom i Bilećkom jezeru je predmet sportskog ribolova. Posebno je značajan zbog impozantnih dimenzija (vidjeti niže). U svijetu predstavlja treću najčešće introdukovanu vrstu. Kod nas se ne gaji, ali je vrlo značajna gajena vrsta u ribnjacima širom svijeta. U ribnjacima se danas uzgaja u većini evropskih i azijskih zemalja, a u Evropi se gajio još u doba starih Rimljana. On predstavlja osnovnu vrstu koja se gaji u toplovodnim ribnjacima. Pored klasičnih ribnjaka, pogodan je i za gajenje u kaveznim sistemima.

Biologija i ekologija: Divlja forma krapa živi u nizijskim sporotekućim i slaboprotočnim, mirnim slatkim vodama, obraslim vegetacijom, ali i u vodenoj struji. Srijeće se i u bočatnim vodama. Odgovara mu pH: 7,0–8,5 i temperatura 3–32°C. Podnosi velika zagađivanja vode, čak i zagađenja teškim metalima, koje akumulira u svom tijelu, tako da je veoma prilagodljiva vrsta. Zimu provodi u većim jatima, na zaklonjenim mjestima. Poraste preko 110 cm i dostigne težinu čak 45 kg, a doživi starost od 65 godina.

U Skadarskom jezeru naraste preko jednog metra, a težina može da iznosi i preko 30 kg. Živi duže od 20 godina, pojedini primjerci znatno više. Mlađ se hrani sitnijim beskičmenjacima dna, nižim rakovima (Copepoda i Cladocera) i larvama insekata, dok se odrasli hrane larvama insekata, crvima, mekušcima, biljkama (prvenstveno bijeli i žuti lokvanj) i detritusom. Mrijesti se krajem aprila i početkom maja, kad je temperatura vode iznad 18 °C, mada mrijest može da se produži i do jula, ponekad i do avgusta, ali se prekida pri temperaturi većoj od 26°C. Mrijesti se ujutro, grupno (jedna ženka sa tri-četiri mužjaka), na plitkim površinama dna, sa bogatom makrofitskom vegetacijom. Tokom perioda mrijesta odlaganje ikre se obavlja dva-tri puta u razmaku od oko 15 dana. Glavna područja mrijesta u Skadarskom jezeru su: Podhum, Plavnica i Žabljačke livade. Krapovi imaju veliku plodnost, pa gonade, neposredno pred mrijest, mogu da čine i do 25% tjelesne mase. Ikra je sitna, prosječne veličine oko 1,5 mm. Ženka polaže 26.000–1.600.000 komada ikre, koja je ljepljiva i čiji inkubacioni period traje od tri do šest dana. Polnu zrelost stiže u uzrastu od dvije do četiri godine starosti. Prvi put polnu zrelost mužjaci postižu sa 35 cm, a ženke sa 40 cm (Milošević i Marić, 2012).

U ribarskoj privredi je uobičajeno da se gaji nekoliko domestificiranih (selekcijom dobijenih) formi šarana (Sl. 120). Sve forme šarana, krapova, imaju sličnu ili istu biologiju, odnosno ekološke osobine. Izvjesne razlike postoje jer se tokom viševjekovne selekcije gajenih šarana u ribnjacima težilo dobijanju riba sa: brzim tempom rasta, kasnijim polnim sazrijevanjem, otpornošću na nepovoljne uslove sredine i bolesti i sa boljim kvalitetom mesa. Selekcijom je stvoreno (selekcionisano)

nekoliko formi, a po genetskim i morfološkim karakteristikama (oblik tijela, pokrovnost tijela krljuštima) razlikujemo četiri tipa (rasa, sorta) šarana:

- šaran sa krljuštima (tzv. šupner) – cijelo tijelo prekriveno krupnim krljuštima;
- maloljuskavi (špigler) – sa malo krljušti duž leđne linije, u osnovi repa i ponekad u osnovi ostalih peraja,
- veleljuskavi (cajler) – sa brojnim krljuštima duž bočne linije, a često i uz liniju leđa i u osnovi peraja,
- goli šaran (lederer) – uglavnom bez krljušti ili sa po nekoliko krljušti pojedinačno na pojedinim djelovima tijela.

Goli i veleljuskava forma imaju slabije proizvodne osobine, zaostaju u rastu za onima sa više krljušti (šupnerom i špiglerom), pa se ne preporučuju za gajenje.



Obični šaran – ljuskavi



Goli šaran (lederer)



Veleljuskavi šaran



Maloljuskavi šaran

Slika 120. Sorte (forme) gajenih šarana (krapova)

Svaka ova forma uslovljena je posebnim kombinacijama dva para alela označenih simbolima: Ss i Nn. Kako geni koji uslovljavaju tip ljuskavosti kod šarana utiču i na druge osobine (morfološke i fiziološke), tj. imaju plejotropno dejstvo, ove forme se razlikuju u više bioloških osobina koje se ne uočavaju lako. Tako dominantni alel N je letalan ako se javi u homozigotnom obliku, a u heterozigotnom obliku usporava rast i otpornost jedinke.

Zbog toga je, radi dobijanja što boljih morfološko-bioloških osobina, i vršena selekcija kod ove vrste i kao rezultat su dobijene navedene sorte, rase ili forme. Svaka od njih se karakteriše specifičnom kombinacijom alela, odnosno genotipom:

- šaran sa krljuštima ima genotip ili sljedeću kombinaciju – $Ss nn$ i $Ss nn$,
- veleljuskavi šaran ima – $SS Nn$ i $Ss Nn$,
- maloljuskavost uslovljavaju recesivni aleli – $ss nn$,
- goli šaran ima – $ss Nn$ i $ss NN$.

Potpuno čiste divlje forme se preporučuju za gajenje radi sportskog ribolova, odnosno u bazenima koji su za to namijenjeni.

IZBOR LOKACIJE ZA IZGRADNJU ŠARANSKOG RIBNJAKA

Najvažniji uslov pri izboru lokacija svih ribnjaka, pa i šaranskih, jeste postojanje odgovarajućeg objekta (izvor, rijeka) iz kojeg se ribnjak snabdijeva vodom. Kako su šaranski ribnjaci objekti kojima je potrebna ogromna količina vode samo za punjenje (za 1 ha treba oko 20.000 m³), a kasnije i za dopunjavanje usljed evaporacije i gubljenja kroz nasipe, oni se moraju graditi u blizini velikih vodenih tijela. Zbog velikih dimenzija, ovi ribnjaci se grade u ravničarskim predjelima, a da bi se voda bolje zadržavala u njima, grade se na zemljištima koja su slabopropusna ili nepropusna. Kako postoji širok dijapazon mogućnosti pri izboru mjesta za izgradnju ribnjaka (obradive površine različite plodnosti, pašnjaci, močvarene livade, zatim zemljišta lošeg kvaliteta, kao što su slatine, barska plavna zemljišta, pa do barskih šikara, šuma) nesporna je činjenica da što je zemljište boljeg kvaliteta, to će i prinosi na ribnjaku biti bolji, a proizvodnja ekonomičnija. Prilikom odabira lokacije treba imati u vidu činjenicu da je učešće cijene zemlje u ukupnim troškovima izgradnje ribnjaka malo, a značaj kvaliteta zemlje i konfiguracije terena za ekonomičnost proizvodnje izuzetno velika.

Prilikom izbora lokacije, važan faktor, pored postojanja odgovarajućeg izvora vode, jeste da ribnjak bude što bliži izvoru vodosnabdijevanja, kako bi se smanjili troškovi dovođenja vode (manji dovodni kanali). Ravni tereni sa blagim padom prema odvodnom kanalu najbolji su za ove ribnjake. Ukoliko teren nije ravan, treba izvršiti ravnanje kako ne bi ostala udubljenja koja se ne mogu isprazniti. Sve ovo iz razloga što se ribnjaci pune gravitacijom preko dovodnih kanala ili korišćenjem crpnih uređaja (pumpi), a prazne isključivo gravitacijom.

Prije nego što se odredi ili izabere lokacija za izgradnju ribnjaka, potrebno je sprovesti istraživanjene pedološkog sastava, propustljivosti i konfiguracije terena. Vodonepropusni sloj treba da bude na dubini od 0,5 do 2 metra, sa debljinom od jednog do dva metra.

KVALITET I POTREBNE KOLIČINA VODE

Šaranski ili toplovodni ribnjaci se mogu snabdijevati vodom iz potoka, rijeka, kanala, jezera, akumulacija i bara, a mali ribnjaci i iz bunara. Pri odabiru pogodne lokacije mora se sprovesti, pored istraživanja geologije, i istraživanje kvaliteta vode, što podrazumijeva ispitivanje njenih fizičkih, hemijskih i bioloških karakteristika. Voda koja se planira za snabdijevanje ribnjaka treba da bude I ili II klase kvaliteta. Vode II klase su bogatije biogenim materijama, što utiče na bolju produkciju prirodne hrane u ribnjaku. Ovakve vode su pogodne za gajenje, ali nisu za prezimljivanje. Tokom zime voda treba da bude bez organskih materija i štetnih gasova. Voda u mrestilištu treba da je što čistija (I klasa ili oligosaprobna).

U šaranskim ribnjacima optimalne temperature su one iznad 20°C, a u našem okruženju voda može dostići temperaturu i preko 25°C, optimum do 26°C. Kod ovih ribnjaka temperature se ne smiju naglo mijenjati, pogotovo kod gajenja mladih jedinki. Shodno navedenim temperaturama, kiseonika obično ima 6–8 mg/l, mada su veće količine (tokom dana su veće) povoljnije, a ribe u ovim ribnjacima podnose i vrlo niske koncentracije, oko 2°C. Voda je obično neutralne do blago bazne pH reakcije (6,5–8,5 optimalna za sve ribe), mada se ona može promijeniti pri specifičnim uslovima, kao što je ubacivanje kreča.

Gasovi kao NH₄, CH₄, i H₂S mogu biti prisutni u ovim ribnjacima. Kao što je već navedeno, ovi su gasovi štetni, pa je potrebno je da se ribnjaci uredi tako da ih bude što manje, odnosno u bezopasnim granicama.

Fitoplankton ili samo neke alge, prije svih modrozeleni, mogu znatno uticati na kvalitet vode preko naglog razvoja i stvaranja „vodenog cvijeta“. Razvoj „vodenog cvijeta“ je štetan jer negativno utiče na kiseonični režim, a tokom naglog razlaganja (truljenja) algi ili „vodenog cvijeta“ dolazi i do stvaranja toksičnih materija, koje mogu dovesti do uginuća riba.

Veće količine zooplanktona i faune dna ne mogu značajnije mijenjati kvalitet vode, a u ovim ribnjacima njihovo veće prisustvo je poželjno jer se povećava prehrambena baza riba. U njima su prisutne makrofite (Sl. 121), koje u kontrolisanom obimu doprinose boljoj ukupnoj produkciji (prehrambena baza za amura i stanište za beskičmenjake) i zaštiti obala od udara talasa, mada bujni razvoj emerznih biljaka (trska, rogoz) može i negativno da utiče.



Slika 121. Makrofitske emerzne biljke – trska

Makrofite smanjuju korisnu površinu za gajene vrste, zimi se talože i stvaraju neproduktivne celulozne sedimente koji se sporo razgrađuju. Zato je neophodno da se suzbije njihovo širenje i da se uklanjaju sa obala (kosidbom).

Potrebna količina vode za punjenje ribnjaka nije uslovljena samo veličinom (površinom), već i dubinom, jer dubina često bude određena i konfiguracijom terena, a ne samo propisanim optimalnim dubinama. Pored toga, potrebnu količinu uslovljava i vrsta zemljišta na kojem je izgrađen ribnjak, kao i vremenske prilike neposredno pred punjenje. Količina potrebne vode za osnovno punjenje izračunava se jednostavno: množenjem površine objekata i dubine (visine vodenog stuba), a kada se doda iznos 35–50% od zapremine za osnovno punjenje, koji služi za zasićenje zemljišta vodom, dobije se ukupna količina potrebne vode. Prema tome, za 1 ha dubine 2 m potrebno je: $10.000 \times 2 \times 1,35 (35\%) = 27.000 \text{ m}^3$.

IZGRADNJA RIBNJAKA – TEHNIČKI ELEMENTI

Iz vodozahvata se voda u ribnjak dovodi jednim glavnim kanalom, dovodnim. Kako se ribnjaci uglavnom grade u ravničarskom području ili na terenima malog nagiba, kota vodozahvata može biti ispod kote ribnjaka. Tada je potrebno da se ugrađuju uređaji za upumpavanje vode.

Dovodni kanal (Sl. 122) služi za dovod vode od glavnog vodenog tijela do ribnjaka (napajanje ribnjaka). Oni imaju dimenzije prilagođene ili projektovane da dovedu potrebnu količinu vode za napajanje ribnjaka tokom punjenja, a kasnije i za dopunu. Ovaj kanal je obično otvoren, zbog znatnih dimenzija, ali može biti i zatvoren. Zatvoreni kanal može biti od betona ili od sintetičkih cijevi, a otvoreni je obično zemljani do samog kraja (kod rib-

njaka), kada se obavezno betonira i razvodi u napojne kanale. Dovodni kanal na početku ima rešetku, kako bi se spriječio ulazak čvrstih predmeta i divlje ribe u ribnjak.

Od dovodnog kanala preko **napojnih kanala** razvodi se voda do pojedinačnih ribnjačkih objekata (bazena jezerca) za gajenje ribe. Veličina kanala ima dimenzije prema pojedinačnim potrebama u vodi objekata za gajenje. Najveći kapacitet imaju oni koji napajaju objekte za tov, jer ti objekti imaju i površinu od više desetina hektara. Na svakom spajanju ili odvajanju jednog kanala od drugog preporučuje se betonsko-armirana veza, ako i sami nijesu na taj način izgrađeni. Otvori kojima se uvodi voda u pojedinačni ribnjičarski element, ili pak izvodi iz njega, u okruženju se nazivaju **grljenjaci**. Upusni i ispusni grljenjaci su konstruisani tako da se njima (elementima u njima) može vršiti kontrolisano upuštanje i ispuštanje vode, a time i nivelacija vode u objektu. Veličina ili dimenzije

grljenjaka i odvodnih cijevi grade se tako da se pražnjenje i punjenje objekata obavlja željenom brzinom i u optimalnom vremenskom periodu. Svaki objekat ima poželjnu brzinu pražnjenja, pa je tako za mrestilište neophodno da se može ispustiti za dva-tri sata prilikom izlova matica i brzo napuniti kako bi se položena ikra brzo našla pod vodom. Na početku ovih otvora i cijevi postavljaju se rešetke i mreže koje sprečavaju ulazak neželjenih elemenata, uključujući i ribe. Zatvarači na njima su specijalnih konstrukcija i predviđeni su za laku manipulaciju i brzo otvaranje i zatvaranje.

Vodu iz ribnjaka ili vodu iz pojedinih objekata (jezera) prima **odvodni kanal** i odvodi u glavni recipijent, najčešće rijeku. Dimenzija kanala je u skladu sa maksimalnom količinom moguće ispuštene vode iz pojedinih objekata. Dno odvodnog kanala mora biti znatno (najmanje 50 cm) niže od najniže kote svih objekata (kote dna izlovne jame), a iznad dna recipijenta ispuštene vode. Odvodni kanal u posljednje vrijeme projektuje se i kao prostor za izlov, pa čak i skladištenje i zimovanje ribe. Prostor za lov se uredi tako da mu mogu pristupiti sva potrebna pomagala



Slika 122. 1 - Dovodni kanal, 2 - upust u napojni kanal, 3 - pojedinačni bazeni



Sl. 123. Izlov ribe iz odvodnog kanala

za lov i transport (Sl. 123). Ovaj način izlova je znatno lakši od klasičnog u izlovnim jamama, pogotovo jer se mogu ugraditi automatizovani uređaji. Kanal može da ima više montažnih pregradnih elemenata kojima se može podijeliti na više djelova.

Objekti za gajenje riba (šarana) zemljani su i odvojeni su **nasipima** preko kojih se obezbjeđuje komunikacija ka udaljenim objektima (unutrašnji transport) i manipulacija na svakom, ali nasipi okružuju i kompletan ribnjak (obodni nasipi) i odvajaju kompletan ribnjak od spoljašnjeg terena. Dimenzije određuje površina objekata i materijala od koga se grade. Da bi nasip bio čvrst, trajan (stabilan), upotrebljavaju se materijali sa što manje organskih materija (prilikom truljenja ostavljaju praznine u nasipu). Zbog toga se tokom gradnje prvo skloni površinski humusni sloj (kasnije služi za zelene površine), kako bi veza ostatka (zdravica) i nasutog materijala bila što čvršća, a tome doprinosi i kanal koji se kopa sredinom terena budućeg nasipa. Prilikom izgradnje nasipa veoma je važno dobro sabiti materijal, za šta se koriste građevinske mašine. Širina gornje površine nasipa treba da je veća od tri metra ako se po njoj obavlja transport. Visina nasipa mora biti bar 50 cm iznad planiranog vodenog ogledala (zavisi od funkcije nasipa), a strane nasipa moraju biti kose. Na kosinu nasipa, bankine, treba zasaditi trsku (Sl. 120) i rogoz, kako bi štitili nasip od obrušavanja i amortizovali udare talasa. Međutim, na nasipima treba spriječiti rast grmlja i drveća.

Na velikim ribnjacima gradi se **unutrašnja drenažna mreža** koja služi za njihovo potpuno pražnjenje i sprečavanje zaostajanja vode u depresijama. Kada se kanali isuše, neophodno je njihovo čišćenje (od mulja) da bi bili spremni za prihvatanje vode.

Sastavni dio šaranskih ribnjaka su i **zgrada mrestilišta i upravna zgrada** (Sl. 124), a pored njih na velikim šaranskim ribnjacima moraju postojati i prostori i/ili prostorije za smještaj tehničkih pomagala, bez kojih se na ovakvim ribnjacima ne može obavljati gajenje. To su obično garaže i radionice za više namjena. Zgrada mrestilišta je u pravilu opremljena kao i na salmonidnom ribnjaku i služi za vještački mrijest. Na mnogim ribnjacima mrijest riba se obavlja u prirodnim uslovima, tj. bez uticaja ljudi. Za ovakvo mriješćenje grade se posebni bazeni sa specifičnim uslovima (plitki, sa vegetacijom i sl.).



Slika 124. Šaranski ribnjak - Hrvatska (www.agroklub.com)

Izgradnja svih djelova, bazena, u kojima se vrši proizvodnja šarana (krapa) na nekom šaranskom ribnjaku u osnovi je ista i svodi se na nekoliko koraka. Prvo se vrši skidanje humusnog sloja, koji kasnije služi za završne zemljane radnje. Ako na prostoru gdje se gradi ribnjak nema depresije, udubljenja, produbljivanje budućih ribnjaka do željene dubine vrši se običnim, za takve radnje predviđenim građevinskim mašinama. Njima se kopa do sloja koji ne propušta vodu. Iskopanom zemljom koja slabo propušta vodu grade se i nasipi (osnovni i donji slojevi). Nakon postizanja željene dubine, koja je različita u bazenima za različite uzrasne kategorije, vrši se priprema dna koja će omogućiti bujni razvoj prirodnih biocenoza i organizama (bentos). Od strukture dna (glina, pijesak) zavise sljedeće aktivnosti na ribnjaku. Kako je dno uglavnom očišćeno od organskih materija, potrebno je da se ono obogati da bi se intenzivnije razvio živi svijet (sve jezerske zajednice) koji će postati važna, a za neke vrste riba i glavna hrana (planktofagi). To se postiže đubrenjem stajskim đubrivom (od peradi, svinja i goveda). Đubrenje ribnjaka se sprovodi i tokom gajenja riba i može se vršiti organskim i vještačkim đubrivom. U mnogim šaranskim ribnjacima, da bi se smanjilo ubacivanje, gaje se perad (patke, guske), koja izmetom obogaćuju ribnjake. Prema produktivnosti ribnjaci se dijele na visokoproduktivne i maloproduktivne, pa se u zavisnosti od toga vrši unošenje đubriva tokom gajenja. U visokoproduktivne ribnjake vještačko đubrivo se unosi da se održi optimalni nivo organskih, mineralnih i biogenih elemenata, ali da se kiseonički režim ne narušava. U ribnjake male produktivnosti unose se veće količine vještačkog đubriva, da se poveća ukupna produkcija, ali se mora voditi računa da kiseonički režim bude u optimalnim granicama.

Kada se završi jedan turnus i izlovi kompletna riba iz bazena, oni se isušuju i ostavljaju neko vrijeme bez vode (nekoliko mjeseci). Za to vrijeme oni se čiste od naslaga mulja, zaostalih biljnih djelova i drugih materija koje se mogu naći. Tada se očiste i dovodni i odvodni kanali, rešetke i sl. Poželjno je da se ostavi bez vode za vrijeme hladnih dana da zemlja izmrzne. U tom periodu posipa se kreč (bolje je negašeni – „živi“) radi dezinfekcije. Nakon krećenja vrši se đubrenje ribnjaka organskim ili mineralnim đubrivom. Na ovaj način zemljište u ribnjaku se obnavlja, a patogene bakterije i paraziti uginu.

GAJENJE ŠARANA

Gajenje šarana i pratećih vrsta, uključujući i predatore, uglavnom se sprovodi na poluintenzivan način (kombinacija prirodne i dodatne hrane), mada se sprovodi i intenzivni sistem (skoro isključivo na vještačkoj, dodatnoj hrani). Ekstenzivno gajenje je uglavnom napušteno, a bazirano je na prirodnoj hrani, zooplanktonu i fauni dna. Poluintenzivan način proizvodnje šarana u Evropi je sve više prisutan jer je predstavljen kao oblik ekološke proizvodnje čiji se proizvodi sve više traže. Ovaj način je ukratko opisan i u ovom poglavlju.

Šaranske vrste se gaje, a gajenje u toplovodnim ribnjacima se odvija na dva načina: u monokulturi i u polikulturi. U pravilu, mlađe uzrasne kategorije se gaje u monokulturi, kao i druge vrste koje se planiraju za gajenje za konzum. Posebno se mriješte i gaje do određenog uzrasta.

Proizvodnja mladi

Gajenje matica

Kao i kod salmonida, odvija se po vrlo jednostavnom principu i u pravilu se svodi na hranjenje, prezimljavanje i pripremu za mrijest. Matice se mogu gajiti zajedno ili odvojeno po polovima, što na izvjesan način olakšava procedure u mrijestu. Matično jato se formira dijelom sa ribnjaka gdje su gajene, a dijelom sa drugih ribnjaka radi izbjegavanja dugotrajnog ukrštanja u srodstvu. Cilj je dobijanje visokoproduktivnog matičnog jata, koje će poboljšati kvalitet, produktivnost i otpornost na bolesti. Selekcija matica se obavlja na osnovu: boljeg rasta, boljeg iskorišćavanja dodatne i prirodne hrane, otpornosti na bolesti, kvaliteta mesa i kvaliteta polnih produkata. Selekcijom se odabira oblik tijela i niz morfoloških karakteristika (peraja, krljušti i sl.).

Matice se hrane od ranog proljeća do kasne jeseni, sa posebnim akcentom na proljeće. Kod matica koje u proljeće nemaju adekvatnu ishranu, posebno dovoljnu količinu proteina životinjskog porijekla, javlja se povećana smrtnost embriona i deformisanih larvi. Hrana treba da ima oko 30% bjelančevina životinjskog porijekla, kao i odgovarajući vitaminsko-mineralni sastav. Nekoliko dana pred mrijest (od šest do osama) znatno se smanjuje ishrana.

Mriješćenje se obavlja prirodno u specijalno za tu namjenu opremljenom bazenu (u ribnjaku) ili na kontrolisani vještački način u prostorima za te aktivnosti. Za dobijanje polnih produkata postoji strogo propisana procedura, kao i za čin oplodjenja, uključujući i kako se oplodena ikra osloboditi ljepljivosti ispiranjem. Ikra se stavlja u Zuger-ove inkubatore zapremine od šest do deset litara ili u Weis-ove inkubatore, koji su veći (40 do 200 l), gdje se obavlja inkubacija. Za vrijeme inkubacije ikra se kupa u rastvoru formalina ili nekog drugog antimiketika, radi sprečavanja razvoja saprolegnije (gljivica). Kupka se sprovodi prvog i drugog dana inkubacije (a može u manjim koncentracijama i na svakih 12 sati). Neoplođena ikra se odstranjuje pomoću pipete. Pri temperaturi vode od 20 °C do 22 °C inkubacija traje tri-četiri dana (70–80 časova). Predlarve se smještaju u ležnice. U toku tri dana potroše zaostalo žumance, napune riblji mjehur kiseonikom, nakon čega počinju da uzimaju dodatnu, egzogenu (spoljnu) hranu. U ovom uzrastu larve se hrane svaka dva do tri sata gajenom artemijom, sitnim oblicima zooplanktona (prirodnim), kompletnom vještačkom hranom ili žumancetom (izmiksovano tvrdokuvano žumance). Petog dana larve se prebacuju u rastilišta.

Gajenje jednomjesečne mlađi

Gajenje šaranske mlađi do oko mjesec dana starosti obavlja se u rastilištima. Ona su manja od drugih djelova ribnjaka i obično ne prelaze površinu od 1 ha, radi lakšeg rada. U zavisnosti od mnogo faktora, ribe u rastilištu se mogu gajiti i znatno duže, ponekad i preko 40 dana. Da bi proizvodnja bila dobra, neophodno je prije nasada larvi izvršiti pripremu rastilišta. Priprema se vrši kao i u ostalim djelovima ribnjaka (čišćenje, đubrenje, zakrečavanje). U pripremljena rastilišta ubacuju se mlađe jedinke, i to, u zavisnosti od vremena mrijesta, u različitim periodima. Obično se to vrši u drugoj polovini maja, kada je temperatura viša od 17°C. Poželjno je da je temperatura mrestilišta i rastilišta približno jednaka. Prije nasađivanja rastilišta pripremaju se da daju što bolji prinos sitnih planktonskih organizama (rotatorije), kojima će se mlađe jedinke hraniti. U zavisnosti od dužine gajenja u ovim objektima, vrši se unošenje odgovarajućeg broja jedinki radi optimalne gustine na kraju gajenog ciklusa. Ako se gaji cijelu godinu, brojnost mlađi je manja i do 10 puta od uobičajene. U pravilu, gajenje se obavlja u monokulturi. Gubici se kreću do 50%. Mlađ se u startu prihranjuje vještačkim smjesama, više puta tokom dana (do pet puta).

Nakon jednomjesečnog gajenja i prebacivanja u mladičnjake, rastilišta se koriste za druge vrste (koje se kasnije mrijeste). Tehnologija gajenja mlađi drugih vrsta je specifična za vrstu (Turk, 1982), ali se ovdje neće opisivati.

Gajenje jednogodišnje mlađi

Kao i rastilišta, i mladičnjaci prije nasađivanja mlađi moraju biti dobro pripremljeni, što uključuje: da su bili bez vode više od mjesec dana, da je izvršeno đubrenje i da su napunjeni do optimalne visine vodom. Gajenje tokom prve godine života uglavnom se bazira na prirodnoj hrani. Od prirodne produkcije zavisi i prirast ili porast jednogodišnjaka i oni u prvoj godini mogu postići težinu i do 100 g, mada su prosječne maksimalne težine do 70 grama. U mladičnjake se naseljavaju male jedinke, obično manje od 1g, pa je prirodna hrana važna, a kasnije kada porastu mogu se prihranjivati i žitaricama (najkvalitetniji ječam, zatim pšenica i kukuruz), ako imaju dovoljno bjelančevina iz prirodne hrane. Ako se u ribnjacima nalaze veće količine ribe, one se prihranjuju i vještačkom hranom koja ima veću količinu bjelančevina (do 35%). Ribe se obično prihranjuju dva puta, rano ujutro i kasno poslije podne, zavisno od vremenskih uslova. U toplijim mjesecima količina hrane je obično 3-4%, mada zavisi od temperature vode, veličine i uzrasta mlađi, količine prirodne hrane, vremenskih prilika i sl. U svakom slučaju, obično ne prelazi 5% u odnosu na ukupnu težinu. U jesenjim mjesecima se ne daje više od 2%, a ponekad se prihrana vrši i tokom zime u zimovalištima. Utrošak vještačke hrane zavisi od prirodnih uslova i

kreće se 1,5–3,5 za kilogram prirasta (klasično ili poluintenzivno gajenje). Kada se koristi proteinska hrana, odnos je 2 : 1 kg prirasta.

Dvogodišnja mlađ hrani se već navedenim žitaricama i leguminozama, uključujući i soju.

Gajenje dvogodišnje mlađi

Mlađ šarana se može gajiti u jednogodišnjem ili dvogodišnjem ciklusu, u zavisnosti od ukupnog ciklusa za proizvodnju konzuma. Objekti za gajenje dvogodišnjaka obično su većih dimenzija, mada, kako je već istaknuto, dimenzije objekata za gajenje šarana zavise od konfiguracije terena i drugih faktora. I ovi objekti se moraju pripremiti na adekvatan način, što podrazumijeva već opisane postupke, kao što su isušivanje, dezinfekcija, oranje, đubrenje, punjenje vodom i sl. Odmah nakon posipanja krečom vrši se punjenje do maksimalne visine, koja je obično do 1,8 m. Poželjno je da se 7–10 dana prije nasađivanja jednogodišnjaka izvrši đubrenje (KAN i superfosfat). Jednogodišnja mlađ je znatno otpornija od prethodne klase i naseljavanje iz prethodnih bazena se može vršiti pri različitim vremenskim uslovima. Nasađivanje može početi od kraja februara do druge polovine aprila, a preporučuje se ranije.

Gajenje dvogodišnjaka može biti u monokulturi (samo šaran) ili u polikulturi (sa pratećim vrstama). Kada se gaji u polikulturi, mora se pravilno izbalansirati i moraju se odabrati prateće vrste. Njihov odnos u pravilu određuje bujnost ili razvijenost pojedinih zajednica (plankton, vegetacija). U povoljnim uslovima, odnosno pri dobroj produkciji prirodne hrane, učešće pratećih vrsta je oko 20%. Gajenjem dvogodišnjaka (dobrim planiranjem) mogu se postići dva cilja:

1. Proizvodnja konzumne veličine od preko 1.200 g od nasađene krupnije jednogodišnje mlađi (preko 100 grama). Da bi se postigle konzumne veličine, nasađivanje se vrši nasadom od 2.000 do 3.000 ind/ha;
2. Proizvodnja dvogodišnje ribe za nasad (u trogodišnjem turnusu) čija je individualna težina od 250 do preko 1.000 grama. Slabiji prirast se ostvaruje u znatno gušćem nasadu, obično oko 10.000 ind/ha (od 4.000 do 12.000 ind/ha).

Ishrana tokom druge godine gajenja mlađi šarana takođe se vrši dodatnom hranom, čiji je sastav kao i pri gajenju jednogodišnje mlađi. Tokom najpovoljnijih mjeseci (jul–avgust) hrane se u količini i do 4% u odnosu na težinu, a nakon nasađivanja, dnevnom količinom od 0,2 %. Dodatna hrana se postavlja na stalnim mjestima, i to dva puta u toku dana. Koeficijent konverzije zavisi od vrste prihrane (žitarice, peletirana ili ekstrudirana). Smrtnost u toku ovog ciklusa je velika i obično se kreće od 20% do 40%. Sljedeće godine u proljeće ovaj dvogodišnji šaran se nasađuje u odgajivališta za gajenje konzuma.

Prezimljavanje mlađi

U umjerenom klimatu, tj. u područjima gdje su tokom zime niske temperature koje uslovljavaju mržnjenje, za prezimljavanje mlađi postoje (grade se) specijalni prostori za tu namjenu (zimovnici). To su obično prostori manjih dimenzija, ali znatno dublji od bazena za gajenje mlađi. I zimovnici, kao i gajilišta, prije upuštanja vode se moraju pripremiti, a priprema je slična pripremi bazena za gajenje. Preporučuje se da ovi bazeni tokom ljetnjih mjeseci budu na suvom. Za zimovališta se ne preporučuju plitki bazeni i oni koji su obrasli vegetacijom. Krajem ljeta se iz zimovnika odstranjuje vegetacija, a zatim se plitko uzoru (5-6 cm) ili istanjiraju i dno izravna. Dezinfekcija je i u zimovnicima obavezna. Ako se nakuplja veća količina mulja, mora se čistiti. Punjenje vodom se obavlja nekoliko dana pred ubacivanje mlađi. U zimovnike se stavlja riba istih uzrasnih kategorija, pa je potrebno izvršiti sortiranje. Riba koja ide na zimovanje treba da je dobro uhranjena i da je dobrog zdravstvenog stanja. Ona se nasaduje u gustom nasadu od 5 do 20 kg/m². Tokom zime zimovnici se moraju osvježavati vodom, redovno se mora kontrolisati količina leda (treba ga lomiti), a mora se pratiti i zdravstveno stanje (pri velikoj gustini, lakše se javljaju oboljenja). Zbog ovoga, prezimljavanje mlađi u ovakvim uslovima je manje pogodno od prezimljavanja u velikim objektima (mladičnjaci i gajilišta).

Najbolje je prezimljavati jednogodišnju mlađ u mladičnjacima (u kojima su i gajeni), a u rano proljeće izloviti sve i nasaditi u veće objekte. U ovakvim uslovima mladičnjaci bi bili bez vode do nove generacije mlađi stare jedan mjesec, tj. do pred kraj juna. Na isti način se organizuje i zimovanje dvogodišnje mlađi. Pri ovakvoj organizaciji zimovanja dobro je svake godine mijenjati objekte zimovanja.

Uspjeh preživljavanja tokom zime najviše zavisi od toga u kakvom stanju će ribe prezimiti taj period. Zbog mogućnosti više načina preživljavanja, s obzirom na ishranu, tokom zime ribe mogu preživljavati u tri fiziološka stanja:

1. Normalno stanje, kada uzima hranu, a u tijelu se odvija standardni metabolizam;
2. U stanju fiziološkog gladovanja, koje se javlja pri veoma niskim temperaturama i predstavlja normalno stanje – gladovanje (ne uzima hranu) i tada se u organizmu odvija samo bazalni metabolizam (vrše se najnužnije funkcije, održavanje krvotoka, rad unutrašnjih organa: bubrezi, mišići za disanje, žlijezde i sl.);
3. Stanje nefiziološkog gladovanja je stanje kada nema dovoljno hrane, a temperaturni uslovi su povoljni za ishranu (uzimanje hrane). Ovo stanje za ribe koje prezimljavaju nije normalno. Nije potpuno jasno pri kojim temperaturama nastupa fiziološko, odnosno nefiziološko stanje.

Sva ova stanja preživljavanja zavise od uslova u zimovalištima, a koja su pod snažnim uticajem temperature. Kako su ribnjaci malih dubina, dolazi do snižavanja temperature, što za posljedicu ima i negativni uticaj na druge organizme, a to dovodi i do nestašice prirodne hrane. Tokom ovog perioda, ako uzimaju hranu, šarani za ishranu koriste samo bentoske organizme. Šarani koji se hrane tokom zime imaju najbolje preživljavanje i iz ovog perioda izlaze sa dobrom kondicijom. Da bi uzimali hranu, temperatura vode ne smije da padne ispod 4°C, što ujedno predstavlja najveću temperaturu na dnu, tokom perioda kada je površina zamrznuta. Ako temperatura padne ispod ove vrijednosti, ribe padaju u stanje fiziološkog gladovanja. Za preživljavanje u specijalizovanim zimovnicima ribe treba da su krupnije i da su u dobroj kondiciji (nema dovoljno hrane). U specijalizovanim zimovalištima (služe samo za zimovanje) sa povoljnim temperaturnim uslovima ribe su izložene nefiziološkom gladovanju. Konzumna riba koja je namijenjena za tržište u rano proljeće (u vrijeme hrišćanskih praznika) mora biti smještena u zimovnicima. Da bi uslovi u prostorima za zimovanje bili povoljniji, obavezno je obezbijediti cirkulaciju vode koja uz povoljniju temperaturu donosi i vodu bogatu kiseonikom. Za normalno preživljavanje potrebno je da u zimovnicima bude 4-5 mg/l kiseonika, mada ribe mogu preživjeti i sa svega 1 mg/l. Ribe najčešće uginu usljed nedostatka kiseonika. Voda koja sporo cirkuliše je povoljnija za preživljavanje.

Gajenje konzumne ribe

Ribe za konzum (u tovilishtima), radi boljeg iskorištenja proizvodnog potencijala ribnjaka, nasaduju se u polikulturi. Gajenjem konzumnih riba u monokulturi ne koriste se svi potencijali ribnjaka, pa je ono rijetko, obično kada se gaje isključivo na vještačkoj hrani. Gajenje konzumnih riba u tovilishtima predstavlja najjednostavniji uzgojni dio u proizvodnji riba. Tovilišta obično čine od 70 do 80% od ukupne površine, mogu biti jedinstvena vodena tijela (0,35–150 ha) ili podijeljena na više manjih djelova. Dubina tovilista varira, rijetko je manja od 1,2 i dublja od 2,2 m. Dubinu ovih vodenih tijela određuje nekoliko faktora, kao što je konfiguracija terena, vrsta zemljišta, nivo dovodne vode i sl. U zavisnosti od prirodne produkcije i drugih ekoloških faktora, kao i gustine nasada, u ovim sistemima se može proizvesti čak i do 5.000 kg po hektaru. U našem okruženju u ovim gajilištima se obično proizvodi od 500 do 2.500 kg/ha. Već je istaknuto da se gajenje konzumne ribe vrši u dvogodišnjem ili trogodišnjem ciklusu, tj. pune dvije ili tri godine od mrijesta do proizvedene konzumne ribe. U dvogodišnjem ciklusu tovnje jedinice šarana obično postižu prosječno do kilogram i po, a u trogodišnjem postižu završnu težinu veću od dva kilograma. Sezona gajenja riba u ovim ribnjacima se završava u kasnu jesen, prije nastupanja hladnih dana (kraj oktobra).

Ribe se u tovilišta ili gajilišta naseljavaju u rano proljeće. Prije nasađivanja je potrebno da se sprovedu sve potrebne aktivnosti koje služe za pripremu ribnjaka. Jedna od pripremnih radnji je i isušivanje i čišćenje ribnjaka i smatra se da što duže tovilište bude suvo, postižu se bolji rezultati. Isušivanjem se uništavaju neželjene divlje vrste riba, poboljšava struktura i hemijski sastav zemljišta, zdravstveni uslovi i sl. U tovilištima se sprovedu sve aktivnosti, kao i gore navedene aktivnosti za objekte u kojima se proizvodi mlad.

Kada se šaran proizvodi, gaji, u monokulturi se, u pravilu, u objekte nasađuju četiri uzrasne kategorije. To iz razloga da bi iskorištavanje hrane, kako prirodne tako i vještačke, bilo bolje. Količina dodatne hrane se obično kreće od 2% do 4% na ukupnu masu (težinu) ribe u objektu. Koeficijent konverzije je oko dva-tri, što znači da za jedan kilogram prirasta treba dva-tri kilograma hrane. Količina dodatne hrane je direkto uslovljena količinom prirodne hrane i temperaturnim uslovima, pa je pri siromaštvu prirodne hrane i povoljnim temperaturnim uslovima (oko 25 °C) ona znatno veća, čak i do 5%. Pri višim temperaturama (28–30 °C) količina hrane se smanjuje, obično maksimalno do 3%.

Uobičajeno je da se konzumni šaran hrani jedanput dnevno, i to obično u jutarnjim satima. Hrana se postavlja na stalna mjesta, koja su vidljivo označena u objektu. U zavisnosti od veličine, površine objekta, ima ih više, a hrana se postavlja na dubini najmanje jedan metar, da bi bila bolje zaštićena od ptica.

Gajenje šarana u polikulturi vrši se češće i smatra se da se postižu bolji ekonomski rezultati. Iskorištavanje svih prehrambenih niša u ribnjaku, pogotovo u tovilištu, nije moguće ako se naseljava samo šaran, krap. Već nakon prve godine, krap ne može da koristi sitne planktonske organizme, pa se u tovilišta radi korištenja ove prehrambene baze naseljavaju tolstolobici. Takođe, šarani vrlo malo koriste biljnu komponentu, pa se ubacuje bijeli amur, koji se hrani samo njom. On ujedno sprečava ili umanjuje obrastanje obala i kontroliše rast submerzne vegetacije.

Da bi se što bolje iskoristili svi prirodni resursi, postoji više prijedloga („recepta“) o količini, veličini i dr. za nasađivanje po jedinici površine (obično na ha). Svi ti prijedlozi su bazirani na nekoliko osnovnih faktora koji utiču na produktivnost, pa su različiti za slaboproduktivne, srednjeproduktivne i visokoproduktivne ribnjake. Takođe, količinom i strukturom (vrstama) može se projektovati željeni prinos, na primjer oko 4.000 kg ili 3.000 po hektaru. Evo jedne varijante koju predlaže Turk (1982) u projekciji 3.000 kg po hektaru:

Tabela 12. **Struktura riba u ribnjaku dobre produktivnosti po Turk (1982)**

Vrste	Težina u g/kom	kom./ha	kg/ha		kg/he
Šaran	40	1.700	68	1,10	1.683
B. amur	350	300	105	2,00	540
B. tolstolobik	400	300	120	2,00	540
S. tolstolobik	500	100	50	3,00	270
Linjak	40	100	4	0,25	22
Som	80	30	2,4	1,10	30
Smuđ	50	30	1,5	0,40	10
Ukupno		2,560	350,9		3.095

Ovaj primjer broja vrsta i njihovog učešća u ribnjaku u uslovima Crne Gore bio bi pogodan za područje Crnomorskog sliva, dok je za slivno područje Skadarskog jezera sastav vrsta neprihvatljiv zbog specifičnog biodiverziteta u ovom području. Struktura vrsta koja uključuje i štuku neprihvatljiva je za sliv Skadarskog jezera.

Izlovljavanje riba iz ribnjaka vrši se potpunim ispuštanjem vode. Ako se ribe ne spremaju u zimovnike, totalni izlov se vrši u martu, početkom aprila ili pak od kraja tog mjeseca.

Radi snabdijevanja tržišta tokom ljetnih mjeseci, ribe se love raznim mrežama, a obično se postavljaju gdje se postavlja i hrana. Nakon jesenjeg izlova (Sl. 125) riba se čuva u zimovnicima, gdje se odmori i očisti od hrane. Tako postaje pogodnija za manipulaciju prilikom transporta i prodaje.



Slika 125. **Izlovljene ribe, oprane i spremne za transport**

Ishrana riba i potrebna količina hrane

Već je istaknuto da se uglavnom sprovodi poluintenzivno gajenje, što znači da se u najvećoj mjeri, uz prirodnu hranu (prvenstveno fito i zooplankton, bentos), riba hrani i dodatnom hranom. Riba se najčešće prihranjuju (hrane) žitaricama (ječam, pšenica, raž, kukuruz), zatim krmnom smjesom, koncentrovanom – peletiranom i ekstrudiranom hranom i sl. Produkcija prirodne hrane zavisi od sprovedenih agrotehničkih mjera, a u ribnjacima se formira u prirodnim procesima. Najintenzivnija produkcija ostvaruje se tokom proljećnog perioda, tj. kada se ribe tek nasade u ribnjake, što je vrlo važno. Ova se hrana najbolje iskorištava ako se u ribnjaku nasadeju

razne uzrasne klase jedne vrste ili vrste različitog spektra ishrane. Tako na primjer planktonsku zajednicu koriste tolstolobici, bentos šaran i linjak, vegetaciju amaur, a divlja riba predstavlja hranu za soma, smuđa i štuku.

Kako se ribnjaci nasađuju većim brojem jedinki ili znatno većom gustinom od prirodnih zajednica, neophodno je da se vrši prihranjivanje (dodatna hrana), a intenzitet prihranjivanja znatno utiče na konači prinos. Na izbor dodatne hrane uglavnom utiče cijena i hranljivost, a u krajnjem ekonomska rentabilnost. Po nekim autorima, odnos dodatne i vještačke hrane je 1 : 1, po drugima treba davati znatno više dodatne hrane. Povoljna okolnost je što šarani dobro uzimaju dodatnu hranu. Ishrana riba sa dodatnom hranom (i prateće aktivnosti) predstavlja glavnu aktivnost na ribnjaku tokom gajenja. Količina dodatne hrane se obračunava na osnovu ukupne težine riba u pojedinim objektima, a kompletan utrošak tokom gajenja se planira na osnovu planirane i očekivane ukupne količine, odnosa prinosa.

Vrijeme ili uslovi u ribnjaku kada se riba počinje hraniti dodatnom, vještačkom hranom relativno su neusaglašeni i baziraju se na temperaturi vode, pa je po nekima to kada se temperatura trajno poveća iznad 12 °C, a po drugima kada dostigne 16°C. Ovo u umjerenom klimatu znači da se riba prihranjuje od aprila do kraja oktobra. Kako se količina hrane povećava sa porastom temperature, tokom avgusta se dodaje najveća količina i po nekim podacima iznosi oko trećinu ukupno planirane hrane. Najmanje se hrane dodaje u aprilu i oktobru, oko 5% predviđene količine. Prirodnom hranom ribe se počinju hraniti već pri temperaturi 5-6°C, tako da u jednom značajnom periodu koriste samo nju, što se pozitivno odražava na rast. Produkciju prirodne hrane treba kontrolisati i kada se utvrde manje količine, treba vršiti prihranjivanje. Kada se utvrdi manja produkcija hrane, jedna od mjera njenog povećanja je i agrotehnička mjera đubrenje. Prije izvođenja ove mjere neophodno je proučiti fizičko-hemijske i biološke osobine, pa tek na osnovu njih vršiti đubrenje, odnosno odrediti kvalitet, količinu i dinamiku ove mjere. Ovom mjerom se znatno i vrlo brzo povećava primarna produkcija, preko nje kasnije i sekundarna (bentos), a u konačnom povećava se prinos ribe.

Đubrenje ribnjaka koje se ne vrši na bazi istraživanja stanja u vodi (nekontrolisano) može imati i negativne posljedice. Posebno se mora voditi računa da unižeta količina ne izazove prekomjernu produkciju, tzv. vodeno cvjetanje, što se lako dešava tokom ljetnih mjeseci. Koeficijent konverzije ili utrošak hrane za kilogram prirasta iznosi od 2,0 do 3,5.

Prihranjivanje ili ubacivanje vještačke hrane može se vršiti ručno ili pomoću automatskih hranilica. U oba slučaja dodatnu hranu treba postavljati (ubacivati) na stalna mjesta. Kada se vrši ručno hranjenje, sprovodi se na stalnim mjestima, koja su označena fiksnim kocima ili usidrenim plovcima. Označena mjesta su obično duboka od metar do metar i po, što omogućava zaštitu od vodenih ptica. Broj takvih mjesta (hranilišta) određuje se prema veličini ribnjaka i intenzitetu proizvodnje, od-

nosno shodno gustini. Za ribnjak koji ima površinu od 10 ha i oko 10.000 komada šarana, potrebna su tri hranilišta. Automatskim hranilicama opslužuje se tri puta veći broj riba.

Dodatnu ili vještačku hranu možemo podijeliti na dvije ili tri grupe. Jednu grupu čine žitarice koje uglavnom obezbjeđuju ugljene hidrate, dok su druga leguminoze koje imaju visok procenat bjelancevina. Leguminoze su obično soja stočni grašak i dr. i termički se obrađuju prije upotrebe. One mogu znatno ublažiti nedostatak prirodne hrane (glavni izvor proteina). Obje ove grupe hraniva možemo nazvati prirodnom dodatnom hranom. U ishrani se koristi i klasična industrijski napravljena hrana, koju u praksi zovemo vještačkom, ili koncentrovanim hranivima, a to su peleti (Sl. 126) i ekstrudirana hrana.



Slika 126. Vještačke pelete

Vještački napravljena hrana znatno povećava proizvodnju, a kao najbolja se pokazala ekstrudirana. Ova hrana je bolja jer se u procesu ekstrudiranja povećava svarljivost i kvalitet proteina soje, povećava se svarljivost skroba, uništavaju se vegetativne forme mikroorganizama. Pored toga, povećava se stabilnost i održivost pelete u vodi. To sve utiče na bolju iskoristljivost hrane.

Sastav dodatne hrane je različit za različite uzrasne klase, a razlikuju se i po strukturi. Tako se za ishranu mlađi u početku gajenja (prvih 10 dana) hrana daje u obliku emulzije i obično ima oko 50% proteina, da bi već u sljedećem periodu dodatna hrana bila u obliku tijesta i sa znatno manje proteina. Dodatna hrana za godišnjake i dvogodišnjake je zrnaste foreme (slično kao i kod pastrmki), ali različiti autori daju različito procentualno učešće gradivnih komponenti. Pojedine vrste prirodne dodatne hrane mogu biti i u izvornom obliku, termički obrađene ili ne. U Tabeli 13 daju se neki primjeri različitog sastava dodatne hrane u gajenju šarana.

Treba istaći da se navedeno odnosi na gajenje šarana, a da je tehnologija gajenja drugih vrsta kojima se naseljavaju toplovodni ili šaranski ribnjaci znatno različita. Ona se razlikuje počev od oplodnje, preko gajenja mlađi do gajenja konzuma, prvenstveno preko razlika u ishrani. U literaturi koja se detaljno bavi gajenjem riba posebno se obrađuje gajenje svake vrste i ističu specifičnosti gajenja u monokulturi i polikulturi. U ovom prikazu, zbog ograničenog obima izučavanja predmeta (po planu i programu), istaknuta su osnovna pravila za ovu vrstu ribnjaka i detaljnije opisano samo gajenje krapa/šarana kao najčešće vrste u ovom tipu uzgoja.

Tabela 13. Sastav dodatnih hraniva (briketi) I i II po Ržaničanin (1982), III po Ćirković et al. (2002)

Vrsta hrane	I	II	III
Kukuruz	36%	40%	25%
Pšenica	27%	15%	25%
Soja	18%	20%	15%
Ječam	-	20%	20%
Riblje brašno	7%	5%	-
Životinjsko brašno	9%		
Kvasac	3%		
Suncokretova sačma	-	-	5%

U cilju poboljšanja ukupne produkcije, da bi se obezbijedila zamjena za vještačka đubriva na ovim ribnjacima, gaje se perad, patke i guske. Pored toga što daju visokokvalitetno meso, druge proizvode (perje, jaja) i đubrivo, znatno doprinose suzbijanju razvoja žaba, krupnih insekata i sl.

Kontrola prirasta

Kontrola prirasta na šaranskim ribnjacima vrši se redovno kao i kod drugih ribnjaka. Uzimanje uzoraka ili lov riba vrši se obično mrežom koja se uobičajeno zove sačmarica. Ovom mrežom se može vršiti i privredni ribolov, a za sakupljanje uzoraka vrlo je jednostavna, pa njom manipuliraju samo jedan lovac. U obliku je širokog lijevka, obrubljena olovnim vijencem kuglica i baca se sa ramena. Uzorke je najlakše sakupiti na mjestima gdje se ribe hrane. Procedura utvrđivanja prirasta je ista za sve vrste riba i za sve vrste ribnjaka, kako je to već opisano (strana 144). Pored prirasta, kontroliše se kondicija, količina utrošene dodatne hrane, te zdravstveno stanje ribe i sl. Uporedo sa ovim kontrolama kontroliše se i stanje živog svijeta, osnovne karakteristike vode i sl. Mlađe uzrasne kategorije je poželjno kontrolisati svakih 15 dana, dok se prirast konzumnih kategorija kontroliše rjeđe (obično 30 ili više dana).

Sortiranje riba

Tokom uzgojnih ciklusa u šaranskim ribnjacima se u pravilu ne vrši sortiranje. Ove radnje u ovom tipu ribnjaka mogu se vršiti samo tokom premještanja riba iz jednog u drugi uzgojni sistem. Kako se obično radi o izuzetno velikim količinama ribe (veliki broj), sortiranja bi bila vrlo dugotrajna i komplikovana, pa su izuzetno rijetka.

Čišćenje ribnjaka

Održavanje higijene ili čišćenje ovih ribnjaka vrši se samo u praznim ribnjacima, mada se u pojedinim situacijama može vršiti zakrečavanje ribnjaka kada su u punom proizvodnom pogonu. Ova radnja se koristi da bi se regulisala pH vrijednost i tvrdoća vode, zatim u slučaju razvoja vodenog cvijeta, visokih koncentracija brzo razgradljivih organskih materija, kao i za potrebe saniranja nekih oboljenja riba. Već je istaknuto da se u ribnjacima bez ribe vrši detaljno čišćenje i spremanje za naredni turnus, i to predstavlja osnovnu mjeru zaštite.

Kadar i radna snaga u uzgoju

Radna snaga u velikim šaranskim punosistemskim sistemima je znatno brojnija od sistema u kojima se gaje hladnovodne ribe. Sama činjenica da se ribe gaje na ogromnim vodenim površinama (proizvede se preko 1.000 tona) ukazuje da je potreban znatno veći broj radnika, s jedne strane, kao i da je vrsta poslova neuporedivo raznovrsnija i kompleksnija na ovim ribnjacima. Na ribnjacima gdje se izlov ribe vrši na klasičan način (mrežama) potrebno je obezbijediti i dodatan broj radnika za tu operaciju. U pravilu je potrebno da za svaku tehničko-tehnološku operaciju postoji zaduženo lice, koje po potrebi obavlja i druge poslove. To znači da vozači raznih motornih vozila mogu obavljati i druge poslove, ali da za osnovnu djelatnost moraju biti specijalisti. Na ribnjacima koji imaju preko 1.000 ha i proizvode preko 1.000 t godišnje, potrebno je najmanje 40 radnika (svih profila).

Oprema (osnovna) i drugi inventar

Na ovim ribnjacima potrebna je veća i skupa oprema i ona u početku rada predstavlja veliki izdatak. Ovome treba dodati i da prateći građevinski objekti čine značajnu stavku u ukupnom budžetu svakog ribnjaka. Opremu na šaranskim ribnjacima, u zavisnosti od toga za koju vrstu poslova služi, dijelimo na: laboratorijsku i terensku, ribarske mrežaste



alate, mehanizaciju, alate i uređaje za održavanje ribnjaka i ostalu opremu. U zavisnosti od veličine ribnjaka, ova oprema je manja ili veća, ali je terenska i laboratorijska oprema neophodna samo na velikim ribnjacima.

Na malim ribnjacima poslove terenskog i laboratorijskog rada obavljaju specijalizovane institucije po potrebi ili im usluge pružaju drugi ribnjaci. Na svakom ribnjaku treba da postoji osnovna oprema kao što su: termometri, precizne vage, pribor za disekciju, razne flašice, epruvete, petri šolje, predmetna i pokrovna stakla i dr. za neke hitne slučajeve. Pojedini radnici moraju biti osposobljeni da po instrukcijama specijalista uzmu određeni uzorak. Na šaranskim ribnjacima moraju postojati odgovarajući mrežarski alati (sl. desno), koji služe za sakupljanje uzoraka (sačmarice), lov tokom ciklusa gajenja, za pregrađivanje i sl. Specifičnost ovih ribnjaka, kada je oprema u pitanju, jeste to što moraju imati odgovarajuću mehanizaciju. Ribnjaci malih površina obično nemaju potrebnu mehanizaciju, već ih pozajmljuju od drugih organizacija. Veliki ribnjaci ne mogu funkcionisati bez mehanizacije kao što su traktori (sa dodatnom opremom: tanjirače, plugovi, freze), dizalice, plovni objekti i sl. Pored toga, za održavanje velikih zemljanih površina potrebna je odgovarajuća mehanizacija, prije svih kosilice za šiblje i travu.

Na ovim ribnjacima je uobičajeno da postoje poluautomatske i automatske hranilice, skladišta za hranu, kao i spremišta za mehanizaciju. Kao i na svakom drugom ribnjaku, potrebna je sitna oprema, počev od lopata i drugih baštenskih alata, preko raznih kofa i lodni za ribu, do sitnog pribora za mrijest, pribora za popravke u objektima i brojnog drugog alata.

GAJENJE DRUGIH ORGANIZAMA U ŠARANSKIM RIBNJACIMA

Pored vodenih ptica, na ovim ribnjacima je moguće gajiti više različitih vrsta ili grupa organizama. Moguće je gajiti krupne planktonske organizme (*Daphnia* spp, branhiopodni račići) za ishranu drugih riba, zatim školjke, komercijalne žabe (jestive) i dr. Na njima se gaje i akvarijumske ribice, kao i razne vrste divljih riba za potrebe poribljavanja. Na nasipima se mogu gajiti ovce, koze i svinje, mada je moguće u manjem obimu gajiti i perad. U prošlosti su se zbog potražnje za perjem u velikom obimu gajile patke i guske.



KAVEZNI SISTEMI

Kavezni sistemi predstavljaju ribnjake u kojima se mogu gajiti razne vrste riba, a u pravilu se u jednom kavezu (ili jednom ribnjaku) gaji samo jedna vrsta, tj. ribe se gaje u monokulturi. Ovi su sistemi u građevinskom smislu sastavljeni od dva elementa: nosivi dio, koji drži cijelu konstrukciju (pontoni) i mreža, u koju se stavljaju i gaje ribe. U posljednje vrijeme nosivi dio ovih sistema gradi se od plastičnih cijevi, potpuno zatvorenih (Sl. 128), ali su se u prošlosti gradili od metalne buradi (Sl. 127), stiropora i sl. Ovaj nosivi dio ima funkciju da obezbijedi plutanje sistema na vodenoj površini, a istovremeno se na njega postavljaju (zakače se) mreže. Takođe, na noseće djelove se postavljaju staze (od raznih materijala) na kojima se odvijaju sve radnje vezane za gajenje.



Slika 127. Burad, nosivi dio kaveza



Slika 128. Plastične cijevi, nosivi dio

Kavezni sistemi u Crnoj Gori (pa i šire) novijeg su datuma, mada je taj način gajenja poznat od davnina u jugoistočnoj Aziji. Mogu se postavljati, tj. ribe se mogu gajiti, u morskim i slatkovodnim sistemima. Prvi ovakav sistem u Crnoj Gori je postavljen na oku Karuč i bio je eksperimentalni (postavio ga je Biološki zavod), a prvi komercijalni u slatkim vodama instaliran je na jezeru Krupac, pa zatim na Pivskom jezeru. Kavezni sistemi u našem moru postavljeni su sredinom devedesetih i uglavnom se u njima gaje dvije vrste: brancin (*Dicentrarchus labrax*) i orada (*Sparus aurata*).

IZGRADNJA RIBNJAKA – TEHNIČKI ELEMENTI

Izbor lokacija i veličine sistema

Dok se betonski (obično hladnovodni) ribnjaci grade uz brze planinske rijeke i izvore, toplovodni uz velike rijeke i kanale, kavezni sistemi se postavljaju uglavnom u većim stajaćim vodama (jezera, akumulacije – Sl. 129) ili na dubokim mjestima gdje postoji strujanje vode. To mogu biti izdašni izvori (Karučki izvori) ili djelovi rijeka, rukavci, gdje je strujanje vode snažno (Slika 130 i 131). U morskoj vodi ovi sistemi se postavljaju u prostore zaštićene od vjetrova; kod nas se nalaze u Boki Kotorskoj, dok su u svijetu uglavnom u fjordovima i lagunama.



Slika 129. Kavezni sistem na Pivskom jezeru



130. Kavezni sistem na Karuču



Slika 131. Potencijalno mjesto za kavezni sistem na rijeci Zeti

Osnovni uslov, uz dovoljnu površinu, jeste adekvatna dubina vodenog tijela u koji se postavljaju ovi sistemi. Ona određuje dubinu kaveza, a time i ukupne prinose u tom sistemu. Kada su u pitanju manje rijeke, obično je dubina oko tri metra. To iz razloga da se izbjegne mogući kontakt sa dnom, a pravilo je da oko i ispod kaveznog

sistema bude dovoljno prostora da voda lakše cirkuliše jer se postiže bolja aeracija. Prenatrpani (veći broj) i duboki kavezi mogu znatno promijeniti životnu sredinu, koja povratno negativno utiče na ribe, odnosno na cjelokupno gajenje.

U dubokim akumulacijama, kakva je kod nas na Pivska, dubina kaveza, tj. mreža, može biti i 10 m, a jedno od pravila je da veličinu konstrukcije obično prati i dubina mreža, pa najčešće imamo kombinacije 3 x 3 x 3 m, 5 x 5 x 3 m, 5 x 5 x 5 m ili 10 x 10 x 10 (ili x 5). Veličine kaveza, konstrukcije, mogu biti znatno veće od navedenih dimenzija, a mogu biti i raznih oblika (okrugli – Sl. 131, čestougaoni – Sl. 132 i dr.), ali to sve diktiraju osnovni uslovi sredine, obim proizvodnje, intenzitet gajenja, radna snaga i sl. Kavezi manjih dimenzija su praktičniji, ali neznatno povećavaju ulaganja i proporcionalno je kod njih manja iskoristljivost korisnog prostora vodenog tijela. Ovo posljednje iz razloga što između kaveza moraju postojati staze ili gazišta. Kod kaveza manjih dimenzija lakše je vršiti nasađivanje, kontrole, izlov, sortiranje, lakše je intervenirati u slučaju bolesti i sl. Kod kaveza manjih dubina lakše je održavanje higijene mreža, a u slučaju oštećenja, manji je izlazak riba u prirodnu sredinu i brže se interveniše u ovim ekscsesima.

Ukupnu površinu kaveznog sistema određuje površina vodenog tijela i njegova mogućnost, s jedne strane, da obezbijedi dovoljnu količinu kiseonika, i s druge, da apsorbuje sve nusprodukte koji se javljaju tokom gajenja (od hrane ili ribljih ekskreta). Svi kavezi u jednom sistemu moraju biti pravilno raspoređeni, tako da svaki dobija dovoljnu količinu kiseonika, pa se u velikim sistemima ostavljaju međuprostori koji se povezuju stazama. Oni zbog toga obično imaju izdužen oblik ili su pojedine baterije razmaknute, ali povezane za jednu centralnu stazu.



Slika 132. Okrugli kavezi na Pivskom jezeru

Izbor materijala Savremeni kavezi, njihove konstrukcije, odnosno noseći dio kaveza, uglavnom se grade od plastike, na primjer od PEHD cijevi (Sl. 133). Kavezni sistemi između svakog pojedinačnog kaveza treba da imaju gazišta, dovoljno široka za aktivnosti koje se odvijaju tokom gajenja. Na manjim sistemima gazišta su obično širine oko jednog metra, a kod velikih sistema znatno veći, oko dva metra ili više. U posljednje vrijeme gazišta su građena od plastike, aluminijuma i sl., pa su dugotrajni. Moraju biti od materijala koji nije klizav kada se kvasi ili mrzne.



Slika 133. Izgled nosećih konstrukcija kaveza koji je spojen u bateriji

Plastične se cijevi mogu lako spajati kada se želi proširiti sistem, odnosno dodati veći broj kaveza ili cijela baterija. Treba imati u vidu da su baterije spoj nekoliko kaveza koji su fiksirani i ne mogu se lako demontirati. To znači da od jedne baterije koja se sastoji od, na primjer, četiri kaveza, nije moguće razdvajanje i pravljenje četiri zasebne (kompletne) cjeline. Sastavljanje ili rastavljanje kaveza vrši se isključivo kada su baterije van upotrebe, tj. prazne.

GAJENJE RIBA U KAVEZKOM SISTEMU

Već je istaknuto da se u kaveznom sistemu može gajiti veći broj vrsta riba. U prošlosti se pokušalo gajenje relativno velikog broja vrsta, mada se stalno nove uvode u eksperimente, pa je eksperimentalno gajenje dosad izvedeno na oko 150 vrsta. Oko polovina njih su slatkovodne. Znatno manje vrsta se sada komercijalno gaji. U kaveznim sistemima uglavnom se gaji nekoliko grupa, kao što su šaranske vrste, pastrmke, tilapije, američki somići, i to uglavnom u autohtonim staništima.

U Crnoj Gori je pored kalifornijske pastrmke izvedeno eksperimentalno gajenje sa kanadskom potočnom pastrmkom ili zlatovčicom (*Salvelinus fontinalis*). Pored ove dvije vrste, u Evropi se intenzivno gaji atlantski losos (*Salmo salar*), a rijetko neke od alohtonih vrsta (tilapija). Gajeni losos iz kaveznih sistema prodaje se i u našim marketima.

Gajenje pastrmki

U posljednje vrijeme u Crnoj Gori u nekoliko kaveznih sistema, koji su smješteni u slatkovodnim sistemima, gaji se samo kalifornijska pastrmka (*O. mykiss*). U ovdašnjim vodama uglavnom postoje uslovi za kavezne sisteme u kojima bi se gajile salmonidne vrste. Kako se gajenje šarana obavlja u vodama pri temperaturi višoj od 14 °C (april–oktobar), naše vode (prvenstveno akumulacije) nijesu pogodne za ovu vrstu. Samo vode u Jadranskom slivu imaju zadovoljavajući temperaturni uslov, ali kako su to plitke vode, kavezni sistemi nijesu pogodni. Za toplovodne vrste su prikladniji zatvoreni, recirkularni (reciklažni) sistemi.

Već je istaknuto da se gajenje kalifornijske pastrmke (u kaveznom sistemu) odvija u monokulturi i strogo odvojeno po uzrasnim klasama. U kaveznom sistemu uglavnom se gaji konzum, rjeđe matice, a izuzetno mlade jединke. Tehnologija gajenja kalifornijske pastrmke (slično je i za druge salmonide) karakteristična je za pojedine faze razvoja i odvija se kroz nekoliko specifičnih momenata, koje podržavaju tehnički elementi. Mnogi ribnjaci nastoje, bolje rečeno upravnici ribnjaka, da naprave punosistemske, ako je moguće, jer to povećava rentabilnost. Ako uz kavezni sistem nema mogućnosti da se proizvodi mlađ (vlastito mrestilište, rastilišta i mladličnjaci), u takvim situacijama se gaji samo konzumna riba. Manje uzrasne kategorije, u kaveznom sistemu, znatno je teže odgajati iz brojnih razloga.

Uslovi za gajenje (u kaveznom sistemu)

Za gajenje kalifornijske pastrmke u kaveznom sistemu, osnovni uslovi, kao što su količina i kvalitet vode, isti su kao i kod gajenja u betonskim bazenima. Sve navedene optimalne karakteristike vode kojom se snabdijevaju klasični ribnjaci optimalne su i u kaveznom sistemu. U oba sistema količina vode određuje ukupnu produkciju na ribnjaku. Razlika je samo u tome što je kod kaveznih sistema količina vode u vezi sa veličinom vodenog tijela, a kako se često radi o stajaćim vodama, količina vode u smislu protoka ne može se odrediti.

Preporučuje se da se sistemi postavljaju u blizini pritoka ili otoka kako bi se obezbijedio kakav-takav protok ili strujanje vode. Zbog ovoga se kavezni sistemi često postavljaju direktno iznad izvora, pogotovo ako oni imaju veću izdašnost, što je slučaj sa gajenjem na Pivskoj akumulaciji ili na izvoru (oko) Karuč. Karučko oko

je mala površina, ali ima izuzetno visoku izdašnost (1.600 l/sec.), što omogućava veću produkciju.

Pored dobrog kvaliteta i količine vode (velike površine), već je istaknuto da je osnovni uslov za kavezno gajenje dubina vode. Kako postoje ili kako se mogu izgraditi mreže različitih dubina, u vodenom objektu gdje se planira gajenje mora postojati odgovarajuća dubina iz više razloga. Osnovni razlog je da mreže ne dotiču dno zbog fizičkih oštećenja, zatim kako bi ribe u njima bile optimalno udaljene od dna na kojem se taloži sediment (smanjena količina kiseonika) i kako bi strujanje vode ispod bilo optimalno. Zbog navedenog preporučuje se da su mreže u kaveznom sistemu od dna izdignute najmanje jedan do dva metara, što zavisi od izvora i pravca strujanja vode. To je razlog što su duboka vještačka jezera idealna mjesta za kavezne sisteme. U našim uslovima vještačka jezera su uglavnom oligotrofna, što je još jedna povoljnost za unapređenje gajenja kalifornijske pastrmke u kaveznim sistemima.

Sortiranje riba

Naprijed je istaknuto da je sortiranje pastrmki vrlo važno u tehnologiji gajenja, jer se postiže pravilan rast i ishrana, tako da ribe istovremeno dopijevaju za tržište. Prije nasadivanja ribe u kavezni sistem, ona mora biti dobro sortirana. Riba koja se ovako gaji, gaji se kratak period, i na mnogim ribnjacima se ne vrši sortiranje. Ovo je izuzetno važno u gajenju u kaveznim sistemima jer za sortiranje treba veći prostor i ulažu se znatno veći naponi nego pri sortiranju u klasičnim ribnjacima. U kaveznim sistemima je ponekad potrebno sortiranje neposredno pred prodaju, ako se primijeti neravnomjeran rast, jer veličine koje odlaze u prodaju, u pravilu, moraju biti ujednačene. Ovo ujedno omogućava da se manje jedinke vrata u sistem i da se dovrši njihov tov do konzumnih veličina (slično kao i u betonskim ribnjacima), koje će postići za kratko vrijeme, a maksimalno za 30 dana. Potreban je kratak period jer ribe većih uzrasta, posebno pri kraju turnusa, brzo dobijaju na težini, pa mogu imati prirast jedan-dva grama dnevno. U zavisnosti od primijenjene tehnologije, uslova sredine, posebno temperaturnih uslova, u kaveznim sistemima tokom jednog turnusa veliki procenat riba može porasti do konzumnih veličina za oko 150 dana. Zbog niza faktora (olakšavajućih okolnosti) gajenje tovnih kategorija je najlakše i najjednostavnije, pa se uzgajivaču u početku bavljenja ovim poslom upravo preporučuje gajenje samo ribe za konzum. Takođe, gajenje ove kategorije se preporučuje kod malih porodičnih ribnjaka koji nemaju stručni kadar.

Kada se ukaže potreba, za sortiranje se koriste automatski i ručni sortirači. Kod malih ribnjaka ili kaveznih sistema dovoljni su ručni aparati (Sl. 115) sa nekoliko rešetaka raznih veličina. Veliki automatski sortirač (Sl. 115) nije moguće koristiti na kaveznom sistemu zbog velikih dimenzija, pa se koristi samo na tvrdom terenu. To znači da bi ovaj sortirač morao biti instaliran na obali.

Nasađivanje i gustina nasada

Da bi se procijenio optimalni broj ili gustina u pojedinim (ili ukupno) kavezima/bazenima tokom prvog nasađivanja, potrebno je uzeti u obzir nekoliko faktora. Pored osnovnih fizičko-hemijskih, ili kvaliteta i količine vode, jedan od njih je iskustvo ekipe koja rukovodi i radi na ovom sistemu. To je i vrijeme kada se počinje sa radom, odnosno ekološke prilike koje će biti u vodenoj sredini tokom gajenja. Kako je u ovim sistemima moguće ostvariti dva turnusa konzumne ribe, važno je u kom se periodu godine sprovodi jer su mnogi uslovi, prije svih temperaturni, različiti tokom godišnjeg ciklusa. Bez obzira na sve ove varijabilnosti, prilikom prvih ribarstvenih aktivnosti u ovim i sličnim uslovima predlaže se manji obim kako bi se smanjio rizik, a ako se pokaže da gajenje teče bez problema, mogu se uključiti veći kapaciteti. Preporučuje se da se za početak gajenja izbjegne vrijeme minimalnog vodostaja, pogotovo u plitkim sistemima, a u akumulacijama i tokom ljetnjeg perioda, kada može doći do povećanja temperatura iznad 20°C, a to je obično u julu i avgustu.

Potrebne količine mlađi računaju se na bazi kubnog metra, što znači da kavez kvadratnog oblika 5 x 5 m, a koji ima dubinu mreže od tri metra, ima ukupnu zapreminu od 75 m³ (5 x 5 x 3 = 75 m³). Prema tome, na primjer, sistem od dvanaest kaveza ima ukupnu zapreminu od 900 m³ (75 x 12). Za početak rada, ili za prvi turnus, preporuka bi bila da se nasadi gustina od 120 komada/m³, što znači da je za jedan kavez potrebno 9.000 komada mlađi, a cijeli sistem od 12 kaveza treba 108.000 komada mlađi. Ova količina mlađi na kraju turnusa, kada postigne konzumnju veličinu, daje ukupnu količinu od 27–30 tona konzumne ribe. U dva godišnja turnusa ukupna količina prinosa je između 55 i 60 tona. Da bi se postigli ovi ukupni godišnji rezultati, riblja mlađ treba da bude većih uzrasnih klasa, odnosno teža, pa se za dva turnusa preporučuje da individualna težina bude 30–50 grama. RIBE ovih dimenzija mogu do konzumne veličine porasti za manje od pet mjeseci tova. Uzimajući u obzir jedan turnus, sa preporučenom količinom (108.000) i veličinom mlađi (oko 40 grama), proizilazi da treba ubaciti ukupno od 4.000 do 5.000 kg. To znači da bi očekivani prirast bio oko 25 tona po jednom turnusu. Potpuno precizna kalkulacija se može uraditi samo na bazi precizno utvrđenih prosječnih veličina mlađi kojom bi se vršilo naseljavanje kaveza. Navedeni podaci su jedan primjer za početak rada, ali se na kraju turnusa procjenjuje da li postoje mogućnosti za povećanje proizvodnje, a u vezi sa tim i rentabilnosti. Da bi se što preciznije izvršila procjena, preporučuju se ozbiljne kontrole i poštovanje hranidbenih pravila, a na kraju i finalna kontrola rasta da bi se utvrdilo: ukupno zdravstveno stanje, mortalitet, individualni prirast, brzina rasta, odnos prirasta u dužina i težina (WLR – odnos), kondicioni faktor, koeficijent konverzije (pojedinačni i ukupni) i neki drugi parametri koje odredi tehnolog. U kaveznim sistemima je najmanja smrtnost, najčešće ispod 10%, a razlog su uglavnom povrede.

Ishrana riba i potrebna količina hrane

Već je istaknuto da se sve salmonidne vrste hrane dodatnom ili vještačkom hranom, kao i da su u prošlosti salmonide često hranjene prirodnom hranom, kao što su: ribe, otpad iz ribarskih fabrika, otpad iz industrije mesa, posebno meke iznutrice. Međutim, salmonide se ne hrane živom hranom i u betonskim salmonidnim ribnjacima nema (ne smije biti) prirodne hrane, tj. živih organizama. U kaveznom sistemu je za očekivati da kroz mreže ulaze divlje vrste. Ekscesno se mogu naći veće količine, koje mogu imati više negativnih efekata nego pozitivnijih (prenose bolesti, koriste hranu i sl.).

Takođe je istaknuto da vještačka hrana ima sve potrebne komponente neophodne za pravilan i uspješan rast i uzgoj riba i ista vrsta se daje ribama u kaveznom i betonskom ribnjaku. I za ishranu u kaveznim sistemima hrana se nabavlja od dva najpoznatija proizvođača: „Skretting“ i „Biomare“. I u ovim sistemima se sa ovom hranom može postići koeficijent iskorištenosti od 1 : 1 (1 kg hrane daje 1 kg mesa). Pri intenzivnom gajenju u kaveznom sistemu količina hrane se precizno izračunava, a potrebne količine obračunavaju se pomoću prethodno razrađenih tabela, i to za kraći period vremena, otprilike 15 do 30 dana. Na manjim sistemima hranjenje riba se obavlja ručno, a na velikim i/ili automatskim hranilicama. Na crnogorskim kaveznim gajilištima hranjenje se obavlja ručno.

Ukupna količina potrebne hrane za ishranu određene kategorije za jedan dan ili za jedan mjesec (dnevni, odnosno mjesečni obrok hrane) izračunava se, takođe, u procentima (%) od težine date kategorije ribe u kavezu. Zbog toga je u svakom intenzivnom uzgoju salmonidnih vrsta riba potrebno znati kategorije (dužinske ili težinske) i težine ribe u svakom kavezu.

Potrebna količina hrane dijeli se u dnevne obroke, a broj obroka uglavnom zavisi od temperature vode u bazenu/kavezu, od kategorije ili veličine riba (dužine, odnosno težine) i od vrste i kvaliteta hrane. Ribe se i u ovim tovilištima obično hrane dva-tri puta dnevno, prvenstveno u zavisnosti od sezone. Potrebna količina hrane se lako izračunava ako je poznata količina (kg) ribe u bazenu: jednostavnim množenjem se dobije ukupna količina na dan, odnosno dijeljenjem na broj obroka se dobije količina koja se daje odjednom. Primjer:

$1.500 \text{ kg (u kavezu)} \times 2\% = 30 \text{ kg/dan} : 3 \text{ obroka} = 10 \text{ kg po obroku}$; ovo je obračun za klasu veličine 40 grama pri temperaturi od 16°C.

Veličina peleta (zrna) kojim se riba hrani prilagođena je uzrastu ribe, kako je to već objašnjeno. U zavisnosti od ostvarenog koeficijenta konverzije, ukupni utrošak hrane za jedan godišnji ciklus pokazuje i uspjeh gajenja, pa svako povećanje koeficijenta ukazuje na slab rast, što će ukazati na niz slabosti. Eventualne slabosti će se ocijeniti na bazi završne analize, odnosno završne kontrole.

Važno je napomenuti da nema značajnijih razlika u proceduri hranjanja riba u kaveznom ili betonskom ribnjaku, jer su uslovi slični: koristi se ista hrana, ista je vrsta ribe i drugo. Za čuvanje, odnosno uskladištenje hrane, potrebno je obezbijediti odgovarajući prostor. Kako je već rečeno, prostor u kom se čuva hrana mora biti suv, mračan, čist i provjetren. Takođe je istaknuto da je hrana koja nije pravilno uskladištena i kojoj je istekao rok trajanja, pogotovo u ljetnim mjesecima, štetna, izaziva razne posljedice i može biti toksična za mlađu ribu. U kaveznim sistemima ovaj prostor se gradi na obali, u neposrednoj blizini sistema.

Kontrola prirasta

Kontrola prirasta u kaveznom sistemu je ista kao i u betonskim bazenima, vrši se u određenim vremenskim periodima u svakom bazenu/kavezu. Kontrole se mogu vršiti po potrebi ili u precizno određenim intervalima, od 15, 30 ili 60 dana. Već je navedeno da kontrola omogućava uvid u rast, utrošak hrane u tim periodima, kao i u zdravstveno stanje uzgajane ribe i njen mortalitet. I u ovom sistemu kontrola prirasta se vrši na osnovu uzoraka po istim pravilima.

Čišćenje kaveza – ribnjaka

Jedan od veoma važnih zahvata koji omogućava bolji rast, a sprečava invazije parazita i raznih bolesti na ribnjaku jeste održavanje higijene: čišćenje kaveza od uginule ribe, čišćenje mreža od algi, lišća i drugih otpadaka. Čišćenje mreža se odvija po potrebi, ali se mora redovno kontrolisati. Po potrebi se moraju izvlačiti na suvo (ribe se premještaju u rezervni kavez), sušiti i detaljno očistiti od obraštaja. Zbog ovih radnji na sistemu mora postojati više rezervnih mreža i barem jedan rezervni kavez. Nakon konačnog ili sveukupnog pražnjenja kaveza na kraju turnusa, mreže se moraju detaljno očistiti i pregledati da li ima oštećenja. Pored ovih radnji, redovno se održava hijena na gazištima i svakodnevno se sa sistema uklanjaju upotrijebljeni materijali, posebno oni koji mogu biti štetni za gajene ribe i vodenu sredinu u cjelosti. Korišteni pribor se redovno čisti i sklanja sa kaveznog sistema.

Kadar i radna snaga u uzgoju

Istaknuto je da svaki ribnjak koji ima značajniju proizvodnju (40–50 t i više) treba da ima stručno lice – tehnologa, koji pored stručnog dijela posla može da upravlja ribnjakom i da organizuje poslove. Za ribnjake značajnije proizvodnje, kakav je navedeni i opisani obim za primjer (50 t), pored čuvara i tehnologa (upravnika) potrebna su tri-četiri stalna radnika.

Oprema (osnovna) i drugi inventar

U kaveznom sistemu (proizvodnje oko 50 t) za normalno svakodnevno funkcionisanje neophodan je sljedeći pribor i oprema: dvije rezervne mreže, jedan ručni sortirač, više lodni raznih promjera otvora, jedna vaga do 100 kg, jedna do 15 kg, jedan zamrzivač, pet-šest meredova, raznih veličina i promjera mreže, jedna obična baštenska kolica, tri posude za hranjenje, više gajbi za transport ribe, dva termometra, razni sitni alati (skalpel, nož, čekić, kliješta i sl.), HTZ opreme oko pet komada, odnosno u skladu sa brojem radnika.

Za ovakav tip ribnjaka je potrebno nabaviti ručni set za brzo očitavanje nekoliko osnovnih fizičko-hemijskih parametara iz razloga preventivnog upozoravanja na mogući ili potencijalne veće promjene u životnoj sredini.

Zdravstveno stanje i preventiva

Zdravstveno stanje u kaveznim sistemima prati se čak i intenzivnije nego u klasičnom gajenju. To iz razloga što gajene ribe u ovim sistemima lako dolaze u kontakt sa divljim vrstama, koje su potencijalni nosioci raznih oboljenja, posebno parazita, koji su normalni elementi kod divljih populacija. RIBE u ovim sistemima se praktično ne liječe jer je to izuzetno složeno. Osnovna preventiva se sastoji u tome da se kupi zdrava nasadna mlad. Ona mora proći stroge veterinarske kontrole prije nasađivanja. Uz redovnu kontrolu rasta treba vršiti opšti zdravstveni pregled. Povremeno je potrebno detaljno pregledati i stanje unutrašnjih organa. Sve to doprinosi da se odgaji zdrava riba koja se može klasifikovati kao ekološki proizvod. Zdravstvenom stanju doprinosi pravilna ishrana i strogo vođenje računa o higijeni hrane i roku trajanja; hranu sumnjivog kvaliteta treba odbaciti. Svako pakovanje hrane mora imati deklaraciju sastava i rok trajanja.

GAJENJE U RECIRKULACIONIM/RECIKLAŽNIM SISTEMIMA

Akvakultura svuda u svijetu sve više postaje glavni izvor ribe za ishranu ljudi. Uporedo sa naglim razvojem, sve su vidljivija i ograničenja: takmičenje za lokacijama gdje bi se riba gajila, negativni uticaji na okolinu, opasnosti usljed bolesti, korišćenje hemikalija i lijekova, problemi vezani za dobrobit. Sve to uslovalo je da se iznalaze nove modućnosti i novi sistemi za gajenje riba kako bi se izbjegli negativni uticaji i kako bi se prirodni resursi mogli racionalnije koristiti. To znači da je neophodno uspostavljanje potpune kontrole nad procesom proizvodnje, a to je upravo gajenje ribe u zatvorenim reciklažnim vodenim sistemima – „recirculating aquaculture systems – (RAS)“. U njima voda kruži i reciklira se.

Trenutna proizvodnja u reciklažnim vodenim sistemima još uvijek je u povoju (oko 3% cjelokupne proizvodnje u Evropi), ali zbog povećane brige za uticaj na okolinu i brige za bezbjednost životne sredine, njihova popularnost rapidno raste, naročito kada su u pitanju sistemi gajenja vezani za kopnenu sredinu. Mogućnosti za uzgoj „skoro bez emisije štetnih sastojaka“ u reciklažnim vodenim sistemima su veoma velike. Istraživanja na Univerzitetu u Vageningenu su pokazala da emisije azota i hemijska potrošnja kiseonika mogu da se smanje na manje od 5% unosa preko hraniva. Zagađenost vode u reciklažnim vodenim sistemima je 15 do 20 puta manja nego kod gajenja u ribnjacima gdje se koristi peletirana hrana. Korišćenjem inovacija „pametne“ tehnologije, energetske troškovi se mogu smanjiti na 2,2 kWh/kg i direktna potrošnja vode na 40 litara/kg proizvedenih toplovodnih vrsta riba. Ipak, gajenje ribe u ovim uslovima uključuje i neka ograničenja. Prvo, početna investicija kapitala je visoka, i upravo to postavlja visoke zahtjeve na protok novca na farmi/ribnjaku. Da bi se pokazali kao isplativi, potreban je visok povraćaj novca po jedinici investicije. Potrebno je ili ostvariti visoku produktivnost po jedinici zapremine, ili visoku cijenu po kilogramu proizvedene ribe ili drugog proizvoda (rakovi). Druga prepreka jeste visoka tehnička obučanost, odnosno visoka stručnost koju uzgajivač treba da posjeduje. Prethodno pomenuto vodi ka stalnoj potražnji za povećanjem proizvodnje po jedinici zapremine vode (na primjer povećanje gustine riba), ali i potrage za daljim zatvaranjem kruga – održivosti proizvodnje. Ovo podrazumijeva rizik od akumulacije minerala, metala i metabolita koji mogu da ugroze rast, zdravstveno stanje i dobrobit riba.

Tehnologija proizvodnje ribe u recirkulacionom sistemu je relativno nova tehnologija koja u svijetu postoji nešto više od 40 godina. Koncept proizvodnje ribe u reciklažnom sistemu zasniva se na uzgoju ribe u zatvorenom prostoru u potpuno kontrolisanim uslovima. Osnovna prednost u odnosu na gajenje na tradicionalan način je proizvodnja mnogo veće količine ribe po jedinici zapremine vode, što ovaj sistem svrstava u intenzivni način proizvodnje. Druga prednost je dobijanje potpuno zdrave ribe, za razliku od riba iz ekološki kontaminiranih prirodnih vodotoka. Ovako

proizvedena riba ima i bolji mišićni tonus od ribe iz prirode ili ribnjaka sa stajaćom vodom, zato što je prinuđena da se kreće u bazenu sa promjenljivom brzinom strujanja vode.

Prednost gajenja u ovom sistemu je i uzgoj predatora u monokulturi, zatim proizvodnja u mnogo kraćem vremenu od tradicionalnog načina uzgoja. U slučaju potrebe može se lako izvršiti zamjena vrste ribe koja se proizvodi, jer se u ovim sistemima gaji veći broj vrsta. Takođe, u ovim sistemima je moguće gajiti dvije ili više vrsta riba istovremeno, ali u odvojenim bazenima. U reciklažnim sistemima u okruženju uglavnom se proizvode razne vrste jesetri (*Acipenser* spp.), smuđ (*Sander lucioperca*), evropska jegulja (*Anguilla anguilla*), štuka (*Esox lucius*) i druge vrste riba. Vrste kao krap i pastrmke, koje se uglavnom proizvode na klasičan način (naprijed opisani), mogu se gajiti u ovim sistemima. Jedini problem je kako postići ekonomsku isplativost. Komparativni primjer koji slijedi ilustruje razlike dva sistema. U dobro organizovanom klasičnom ciprinidnom ribnjaku proizvodi se do pet tona konzumne ribe (prosječne težine oko 2,5 kg) po 1 ha površine, pa proizilazi da je maksimalna gustina ribe 0,37 kg po 1 m³ vode, a u reciklažnom sistemu se na istoj površini (1 ha) proizvede 1.350 tona ribe ili 270 puta više ribe u odnosu na klasičnu ribnjačku proizvodnju.

Zahvaljujući ovako superiornoj intenzivnoj proizvodnji, širom svijeta se gaje mnoge riblje vrste (tilapija, jegulja, pastrmka, iverak/pljosnatica, sjevernoamerički grgeč, afrički som itd.), pa se postavlja pitanje za potencijalne investitore – šta, koju vrstu i koji uzrast ribe gajiti u ovim sistemima. Pored riba u ovim sistemima je postalo popularno gajenje rakova iz roda *Cherax* spp. iz Australije, kao i nekih drugih. U ovom udžbeniku uz opis osnovnih karakteristika ovog sistema, opisaće se gajenje jegulje (*A. anguilla*).

OSNOVNE KARAKTERISTIKE RECIRKULACIONOG SISTEMA

Recirkulacijski/reciklažni sistemi, kao što je već istaknuto, predstavljaju sisteme za gajenje vodenih organizama u kojim permanentno kruži voda (ista), prolazeći kroz sistem za prečišćavanje i samo rijetko se dopunjava usljed većih isparjenja. Obično je u ovim sistemima strogo kontrolisana temperatura, dovedena do optimalnih vrijednosti, radi što boljeg rasta. Za svaku gajenu vrstu se temperatura vode može dovesti do optimalnih vrijednosti. Prema tome, reciklažni ili recirkulacioni (RAS) sistemi su upravo oni ribnjaci gdje su svi osnovni faktori kontrolisani i nema rasipanja vode (ona se reciklira). Kontrola većine faktora koji utiču na rast i preživljavanje je upravo prednost u odnosu na druge ribnjake jer se u RAS-u oni mogu održavati u optimumu.

Izgradnja ribnjaka – tehnički elementi

Izbor lokacije

Za klasično gajenje (salmonida, ciprinida i sl.) neophodno je pronaći povoljno ili odgovarajuće mjesto, što znači da više faktora (blizina vodenog tijela, reljef, geološka podloga i sl.) utiče na mogućnost gradnje ribnjaka. Kod izbora mjesta za RAS sisteme ti faktori nemaju uticaja, jer oni zahtijevaju relativno male površine zemlje i male količine vode. Zbog toga su ovi sistemi pogodni u područjima gdje su zemlja i voda skupi. Oni su pogodni i u sjevernim područjima, gdje hladna klima može usporiti rast ribe na otvorenom i spriječiti proizvodnju tokom cijele godine. RAS je pogodan i u aridnim područjima zbog male potrošnje vode. Pored toga, oni se mogu nalaziti u neposrednoj blizini velikih tržišta (urbanih područja) i time smanjiti dužinu transporta i troškova prevoza, a istovremeno se tržište lako snabdijeva ribom u živom stanju. Zbog male potrošnje vode, RAS može koristiti komunalnu vodu (prethodno se dehloriše), a otpad se može ispuštati u sanitarnu kanalizaciju.

Prostor i oprema za izgradnju reciklažnog ribnjaka

Ribe se mogu gajiti u bazenima (prostor) gotovo svih oblika i veličina. Oni mogu biti pravougaonog, okruglog ili ovalnog oblika (Sl. 134). Okrugli ili ovalni bazeni s centralnim odvodima su nešto lakši za čišćenje i voda lakše cirkuliše nego u uglastim. Pravougaoni bazeni se obično grade i postavljaju sa nagnutim dnom kako bi se olakšalo čišćenje. Veličina zavisi od nekoliko faktora, uglavnom od vrste ribe i ekonomskih razloga.



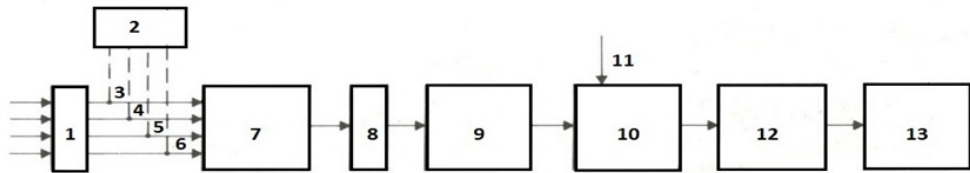
Slika 134. Dva tipa i dva oblika bazena za gajenje

Bazeni mogu biti izrađeni od betona, metala, plastike, drveta, stakla, gumenih i plastičnih folija ili bilo kojeg drugog materijala koji će zadržati vodu, a koji nije podložan koroziji i nije toksičan za ribu. Svi navedeni materijali imaju prednosti, ali i nedostatke u odnosu na druge. Tako se plastični bazeni lako mogu pomjerati i lako čistiti, ali zahtijevaju posebnu potporu za sprečavanje istezanja kad se napune

vodom. Bazeni od nerđajućeg čelika su dobri, ali mogu biti skupi. Betonski mogu biti najisplativiji za izgradnju, ali su relativno trajne i nepokretne građevine. Svi materijali moraju imati glatku površinu sa unutrašnje strane kako ne bi dolazilo do oštećenja kože i infekcija tokom kretanja riba. Pored toga, glatka površina se lakše čisti i sterilizuje. Bazeni moraju biti konstruisani tako da su usaglašeni sa kapacitetom ostalih komponenti sistema, posebno sa veličinom biofiltera.

Recirkulacioni sistem je napravljen po klasičnom principu komponovanja uzastopnih operacija, a svi njegovi sklopovi urađeni su kao dio jednog ribnjaka i nerazdvojni su. Ovaj sistem za gajenje riba i drugih akvatičnih organizama sastoji se od nekoliko glavnih djelova:

- glavni bazeni sa pripadajućim sistemom za dovod i odvod vode,
- mehanički filteri za mehaničku filtraciju čvrstih čestica od 40 do 60 μm ,
- biološki filter,
- ozonizator za dezinfekciju vode,
- UV lampe za dezinfikaciju vode i razlaganje otpada od biološkog filtera,
- uređaj za zagrijavanja vode i sl.,
- centar za upravljanje, komandni centar (Sl. 134).



Slika 135. Šematski prikaz kontrolnog sistema: 1 – Kontrolni monitori, 2 – Kompjuter za automatsko upravljanje procesom dobijanja vode konstantne temperature i saliniteta (prikazan i na slici), 3, 4, 5 – dotok zagrijane otpadne vode, 6 – dotok hladne morske vode, 7 – tank za miješanje vode, 8 – tank za UV – tretman (dezinfekciju), 9 – tank za aeraciju vode, 10 – sistem tankova za gajenje ribe, 11 – dodatna aeracija za uzgojne tankove, 12 – izlazni filter, 13 – recipijentni sistem tankova iz kojih se voda, nakon hlađenja, vraća u hemijsku fabriku (iz „Scandinavian Silver Eel AB“)

Ovaj šematski prikaz je samo ilustracija složenosti recirkulacionih sistema. Pored specifičnih djelova, sistem čine i drugi djelovi koji su prisutni u klasičnim ribnjacima otvorenog tipa. To su razne pomoćne prostorije, uređaji, alati i dr. Glavni sistem (bez pomoćnih objekata) može biti na otvorenom ili u zatvorenim prostorijama (Sl. 134). U zatvorenim prostorima moraju se obezbijediti optimalni uslovi, pa je potrebna dodatna oprema (na primjer ventilacija).

Za glavni dio ovog sistema mnogi izdvajaju biološke filtere, pa se taj dio sistema često naziva „srce“ RAS-a. Kao što naziv ukazuje, to je živi filter koji se sastoji od medija – podloge (valovitog plastičnog plašta, kuglica ili pijeska) na kojima rastu bakterije.

Za ovu vrstu proizvodnje karakterističan je niz tretmana i procesa obrade vode koji obezbjeđuju njen stalni kvalitet. Voda u bazenu prolazi kroz više sistema i faza filtracije: taložnik, mehanička filtracija, biljna filtracija, biološka filtracija, ozonizator, UV lampa. Glavni elementi filtracije su četiri faze: mehanički filter, biofilter, ozoniranje, tretman UV lampom. Ovi koraci sprovode se odjednom ili po potrebi. Nakon što voda napusti uzgojne bazene, prvo se tretira čvrsta komponenta, prije nego dospije u biofilter gdje se uklanja amonijak, a sljedeći u nizu je tretman gasova i oksigenacija, koju prati grijanje i sterilizacija. Svaki od ovih procesa može biti sproveden različitim postupcima i mašinama, ali za sve je zajedničko da na kraju moraju stvoriti zdravo okruženje za intenzivan rast riba. Niže su opisani najvažniji koraci u gajenju i kontroli u RAS-u.

Osnovni postupci gajenja u recirkulacionom sistemu

Uklanjanje čvrste faze zagađivača vode

Dvije primarne materije u vodi koje treba ukloniti jesu zaostale čestice hrane i toksične materije (amonijak) koje ribe izlučuju u vodu.

Čvrsti otpad, uglavnom feces od gajenih organizama, mora biti obrađen i uklonjen iz sistema vode gajilišta. Uklanjanjem čvrste faze smanjuje se rast štetnih bakterija, proliferacija bolesti i povećava se koncentracija kiseonika. Najjednostavnija metoda za uklanjanje čvrstog otpada je preko taložnika, gdje se čvrste čestice talože na dnu usljed relativno male brzine vode. Nakon taloženja, talog se uklanja iz sistema ispiranjem, vakumskim cijevima ili mehaničkim rotacionim bubnjem (pogodan i efikasan), koji se periodično čisti čistačima pod pritiskom.

Biofiltracija

Svi RAS sistemi zasnivaju se na biofiltraciji i konvertovanju amonijaka (nu-sprodukt metabolizma gajenih riba) u nitrate. Amonijak i nitrat su toksični za ribu. Amonijak u vodi se javlja u dva oblika: joniziran amonijak (NH_4^+) i slobodni amonijak (NH_3). NH_3 je u malim koncentracijama toksičan za ribe (poželjne vrijednosti ispod 0,05 mg/l. Nitrati su mnogo manje toksični (>100 mg/l) i mogu biti uklonjeni biofilterom za denitrifikaciju ili zamjenom vode. Konverziju štetnih jedinjenja u nitrate prevode nitrofagne bakterije. Ovaj se proces odvija u biofilteru, na supstratu koji je nastanjen bakterijskim zajednicama. Bakterije dio energije iz amonijaka koriste za svoju energiju. Redovno održavanje biofiltera je neophodno za njihovo pravilno funkcionisanje, o čemu tehnolog na ribnjaku mora voditi računa.

Oksigenacija vode

Kako je ovo zatvoreni sistem, obogaćivanje vode kiseonikom je krucijalni činilac proizvodnje koji obezbjeđuje visoke prinose i veliku gustinu nasada riba. Nivo rastvorenog kiseonika u vodi se može povećati, odnosno regulisati, kroz aeraciju i oksigenaciju (ubacivanje čistog kiseonika, tečno stanje). Pri aeraciji vazduh se upumpava raznim uređajima, od običnih pumpi za vazduh do mehaničkih propelera koji miješaju vodu sa vazduhom. Princip rada ovih uređaja sastoji se u povećavanju kontaktne površine između vazduha i vode, gdje se difuzijom povećava kiseonik u vodi. Kako je difuzija spor proces za rastvaranje kiseonika, u RAS sistemima je neophodno korišćenje oksigenatora, koji u vodu ubacuju čisti kiseonik. Količina rastvorenog kiseonika mora se konstantno pratiti da bi se održavale optimalne granične vrijednosti, a svaki manjak ili višak može izazvati uginuće ribe i smanjiti proizvodnju.

pH kontrola

Jedna od značajnih radnji u RAS-u je i permanentna kontrola pH vrijednosti vode. Ova vrijednost se održava u optimalnim granicama (5,0–9,0) koje su neophodne kako za zdravlje riba tako i za funkcionisanje biofiltera. U procesu nitrifikacije u biofilterima se smanjuje pH vrijednost (u sistemu). Regulacija pH vrijednosti kontroliše se i podešava dodavanjem krečnjaka CaCO_3 ili natrijum-hidroksida NaOH. Niska koncentracija pH dovodi do visokih koncentracija CO_2 koji je izuzetno toksičan za ribu. Ph (pH) vrijednost se kontrolise i reguliše aeracijom (u prethodno pomenutim metodama) i neophodna je u ovakvom intenzivnom uzgoju.

Kontrola temperature vode

U gajenju riba neophodno je stalno održavanje optimalnih vrijednosti temperature vode. Tako je za gajenje jegulje neophodno održavati višu temperaturu vode, jer se najbolji prinosi postižu na temperaturi između 22 °C i 26°C. Svako odstupanje od ovih vrijednosti dovodi do smanjenja proizvodnje, a više vrijednosti mogu dovesti do smanjenja rastvorenog kisika u vodi, pa i do uginuća riba. Temperatura se kontroliše podvodnim grijačima ili toplim pumpama za vodu.

Sanitarna bezbjednost

U RAS-u je prisutno niz specifičnih koraka – kontrola u gajenju, a jedna od njih je i sanitarna ili zdravstvena bezbjednost. Bolesti riba u svim ribničarskim uslovima su problem koji se zna pojaviti zbog same činjenice da se velika količina ribe uzgaja po jedinici površine. U RAS-u je znatno veća gustina nego u ostalim ribnjacima. Izbijanje bolesti može da se umanj i suzbija na razne načine. Moguće je izolovati vodu pojedinačnih bazena gdje se pojavila bolest i pristupiti izlječenju, a najbolji metod je sama prevencija i održavanje opšte higijene na farmi. Za takve potrebe na ovom tipu ribnjaka moraju postojati UV lampe koje sterilisu vodu. O ovim problemima (zaraze, bolesti i sl.) u posebnom poglavlju (strana 189).

GAJENJE JEGULJE

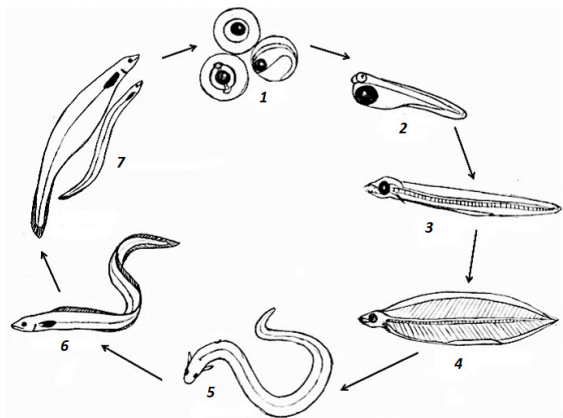
Savremeno ribarstveno gajenje jegulje obično se vezuje za Japan i drugu polovinu devetnaestog vijeka, mada se može reći da je ekstenzivno gajenje ove vrste riba u lagunama bilo poznato još starim Rimljanima. Od danas poznatih vrsta jegulja iz roda *Anguilla*, posebno su cijenjene u ribarstvu evropska (*A. anguilla*), američka (*A. rostrata*) i japanska (*A. japonica*). Ove vrste spadaju među najcjenjenije objekte ribnjačkog uzgoja, kako u mnogim evropskim zemljama tako i na Dalekom istoku (Japan, Kina, Tajvan). Na tržištu se najviše cijenila dimljena jegulja. Godišnja potrošnja jegulje u Evropi od osamdesetih godina prošlog vijeka iznosila je 15.000–20.000 tona, a riba je uglavnom dolazila iz otvorenih voda. Sada najveći dio potiče iz intenzivne akvakulture, mada se količina ribe nije mnogo povećala zbog problema u snabdijevanju mlađem.

Jegulja – *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)



Biologija i ekologija: Životni ciklus evropske jegulje, kao i drugih vrsta iz ove porodice, vrlo je složen. U slatkoj vodi provodi većinu života, a na razmnožavanje ide u more (katadromna vrsta). Putovanje traje oko godinu dana, a nakon mrijesti ugine. Migracije počinju u kasno ljeto i traju do zime, kada odrasli mužjaci i ženke, po nastupanju polne zrelosti, migriraju ka mrestilištima, koja se nalaze u sjevernom dijelu Atlanskog okeana (Sargasovo more, koordinate = N 20° 60' W). Polno sazrijevanje se obično dešava u uzrastu 6–30 godina, zavisno od pola i područja, mada su u nekim lokalitetima nađene nezrele jedinke uzrasta i preko 60 godina (ženke). Mužjaci polno sazrijevaju ranije, pri manjoj i fiksnoj veličini (oko 40 cm), a ženke kasnije i pri dužini većoj od 60 cm. Opšte je prihvaćeno da su u slatkim vodama sve jegulje ženke veće od 45 cm. U ovim vodama mogu da dostignu veličinu od 148,7 cm, težinu od 6,6 kg i starost od 85 godina (Dekker et al. 1998).

Mrijest počinje krajem zime i početkom proljeća (od februara do maja). Ženke polože do 1.000 komada ikre, dijametra oko 1 mm, na dubini od 100 do 200 m, pa i dublje, na temperaturi vode od oko 20 °C. Nakon embrionalnog razvića formira se prozirna larva (*leptocephalus*), koja nema karakteristike odrasle jedinke, već je bočno spljoštena, providna i ima oblik lista (Sl. 137). Mlade larve nošene golfskom strujom putuju prema Evropi i pred obalama Evrope metamorfoziraju u staklaste, prozirne jegulje, duge 5–10 cm. Od mrijesta do preobražaja u staklaste mlade jegulje potrebno je da prođe jedna do tri godine (ciklus razvića prikazan na Slici 136). U slatke vode migriraju potpuno metamorfozirane, dobijaju karakterističnu boju tijela, izduži im se glava i grudna peraja, uvećavaju nosnice i oči. Tu provedu najveći dio života. Kada počinju polno da dozrijevaju, mijenjaju boju u srebrnu (tzv. silvering proces), pripremaju se za migraciju, u toku koje pretrpe veliki broj transformacija unutrašnjih organa, sve u svrhu produkcije većeg broja jaja. Jegulja je noćna životinja, koja se u slatkoj vodi hrani beskičmenjacima dna (insektima, crvima, mekušcima, rakovima), ribom, ikrom drugih riba. U moru se, na putu ka mrestilištu, ishrana prekida (Tesch, 2003; Dekker, 2004; Bevacqua, 2008).



Slika 136. Rauviće (periodi) kod *A. anquilla*:
 1 – ikra, 2 – larva sa žum. kesom, 3 – pre-
 leptocefalus, 4 – leptocefalus, 5 – staklasta
 jegulja, 6 – žuta jegulja i 7 – srebrna jegulja (iz
 Knutsen, 2015: modifikovano)



Slika 137. Larva *leptocephalus*

Ekonomski značaj: U Skadarskom jezeru se lovi tokom cijele godine i predstavlja ekonomski važnu vrstu. U prošlosti se lovilo i preko 10 tona (Drecun, 1986). Najveća ulovljena jedinka u Skadarskom jezeru je imala dužinu od 107,3 cm i težinu 2.650 grama. Upotrebljava se u svježem i sušenom stanju. Cijenjena je vrsta, a velika potražnja za njom je tokom vjerskih praznika, zbog pripreme tradicionalnih jela. Od vrsta koje se love u slakovodnim sistemima predstavlja najcjenjeniju vrstu. U Crnoj Gori nema vještačkog gajenja, ali se u evropskoj akvakulturi gaji u različitim sistemima. U prošlosti se gajila u običnim kanalima uz naseljena mjesta.

U Evropi se, od osamdesetih godina, konzumira 15.000–20.000 tona jegulje godišnje. Do sredine devedesetih veći dio jegulja na tržištu je bio iz otvorenih voda, da bi od tog vremena približno polovina bila iz već dobro razvijene intenzivne akvakulture. Svuda se na tržištu posebno cijeni dimljena jegulja, koja je po cijeni prestigla čuvenog dimljenog atlantskog lososa. U prošlosti se, do sredine devedesetih, najveći dio prodavao u živom ili brzozamrznutom stanju, uglavnom ulovljen iz otvorenih voda (manji dio se gajio u lagunama). Uporedo sa razvojem gajenja jegulje dolazi do naglog pada ulova iz otvorenih voda, koji se praktično prepолоvio, tako da se i danas ukupna potrošnja jegulje u Evropi kreće oko 20.000 t/god. Zavisno od zemlje, konzumnom veličinom smatraju se jegulje teže od 50 g.

Tehničko-tehnološki elementi u gajenju jegulje

Kvalitet i potrebna količina vode

Jegulja je poznata kao jedna od vrsta što dobro podnosi kvalitet vode koja nije prve kategorije. U pogledu kvaliteta dobro podnosi vode u kojima živi većina šaranskih riba ili vodu šaranskih ribnjaka. Zbog ovih karakteristika jegulja se u otvorenim bazenima gaji u zemljanim bazenima. U otvorenim bazenima osnovni ekološki faktori su u skladu sa područjem (klimatom) u kome se nalazi ribnjak, prvenstveno temperaturni režim i faktori koji zavise od nje (O_2 i dr.). Prema tome, jegulja u pogledu opšteg kvaliteta vode nema posebnih zahtjeva, ali najbolji prirasti se postižu pri temperaturi vode između $25^\circ C$ i $28^\circ C$. Ovaj temperaturni raspon pruža mogućnost korišćenja toplih voda termoelektrana i geotermalnih izvora. Pored relativno visokih temperatura vode, jegulja, kao tipična eurihalina vrsta, u pogledu saliniteta nema ograničenja: može se gajiti od morske vode (oko 35 ‰), preko svih vrijednosti smanjenog saliniteta karakterističnih za brakične vode (obično između 10 i 25 ‰), do potpuno slatke vode. Međutim, smatra se nepovoljnim ako voda značajnije varira (više od ± 5 ‰) u pogledu ovog faktora. Jegulje se mogu gajiti u skoro svim prirodnim vodama jer podnose niske koncentracije kiseonika (1 – 10 mg/l), ali se vrijednosti ispod 3 mg/l smatraju nepovoljnim. Pri dužem boravku u vodi sa koncentracijom kiseonika od 1 mg/l jegulje počinju da „pate“, dižu se na površinu i dišu atmosferski vazduh. Na ovakvo stanje posebno su osjetljive staklaste jegulje, pa treba brzo intervenirati bilo zamjenom vode u gajilištu i/ili aeracijom vode. U kritičnim trenucima obogaćivanje vode može se vršiti tečnim kiseonikom. Jegulji odgovaraju slabo bazne vode (pH 7 – 9).

Što se tiče nitrata, njihova koncentracija ne treba da pređe 100 mg/l. Kod sistema u kojima su svi bazeni protočni, nitrati ne igraju neku značajniju ulogu, ali kod neprotočnih bazena visoke koncentracije mogu da dovedu do naglog i bujnog razvoja fitoplanktona i cijanobakterija, što može imati za posljedicu masovan pomor gajene ribe.

U recirkulacionom sistemu voda iz bazena se konstantno reciklira i ponovo vraća u bazene. U tom procesu ona pretpri složeni tretman (naprijed opisan) i pri unosu u sistem ima željene osobine, tj. optimalnu temperaturu, optimalni O_2 , bez ili sa vrlo malo CO_2 , očišćenu od azotnih jedinjenja i dr. Podzemne vode i površinski izvori su najpovoljnije vode za RAS.

U savremenom gajenju se smatra da je za intenzivno gajenje jegulje u RAS sistemima potrebno oko 50 litara za jedan kilogram godišnje. Za proizvodnju ribe na ribnjaku na godišnjem nivou za oko 12 tona jegulje potrebno je minimum 70.000 litara.

Nijedan sistem (RAS) nije potpuno „zatvoren“, pa se voda mora povremeno dodavati kako bi se nadomjestila barem ona koja ispari, odnosno dio vode se iz

sistema gubi kada se vrši čišćenje otpadnih materija. Usljed isparenja, temperatura prostorije u kojoj je RAS obično se drži 2–4 °C iznad vode bazena, kako bi se smanjila kondenzacija u zgradi, a kontroliše se preko ventilacije električnim uređajima.

Nasadni materijal i nabavka mlađi

Dugogodišnja istraživanja i pokušaji kontrolisanog mrijesta ove vrste nijesu dali pozitivne rezultate. Zbog toga se danas gajenje jegulja u cijelom sjetu bazira na mlađi, koja se u stadijumu staklaste jegulje lovi u otvorenim vodama za vrijeme migracije (Sl. 74). U većini većih zapadnoevropskih rijeka periodi migracije se u pravilu dešavaju u dva intervala, zimsko-proljećni (decembar–maj) i ljetni (jun–jul).

Kod nas se najveće količine staklaste jegulje (Sl. 138) mogu izloviti na ušću rijeke Bojane. Mlađ se lovi specijalnim mrežama za izlov staklaste jegulje, mini-kočama i sl. Pored Bojane su i priobalni vodotoci, mali potoci i rječice mjesta sa određenom (manjom) količinom mlađi. One su vrlo pogodne za stacionarne oblike izlova (klopke). Za potrebe gajenja preporučuje se mlađ jegulje koja se lovi u zimsko-proljećnim mjesecima (lovi se na različite načine) i tada se očekuju najveće količine. Od načina lova zavisi i veličina mlađi, odnosno broj komada u jednom kilogramu, a to ima veliki uticaj na krajnji rezultat procesa gajenja.



Slika 138. Staklasta jegulja

Tehnološki postupci

Izlovljene staklaste jegulje (0,25–0,30 g) u početku se nasađuju u manje tankove zapremine oko 3-4 m² radi karantinskog procesa, odnosno ispitivanja zdravstvenog stanja jedinki kako se ne bi kontaminirao ostatak proizvodnje ili u startu unijela neka bolest. Jegulje se pregledaju, i ako se utvrde bolesti, liječe se. U ovom prvom periodu se i mlade jedinke navikavaju na vještačku ishranu. Gustina nasada ove faze je oko 10-15 kg/m³. Broj staklastih jegulja u jednom kilogramu varira od 2.500 do 6.000 komada. Zbog znatnije smrtnosti (u pravilu više od 30%) preporučuju se veće gustine. Kada jegulje dostignu uzrast od 5 g, prebacaju se u juvenilne bazene, odnosno u tankove sa gustinom nasada oko 50-65 kg/m³. U tom uzrastu se hrane suvom hranom promjera jedan milimetar.

Temperatura vode u kojoj se gaji jegulja je presudan faktor za brzinu rasta, naravno, uz optimalnu hranu i ishranu. Pri temperaturi od 25 °C mužjaci jegulje od

staklaste do veličine 150 grama porastu za oko godinu i po, dok ženke za dvije godine porastu između 250 i 350 grama. Da bi jegulje uspješno rastle, količina kiseonika ne smije da padne ispod 3 mg/l. Pri optimalnim uslovima (izuzetno visok kiseonik, čisti se ubacuje u sistem), u reciklažnim sistemima može se postići prinos od 200 kg/m³ vode. Kada se u sistem ubacuje običan atmosferski vazduh, prinosi su dva puta manji.

Ishrana riba

Ishrana jegulja je u principu slična ishrani bilo koje druge vrste koja se gaji u intenzivnom sistemu. Svi poznati proizvođači hrane za ribe proizvode i hranu za jegulje („Biomare“ ili „Scretting“). Takođe, kao i kod drugih vrsta (salmonide) hrana je prilagođena uzrastu, kako po sastavu tako i po ostalim osobinama (pasta, granule i sl.). Veličina peleta treba da odgovara veličini ribe da bi je lakše gutala, čime se povećava potrošnja i smanjuje količina otpada. Da bi se povećao rast, svakodnevno se hrani po redovnom rasporedu; često



Slika 139. Hranjenje jegulja (odrasle) pastom

hranjenje (nekoliko puta dnevno) ima za posledicu bolji prirast i konverziju hrane od jednog dnevnog obroka. Distribucija hrane se vrši po cijelom bazenu, da sve jedinke dobiju potrebnu količinu, kako bi se spriječio neravnomjeran rast. U recirkulatornom sistemu mogu se koristiti automatske hranilice i/ili ručno hranjenje. Najveće razlike i najveći problem u ishrani malih staklastih jegulja (do pet grama) jeste ishrana u prvoj fazi. Gajenje staklaste jegulje traje tri-četiri mjeseca, a u početku one se hrane ikrom drugih riba, sitnijom, npr. od bakalara. Ikra se postepeno zamjenjuje peletiranom hranom i kada konačno pređe na pelete i metamorfoziraju, poprimaju izgled odrasle (žuta jegulja), počinju intenzivno da rastu i da se debljaju. Mlade jegulje se mogu hraniti gli-stama, larvama vodenih insekata, rakovima, mljevenom ribom i dr. Jegulje u uzrastu do pet grama hrane se peletima koji su veliki 0,6 mm, a od 20 do 50 grama peletima veličine 1,5 mm. Pretkonzumna riba hrani se nekoliko puta na dan peletima veličine 1,5–3 mm. Ribe u pravilu pojedu od dva do pet posto svoje tjelesne težine. Svu hranu treba da konzumiraju u kratkom vremenskom razmaku (5–10 minuta). Nepojedena hrana ne utiče samo na materijalni gubitak već i na kvalitet vode, te ugrožava dalji proces gajenja. Ako riba iznenada prestane da se hrani, potrebno je odmah provjeriti količinu amonijaka, koncentraciju kiseonika, bolesti i drugo.

Kao i kod drugih vrsta riba, hranu je potrebno zadržati svježju, a naručiti samo ograničenu količinu i čuvati je na hladnom, suvom mjestu, u kojem nema insekata, glodara i dr. Svaka vrsta hrane čuva se na specifičan način, a hrana za staklaste jegulje drži se u frižiderima.

Sortiranje

Nakon privikavanja na uzimanje hrane i pri dostizanju veličine od jednog grama, pristupa se sortiranju. Proces sortiranja je isti kao i kod drugih vrsta (izdvajaju se željene kategorije). Jedan od većih problema u gajenju jegulje je nejednak rast, što iziskuje česta sortiranja. Zavisno od tempa rasta koji je karakterističan za svaki ribnjak, potrebno je sortirati jedinke na svakih šest nedjelja kako bi se odvojile krupne od sitnijih, mada se broj optimalnih sortiranja ne može unaprijed odrediti. Sortiranje je veoma važna operacija koja sprečava pojavu kanibalizma, međusobna fizička oštećenja, zatim omogućava pravilniju i ravnomjerniju ishranu, što je sve važno radi optimalne proizvodnje. Po mnogim iskustvima sortiranje je najvažnije radi sprečavanja kanibalizma (tipični predator) jer se gustina može smanjiti i za više od 50%.

Kontrola prirasta

Tokom ili za vrijeme sortiranja potrebno je izvršiti kontrolu prirasta kako bi se preciznije odredile količine (težina i broj) po bazenima i potrebna količina hrane za tu količinu ribe. Kontrola prirasta se izvodi na uobičajen način (naprijed opisan).

Čišćenje ribnjaka

Bazeni u kojima se gaji jegulja moraju se redovno čistiti: odstranjuje se nepojedena hrana i izmet. Razlozi i način naprijed su opisani.

Kadar i radna snaga

Već je istaknuto da je u recirkulacionim sistemima neophodna visokostručna radna snaga zbog specifičnih uređaja koji su podrška ovom sistemu. U pravilu broj izvršilaca je u korelaciji sa obimom proizvodnje, a približan je salmonidnom ribnjaku. Kada se izvode u zatvorenom prostoru, potrebna je dodatna radna snaga (održavanje).

Oprema i drugi inventar

Za RAS, oprema je vrlo složena i raznovrsna. Građevinski elementi, bazeni, ranije su opisani. Ako se gajenje vrši u zatvorenim prostorijama, one moraju imati sve potrebne uređaje koji omogućavaju da se taj proces normalno odvija, kao i za rad u njemu (ventilacija i sl.). Uz osnovnu opremu koja prati svaki ribnjak, za ovaj sistem je potrebno niz specifičnih uređaja: uređaji koji upravljaju kvalitetom i karakteristikama vode, uređaj za biofiltraciju, oksigenator, mehanički rotacioni bubanj (uklanja čvrste čestice), UV sterilizator vode, sistem za vazduh, odstranjivač proteina, sistem za uklanjanje CO₂ i sistem za kontrolu kvaliteta vode. Svi ovi uređaji ili kompletan sistem koji obezbjeđuje normalno funkcionisanje nalaze se u zatvorenom prostoru, bez obzira na to da li su bazeni na otvorenom ili u zatvorenom prostoru. Za skladištenje vrlo osjetljive i kvarljive hrane potrebne su posebne prostorije, hladnjaci i sl.

BOLESTI RIBA, PREVENTIVA I ZDRAVSTVENA ZAŠTITA

Ribe su, kao i sva druga živa bića izložene različitim spoljašnjim faktorima, koji mogu da utiču na njih i njihove populacije izazivajući različite posljedice (po opšte, zdravstveno stanje), pa i smrt. U zavisnosti od vrste i intenziteta ovih uticaja, i posljedice su različite. Svi spoljašnji faktori koji utiču na zdravlje riba mogu se podijeliti u tri grupe: fizičke, hemijske i biološke. U zavisnosti od intenziteta uticaja ovih faktora, njihova manifestacija na ribe može biti jasno vidljiva ili prikrivena. Jasno vidljive promjene (morfološko-anatomske, ponašanje i sl.) obično nazivamo oboljenjima, tj. bolestima, ali u njih svrstavamo i prikrivene, makroskopski slabo vidljive, na primjer invadiranost parazitima, koje otkrivamo detaljnim analizama. Jasno razgraničavanje različitih stanja pojedinih jedinki nije moguće, pa je teško odrediti da li je riba zdrava ili bolesna. Sve vrste riba imaju više vrsta i različitu brojnost parazita, ali stanje (invadiranost) koje ne utiče na ribu (jedinku) ne smatramo bolesnim stanjem. Paraziti su prirodna pojava u/na tijelu riba, a samo njihova masovna pojava može promijeniti opšte stanje domaćina. Populaciju u kojoj povremeno uginu poneki primjerak od neke nezarazne bolesti, tj. oboljenja koje ne izaziva promjene u strukturi te populacije, smatramo zdravom.

Oboljelim ribama smatramo one kod kojih su poremećaji u fiziološkom stanju, funkciji ili građi organizma (izazvani bilo kojim faktorom), koji za posledicu može da ima značajnija i masovnija uginuća u populaciji. Promjene u ponašanju nazivamo simptomima bolesti, a spoljašnje promjene oštećenjima ili lezijama. Poremećeno stanje može trajati duži ili kraći period ili pak dovesti do uginuća. Kod riba, ali i kao pravilo, bolest se može definisati kao reakcija organizma na štetno djelovanje različitih faktora koji remete odvijanje normalnih živornih procesa, slabe mogućnost prilagođavanja i stimulišu rad odbrambenih mehanizama. Bolesti i oboljenja ribljih populacija rijetko se javljaju u prirodnoj sredini u većem obimu (u vodama Crne Gore nijesu registrovane). Bolesti izazvane biološkim agensima javljaju se uglavnom u akvakulturi i mogu imati razmjere epidemije. U prirodnoj sredini

se češće mogu javiti bolesti izazvane trovanjem različitim hemijskim agensima iz industrijskih ili poljoprivrednih djelatnosti. Ovi agensi za posljedicu imaju nedostatak rastvorenog kiseonika u vodi, visoku koncentraciju nedisosovanog amonijaka, poremećenu pH vrijednost (povećanu ili sniženu) i dr., što negativno utiče na opšte stanje organizama. U posljednje vrijeme u vodenoj sredini veliki problem predstavlja (pored organskih materija) i prisustvo teških metala (Hg, Pb, Cr, As, Co, Cd i dr.) koji pri visokim koncentracijama izazivaju poremećaje kod riba. U vodenoj sredini može doći i do poremećaja fizičkih parametara, na primjer temperature, što takođe izaziva reakciju organizma. Međutim, i ovaj faktor je najčešće posljedica rada industrijskih postrojenja.

Biološke agense obično dijelimo na krupne sistematske kategorije, virusi, bakterije, protozoe, gljivice i sl., a prema tome i bolesti koje oni uzrokuju na: virusne, bakterijske, gljivične bolesti, parazitske (protozoa i helminti) i bolesti nejasne etiologije (nekroza škrge, tumori). Kod riba u akvakulturi, pored navedenih, javljaju se bolesti usljed grešaka u ishrani (gojaznost, masna degeneracija jetre, nedostatak esencijalnih hranljivih materija u ishrani, avitaminoza) i sl.

U tehnologiji gajenja riba, kod svih tipova ribnjaka, veoma je važno, a može se reći i najvažnije, zdravstveno stanje gajenih organizama. To znači da je potrebno poznavanje osnovnih simptoma i postavljanje adekvatne dijagnoze ili greške vezane za tehnologiju. Tehnolog, kao i iskusniji radnici u gajilištu, mogu lako identifikovati osnovne simptome, kao što su nenormalno plivanje, neuobičajeno ponašanje riba, smanjena potrošnja hrane, prikupljanje oko dovoda vode i dr., a uginuća riba se brzo uočavaju. Ukoliko se primijete znaci oboljenja, vrši se rutinska kontrola i pregled (na primjer, vrši se seciranje radi utvrđivanja vrste oboljenja). Ako se pretpostavi da je u pitanju zaraza, uzimaju se uzorci i nose na laboratorijsku analizu.

U ovom poglavlju će se obraditi samo zdravstveno stanje riba koje tehnolog može da uoči i sanira, kao i da snimi i prezentira specijalizovanim stručnjacima, sakupi potrebne uzorke za analizu i iste proslijedi u nadležnu instituciju. Cilj ovog udžbenika je da se prezentuju osnovi o slatkovodnom ribarstvu koji omogućavaju edukaciju kako bi pojedinac mogao da radi na nekom od tipova ribnjaka, da organizuje, kontroliše, sagleda pozitivne i loše elemente u gajenju, uključujući sagledanje i procijenu zdravstvenog stanja. Nije cilj da se edukuju stručnjaci koji rješavaju zdravstvene probleme, jer je to složena i obimna edukacija koja se izučava posebno (veterinari). Kako neko na ribnjaku (tehnolog) mora da poznaje osnove zdravstvenog stanja, zaštite i preventive riba, na ovom mjestu se upravo prezentuje zdravstveno stanje na tom nivou.

Tehnolog u ribnjacima mora redovno posmatrati ponašanje riba i blagovremeno reagovati. Sve zdrave ribe, u zavisnosti od vrste, plivaju na specifičan način (pojedinačno ili u jatu). Tako, na primjer, ako se ribe sakupljaju oko dotoka svježe vode, ili se šarani (krapovi) sakupljaju na određenim mjestima i ne plaše se, potrebno

je uraditi analizu vode i provjeriti zdravstveno stanje riba. Otvaranje usta i gutanje atmosferskog vazduha ukazuje na nedostatak kiseonika, a pri povećanoj pH vrijednosti u šaranskim ribnjacima ribe se sakupljaju u pojasu trske.

PROMJENE NA SPOLJAŠNJEM IZGLEDU

Ribe u ribnjacima, uz redovno posmatranje dešavanja u vodi, moraju se redovno i detaljno pregledati, kako njihov spoljašnji izgled tako i stanje unutrašnjih organa i tkiva, ako se imalo posumnja da nešto nije u redu. Rano otkrivanje simptoma bolesti izuzetno je važno u akvakulturi, a zatim i postavljanje pravilne dijagnoze. Prilikom pregleda spoljašnjosti, na koži se mogu zapaziti: ektoparaziti (Sl. 140), povrede, otpadanje krljušti, ulceracije, proloferacija, tumori i hemoragije. Neke od ovih promjena mogu biti posljedica pojave parazita, povrede od predatora ili krupnijih riba u salmonidnim ribnjacima, povreda u toku mrijesta i sl. Takođe, mogu biti posljedica djelovanja patogena, na primjer *Aeromonas salmonicida*. Prilikom manipulacije ribom mogu nastati hemoragije, a kada nastanu djelovanjem parazita i bakterija, obično su u vidu malih crvenih tačkica (petehije), mada one mogu biti posljedica septikemije nakon izlaska krvnih elemenata u potkožno tkivo.

Krvarenja mogu biti izazvana i virusnim infekcijama, posebno proljetna viremija šarana. Pojavu crnih tačkica na koži uslovljava prisustvo metacerkarija određenih metilja poput *Posthodiplostomum* spp. (oko vezivnotkivne kapsule u kojoj se nalazi metacerkarija nakupljaju se melanociti).



Slika 140. Ektoparazit na ribi iz mora

Otpadanje i oštećenja krljušti mogu biti posljedica manipulacije u ribnjacima (tokom mrijesta, nasađivanja i izlova), a mogu ga izazvati i miksosporidije, pa na povrijeđenim mjestima bakterije i gljivice lakše ulaze i dovode do infekcije. Pojava ulkusa/ulcera na koži je karakteristična za eritrodermatitis krapova i furunkulozu pastrmki, a nakon ozdravljenja na koži na tim mjestima dolazi do povećane pigmentacije melaninom. Promjene boje kod riba pojavljuju se povremeno i ne moraju biti znak nekih zdravstvenih problema. Na površini kože mogu se uočiti i različiti tumori, poput papiloma, tumora bazalnih ćelija, lipoma, fibroma i epitelioma. Uvećani abdomen može, pored razvoja gonada, biti i rezultat nakupljanja tečnosti u abdominalnoj šupljini (krljušti se podignu), a otok bokova abdomena može biti znak neke parazitoze poput liguloza (nakupljanja *Ligula interstinalis*), mada i tumori u abdomenu i peritonealnim mišićima dovode do uvećanja abdomena.

Pregledom spoljašnjosti može se uočiti niz morfoloških anomalija (Sl. 141), ali i onih koje za posljedicu imaju poremećaje unutrašnjih struktura. Patološke promjene na mišićima mogu uključiti krvarenja, nekroze, upale i najčešće su izazvane

parazitima i bakterijama. U nedostatku određenih vitamina i hranjivih materija može se pojaviti miopatija (oboljenje mišića). Na očima se mogu javiti zamućenja i oštećenja rožnice kao posljedica djelovanja zagađivača i povreda, mada i sekundarnih bakterijskih i gljivičnih infekcija.



Slika 141. Oštećen abdomen kod ukljevice iz rijeke Zete, vjerovatno ektoparazit

Katarakta i ispadanje očnog sočiva mogu se javiti usljed djelovanja metilja *Diplostomum spathaceum*. Kod riba koje su izložene visokoj zasićenosti vode gasovima, u očima se mogu stvoriti mjehurići, što dovodi do sljepila.

Deformiteti skeleta i mišića su neke od vidljivijih promjena na tijelu ribe, a smatra se da razlozi mogu biti posljedica kontakta sa hemijskim kontaminirajućim materijama u fazi larve i mladunca (skolioza, lordoza, skraćenje škržnog poklopca). Ovi deformiteti su rijetki kod divljih vrsta riba. Pored toga, nagle promjene temperature tokom embrionalnog razvoja ribe mogu rezultirati deformacijama kostura, a *Myxobolus cerebralis* može dovesti do vidljivih deformacija kod pastrmki. Infekcija *Flexibacter* spp. izaziva skraćeni škržni poklopac.

Povrede na ribama Povrede ili traume riba nastaju kao rezultat djelovanja mehaničkih (Sl. 142), termičkih, hemijskih i brojnih biotičkih faktora kojima su ribe izložene. Ove povrede su česte u ribnjacima, ali se mogu javiti i u otvorenim vodama. Zbog specifične građe svojih tjelesnih organa (peraja, škrga i sl.) ribe su izložene velikim traumama i stresovima pri mrijestu, izlovu, sortiranju, nasadivanju, transportu i dr. (izazivaju ih ljudi). Stoga sve tehnološke aktivnosti koje se sprovode na ribnjaku moraju biti što kraće i preciznije. Pri radu, posebno sa mlađim uzrasnim kategorijama riba, treba izvesti preventivnu zaštitu, poput kupanja u određenim preparatima ili stavljanja antibiotika u hranu nekoliko dana prije neophodnih zahvata, čime će se eventualne povrede lakše sanirati.

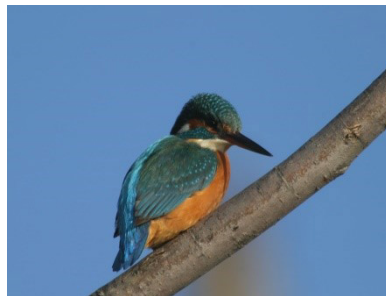


Slika 142. Povrede na tijelu lipljena (*T. thymallus*)

Pored ljudi i već navedenih ektoparazita, povrede ribama nanose sisari, piscivorne ribe i ihtiofagne ptice: čaplje, kormorani, vodomari (Sl. 143, Sl. 144). Najčešće ozljede su rane, ogrebotine, prelomi, gubitak krljušti, krvarenje i sl. Oštećena mjesta su pogodna za razvoj patogenih gljiva – *Saprolegniae*. Povrede na tijelu riba

iz prirodne sredine (Sl. 142) izazvane prirodnim agensima znatno su učestalije nego u ribnjacima, mada su u šaranskim mnogo češće povrede izazvane drugim vrstama. Povrede u salmonidnim ribnjacima (uglavnom izgrižena peraja) obično izazivaju krupne jedinke i češće se javljaju u gustom nasadu. U recirkulacionim sistemima povrede koje izazivaju ljudi veoma su rijetke, a povrede od drugih jedinki svedene su na minimum jer ribe imaju vrlo ujednačene dimenzije. Promjene ili povrede na spoljašnjosti tijela u prirodnoj sredini i u šaranskim ribnjacima mogu da izazovu različite vrste piscivornih riba, piscivornih ptica, zatim sisari i vodene zmije. U prirodnoj sredini, kakvo je Skadarsko jezero, ima veliki broj ptica koje se hrane ribom.

Na šaranskim ribnjacima to su obično dvije vrste kormorana, koje mogu da nanesu znatnu štetu, pogotovo u ribnjacima gdje se gaji riba manjeg uzrasta, i to tokom prolječne sezone (kada ptice odgajaju mlade). Vodomar (Sl. 143) je uz prirodne vode čest na svim ribnjacima, uključujući i salmonidni, a hrani se mladom ribom.



Slika 143. Vodomar – *Alcedo atthis*
(O. Vizi)



Slika 144. Siva čaplja – *Ardea cinerea*

PROMJENE NA UNUTRAŠNJIM ORGANIMA

Najčešća patološka promjena u škržnoj šupljini je hiperplazija (uvećanje tkiva) organa za disanje, a može biti posljedica zagađenja (hemijskim jedinjenjima), niskog pH, parazitskih infekcija i drugih faktora spoljašnje sredine. Kao odgovor na loš kvalitet vode i parazitske infekcije broj mukoznih ćelija se povećava, pa one luče mukus na površinu epitela radi zaštite tkiva škrga. To može dovesti do spajanja lamela, a u hroničnim slučajevima javlja se nekroza. Ona se može javiti i na unutrašnjim organima (slezini, jetri – koja izgleda anemično i žute je boje).

Patološke promjene **jetre** pojavljuju se u obliku promjene boje, otoka i krvarenja. Masna degeneracija je znak metaboličkih problema, ali i zagađenja različitim materijama. Najčešće patološke promjene **gušterače** su atrofija i nekroza, a uglavnom se javljaju prilikom septikemije. Veličina **slezine** često je povezana s infekcijom, tokom koje dolazi do porasta imunološke aktivnosti, što dovodi do povećanja samog organa. Promjene koje se javljaju na **bubrezima** mogu biti posljedica (pored

protozoa i bakterija) loše ishrane, lošeg kvaliteta vode i raznih zagađivača. Može doći do taloženja kalcijuma u lumenu bubrežnih tubula i stvaranja cisti i granuloma.

Histopatološke promjene na **gonadama** javljaju se kao upale i nekroze, a zajedno sa bakterijskim infekcijama dovode do stvaranja cisti. U **ribljem mjehuru** se mogu javiti promjene kao što su hiperplazija i upala (često povezane s parazitskim infekcijama), a ponekad se može nakupiti tečnost u mjehuru (ima neprijatan miris). Takve se ribe teško kreću, a glava im je okrenuta prema dolje (u pravilu takve ribe uginu). Na **srcu** može biti prisutno povećanje vezivnog tkiva, nekroza i masna degeneracija. Kod ribnjačkog šarana, pa i pastrmki, ponekad se može primijetiti veliki broj masnih ćelija (naslaga) oko srca i drugih visceralnih organa, što se pripisuje ishrani bogatijoj mastima. Promjena boje **krvi** je signal da je riba možda oboljela; ako je krv smeđe boje, to može biti posljedica trovanja nitritima (hemoglobin prelazi u methemoglobin). Tokom stresa, broj limfocita se može smanjiti i umanjiti djelovanje.

Simptomi koji mogu ukazati na promjene u **sistemu za varenje** mogu se pojaviti duž cijelog sistema. Kod riba iz prirodnih voda česte su promjene u usnoj duplji kao rezultat sportskog ribolova. Nakon vraćanja ulovljene ribe u vodu, u usnoj duplji ostaju oštećenja, pa se javljaju patološke promjene u vidu ulceracija i papiloma. Oštećena mjesta u usnoj duplji vrlo su podložna virusnim, bakterijskim i gljivičnim infekcijama. Ako su ova oštećenja veća (zbog nepravilne manipulacije pri vađenju udica), može doći do otežanog uzimanja hrane, pa čak i do smrti riba koje se vraćaju u vodu. Vraćanje upecanih riba je u posljednje vrijeme postalo popularno, tzv. „uhvati i pusti“, namijenjeno zaštititi riba, ali ono nije bez posljedica, pogotovo ako se ne sprovodi po pravilima.

Kod riba iz prirodne sredine, kao i kod riba gajenih u šaranskim ribnjacima, u crijevnom traktu se javljaju brojni paraziti: protozoa, metazoa, Trematoda, Cestoda, Nematoda, Acanthocephala (endohelmini) i dr. U vodama Crne Gore riblji paraziti nijesu dovoljno izučavani, a nešto više i značajnije istraživani su heminti i to endohelmini (Kažić, 1971). Proučavanje parazita uglavnom je vršeno kod ekonomski značajnih vrsta riba. Utvrđeno je da većina parazita parazitira na više vrsta i u različitim organima, a ne samo u crijevnom traktu. Na primjer *Eimeria carPELLI* parazitira u zidu crijeva, ponekad i u žučnom mjehuru riba kod većeg broja ciprinidnih vrsta, dok *Eimeria aurati* parazitira u zidu crijeva, bubregu, jetri i slezini riba, a nađena je samo kod vrste *Carassius auratus*. Mnoge vrste, kao što je cestoda *Botricephalus acheliognathi* i *Khawia sinensis*, izazivaju značajnija oštećenja na crijevima.

Paraziti slatkovodnih riba, ili njihovi razvojni oblici, uglavnom nijesu patogeni za ljude jer se ribe u pravilu (pogotovo u Crnoj Gori) konzumiraju termički obrađene. Samo neki od njih, kao što su larvalni oblici nematoda iz rodova *Contractaecum* i *Anisakis* mogu izazvati jake upale crijeva kod ljudi u slučaju konzumacije termički nedovoljno obrađene ribe.

OBOLJENJA I BOLESTI

U intenzivnom uzgoju svih vrsta riba mogu se pojaviti razne smetnje i oboljenja. Kada se pravilno odgoji mlad i vrši manipulacija njim, ove bolesti se u pravilu ne pojavljuju. Zbog toga je izuzetno važno da se nabavi zdrav nasadni materijal, koji obavezno mora imati zdravstveni atest.

Bolesti ribe možemo podijeliti prema načinu i uzroku nastanka na: oboljenja nepravilnog gajenja i ishrane, virusne, bakterijske, gljivične bolesti, bolesti kojima su uzrok praživotinje, bolesti prouzrokovane crvima, bolesti prouzrokovane račićima, bolesti i trovanja kojima su uzrok nepovoljni uslovi sredine, kao i bolesti nejasne etiologije.

Oboljenja kao posljedica nepravilne ishrane (gajenja)

Nepravilna ishrana (pokvarena hrana, nedostatak esencijalnih komponenti i sl.) narušava metabolizam u organizmu riba, ali se rijetko događaju uginuća. Uglavnom su posljedice usporen rast i smanjen prinos, ali u većem obimu ribarsku proizvodnju to može učiniti nerentabilnom.

Hipovitaminoza (smanjeni unos vitamina) i avitaminoze (dugotrajni nedostatak) smanjuju apetit i prirodnu otpornost, izazivaju obolijevanje, pa i uginuća. U slučaju totalnog deficita u hrani i u ekstremnim slučajevima, uginuća mogu biti znatna. Najosjetljive kategorije su mlade ribe u intenzivnom porastu. U sistemima za gajenje gdje nema prirodne hrane (salmonidni ribnjaci, reciklacioni sistemi) u peletiranu hranu se moraju dodati vitaminsko-mineralni premiksi. Premiksi koji se koriste u ribarstvu moraju biti prilagođeni svakoj gajenoj vrste riba, inače efekti neće biti postignuti. U toplovodnim ribnjacima potrebe za vitaminima se zadovoljavaju iz prirodne hrane, ali i u njima se može pojaviti deficit ako se smanji prirodna produkcija.



Slika 145. Zdravi unutrašnji organi (tamno je jetra), ali previše masnoće oko crijeva

Do smanjenja količine vitamina u peletiranoj hrani najčešće dolazi zbog dugog i nepravilnog skladištenja hrane. Tada dolazi do povećanja vlažnosti i temperature, što pogoduje naglom razvoju mikroorganizama, a uz direktnu sunčevu svjetlost doprinosi brzom kvarenju hrane. Pod takvim uslovima masti se raspadaju, povećava se količina slobodnih masnih kiselina, a uz prisustvo kiseonika one se oksiduju i prelaze u peroksid (užeglost).

Bolesti se manifestuju u organima za varenje u vidu degeneracije i anemije, a karakteristično je i bubrenje epitela na naborima škržnih listića – otečeni listići škruga. Pored toga, oboljele ribe imaju oštećena peraja i kožu, zatim smanjeno uzimaju hranu, otežano dišu i imaju razmaknute skržne poklopce. Nedostatak vitamina C može izazvati iskrivljenost kičme i druge deformacije kostura.

Neadekvatno izbalansirane pelete, prekomjerno hranjenje i ishrana užeglom hranom izazivaju oboljenje jetre, koje može imati akutni ili hronični tok. Bolest se manifestuje masnom degeneracijom jetre koja nastaje zbog poremećaja metaboličkih procesa. Oboljele pastrmke su tamne – skoro crne boje, ne jedu, drže se ivica bazena i prije smrti gube koordinaciju pokreta. Uginuća mogu biti masovna. U trbušnoj duplji nalaze se naslage masti i tečnost, a jetra je povećana, trošna i jasno-žute boje. Dijagnoza se postavlja patohistološkim pregledom jetre. Sumnjiva hrana se mora isključiti iz upotrebe i odmah se poslati na analizu, a zatim se mora zamijeniti novom, ispravnom. Radi bržeg ozdravljenja treba udvostručiti količinu vitamina i davati je dok se stanje ne sanira. Osnovna preventivna mjera je ishrana peletima dobrog kvaliteta i njihovo pravilno skladištenje.

Kod riba koje se hrane žitaricama može doći do razvoja gljivica/plijesni i stvaranja mikotoksina na njima, koji imaju višestruko dejstvo. Takođe može doći i do trovanja aflatoksinima, koji su otrovni u hrani, ali i kada ih ima u vodi. Dugotrajna ishrana riba aflatoksinima dovodi do pojave tumora na organima.

Oboljenja izazvana virusima – virusne bolesti

Oboljenja izazvana stranim agensima, kao što su virusi, mogu se javiti na različitim ribnjacima i kod različitih vrsta. Metode za dijagnostiku i detekciju virusnih bolesti riba obuhvataju izolaciju virusa na kulturi tkiva, elektronsku mikroskopiju i upotrebu seroloških i molekularnih metoda. Ove složene operacije se izvode u specijalizovanim institucijama, a na ribnjaku tehnolog treba da prepozna osnovne simptome bolesnih stanja kako bi mogao preduzeti adekvatne korake ka rješavanju nađene situacije. Oboljenja, pa i ona izazvana virusima, češće se javljaju u toplovodnim ribnjacima, ali se mogu javiti u svim uslovima gajenja, jer su povezana sa gajenjem pri velikoj gustini, ali i pri pogoršanom kvalitetu vode. U strogo kontrolisanim uslovima, kao što je recirkulacioni sistem, bolesti, odnosno oboljenja, rjeđe se javljaju.

Od virusnih bolesti češće se javljaju sljedeće:

Prolječna viremija šarana (i drugih ciprinida) – karakterišu je virusni simptomi, krvarenje u trbušnoj duplji (bubreg, jetra, slezina, srce i probavni trakt) i mišićima. Ribe imaju uvećanu slezinu. Bolest s visokom smrtnošću najčešće se pojavljuje pri temperaturi vode od 15°C do 18°C. Ova bolest može uzrokovati masovna uginuća (30% do 70%), a time i ekonomske gubitke. Virus ulazi kroz škrge, gdje se umnožava, a zatim se širi kroz krvotok;

Virusna nekroza škrge – bolest šarana, srebrnog i običnog karaša. Najčešće oboljeva jednogodišnja i dvogodišnja mlađ u ljetnjem periodu (t vode 18–20°C). Glavni znak bolesti je odumiranje škržnih listića (otpadaju djelovi), a znaci se pojavljuju i u tkivu. Bolesne ribe plivaju blizu vodene površine i ne uzimaju hranu. Gubici u ribnjaku mogu biti do 70%. Oboljele ribe se liječe antibioticima, a obavezno je tretiranje vode ribnjaka hlornim preparatima (koriste se za suzbijanje bujanja fitoplanktona);

Zarazna nekroza gušterače (pastrmki) – zarazna bolest salmonida koja obično napada mlađe ribe, a inficiranost može biti i do 100%. Optimalna temperatura vode za razvoj bolesti je 10–15°C. Tijelo oboljelih riba je spolja tamnije pigmentisano, abdomen je uvećan, sa krvarenjem na ventralnoj površini tijela i peraja, a slezina, srce, jetra, bubrezi, kao i škrge, blijedi su. Imaju tipično vrtložne pokrete praćene pauzama;

Boginje riba (šarana) – javljaju se na spoljašnosti tijela u vidu lezija (bradavice ili zadebljanja bijele i sive boje), što ribama daje ružan izgled i što ujedno odbija kupce, pa na taj način nastaju ekonomski gubici. Oboljele ribe prestaju da uzimaju hranu. Bolest uglavnom nije smrtonosna, ali kod mladih riba smrtnost može biti znatna;

Virusna hemoragična septikemija (pastrmki) – predstavlja veliki zdravstveni problem u uzgoju salmonida, ali se javlja i kod drugih vrsta. Javlja se u periodu od januara do maja, kada je temperatura vode niža od 14°C. Uglavnom se pojavljuje u objektima gdje je loša higijena, loš protok vode, gust nasad, ali i kad je riba maltretirana preklasiranjem ili transportom. Bolesna riba je tamne boje i zadržava se uz ivice bazena. Mortalitet je obično do 50%. Liječenje ovog oboljenja sastoji se u sprovođenju higijenskih mjera, čišćenju ribnjačkih bazena, smanjenju gustoće i povećanju protoka vode.

Bakterijske bolesti

Dijagnoza većine bakterijskih bolesti riba vrši se skoro na isti način kao i virusnih. Kada tehnolog primijeti ili posumnja da je u ribnjaku došlo do neke zaraze, manje je bitno koliko zna da procijeni o kojoj se bolesti (vrsti) radi, već je važno da

zna dalju proceduru, odnosno kako treba postupiti u konkretnom slučaju. Bitno je da zna za institucije i stručnjake koji mogu riješiti problem i da brzo reaguje, jer se pojedine bolesti brzo šire. Neke od češćih su opisane.

Čiravost pastrmki (*Furunkuloza*) – javlja se kod pastrmki i ostalih salmonida; obolijevaju ribe na temperaturi vode preko 7°C. Postoji više oblika ovog oboljenja: preakutni, akutni, subakutni i hronični. Kod preakutnog oboljenja smrt nastupa već za dan-dva, tako da se znaci oboljenja i ne vide. Akutni oblik karakteriše se krvavim podlivima na osnovama peraja, koži, mišićima i unutrašnjim organima. Subakutni oblik karakterise se gnojnim podlivima u mišićima sa crvenim sadržajem, dok se hronični oblik javlja u mišićima u obliku dubokih čireva i rana na koži.

Oboljenje se javlja u uslovima loše higijene objekata, stresa i uopšte loše manipulacije ribama. Osnovna borba protiv ovog oboljenja sastoji se u održavanju higijenskih uslova na ribnjacima, dezinfekciji ikre i davanju furazolidona u hrani kao profilaktične mjere. Liječenje se sprovodi suflonamidskim preparatima, antibioticima i furanskim preparatima.

Eritodermatitis šarana – oboljenje koje se javlja kod riba koje su pretrpjele značajniji stres, kao što su prolječne (nasadivanje i sortiranje) i jesenje (sortiranje i izlov) manipulacije, pa se i u to vrijeme javlja. Mlađa riba je osjetljivija od starije. U ovim periodima gubici (smrtnost) mogu biti i do 50%, a znatno manjeg intenziteta može ih biti i ljeti. Oboljele ribe na tijelu imaju rane – čireve (do mišića), koje su u početku bile u obliku potkožnog krvarenja. Ribe koje su jače inficirane imaju blijede škrge, anemične su, spoljašnjost im je tamno pigmentisana, a krljušti podignute (nakostriješene). One kod kojih se jave ove karakteristike, ne preživljavaju. Kod preživjelih riba rane zarastu skoro potpuno, pa su mjesta oboljenja skoro nevidljiva.

Pseudomonoze – infekcije koje izazivaju krvarenja na koži i javljaju se kod većeg broja vrsta, pa se nazivaju pseudomonoza šarana, septikemična pseudomonoza amura, pseudomonoza kože tolstolobika i sl. Bolest se prenosi vodom, a obolijevaju ribe koje su izložene stresu. Uzrok i period (vrijeme) oboljenja slični su kao i kod eritodermatitisa. Svaka vrsta ribe ima specifične simptome, izazvane različitim vrstama bakterija, a obolijevaju u različitim periodima godine (Ćirković et al. 2002). Uglavnom se oko peraja javlja krvarenje, škrge postaju blijede, a u trbušnoj duplji se nakuplja tečnost. Od ove bolesti obolijevaju i salmonide, obično mlađ, i to pri nižim temperaturama (ispod 10 °C), a bolest je poznata kao „trulež peraja“ i smrtnost može biti vrlo velika.

Bakterijski nefritis – ima uobičajen naziv: bakterijska bolest bubrega. Obolijevaju isključivo salmonidne vrste, uglavnom u akvakulturi, ali i u prirodnim vodama. Zaraza se širi preko vode u kojoj se ribe nalaze, oboljelih riba, kao i ikrom. Oboljenje se javlja s proljeća, a inkubacija može biti veoma duga. Kod oboljelih riba oči su ispučene, škrge blijede, u osnovi grudnih peraja se javlja krvarenje i proširena trbušna duplja. Oboljele jedinke su slabo pokretne, a na koži im se javljaju mjehurići i čvorići (gnojni). Bubrež je uvećan, sa sivim čvorićima punim gnoja. Smrtnost je do 40%.

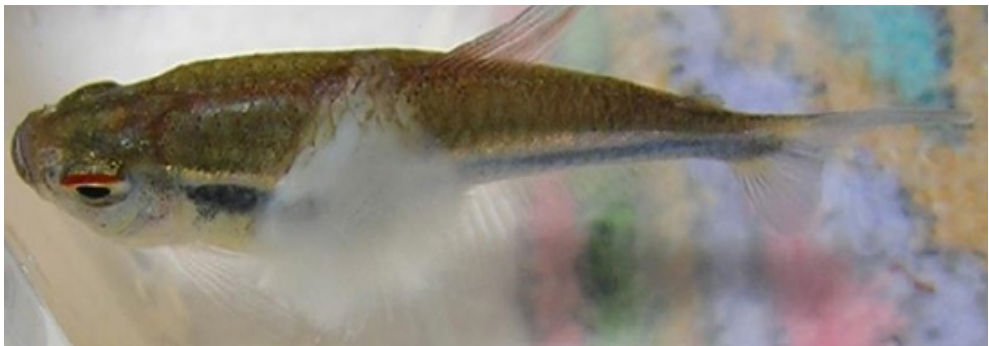
Vibroza – javlja se u svim sredinama; česta je u moru, kod salmonida, jegulja i dr., a zaraze se javljaju pri višim temperaturama (ljeti). U salmonidne ribnjake se može unijeti sirovom hranom (koja se ne preporučuje u uzgoju). Oboljele ribe imaju krvarenja na koži, oko usta, pa se zbog toga bolest naziva i „crvena kuga“. Krvarenja se javljaju i u unutrašnjim organima (slezini, jetri, bubrežima, srcu). Na škržnim poklopcima i koži na abdomenu javljaju se tamnocrvena područja.

Tuberkuloza ili mikobakterioza – bolest koja napada veliki broj riba, uključujući i morske, ribe u akvarijumu, a rijetko i kod gajenih vrsta. Ribe oboljele od mikobakterioze sporo rastu (mršave su), kasnije polno sazrijevaju i imaju smanjenu moć reprodukcije. Na unutrašnjim organima se javljaju sivkaste male kvržice ili čvorići (nekoliko milimetara), izraženiji na jetri i bubrežima.

Bolesti izazvane gljivicama

Branhiomikoze – truljenje škrga. Ovu bolest izazivaju dvije vrste gljivica. Temperatura ima jak uticaj i obično se bolest javlja u ljetnjem periodu, kada je temperatura vode iznad 20°C, mada se u blagoj formi može javiti i pri nešto nižim temperaturama, oko 15°C. Pri nižim temperaturama (premještanje u hladniju vodu) promjene na škragama nestaju za 15-20 dana. Javlja se u gustom nasadu, a napada sve vrste u toplovodnim (šaranskim) ribnjacima. Oboljevaju sve kategorije, a smrtnost može biti do 50%. Oboljele ribe su apatične, ne uzimaju hranu, sporo se kreću, idu uz obalu ili prema dotoku svježije vode. Ribe koje su preboljele infekciju imaju trajno oštećenje na škragama.

Ihtiosporidioza – poznata i kao „vrtoglavost“, napada uglavnom salmonidne vrste. Bolest se najviše pojavljuje u ribnjacima, naročito sa mladem. Oboljele ribe su tamno pigmentisane, nemirne, češu se o predmete, oboljeli organi su naduti, pa je posebno vidljiv abdomen. Jedna od preventivnih mjera je sprečavanje kontakta sa divljim vrstama. Kod riba kod kojih je zaražen nervni sistem, simptom je vrtoglavost.



Slika 146. Riba napadnuta saprolegnijom

Saprolegnioze – najčešće gljivično oboljenje kod riba. Ovo oboljenje izaziva gljivica *saprolegnia* (više vrsta) koja napada povrijeđenu i bolesnu ribu. Na oštećeno tkivo se naseli gljivica, koja postepeno prodire u mišićni sloj, sve do kosti. Tkivo izgleda kao pokriveno vatom (Sl. 146). Sprečavanje ovog oboljenja sprovodi se tretiranjem odgovarajućim kupkama (npr. blagim rastvorima formalina

Bolesti izazvane drugim organizmima

Ribe u prirodi, ali i ribe u šaranskim ribnjacima, permanentno su u kontaktu sa velikim brojem živih organizama. U salmonidnim ribnjacima one su samo do izvjesne mjere izolovane, a dobro su izolovane samo u recirkulacionim sistemima (voda se prečišćava). Oboljenja, bolesti ili bilo kakav uticaj na ribe u gajilištima, posebno u prirodi, izaziva odnosno vrši veliki broj vrsta. To su: protozoe, trematode, nematode, cestode, akantocefali, artopode, pijavice i sl.

Pored nabrojanih izazivača bolesti i negativnog uticaja na ribe, postoji i nekoliko oboljenja za koja još nijesmo sigurni šta ih izaziva. Takva oboljenja nazivamo bolestima nejasne etiologije. Na primjer, nije jasno da li zapaljenje ribljeg mjehura izaziva virus ili bakterija. Iz svega navedenog proizilazi da je najvažnija preventiva, tj. sprečavanje pojave bolesti.

Naprijed je istaknuto da na zdravstveno stanje, pa i na smrtost riba, utiču i razni fizičko-hemijski faktori, a jedan od njih je i nedostatak kiseonika. U nedostatku kiseonika ribe se koncentrišu na dovodne otvore svježe vode, a kasnije sa gornjih slojeva vode gutaju vazduh. Takvo prisilno disanje se u ribarstvu zove „pušenje ribe“ i znak je da će uskoro uginuti. Poslije smrti, ribe imaju podignute škržne poklopce i otvorena usta (Sl. 147).

Nedostatak kiseonika tokom toplog perioda u šaranskim ribnjacima sprečava se redovnom kontrolom, suzbijanjem razvoja fitoplanktona (ubacivanjem plavog kamena, hlornih preparata i zakrećavanjem) i preventivnom aeracijom. Potrebe za kiseonikom u riba su različite i zavise od vrste i starosti. Najosjetljivije na nedostatak su pastrmke i smuđ. U šaranskim ribnjacima optimalno je da O_2 ljeti bude 6–8 mg/l, a za pastrmke je normalna količina 8–10 mg/l. Pri količini od 4 do 5 mg/l kod pastrmki počinju problemi. Deficit kiseonika u ribnjacima najčešće nastaje u loše očišćenim objektima, usljed nedovoljnog protoka vode i velike gustine nasada.



Slika 147. Riba uginula zbog nedostatka O_2

O
OO

O bolestima riba postoji više pisanih dokumenata (radova i knjiga) u kojima se može pronaći znatno više podataka nego što je u ovom kratkom pregledu dato. Ovdje se ističe samo nekoliko izvora koji su napisani na jezicima susjednih naroda i država. Navedeni su po godinama izdanja:

Radojčević, M., Sofrenović, Đ. & Petrović, Z. 1978. Patologija riba rakova i školjki. Univerzitet u Beogradu. 98 p.

Stojanović–Atanacković, M. & Matzejič, M. 1995. Bolesti riba rakova i školjki. Univerzitet u Beogradu, Veterinarski fakultet. 136 p.

Ćirković, M., Jovanović, B., Maletin, S. 2002: Ribarstvo. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 359 p.

REZIME

Udžbenik „Osnovi slatkovodnog ribarstva“ namijenjen je studentima Stočarskog smjera, Biotehničkog fakulteta Univerziteta u Crnoj Gori, u cilju sticanja znanja iz hidrobiologije, anatomije i ekologije riba, kao i znanja o korišćenju prirodnih potencijala, akvakulturi i bolestima riba. Sve ovo je predviđeno Planom i programom predmeta, ciljevima i ishodima učenja. Udžbenik ima ukupno 212 strana, a sastoji se iz 6 poglavlja. Ilustrovan je sa 147 fotografija, uglavnom originalnih i 12 tabela. Na kraju je navedena citirana literature, riječnik pojmova i indeks.

Karakteristike vodene sredine su prikazane u dva dijela: prvi – voda materija i voda životna sredina i drugi dio o živom svijetu, posebno istaknuta riblja zajednica – nekton.

U drugom poglavlju obrađena je morfologija, anatomija i fiziologija riba i osnovne idioekološke karakteristike sa akcentom značaja istih za ribarstvo.

Posebno poglavlje je o biologiji nekih vrsta koje su značajne za ribarstvo, bilo kao divlje vrste i populacije, ili pak sa aspekta akvakulture. Za 25 vrsta, koje su registrovane u vodama Crne Gore date su prikladne fotografije, kako bi se iste mogle prepoznati. Ovaj dio je važan i za praktični dio nastave gdje studenti detaljnije izučavaju neke vrste. Pored ovih vrsta navedeno je još 15 vrsta koje imaju lokalni sportsko-rekreativni značaj. Nekoliko vrsta koje se gaje u ribnjacima detaljnije su analizirane u poglavlju o uzgoju. To su: *Oncorhynchus mykiss*, *Cyprinus carpio* i *Anquilla anguilla*. Za sve vrste navedena su narodna, lokalna, i latinska imena.

U poglavlju o ribarstvu u otvorenim vodama uglavnom se nalaze podaci o ribolovu u Crnoj Gori, o vrstama riba, alatima ili priboru za lov, vremenu i mjestu lova sa osvrtom na zakonske regulative. Na kraju ovog poglavlja navedene su mjere za zaštitu riba koje se koriste u ribolovu, ali i mjere opšte zaštite rijeka a time i kompletnog živog svijeta.

Poglavlje akvakultura se sastoji od 4 veća poglavlja u kojima je opisani tehnološki postupci. To su: Salnonidni ili hladnovodni ribnjaci, gajenje riba u kavezim sistemima, toplovodni li šaranski ribnjaci i na kraju gajenje u recirkulacionim siste-

mima, sa primjerom gajenja jegulje (*A. anquilla*). Kako se u Crnoj Gori gaje samo salmonide to poglavlje je bolje ilustrovano, a sve fotografije su sa naših ribnjaka.

Poslednje poglavlje je o bolestima riba, preventivi i zdravstvenoj zaštiti u kojem se kratko obrađuje samo zdravstveno stanje riba koje tehnolog može da uoči i sanira, kao i da snimi i prezentira specijalizovanim stručnjacima, sakupi potrebne uzorke za analizu i iste proslijedi u nadležnu instituciju. Cilj ovog udžbenika nije da se edukuju stručnjaci koji rješavaju zdravstvene probleme, jer je to složena i obimna edukacija koja se izučava posebno (veterinari). Kako neko na ribnjaku (tehnolog) mora da poznaje osnove zdravstvenog stanja, zaštite i preventive riba, u ovom udžbeniku se upravo prezentuje zdravstveno stanje na tom nivou.

Kako se vidi, iz naprijed navedenog, ovaj udžbenik ima za cilj i da edukuje pojedince koji će raditi ili rade na nekom od tipova ribnjaka, što će doprinijeti da ih bolje organizuju, kontrolišu, da sagledaju kako pozitivne tako i loše elemente u gajenju, uključujući i procjenu zdravstvenog stanja gajenih riba. Pridržavajući se obima i opterećenja predmeta Ribarstvo, kako je predviđeno, čitaocu se daju osnovne informacije o uzgoju riba, kako bi mogao razumjeti bazične principe. Zbog toga kroz ovo gradivo nije moguće potpuno osposobiti čitaoca da samostalno radi na ribnjaku i upravlja njime. Treba istaći da za ovaj kompleksan problem (privrednu granu) postoje posebni studiji (u zemljama u okruženju) koji školuju kompletne stručnjake – tehnologe. U koncepciji se vodilo računa o tome da čitalac dobije niz zanimljivih informacija, prije svega o crnogorskim vodama, ribama i ribarstvu, da se to što više ilustruje originalnim fotografijama, uz prioritet dat navođenju podataka iz Crne Gore i citiranju domaćih autora. Neautorizovane fotografije su iz arhive autora ili pruzete sa internet sajtova (satelitski snimci).

Na kraju udžbenika dat je popis radova (95 citiranih referenci) koji su korišteni i citirani, a koji treba da posluže čitaocima za detaljnije edukovanje iz oblasti koje ih budu zanimala.

SUMMARY

The Basics of Freshwater Fish Farming textbook is intended for students of the University of Montenegro Biotechnical Faculty's agriculture department. It aims to provide knowledge in hydrobiology, anatomy and fish ecology, as well as in the use of natural resources, aquaculture and fish diseases. All this is envisioned in the subject curriculum and the learning goals and results. The textbook is 212 pages in total, divided into six chapters. It is illustrated with 147 photos, mostly original, and contains 12 tables. A list of literature, glossary and index conclude the textbook.

Characteristics of the aquatic environment are displayed in two parts: the first – water as matter and water as a habitat and the second part about the fauna, with the emphasis on the fish population – nekton.

The second chapter addresses morphology, anatomy and physiology of fish and basic ideo-ecological characteristics, with an emphasis on their importance for commercial fishing.

A special chapter is dedicated to the biology of certain species of importance for fish farming, be it as wild species and populations or from the aspect of aquaculture. For the 25 species, registered in Montenegrin waters, there are appropriate photos in the textbook, so as to make them easy to recognise. This section is important for the practical part of the curriculum as well, where students get to study certain species in more detail. Apart from these species, 15 more are included that are of local importance in sports and recreational fishing. Several species being raised on fish farms are analysed in more detail in the chapter on fish farming. These include: *Oncorhynchus mykiss*, *Cyprinus carpio* and *Anquilla anguilla*.

The chapter on fish farming in open waters mostly contains information on fish farming in Montenegro, on species of fish, tools or fishing kits, time and place for farming, with information on laws and regulations. Stated at the end of this chapter are the measures for protecting fish used in fish farming but also general measures for the protection of rivers and, thus, the entire fauna.

The chapter on aquaculture consists of four larger subchapters containing descriptions of technological procedures. These include salmonidic or cold water fish farms, fish farming using cage systems, warm water or cyprinidic fish farms and, finally, fish farming using re-circulation systems, with eel (*A. anquilla*) farming as an example. As only salmonids are raised on Montenegrin fish farms, the chapter on this type of fish farming is better covered with illustrations and all photos used are of Montenegrin fish farms.

The last chapter is dedicated to fish diseases, prevention and health protection. It briefly elaborates on the health issues of fish, which a technician can notice and mitigate, as well as make a record of and present to experts, collect the necessary samples for analysis and send them to the competent institution. The purpose of this textbook is to educate experts tasked with dealing with health issues of fish, as it is a complex and comprehensive education, which requires a separate set of studies (veterinarians). Since someone working on a fish farm (technician) must have the basic knowledge about the fish health, protection and prevention, this textbook gives an insight exactly into that level of health expertise.

As is evident from all previously said, this textbook has the purpose of educating individuals who will work or are working on one of the previously mentioned types of fish farms, helping them organise them better, control them and grasp the positive and negative aspects of fish farming, including the assessment of fish health. Having in mind the scope and the information load of the very subject of commercial fishing, the reader is provided with basic information on fish farming, so that they can comprehend its basic principles. Therefore, it is not possible to use this textbook to fully train the reader to work on a fish farm and manage it on their own. It is important to stress that there are special studies (in the neighbouring countries) about this complex issue (industry) educating experts – technicians. While preparing the concept for the textbook, care was taken to provide the reader with a variety of interesting information, primarily on Montenegrin waters, fish and commercial fishing, cover everything with as many illustrations and original photos as possible, prioritising information from Montenegro and citing domestic authors. Non-copyrighted photos originate either from the internet (satellite images) or from the author's personal archives.

At the end of the textbook a list of papers (95 cited references) used and cited is given. They are to serve the purpose of further educating readers in areas they are interested in.

LITERATURA

- Aganović, M. 1979.** Salmonidne vrste riba i njihov uzgoj. IGKRO „Svetlost“ OOUR Zavod za udžbenike, Sarajevo, 320 p.
- Arantes, F. P., Borçato f. L., Sato, Y., Rizzo, E. & Bazzoli, N. 2013.** Reproduction and embryogenesis of the mandi-amarelo catfish, *Pimelodus maculatus* (Pisces, Pimelodidae) in captivity. *Anatomia, Histologia, Embryologia* **42** (1): 30–39.
- Atta, K. I. 2013.** Morphological, anatomical and histological studies on the olfactory organs and eyes of teleost fish: *Anguilla anguilla* in relation to its feeding habits. *Journal of Basic & Applied Zoology*, **66**: 101–108.
- Bănărescu, P. 1964.** Fauna Republicii populare Românie. Pisces-Osteichthyes, Pesti ganoizi si ososi). Academia Republicii Populare Romine. Bucuresti, 969 p.
- Bardach, E. J., Ryther, H. J. & McLarney, O.W. 1974.** Aquaculture: the Farming and Husbandry of freshwater and Marine Organisms. Wiley Interscience. 884 p. New York.
- Bevacqua, D. 2008.** A modelling approach for conservation of European eel (*Anguilla anguilla*) and related fisheries. *Univerista degli studi di Parma*. 85 p (Ph. D. thesis).
- Bird, N. C. & Hernandez, L. P. 2007.** Morphological variation in the Weberian apparatus of Cypriniformes. *Journal of Morphology* **268**: 739–757.
- Blaženčić, J. 1988.** Sistematika algi – Naučna knjiga, Beograd, 298 p.
- Byström, P., Persson, L. Wahlström, E. & Westman. E. 2003.** Size- and density-dependent habitat use in predators: consequences for habitat shifts in young fish. *Journal of Animal Ecology*, **72** (1): 156–168.
- Campana, S. E. & Thorrold, S. R. 2001.** Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understanding of fish populations? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **58** (1): 30–38.

- Castle, P. H. J. 1959.** A Large Leptocephalid (Teleostei, Apodes) from off South Westland, New Zealand. *Transaction of the Royal Society of New Zealand*. **87** (1, 2) :179-184.
- Coombs, S., Janssen, J., & Webb, J. F. 1988.** Diversity of Lateral Line Systems: Evolutionary and Functional Considerations. (In *Sensory Biology of Aquatic Animals* - Ed. Atema, J., Fay, R.R., Arthur N., Popper, A.N., Tavolga W.N.): 553–593 pp.
- Ćirković, M., Jovanović, B. & Maletin, S. 2002.** Ribarstvo. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 359 p.
- Dekker, W. 2004.** Slipping through our hands-Population dynamics of the European eel. *Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica*, 185 p (Ph. D. thesis).
- Descy, J. P. 1979.** A new approach to water quality estimation using diatoms. *Nova Hedwigia* **64**: 305–323.
- Dijkgraaf, S. 1963.** The functioning and significance of the lateral-line organs. *Biological Reviews*. **38**: 51–105.
- Dobson, M. & Frid, Ch. 1998.** Ecology of Aquatic Systems. Longman. 222 p.
- Drecun, Đ. 1951.** Poribljavanje u srezu nikšićkom. *Ribarstvo Jugoslavije*, **4** (2): 8.
- Drecun, Đ. 1951a.** O jednoj značajnoj godišnjici u ribarstvu NR Crne Gore. *Ribarstvo Jugoslavije*, **4** (11): 249–250.
- Drecun, Đ. 1962.** Rasprostranjenje i popis slatkovodnih riba Crne Gore. *Hydrobiologia Montenegrina*. **2** (1): 1–8.
- Drecun, Đ. & Miranović, M. 1962.** Ulov ribe na Skadarskom jezeru 1947–1960. godine. *Hydrobiologia Montenegrina*, **1** (10): 1–19.
- Drecun, Đ. & Ristic, M. 1964.** Sublakustrična vrela „oka” i njihov značaj u ribolovu Skadarskog jezera. *Hydrobiologia Montenegrina*, **2** (5): 121.
- Drecun, Đ. 1985.** Smanjenje populacije ukljeve (*Alburnus albidus alborella*) u Skadarskom jezeru. *Agrosaznanje*, **2**: 15–28.
- Drecun, Đ., Knežević, B., Filipović, S., Petković, S. M., Petković, ST. & Nedić, D. 1985.** Biološko-ribarstvena istraživanja rijeke Morače, njenih pritoka i Rikavačkog jezera. *Agrosaznanje*, **4**: 1–92.
- Eisenberg, D. & Kauzmann, W. 1969.** The Structure and Properties of Water. New York, Oxford University Press, 296 p.
- Esmaeili, H. R. & Gholami, Z. 2009.** Scale structure of *Alburnoides bipunctatus* (Actinopterygii: Cyprinidae) using scanning electron microscope (SEM). *Ferdowsi University International Journal of Biological Sciences (Now, Journal of Cell and Molecular Research)*, **1** (1): 19–27.
- Flammang, B. E. 2014.** The fish tail as a derivation from axial musculoskeletal anatomy: an integrative analysis of functional morphology. *Zoology*. **117** (1): 86–92.

- Etnier, D. A. & Starnes, W. C. 2001.** The Fishes of Tennessee. *Knoxville: University of Tennessee Press*, 689 p.
- Gabriel, U. U., Ezeri, G. N. O. & Opabunmi, O. O. 2004.** Influence of sex, source health status and acclimation on the haematology of *Clarias gariepinus*. *African Journal of Biotechnology*, **3** (9): 463–467.
- Gomes, R. Z., Sato, Y., Rizzo, E., & Bazzoli, N. 2011.** Early development of *Brycon orthotaenia* (Pisces: Characidae). *Zygote* **21** (1): 11–20.
- Heckel, J. & Kner, R. 1858.** Die Süßwasserfische der Österreichischen Monarchie mit Rücksicht auf der angrenzenden Länder. *Engelmann, Leipzig*, 388 pp.
- Heibo, E. 2003.** Life-history Variation and Age at Maturity in Eurasian Perch (*Perca fluviatilis* L.). PhD thesis. *Swedish University of Agricultural Sciences*, Umeå. 30 p.
- Hu, N., Yost, H. J., and Clark, E. B. 2001.** Cardiac morphology and blood pressure in the adult zebrafish. *Anatomical Record*, **264**: 1–12.
- Hutchinson, G. E. 1967.** A Treatise on Limnology. Vol 1. Geography, Physics and Chemistry. Wiley & Sons. New York, London, Sydney, 1015 p.
- Illies, J. 1961.** Versuch einer allgemeinen biozönotischen gliederung der Fließgewässer. *International Review ges. Hydrobiologi*, **46**: 205–213.
- Ivanc, A., Etinski, M., Maletin, S., Đukić, N., Miljanović, B. & Pujin, V. 1997.** Grgeč kao test organizam u proceni kvaliteta vode. „Zaštita voda ‘97“, Sombor, *Zbornik radova*: 253–257.
- Ivanović, B. 1965.** Ishrana *Alburnus albidus alborella* (Filipi). *Poljoprivreda i šumarstvo*, **11** (3–4): 49–61.
- Ivanović, B. 1968.** Ekologija *Alburnus albidus alborella* (Filipi). *Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu*, **21**: 570.
- Ivanović, B. 1973.** Ichthyofauna of Skadar Lake. Institut za biološka i medicinska istraživanja, Titograd, 146 p.
- IUCN. 2001.** Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Janković, D. 1964.** Trout from Lake Plavsko. *Arhiv bioloških nauka*, **14** (2): 25–35.
- Janković, D. 1971.** Razmnožavanje šarana (*Cyprinus caprio* L.) iz Skadarskog jezera. *Arhiv bioloških nauka*, **23** (1–2): 71–90.
- Kalezić, M. 2001.** Osnovi morfologije kičmenjaka, ZUNS. Beograd, 401 p.
- Karaman, S. 1924.** Pisces macedoniae. *Hrvatska Štamparija, Split*, 90 pp.
- Kažić, M. 1971.** Endohelmini ekonomski najznačajnijih riba Skadarskog jezera. Titograd, 128 pp.
- Kolkwitz, R. & Marsson, M. 1902.** Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. (Principles for the biological assessment of water bodies according to their flora and fauna). Kl. Mitt. d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung 1.

- Kolkwitz, R. & Marsson, M. 1908.** Ökologie der pflanzlichen Saprobien. (Ecology of the plant saprobien). *Ber. d. Bot. Ges.*, **26**: 505–519.
- Kasumyan, A. O. 2005.** Structure and Function of the Auditory System in Fishes. *Journal of Ichthyology*, **45**, Suppl. 2: 223–270.
- Kažić, M. 1971.** Endohelminthi ekonomski najznačajnijih riba Skadarskog jezera. Titograd, 128 p.
- Kažić, M., Marić, D. & Ulićević, D. 1990.** Kavezni uzgoj patane zlatovčice (*Salvelinus fontinalis* Mitchil, 1815) u Skadarskom jezeru. *Ribarstvo Jugoslavije*, **45** (4): 101–105.
- Knežević, B. 1986.** Ekologija *Scardinius erythrophthalmus scardafa* (Bonaparte, 1832) iz Skadarskog jezera. Univerzitet u Sarajevu, PMF (Doktorska disertacija). 123 pp. Sarajevo.
- Knutsen, H. R. 2015.** Morphological development of wild leptocephalus larvae of the European eel (*Anguilla anguilla*)-With special emphasis on muscle and digestive system. *Norwegian University of Science and Technology*, 110 pp.
- Kottelat, M. & J. Freyhof. 2007.** Handbook of European Freshwater Fishes. *Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof*, Berlin, Germany. 646 p.
- Kovačić, M. 2005.** Morphological variability of *Pomatoschistus canestrinii* (Gobiidae), with the reduction of squamation and head canals *Cybium*, **29** (4): 373–379.
- Liebmann, H. 1962.** Handbuch der Frischwasser- und Abwasser-Biologie. (Handbook of the biology of fresh water and waste water). Verlag R. Oldenbourg, München.
- Lecchini, D., Lecellier, G., Lanyon, R.G., Holles, S., Poucet, B. & Duran, E. 2014.** Variation in Brain Organization of Coral Reef Fish Larvae according to Life History Traits. *Brain Behavior and Evolution*. **83**:17-30.
- Leim, A. H. & Scott, W. B. 1966.** Fishes of the Atlantic coast of Canada. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, **155**: 485 p.
- Linnaeus, C. 1758.** Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio decima, reformata. Tomus 1. Laurentius Salvius, Holmiae [Stockholm], 824 pp.
- Lychakov, D. V. & Rebane, Y. T. 2000.** Otolith regularities. *Hearing Research*, **143**: 83–102.
- Maar, A., Mortimer, M. A. E. & Van der Lingen, I. 1966.** Fish culture in Central East Africa. *FAO*. Roma, 162 p.
- Marić, D. & Knežević, B. 1986.** Prilog proučavanju nekih krvnih parametara kod riba iz rijeke Morače. *Glasnik Republičkog zavoda za zaštitu prirode - Prirodnjačkog muzeja*, **19**: 33–45.
- Marić, D. & Kažić, D. 1990.** Kvalitativno-kvantitativni sastav ihtiofaune sublakustičnih izvora Skadarskog jezera u zimskom periodu od 1976 do 1987.

Glasnik Republičkog zavoda za zaštitu prirode – Prirodnjačkog muzeja, **23**: 85–96.

- Marić, D. 1995.** Stanje faune riba u slivu Pivskog jezera. *Zbornik radova, II jugoslovensko savjetovanje, Ribarstvo Jugoslavije, Kotor*, 21–23. 09. 1995: 36–40.
- Marić, D. 1998.** Adaptacija introdukovanog srebrnog karaša (*Carassius auratus gibelio* Bloch, 1783.) u Skadarskom jezeru. Doktorska disertacija, pp 268. Kragujevac, 1998.
- Marić, D. 2000.** Feeding of *Carassius auratus gibelio* (Bloch) in Skadar Lake (Montenegro) and competitive relations with autochthonous cyprinid species. *Glasnik Odjeljenja prirodnih nauka. CANU*, **13**: 237–258.
- Marić, D. 2002.** Karakteristike krljušti srebrnog karaša (*Carassius auratus gibelio* Bloch, 1783) u Skadarskom jezeru. *Natura Montenegrina*, **1**: 99–108.
- Marić, D. 2002a.** Polno sazrijevanje i polni ciklus gonada kod introdukovanog srebrnog karaša (*Carassius auratus gibelio* Bloch, 1783) u Skadarskom jezeru. *Natura Montenegrina*, **1**: 109–124.
- Marić, D. 2004.** Distribution and abundance of introduced german carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch) in the Lake Skadar in period 1972–1992. *Glasnik Republičkog zavoda za zaštitu prirode - Prirodnjačkog muzeja*, **27–28**: 113–126.
- Marić, D. & Rakočević, J. 2009.** Hidrobiologija. *Univerzitet Crne Gore*. Podgorica, 352 p.
- Marić, D. & Milošević, D. 2011.** Katalog slatkovodnih riba (Osteichthyes) Crne Gore. *Crnogorska akademija nauka i umjetnosti*. Katalozi 5, Knjiga 4. 114 pp. Podgorica.
- Marić, D. & Rakočević, J. 2014.** Some Life-History Traits of the Adriatic Brown Trout, *Salmo farioides* (Karaman, 1938) (Salmonidae) from the Morača River (Montenegro). *Acta zoologica. bulgarica*, **66** (4): 539–546.
- Marić, D. 2018.** The Ichthyofauna of Lake Skadar/Shkodra: Diversity, Economic Significance, Condition, and Conservation Status. V. Pešić et al. (eds.), *The Skadar/Shkodra Lake Environment, Hdb Env Chem*, 363–381 pp.
- Marić, D. 2019.** Fauna slatkovodnih riba (Osteichthyes) Crne Gore. *Crnogorska akademija nauka i umjetnosti*, Podgorica, posebna izdanja, **149** (48), 419 p.
- Matoničkin, I. & Pavletić, Z. 1972.** Život naših rijeka. *Školska knjiga*, Zagreb, 198 p.
- Menke, A. L., Spitsbergen, J. M., Wolterbeek, A. P. & Woutersen, R. A. 2011.** Normal anatomy and histology of the adult zebrafish. *Toxicologic Pathology*, **39** (5): 759-775.
- Milošević, D & Marić, D. 2012.** Length-Weight Relationship and Conditions factor of *Cyprinus carpio* from Lake Skadar (Montenegro) during spawning period. *Agriculture & Forestry*, **52** (06) (1-4): 53-60.

- Moss, B., Johnes, P. & Phillips, G. 1996.** The monitoring of ecological quality and the classification of standing waters in temperate regions: a review and proposal based on a worked scheme for British waters. *Biol. Rev.* 71: 301–339.
- Nikolsky, G. V. 1971.** Častnaja ihtiologia (izdanie trete, ispravlennoe i dopolnennoe). *Vyshaja shola, Moskva*, 471 pp.
- Pait, A.S. & J. O. Nelson. 2002.** Endocrine Disruption in Fish: An Assessment of Recent Research and Results. *NOAA Technical Memorandum, NOS NCCOS CCMA* 149 p.
- Pantle, R. and Buck, H. 1955.** Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. (Biological monitoring of water bodies and the presentation of results). *Gas und Wasserfach*, 96, 604 p.
- Pavlović, V., Mladenović, O., Kekić, H. & Vuković, T. 1962.** II. Sedimentacija eritrocita, broj eritrocita i koncentracija emoglobina potočne pastrmke (*Salmo trutta m fario* L.) i lipljena (*Thymallus thymallus*) iz izvorišnog toka reke Bosne u sezonskim i ekološkim uslovima. *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 15 (1-2): 55–76.
- Petrović, G. 1981.** Chemical investigations of water and sediments of lake Skadar: 68–96 pp. In S. G. Karaman & M. A. Beeton (Eds.) The biota and limnology of Lake Skadar, *Institution for Biological and Medical Research in Montenegro, Titograd & Centre for Great Lakes Studies, Milwaukee*: 468 pp.
- Popova, O. A., 1967.** The „predatory“ relationship among fishes (a survey of soviet papers). In: Gerking, S.D. (Ed.), *The Biological Basis of Freshwater Fish Production. Blackwell Scientific Publication, Oxford, Edinburgh*, pp. 359–376.
- Raitaniemi, J., Rask, M. & Vuorinen, P. J. 1988.** The growth of perch, *Perca fluviatilis* L., in small Finnish lakes at different stages of acidification. *Annales Zoologici Fennici* 25 (2): 209–219.
- Rakočević, J. & Hollert, H. 2005.** Phytoplankton Community and Chlorophyll *a* as Trophic State Indices of Lake Skadar. *ESPR – Environ. Sci & Pollut Res*, 12 (3): 146–152.
- Rombout Jan, J. H. W. M., Abelli, L., Picchiatti, S., Scapigliati, G. & Kiron, V., 2011.** Teleost intestinal immunology. *Fish Shellfish Immunol.* 31, 616e626. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fsi.2010.09.001>.
- Roberts, R. J. 2001.** Fish pathology. 3rd Edn., W.B.Saunders, London and Philadelphia. PA: 472 p.
- Romestand, B. Halsband, E., Bragoni, G., Knezevic, B., Maric, D. & Prochnow, F. 1983.** Etude hematologique comparee des constantes erythrocytaires de quelques poissons marins et d'eaux donees. *Revue des Travaux de l'Institut des Peches Maritimes*. 46 (2): 147–156.

- Ržaničanin, B. 1982.** Toplovodni ribnjaci. Bojčić C. et al. (eds) Slatkovodno ribarstvo. Poslovna zajednica slatkovodnog ribarstva Jugoslavije, JUMEN, Zagreb 219–248 p.
- Sáez, S. & Pequeño, G. 2014.** Cephalic sensorial pores in galaxiid fishes from Chile (Osmeriformes: Galaxiidae). *Latin American journal of aquatic research*, **42** (5): 1050–1055.
- Simonović, P. 2001.** Ribe Srbije. NNK International, *Zavod za zašt. prirode Srbije Biooški Fakultet Univerzitet u Beogradu*: 247 p.
- Stanković, St. 1975.** Planinska jezera Crne Gore. *Društvo za nauku i umjetnost Crne Gore. Titograd*, **5**, 228 p.
- Stein, A. R., Mecom, O. J. & Ivanović, B. 1981.** Commercial exploitation of fish stocks in Lake Skadar, 1947–1976: 343–354 . In S. G. Karaman & M. A. Beeton (Eds.) The biota and limnology of Lake Skadar, *Institution for Biological and Medical Research in Montenegro, Titograd & Centre for Great Lakes Studies, Milwaukee*: 468 pp.
- Suski, C. D. & Cooke, S. J. 2007.** Conservation of aquatic resources through the use of freshwater protected areas: Opportunities and challenges. *Biodiversity and Conservation* **16**: 2015–2029.
- Šorić, V. 1997.** Morfologija i sistematika hordata. *Prirodno-matematički fakultet u Kragujevcu*. Kragujevac, 458 p.
- Škrijelj, 2002.** Populacije riba Neretvanskih jezera, ihtiološka monografija. *PMF, Univerzitet u Sarajevu*. Sarajevo, 137 p.
- Takashima, F. & T. Hibiya. 1995.** An atlas of fish histology: Normal and Pathological features. 2nd edition. *Kodansha Ltd*, Tokyo, 195 pp.
- Tesch, F. W. 2003.** The Eel, 3rd edn. *Oxford: Blackwell Science Ltd*. 408 p..
- Turk, M. 1982.** Uzgoj riba u toplovodnim ribnjacima. 249–312 pp. Bojčić C. et al. (eds) Slatkovodno ribarstvo. *Poslovna zajednica slatkovodnog ribarstva Jugoslavije, JUMEN, Zagreb*, 605 p.
- Vuković, T. & Ivanović, B. 1971.** Slatkovodne ribe. *Zemaljski muzej Bosne i Hercegovine u Sarajevu*. Sarajevo, 265 pp.
- Vuković, T. & Seratlić - Savić, D. 1967.** Broj branhiospina na škržnim lucima ukljeve - *Alburnus alborella* Filipi i masnice *Rutilus rubilio* Bonaparte iz Skadarskog jezera i rijeke Bune. *Glasnik Zemaljskog muzeja u Sarajevu, Prirodne nauke*, **6**: 211–214.
- Vujačić, J. 1949.** Ulov ribe na Skadarskom jezeru. *Ribarstvo Jugoslavije*, **4** (2–4): 29–30.
- Wang, S-Y., Luo J., Murphy, R. W., Wu S-F., Zhu, C-L, Gao, Y. & Zhang, Y-P. 2013.** Origin of Chinese Goldfish and Sequential Loss of Genetic Diversity Accompanies New Breeds. *PLoS ONE* , **8** (3): e59571. doi:10.1371

- Webb, J.F. 1989.** Gross morphology and evolution of the mechanoreceptive lateral-line system in teleost fishes. *Brain Behavior and Evolution*. **33** (1): 34–53.
- Wetzel, R. G. 1975.** Limnology. *W.B. Saunders Company*. Philadelphia-London-Toronto. 743 p.
- Wetzel, R. G. 2001.** Limnology, lake and river ecosystem. *Academic press*, San Diego. 1006 p.

RIJEČNIK POJMOVA

A

abiotički faktori – skup fizičkih i hemijskih činilaca životne sredine (neživa komponenta) koji djeluju na organizme

abundancija (gustina) – kvantitativni izraz populacije (broj, težina, zapremina) u odnosu na veličinu prostora (litar, m², itd.)

aerobi – organizmi koji žive samo u prisustvu kiseonika

alohtone vrste – vrste koje su sekundarno došle ili su unijete u drugu biogeografsku oblast

anaerobi – organizmi koji žive u uslovi-
ma bez kiseonika

aluvijalni nanos – sediment koji su istaložile rijeke

anadromne vrste – migratorne morske vrste riba koje radi razmnožavanja odlaze u kontinentalne (slatke) vode

autekologija – ekologija individualnih organizama

antropogeni faktor – ljudski faktor

autohtone vrste – vrste koje su istorijski prisutne i evoluirale u sadašnjem staništu

autotrofni organizmi – organizmi koji mogu iz neorganske da stvaraju organsku materiju uz pomoć sunčeve ili hemijske energije

B

biocenoza – zajednica organizama (populacija) na određenom prostoru koji egzistiraju u istim uslovima, gdje svaka populacija ima specifičnu strukturu (natalitet, mortalitet, fertilitet i sl.)

biogeografska oblast – određeni veći (širi) prostor sa karakterističnim vrstama, porijeklom, klimatom i sl.

biotički faktori – živa sredina koju čine sva živa bića na određenom prostoru – uticaj živih bića na druge organizme ili sredinu u kojoj žive

C

crvene knjige ili crvene liste – specijalizovane publikacije sa naučnim podacima o ugroženim vrstama, nastale radi njihove zaštite i zaštite njihovih staništa

D

degradacija staništa – uništavanje, spuštanje na niži nivo po produkciji, diverzitetu i sl.

detritus – nerazgrađeni ostaci uginulih biljaka i životinja koji se nalaze u vodenom sistemu

detritofagi – životinje koji se hrane detritusom

distribucija – statički pojam koji označava raspored organizama u prostoru

E

ekološki faktori – skup svih faktora spoljašnje sredine, abiotički i biotički

ekosistem – jedinstven i cjelovit prirodni sistem u kojem su sva unutrašnja zbiivanja (fizička, hemijska, biološka) povezana u jedinstven proces

endem – biološka vrsta karakteristična samo za određeni (geografski) prostor ili određenu biogeografsku oblast

epiteliomi – zadebljanja na koži, tumori

euritermni organizmi – organizmi koji podnose širok dijapazon temperaturnih variranja

F

fauna – cjelokupan životinjski svijet na Zemlji, cjelokupan životinjski svijet određenog područja

fibromi – dobroćudne izrasline sastavljene od vlaknastog i vezivnog tkiva

fitocenoza (biljna zajednica) – komponenta životne zajednice (biocenoze), v. biocenoza

fitofagi (biljojedi) – organizmi koji se hrane biljkama ili njihovim djelovima

fosfati – soli fosforne kiseline

G

grabljivice – životinjske vrste koje se hrane drugim životinjama

granulomi – zadebljanja oko kapilara i malih krvnih sudova zbog infekcije

grib – vrsta mreže za lov ribe koju vuku ljudi ili plovna sredstva

H

hidrobionti – organizmi koji žive u vodenj sredini

hidrofite – biljne vrste koje su barem jednim dijelom stalno u kontaktu sa vodenom sredinom

hidrosfera – vodena sredina

hiperplazija – povećanje tkiva ili organa, ili jedan od oblika adaptacije ćelija, koji nastaje kao posljedica povećanja broja ćelija u nekom tkivu ili organu

hemoragije – medicinsko-veterinarski termin za curenje krvi, krvarenje

herbivori – biljojedi, v. fitofagi

heterotrofi – organizmi koji ne mogu sami da sintetišu organske materije, već koriste gotove organske materije iz spoljašnje sredine

I

indikator – pokazatelj

introdukovane vrste – unešene vrste, v. alohtone vrste

intodukcija – ubacivanje alohtonih vrsta u vodu (vidi poribljavanje)

K

kalimero – vrsta lovnog alata za lov ribe na mjestima prolaza, sakupljanja, u vidu velikog saka, podiže se specijalnim dizalicama

kanibalizam – predacija u okviru iste vrste

katarakta – zamućenje prirodnog sočiva u oku koje napreduje postepeno i dovodi do slabljenja vida, u uznapredovaloj fazi gubitka

katadromne vrste – slatkovodne vrste koje se razmnožavaju u morskoj vodi

karnivori (mesojedi) – vrste koje se hrane mesom.

kaudalno – repno, nešto što je na kraju

kompeticija – konkurentski odnosi između jedinki iste vrste ili različitih vrsta u kojima organizmi uglavnom negativno djeluju jedni na druge

L

lanci ishrane – linearni niz grupe organizama povezanih u prenošenju energije od nivoa primarnih proizvođača do potrošača

lipomi – tumori masnog tkiva, koji mogu biti pojedinačni ili grupni

lordoza – stanje u kojem kičma u donjem dijelu tijela ima prekomjernu zakrivljenost

lovostaj – vrijeme ili period u toku godine kada je zabranjen lov na neku vrstu

M

migracije – periodična kretanja jedinki ili populacija jedne vrste u oba smjera, koja se mogu obavljati unutar ili izvan biotopa (areala)

mikrosporidija – bolest uzrokovana infekcijom mikroskopskim organizmima zvanim *mikrosporidija*

mineralizacija – razgradnja organske materije na jednostavna neorganska jedinjenja (soli, gasovi, voda)

mesožderi – v. karnivori

metacerkarije – razvojni stadijum parazita (metilja): ućaure (incistiraju) se u tijelu organizma

mreža stajačica – vrsta mreže za lov ribe, ima različite promjere okaca, pa se love različite veličine riba; mreža se postavlja na jedno mjesto i ostaje tu cijele noći, ne pomjera se

N

Nekroza – odumiranje ćelija u živim tkivima uzrokovano spoljašnjim neprirodnim uzrocima

O

omnivori (svaštojedi) – životinje koje se podjednako hrane i biljnom i životinjskom hranom

ostariophysii – velika grupa riba koju karakteriše Weber-ov aparat i emituju alarm materije

P

paraziti – organizmi koji koriste organske materije živih organizama (domaćina) i nanose im štetu

piscivorne vrste – životinje koje se hrane ribama

plivarica – vrsta mreže kojom se lovi ukljeva i druga sitna riba u ribolovnim okima

populacija – grupa jedinki iste vrste koje žive u datom vremenu i prostoru određenog ekosistema, imaju zajednički niz nasljednih faktora, aktivno razmjenjuju genetski materijal dajući plodno potomstvo

poribljavanje – unošenje ribljih vrsta u neki vodeni objekat

potamon – je zajednica koja se nadovezuje na ritron, brzina strujanja vode mala, podloga je pjeskovita ili muljevita

predatori – životinjske vrste koje se hrane drugim životinjama, uglavnom aktivno love plijen

producenti (proizvođači) – organske vrste koje procesima fotosinteze ili hemosinteze proizvode organsku materiju iz neorganske, koristeći razne izvore energije (sunčeva, hemijska)

profilaksa – obuhvata skup procedura koje se provode sa ciljem sprečavanja nastanka neke bolesti

proloferacija – medicinski, veterinarski termin za nekontrolisani rast ćelija na pojedinim mjestima ili umnožavanje tkiva

R

reducenti (razlagači) – organizmi koji razlažu i mineralizuju organsku materiju – bakterije i gljive (v. mineralizacija)

ribarska osnova – detaljna studija uslova u vodenom sistemu i mogućnosti ribarstva (sportski i privredni ribolov i akvakultura) u njima

ritron – gornji riječni dio, dio bržeg toka u rijeci, zajednice gornjeg toka tekućica, podloga se sastoji iz čvrstih stijena, šljunka i pijeska.

S

salinitet – količina rastvorenih soli u vodenom objektu, izražava se u promilima (‰) – broj grama soli u 1000 g vode, ili apsolutnim vrijednostima (miligramima) u jednom litru

sprofiti – organizmi koji koriste organske materije uginulih organizama i razlažu ih do neorganskih

septikemija – prodiranje patogenih bakterija u krvotok u kome se razmnožavaju i putem krvi raznose po cijelom organizmu

simbioza – obligatoran i zajednički život individua različitih vrsta u kojoj oba partnera imaju koristi

skolioza –nepravilan rast kičmenog stuba sa krivljenjem u jednu ili obje strane

U

ulceracija – pojavljivanje čireva, gnojnih čvorića (*ulcer* – čir)

V

viša kategorija – u taksonomiji, taksonomska kategorija višeg ranga nego vrsta (porodica, red itd.)

Ž

životna sredina – okolina koja okružuje organizam

životna zajednica – zajednica organizama koji naseljavaju jedan biotop (v. biocenoza)

INDEKSI

- Acipenser naccarii* 112
Acipenser sturio 112
adaptacija 12, 34, 40, 55, 101, 109
adultni period 103
Agnatha 61, 72
Alcedo atthis 225
alge 17, 20, 27, 34, 40, 41, 46, 47, 49,
50, 51, 54, 181
Alosa 42, 129, 135
aksijalna muskulatura 74
anadromne vrste 109
anaerobni uslovi 53
Anguilla anguilla 60, 205, 211
amonijak 15, 19, 22, 25, 26, 86, 104,
153, 210, 211, 217, 222
avitaminoza 220
autohtone vrste 102, 175
azot (N) 22, 26, 27, 86, 152, 206
bakterije 22, 27, 40, 46, 50, 51, 53, 183,
210, 211, 222, 223
bakterijski nefritis 228
baražni sistem 132
Barbatula zetensis 42
Barbus barbus 120
bentos 34, 37, 40, 45, 46, 47, 48, 54, 55,
56, 57, 66, 108, 110, 112, 118, 121, 126,
183
bikarbonati (HCO_2^-) 24
bočna linija (*linea lateralis*) 34, 66, 80,
82, 83
boginje riba 229
boja vode 19, 20, 52
branhomikoze 196
branhiospine 231
Carassius auratus 42, 53, 99, 120, 174,
220
Chelon ramada 126
labrosus 103
aurata 126
salines 126
Chondrichthyes 61, 68, 71
Chondrostei 62, 63, 69
Chondrostoma nasus 44, 121
Chondrostoma ohridanum 42, 121
Cobitis ohridana 42, 43
Cottus gobio 35, 73
cranium 72
Ctenopharyngodon idella 42, 100, 122,
174, 182
Cyprinidae 42, 99, 102, 119, 126, 132,
175, 147
Cyprinus carpio 100, 173, 174, 175,
235, 237

Dicentrarchus labrax 60, 127, 196
Diencephalon (međumozak) 76
 distrofna jezera 51
 elektroprovodljivost 17
 embrionalni period 101, 103
 emernze makrofite 46
 epifiza (epiphysis) 84
 epilimnion 32, 40
 eritrociti 91
 eritodermatitis šarana 230
Esox lucius 42, 44, 102, 125, 175, 207
 eutrofna jezera 50, 51, 140
 eutrofikacija 51
 fitofili 100
 fitolitofili 100
 fitoplankton 18, 19, 24, 33, 37, 40, 41, 45, 47, 50, 51, 123, 179, 215, 229, 232
 fosfor (P) 16, 27, 48, 50, 85, 152
 furunkuloza 230
Gimnocephalus 42
 grudna žlijezda – timus (g. *thimus*) 84, 85
 gustina vode 14, 15
 Holostei 62
 hidroakumulacije (vještačka jezera) 59
 hidrološki ciklus 11
 hepar (jetra) 85, 94, 96, 171, 228, 229
 horda (*chorda dorsalis*) 69
 hipertrofna jezera 51
 hipofiza (*hipophysis cerebeli*) 84
 hipolimnion 33
 Hipovitaminoza 225
Hypophthalmichthys molitrix 42, 100
 nobilis 100, 123, 142, 176
Hucho hucho 35, 44, 58, 100, 113
 ihtiofagne ptice 224
 ihtiosporidioza 231
 introdukcija 44, 142, 150
 jajna ćelija – ikra 88
 jezera 9 - 50
 Aralsko 175
 Bajkalsko 131
 Biogradsko (Crna Gora) 44, 134
 Bukumirsko 134
 Crno (na Durmitoru) 29, 48, 115, 118
 Kapetanovo 134
 Kapijsko 29, 131, 175
 Ohridsko 132
 Plavsko 44, 113, 115, 116, 125, 126, 133, 134
 Rikavačko 134
 Skadarsko 9, 18, 28, 29, 30, 39, 40, 42, 48, 51, 67, 89, 97, 99, 104, 107, 114, 116, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 132, 133, 135, 136, 137, 139, 142, 173, 176, 190, 214, 225
 Šasko 42, 133
 Trnovačko 134
 Vražje (Durmitor) 134
 jetra 85, 94, 96, 226, 227
 juvenilni perod 103
 katadromne vrste 109
 kičma 69, 70
 kiseonik (O₂) 13, 16
Knipowitschia montenegina 42, 44
 krljušti 61, 66, 67, 68, 69, 104, 105
 plakoidne 61, 67, 68
 kosmoidne 61, 67, 68
 ganoidne 61, 67, 68
 elasmoidne 61, 67, 68
 krvni sistem 89, 90
Latimeria cholumnae 62, 68
 Menadoensis 62
 limfni sistem 91
 lepidotrihe (*lepidotriche*) 64
leukociti 91
Lota lota 58, 100, 125

- litofili* 100
litopelagofili 100
 litoral 32, 39, 45, 46, 48
 epilitoral 45, 47,
 eulitoral 45, 47,
 gornji litoral 45, 47,
 donji litoral 45, 47,
 infralitoral 45, 47,
 srednji litoral 45, 47,
 sublitoral 48
Megalobrama terminalis 42, 137
Mesencephalon (srednji mozak) 76, 77
 metalimnion (termoklina) 32
Metencephalon (zadnji, mali mozak)
 76, 77
 mezotrofna jezera 51
 migracija 107, 109
 mikroelementi 28
 mirisni organi 79
Misgurnus fossilis 42, 53, 92
 Mugilidae (cipoli) 42, 64, 135
Mugil cephalus 60, 126
myelencephalon (završni mozak ili pro-
 dužena moždina) 76, 77
Mylopharngodon piceus 174
 nadbubrežne žlijezde (*glandulae supra-*
renales) 84
 nekton 34, 35, 37, 42, 44, 49, 54, 57,
 66, 235, 237
 nervna ćelija – *neuron* 76
 neuston 37
 epineuston 38, 39
 hiponeuston 38
Ninnigobius montenegrensensis) 42, 44
 Omnivore 96, 107, 108
Oncorhynchus mykiss 44, 100, 149,
 235, 237
 Osteichthyes 61, 62, 71, 78
Ostrakofili 100
 Otoliti 61, 82, 105
 Pankreas – gušterača (*pancreas*) 84, 85,
 94, 96, 97
 Parangali 138
 paraziti 22, 143, 221, 224, 226
Pachychilon pictum 42, 125
 pH 24, 25
Phalacrocorax pygmaeus 39
Phoxinus csikii 57
 plankton 37 - 39
 planktofagi 108, 183
 pelegijal 42
Pelagofili 98, 100
Pelecanus crispus 39
 Peraja (*pinae*) 62 - 87, 103, 170, 177,
 184, 213, 224, 225, 228, 229
Perca fluviatilis 42, 128
 perifiton 33, 46, 54, 107, 108
 period larve 103
 period starosti 103
 piscivorne vrste 44, 59, 108
 plivarica 137
polifili 100
 površinski napon 15, 16
psamifili 94
 pseudomonoze 230
 privredni ribolov 133, 135, 193
 profunal 45 - 50
 prolječna viremija šarana 229
 protozoa 41, 52, 53, 222, 226
 providnost vode 18, 21, 50, 51
 redoks potencijal 16
 rijeka, rijeke 10, 14, 17, 19, 20, 26, 31,
 32, 33, 36, 37, 38, 41, 44, 52
 Bojana 60, 133
 Morača 60
 Piva 140
 Tara 17, 119
 Ćehotina 17, 142
 Zeta 19, 60
 riblji mjehur 92, 93, 94, 184

ribnjaci 10, 20, 21, 22, 23, 24, 100 - 200
Rutilus albus 42, 125
Rutilus prespensis 42, 125
Rutilus rutilus 42
Rutilus virgo 44, 125
Salmo 98, 149
 farioides 35, 57, 114
 labrax 44, 57, 58, 60, 115, 127,
 134, 135, 196
 marmoratus 42, 116
 zetensis 42, 117, 133
Salvelinus fontinalis 117, 200
 umbla 44, 118, 134
Sander lucioperca 100, 129, 175, 207
 saprolegnioze 232
Scardinius kneževici 42, 43
 slezina (*lien*) 84, 85, 87, 94, 229
 somatička muskulatura 74
Sihurus glanis 42, 100, 126, 115, 175
 specifična toplota 12, 15
speleofili 100
 srce (*Cor*) 78, 84, 89, 90, 210, 229
 sublitoral 45, 46, 48
 sumpor-vodonik (SH₂) 22, 26
 stratifikacija vode 32, 33
 sublakustrični izvori 119, 136, 137
 submerzna vegetacija 46
 supralitoral 52
 svjetlost 16, 18, 19, 20, 30, 31, 40, 45,
 47, 49, 99, 104, 118, 228
Squalius cephalus 44, 125
Platyceps 42, 125, 135
Svallize 125
 škrge 35, 61, 75, 85, 86, 92, 94, 229,
 230
 škržni poklopac 61, 73, 92, 224
 štitna žlijezda (*glandula thyreoidea*) 84
Thymallus thymallus 60, 100
Telencephalon (prednji mozak) 76
 Teleostei 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70,
 72, 76, 83, 90
 temperatura 14, 15, 17, 22, 23, 30, 31,
 32, 33, 41, 49, 55, 58, 60, 99, 101,
 102, 104, 112, 114, 121, 127, 140, 142,
 152, 167, 168, 173, 176, 179, 185, 187,
 188, 189, 191, 202, 207, 212, 215, 216,
 217, 229, 230, 231
Tinc tinca 42, 124, 174
 Toplovodni ribnjaci 21, 36, 173
 trofička piramida 50
 tuberkuloza ili mikobakterioza 231
 turbiditet 20
 ultraoligotrofna jezera 50, 51
 ugljen-dioksid (CO₂) 22, 23, 24, 26, 31,
 152, 160
 ugljena kiselina (H₂CO₃) 24, 152, 153
 urofiza (*urophysis*), 83
 vibroza 231
 virusna nekroza škrge 143, 229
 virusna hemoragična septikemija 143,
 229
 visceralna muskulatura 75
 viskoznost 12, 15
 zona pastrmke 57
 zona lipljena 57
 zona mreže 58
 zona deverike 59
 zona lista 60
 zarazna nekroza gušterače 229
 žbice 64, 105
 ždrijelni zubi 72, 95

ISBN 978-86-7664-231-1



9 788676 642311 >

Drago Marić

OSNOVI
SLATKOVODNOG
RIBARSTVA