

Priručnik za nastavu iz kolegija Akvaristika

Kruno Bonačić, Marijana Pećarević



SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
UNIVERSITY OF DUBROVNIK

IZDAVAČ

Sveučilište u Dubrovniku
Branitelja Dubrovnika 41, 20000 Dubrovnik
<http://www.unidu.hr>

ZA IZDAVAČA

prof. dr. sc. Nebojša Stojčić

RECENZENTI

dr. sc. Nenad Antolović
izv. prof. dr. sc. Vedrana Nerlović
izv. prof. dr. sc. Tomislav Šarić
izv. prof. dr. sc. Marina Brailo Šćepanović

GRAFIČKA I TEHNIČKA OBRADA

Katarina Banović, mag. oec.

Odlukom Senata Sveučilišta u Dubrovniku od 30. rujna 2025. ova je knjiga prihvaćena za objavu.

Nijedan dio ovog priručnika ne smije se umnožavati, fotokopirati niti na bilo koji način reproducirati bez pismenog dopuštenja autora ili nakladnika.

© Copyright Sveučilište u Dubrovniku, 2025.

ISBN 978-953-7153-84-7



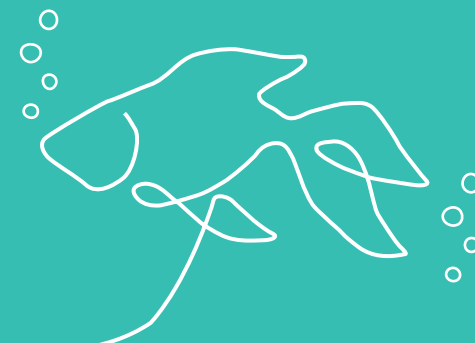
SVEUČILIŠTE
U DUBROVNIKU
ODJEL ZA PRIMIJENJENU
EKOLOGIJU MORA

Priručnik za nastavu iz kolegija Akvaristika

Kruno Bonačić, Marijana Pećarević

Dubrovnik, 2025.

Sadržaj



1. Uvod 6
2. Oprema potrebna za pokretanje akvarija 11
 - 2.1. Spremnik akvarija 13
 - 2.2. Podloga u akvariju 14
 - 2.3. Filtracija u akvariju 18
 - 2.4. Rasvjeta u akvariju 24
 - 2.5. Grijači u akvariju 26
3. Fizikalna svojstva akvarijske vode 28
4. Kemijska svojstva akvarijske vode 30
 - 4.1. Tvrdća vode 30
 - 4.2. pH i puferski kapacitet 31
 - 4.3. Otopljeni plinovi 32
 - 4.4. Dušikovi spojevi 34
 - 4.5. Slanost 36



4.6. Glavni elementi (makronutrijenti) i elementi u tragovima (mikronutrijenti)	37
4.7. Međuovisnost čimbenika u vodi	37
5. Prilagođavanje vrsta na uvjete u akvariju	40
6. Biljne vrste u akvariju	42
7. Neželjene alge u akvariju	50
8. Životinjske vrste u akvariju	53
9. Ishrana organizama u akvariju	57
10. Bolesti i liječenje akvarijskih vrsta	60
11. Održavanje akvarija	63

1. Uvod



Još u vrijeme drevnih civilizacija čovječanstvo se počelo odmicati od prirode i sve češće živjeti u urbanim sredinama. Ipak, potreba za povezivanjem s prirodom u duhovnom i estetskom smislu je potaknula ljude da dovedu prirodu u svoje životne prostore; isprva samo biljke, ali uskoro i životinje. Niži kralježnjaci i beskralježnjaci koji su se tako koristili isključivo u estetske svrhe morali su se držati u posebnim objektima u bar djelomično kontroliranim uvjetima. Prvi zapisi takvih praksa vežu se uz Sumerane (oko 2500. pr. Kr.) koji su držali ribe u umjetnim ribnjacima, iako prvenstveno za hranu. U drevnom Egiptu su se ribe držale u ribnjacima i iz vjerskih razloga. Ipak, prvi pravi uzgoj riba isključivo u ornamentalne svrhe započeo je u doba drevne Kine (oko 1000. pr. Kr.). Kinezi počinju s prvim selektivnim križanjem riba u estetske svrhe, i to karasa (*Carassius carassius*, Linnaeus 1758), vrste iz

porodice šarana (Ciprinidae) od koje su dugotrajnim selektivnim razmnožavanjem stvorili prve zlatne ribice (*Carassius auratus*, Linnaeus 1758). Kinezi su ukrasne ribe u početku držali u vrtnim ribnjacima, a kasnije, tijekom dinastije Song, i unutar kuća u posudama od porculana. Drevni Rimljani su, pak, gradili ribnjake s morskom vodom u kojim su držali morske životinje za razonodu i kao statusni simbol. Oko 1600. godine prvi se put za objekte u kojima se drže životinje skupno koristi naziv vivarij.

Danas se pojam vivarij uglavnom odnosi na ograđeni prostor za držanje i uzgoj biljaka ili životinja u ornamentalne, ali sve više i u edukativne i znanstvene svrhe jer omogućuje uvid u ponašanje i ekologiju različitih organizama te ima važnu ulogu u edukaciji, očuvanju vrsta i znanstvenim istraživanjima. Vivarij može biti dovoljno malen da stane na stol ili može biti

vrlo velika struktura, poput onih u zoološkim vrtovima ili istraživačkim institutima. U vivariju se često simulira dio ekosustava određene vrste u manjem mjerilu, uz kontrolu uvjeta okoliša. To su zatvoreni prostori koji ustvari predstavljaju mali ekosustav u kojem se odvijaju biološki procesi i u kojemu se simulira okolišu iz kojeg izvorno potječu organizmi koji se u njemu uzgajaju. Ipak, nije dovoljno samo uzeti komadić prirode i staviti ga u neki prostor ili spremnik jer je svaki dio prirodne mikrolokacije povezan s većom cjelinom kroz koju se regulira kruženje tvari. Zato je u sklopu većine vivarija potrebno imati specijaliziranu opremu koja će simulirati biogeokemijske cikluse i time osigurati prikladne uvjete za rast i razvoj organizama koji se u njima nalaze.

Vivariji mogu biti raznih tipova, ovisno o vrsti organizama koji se u njima drže, životnim uvjetima i staništima. Neki od glavnih tipova vivarija jesu terariji i akvariji, no postoje i drugi specijalizirani, kao što su paludariji i ripariji.

Terariji su namijenjeni kopnenim životinjama, osobito gmazovima, vodozemcima i kukcima. Postoje različiti tipovi

terarija, ovisno o klimatskim uvjetima koje imitiraju (npr. pustinski, tropski, suptropski). Opremljeni su podlogom, biljkama, izvorima topline i vlage te svime što je potrebno kako bi se osigurao optimalan okoliš za životinje. Insektariji su posebno prilagođeni za držanje kukaca poput leptira, mrava ili bogomoljki.

Paludariji kombiniraju elemente kopna i vode te se koriste za vrste koje žive na prijelazu između navedenih staništa, poput žaba i kornjača, dok ripariji oponašaju riječne obale i potoke, a koriste se za prikaz ekosustava uz vodene tokove. Ripariji se razlikuju od paludarija po tome što najčešće nemaju – ili imaju minimalno – kopnenog dijela, no vodeno bilje koje se u njemu nalazi raste i iznad površine vode.

Akvariji su u potpunosti ispunjeni vodom te se u njima drže vodene biljke i životinje, a akvaristika je hobi i ujedno znanstvena disciplina koja se njima bavi. U akvarijima mogu se držati vodeni organizmi, uključujući: ribe, beskralješnjake, vodozemce, gmazove i vodene biljke, u kontroliranim uvjetima. Akvaristika

je kao hobi postala popularna u Japanu i Kini još u 10. stoljeću te, prema kineskoj filozofiji *Feng Shui*, akvariji u dom donose sreću i bogatstvo. U Europi se prvi akvariji pojavljuju tek početkom 18. stoljeća, a nedugo nakon toga u Londonu se 1853. otvara prvi javni akvarij u sklopu londonskog zoološkog vrta. Prvi javni akvariji bili su jednostavni izložbeni prostori, no nakon '80-ih godina 20. stoljeća postaju vitalni centri za podizanje svijesti o globalnim ekološkim problemima. Imaju iznimno važnu ulogu u istraživanju, konzervaciji i edukaciji o akvatičnim organizmima te često imaju velike instalacije s kompleksnim sustavima za tretman vode i mnogobrojnim akvaristima, tehnolozima, edukatorima i drugim zaposlenicima. U javnim akvarijima možemo naći organizme i simulirane biotope koji su izvan dosega mogućnosti privatnih akvarista, npr. ogromni spremnici od više milijuna litara koji simuliraju otvoreno more. Javni akvariji omogućuju upoznavanje raznih vodenih ekosustava za ljude koji nemaju mogućnost zaroniti na specifičnim područjima, i to bliskim kontaktom s nizom vrsta koji je često i ronionicima nezamisliv. Sve

više akvarija koristi se naprednim tehnologijama poput akrilnih tunela koji prolaze kroz spremnike s velikim akvatičnim životinjama i posjetiteljima daju jedinstvenu perspektivu na podvodni svijet. Uz izložbeni i edukativni dio koji je otvoren posjetiteljima, iza kulisa mogu imati pomoćne pogone i sustave za karantenu, liječenje, proizvodnju žive hrane, istraživanje te provođenje programa uzgoja i repopulacije. Danas postoji više od 200 javnih akvarija diljem svijeta, a najveći je tematski park Chimelong Ocean Kingdom, otvoren 2014. godine u Kini s ukupnom zapremninom vode od 48,75 milijuna litara. Drugi je po redu Marine Life Park u južnom Singapuru s ukupno 45 milijuna litara vode, u kojem živi više od 100 000 morskih životinja od preko 800 vrsta. Jedan od poznatijih svjetskih javnih akvarija zasigurno je Monterey Bay Aquarium u Kaliforniji, SAD, otvoren 1984. godine, i to zbog istraživačkih i konzervacijskih aktivnosti te doprinosa u razvoju akvaristike. U ovom akvariju usavršena je tehnologija uzgoja i razmnožavanja meduza te su čak uspješno uzgajali i veliku bijelu psinu *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758).

Ipak, ovaj priručnik bavit će se manjim, hobističkim akvarijima, prije svega toplovodnim i slatkovodnim akvarijima koji su najčešći, kao i povezanom opremom, organizmima i njihovim održavanjem.

Akvaristika kao hobi doživljava procvat tehnološkim razvojem nakon Drugog svjetskog rata. Ribe su se u početku isključivo prikupljale iz prirodnog okoliša, pri čemu je smrtnost bila iznimno visoka, prije svega zbog neprikladnog prijevoza, ali i zbog osjetljivosti divljih jedinki koje su se smještale u skućene prostore i često suboptimalne okolišne uvjete. U današnje vrijeme koriste se nove spoznaje i tehnologije kako bi se što vjernije oponašali prirodni uvjeti, a i mnogo akvarijskih riba dolazi iz uzgoja, što znači da su od najranije dobi razvile otpornost na standardne uvjete u većini akvarija. Iz tih je razloga akvaristika postala vrlo popularan hobi širom svijeta i za amatere bez posebnih znanja iz područja biologije, kemije i fizike vode. Ipak, za osiguravanje što kvalitetnijeg života organizama koji se drže u akvarijima te za potrebe držanja malo zahtjevnijih vrsta, potrebna su osnovna znanja o karakteristikama vode i živih bića koja u njoj obitavaju, kao

i o ciklusima kruženja elemenata u prirodi. S druge strane, s pomoću akvaristike stječu se znanja o prirodi pa tako svaki akvarist dobro zna što znače poremećaji u ekosustavu i koliko truda treba uložiti u sanaciju njihovih negativnih posljedica. Akvaristika je daleko od držanja zlatne ribice u staklenoj kugli – što nikako ne bismo preporučili jer su zlatne ribice jedne od većih onečišćivača vode u hobiju i za njihovo se držanje ne savjetuje spremnik manji od 200 L – i vezuje se uz niz prirodnih znanosti: biologiju, ekologiju, botaniku, zoologiju, ihtiologiju, mikrobiologiju, genetiku, fiziku, matematiku, geografiju i dr., ali i društvene znanosti: povijest, psihologiju, sociologiju, pedagogiju, ekonomiju. Također, zbog vizualne privlačnosti i prostora za kreativnost, akvaristika je medij i za umjetničko izražavanje.

Mnogo je različitih tipova hobističkih akvarija, ali osnovna je podjela prema vrsti vode u kojoj organizmi žive: slatkovodni, morski i boćati (brakični). Prema temperaturi vode, često ih dijelimo na toplovodne i hladnovodne. Prema organizmima koji se smještaju u akvarije, dijele se na biotopne (zemljopisne) i društvene (zajedničke).



Biotopni akvariji oponašaju neko određeno stanište i vrste koje u njemu obitavaju, dok su društveni akvariji uređeni na način da se u njima spajaju vrste koje mogu biti i s različitih krajeva svijeta, no mogu zajedno boraviti u zatvorenom prostoru bez kompeticije ili agresije.

U akvaristici kao hobi najčešće se susreću toplovodni slatkovodni akvariji. Uz biotopske i društvene, postoji niz drugih podvrsta kao što su: tamnovodni („blackwater“) akvarij u kojem je voda smeđe boje i sadrži veće količine tanina, nizozemski („Dutch“) u kojem se naglašava raznolikost vodenog bilja uredno grupiranog u skupine, predatorski koji sadrži manji broj velikih predatorskih riba i minimalne količine bilja i ukrasa, akvariji za afričke ciklide u kojima su jedini ukrasi podloga i kamenja jer su stanovnici biljojedne ribe, „iwagumi“ akvariji koji sadrže nekoliko pažljivo raspoređenih većih kamenja okruženih niskim biljnim pokrovom (inspirirani japanskim kamenim vrtovima), džungla tip kojim dominira isprepleteno i naizgled kaotično postavljeno bilje često s listovima većih dimenzija ili, pak, akvariji namijenjeni isključivo slatkovodnim kozicama. Ipak, danas je možda najpoznatiji

i najutjecajniji stil uređenja tzv. „nature“ akvarij, a razvio ga je japanski akvarist Takashi Amano. Karakteriziraju ga pažljivo dizajnirane vizure u kojima se s pomoću kamenja, drva, bilja i riba postiže visoka razina estetskog sklada, a često mogu simulirati i kopnene pejzaže. Iako postoje mnogi tipovi, često se oni sami isprepleću.

Za razliku od čitavog niza hobističkih slatkovodnih akvarija, morskom akvaristikom dominiraju grebenski („reef“) akvariji koji simuliraju koraljne grebene. Često su bogati tvrdim i mekanim koraljima, vlasuljama, ježincima, kozicama i drugim beskralježnjacima te tropskim ribama. Bočati su akvariji još rjeđi, ali je najčešće riječ o biotopskim akvarijima koji simuliraju mangrove.

Uz najčešće, ukrasne, postoje i specijalizirani akvariji kao što su karantenski, mrijesni, eksperimentalni itd.

Akvarij je potrebno pažljivo osmisliti i urediti, a zatim i održavati. To nije obična posuda u kojoj rastu akvarijske biljke i žive ribe, već složeni sustav u kojemu trebamo stanovnicima akvarija omogućiti život što sličniji onom u prirodi.



2. Oprema potrebna za pokretanje akvarija

Prije nabave i instaliranja akvarija potrebno je predvidjeti i definirati mjesto gdje će se akvarij postaviti. Pravilno postavljanje akvarija jedan je od ključnih koraka za njegov siguran i dugotrajan rad. Odabir odgovarajućeg mjesta za akvarij nije važan samo radi estetike i praktičnosti, nego i radi sigurnosti. Naime, potpuno opremljen i napunjen akvarij zapremnine 250 litara zajedno s postoljem može težiti više od pola tone. Zbog toga podloga na kojoj akvarij stoji mora biti čvrsta, stabilna, bez vibracija i ravnomjerno poduprta po cijeloj površini. Kako bi se spriječila oštećenja i osigurala dodatna zaštita, ispod akvarija se često stavlja sloj stiropora, pluta ili pjenaste gume, odnosno materijala koji djeluje kao amortizer. Pri posebno velikim akvarijima ponekad je potrebno napraviti i statički proračun nosivosti podloge na koju će se smjestiti akvarij.

Ukrasni akvariji postavljaju se na vidljivo mjesto, pri čemu treba paziti da se time ne ometa uobičajeno kretanje u prostoru, kako radi funkcionalnosti prostora tako i zbog organizama u akvariju. Također, akvarij ne smije biti izložen izravnoj sunčevoj svjetlosti jer bi se tada u njemu mogle prekomjerno razvijati neželjene alge i pri manjem volumenu mijenjati željena temperatura, što općenito može negativno utjecati na organizme koji su smješteni u spremniku.

Osnovni su dijelovi akvarija: spremnik (posuda u kojoj se nalaze voda i organizmi), podloga, pumpa, filter, rasvjeta, zatim sterilizatori, grijači, termostati (Slika 1). Također, osim navedenog, može biti i druga oprema sukladno sa zahtjevima i potrebama organizama koji su smješteni u akvariju.





Slika 1. Osnovni dijelovi akvarija

2.1. Spremnik akvarija

Spremnici se uglavnom izrađuju od stakla, ali mogu biti i od akrila ili drugih materijala. Iako je najčešći spremnik za hobistički akvarij izrađen u potpunosti od prozirnih stijenki, neki, pogotovo veći, mogu imati betonsku, plastičnu, metalnu i/ili drvenu konstrukciju s unutrašnjošću obloženom voodootpornim premazom na bazi epoxy smola i barem jednom prozirnom stranicom. Spremnici su najčešće kvadratnog oblika, ali uz ove standardne postoje i okrugli, zaobljeni, šesterokutni, kutni ili razni drugi oblici.

Za spajanje staklenih stijenka spremnika koristi se silikonsko ljepilo za akvarije koje ne smije sadržavati fungicide i mora imati deklariranu nosivost. Treba paziti na kvalitetu i debljinu samog stakla te ga prilagoditi zapremnini akvarija s posebnim naglaskom na visinu vodenog stupca jer će ona primarno definirati tlak s kojim voda pritišće na stijenke spremnika. Sve su popularniji i akvarijski spremnici od akrila, koji su puno

lakši, prozirniji i čvršći, a često se koriste i za izradu zaobljenih spremnika jer se akril može lako savijati.

Odabir veličine i oblika spremnika prije svega ovisi o prostoru u kojemu će biti smješten akvarij, pri čemu vrijedi pravilo: „Što veće, to bolje”. Naime, u većim akvarijima, kao i u većim ekosustavima, promjene imaju manji utjecaj, sporije su i lakše ih je spriječiti ili umanjiti njihove negativne posljedice. Za početnike su idealni spremnici zapremnine od 80 L do 180 L, a popularni već gotovi akvarijski sustavi zapremnine oko 80 L ustvari zahtijevaju više brige pri održavanju odgovarajuće kvalitete vode.

Kako bi se osigurali dobri zootehnički uvjeti, spremnik je prije upotrebe potrebno dezinficirati (npr. kalij-permanganatom – hipermanganom) i dobro isprati vodom. Nakon punjenja vodom akvarij treba nekoliko dana promatrati zbog provjere spojeva i čvrstoće, a tek nakon provjere ispravnosti spremnika i čvrstoće spojeva može se krenuti s uređenjem akvarija.



2.2. Podloga u akvariju

Odabir odgovarajuće podloge ovisi o planiranom uređenju akvarija, kao i o biljnim i životinjskim vrstama u njemu. Treba prvenstveno odgovarati organizmima u akvariju svojom bojom, granulacijom, oblikom čestica i sastavom, ali i estatici kompletnog akvarija. Podloga je medij u koji se pričvršćuje velik broj vrsta akvatičnog bilja koji i iz njega korijenjem crpi hranjive tvari, a važna je i za životinjske vrste koje žive uz podlogu, traže hranu u njoj ili se u nju zakopavaju. Nadalje, podloga ima i važnu funkcionalnu ulogu u akvariju jer predstavlja medij za razvoj bakterija koje su potrebne u ciklusu kruženja dušika - najvažnijem biološkom procesu u funkcioniranju akvarija. Pravilnim postavljanjem podloge akvarij dobiva dubinu pa je podloga važna i za izgled i estetiku akvarija. Uvijek je najbolje oblikom podloge, kao i općenito izgledom cijelog akvarija, oponašati prirodni okoliš jer se organizmima moraju maksimalno osigurati uvjeti koji vladaju u prirodnoj sredini.

Podloga se oblikuje tako da je tanji sloj supstrata u prednjem, a deblji sloj u stražnjem dijelu i u kutovima akvarija, pri čemu se prijelaz može izvesti postupno ili stepenasto s pomoću terasa različitih visina. Tako se postiže vizualni dojam povećanja dubine akvarija (Slika 2). Sukladno s količinom supstrata, u prednjem dijelu s tanjim slojem podloge sade se niže biljke s plitkim korijenjem, dok se u stražnjem dijelu sade više biljke koje imaju i jače korijenje. Odabir nižeg bilja za prednji plan i višeg za stražnji dodatno doprinosi vizualnoj dubini prostora unutar akvarija. Debljina podloge ovisi o veličini akvarija, ali u najtanjem dijelu potrebno je osigurati visinu od barem 4 cm.

Gotove podloge se najčešće sastoje od silikatnog pijeska (sitnija granulacija) ili šljunka (krupnija granulacija) koji dolaze u raznim bojama, granulacijama i mješavinama. Uz to, postoji i hranjiva podloga za akvarije koja je potrebna za rast i zdravlje biljaka te koja se najčešće polaže ispod pješčane ili šljunčane podloge, a može i sama činiti čitavu podlogu akvarija.



Slika 2. Akvarijska podloga od silikatnog pijeska nanešena u tankom sloju u prednjem planu i debljem sloju u stražnjem planu akvarija



Biljkama je uz hranjivu podlogu često potrebno i gnojenje, zasebno ili kao već postojeće svojstvo podloge. Na tržištu prisutne su brojne gotove vrste gnojiva za podlogu, a gnojivo se može dodavati u vodu (tekuća gnojiva) ili u podlogu, koja tada treba biti deblja i složenija.

U podlogu mogu se dodavati i razni spojevi kao što su laterit, glina, treset, lava i dr. Laterit je sitni šljunak crvene boje, siromašan humusom, ali bogat željezom. Čest je u tropskim predjelima, a na tržištu može se nabaviti kao podloga ili kao prihrana za akvarije. Lako oksidira zbog visokog udjela željeza, što može negativno utjecati na kvalitetu vode u akvariju. Zbog toga se preporučuje stavljati ga duboko ispod supstrata sitne granulacije, gdje se razvijaju hipoksični uvjeti jer gustoća supstrata sprječava veću cirkulaciju vode bogate kisikom u dublje slojeve. Zbog istog razloga nije pogodan za korištenje u akvarijima s podnim filterima koji rade na principu cirkulacije vode kroz podlogu. Glina je također bogata željezom i siromašna humusom, ali je za razliku od laterita kompaktna i može se u akvarije dodavati u

obliku isušenih kuglica koje se otapaju u podlozi. Treset nastaje raspadanjem i truljenjem biljnog materijala te blago spušta pH vode, a u akvarije se najčešće dodaje u obliku granula koje se zakopavaju u podlogu kako se ne bi zamutila voda. Šljunak od lava kamena jest kemijski inertan i vulkanskog podrijetla s poroznom strukturom. Izrazito je pogodan za biološko funkcioniranje akvarija jer mu poroznost povećava površinu za naseljavanje benefcijalnih bakterija koje sudjeluju u procesu kruženja tvari. Najčešće ima veće granule od tipičnih supstrata pa je teško saditi bilje izravno u njega, a i često se zbog estetike traži podloga manje granulacije. Zbog toga se zakopava ispod supstrata s manjim česticama, gdje i dalje može obavljati svoju biološku funkciju.

Budući da se biljke lakše prihvaćaju u podlogu sitnije granulacije, a potrebna im je i hranjiva podloga koja često ima visoku cijenu, neki od spomenih spojeva koji se mogu koristiti u podlozi često se stavlja ispod same hranjive podloge, pogotovo u stražnjem planu, gdje je podloga najviša. U akvarijima s manje biljaka, a

više krupnog kamenja može se na dno staviti tek tanji sloj sitnog šljunka. Međutim, ako nema deblje podloge koja bi rasporedila težinu kamenja i amortizirala ih, može doći do pucanja staklene plohe na dnu akvarija. Da bi se ovo izbjeglo, preporuča se postavljanje stiropora ili stirodura ispod kamenja na mjestima gdje dodiruju stijenke spremnika. Krupno kamenje i stijene u takvim akvarijima treba pažljivo postaviti da ne bi došlo do pomicanja i urušavanja, a ponekad je potrebno i dodatno učvršćivanje većih komada korištenjem silikonom ili drugim ljepilom koje nije štetno za akvatične organizme (super ljepilo).

Kvaliteta i kakvoća podloge u akvariju izravno utječe na ponašanje i zdravlje riba. Nekim vrstama više odgovara kamenito ili stjenovito dno, gdje mogu označiti svoj teritorij i pronaći zaklon, dok druge vrste preferiraju dno koje je gusto obraslo biljkama. Za vrste koje intenzivno „kopaju“ po podlozi bolji je izbor krupniji šljunak ili kamenje jer takav supstrat manje muti vodu. S druge strane, vrste koje se hrane, zakopavaju ili skrivaju u podlozi zahtijevaju sitniji šljunak ili pijesak, pri

čemu treba paziti da šljunak ima zaobljene, a ne oštre rubove, kako bi se spriječile ozljede. I boja podloge ima važnu ulogu pa su tako mnoge južnoameričke vrste riba smirenije i osjećaju se sigurnije uz tamnije tonove podloge. Pravilnim izborom podloge može se osigurati okruženje koje je slično prirodnom staništu životinjskih vrsta u akvariju, što ima pozitivan utjecaj na njihovo zdravlje i ponašanje.

Podloga bi trebala biti kemijski stabilna tako da ne utječe na tvrdoću i kiselost vode. Stoga za vrste koje žive u mekšim i blago kiselim vodama nije pogodno vapnenačko kamenje koje se postupno otapa i povećava karbonatnu tvrdoću vode. Vrstama koje preferiraju tvrđe i alkalnije vode, pak, ne odgovaraju podloge s dodatkom humusa ili treseta koje snižavaju pH vrijednost vode.

Iako na izbor podloge i dekoracija utječu i preference akvarista, preporuka je što je moguće više oponašati prirodno okruženje vrsta u akvariju. Tako su, primjerice, morsko kamenje, kućice puževa, školjke ili koralji suvišni u



slatkovodnim akvarijima jer ne pripadaju tom ekosustavu. Umjetne dekoracije poput plastičnih brodova, dvoraca ili umjetnog bilja ne doprinose dobrobiti riba i narušavaju prirodan izgled akvarija.

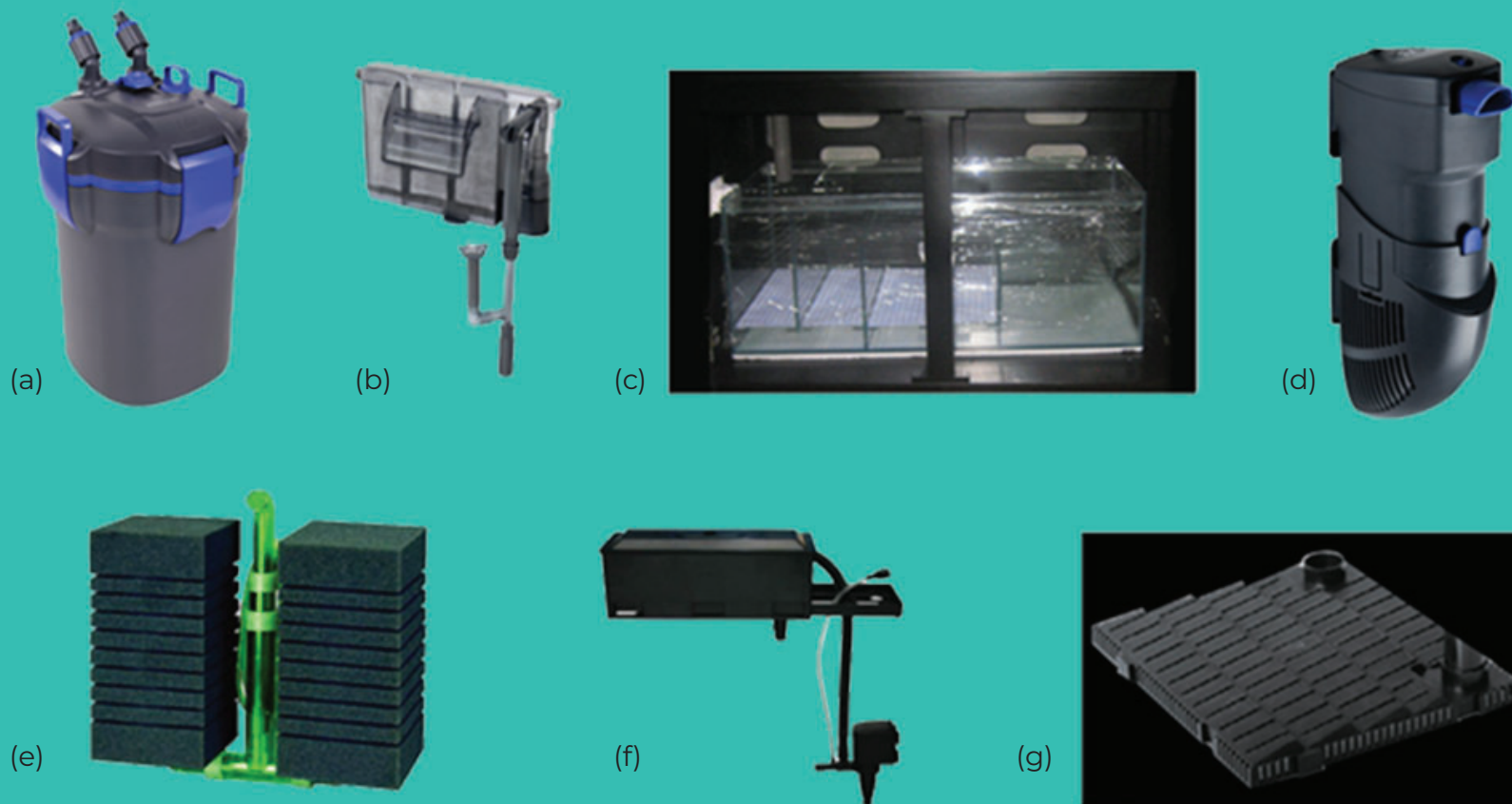
2.3. Filtracija u akvariju

Akvarijski filteri imaju važnu ulogu u održavanju kvalitete i čistoće vode i uglavnom se sastoje od određenog filtrirajućeg medija i pumpe s pomoću koje voda stalno prolazi kroz odabrani medij. Prema vrsti filtracije, razlikuju se mehanički, kemijski i biološki filteri, dok se prema smještaju filteri mogu podijeliti na vanjske, unutrašnje, podne i nadglavne, od kojih svaki ima više podtipova (Slika 3). Osnovni je princip filtracije u svim filterima jednak – pumpa tjera vodu kroz filter s određenim punilom kroz koje voda prolazi te se pri tome oslobađa neželjenih tvari i zatim vraća nazad u akvarij.

Mehanička filtracija čisti sitni otpad iz vode, a kao medij za mehaničku filtraciju upotrebljavaju se spužva, vata i drugi mediji koji mogu zadržavati otpad iz vode.

Za kemijsku filtraciju koriste se različiti materijali koji imaju sposobnost adsorpcije (vezivanja na svoju površinu) štetnih tvari iz vode. Najčešće se koriste aktivni ugljen ili zeolit, koji iz vode uklanjaju klor, neželjene organske spojeve, teške metale, toksine, lijekove i druge štetne spojeve koji mogu biti prisutni u vodi. Kemijska filtracija kombinira se s mehaničkom i biološkom filtracijom i nije potrebna u svim akvarijima.

Biološka filtracija najvažnija je za ispravno funkcioniranje akvarija i ciklus kruženja tvari. Medij za biološku filtraciju može biti šupljikava porozna keramika, sintetička spužva, „bio kuglice“, porozno kamenje i drugi materijali koji imaju veliku površinu potrebnu za naseljavanje bakterija koje sudjeluju u biološkoj filtraciji (što je detaljnije objašnjeno u poglavlju 4). Ovisno o tipu punila, ono može istodobno obavljati funkciju mehaničke i biološke filtracije te je dovoljno za održavanje kvalitete vode čitavog sustava. Ipak, filteri najčešće imaju više odjeljaka u kojima se u seriji raspoređuju različiti mediji ili različite granulacije istog medija kako bi se optimizirao proces filtriranja.



Slika 3. Vrste akvarijskih filtera. Vanjski akvarijski filteri: kanister (a), viseći (b), „sump“ (c); unutarnji: viseći (d), „air-lift“ (e); nadglavni (f) i podni (g) (izvori: <https://www.yihufish.com/fishkeeping-articles/freshwater/my-first-freshwater-aquarium/types-of-filters/> i <https://www.garnelio.de/en/aquarium-technology/aquarium-filter/sponge-filter/>).

Unutrašnji filteri su zbog ograničenog volumena i protoka vode pogodni samo za manje akvarije. Postavljaju se unutar akvarija i kroz njihove usisne otvore voda prolazi kroz medij za filtraciju, pri čemu se koristi jedno ili više vrsta punila, među kojima je najčešće zastupljena spužva. Najčešće se koriste samo za mehaničku i biološku filtraciju, ali mogu sadržavati i punila za kemijsku filtraciju, najčešće aktivni ugljen. Zračni (*air lift*) filteri koriste se zračnom pumpom koja ubrizgava zrak u cijev, pri čemu mjehurići podižu vodu i stvaraju protok kroz spužvu ili bio medij. Ovakvi filteri mogu ostvariti samo niske protoke, što znači da su pogodni za mrijesne akvarije i one koji sadržavaju sitne ili osjetljive organizme kojima ne pogoduju brzi tokovi vode unutar spremnika.

Podni filteri (engl. *undergravel*) jesu unutrašnji sustavi filtracije koji se postavljaju na dno akvarija ispod podloge, koja ima važnu funkciju u ovom tipu filtracije. Ovi filteri sastoje se od rešetki koje se postavljaju na dno akvarija i rade na principu usisavanja vode kroz podlogu s pomoću zračnih ili vodenih pumpi, pri čemu cijela

površina podloge služi kao mehanički i biološki filter, što ih čini vrlo učinkovitim sustavom filtracije, a podlogu izuzetno povoljnom za rast biljaka. Dodatna prednost u ovom tipu filtracije jest korištenje reverzibilnim pumpama koje omogućuju promjenu smjera protoka vode, što olakšava čišćenje podloge i poboljšava cirkulaciju hranjivih tvari i kisika. Prednosti su podnih filtera niska cijena, jednostavna konstrukcija i dobra biološka filtracija. Nedostatak je ovog tipa filtracije ograničeni izbor podloge s obzirom na to da je potrebno upotrijebiti šljunak određene granulacije (promjera čestica od 3 do 4 mm) jer se sitnijim sustav može začepiti, a prekrupnim gubi moć filtracije. Uz to, potreban je deblji sloj podloge – i do 10 cm – a zahtijeva i njezino redovito usisavanje te održavanje. Dodatni problem predstavlja potreba za čišćenjem ovakvog sustava, pri čemu je potrebno isprazniti cijeli akvarij, iako do toga teško može doći ako se podni filter pravilno postavi i koristi.

Viseći (engl. *hang-on*) filteri mogu se svrstati i u unutrašnje i u vanjske filtere. Postavljaju se na rub akvarija i kombiniraju jednostavnost unutarnjih filtera

s dobrim kapacitetom vanjskih filtera. Voda se u ove filtere usisava iz akvarija, prolazi kroz medije za filtraciju te se zatim gravitacijom vraća natrag u spremnik akvarija. Uz već spomenute, prednosti su ovih filtera jednostavna instalacija i održavanje te nezauzimanje prostora unutar akvarija, dok su im nedostaci manji kapacitet filtracije od vanjskih filtera, vidljivost s vanjske strane spremnika akvarija te mogućnost korištenja samo u akvarijima bez poklopca.

Još jedan tip filtera koji su između unutrašnjih i vanjskih jesu nadglavni filteri (nazivaju se još i intervalni ili *wet-dry* filteri, koji se postavljaju iznad akvarija i voda se s pomoću pumpe podiže u posudu s medijem, u kojem se punilo cijelom površinom, ili barem jednim dijelom, nalazi na zraku. Voda se prelijeva preko medija i gravitacijom vraća nazad u spremnik, a upravo je taj kontakt vode i zraka glavna prednost ovog tipa filtracije jer poboljšava prozračivanje medija, a time i bakterijske kulture, što pospješuje učinkovitost biološke filtracije. Prednosti su ovih filtera jednostavna instalacija, lako održavanje i niža cijena, dok su nedostaci manji kapacitet

filtracije u usporedbi s vanjskim filterima i zauzimanje prostora iznad akvarija.

Vanjski filteri nalaze se izvan akvarija s kojim su povezani cijevima kroz koje protječe voda iz spremnika akvarija i u njega. Najčešći su kanister filteri koji rade tako da se voda s pomoću pumpe usisava iz akvarija i ulazi u kanistar koji je u potpunosti zatvoren i pod tlakom. U njemu prolazi kroz više slojeva medija za filtraciju te se tako pročišćena vraća natrag u spremnik akvarija. Kanister filteri pogodni su za veće i zahtjevnije akvarije zbog većeg kapaciteta i mogućnosti korištenja različitim medijima za filtraciju. Budući da su pod tlakom, mogu se postaviti pored ili ispod spremnika akvarija jer ne ovise o slobodnom padu vode, a sam smještaj izvan akvarija omogućuje jednostavnije održavanje filtera i povećava ukupni volumen sustava. Nedostaci su veća cijena i dodatna potreba za prostorom.

Sump filteri jesu vanjski filtracijski sustavi gdje je medij smješten u vanjskom, otvorenom, najčešće pravokutnom spremniku, zvanom sumpu, koji se mora



nalaziti ispod glavnog spremnika akvarija i funkcionira na principu preljeva vode iz glavnog spremnika. Voda gravitacijom odlazi u sump, prolazi kroz različite komore s filtracijskim medijima, a zatim se pumpom vraća u akvarij. Prednosti sump filtera jesu veliki kapacitet filtracije, mogućnost odabira medija za filtraciju te skriveni sustav za filtraciju koji ne narušava izgled akvarija. Nedostaci su viša cijena, potreba velikog prostora ispod glavnog spremnika akvarija te sama složenost sustava za preljev za potrebe kojeg se mora bušiti jedna ili više rupa u donjoj ili bočnoj stijenci glavnog akvarija. Također, ovo je jedini oblik filtracije gdje će, usprkos evaporaciji, voda u glavnom spremniku uvijek biti na istoj razini jer je regulirana visinom preljeva, a opadat će u samom sumpu.

Ponekad je uz filtraciju potrebna i sterilizacija vode u akvarijima, za što se najčešće koriste UV sterilizatori kojima se učinkovito uništavaju bakterije, gljivice, alge i neki virusi. Za uništavanje ili deaktivaciju mikroorganizama u vodi koristi se ultraljubičasto zračenje koje oštećuje njihov DNK te ih tako uništava i sprječava njihovo razmnožavanje i u

slučaju da prežive tretman. U ovom procesu voda prolazi kroz zatvorenu i neprozirnu komoru u središtu koje se nalazi jedna ili više UV lampa koje su zaštićene od vode cjevčicom od kvarcnog stakla. Pri UV sterilizaciji važno je da je u vodi prisutno što manje čestica koje umanjuju učinkovitost tretmana jer omogućuju zaklon mikroorganizmima od ultraljubičastih zraka. Stoga se preporučuje obaviti mehaničku filtraciju prije UV sterilizacije. Prednost je UV sterilizatora učinkovito smanjenje patogena i zamućenja vode bez mijenjanja svojstava vode, a ne postoji opasnost od predoziranja štetnim spojevima ili drugih negativnih posljedica. Ipak, nedostaci su dosta visoka cijena i potreba za redovitom zamjenom žarulje. Uz to, pri rukovanju UV lampama potreban je oprez jer mogu ozbiljno oštetiti kožu i oči, uzrokujući opekline ili trajna oštećenja vida ako se gleda izravno u izvor svjetla.

Reverzna osmoza (RO) i deionizacija (DI) jesu procesi pročišćavanja vode koji se u akvaristici koriste za dobivanje vrlo čiste vode, posebno pri osjetljivim morskim i slatkovodnim vrstama koje zahtijevaju vodu određene kvalitete. Ovi procesi uključuju tehnologiju

kojom se teoretski iz morske, slatke ili onečišćene vode može dobiti čista i pitka voda. U procesu RO voda kroz polupropusnu membranu prolazi iz područja veće u područje manje koncentracije otopljenih tvari, uz dodavanje pritiska kojim se mora nadvladati osmotski tlak kako bi se potaknuo ovaj proces. Membrane za reverznu osmozu izrađuju se najčešće od polimernih materijala ili celuloznih acetata. U akvaristici su češće membrane od polimernih materijala jer su otpornije na klor te imaju veću učinkovitost i trajnost. DI proces uklanja ione iz vode, čime se dobiva gotovo čista voda koja ne sadrži otopljene soli. Mediji za deionizaciju jesu DI smole koje mogu biti kationske (uklanjaju pozitivno nabijene ione poput iona kalcija i magnezija) ili anionske (uklanjaju negativno nabijene ione poput kloridnih ili sulfatnih iona). U akvaristici se deionizirana voda često koristi zajedno s reverznom osmozom (RO/DI) kako bi se osigurala maksimalna čistoća vode, što je posebno važno u morskim akvarijima i pri slatkovodnim vrstama koje zahtijevaju meku vodu. Također, ako se u bilo koji akvarijski sustav samo nadolijeva voda izgubljena

evaporacijom, bez izmjene većeg volumena akvarijske vode, preporučuje se korištenje RO/DI vodom. Prednosti su ovih sustava vrlo niska provodljivost i dobra kontrola kemijskog sastava vode, dok su nedostaci visoka cijena, ograničen kapacitet i potreba za redovitim održavanjem.

Akvarijske je filtere potrebno redovito održavati, pri čemu čišćenje treba obaviti što je moguće brže. Neki mediji za filtere, kao što su aktivni ugljen i zeolit, upotrebljavaju se jednokratno, dok se većina drugih medija obnavlja ispiranjem u vodi. Aktivni ugljen prije upotrebe treba temeljito isprati kako bi se uklonile sitne čestice i krhotine. Uz navedeno, aktivni ugljen lošije kvalitete može sadržavati visoke koncentracije fosfata te povećati pH vode, zbog čega se njime treba koristiti pažljivo i u odgovarajućim količinama.

Prilikom pokretanja akvarija preporučuje se ubrzavanje procesa biološkog ciklusa kruženja tvari dodavanjem bakterija koje su potrebne u ovom procesu. Pri tome se koristi tekućina sa startnom kulturom bakterija koja se može nabaviti u svim specijaliziranim



akvarijskim trgovinama i dodaje se izravno u akvarijsku vodu. Dobra je praksa korištenje i filterskim medijem iz starog, „sazrelog” akvarija tako da se dio medija iz starog akvarija prenese u filter novog akvarija kako bi se brže dobila potrebna kultura bakterija o kojoj ovisi biološka filtracija.

Prilikom čišćenja filtera medij namijenjen biološkoj filtraciji treba pažljivo isprati u vodi iz samog akvarija kako se ne bi uništila korisna bakterijska kultura. Ne smiju se koristiti deterdženti, sredstva za dezinfekciju niti vruća voda, a čišćenje treba biti umjereno jer se u suprotnom mogu ukloniti bakterije naseljene na mediju koje su ključne za pravilno funkcioniranje akvarija.

Iako je filtracija vrlo učinkovita za održavanje zadovoljavajuće kvalitete vode, jako je važno provoditi periodične izmjene dijela akvarijske vode i niz drugih aktivnosti vezanih uz održavanje kao što su: usisavanje ribljeg fecesa, nepojedene hrane i drugog taloga, čišćenje

stijenki spremnika od nakupina algi i kamenca itd. (detaljnije opisano u poglavlju 11).

2.4. Rasvjeta u akvariju

Rasvjeta u akvariju neophodna je za fotosintezu i rast biljaka, ali značajno doprinosi i estetskom izgledu akvarija, naglašavajući boje riba i biljaka te ukrasa u akvariju kao što su kamenja, grane i slično.

Svjetlost je dio elektromagnetskog spektra između ultraljubičastog i infracrvenog područja koji je vidljiv ljudskom oku (vidljiva svjetlost). Mjerna jedinica svjetlosnog toka jest lumen (lm), dok se učinkovitost rasvjetnog tijela izražava omjerom dobivene svjetlosti i potrošene snage (L/W). Boja ili temperatura svjetla mjeri se u stupnjevima Kelvina (K), pri čemu vrijednost raste od crvenog prema plavom dijelu spektra pa crvenkasta svjetlost obične žarulje ima oko 3200 K, sunčeva dnevna svjetlost oko 6000 K, a plavkasta svjetlost metal-halogene (MH) lampe približno 10000 K. Kvaliteta svjetla dodatno

se procjenjuje CRI indeksom (*Color Rendering Index*) u rasponu od 1 do 100, pri čemu sunčevo svjetlo ima CRI 100, što označava puni spektar.

Intenzitet, spektar i trajanje sunčeve svjetlosti variraju ovisno o geografskoj lokaciji i godišnjem dobu. Trajanje i spektar rasvjete u akvariju trebaju biti prilagođeni vrsti ekosustava i organizmima koje akvarij sadrži. Primjerice, u prirodnim staništima tropskih riba dnevno svjetlo traje približno 12 sati pa se preporučuje da umjetno osvjetljenje u akvariju slijedi sličan ritam ili nešto manje. Trajanje svjetla može se regulirati ručno ili s pomoću mehaničkih i elektronskih vremenskih sklopki (timeri). Vremenske su sklopke jednostavni i pristupačni uređaji koji osiguravaju precizno paljenje i gašenje svjetla te ujednačeni dnevno-noćni ciklus koji odgovara živim organizmima u akvariju.

Akvarijska je rasvjeta često među skupljim dijelovima opreme. Vrste akvarijske rasvjete razlikuju se po spektru i intenzitetu. Najčešći su izvori svjetla

u akvarijima danas LED lampe zbog energetske učinkovitosti, dugog vijeka trajanja, niske potrošnje i mogućnosti podešavanja intenziteta i spektra svjetla. Prije LED-a, standard su bile fluorescentne cijevi zbog ravnomjernog svjetlosnog spektra i relativno niske potrošnje. Fluorescentne cijevi rade tako da električna energija ionizira živinu paru u cijevi, a fosforni premaz na unutrašnjim stijenkama emitira vidljivu svjetlost. Odabirom različitih cijevi i dodataka u fosforu moguće je postići željeni spektar i visoki CRI, no fluorescentne cijevi gube intenzitet s vremenom i obično se zamjenjuju nakon 6 – 9 mjeseci. Metal-halogene (MH) lampe jesu izvor svjetla s približnim spektrom sunčeve svjetlosti, pogodne za akvarije do 70 cm dubine i biljke koje zahtijevaju visok intenzitet svjetla. Međutim, zbog velike toplinske emisije, ove lampe postavljaju se najmanje 25 cm od površine vode u akvarijima bez poklopca, a ako se koriste u zatvorenim akvarijima, uz njih je potreban sustav hlađenja. Ostali izvori svjetlosti, kao što su obične volframove i halogene žarulje, nisu prikladni za akvarije



s biljkama jer proizvode previše topline i nemaju odgovarajući spektar svjetlosti.

Pri odabiru rasvjete za akvarij treba uzeti u obzir veličinu i dubinu akvarija te prozirnost vode jer dubina i manja prozirnost smanjuju i količinu svjetla koja dopire do dna. Primjerice, na 70 cm dubine apsorbira se 30 – 40 % svjetla koje dolazi na površinu. U početnim fazama, kada akvarij sadrži manje biljaka, treba paziti da svjetlo nije prejako kako bi se spriječio stres riba i drugih životinja. Kako biljke rastu i stvaraju sjenovite zone, intenzitet rasvjete može se postupno povećavati. Regulacija svjetla također pomaže u kontroli rasta algi, koje često signaliziraju neprilagođenu rasvjetu. Prekomjerna ili nedovoljna rasvjeta u akvariju može dovesti do rasta neželjenih algi ili usporenog rasta biljaka, stoga je važno pratiti i prilagođavati intenzitet, trajanje i raspored osvjetljenja prema potrebama ekosustava akvarija, čak i ako to odstupa od prirodnog fotoperioda vrsta koje u njemu žive.

2.5. Grijači u akvariju

Uz osnovne dijelove, u toplovodnim akvarijima često su potrebni grijači. Pri tome se uglavnom koriste potopni grijači, koji se nalaze u staklenoj cijevi i imaju ugrađen termostat. Grijači s termostatom omogućuju automatsko održavanje željene temperature, dok termometar služi za redovitu kontrolu i sigurnost, a na tržištu postoje razni oblici termometara prikladni za akvarije, npr. u obliku malih naljepnica koje se postavljaju na akvarijsko staklo. Snaga grijača ovisi o zapremnini akvarija i temperaturi okoline u kojoj se akvarij nalazi. Grijač je potrebno prilagoditi uvjetima akvarija jer pogrešan odabir može dovesti do neželjenih naglih promjena u akvariju, što organizmima u njemu uzrokuje stres. Jednostavno pravilo za odabir odgovarajućega grijača prema volumenu akvarija jest 10 – 20 % veća snaga grijača u vatima (W) od volumena akvarija u litrama (L) pa je tako, primjerice, za akvarij od 200 L

optimalan grijač od 220 do 240 W. U većim akvarijima preporučljivo je staviti više grijača kako bi se voda ravnomjerno zagrijavala na više mjesta i temperatura lakše ujednačila u cijelom akvariju. U akvarijima s više biljaka pogodno je i korištenje cijevima za grijanje koje se postavljaju ispod akvarija („podno grijanje“) i tako zagrijavaju korijenje, što pospješuje rast biljaka. Važno je da se pri čišćenju i održavanju akvarija grijač isključi

ako se vadi iz vode. Ako na stakenoj zaštiti grijača postoji napuknuće ili se u unutrašnjosti grijača skuplja vlaga, potrebno ga je odmah zamijeniti. Ostaci kamenca na grijačima koji umanjuju njihovu funkcionalnost mogu se odstraniti ispiranjem blagom otopinom kiseline. Temperaturu vode u akvariju potrebno je redovno provjeravati kako bi se na vrijeme uočili mogući kvarovi grijača.





3. Fizikalna svojstva akvarijske vode

Nagle i velike promjene u sastavu ili uvjetima akvarijske vode mogu imati ozbiljne posljedice za akvarijske organizme, stoga je potrebno redovito pratiti ključna fizikalna i kemijska svojstva vode.

Fizikalna svojstva vode koja se prate u akvaristici uključuju temperaturu, miris, boju i prozirnost vode. Temperatura vode mora biti optimalna za organizme koji obitavaju u akvariju pa je u tropskim slatkovodnim akvarijima preporučena temperatura 23 – 26 °C, dok vrste umjerenih područja preferiraju nešto niže temperature vode između 18 i 22 °C. Općenito se smatra da toplovodne vrste ne podnose temperaturu nižu od 17 °C. Veća temperaturna variranja mogu negativno utjecati na zdravlje organizama, a posljedično se mogu javiti bolesti.

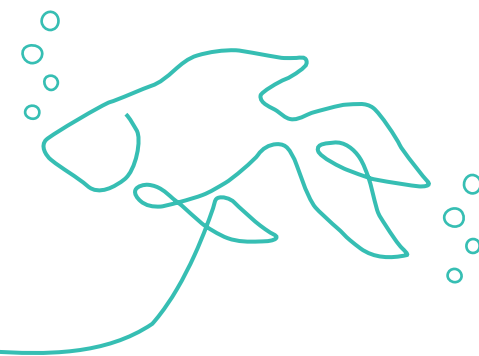
Također, kolebanje temperature ima loš utjecaj i na razmnožavanje. Osim toga, temperatura utječe i na kemijske karakteristike vode, primjerice, na otopljenost plinova poput O₂ i CO₂ što dodatno utječe na životne uvjete u akvariju.

Miris, boja i prozirnost vode praktični su indikatori kvalitete akvarijske vode. Neugodan miris, poput amonijaka, obično upućuje na povećano raspadanje organskih tvari te zahtijeva hitno čišćenje i djelomičnu izmjenu vode. Zelenkasta boja vode može ukazivati na povećanu biološku aktivnost, dok замуćenje ili promjena boje vode često signaliziraju poremećaje u kemijskoj i biološkoj ravnoteži, što može dovesti do anaerobnog raspadanja organskih tvari, smanjenja koncentracije kisika, poremećaja u procesu fotosinteze

i smrtnosti životinjskih vrsta. Slaba prozirnost može biti i rezultat prisutnosti anorganskih čestica u vodenj sredini, što može uzrokovati efekt abrazivnosti, a to rezultira oštećenjem peraja ili gubitkom mukusa na tijelu riba.

Akvarijska voda treba biti bistra i prozirna, što se postiže uspostavljanjem biološke ravnoteže i ciklusom kruženja tvari u sustavu te primjenom odgovarajućih metoda filtracije.





4. Kemijska svojstva akvarijske vode

Za uspješno funkcioniranje akvarija ključno je praćenje kemijskih svojstava vode, među kojima su: ukupna i karbonatna tvrdoća (GH i KH), pH, puferski kapacitet, koncentracija otopljenih plinova (O_2 , CO_2 , H_2S), slanost, nutrijenti, fosfati, elementi u tragovima i prema potrebi drugi čimbenici.

4.1. Tvrdoća vode

Tvrdoća vode ovisi o koncentraciji otopljenih soli kalcija i magnezija, prisutnih u obliku hidrogenkarbonata, klorida, nitrata ili sulfata. Razlikuju se prolazna (karbonatna) tvrdoća (KH) i stalna (nekarbonatna) tvrdoća (GH).

Prolaznu ili karbonatnu tvrdoću određuju hidrogenkarbonati kalcija i magnezija. Može se ukloniti dugotrajnim zagrijavanjem vode na temperaturi vrenja,

pri čemu hidrogenkarbonat ($Ca(HCO_3)_2$) prelazi u karbonat ($CaCO_3$), ugljikov dioksid (CO_2) i vodu (H_2O):



Stalnu ili nekarbonatnu tvrdoću čine uglavnom kloridi, nitrati te sulfati kalcija i magnezija koji se ne mogu ukloniti zagrijavanjem.

Ukupnu tvrdoću (GH, *General hardness*) čine prolazna i stalna tvrdoća zajedno, tj. sve otopljene soli u vodi. Manja vrijednost GH označava „mekšu“, a veća „tvrđu“ vodu. Tvrdoća se najčešće izražava u njemačkim stupnjevima ($^{\circ}dH$), a postoje i engleski i francuski stupnjevi. Može se također izraziti kao koncentracija otopljenih soli u volumenu vode (mg/L). Optimalna KH za akvarijsku vodu jest 8 – 11 $^{\circ}dH$, dok je ukupna GH pogodna za većinu slatkovodnih riba 6 – 16 $^{\circ}dH$.

Tvrda voda može se „omekšati“ iono-izmjenjivačkim smolama ili miješanjem demineralizirane ili destilirane vode (koje imaju 0°dH). KH se smanjuje dodavanjem CO₂ i zakiseljavanjem vode (spuštanjem pH vrijednosti), što se postiže filtracijom kroz treset ili dodavanjem gotovih pripravaka koji se mogu nabaviti u specijaliziranim trgovinama, a najčešće sadrže fosfate pa se njima treba pažljivo koristiti jer pogoduju i rastu nepoželjnih alga.

Jednostavnije je i lakše podizati tvrdoću u vodi, a i u prirodi su tvrde vode puno češće od mekih pa odgovaraju većini vrsta. KH se povećava dodavanjem sode bikarbone (NaHCO₃), dok se GH povećava dodavanjem kalcij karbonata (CaCO₃), aeracijom ili istiskivanjem CO₂ iz vode.

Tvrdoća vode utječe na osmoregulaciju, tj. proces kojim vodeni organizmi održavaju ravnotežu vode i otopljenih soli u tijelu unatoč promjenama u kemijskom sastavu okoline. U hipotoničnoj okolini (manja koncentracija otopljenih soli) organizmi izlučuju višak vode i zadržavaju soli, dok u hipertoničnoj okolini (veća

koncentracija otopljenih soli) uzimaju vodu i izlučuju višak soli kako bi spriječili dehidraciju. U izotoničnoj okolini nema značajnog kretanja vode ili soli pa je potrošnja energije minimalna. Postoje razni mehanizmi osmoregulacije, a pravilna osmoregulacija potrebna je za normalan metabolizam, rast, razvoj i razmnožavanje. Karbonatna tvrdoća vode ne šteti izravno organizmima u akvariju, ali ako je manja od 4,5 °dH, potrebno je kontrolirati pH, posebno prilikom djelomične izmjene akvarijske vode. Naime, karbonatna tvrdoća sprječava nagle promjene pH vrijednosti jer povećava puferski kapacitet.

4.2. pH i puferski kapacitet

pH je vrijednost koja pokazuje kiselost i lužnatost vode te ga određuje koncentracija vodikovih iona (H⁺) definirana kao negativni logaritam koncentracije vodikovih iona.

$$\text{pH} = -\log ([\text{H}^+] / \text{mol dm}^{-3})$$

Budući da se izražava u logaritamskoj skali, promjena pH za 1 jedinicu znači deset puta kiseliju ili



lužnatiju vodu pa je npr. voda koja ima pH 5 kiselija 100 puta od vode koja ima pH 7, a voda koja ima pH 8 jest 10 puta lužnatija od vode s pH 7.

Važno je održavanje optimalne pH vrijednosti u akvariju jer mnogo vrsta obolijeva, pa čak i ugiba u okolini koja se po pH znatno razlikuje od njihove prirodne okoline. Većina akvarijskih riba preferira pH između 6 i 8, a nagle promjene pH mogu biti smrtonosne. pH se može regulirati pa se njegovo smanjenje (zakiseljavanje vode) postiže filtracijom kroz treset ili dodavanjem kiselina, npr. taninske ili huminske kiseline u mekšoj vodi ili 3 %-tne fosforne kiseline u tvrđoj vodi, dok se za povećanje pH uglavnom koristi natrijev karbonat (Na_2CO_3).

U akvaristici je lužnatost vode češći problem od kisele vode, prije svega zbog toga što većina akvarijskih vrsta dobro podnosi blago kiselu vodu. Dugotrajno izlaganje povišenom pH, iznad 8,5, šteti organizmima jer u lužnatoj vodi raste opasnost od dušikovih spojeva i podložnost parazitima i gljivicama.

Karbonatna voda povećava puferski kapacitet, što znači da voda može neutralizirati veće količine kiseline ili lužine bez značajnije promjene pH, dok do nagle promjene pH dolazi tek kada se puferski kapacitet probije. Pufer ima pozitivno djelovanje pa se tako u ciklusu kruženja dušika stvaraju nitrati koji bi u vodi s niskim puferskim kapacitetom snižavali pH. Međutim, ponekad je pufer nepoželjan, kao kad se u akvarijima koristi tvrda vodovodna voda u kojoj je zbog visokog puferskog kapaciteta teško postići optimalnu pH vrijednost.

4.3. Otopljeni plinovi

Ugljični dioksid (CO_2) neophodan je u procesu fotosinteze, sudjeluje u ciklusu kruženja tvari, važan je za održavanje puferskog kapaciteta vode te utječe na tvrdoću vode.

Optimalne koncentracije CO_2 ovise o temperaturi vode i okvirno se kreću između 10 i 50 mg/L. Prevelike koncentracije CO_2 toksične su za organizme u akvariju, a mogu i uzrokovati smanjenje pH, što isto može imati

negativan utjecaj, dok premale koncentracije CO₂ ograničavaju rast biljaka. Stoga, ako se CO₂ dodaje u akvarijsku vodu, treba dobro paziti da se to radi u umjerenim količinama i da se postižu preporučene koncentracije.

Koncentracija CO₂ određuje se sondama ili laboratorijskim analizama, ali postoji i jednostavna metoda dostupna svima. Naime, približna vrijednost CO₂ za optimalnu kemijsku kvalitetu vode može se jednostavno izračunati praćenjem mjehurića na regulatoru od CO₂ ako je to moguće, pri čemu broj mjehurića u minuti treba biti jednak volumenu akvarija u litrama x 13/100.

CO₂ se može dodavati s pomoću visokotlačnih sustava, boca, kvasca ili elektrolize. Povećanje razine CO₂ dodavanjem kemijskih spojeva u načelu nije učinkovito i ne preporučuje se. Standardna je metoda spajanje boce s komprimiranim CO₂ preko regulatora na specijalizirani difuzor za CO₂ koji se stavlja izravno u glavni spremnik ili na reaktor za miješanje vode i plina koji se mora

ugraditi na cijev kroz koju prolazi voda pod tlakom, što znači da se mora ugraditi na sustav s vanjskom filtracijom, i to najbolje neposredno prije povratka vode u glavni spremnik. Pritom se mora naglasiti da su kanister filteri puno pogodniji za ovu namjenu od sump filtera jer sump filtracija radi na principu prelijevanja vode iz glavnog spremnika u sump za filtraciju, što znači da voda pljuska kroz cijevi koje su većim dijelom ispunjene zrakom i pritom dolazi do degasacije CO₂, odnosno do izjednačavanja razina plinova otopljenih u vodi s razinama plinova u atmosferi. Rezultat je potreba za puno većim količinama ubrizganog CO₂ da bi se dobila ista razina plina u vodi glavnog spremnika. Mogu se koristiti i niskotlačni sustavi za dobivanje CO₂. Najjednostavniji i najjeftiniji koristi se kvascem u zasebnom spremniku koji je spojen na difuzor za CO₂ u glavnom spremniku. U spremnik dodaje se voda i šećer, što dovodi do procesa vrenja u kojemu nastaje CO₂. Osim toga, koncentracija CO₂ u vodi može se povećati i s pomoću uređaja koji rade na principu elektrolize i najjednostavniji su za korištenje, ali im je cijena visoka.



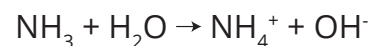
Kisik (O_2) je organizmima potreban za disanje, a njegova koncentracija ovisi o temperaturi, tlaku i miješanju vode. Kisik nastaje kao nusprodukt fotosinteze, iz zraka se otapa preko površine vode, a njegova koncentracija u vodi može se dodatno povećati zračnim pumpama.

Nedostatak kisika najčešće se javlja u početnim fazama akvarija ili ljeti zbog slabije topljivosti kisika i pri većoj temperaturi vode. Na početku puštanja akvarijskog sustava u rad raste koncentracija amonijaka koji u procesu razgradnje veže kisik, a tijekom ovog razdoblja raste i populacija bakterija koje za svoje životne procese trebaju kisik.

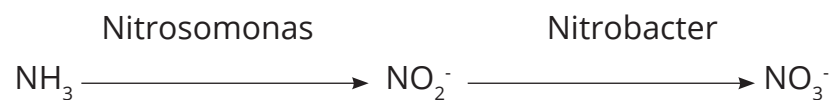
Manjak kisika u akvariju može se primijetiti prema promjenama u ponašanju riba koje se uvodi s nedovoljno kisika zadržavaju blizu površine gdje „gutaju“ zrak. Višak kisika u vodi istiskuje CO_2 , što negativno utječe na biljne vrste i povećava lužnatost vode, a to može biti problematično za velik broj ribljih vrsta.

4.4. Dušikovi spojevi

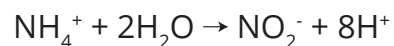
Dušikovi spojevi imaju važnu ulogu u ciklusu kruženja tvari i biološkom funkcioniranju akvarija. Nastaju razgradnjom organskih tvari poput hrane, izmeta i uginulih organizama s pomoću heterotrofnih bakterija. Amonijak se u vodi nalazi u dvama stanjima, kao NH_3 i NH_4^+ , što je prikazano sljedećom jednačinom:



U akvarijskoj vodi mjere se vrijednosti ukupnog amonijakalnog dušika (NH_3 i NH_4^+). NH_3 je izrazito opasan u akvariju i izlaganje akvarijskih životinja već i manjim koncentracijama u kratkom trajanju ostavlja teške posljedice ili smrt. U biološkom funkcioniranju akvarija izrazito su važne dušične (nitrificirajuće) bakterije koje oksidacijom pretvaraju amonijak u manje toksične spojeve – nitrite i nitrate. Među najzastupljenijim nitrificirajućim bakterijama potrebno je istaknuti rodove *Nitrosomonas* i *Nitrobacter*.

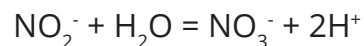


Prvi korak u procesu kruženja dušikovih spojeva jest oksidacija amonijaka (NH_4^+) u nitrite (NO_2^-) s pomoću bakterija roda *Nitrosomonas*:



Nitriti su također toksični, ali ipak oko deset puta manje od amonijaka. U slučaju koncentracija iznad 0,1 mg/L tijekom dužeg razdoblja, štete metabolizmu riba i dovode do poremećaja u krvožilnom sustavu jer razaraju hemoglobin pa trovanje nitritima izgleda poput gušenja uslijed nedostatka kisika.

U drugom koraku bakterije roda *Nitrobacter* oksidiraju nitrite u nitrata (NO_3^-):



Nitrati su znatno manje štetni i toksični su tek u velikim koncentracijama (oko sto puta većoj od amonijaka), dok su u manjim korisni kao hranjiva tvar

za biljke. Prihvatljiva koncentracija nitrata u akvarijskoj vodi jest do 25 mg/L. U podlozi dolazi do djelomične anaerobne razgradnje nitrata, pri čemu nastaju dušik i hidrogen-sulfidi koji su nepoželjni u akvarijima.

Kontrola i održavanje zadovoljavajućih razina dušikovih spojeva od ključne su važnosti za održavanje zdravog i stabilnog akvarijskog sustava. Amonijak (NH_4^+) i nitriti (NO_2^-) se iz vode uklanjaju kvalitetnom biofiltracijom, dok se nitrati (NO_3^-) većim dijelom akumuliraju i zbog toga je potrebna redovita izmjena dijela akvarijske vode. Razine amonijaka mogu se smanjiti dodavanjem određenih spojeva, kao što je zeolit, u filtracijske jedinice, što će smanjiti i sve spojeve koji nastaju oksidacijom amonijaka, međutim, nisu učinkoviti za izravno uklanjanje nitrita i nitrata. Izmjena vode ostaje glavna metoda odstranjivanja viška nitrata, no količina i učestalost izmjene može se umanjiti sadnjom velike količine bilja u akvarij (pogotovo plutajućeg i bilja koje raste i iznad površine vode) koje



će se koristiti nitratima kao hranjivim tvarima za rast i/ili smanjenjem količine i veličine riba koje se drže u akvariju, čime smanjujemo i ukupnu metaboličku ekskreciju amonijaka u vodu. U ciklusu kruženja dušika u prirodi, denitrifikacijske bakterije reduciraju nitrate u dušik. Međutim, ovo se odvija u anaerobnim uvjetima, što je u akvarijskom sustavu teško postići, već isključivo u dubljim slojevima supstrata na granici hipoksije i anoksije, gdje uvijek postoji opasnost i od razvoja sumpornih (sulfat-reducirajućih) bakterija koje proizvode toksični plin sumporovodik (H_2S). Ove su dvije skupine bakterija u izravnoj kompeticiji, a prevladat će one koje imaju veću količinu hranjivih soli za redukciju (NO_3^- ili SO_4^{2-}). Zbog osjetljivosti navedene ravnoteže i potencijalne opasnosti za organizme u akvariju, ne preporučuje se oslanjanje na ovakve procese za odstranjivanje nitrata, već se predlaže redovita izmjena vode. Već dugi niz godina na tržištu se pojavljuju denitrifikacijski reaktori za potrebe akvaristike, no njihova je učinkovitost veoma upitna.

4.5. Slanost

Slanost je važan čimbenik u morskim i brakičnim akvarijima jer izravno utječe na osmoregulaciju, zdravlje i metabolizam organizama. Previsoka ili preniska slanost može uzrokovati stres ili smrtnost organizama. Povećana slanost u slatkovodnim akvarijima ukazuje na previsoku tvrdoću vode, međutim, većina slatkovodnih vrsta podnosi manje količine soli, dok su neke vrste (npr. skalari *Pterophyllum sp.*) osjetljive i na sasvim male koncentracije soli u vodi. Slanost se najčešće izražava kao koncentracija soli u gramima po litri (g/L), promilima (‰) ili kao specifična gustoća (SG), a mjeri se s pomoću refraktometra ili sonde. Stabilnost slanosti važna je jer nagle promjene mogu poremetiti ravnotežu u akvariju pa se preporučuje redovita kontrola, osobito pri dopunjavanju isparene vode ili izmjeni dijela vode. Voda koja se koristi u morskim akvarijima najčešće se priprema umjetnim putem, tj. miješanjem RO/DI vode i komercijalno dostupne morske soli za akvaristiku.

4.6. Glavni elementi (makronutrijenti) i elementi u tragovima (mikronutrijenti)

Esencijalne mineralne hranjive tvari (često zvani i nutrijenti) u akvarijskoj vodi koje su potrebne biljkama mogu se podijeliti na dvije osnovne skupine: glavne elemente ili makronutrijente (dušik, fosfor, sumpor, kalcij, magnezij i kalij) i elemente u tragovima ili mikronutrijente (željezo, mangan, bakar, cink, molibden, kobalt i bor). Neki elementi, poput natrija, mogu se naći u biljkama, ali nisu neophodni za njihov rast pa se ne smatraju esencijalnim.

Fosfati su važni za rast biljaka, no višak fosfata potiče i rast algi koje su u akvarijima uglavnom nepoželjne. Idealna koncentracija fosfata u akvariju s biljkama jest do 0,5 mg/L. Fosfati su važni u ishrani biljaka, ali u akvariju ih najčešće ima previše, pri čemu višak fosfata uzrokuje razvoj neželjenih algi. Slično kao i dušični spojevi, fosfati u akvarijsku vodu dopijevaju

kao produkti metabolizma, od razgradnje nepojedene hrane ili kao rezultat truljenja organizama. Višak fosfata može se odstraniti redovitim izmjenama vode.

Glavni elementi i elementi u tragovima potrebni su jer podržavaju rast i razvoj biljnih vrsta. Za procjenu potrebe za dodavanjem nutrijenata dobro je pratiti koncentraciju željeza koja ne smije pasti ispod 0,05 mg/L jer može doći do usporenog rasta biljaka i nedostatka hranjiva. Preporučene koncentracije željeza u slatkovodnim akvarijima kreću se u rasponu od 0,05 do 0,1 mg/L, dok se u morskim akvarijima preporučuje da ta vrijednost bude oko 0,5 mg/L.

4.7. Međuovisnost čimbenika u vodi

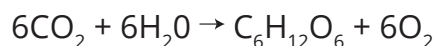
Većina kemijskih svojstava vode međusobno povezana, na što treba paziti tijekom praćenja i održavanja akvarija te prilagođavanja pojedinih čimbenika. Promjena jednog čimbenika (npr. GH, KH ili CO₂) utječe na druge



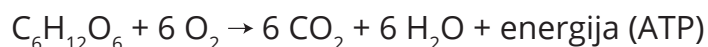
čimbenike (pH, otopljene plinove i osmotsku ravnotežu). Tvrdća vode i koncentracija CO_2 izravno utječu na vrijednost pH. Optimalna koncentracija CO_2 određuje se u ovisnosti o KH i pH vrijednosti vode.

Fotosinteza i respiracija ključni su procesi u prirodi. Fotosintetski organizmi (biljke i alge) tijekom dana koriste se svjetlošću za fotosintezu i iz vode uzimaju CO_2 te proizvode šećer, pri čemu nastaje kisik potreban svim aerobnim živim organizmima. Disanje (respiracija) je proces u kojem organizmi razgrađuju hranjive tvari (poput glukoze) s pomoću kisika kako bi dobili energiju potrebnu za održavanje životnih funkcija. Tijekom noći svi organizmi, uključujući i biljne, troše kisik i pritom oslobađaju CO_2 .

Fotosinteza:



Respiracija:



U akvarijima s biljkama pH tijekom dana varira pa je ujutro niži zbog povećane koncentracije CO_2 koja se nakupi tijekom noći, a onda se tijekom dana povećava zahvaljujući procesu fotosinteze. Za razliku od CO_2 , koncentracija otopljenog kisika raste tijekom dana, a najmanja je ujutro.

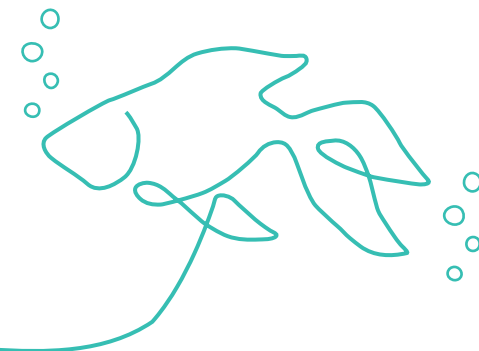
U vodi s nižim vrijednostima pH i temperature amonijak (NH_3) lakše prelazi u ionski oblik (NH_4^+). Amonijak je izrazito toksičan za ribe i druge organizme pa već i manje koncentracije u kratkom vremenu mogu biti štetne i uzrokovati smrtnost organizama. Ipak, nešto je manje toksičan u svojem ionskom obliku (NH_4^+), stoga je iz te perspektive uvijek povoljnije imati nešto niže pH vrijednosti akvarijske vode. U praksi se akvaristi najčešće susreću s ovom problematikom nakon dužeg transporta riba u zatvorenim vrećicama. Tijekom transporta se zbog respiracije riba nakupljaju veće količine CO_2 u transportnom mediju, što snižava njegovu pH vrijednost. U isto se vrijeme nakuplja veća

količina amonijaka kao produkt metabolizma, no ostaje u ionskom obliku (NH_4^+) zbog niskog pH. U trenutku kada se vrećica otvori, kisik iz atmosferskog zraka počinje se topiti u vodi, a CO_2 difundira iz vode u atmosferu, što dovodi do naglog porasta pH vrijednosti i povećanja toksičnosti amonijaka u transportnom mediju; NH_4^+ prelazi u NH_3 . Zbog toga se preporučuje prebaciti ribe

iz vrećica u novi spremnik u što kraćem roku nakon otvaranja vrećice (dodatno opisano u poglavlju 8).

Koncentracija nitrata ovisi o vrsti i brojnosti biljaka, rasvjeti akvarija i koncentraciji CO_2 . Velika količina nitrata uz slabiju rasvjetu i malo biljaka dovodi do pojave algi koje uz narušavanje estetike akvarija imaju negativno djelovanje na cijeli akvarijski sustav pa i na to treba obratiti pozornost.





5. Prilagođavanje vrsta na uvjete u akvariju

Sindrom novog akvarija čest je problem u prvim danima funkcioniranja akvarija, za koji je izravno odgovoran dušik i njegovi spojevi, a do kojeg dolazi kada se novi akvarij prebrzo naseli ribama. Tada započinje ciklus kruženja dušika, ali bez dovoljno bakterija koje sudjeluju u tom ciklusu te dolazi do rasta koncentracije dušikovih spojeva i anoksije. Pravilno je postupanje prvo pustiti da sustav cirkulira bez životinjskih organizama barem 3 do 4 tjedna kako bi se bakterijski biofilm naselio na podlogu u akvariju, medij u filteru i ostale dostupne površine. Nekoliko dana nakon postavljanja akvarijska voda postaje mutna, zamagljena i mliječno bijele boje jer u njoj započinje razvoj bakterija i mikroorganizama koji će uskoro kolonizirati sve dostupne površine u sustavu. Voda se uskoro potpuno razbistri bez ikakve intervencije, a budući da je riječ o benefcijalnim bakterijama, ne preporučuju se izmjene vode tijekom

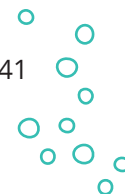
razdoblja zamagljenosti. Biljke je moguće nasaditi već prije i tijekom prvog punjenja, što se i preporučuje jer će se moći neometano ukorijeniti za podloge prije unosa životinjskih organizama koji bi ih mogli čupati. Nakon ovog inicijalnog razdoblja trebalo bi postupno unositi prvo otpornije vrste riba, a kasnije osjetljive vrste.

U novopostavljenom, ali i u uhodanom akvarijskom sustavu često se unose nove vrste zbog odumiranja postojećih ili jednostavno dopune akvarija. Prilikom dopune akvarija novim vrstama biljaka treba voditi računa da se pri njihovom unosu u akvarij ne unesu druge neželjene vrste kao što su puževi koji su često prisutni na biljkama i nakon unosa mogu se pretjerano razmnožiti. Prije unosa riba preporučuje se držati ih u zasebnom karantenskom sustavu tijekom oko dva tjedna dok se ne vidi hoće li se razviti neka bolest ili ne. Nažalost,

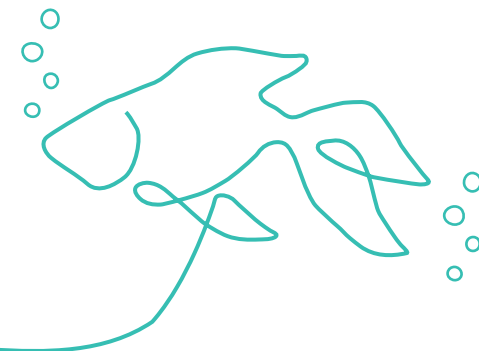
prosječni hobisti uglavnom nemaju mogućnost držanja odvojenog karantenskog sustava pa često dolazi do unosa bolesti u glavni akvarij, pri čemu se i ostale ribe mogu zaraziti i uginuti.

Pri unosu novih biljnih i životinjskih vrsta potrebno im je omogućiti vrijeme za prilagodbu na akvarij i novi okoliš, a to se može postići tako da se biljke ili vrećice sa životinjama prvo puste da zatvorene neko vrijeme plutaju u akvariju kako bi se temperatura transportnog medija prilagodila temperaturi u glavnom spremniku. Treba paziti da se voda iz vrećice ne ulijeva u akvarij jer je često jako loše kvalitete (velika količina produkata

metabolizma). Preporučuje se nakon aklimatizacije izliti sadržaj vrećice u mrežicu poviše kante ili drugog spremnika za otpadnu vodu i čim prije uroniti mrežicu s organizmima u akvarijski spremnik. Također se preporučuje držanje mrežice u akvariju dok ribe i/ili drugi organizmi sami ne izađu iz nje i krenu u istraživanje novog prostora. U posebnim slučajevima, kada se voda u kojoj su organizmi transportirani uvelike razlikuje od vode unutar akvarija, može se postupno dodavati voda iz akvarija u transportnu vreću ili drugi spremnik, međutim, jako je važno pratiti pH, pa tako i toksičnost amonijaka u transportnoj vodi (detaljnije opisano u poglavlju 4).



6. Biljne vrste u akvariju



Biljke su važne za izgled akvarija, a imaju i važnu ulogu u biološkom funkcioniranju akvarija. Ipak, u pravilu je teže izgraditi akvarij s gustom vegetacijom od akvarija u kojemu dominiraju ribe jer je potrebno zadovoljiti mnogo dodatnih uvjeta koji su biljkama nužni za uspješan rast i razvoj. Izuzetno je važan pravilan odabir biljnih vrsta jer njihov prekomjeren rast i odumiranje narušavaju izgled akvarija i onečišćuju vodu.

Biljkama je potrebna dobro i kvalitetno biološki filtrirana voda. Kemijska filtracija nije potrebna u isključivo biljnim akvarijima jer se tako voda previše čisti pa biljke nemaju dovoljno nutrijenata. Kemijski parametri vode (tvrdoća, pH, nitrati, fosfati) moraju biti prilagođeni zahtjevima većine akvarijskog bilja. Redovite djelomične izmjene vode važne su za biljke jer svježja voda sadržava niz kemijskih elemenata i spojeva

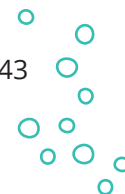
koje biljke svakodnevno troše. Također, ako se u sustav dodaje tekuće gnojivo neophodno za većinu akvarijskog bilja, izmjenama vode odstranjuje se eventualni višak koji ostaje neiskorišten, čime se sprječava rast populacije alga. Za uspjeh biljnog akvarija važno je redovito obrezivanje bilja, čišćenje akvarija od otpalog i trulog lišća te prevencija i kontrola rasta populacija alga koje mogu pokriti listove viših biljaka.

Kvalitetno svjetlo odgovarajućeg spektra i intenziteta te optimalni fotoperiod od presudne su važnosti za biljke, kao i stabilna temperatura. Biljke najčešće trebaju prihranu makro- i mikronutrijentima u obliku tekućeg gnojiva, pri čemu je potreban oprez da se u vodu ne doda previše gnojiva. Za fotosintezu i potrebe biljaka potrebno je osigurati dovoljnu koncentraciju otopljenog CO₂ u vodi. Biljkama u akvariju

potrebno je, dakle, osigurati odgovarajuću kvalitetu vode, odgovarajuću rasvjetu 10 – 12 sati dnevno, dobru mehaničku i biološku filtraciju, dobru cirkulaciju i strujanje vode, odgovarajuću podlogu i gnojenje, optimalnu količinu CO₂ i gustoću riba (pazeći da nisu sve biljojedne vrste). Uz sve to, potrebno je redovito održavanje biljaka i stabilnost akvarijskog sustava.

Akvarijske biljke rastu različitom brzinom pa se tako razlikuju brzorastuće i spororastuće biljke, o čemu treba voditi računa pri postavljanju akvarija. Biljke se mogu posaditi u podlogu za koju se onda učvršćuju korijenom, ali mogu biti pričvršćene i za kamene i drvene ukrase u akvariju, pogotovo ako je riječ o mahovinama i papratima. Opće je pravilo da biljke koje se ukorjenjuju u podlogu brže rastu od onih koje se samo prihvaćaju za razne objekte (iznimka su mahovine). Razlog je tome što biljke s pravim korijenima mogu uzimati nužne tvari za rast iz hranjive podloge i vode, dok one bez funkcionalnog korijenja mogu uzimati samo ono što im je dostupno u vodi. Postoje još i plutajuće biljke koje su također dosta česte u akvarijima.

Izbor biljaka ovisi prvenstveno o vrsti i snazi rasvjete; heliofilnim vrstama potreban je jak izvor svjetlosti, dok scijafilne vrste preferiraju prigušeno svjetlo i sjenu. U akvariju s jakim rasvjetom sade se biljke koje zahtijevaju više svjetla, kao i one vrste koje brže rastu jer bi u takvim uvjetima jakog svjetla listove spororastućih vrsta obrasle alge. Da bi takve biljke optimalno iskorištavale intenzivno osvjetljenje, potrebno je zadovoljiti i ostale uvjete neophodne za njihov rast, uključujući prikladnu hranjivu podlogu, prihranu tekućim gnojivom ili dodavanje CO₂ u sustav. Dodatak CO₂ neophodan je za „zahtjevnije“ vrste i često je presudan u kompeticiji akvatičnog bilja i nepoželjnih alga. Podloga je neophodna za biljke s jakim korijenom kojima je potreban visoko hranjivi supstrat. Najbolja je podloga za biljke zemlja u koju se dodaju hranjivi supstrati koji su izvor nutrijenata (mineralna podloga, laterit). Danas su na tržištu postali standard posebni supstrati za akvatično bilje raznih granulacija na bazi gline koji su bogati hranjivim tvarima. Neke biljne vrste zahtijevaju podlogu bogatu željezom ili kiselu podlogu



pa je potrebno poznavati zahtjeve pojedinih vrsta i osigurati im optimalne uvjete. S druge strane, za biljke koje imaju slabije korijenje ili vrste koje većinu svojih potreba mogu zadovoljiti crpeći hranjive spojeve preko listova važnije je osigurati prihranu tekućim gnojivom nego hranjivu podlogu. Uz svjetlost, važni kriteriji za odabir biljnih vrsta u akvariju jesu temperatura, tvrdoća i kiselost vode, kao i brzina rasta biljaka i njihova visina. Za većinu akvarijskih biljaka temperatura između 20 i 30 °C povoljna je, ali treba paziti i na nagle promjene temperature na koje je većina vrsta osjetljiva, kao i na izrazito visoke temperature. Ovisno o biotopu iz kojeg dolaze, neke biljke bolje podnose tvrdu vodu, neke gore, a u pravilu osjetljivije i zahtjevnije biljke preferiraju mekšu vodu. U pretvrdoj vodi se na listovima može taložiti tvrdi sloj kalcijevih soli (kalcifikacija), zbog čega listovi odumiru i biljke propadaju. U premekanoj vodi može doći do naglih promjena i pada pH vrijednosti, kao i do nedostatka hranjivih soli potrebnih biljkama. Neutralna voda u kojoj su pH vrijednosti između 6,0 i 8,0 povoljna je za većinu biljaka, iako neke vrste preferiraju

blago kiselu vodu (npr. biljke koje potječu iz voda s tresetnom, muljevitom ili zemljanom podlogom), dok neke vrste bolje uspijevaju u blago lužnatoj vodi (npr. biljke podrijetlom iz kamenitih i stjenovitih jezera).

Biljke koje brzo rastu, brzo i troše nutrijente iz vode i podloge pa su pogodne za akvarije naseljene s dosta riba i drugih životinjskih vrsta jer će iskorištavati njihov otpad. Mana je brzorastućih biljaka zahtjevno održavanje s obzirom na to da ih je potrebno često obrezivati i neprestano održavati. Za razliku od njih, spororastuće biljke sporije iskorištavaju nutrijente i lakše su za održavanje, ali su isto tako i često prekrivene algama kojima je njihovo lišće odlična podloga za naseljavanje. Pri odabiru biljaka treba uzeti u obzir i punu veličinu biljke jer mnoge vrste koje se prodaju dok su male sasvim drugačije izgledaju kada dosegnu punu veličinu. Preporuka je za manje akvarije uzimati sporije rastuće biljke prikladne visine stabiljike i veličine listova. Neke akvarijske biljke mogu narasti i više od 50 cm visine, mogu imati veliko lišće neprikladno ili snažan korijen pa takve biljke nisu prikladne za manje akvarije.

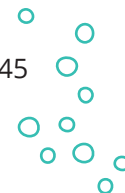
Razvoj akvaristike i izvora svjetlosti omogućio je i otvorene akvarije u kojima biljke izlaze iz vode i pružaju listove i cvjetove iznad površine. Za lijep izgled akvarija često se kombiniraju biljke različitih visina, niže (2 do 5 cm), srednje (5 do 15 cm) i visoke (15 do 60 cm) biljke, dok se jako visoke biljke sade u velikim ili otvorenim akvarijima.

Biljke se najčešće mogu kupiti u košaricama ispunjenim kamenom vunom u koju biljka pušta svoje korijenje i u tzv. *in vitro* obliku – sterilnoj kulturi s biljkom nasađenom na agar gel koja je u ranom stadiju rasta i koja se drži u hermetički zatvorenim plastičnim posudama. Transport biljaka u košaricama ili transport reznica obavlja se u dobro zatvorenim vrećicama ispunjenim zrakom koje su lagano poprskane vodom kako ne bi došlo do isušivanja. Biljke osjetljive na nedostatak svjetla potrebno je transportirati u što kraćem vremenu, dok većina manje zahtjevnih biljaka može preživjeti više dana transporta pri optimalnoj temperaturi.

Najbolje je planirati sadnju svih biljaka u akvariju odmah pri njegovu uspostavljanju jer je sadnju najlakše

obaviti kada je razina vode niska ili je uopće nema, tj. u akvariju je samo navlažena podloga. Svaka kasnija sadnja uznemiravat će organizme koji žive u akvariju, a ako je riječ o aktivnim i nešto većim ribama, lako će iskopavati novoposađeno bilje. Također, veći broj biljaka od samog početka osigurat će manju mogućnost algama za kompeticiju za hranjivim tvarima. Stoga treba dobro istražiti karakteristike i potrebe svake biljke te imati viziju akvarija kada sve bilje naraste do svoje pune veličine. Sadnju treba planirati tako da biljke ne smetaju jedna drugoj u akvariju, npr. da jedna drugoj ne zaklanjaju svjetlo ili da jedna potpuno ne zaklanja pogled na druge biljke.

Priprema za sadnju obavlja se pažljivim vađenjem biljke iz posude ili košarice i čišćenjem od gela ili vate i nečistoća. Dobro je pregledati lišće i korijenje te ukloniti sve trule i oštećene dijelove i pregledati ima li na njima puževa i drugih organizama. Biljka se može i dezinficirati kratkim potapanjem u otopinu hipermangana, pri čemu treba paziti da se korijen ne uroni u ovu otopinu, nakon



čega je biljku potrebno dobro isprati vodom. Sadnja se razlikuje za pojedine vrste biljaka. Biljke koje imaju korijen sade se u podlogu na način da budu dovoljno duboko kako bi čitav korijen bio u podlozi i kako se biljka ne bi odvojila od podloge i isplutala. Uvijek se preporučuje malo skratiti i poravnati korijenje prije sadnje kako bi se lakše moglo zakopati u podlogu, pogotovo ako je riječ o rasađivanju biljaka koje su već boravile duže vrijeme u akvariju. Biljke koje se ne sade u podlogu (mahovine ili biljke s rizomom) potrebno je pričvrstiti za kamen, drvo ili drugu podlogu vezivanjem koncem, lijepljenjem superljepilom ili uglavljivanjem biljaka u određene pukotine ili udubine na predmetima u akvariju. Treba uvijek paziti da pri biljkama s rizomima oni ostanu izvan podloge jer će čitava biljka istrnuti ako se rizom zakopa u supstrat. Reznice biljaka stablašica dobivaju se šišanjem postojećih biljaka u akvariju i mogu se jednostavno zabosti u supstrat, pri čemu će nakon nekog vremena pustiti korijenje i učvrstiti se u podlogu. Ako biljka pri sadnji ispluta, može se opteretiti utegom, manjim kamenčićima i sl. kako bi se zadržala u vodi.

Sađenje biljaka u podlogu obavlja se ručno i ponekad s pomoću duge pincete kojom se biljka uhvati za donji dio i utisne u supstrat. Biljka se polako otpušta i pinceta se izvlači van, a po potrebi se biljka drugom rukom može pridržavati kako se ne bi izvukla iz podloge. Pinceta je nezamjenjiv alat za biljke sitnije i osjetljive građe, posebno ako ih treba posaditi u gusti pokrov. Neke biljke je gotovo nemoguće posaditi bez pincete (npr. *Glossostigma* spp.). Razne mahovine mogu se pričvrstiti za mrežicu od nehrđajućeg čelika koja se onda postavlja na željeno mjesto u akvarij i tako osigurava da biljka neće otplutati (česta metoda za vrstu *Riccia fluitans*).

Akvarijske biljke treba redovito održavati jer je pravilan odabir uzaludan bez dobre pripreme podloge, pravilne sadnje i svakodnevne brige. Održavanje zdravih i estetski zadovoljavajućih biljnih akvarija podrazumijeva svakodnevne sitne intervencije i opsežnije tjedne zahvate. Biljkama godi povremeno premještanje lišća jer tako više listova dobije pristup svjetlu i otrese se talog koji se može nakupiti na listovima. Neke biljke

sporo rastu pa ih često obrastaju smeđe alge (npr. biljke roda *Anubias*) i tada je potrebno odrezati listove obrasle algama ili izvaditi cijelu biljku iz akvarija i umočiti lišće u otopinu hipermangana. Jedno od rješenja za alge koje prekrivaju listove u biljnim akvarijima jesu vrste koje se hrane algama (algojedi). Akvarij ispunjen biljkama s vrlo tankim i gustim listićima (npr. *Ceratophyllum*, *Cabomba*, *Myriophyllum* i sl.), pogotovo pri gustim nasadima, potrebno je ručno čistiti, pri čemu se biljke mogu i lagano protresti rukom ili plastičnim štapom kako bi se uklonio sitni otpad s lišća, koji tada ode s vodom u filter, gdje se mehanički zadrži ili pada na dno, gdje se može lako pokupiti sifonom za usisavanje podloge, ali ponekad taj otpad može poslužiti i kao hrana algama koje uništavaju biljke zaklanjajući im svjetlo.

Biljke se razmnožavaju spolno i nesporno (vegetativno). Spolno razmnožavanje uključuje oplodnju i stvaranje sjemenki (ili spora) iz kojih rastu nove biljke koje genetski nisu identične roditeljskim biljkama jer u ovom procesu dolazi do miješanja genetskog

materijala. Međutim, biljke u akvariju se rijetko ovako razmnožavaju jer je za to potrebno zadovoljiti niz uvjeta, što uključuje i poticanje biljke da procvjeta podešavanjem abiotičkih parametara, pri čemu je potrebno istodobno cvjetanje barem dviju jedinka iste vrste, zatim umjetno oprašivanje s pomoću kistića, prikupljanje sjemenki i sadnja u akvarijsku podlogu. Nesporno (vegetativno) razmnožavanje biljaka odvija se s pomoću dijelova vegetativnih organa (stabiljke, listova ili korijena) i često se koristi u akvaristici za propagaciju vlastitog bilja ili za razmjenu s drugim akvaristima. Pri nespolnom razmnožavanju stvaraju se genetički identične jedinke (klonovi). Više je vrsta vegetativnog razmnožavanja. Fragmentacija je otkidanje dijelova biljaka, pri čemu otkinuti izdanak nastavlja rasti kao posebni dio. Neke biljke razmnožavaju se vriježama pa rezanjem vriježe „sestrinska“ biljka nastavlja samostalno rasti. Pri biljkama koje se razmnožavaju rizomima rezanjem rizoma nastaje nova biljka koja nastavlja samostalno rasti i nakon nekog vremena odvaja se od matične biljke. Neke biljke razmnožavaju se izdancima na listovima i tada se s donje



strane listova ili peteljki pojavljuje korijen, a na gornjoj se razvija stabljika s listovima.

Za razvoj biljaka ključne su esencijalne mineralne tvari. Makronutrijenti, poput dušikovih spojeva, fosfata, kalcija, kalija, magnezija i sulfata, u akvariju su najčešće prisutni u dovoljnim količinama jer nastaju razgradnjom organskog otpada, a ako je potrebno, mogu se nadoknaditi dodavanjem gnojiva. Mikronutrijenti, željezo, cink, mangan i drugi elementi u tragovima biljkama su potrebni u znatno manjim količinama, ali oni imaju presudnu ulogu za zdravlje i rast te se po potrebi dodaju u obliku tekućih gnojiva i drugih pripravaka dostupnih na tržištu. Uz gotove, česti su i domaći pripravci, a popularan domaći pripravak makronutrijenata u akvaristici jest PMDD (*Poor man's dupla drops*). Ovaj pripravak sadrži: 300 mL destilirane vode u koju se dodaje 14 g kalij-sulfata (K_2SO_4), 33 g magnezij-sulfata ($MgSO_4 \times 7 H_2O$), 6 g kalij-nitrata (KNO_3) i 0,5 mL kloridne kiseline (HCl). Prilikom izmjene vode treba dodati 1 mL otopine PMDD na 1 L vode, u

početku uz svaku izmjenu, a kasnije povremeno prema potrebi. Jako je važno držati sve makronutrijente u ravnoteži jer višak makronutrijenata može uzrokovati bujanje alga. Također, povećanje količine nutrijenata, uz dovoljno svjetla, a bez povećanja koncentracije CO_2 , može dovesti do biološke dekalifikacije, tj. taloženja kalcijeva karbonata na listovima uslijed obavljanja fotosinteze uz nedovoljno CO_2 , pri čemu neke biljke (*Egeria*, *Ceratophyllum*, *Vallisneria*) razlažu hidrogen karbonate na CO_2 i kalcij karbonat. Ovaj proces uzrokuje rast pH vrijednosti i velike promjene u karbonatnoj tvrdoći vode te u početku podsjeća na obrastanje listova algama i privremeno se može i zaustaviti smanjenjem osvjetljenja jer se tako smanjuje i proces fotosinteze. Važno je napomenuti da pri pojavi dekalifikacije djelomična izmjena vode ima negativan učinak jer dovodi do „gušenja” biljaka. Ova pojava može se spriječiti dodavanjem CO_2 u vodu.

Biljni akvariji jesu poseban tip akvarija, a poznati su i kao nizozemski akvariji (*holland aquarium*, *dutch*

tank) i u njima dominiraju biljke u posebno aranžiranim scenarijima, a uz njih je ponekad prisutno i sasvim malo ribljih ili drugih životinjskih vrsta.

Biljke imaju izrazito važnu ulogu u uređenju akvarijske vizure (*aquascaping*). Prilikom uređenja akvarija važno je paziti na pravilno smještanje biljaka pa se niskorastuće biljke sade u prednjem dijelu akvarija, a visokorastuće u stražnjem dijelu. Biljke tako pomažu odvajanju prednjeg i stražnjeg dijela akvarija, što je važno za postizanje dojma veće dubine i veličine. Za tzv. zeleni tepih koriste se sitnije biljke (*Sagittaria subulata*, *Riccia fluitans*, *Echinodorus tenellus*, *Glossostigma elatinoides*, *Cryptocoryne nevillii*) na koje se često postavlja ukrasni kamen, stijena, drvo i sl. Pri tome se takvi ukrasi ne stavljaju na sredinu akvarija, već ih je bolje odmaknuti na jednu stranu kako bi se izbjegla simetrija i dijeljenje na pola. Najbolje pritom izgledaju podjele prostora na trećine, i to u svim smjerovima. Na otprilike dvije trećine površine dna akvarija često se formira i zid koji čine

tamnije biljke, čime se razbija stroga paralelna simetrija rasporeda. Za tu svrhu koriste se srednje visoke vrste koje svojim listovima stvaraju sjenu (npr. *Anubias* spp., *Hygrophila polysperma*, *Microsorium pteropus*, *Nymphaea maculata*, *Nymphaea stellata*). Granica tamnog zida može se dodatno naglasiti oblikovanjem terasastih prijelaza, izrađenih od stiropora, komada korijenja, pluta ili većeg kamenja. Preko terasa nanosi se tanak sloj podloge ili se sade mahovinaste vrste, npr. *Vesicularia dubyana*. Takav stepenasti raspored stvara dojam dubine i prostorne dinamike, što se znatno teže postiže jednostavnim blagim padom podloge prema prednjem staklu. Na terasama posebno dobro dolaze do izražaja biljke koje se postupno uzdižu iz prednjeg plana prema stražnjem, gdje se smještaju veće vrste (*Anubias* spp., *Vesicularia dubyana*). Središnji dio akvarija preporučuje se popuniti biljkama s većim i širim listovima (npr. *Echinodorus* spp., *Aponogeton*, *Ludwigia*), dok su za bočne strane pogodnije vrste s dugim i uskim listovima (*Cryptocoryne balansae*, *Aponogeton crispus*, *Vallisneria spiralis*).





7. Neželjene alge u akvariju

Alge se nalaze u svim vodama, a žive od površine do 200 m dubine. Dolaze u sastavu planktona ili kao bentoske vrste i u vodenim ekosustavima dominiraju u primarnoj produkciji. Alge imaju veliki raspon veličina, od 2 μm (*Chlorella* sp.) do 80 m (*Macrocystis pyrifera*). Imaju iste potrebe kao i biljke pa su u akvarijima često nepoželjnije jer su u kompeticiji s biljkama, a često i indikatori narušenih kemijskih svojstava vode. Važno je napomenuti da uz nepoželjne ili otrovne alge, postoje i vrste koje se uzgajaju kao ukrasne vrste i vrlo su efektne u akvarijima (*Cladophora aegagropila*). Indikator loše kvalitete vode jesu prije svega modrozeleno alge (cijanobakterije) koje se uglavnom pojavljuju u dijelovima akvarija sa slabijim strujanjem vode, a njihov razvoj omogućuje raspadanje organskih tvari u podlozi. Modrozeleno alge brzo se šire i potrebna je brza reakcija kako bi se to spriječilo. Mogu se prepoznati po pojavi sluzavih nakupina, a ponekad

i pojavi smeđe ili tamnozeleno boje na mjestima gdje rastu. Uklanjaju se čišćenjem i usisavanjem podloge, smanjenjem intenziteta svjetla ili promjenom veće količine vode, međutim, to je često samo privremeno rješenje, dok je za njihovo potpuno uništavanje i uklanjanje potrebno dodavanje antibiotika koji djeluje na gram pozitivne bakterije (npr. 2,5 mg/L eritromicina).

Zelena voda je česta pojava u akvariju, posebno u početku uspostavljanja, a do ove pojave dolazi zbog razvoja jednostaničnih zelenih alga koje nisu opasne i same nestanu nakon kraćeg vremena. Ako njihovo bujanje ipak potraje, potrebno je prozračivanje akvarija kako ne bi potrošile previše kisika tijekom noći. Smeđe jednostanične alge često oblikuju grudice u akvariju i rastu uglavnom u uvjetima povećane razine silikata u vodi. Mogu se jednostavno ukloniti usisavanjem

podloge i smanjivanjem osvjetljenja akvarija. Točkaste alge koje se pojavljuju na akvarijskim staklima jesu ustvari indikator dobre kvalitete vode i predstavljaju jedino estetski problem pa se uklanjaju čišćenjem stakla spužvicama, magnetnim čistačima ili žiletima prilagođenima za tu namjenu. Algojedne vrste kao što su neke ribe (*Ancistrus*, *Plecostomus*) ili akvarijski račići (kozice) mogu pomoći u uklanjanju ovih vrsta alga.

Četkaste crvene alge rastu u gustim nakupinama i izgledom podsjećaju na sitne dlačice dužine svega nekoliko milimetara. Najčešće su sivkaste, smečkaste ili tamnocrvene boje, a javljaju se u akvarijima na mjestima s jačim strujanjem vode te uz rubove listova biljaka. Mehaničko uklanjanje ovih algi zahtjevno je pa se njihova kontrola najčešće postiže s pomoću ribljih vrsta koje se njima hrane, poput *Crossocheilus siamensis*. Biljke zahvaćene crvenim algama mogu se očistiti kratkim potapanjem u otopinu varikine (5 %) u trajanju od 2 do 3 minute. Pojava četkastih algi najčešće je povezana s tvrdom, alkalnom vodom bogatom nutrijentima i

željezom, dok se njihov rast može uspješno ograničiti dodatkom CO₂.

Končaste zelene alge razvijaju se u obliku skupina ili pojedinačnih niti svijetlozelene boje, koje mogu prekrivati listove biljaka ili podlogu. Pojedini končići mogu dosegnuti duljinu do 5 cm, a njihovu rastu posebno pogoduje voda s povišenom koncentracijom nitrata. Iako se lako uklanjaju mehaničkim putem, one se vrlo brzo ponovno obnavljaju. Unatoč tome, končaste alge mogu poslužiti kao vrijedan izvor hrane za algojedne ribe, biljojede i kozice.

Na tržištu postoje različita komercijalna sredstva za suzbijanje algi, a neka od njih mogu biti vrlo učinkovita. Ipak, s njihovom je primjenom potreban oprez jer određeni preparati mogu imati štetno djelovanje na pojedine organizme u akvariju. Osim toga, takva sredstva ne predstavljaju trajno rješenje jer se alge ponovno pojavljuju sve dok se ne ukloni osnovni uzrok njihove pojave.



Sprječavanje bujanja algi postiže se smještanjem akvarija na mjesto koje nije izloženo izravnom sunčevu svjetlu, dobrom filtracijom i rasvjetom s pravilnom izmjenom razdoblja osvjetljenja i tame (12 – 12 sati). Potrebno je također održavanje akvarijskog sustava i biljaka, redovito čišćenje kamenja, ukrasa, opreme i stakla, a pomaže i držanje vrsta koje se hrane algama,

pri čemu njihov broj treba biti prilagođen broju riba u akvariju i veličini akvarija. Redovitom kontrolom kvalitete vode i periodičnom izmjenom dijela vode, uklanjanjem odumrlih biljaka i životinja iz akvarija postiže se opće dobro stanje akvarija i ujedno smanjuje mogućnost pojave neželjenih algi.

8. Životinjske vrste u akvariju



Najčešće životinjske vrste u akvariju jesu ribe, rakovi (kozice, rakovice), mekušci (puževi, školjkaši, glavonošci), žarnjaci (koralji, meduze, vlasulje), bodljikaši (ježinci, zvjezdače), vodozemci (žabe, vodenjaci), gmazovi (kornjače) i drugi.

Najčešće riblje vrste u akvaristici jesu toplovodne slatkovodne vrste, i to one iz porodica: Cichlidae, poput *Symphysodon* sp. (diskus), *Pterophyllum* sp. (skalar), *Apistogramma* sp., *Mikrogeophagus ramirezi* (ramirez), *Astronotus ocellatus* (oscar), *Geophagus* sp., te razne vrste iz jezera Malawi i Tanganyika; Cyprinidae, poput *Puntius* sp., *Barbus* sp. (barbusi), *Danio* sp. (zebrice), *Rasbora* sp., Botiidae, poput *Botia* sp., *Chromobotia* sp.; Osphronemidae, poput *Betta* sp. (sijamski borac), *Trichogaster* sp., *Colisa* sp.; Poeciliidae, poput *Poecilia reticulata* (guppy), *Poecilia sphenops* (molly), *Xiphophorus*

maculatus (platy), *Xiphophorus hellerii* (švert); iz redova Characiformes, poput *Paracheirodon* sp., *Hyphessobrycon* sp., *Hemigrammus* sp. (tetre), *Pygocentrus* sp. (pirana), *Metynnis* sp. (silver dollar) i Siluriformes, poput *Corydoras* sp., *Ancistrus* sp., *Plecostomatus* sp. i razne druge vrste. Od hladnovodnih slatkovodnih vrsta u akvaristici su najčešće ribe iz porodice Cyprinidae, i to: *Carassius auratus* (zlatna ribica) i *Cyprinus rubrofuscus* (koi šaran). Osim riba, slatkovodni akvaristi često drže i kozice (npr. *Caridina* sp. i *Neocaridina* sp.) te puževe koji su u akvarij postavljeni namjerno (npr. *Neritina* sp., *Clea* sp. i *Pomacea* sp.) ili su najčešće uneseni slučajno biljem ili s pomoću prethodno korištenih kamenja i drva (npr. *Planorbarius* sp., *Planorbis* sp. i *Physella* sp.).

Od morskih vrsta najčešće su zastupljene ribe iz porodica: Pomacentridae (*Chromis* sp. i *Dascyllus*



sp.), Acanthuridae (*Acanthurus* sp. i *Zebrasoma* sp.), Pteroidae (*Pterois* sp.), Muraenidae (*Gymnothorax* sp.), Labridae (*Halichoeres* sp.), Gobiidae (*Gobiodon* sp.) i Blenniidae (*Blennius* sp.) te mnoge druge. Također su popularni i beskralježnjaci, posebice iz koljena Cnidaria, poput koralja. Najčešće se uzgajaju koralji iz razreda Anthozoa, odnosno tvrdi koralji koji se dijele prema veličini polipa: veliki (npr. *Symphyllia* sp. i *Euphyllia* sp.) i mali (npr. *Acropora* sp. i *Montipora* sp.) te meki koralji (npr. *Arcophyton* sp.). Popularni su i razni bodljikaši poput morskih zvijezdača i ježeva iz razreda Asteroidea (*Archaster* sp.) i Echinoidea (*Diadema* sp.). Od rakova najčešće su kozice (npr. *Lysmata* sp. i *Stenopus* sp.). Zanimljive su i česte i razne vrste morskih puževa, spužava i drugih morskih organizama, koji osim estetske, često imaju i važnu ulogu u održavanju ekosustava morskog akvarija.

Izbor životinjskih vrsta ovisi prije svega o uvjetima koji se mogu osigurati odabranim vrstama u akvariju. Prilikom odabira vrsta treba poznavati potrebe i

ponašanje pojedine vrste te kompatibilnost s drugim vrstama. Također, neophodno je uzeti u obzir do koje će veličine narasti odabrane vrste kao adultni organizmi. Nadalje, potrebno je obratiti pozornost na biotop u kojem određena vrsta živi, kompatibilnost s drugim vrstama (miroljubiva ili agresivna), način hranjenja i vrstu ishrane, zahtjeve za kvalitetom vode (temperatura, tvrdoća, pH) te područje u kojem se zadržava (dno, sredina, površina).

Nosivost akvarija koja uključuje broj riba i drugih vrsta mora biti prilagođena vrsti akvarija i njegovoj veličini. Prema pojednostavnjenom načinu računanja broja riba u tropskom slatkovodnom akvariju, omjer je 2,5 dL vode za 1 cm dužine ribe, pri čemu se uz 5 riba u akvarij može dodati po jedan čistač. U hladnovodnim slatkovodnim akvarijima broj riba može biti i dvostruko veći jer se u hladnijoj vodi otapa više kisika. Tako se u tropskom slatkovodnom akvariju volumena 150 L može držati 60 cm duljine tijela riba, npr. 10 riba od 3 cm (30 cm), 5 riba od 4 cm (20 cm) i jedna riba od 10 cm,

što ukupno čini 60 cm. Uz veličinu, u obzir treba uzeti i karakteristike pojedinih vrsta pa tako teritorijalne vrste trebaju više prostora za život i ne mogu se u akvarij od 150 L staviti dva ciklida duljine 30 cm, dok sitne ribe jatašice (npr. neonke) dobro podnose i veće gustoće. Ukupan broj jedinki u akvariju ovisi i o vrsti filtracije, vrsti organizama, uređenju akvarija itd. Uzgajivači često drže veći broj matičnih riba u manjim akvarijima koji su bez podloge i biljnog materijala, jednostavni su za održavanje i omogućuju lakšu kontrolu nad uvjetima držanja.

Prilikom nabave životinja za akvarij treba paziti da su jedinke zdrave, živahne, da dobro prihvaćaju hranu i nemaju vidljivih urođenih mana. Zdrave i mlađe jedinke lakše će se prilagoditi uvjetima u novom akvariju. Transport je stresan za organizme koji su tada najviše podložni obolijevanju i smrtnost im je velika. Jedinke koje se mrijeste u akvarijima otpornije su od organizama koji se hvataju iz prirodnog okoliša, a koji su danas općenito rijetki u akvaristici.

Transport akvarijskih životinja najsigurniji je u čistim PVC vrećicama bez oštih kutova na dnu, dok obične vrećice koje se koriste u domaćinstvu nisu prikladne jer imaju kutove u koje se manje jedinke mogu zavući i pritom ozlijediti. Ako se ipak koriste, potrebno je kutove presaviti i učvrstiti ljepljivom trakom. Vrećice se pune vodom do jedne trećine volumena, dok je preostali prostor ispunjen zrakom i potrebno ih je čvrsto zatvoriti. Preporučuje se dodatno omotavanje vrećica tamnim, neprozirnim papirom jer se životinje u mraku ponašaju mirnije. Također je važno spriječiti nagle promjene temperature vode u transportu pa se vrećice smještaju u kutije od stiropora ili kartona koje služe kao učinkoviti toplinski izolatori.

Optimalna praksa uvođenja novih jedinki u akvarij uključivala bi smještaj novih organizama u karantenski akvarij na razdoblje od nekoliko tjedana, pri čemu bi kvaliteta vode trebala biti što sličnija uvjetima u glavnom akvariju. Ako tijekom karantene jedinke ne pokazuju znakove bolesti, mogu se sigurno preseliti u glavni



akvarijski spremnik. Međutim, većina akvarista nema mogućnost održavanja zasebnog karantenskog sustava, pa se ribe najčešće unose izravno u akvarij. Bez obzira na način unosa, preporučuje se da se transportne vrećice s organizmima prije otvaranja urone u vodu akvarija u kojem će boraviti sve dok se temperature u vrećici i akvariju ne izjednače. Često se događa da ribe prvi dan nakon preseljenja odbijaju hranu zbog stresa pa je bolje preskočiti njihovo hranjenje kako se u akvariju ne bi stvarao nepotreban otpad. Kada se jedinke naviknu na nove uvjete, započinje se s hranjenjem u manjim obrocima. Pouzdani znakovi uspješne aklimatizacije jesu povratak intenzivne obojenosti te uobičajeno živahno ponašanje riba.

Najbolje je ribe dodavati u akvarij postupno kako bi se sukladno s povećanjem ekskrecije amonijaka u vodu postupno povećavale i populacije odgovarajućih nitrificirajućih bakterija. Bolje je imati manje riba nego više jer će u prenaseljenom akvariju životinje biti pod stresom, a time i podložnije bolestima. Previše jedinki u akvariju može uzrokovati i povećanje koncentracije amonijaka i nitrita do razina koje bakterije ne mogu dovoljno brzo učinkovito nitrificirati, što može ozbiljno poremetiti kemijsku ravnotežu vode i stvoriti toksične uvjete za stanovnike akvarija. Akvarist treba paziti da se što je moguće više zadovolje socijalne potrebe pojedinih vrsta, npr. da jatne ribe imaju dovoljno pripadnika svoje vrste, da teritorijalne ribe nemaju previše jedinki, da su odnosi mužjaka i ženki prikladni za pojedinu vrstu i slično.



9. Ishrana organizama u akvariju

Uravnotežena ishrana i raznolika prehrana važne su za zdravlje organizama u akvariju. Važno je znati čime i kako se pojedine vrste hrane u prirodnom okruženju i na osnovi toga pronaći što prikladniju komercijalno dostupnu hranu koja će biti atraktivna i nutritivno prikladna akvarijskim organizmima. Prema vrsti prehrane, organizmi se mogu podijeliti na biljojede (herbivori), mesojede (karnivori) i svejede (omnivori). Životinje u akvariju uglavnom su oportunisti, što znači da će pokušati pojesti sve što im može stati u usta. Primjerice, odrasli će skalari, unatoč naizgled miroljubivom ponašanju, pojesti mlađe gupije ili neonke u zajedničkom akvariju.

Danas većina akvarijskih vrsta dobro prihvaća industrijski pripremljenu hranu. Životinje trebaju uravnotežen unos proteina, masti i ugljikohidrata za

rast, razvoj i energiju. Prekomjeren unos ugljikohidrata može negativno utjecati na njihov razvoj. Minerali i vitamini ključni su za održavanje imunološkog sustava i pravilan razvoj koštane mase te se samo djelomično crpe iz hrane, a većim dijelom iz vode u akvariju.

Gotovu hranu treba birati prema načinu prehrane riba i uzimati proizvode provjerenih proizvođača. Na tržištu je dostupna hrana u pahuljicama, granulama, tabletama, štapićima i drugim oblicima koja je prilagođena pojedinim vrstama pa npr. hrana za ribe koje žive i hrane se uz dno brzo tone, dok se za vrste koje hranu uzimaju u stupcu vode duže zadržava na površini i sporo tone. Gotova suha hrana kvalitetna je, ali ne može u potpunosti osigurati prehrambene zahtjeve većine životinjskih vrsta u akvariju. Životinje koje se hrane isključivo suhom hranom podložnije su



crijevnim bolestima i nametnicima. Pogodna i hranjivija od suhe hrane jest svježe smrznuta hrana koja se može kupiti u obliku mješavina za određene vrste riba. Uz to, na tržištu se mogu naći i smrznuti organizmi pogodni za ishranu životinja u akvariju (*Artemia*, *Tubifex*).

Živa hrana je vrlo dobra za organizme u akvariju. Račić *Artemia salina* najjednostavnija je hrana za riblju mlađ, a može se relativno jednostavno uzgojiti. Njegove su ličinke najhranjivije nakon izlaska iz cista dok još imaju žumanjčanu vrećicu. Također, *Daphnia pulex* vrsta je koja se može koristiti za ishranu životinja u akvariju, a korisna je i za čišćenje akvarija od zelenih algi kojima se hrani. Planktonski račići Cyclopidae (Copepoda) jesu odlična hrana za odrasle ribe, ali su opasni za ishranu mlađi jer mogu na njoj parazitirati i dovesti do smrti ribe. Kolutićavac *Tubifex tubifex* jeste vrsta bogata aminokiselinama i bjelančevinama, ali sadržava i dosta masti pa ih treba davati u kombinaciji s laganijom hranom. Koriste se živi i zavlache se u podlogu pa se za njih koriste i košarice za hranjenje koje na dnu imaju rupice

kroz koje ih ribe izvlače. Druga vrsta kolutićavaca koja se koristi za ishranu manjih vrsta riba u akvaristici jest *Enchytraeus buchholzi*. Pri hranjenju ovom vrstom mogu se koristiti plutajuće biljke oko kojih se ovi kolutićavci spetljaju i zatim lagano padaju na dno akvarija, gdje ih ribe mogu pojesti. Kolnjak *Brachionus plicatilis* vrsta je koja se također jednostavno može dobiti iz cista, a vrlo je pogodna za ishranu raznih vrsta u akvariju, posebno riblje mlađi. Protozoa (praživotinje) su također kvalitetna hrana za riblju mlađ, a posebno papučiće koje se također lako pripremaju. Kišna glista, *Eisenia fetida*, odlična je hrana za veće organizme u akvariju.

Sirovo meso, prije svega goveđe ili pureće srce, obiluje bjelančevinama, a sadrži malo masti pa je idealan izbor, posebno za veće ribe kao što su npr. ciklidi. Ipak, mišljenja su akvarista oko ove vrste hrane podijeljena. Sirovo meso može sadržavati bakterije poput *Salmonelle* ili *E. coli*, koje su štetne za ribe i mogu uzrokovati infekcije. Iako je srce bogato bjelančevinama, ne pruža sve esencijalne nutrijente koje ribe trebaju za zdravlje

i vitalnost. Nikako se ne preporučuje koristiti se ovom namirnicom kao jedinom ili glavnom hranom jer ribe mogu razviti nedostatak vitamina i minerala. Također, hranjenje mesom sisavaca može značajno pridonijeti

zagađenju vode u akvariju. Ribama je potrebno više vremena da probave takvu hranu, a nepojedeni se ostaci brzo razgrađuju, što može dovesti do porasta amonijaka, nitrita i nitrata te pogoršati kvalitetu vode.





10. Bolesti i liječenje akvarijskih vrsta

Akvarijske životinje koje žive u kvalitetnoj vodi i pravilno se hrane zdravije su i otpornije na bolesti. Glavno je načelo u akvaristici spriječiti bolesti, a ne liječiti ih jer je njihovo liječenje, ako je uopće moguće, često veoma zahtjevno. Uzrok razvoja većine infekcija u akvarijskih organizama jest stres uzrokovan rukovanjem, nasadom nekompatibilnih i/ili prevelikog broja vrsta u akvarij, neptikladnom ishranom i/ili lošom kvalitetom vode. U organizmima oslobađaju se veće količine hormona stresa koji onda dugoročno potiskuju imunološki sustav. Međutim, postoje određene bolesti koje će se razviti i u zdravih riba, a često se mogu unijeti u akvarij izvana. Glavni vektor unosa patogena jesu novi organizmi koji se dodaju u već uspostavljeni akvarij i organizmi koji se uzgajaju odvojeno te se koriste kao živa hrana u glavnom akvariju. Poseban problem predstavlja

unošenje organizama i hrane skupljene u prirodi koja često sadrži razne patogene, pogotovo parazite.

Upotreba karantenskih sustava dobro je rješenje za smještaj novih jedinki prije ubacivanja u glavni akvarij. Novi organizmi koji se tako unose u akvarije mogu na sebi imati nametnike i/ili biti inficirani nizom drugih patogena. Nadalje, stres uzrokovan transportom i promjenom okoline može značajno oslabiti imunološki odgovor organizma, što povećava mogućnost razvoja bolesti. Stres je najveći uzročnik bolesti, pogotovo pri oslabljenim jedinkama, što je čest slučaj u trgovinama. Karantenski sustavi mogu se koristiti i za izdvajanje i liječenje oboljelih organizama iz glavnog akvarija.

Ugradnja opreme za UV sterilizaciju u akvarijski sustav jedna je od boljih preventiva za razvoj bolesti jer se tako uništava većina potencijalno patogenih

mikroorganizama koji se nalaze u akvarijskoj vodi. Prednost je UV sterilizacije mogućnost tretiranja čitave akvarijske vode bez učinka na ostale jedinke.

Oboljele ribe mogu se liječiti na više načina. Jako česta metoda liječenja slatkovodnih riba (pogotovo od vanjskih parazita) jest uranjanje u slanu kupku. Sol je učinkovita i kao dezinfekcijsko sredstvo za rane i ogrebotine. Formalin se prvenstveno koristi za uklanjanje vanjskih parazita (na koži, škrgama i perajama), a budući da je opasan za ljudsko zdravlje kao i za zdravlje akvarijskih organizama, treba pažljivo njime rukovati i pažljivo ga dozirati. Antibiotici se koriste za teže bakterijske infekcije, a tretman je najbolje provoditi u karantenskom akvariju ili drugom zasebnom spremniku jer većina antibiotika uništava i korisne bakterije koje su nužne za ispravno funkcioniranje akvarija. Na tržištu su dostupna razna komercijalna sredstva za liječenje bolesti uzrokovanih bakterijama, gljivicama ili drugim parazitima. U procesu liječenja važna je dobra diagnostika, što zahtijeva iskustvo akvarista.

Jedna je od najraširenijih bolesti ihtioftirioza, poznatija kao bolest bijelih točaka ili „ich“, koju uzrokuje parazit *Ichthyophthirius multifiliis*, a očituje se malim, bijelim točkicama, nalik na zrnca soli, na tijelu i perajama ribe, pri čemu riba često trlja zaražena mjesta tijela po predmetima u akvariju i ubrzano diše. Za liječenje ključno je povećati temperaturu vode na 28 – 30 °C kako bi se ubrzao životni ciklus parazita, a zatim koristiti se komercijalnim lijekovima, strogo prateći upute. Tretman treba trajati najmanje tjedan dana kako bi se uništili svi životni stadiji parazita (jajašca padaju na i u supstrat), a nakon toga preporučuje se izmjena vode i filtracija kroz aktivni ugljen.

Često se mogu javiti razne gljivične infekcije, a tipični je uzrok gljivica iz roda *Saprolegnia*. Prepoznaje se po vunastim ili pahuljastim bijelim ili sivkastim izraslinama koje napadaju oslabljene ribe, a pojavljuju se na tijelu, perajama ili glavi ribe, najčešće gdje je riba već imala neku ozljedu; često su znak stresa ili loše kvalitete vode. Za liječenje ključno je bolesnu ribu izdvojiti u karantenski



akvarij ili drugi dostupni spremnik u kojem će se ribu tretirati komercijalnim lijekom protiv gljivica, čiji je glavni aktivni sastojak najčešće malahit zelenilo. Uz liječenje, važno je ispraviti uzrok stresa ili loše kvalitete vode u glavnom akvariju jer se bez toga bolest može vratiti.

Bakterijske infekcije mogu se manifestirati na različite načine, od lezija (uključujući i otvorene rane) na koži i otekline do „vodene bolesti“ ili „vodenice“, pri kojoj se trbuh ribe napuhne, a ljuske nakostriješe.

Trulež peraja, uzrokovana bakterijama, prepoznaje se po izlizanim i raspadnutim perajama i repu. Bolesti kao što su vodenica veoma su opasne za zdravlje riba i gotovo uvijek rezultiraju mortalitetom; u trenutku kada se primjeti uzdizanje ljuski, već je kasno za pokušaj liječenja. Ipak, ako se simptomi bakterijske infekcije u obliku lezija ili drugih nepravilnosti na koži na vrijeme primijete, ribu treba odmah izdvojiti u karantenski sustav ili drugi spremnik i primijeniti komercijalne lijekove širokog spektra protiv bakterija.

11. Održavanje akvarija



Za održavanje dobrih uvjeta neophodna je redovita djelomična izmjena akvarijske vode, bez obzira na kvalitetu filtracije i upotrebu opreme za pročišćavanje vode. Uz to, potrebno je i čišćenje akvarija, npr. uklanjanje zelenih alga koje se često nakupljaju na staklu i potrebno ih je redovito čistiti s pomoću spužava ili ponekad čak i oštrijih alata poput žileta. Također, potrebno je čistiti stakla i od kamenca koji se nakuplja na stijenkama zbog prskanja vode i evaporacije, zbog koje se spušta razina vode pa iznad površine ostaju tragovi kamenca. Tako se tijekom izmjene vode stijenke mogu pažljivo očistiti blagom otopinom kiseline (npr. solne ili octene), uz temeljito brisanje stijenki prije ponovnog ulijevanja vode. Pri pranju i ispiranju akvarija ne smiju se koristiti sredstva za čišćenje kao što su deterdženti, već isključivo čista voda jer većina sredstava za čišćenje sadrži fosfate koji su u većim koncentracijama nepoželjni u akvariju.

Sumporovodik ili vodikov sulfid (H_2S) indikator je većeg zagađenja vode. Pojavljuje se kao produkt raspadanja organske tvari bez prisutnosti kisika (najčešće u dubljim slojevima supstrata). Koncentracije od 1,5 do 2 mg/L H_2S u vodi izazivaju smrtnost životinjskih organizama. Potrebno je osigurati dovoljnu prozračnost supstrata prilikom postavljanja akvarija, redovito usisavati organsku tvar sa supstrata te time ujedno miješati i aerirati supstrat koji nije prekriven biljkama. U slučaju onečišćenja vode sumporovodikom, iz akvarija osjeća se miris pokvarenih jaja. Tada je potrebno odmah izmijeniti 50 do 70 % akvarijske vode te prema potrebi privremeno izmjestiti ribe i ostale životinje u drugi spremnik. Zatim je potrebno identificirati uzrok zagađenja i sanirati ga te zatim nastaviti s učestalijim izmjenama akvarijske vode dok se situacija potpuno ne popravi.



Klor se koristi za dezinfekciju vode, ali je vrlo štetan za akvarijske organizme jer oštećuje škrge, kožu i oči riba. Budući da klor relativno brzo hlapi, poželjno je vodu prije dodavanja u akvarij pustiti da odstoji u otvorenoj posudi barem 24 sata (ovaj proces može se pospješiti aeracijom). Također, mogu se koristiti i komercijalno dostupni kemijski pripravci na bazi natrijeva tiosulfata ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) koji brzo i učinkovito neutraliziraju klor ili filteri za vodu koji sadrže aktivni ugljen. Danas se u vodovodnoj vodi sve rjeđe koristi klor, a sve češće kloramin, koji je znatno štetniji i teže ga je ukloniti. Kloramin (NH_2Cl) je kemijski spoj klora i amonijaka i može uzrokovati ozbiljne poremećaje u riba, poput methemoglobinemije. Iz vode se također može ukloniti filtracijom kroz aktivni ugljen ili s pomoću posebnih kemijskih sredstava. Međutim, problem je što se pri razgradnji kloramina oslobađaju klor i amonijak, pri čemu amonijak može dulje ostati u vodi i negativno utjecati na organizme.

Važno je redovito praćenje parametara vode (temperatura, tvrdoća, pH, nitrati, nitriti, CO_2 i dr.). Iako

vrijednosti čimbenika akvarijske vode uvelike ovise o vrstama koje držimo, o biotopu koji se želi simulirati – ako je to slučaj – ili o materijalima koji se koriste u uređenju akvarija, postoje određene preporučene vrijednosti koje bi većina akvarista trebala pratiti (Tablica 1). Na tržištu prisutni su jednostavni testovi u obliku trakica, listića ili tekućine. Upotreba takvih indikatora vrlo je jednostavna i često dovoljna za prosječnog hobista, međutim, za malo detaljnije analize preporučuje se korištenje specijaliziranim kitovima s testovima kojima se jednostavno očitavaju određeni parametri u vodi (vizualnom usporedbom boje testne tekućine nakon reakcije). Važno je napomenuti da među gotovim kitovima može biti velike razlike u preciznosti mjerenja ovisno o proizvođaču, što se najčešće odražava i na cijenu proizvoda, tj. skuplji su kitovi u pravilu i precizniji. Česti su gotovi kompleti kitova kojima se može pratiti 6 najvažnijih čimbenika: ukupna tvrdoća, karbonatna tvrdoća, kiselost vode (pH), koncentracija amonijaka ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$), koncentracija nitrata (NO_3^-) i koncentracija nitrita (NO_2^-). Praćenje vrijednosti ovih čimbenika

trebao bi provoditi svaki akvarist, no ostali su testovi poželjni, pogotovo u slučaju većih poremećaja u akvariju (mortalitet, neuobičajeno ponašanje riba, pojava bolesti, povećan broj nepoželjnih algi, slab rast biljaka itd.) ili u prvim tjednima nakon postavljanja akvarija dok se pomno prati proces uspostave cijelog sustava. Uz ove gotove testove, postoje i sofisticiraniji i precizniji uređaji koji su svakako bolji izbor, ali i skuplji.

Tablica 1. Okvirne vrijednosti koje se preporučuju za neke od glavnih čimbenika akvarijske vode

Čimbenik	Optimalna vrijednost
Stalna tvrdoća (GH)	6 – 16 °dH
Karbonatna tvrdoća (KH)	3 – 10 °dH
pH	6,5 – 8,5
Amonijak (NH_4^+)	0 mg/L
Nitriti (NO_2^-)	<0,1 mg/L
Nitrati (NO_3^-)	<25 mg/L
Fosfati (PO_4^{3-})	<0,5 mg/L
Željezo (Fe)	0,2 mg/L

Periodična izmjena vode neophodna je zbog sprječavanja gomilanja prvenstveno dušikovih spojeva i fosfata, ali i drugih spojeva koji se mogu akumulirati npr. redovitim dodavanjem makro- i mikronutrijenata. Pri izmjeni vode treba voditi računa o postotku izmijenjene vode i razdoblju između izmjena.

Važno je napomenuti da se mijenja samo dio vode, osim u ekstremnim situacijama zagađenja jer bi potpunom izmjenom nova voda bila značajno drugačije kvalitete od stare akvarijske vode, što bi moglo imati štetne posljedice na organizme u njemu i na biološko funkcioniranje sustava. Postotak izmjene ovisi o razlikama u čimbenicima, prije svega pH vrijednosti, pa npr. ako mijenjamo vodu pH vrijednosti 6,5 s vodom pH vrijednosti 7,2 i pri tome promijenimo više od 50 % volumena akvarijske vode, može se poremetiti puferski kapacitet, što može stresno djelovati na neke ribe. Vodu za akvarij treba pripremiti tako da kvalitetom bude što sličnija staroj akvarijskoj vodi, a to uključuje uklanjanje kloramina, podešavanje pH i sl. Za vrijeme periodične izmjene vode usisava se talog koji se



skuplja na podlozi, čiste se filteri i ostala oprema akvarija po potrebi, uklanjaju alge sa stijenka spremnika, obavlja se rezidba i rasadnja bilja, sadnja novog bilja itd.

Razdoblje između izmjena ovisi o koncentraciji nitrata, gustoći biljnih i životinjskih vrsta, kvaliteti filtracije i drugim čimbenicima, ali opća je preporuka za već uhodani akvarij svakih 15 dana mijenjati oko 25 % vode. Promatranjem i mjerenjem parametara vode procjenjuje se potreba za izmjenom dijela vode (npr. zamućena voda ili odeđena koncentracija nitrata iznad

25 mg/L u vodi razlozi su za izmjenu dijela vode). Uz to, akvarij je potrebno redovito čistiti, usisavati sitni otpad, izmet i nepojedenu hranu s podloge, uklanjati otpale listove i bolesne dijelove biljaka, kao i uginule organizme koji povećavaju koncentraciju nitrata i fosfata.

Akvaristika je lijep i edukativan hobi, koji omogućuje promatranje i razumijevanje složenih procesa u prirodi, potiče strpljenje i odgovornost te donosi zadovoljstvo u stvaranju i održavanju živopisnog i uravnoteženog vodenog ekosustava.

Literatura



Kisling, V. N. (ur.) 2022. *Zoo and Aquarium History, Ancient Animal Collections to Conservation Centers*. CRC Press. USA. ISBN 9781032252797.

Takashi, A. 2011. *Nature Aquarium: Complete Works 1985-2009*. TFH Publications, Inc. USA. ISBN 9780793806492.

Yanong, R. P. E., Lewbart, G. A. 2024. *The Aquarium Fish Medicine Handbook*. CRC press. USA. ISBN 9780367522919.

www.aquariumscience.org

Walstad, D. 1999. *Ecology of the Planted Aquarium: A Practical Manual and Scientific Treatise for the Home Aquarist*. Echinodorus Publishing. USA. ISBN 978-0967377360.