

**UZGOJ SLATKOVODNE RIBE, STANJE I PERSPEKTIVE**  
**ZBORNIK RADOVA**

---

**Izdavač:**

HRVATSKA GOSPODARSKA KOMORA

**Za izdavača:**

Nadan Vidošević

**Pripremili:**

Sektor za poljoprivredu, prehrambenu industriju i šumarstvo  
prof. dr. sc. Ivan Bogut

**Organizacijski odbor:**

prof. dr. sc. Ivan Bogut, predsjednik  
Božica Marković, dipl. ing.  
Višnja Knjaz, dipl. ing.  
Jugoslav Holik, dipl. ing.  
mr. sc. Davor Sabo, dr. vet. med.  
Zoran Mudri, dipl. ing.  
prof. dr. sc. Tomislav Treer  
dr. sc. Marin Periškić, dr. vet. med.  
mr. sc. Stanko Popović, dr. vet. med.  
Dalida Galović, dipl. ing.

**Dizajn i priprema:**

GENS '94, d.o.o., Zagreb

**Tisak:**

PRINTERA GRUPA d.o.o., Sveta Nedelja

**Naklada:**

200 primjeraka

Zagreb, ožujak 2009.

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu  
pod brojem 695512

ISBN: 978-953-6207-27-5

HRVATSKA GOSPODARSKA KOMORA  
Sektor za poljoprivredu, prehrambenu industriju i šumarstvo  
Udruženje ribarstva i prerade ribe

**UZGOJ SLATKOVODNE RIBE,  
STANJE I PERSPEKTIVE**

**ZBORNİK RADOVA**



## Sadržaj

Nikola Fijan <b>NAŠE RIBNJAČARSTVO – KAKO I KUDA DALJE</b> .....	7
Ivan Katavić, Irena Jahutka <b>AKTUALNA PROBLEMATIKA SLATKOVODNOG UZGOJA – STANJE I PROBLEMI, S PRIJEDLOGOM MJERA</b> .....	9
Milan Božić, Božica Marković, Neda Skakelja, Višnja Knjaz <b>TRENDOVI RAZVOJA TRŽIŠTA PROIZVODIMA SLATKOVODNOG RIBARSTVA</b> .....	17
Jurica Jug-Dujaković, Ana Gavrilović, Branko Glamuzina <b>RECIRKULACIJSKI SUSTAVI U UZGOJU SLATKOVODNE RIBE</b> .....	27
Ivan Bogut, Boris Župan, Oliver Čuljak, Dragutin Bodakoš, Dalida Galović <b>UZGOJ LIČINAKA I MLADUNACA ŠARANA (<i>CYPRINUS CARPIO</i>) U RECIRKULIRAJUĆEM SUSTAVU</b> .....	33
Ivan Katavić <b>OKOLIŠNI ASPEKTI AKVAKULTURE S POSEBNIM OSVRTOM NA ORGANSKI OTPAD I PRIHVATNI KAPACITET UZGAJALIŠTA</b> .....	39
Zoran Škrtić, Boris Lukić, Ivan Bogut, Dalida Galović, Ivan Križek <b>RIBA VAŽNIJA NEGO IKAD</b> .....	57
Darijo Tomić <b>PREGLED POSTOJEĆIH PROPISA ZNAČAJNIH ZA AKVAKULTURU I NJIHOVA PRIMJENA</b> .....	67
Stjepan Mišetić <b>PRAĆENJA EKOLOŠKOG STANJA I KEMIJSKE KAKVOĆE VODA AKUMULACIJSKIH JEZERA</b> .....	73
Nikola Fijan, Emil Gjurčević <b>KOKCIDIOZNA UPALA CRIJEVA ŠARANA</b> .....	83
Dražen Oraić, Snježana Zrnčić <b>BOLESTI ŠARANA – OPASNOSTI U KAVEZNOM UZGOJU?</b> .....	87
Snježana Zrnčić, Dražen Oraić <b>KOI HERPES VIROZA ŠARANA</b> .....	95

Valentina Pavić, Barbara Viljetić, Ivan Bogut, Ana Mojsović, Domagoj Đikić, Elizabeta Has-Schön, Jasna Radaković, Petar Odvorčić, Marija Heffer-Lauc <b>RAZLIKE U SIGNALNIM LIPIDNIM DOMENAMA MOZGA PASTRVE I ŠARANA KAO OSNOVA RAZLIKE U NJIHOVU PONAŠANJU NA RAZLIČITIM TEMPERATURAMA.....</b>	<b>103</b>
Radek Šanda, Ivan Bogut, Jasna Vukić <b>NOVI PODACI O IHTIOFAUNI SLIJEVA DONJE NERETVE I OKOLNIH KRAŠKIH POLJA U BOSNI I HERCEGOVINI.....</b>	<b>119</b>
Denis Lončar <b>PREDSTAVLJANJE CENTRA I PROJEKTA „PASTRVE I TURISTI“ .....</b>	<b>127</b>
Dževad Bašić <b>DOSADAŠNJA ISKUSTVA DRUŠTVA „NORFISH BLAGAJ“ IZ MOSTARA U IMPLEMENTACIJI SUSTAVA HACCP-a U PRERADI RIBE .....</b>	<b>131</b>
<b>SAŽECI:</b>	
Roman Safner <b>KAVEZNI UZGOJ TOPLOVODNIH VRSTA SLATKOVODNIH RIBA.....</b>	<b>143</b>
Ivo Šterbić <b>POSTAVKE HRANIDBE PASTRVE.....</b>	<b>145</b>
Jerko Pavličević, Sanja Čulin, Danijela Petrović <b>AKVAKULTURA – KAVEZNI UZGOJ RIBE S OSVRTOM NA BOSANSKO-HERCEGOVAČKU PROIZVODNJU U KAVEZIMA.....</b>	<b>146</b>
Massimo Sarti <b>TROUT DISEASES FOUND IN HR, SLO, BIH, SRB, MN IN THE LAST 3 YEARS .....</b>	<b>147</b>
Božidar Kurtović, Irena Vardić, Damir Kapetanović, Emin Teskeredžić <b>ZDRAVSTVENO STANJE KLENA (<i>SQUALIUS CEPHALUS</i>) U ODNOSU NA KAKVOĆU VODE RIJEKE SAVE.....</b>	<b>148</b>

# NAŠE RIBNJAČARSTVO – KAKO I KUDA DALJE

**Nikola Fijan<sup>1</sup>**

Akvakultura je u svijetu već nekoliko desetljeća najbrže rastući sektor proizvodnje hrane. Ona danas osigurava više od pola ukupne količine riba za prehranu čovječanstva. Najveći se dio te proizvodnje odvija u slatkovodnim ribnjacima koji će i u budućnosti biti važan dio ribogojstva. U doba energetske krize i nužnosti održivog razvoja posebno je značajno da je potrošnja energije u ribnjačarskoj proizvodnji veoma niska i da šaran odlično koristi neprerađene žitarice.

Šaransko ribnjačarstvo Hrvatske već je dva desetljeća u krizi koja je zbog tranzicijskih razloga zahvatila i druge države središnje i istočne Europe. No negativni su trendovi uglavnom zaustavljeni, a znanstvenici i stručnjaci postaju optimističniji. Hrvatska ima izuzetno povoljne prirodne uvjete za povratak na jedno od vodećih mjesta u ribnjačarskoj proizvodnji područja srednje i istočne Europe. Za to postoje ekonomski (iskorištavanje prirodnih resursa, smanjenje udjela uvezene ribe u ukupnoj potrošnji itd.), socijalni (potreba povećanja potrošnje ribe, radna mjesta itd.), kulturni (kultura tradicionalnih krajobraza, kulinarske tradicije) i ekološki razlozi. Izražena je i politička volja za rješavanje problema koji ekonomski ugrožavaju ribogojstva.

Stručnjaci FAO-a preporučuju državama da odgovarajućim mjerama osiguraju daljnji održivi razvoj akvakulture. Političari, administratori i znanstvenici trebaju stvoriti povoljne zakonske uvjete za: 1. rentabilnost, investicije i razvoj te 2. omogućavanje konkurentnosti proizvoda na tržištu. Proizvođači trebaju u suradnji sa znanstvenicima: A. usavršavati i intenzivirati proizvodnju; B. uzgajati nove vrste riba i uvesti nove tehnologije; C. poboljšavati kakvoću proizvoda; D. integrirati proizvodnju s ekoturizmom te E. popularizirati i propagirati akvakulturu i ribnjačarstvo, kao i potrošnju njihovih proizvoda. Administratori i znanstvenici trebaju osigurati da nove stručne i znanstvene informacije budu lako i brzo dostupne proizvođačima i svim zainteresiranim građanima.

---

<sup>1</sup> Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za biologiju i patologiju riba i pčela





# AKTUALNA PROBLEMATIKA SLATKOVODNOG UZGOJA (AKVAKULTURA) – STANJE I PROBLEMI, S PRIJEDLOGOM MJERA

Ivan Katavić<sup>1</sup>, Irena Jahutka<sup>2</sup>

## SAŽETAK

*Trenutačna proizvodnja slatkovodne ribe doseže oko 5000 do 6000 tona godišnje, od čega uzgoj hladnovodnih vrsta slatkovodnih riba sudjeluje s oko 1000 tona.*

*Modeli državne potpore koji se trenutačno primjenjuju, model poticanja proizvodnje te model kapitalnih ulaganja i potpora osiguranju proizvodnje nisu postigli željeni razvojni učinak, a ozbiljnije je zanimanje pokazano samo za model poticanja proizvodnje. Pravo na korištenje eurodizela u odnosu na ukupni sektor ribarstva predstavlja tek nešto iznad jedan posto.*

*Za novouvedene je programske mjere poput Programa sufinanciranja uzgojno-selekcijskog rada i Programa strukturne podrške akvakulturi zanimanje zadovoljavajuće te raste iz godine u godinu, dok je zanimanje za Program marketinške pripreme poljoprivredno-prehrambenih proizvoda u dijelu slatkovodne akvakulture bio posve minoran.*

*Pretpristupni fond SAPARD, premda namijenjen za pomoć akvakulturi kroz ulaganja i/ili adaptaciju i opremanje pogona za preradu ribe, uključivo i nabavu opreme za hlađenje, pakiranje, trženje ribarskih proizvoda s iznimno stimulativnim pedesetpostotnim priznavanjem troškova, nije ostavio traga u slatkovodnom ribarstvu. Gotovo je sigurno da bez cjelovitog rješavanja gorućih pitanja sektora niti nastavak pretpristupne pomoći koja se očekuje kroz program IPARD, a koji počinje 2008. godine, neće ostvariti željeni rezultat.*

*Detaljnom su analizom i praćenjem stanja ovoga sektora dijagnosticirani glavni problemi koji su prisutni već niz godina, a to su: pravni status ribnjaka, nerealno visoke vodoprivredne naknade, neriješeni problemi koje kontinuirano uzrokuju ribojedne ptice, problem financijske konsolidacije (dugovi, sudovanja....) i restrukturiranja koje onemogućuju prijašnji neriješeni problemi i, konačno, tehničko-tehnološka zastarjelost i nepostojanje marketinške strategije. Nadležno je ministarstvo na održanim sastancima utvrdilo i prihvatilo zadatke i rokove za njihovo izvršenje radi revitalizacije i oporavka ove gospodarske grane rješavajući navedene probleme.*

*Pravni status ribnjaka rješavat će se Zakonom o poljoprivrednom zemljištu koji je u izradi, radi uvođenja koncesija za poljoprivredno zemljište u vlasništvu države za uzgoj slatkovodne ribe (akvakulture).*

*Kako se uskoro planira izrada novoga Zakona o vodama i Zakona o financiranju vodnoga gospo-*

---

<sup>1</sup> Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split

<sup>2</sup> Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, Uprava ribarstva, Ulica grada Vukovara 78, Zagreb

darstva, pri njihovoj je izradi potrebno uzeti u obzir specifičnosti proizvodnje slatkovodne ribe te predvidjeti mogućnost izrade posebnoga pravilnika o vodnogospodarskim naknadama u slatkovodnoj akvakulturi.

Od 2008. godine u Državnom proračunu RH uvedena je posebna stavka pod nazivom Održavanje ekosustava ribnjaka te je osigurano 10,000.000,00 kuna. U skladu sa člankom 61. Zakona o zaštiti prirode, a na temelju dosadašnjih ornitoloških i tehnoloških metoda utvrđivanja šteta, predviđeni su novčani poticaji za naknadu radi ograničenja i šteta u proizvodnji ribe zbog zaštite biološke i krajobrazne raznolikosti ribnjaka.

S obzirom na brojne sporove s državom glede presuđenih i neisplaćenih presuda, nove podneske s novim zahtjevima za naknadu šteta, potraživanja po osnovi nenaplaćenih vodnih naknada i troškova korištenja poljoprivrednog zemljišta, kao i drugih dospjelih obveza s jedne i s druge strane (ribnjaci – država), predloženo je donošenje „Programa financijske konsolidacije i poboljšanja uvjeta rada ribnjačara“ po uzoru na sličan program poboljšanja uvjeta rada u riboprerađivačkom sektoru 2006. godine, odnosno sličnog programa koji je realiziran u agrokompleksu 2003/2004. U tim su se slučajevima otpisivala dospjela potraživanja po osnovi glavnice i kamata te stimulirala jednokratna otplata duga uz 40 posto popusta na ukupni dug.

Cilj je Uprave ribarstva bio programom Strukturna podrška ribarstvu potaknuti uvođenje suvremenih zootehničkih mjera u proizvodnji te ondje gdje za to postoje uvjeti promicati zakretanje prema ekološkoj proizvodnji.

Valja pretpostaviti da će se rješavanjem problema koji su gore navedeni ovaj sektor revitalizirati te da će s obzirom na razvojne mogućnosti postati jedna profitabilna grana. Također, s obzirom na prostorne i tržišne potencijale, realno je očekivati najmanje utrostručenje sadašnje proizvodnje, od čega bi najmanje 50 posto moglo biti usmjereno izvozu. Pretpostavljenih 12.000 tona uzgoja u toplivodnim ribnjacima, s konverzijom žitarica od 3.5 do 4 kg/kg ribe bi koristilo gotovo 50.000 tona žitarica koje bi se usmjerile u pravcu izvozno orijentiranog i dohodovnog programa.

**Ključne riječi:** modeli državne potpore, rješavanje problematike

## UVOD

Detaljnou su analizom i praćenjem stanja ovoga sektora dijagnosticirani glavni problemi koji su prisutni već niz godina, a to su: pravni status ribnjaka, nerealno visoke vodopriredne naknade, neriješeni problemi koje kontinuirano uzrokuju ribojedne ptice, problem financijske konsolidacije (dugovi, sudovanja...) i restrukturiranja koje onemogućuju prijašnji neriješeni problemi i, konačno, tehničko-tehnološka zastarjelost i nepostojanje marketinške strategije. Nadležno je ministarstvo na održanim sastancima utvrdilo i prihvatilo zadatke i rokove za njihovo izvršenje radi revitalizacije i oporavka ove gospodarske grane rješavajući navedene probleme.

U želji da se konačno riješe navedeni problemi te da šaranski ribnjaci zauzmu zasluženo mjesto u gospodarstvu RH, predloženi model rješavanja navedene problematike uvršten je i u Program Vlade Republike Hrvatske.

## ***MODELI POTPORA I POMOĆI SLATKOVODNOJ AKVAKULTURI***

Perspektive razvoja ribarstva naznačene su Strategijom poljoprivrede i ribarstva (Narodne novine br. 89/02). Na temelju strateških ciljeva ribarstva u cjelini izrađen je Nacionalni program proizvodnje i potrošnje ribe u Republici Hrvatskoj koji je prihvatila Vlada Republike Hrvatske. Kako bi se ostvarili ciljevi predviđeni u navedenim dokumentima, Republika Hrvatske među ostalim aktivnostima provodi nekoliko vidova potpora i pomoći ribarstvu.

Zakonom o državnoj potpori u poljoprivredi, šumarstvu i ribarstvu (Narodne novine br. 87/02, 117/03, 82/04, 12/05. – ispravak, 85/06, 141/06, 134/07 i 85/08) propisani su modeli poticanja proizvodnje, kapitalnih ulaganja i potpore osiguranju proizvodnje. U segmentu ribarstva predviđeni su i ostali modeli za koje su osigurana sredstva, uglavnom u Državnom proračunu RH. Riječ je o ciljanim programima usmjerenima direktno korisnicima u ribarstvu, a to su program sufinanciranja uzgojno-seleksijskog rada u akvakulturi i strukturna podrška ribarstvu. Uzgajivači slatkovodne ribe također imaju pravo korištenja eurodizelskoga goriva obojenog plavom bojom za pogon plovila i strojeva u akvakulturi.

### ***Model poticanja proizvodnje***

Modelom poticanja proizvodnje u slatkovodnoj akvakulturi daje se potpora fizičkim i pravnim osobama registriranim za ove djelatnosti, a poticaji se daju za proizvedenu, prodanu i isporučenu ribu. Modelom poticanja proizvodnje isplaćuju se poticaji u uzgoju slatkovodne ribe za uzgoj slatkovodne ribe I. skupine (šaran, amur, tolstolobik) i uzgoj slatkovodne ribe II. skupine (linjak, pastrva, smuđ, som i štika). Također, u slučaju da uzgajivači slatkovodne ribe imaju registrirane pogone za preradu, mogu koristiti i poticaje za proizvodnju ribljih proizvoda od domaćeg uzgoja slatkovodne ribe (koja je podijeljena u IV kategorije ovisno o složenosti prerade). U ovom su modelu predviđeni iznosi poticaja po kilogramu te minimalne poticane količine. Također, veći iznosi poticaja predviđeni su u slučaju ekološke proizvodnje, koji su oko 30 posto veći u odnosu na poticaje za konvencionalnu proizvodnju.

### ***Model kapitalnih ulaganja***

Pod modelom kapitalnih ulaganja podrazumijeva se dodjela nepovratne investicijske potpore kapitalnim ulaganjima iz Državnog proračuna Republike Hrvatske. U ribarstvu se ovim modelom u I. skupini – jednostavne investicije, odobrava potpora za nabavu matičnih riba za uzgojno-seleksijski rad u akvakulturi; gradnju, adaptaciju i opremanje objekata za akvakulturu; nabavu ribarskih plovila te nove opreme i mehanizacije za ribarstvo; ugradnju novih rashladnih uređaja na vozilima za prijevoz riba i gradnju, adaptaciju i opremanje objekata za uskladištenje i preradu ribe. Za te je investicije predviđeno i uz odobreni kredit ili zajam financijske institucije i djelomično financiranje vlastitim sredstvima. U ovoj skupini udio investicijske potpore može iznositi do 40 posto od ukupne vrijednosti, odnosno maksimalno 500.000,00 kuna u jednoj kalendarskoj godini. Najniži iznos iskorištenog kredita za koji se može odobriti investicijska potpora iz ove skupine

iznosi 40.000,00 kuna po kreditu, a kredit mora biti iskorišten i investicija završena. Također, u ovome je modelu za ribarstvo predviđena investicijska potpora za II. skupinu – složene investicije, u skladu s Operativnim programima koje donosi Vlada Republike Hrvatske. U ovome slučaju ministarstvo sudjeluje u financiranju investicije za koju je financijska institucija odobrila kredit ili novčani zajam (financijski *leasing*), a investicijska potpora odobrava se za srednjoročne (najmanje dvije godine) i dugoročne kredite i novčane zajmove

### ***Potpora osiguranju proizvodnje***

Pravo na potporu osiguranja od mogućih šteta mogu ostvariti pravne i fizičke osobe koje su osigurale proizvodnju policom osiguranja. Maksimalan iznos potpore osiguranja proizvodnje u tijeku jedne godine po jednoj pravnoj ili fizičkoj osobi iznosi 500.000,00 kuna. Pri osiguranju proizvodnje na višegodišnje trajanje, osiguranik ima pravo na pokriće troška premije samo po jednogodišnjem osigurateljskom razdoblju.

### ***Sufinanciranje uzgojno-seleksijskog rada u akvakulturi***

Za povećanje proizvodnje koja je predviđena Nacionalnim programom proizvodnje i potrošnje ribe, među ostalim, potrebno je osigurati kvalitetan matični fond (stok) riba od kojih će se u domaćim mrjestilištima proizvesti autohtona riblja mlad. Realizacija ovog ulaganja u akvakulturu očekuje se u formiranju matičnih stokova autohtonih vrsta riba te njihovu kondicioniranju prema specifičnim potrebama svake vrste uvažavajući pritom i kvalitetu i raznolikost reproduktivnog materijala. Korist je vidljiva i u proizvodnji kvalitetnog autohtonog nasadnog materijala riba u zamjenu za uvoz, kod kojeg postoji stalna opasnost od prijenosa bolesti uz sve poduzete preventivne i karantene, do novih zapošljavanja, usvajanja tehnologija te razvitka akvakulture u cjelini.

Ovaj se program realizira suradnjom uzgajivača ribe sa znanstvenim institucijama i Hrvatskim zavodom za poljoprivrednu savjetodavnu službu.

### ***Strukturna podrška ribarstvu***

Tijekom postupka usporedbe hrvatskog zakonodavstva sa zakonodavstvom EU utvrđeno je da Republika Hrvatska uz prethodno navedene potpore i pomoći ne provodi strukturne potpore u ribarstvu kakve su propisane u zakonodavstvu EU. Štoviše, trenutačni zakonski i podzakonski propisi onemogućuju preciznije određivanje koje su mjere tržišnog karaktera, koje su strukturne, a koje su državne potpore na način utvrđen pravnom stečevinom EU.

Kako bi se omogućila postupna prilagodba hrvatskih gospodarskih subjekata u području akvakulture na potpore kakve se primjenjuju u EU, u Državnom proračunu Republike Hrvatske osigurana su financijska sredstva za provedbu strukturne podrške ribarstvu. Tijekom izrade posljednjeg natječaja, a na temelju analize stanja u sektoru ribarstva te modelima potpora i pomoći, ocijenjeno je da bi se ta sredstva trebala usmjeriti za sufinanciranje projekata u akvakulturi.

### ***Pravo korištenja eurodizelskoga goriva obojenog plavom bojom***

Zakonom o posebnom porezu na naftne derivate propisane su vrste naftnih derivata te porezna osnovica i visina posebnog poreza na naftne derivate. Slijedom toga, proizvođačka cijena standardnog dizelskog goriva obojenog plavom bojom (plavi dizel) oslobođena je trošarina. Na taj su način smanjeni proizvodni troškovi za jednu od najznačajnijih stavki, čime se nastoji povećati konkurentnost domaće proizvodnje.

Pravo korištenja plavog dizela mogu ostvariti uzgajivači za pogon plovila i strojeva u akvakulturi koji imaju Knjižicu goriva za ribolov i akvakulturu.

### ***Pretpristupni fondovi***

Pretpristupni fond SAPARD, premda namijenjen za pomoć akvakulturi kroz ulaganja i/ili adaptaciju i opremanje pogona za preradu ribe, uključivo i nabavu opreme za hlađenje, pakiranje, trženje ribarskih proizvoda s iznimno stimulativnim pedesetpostotnim priznavanjem troškova, nije ostavio trag u slatkovodnom ribarstvu. Gotovo je sigurno da bez cjelovitog rješavanja gorućih pitanja sektora niti nastavak pretpristupne pomoći koja se očekuje kroz program IPARD, koji počinje 2008. godine, neće ostvariti željeni rezultat.

## **PROBLEMATIKA SLATKOVODNE AKVAKULTURE**

Detaljnou su analizom i praćenjem stanja ovoga sektora dijagnosticirani glavni problemi koji su prisutni već niz godina, a to su: pravni status ribnjaka, nerealno visoke vodopriredne naknade, neriješeni problemi koje kontinuirano uzrokuju ribojedne ptice, problem financijske konsolidacije (dugovi, sudovanja...) i restrukturiranja koje onemogućuju prijašnji neriješeni problemi i, konačno, tehničko-tehnološka zastarjelost i nepostojanje marketinške strategije. Nadležno je ministarstvo na održanim sastancima utvrdilo i prihvatilo zadatke i rokove za njihovo izvršenje radi revitalizacije i oporavka ove gospodarske grane rješavajući navedene probleme.

Rješavanje navedenih pitanja omogućilo bi i ribnjačarima veće korištenje proračunskih i pretpristupnih sredstava za zootehničko osuvremenjivanje proizvodnje, dodavanje nove vrijednosti proizvodima ribnjačarstva uz diversifikaciju proizvoda te na kraju omogućilo novi marketinški iskorak.

### ***PRIJEDLOG MJERA ZA RJEŠAVANJE PROBLEMA SLATKOVODNE AKVAKULTURE***

#### ***Pravni status ribnjaka***

Dugogodišnjim je praćenjem stanja te nizom održanih sastanaka s predstavnicima nadležnih institucija utvrđeno da ne postoji dilema kako su šaranski ribnjaci poljoprivredno zemljište. Tu tezu potvrđuje i činjenica da su u zemljama Europske unije šaranski ribnjaci definirani kao poljoprivredna zemljišta te se njima raspolaže kroz Zakone koji reguliraju

problematiku poljoprivrednog zemljišta. Ribnjaci su proizvodni objekti koji su okruženi prirodnim ili umjetnim nasipima i hidrotehničkim objektima (upusti, ispusti, dovodno-odvodni kanali, izlovnice jame i sl.) pomoću kojih se obavlja manipulacija vodom, ovisno o proizvodno-tehnološkim potrebama. Ako na takvoj poljoprivrednoj površini koju nazivamo ribnjakom sa svom infrastrukturom nema vode, onda je to poljoprivredno zemljište. Za normalnu ribnjačarsku proizvodnju, odnosno poboljšanje boniteta ili ukupne produktivnosti ribnjaka, potrebno je provoditi agrotehničke mjere (oranje, tanjuranje, drljanje, vapnjene, gnojdba, prosušivanje i sl.). To podrazumijeva da su, ovisno o kategorijama ribnjaka (mladičnjaci, matičnjaci, zimovnici, uzgajališta za konzumnu ribu..), a radi provođenja navedenih agrotehničkih mjera, proizvodne površine do šest mjeseci u godini bez vode.

Na temelju iznesenoga, u konačni je prijedlog nacrtu Zakona o poljoprivrednom zemljištu za ribnjake predviđeno gospodarenje na temelju koncesije za korištenje poljoprivrednog zemljišta u vlasništvu RH, koja se daje na period do 50 godina. Takav način smatramo ispravnim zato što bi država zadržala zakonsko pravo nadzora nad korištenjem ribnjaka, a period od 50 godina omogućio bi isplativost vrlo velikih ulaganja u održavanje ribnjaka.

### ***Vodoprivredne naknade***

Za uzgoj slatkovodne ribe predviđeno je plaćanje sedam davanja: vodni doprinos; naknada za korištenje voda; naknada za zaštitu voda; naknada za uređenje voda; naknada za melioracijsku odvodnju; koncesija za uzgoj ribe u zatvorenim vodama i koncesija za korištenje javnog vodnog dobra.

U skorije se vrijeme očekuje izrada novoga zakona o vodama i zakona o financiranju vodnoga gospodarstva te će se u izradu samih nacrtu intenzivno uključiti i sami uzgajivači i Uprava ribarstva Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja kako bi se smanjile te naknade.

Smatramo potrebnim naglasiti kako se u zemljama EU ribnjaci, a povezano s korištenjem voda, tretiraju kao korisnici vode i izdaci za plaćanje tih naknada su minimalni, a u nekim se zemljama niti ne plaćaju. Uglavnom se plaćanja za vodu odnose na plaćanja povezana s ekološkom rentom, no poznato je da su šaranski ribnjaci pročišćivači vode, tako da je voda koja izlazi iz ribnjaka daleko bolje kvalitete od one koja ulazi u ribnjak. Zemlje EU shvatile su i prihvatile takve neosporne činjenice te su oslobodile ribnjake plaćanja naknada za korištenje voda.

### ***Problematika šteta od zaštićenih vrsta životinja***

Ribnjaci imaju veliku važnost u očuvanju biološke raznolikosti. Provedenim su melioracijama na velikom dijelu poplavnih površina nestali prirodni močvarni ekosustavi, pa su ribnjaci nadomjestak tih biološki izuzetno vrijednih ekosustava.

U posljednjih su nekoliko godina zaštitari prirode u Republici Hrvatskoj i inozemstvu nedvojbeno iskazali ornitološku vrijednost šaranskih ribnjaka u Hrvatskoj. Ornitološka istraživanja upozoravaju na izuzetnu vrijednost šaranskih ribnjaka koji su kao umjetna močvarna područja staništa brojnih ugroženih ptica močvarica i životinja. S obzirom na to da se na njima gnijezdi ili zadržava tijekom selidbi i zimovanja većina europskih

ugroženih vrsta, vrijednost ovih lokaliteta poprima međunarodne razmjere. Potvrda je tomu upisivanje ribnjaka Crna Mlaka kod Jastrebarskog na Ramsarski popis močvara od međunarodne važnosti, kao i činjenica kako je sedam takvih ribnjaka uvršteno u europski projekt IBA -Important Bird Areas (Područja važna za ptice). Također, uz ribnjake Crna Mlaka, u skorije vrijeme očekuje se upis i ostalih ribnjaka na Ramsarski popis močvara od međunarodne važnosti.

Ribojede su ptice na ribnjacima bile problem te će i dalje biti problem za državu i uzgajivače. Simbioza ribe i ribojedih ptica, napose crnog vranca i drugih zaštićenih vrsta je neraskidiva, neovisno o tome je li dotično područje zaštićeni ili nezaštićeni dio prirode. Jednostavno, pticama to ništa ne znači. Stoga ako je cilj ispunjavati uvjete potpisanih konvencija, tada treba priznati da bez vitalnih ribnjaka to nije i neće biti moguće.

Za rješavanje toga problema od 2008. godine u Državni je proračun Republike Hrvatske uvrštena stavka Održavanje ekosustava ribnjaka iz koje se na temelju Ugovora isplaćuje naknada uzgajivačima slatkovodne ribe radi održavanja biološke raznolikosti ribnjaka u okvirima predviđenima na ovoj proračunskoj poziciji.

### ***Financijska konsolidacija i poboljšanje uvjeta privređivanja sektora***

S obzirom na brojne sporove s državom glede presuđenih i neisplaćenih presuda, nove podneske s novim zahtjevima za naknadom šteta, potraživanja po osnovi nenaplaćenih vodnih naknada i troškova korištenja poljoprivrednog zemljišta, kao i drugih dospjelih obveza s jedne i s druge strane (ribnjaci – država), u postupku je donošenje Programa financijske konsolidacije i poboljšanja uvjeta rada ribnjačara po uzoru na sličan program poboljšanja uvjeta rada u riboprerađivačkom sektoru 2006. godine, odnosno sličnog programa koji je realiziran u agrokompleksu 2003/2004. U tim su se slučajevima otpisivala dospjela potraživanja po osnovi glavnice i kamata te stimulirala jednokratna otplata duga uz 40 posto popusta na ukupni dug. Na temelju Odluke Vlade RH za svaku bi se pravnu osobu izvršilo usklađivanje međusobnih potraživanja, čime bi se svi uključeni u program konsolidacije odrekli daljnjih potraživanja i sudovanja.

### ***Unapređivanje tehničko-tehnološke komponente sektora uz dodavanje nove vrijednosti i marketinškoga proizvoda slatkovodnog ribarstva***

Uvođenjem proračunske stavke Strukturna podrška ribarstvu želja je bila potaknuti uvođenje suvremenih zootehničkih mjera u proizvodnji te ondje gdje postoje uvjeti promicati zakretanje prema ekološkoj proizvodnji.

Realizacijom navedenih problema, dodavanje nove vrijednosti proizvodima slatkovodnog uzgoja kroz pretpristupne programe posve je realno, kao i povećanje raznolikosti proizvoda različitim načinima prerade. Time će i sam proizvodni program biti marketinški usmjeren, a njegova se znanstvena i stručna komponenta može priskrbiti kroz postojeći Program marketinške pripreme poljoprivredno-prehrambenih proizvoda.

## **ZAKLJUČAK**

Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja kao nadležno ministarstvo za problematiku slatkovodne akvakulture, na osnovi dugogodišnjeg praćenja stanja u toj grani te sastanaka održanih s asocijacijama koje pokrivaju tu gospodarsku granu, svjesno je situacije u kojoj se ona nalazi. Zbog nužnosti i hitnosti rješavanja čitavog niza problema, njegovo je rješavanje uvršteno i u Program Vlade RH, što je dalo ovom problemu posebnu i neodgodivu važnost njegovog rješavanja. Nakon što se riješe navedeni problemi, uzgajivači slatkovodne ribe bit će u stanju kvalitetno iskoristiti sve modele pomoći i potpora koje se pružaju, kao i modele iz pretpristupnih fondova, a sve radi razvoja i poboljšanja uvjeta poslovanja ove gospodarske grane.



# TRENDOVI RAZVOJA TRŽIŠTA PROIZVODA SLATKOVODNOG RIBARSTVA

Milan Božić, Božica Marković, Neda Skakelja, Višnja Knjaz<sup>1</sup>

## **SAŽETAK**

*U razdoblju od 1990. do 2000. godine svjetska trgovina ribom i ribljim prerađevinama gotovo se udvostručila te nastavlja dalje rasti. Rast trgovine pratio je i veliki porast proizvodnje, ponajprije u zemljama u razvoju poput Indije i Kine. Sama djelatnost uzgoja činila je 2004. godine 32,4 posto ukupne svjetske proizvodnje ribe, odnosno 43 posto proizvodnje namijenjene ljudskoj prehrani (FAO 2007). Ukupna vrijednost tržišta ribe i ribljih prerađevina 2004. godine dosegla je 72 milijarde USD. Pritom u strukturi svjetskog izvoza 15 posto čine gotovi i pripremljeni proizvodi. Premda još uvijek najveći postotak vrijednosti svjetske trgovine slatkovodnom ribom čini trgovina tradicionalnim proizvodima (cijeli šaran, cijela pastrva), uočavaju se trendovi rasta udjela vrijednosti novih proizvoda (fileti, dimljena riba, nove vrste iz uzgoja). Prema raspoloživim podacima (podaci o strukturi uvoza i izvoza), i u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1997. do 2007. godine bilježi se veća diversifikacija proizvoda koji se izvoze. Na razvoj tržišta proizvoda slatkovodnog ribarstva utječe nekoliko čimbenika - svjetske integracije (WTO, EU i sporazumi o slobodnoj trgovini), razvoj marketinga i specijaliziranih tržišnih niša te promjena preferencija potrošača.*

**Ključne riječi:** tržište proizvoda ribarstva, akvakultura, uvoz-izvoz

## **PROIZVODNJA RIBE I DRUGIH VODENIH ORGANIZAMA**

U 2005. godini ukupna je svjetska proizvodnja ribe i drugih vodenih organizama namijenjenih ljudskoj prehrani iznosila 107 milijuna tona, pri čemu je ukupna proizvodnja dosegla 140 milijuna tona (Tablica 1.).

---

<sup>1</sup> Hrvatska gospodarska komora - Sektor za poljoprivredu, prehrambenu industriju i šumarstvo

Tablica 1. Svjetska proizvodnja i korištenje proizvoda ribarstva (bez vodenih biljaka)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	(milijuna tona)					
<b>PROIZVODNJA</b>						
NA KOPNU						
ulov	8,8	8,9	8,8	9,0	9,2	9,6
uzgoj	21,2	22,5	23,9	25,4	27,2	28,9
<b>ukupno</b>	<b>30,0</b>	<b>31,4</b>	<b>32,7</b>	<b>34,4</b>	<b>36,4</b>	<b>38,5</b>
NA MORU						
ulov	86,8	84,2	84,5	81,5	85,8	84,2
uzgoj	14,3	15,4	16,5	17,3	18,3	18,9
<b>ukupno</b>	<b>101,1</b>	<b>99,6</b>	<b>101,0</b>	<b>98,8</b>	<b>104,1</b>	<b>103,1</b>
UKUPNO ULOV	95,6	93,1	93,3	90,5	95,0	93,8
UKUPNO UZGOJ	35,5	37,9	40,4	42,7	45,5	47,8
<b>UKUPNO</b>	<b>131,1</b>	<b>131,0</b>	<b>133,7</b>	<b>133,2</b>	<b>140,5</b>	<b>141,6</b>
<b>KORIŠTENJE</b>						
ljudska prehrana	96,9	99,7	100,2	102,7	105,6	107,2
ostalo	34,2	31,3	33,5	30,5	34,8	34,4

Izvor: FAO

Udio uzgoja u ukupnoj proizvodnji stalno raste te je u 2005. godini dosegao 33 posto. Najveći svjetski proizvođač je Kina, čija proizvodnja u uzgoju doseže 30 milijuna tona. Zanimljivo je primijetiti kako u ukupnoj proizvodnji Kine svega 6 milijuna tona ribe i drugih vodenih organizama potječe iz ulova, što je 5 puta manje od proizvodnje u uzgoju. Od ukupne proizvodnje u uzgoju daleko je najznačajnija proizvodnja ciprinida (40 posto ili 18,3 milijuna tona u 2004. godini, od čega 3,4 milijuna tona *Cyprinus carpio*). Slijede kamenice, slatkovodne vrste te kozice (Tablica 2.). Uzgoj u svim medijima bilježi značajnu diversifikaciju vrsta. U razdoblju od 2002. do 2005. godine u uzgoj je ušlo 15 novih slatkovodnih i 13 novih vrsta u marikulturi. Slatkovodni je uzgoj na svjetskoj razini značajniji od morskog – 56 posto količine i 51 posto vrijednosti svjetske proizvodnje u uzgoju dolazi iz slatkovodnog medija. Dodatno, 7,4 posto količine proizvodnje i 16,3 posto vrijednosti dolazi iz uzgoja ribe i drugih vodenih organizama u bočatim vodama, što je jasna naznaka vrijednosti ovih organizama.

Tablica 2. Najznačajnije vrste u uzgoju

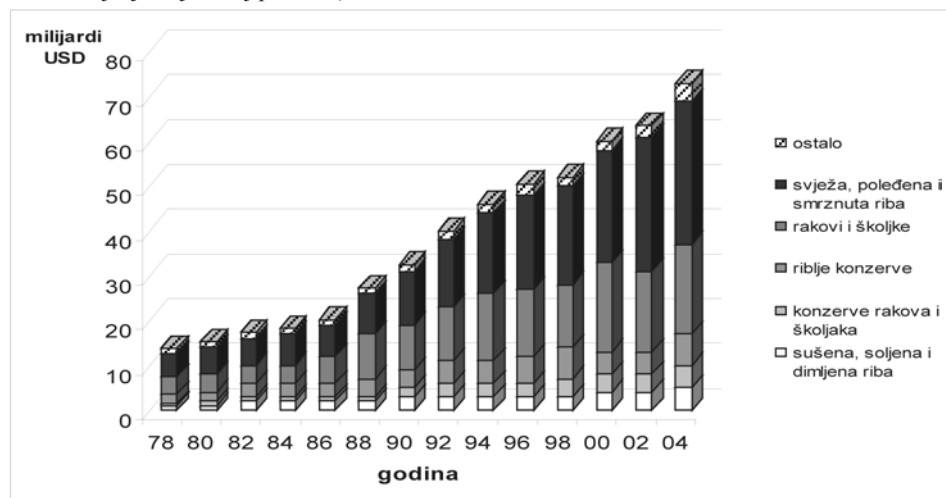
vrste	U tonama
šaran i ciprinidi	18.303.847
kamenice	4.603.717
slatkovodna riba	3.739.949
kozice	2.476.023
lososi, pastrve	1.978.109
dagnje	1.860.249
tilapija i ciklidi	1.822.745
pektenidi	1.166.756

Izvor: FAO, 2007

## SVJETSKO TRŽIŠTE PROIZVODA RIBARSTVA

U 2004. godini ukupna je svjetska trgovina ribom i proizvodima ribarstva dosegla rekordnu vrijednost od 71,5 milijardi USD (vrijednost izvezenih proizvoda), što je 23 posto više u odnosu na 2000. godinu, a čak 51 posto u odnosu na vrijednost svjetske trgovine ribom i proizvodima ribarstva u 1994. godini (Slika 1.). Izvezene količine proizvoda ribarstva 2004. godine iznosile su 53 milijuna tona (ekvivalent težine u živom stanju), a ta je brojka 2005. godine dosegla 57,3 milijuna tona.

Slika 1. Izvoz proizvoda ribarstva prema kategorijama (kategorija ostalo obuhvaća proizvode koji nisu namijenjeni ljudskoj prehrani) Izvor: FAO, 2007.



Preliminarni podaci ukazuju na daljnji rast vrijednosti svjetskog tržišta proizvoda ribarstva. Uvažavajući stopu inflacije, stvarni porast vrijednosti trgovine proizvodima ribarstva iznosio je 17 posto u razdoblju od 2000. do 2004. godine, a promatra li se razdoblje od 1984. do 2004. godine, taj porast iznosi 144 posto. Nasuprot podacima o značajnom rastu vrijednosti trgovine proizvodima ribarstva, količine kojima se trgovalo na svjetskom tržištu stagnirale su u razdoblju od 2000. do 2004. godine, nakon čega slijedi značajan porast. Porast količina pripisuje se, prije svega, rastu proizvodnje i trgovine proizvodima iz uzgoja podrijetlom iz Kine i Indije (FAO, 2005, FAO 2007).

Udio ribarstva u ukupnoj vrijednosti svjetskog tržišta relativno je malen i kreće se oko jedan posto (0,8 posto u 2004. godini). U vrijednosti svjetskog izvoza poljoprivrednih proizvoda udio ribarstva raste od 1976. godine (4,5 posto), a najviša je vrijednost zabilježena 2001. godine (9,4 posto). Nakon naglog porasta svjetske trgovine poljoprivrednim proizvodima u 2004. godini (zabilježen je porast od 36 posto u odnosu na 2003. godinu), udio ribarstva ponovno je smanjen.

Najveći je svjetski izvoznik Kina (vrijednost izvoza 2004. godine 6,6 milijardi USD), koja posljednjih godina sve više izvozi proizvode dodane vrijednosti (uvozi sirovine iz drugih zemalja te obavlja preradu). Ovakav trend povećava i kineski uvoz koji je nara-

stao sa 0,2 milijarde USD 1990. godine na 3,1 milijardu USD 2004. godine. Kineski je uvoz znatno narastao i zbog svjetskih trgovinskih integracija, nakon priključenja WTO-u krajem 2001. godine, Kina je morala znatno smanjiti uvozne carine te liberalizirati svoje tržište.

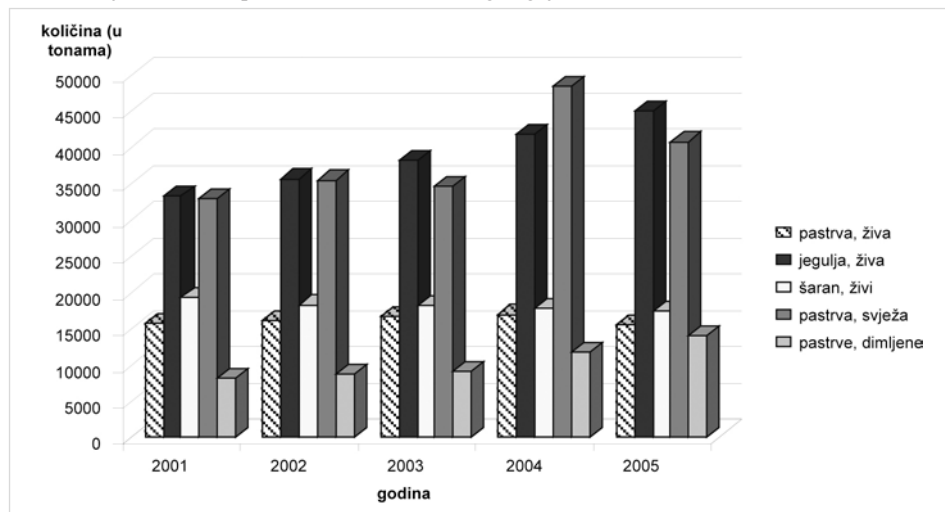
Premda se svjetsko tržište proizvodima ribarstva sve više liberalizira (danas od najvećih svjetskih proizvođača u ovom sektoru samo Rusija nije članica WTO-a), u posljednjih je nekoliko godina sve izraženiji trend regionalnog trgovanja i trgovine među državama sličnog stupnja ekonomske razvijenosti. Primjerice, u razdoblju od 2000. do 2005. godine 85 posto vrijednosti izvoza iz razvijenih zemalja bilo je usmjereno na tržišta razvijenih zemalja, a više od 50 posto vrijednosti uvoza razvijenih zemalja odnosi se na proizvode podrijetlom iz drugih razvijenih zemalja. Posebno je značajna trgovina među zemljama članicama Europske unije - gotovo 90 posto izvoza i 60 posto uvoza proizvoda ribarstva država članica EU odnosi se na međusobnu trgovinu (tzv. *intra-community trade*). Što se tiče količina koje se izvoze odnosno uvoze na svjetskom tržištu, najznačajnija se trgovina odvija među nerazvijenim državama, pri čemu mnoge nerazvijene države uvoze znatne količine proizvoda niske vrijednosti (najčešće haringa i slične pelagičke vrste) koje se onda prerađuju. U posljednjih deset godina raste izvoz proizvoda veće vrijednosti iz nerazvijenih država, što je dijelom posljedica transfera tehnologija te prebacivanja proizvodnje iz razvijenih zemalja u nerazvijene zbog razlika u cijeni rada i proizvodnje. Značajan je porast prerađivačke industrije u zemljama sjeverne Afrike te na Dalekom istoku.

Zbog osjetljivosti proizvoda ribarstva, posebice u živom i svježem stanju, više od 90 posto međunarodne trgovine odnosi se na neki oblik prerađene ili obrađene ribe i drugih vodenih organizama. U 2005. godini udio žive, svježe ili poleđene ribe u svjetskoj trgovini (prema količinama) činio je svega 10 posto, pri čemu ovaj postotak posljednjih deset godina stalno raste. Razlog takvog trenda leži, prije svega, u razvoju tehnologije, sve bržem i jednostavnijem globalnom transportu i, dakako, porastu potražnje. Pritom najveći dio tržišta žive ribe otpada na Kinu i zemlje jugoistočne Azije. Izvoz zamrznute ribe raste posljednjih godina, i 2004. godine ovaj segment činio je 37 posto ukupnog svjetskog izvoza. Najznačajniji porast bilježi se kod trgovine prerađenim i obrađenim proizvodima ribarstva. Tijekom 2004. godine ukupni je izvoz ovih proizvoda iznosio 15 posto ukupne količine izvoza, u usporedbi sa svega devet posto tijekom 1996. godine.

## PROIZVODI SLATKOVODNOG RIBARSTVA

Analizirajući podatke o trgovini pojedinim proizvodima unutar sektora ribarstva i prerađene ribe, zamjećuje se da posljednjih nekoliko godina raste svjetsko tržište jegulje (u 2005. godini 44.905 tona žive jegulje, vrijednosti 521 milijun USD) i pastrve (40.715 tona vrijednosti 160 milijuna USD) te dimljenih proizvoda (dimljena pastrva 13.974 tona vrijednosti 137 milijuna USD) (Slika 2.).

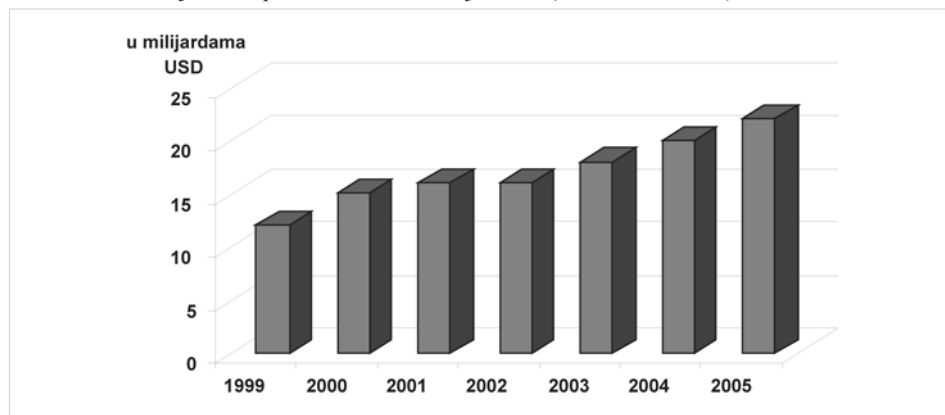
Slika 2. Svjetsko tržište proizvoda iz slatkovodnog uzgoja



Izvor: FAO FISHSTAT

Pritom najznačajniji porast vrijednosti bilježe proizvodi s dodanom vrijednošću (fileti, dimljeni proizvodi, različite prerađevine – Slika 3.), koji 2005. godine dosežu vrijednost (izračunata prema podacima o svjetskom izvozu) od gotovo 25 milijardi USD.

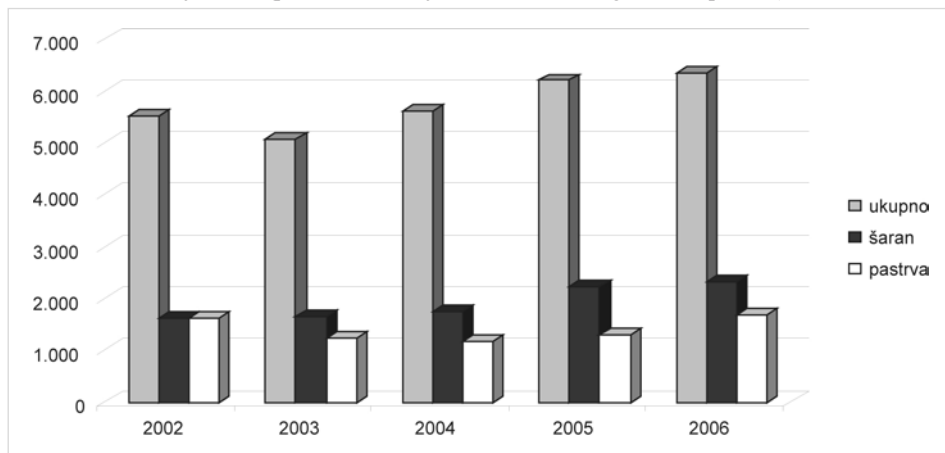
Slika 3. Porast vrijednosti proizvoda dodane vrijednosti (slatkovodne vrste)



Izvor: FAO FISHSTAT

Istodobno proizvodnja u slatkovodnom uzgoju u Republici Hrvatskoj doseže jedva 6000 tona (u 2006. godini 6328 tona), pri čemu i dalje dominira šaranska proizvodnja.

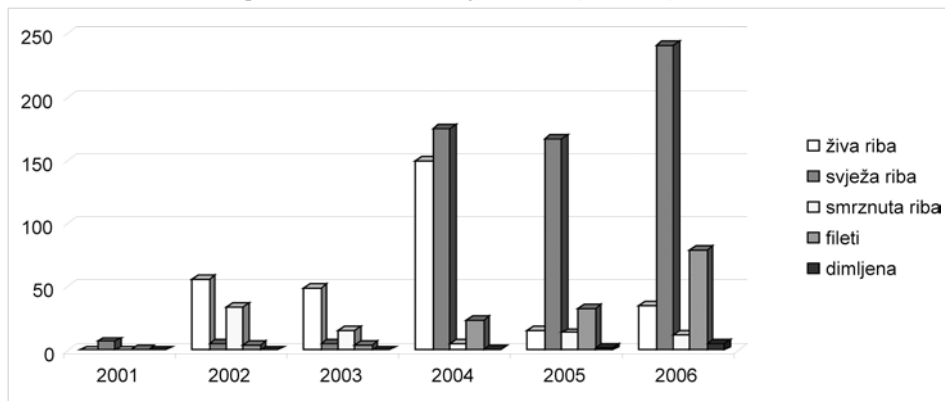
Slika 4. Proizvodnja u RH (prikazane su vrijednosti konzumnog šarana i pastrve)



Izvor: DZS

U strukturi uvoza u RH dominira svježa i poleđena riba. Uvoz žive ribe fluktuiraju, dok uvoz fileta i dimljenih proizvoda slatkovodnog ribarstva posljednjih godina blago raste (Slika 5.).

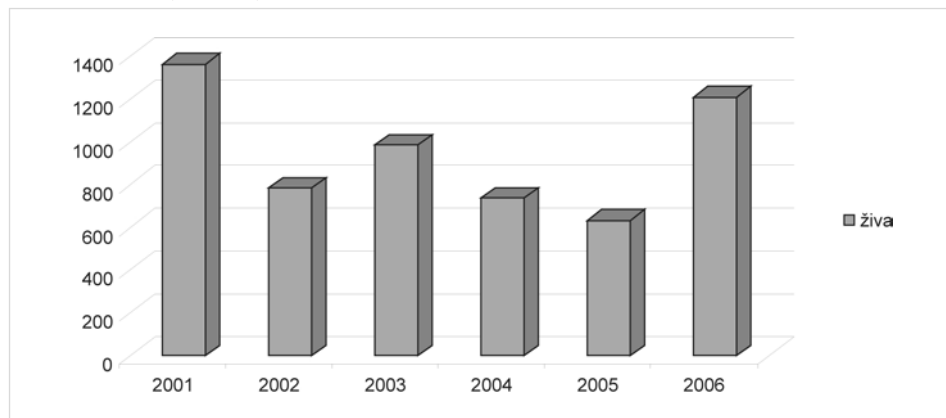
Slika 5. Struktura uvoza proizvoda slatkovodnog ribarstva (u tonama)



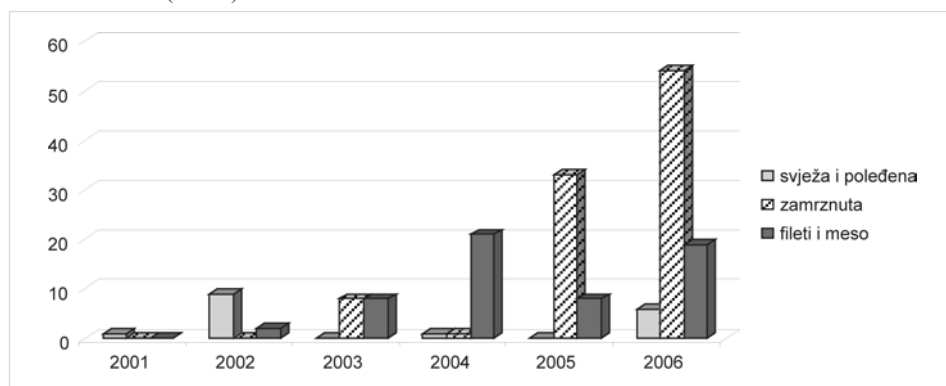
Izvor: DZS

U izvozu pak dominira živa riba (Slika 6.1.), no znakovito je da vrijednosti izvoza fluktuiraju i ovisu, prije svega, o stanju u regiji, s obzirom na to da su najznačajnija izvozna tržišta slatkovodnih vrsta Srbija i BiH. Odnedavno se izvoze i žive jegulje na tržište Nizozemske, a najznačajnija je vrsta u izvozu šaran (2006. godine izvoz živog šarana iznosio je 677 tona).

Slika 6.1. Izvoz (živa riba) u tonama



Slika 6.2. Izvoz (ostalo) u tonama



Izvor: DZS

Osim žive ribe, posljednjih godina raste izvoz smrznutih proizvoda (2006. godine izvezeno su 54 tone smrznute pastrve) te dijelom filetiranih proizvoda (Slika 6.2.). Premda su količine relativno male, trendovi prate kretanja na svjetskom, a poglavito na europskom tržištu na kojemu raste trgovina visokospecijaliziranim proizvodima veće dodane vrijednosti.

## ČIMBENICI DALJNJEG RAZVOJA TRŽIŠTA

Tržište proizvoda ribarstva, uključujući i proizvode slatkovodne akvakulture koja u svijetu čini najznačajniji segment proizvodnje u uzgoju, podložno je nizu različitih utjecaja. Kako raste potražnja za visokokvalitetnom hranom životinjskog podrijetla, raste i potražnja za ribom. No ulovno ribarstvo nije u mogućnosti zadovoljiti rastuće potrebe te je sve razvidniji rast uzgoja u kojemu slatkovodna akvakultura ima značajnu ulogu na svjetskoj

razini. Pokazatelji o vrijednosti trgovinske razmjene u dijelu ribarstva i prerade ribe sve više ukazuju na potrebe razvijanja novih mehanizama i proizvoda, s obzirom na to da se svjetska trgovina koncentrira unutar relativno zatvorenih tržišnih krugova.

Dugoročna opstojnost i razvoj slatkovodnog uzgoja u svakom će slučaju najviše ovisiti o razvoju tržišta. Pritom se u razvoj tržišta, pored preferencija potrošača, trebaju ubrojiti i zakonski okviri međunarodne trgovine, koji pak uključuju higijensko-sanitarne uvjete te uvjete međunarodnih trgovinskih mehanizama. Okolišni aspekti također mogu utjecati na razvoj tržišta, kao i rastuća potreba potrošača da raspolaže svim značajnim informacijama o proizvodnom procesu. U tom smislu daljnji će razvoj slatkovodnog uzgoja te tržišta proizvoda akvakulture vjerojatno značajno ovisiti o razvoju označavanja (ekooznake) i mogućnostima proizvođača da jasno prenesu krajnjem potrošaču sve informacije povezano s ekološkom održivosti ove proizvodnje.

U dijelu sigurnosti i kakvoće proizvoda iz slatkovodne akvakulture uspostava sustava kao što su HACCP ili ISO u narednih će nekoliko godina biti ključni element razvoja, s obzirom na to da visokorazvijena svjetska tržišta na koja je moguće plasirati proizvode veće dodane vrijednosti postojanje takvih sustava nameću kao preduvjet ulaska na tržište.

Posebnu će pozornost u daljnjem razvoju tržišta biti potrebno usmjeriti na marketing i kanale distribucije. Uz porast svjetske trgovine i daljnju liberalizaciju te rast mogućnosti transporta, proizvod će teško naći put do krajnjeg potrošača samo zbog činjenice da je „domaći“ ako nije popraćen dobrim kampanjama. Rezultati nekih studija u Europi pokazuju da potrošači svoj odabir zasnivaju na cijeni podjednako kao i na individualnoj preferenciji prema nekom proizvođaču. S porastom ponude, cijena u načelu pada. U takvim uvjetima jedna od mogućnosti zadržavanja viših tržišnih cijena za isti ili sličan proizvod uključuje i razvoj marketinških kampanja, s posebnim naglaskom na podrijetlo proizvoda, proces proizvodnje ili slično.

Posebno značajnu ulogu u razvoju tržišta proizvoda ribarstva, posebice uzgoja, imaju veliki trgovački lanci. Neki podaci pokazuju da losos svoj tržišni uspjeh u Europi i Americi „duguje“ upravo nekolicini velikih trgovačkih lanaca koji su aktivnim marketingom i relativno agresivnom ponudom potpomogli potražnju za svježim i dimljenim lososom. Daljnjim je aktivnostima stvorena posebna tržišna niša za filete dimljenog lososa, a potom se razvila i cijela paleta drugih proizvoda, od pašteta, preko salata do gotovih i polugotovih jela od dimljenog lososa. Veliki trgovački lanci značajno su promijenili tržište ribarstva i u ostalim segmentima u posljednjih petnaestak godina. Postavljanjem specifičnih zahtjeva za kakvoćom (svježine ili veličine), stalnom opskrbom i ponudom trgovački su lanci doveli do postupnog gašenja specijaliziranih ribarnica u mnogim razvijenim zemljama. Također su stvaranjem uniformirane i zajamčene ponude trgovački lanci stvorili temelje razvoja tržišta u novim segmentima, ponajprije u dijelu očišćene, filetirane i vakumirane ribe. Premda ovakvi zahtjevi znače dodatna opterećenja za proizvođače, utjecaj i snaga trgovačkih lanaca svakako su elementi razvoja tržišta koji mogu u budućnosti imati veliki utjecaj na razvoj ponude (kako po vrstama, tako i po konačnim proizvodima) u segmentu slatkovodnog uzgoja. To također znači da će, pored povećavanja proizvodnje, proizvođači morati uvesti i linije proizvodnje koje će jamčiti isporuku finalnog proizvoda (filet, vakuumsko pakiranje i sl.). Taj se smjer razvoja polako uočava i u izmjenama strukture uvoza i izvoza, u kojoj se počinju sve više pojavljivati različiti proizvodi veće dodatne vrijednosti.



Konačno, na razvoj tržišta utjecat će i integracijski procesi na svjetskoj razini. Proširenje članstva u WTO-u već je rezultiralo smanjenjem carina i ukidanjem carinskih barijera u trgovini među najvećim svjetskim proizvođačima ribe, no zbog osjetljivosti ove grane, liberalizacija tržišta još uvijek nije ostvarena u cijelosti. To se posebno odnosi na trgovinu preradevinama od ribe, koje i danas podliježu relativno visokim uvoznim carinama. Ni trgovina svježom i smrznutom ribom nije u potpunosti liberalizirana. Dodatno, paralelno s ukidanjem carina u svjetskoj trgovini uvode se necarinske barijere, poput obveza označavanja, uvođenja posebnih standarda i jamstava ekološke prihvatljivosti. Pozicioniranje sektora ribarstva u cijelosti, a posebno proizvoda iz uzgoja, u tom smislu valja sagledavati pravodobno, s obzirom na sve potencijalne troškove koji mogu dodatno opteretiti proizvodnju. Pored podizanja količina, raspoloživi podaci pokazuju kako trendovi razvoja tržišta sve više zakreću prema konfekcioniranom i marketinški dobro popraćenom proizvodu, uz jamstvo kvalitete, ekološke prihvatljivosti, visokih standarda ispravnosti namirnica i, dakako, ispunjavanja sve viših zahtjeva potrošača.

## **LITERATURA**

1. DZS, izvješće 2007, 2006, 2005.
2. FAO - CIHEAM course in Markets in fisheries (2007), lectures by Lem and Ababouch
3. FAO, (2002): The State of World Fisheries and Aquaculture 2002.
4. FAO, (2007): The State of World Fisheries and Aquaculture 2006
5. FAO. FAOSTAT ([www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org))
6. FAO, (2007): Fish and fishery products. World apparent consumption statistics based on food balance sheets. Revision 8:1961–2003. FAO Fisheries Circular No. 821.
7. Gouin, S., E. Charles, J. P. Boude (2006): Market trends of seafood products under international constraints: contractualisation, marketing strategies and new behaviours. 98 th EAAE Seminar 'Marketing Dynamics within the Global Trading System: New Perspectives', Chania, Crete, Greece



# RECIRKULACIJSKI SUSTAVI U UZGOJU SLATKOVODNE RIBE

Jurica Jug-Dujaković<sup>1</sup>, Ana Gavrilović<sup>2</sup>, Branko Glamuzina<sup>2</sup>

## UVOD

Recirkulacijski uzgojni sustavi u akvakulturi objedinjavaju pojedinačne procese za pročišćavanje i kretanje vode te za kontrolu i održavanje optimalne kvalitete vode tijekom cijelog intenzivnog proizvodnog ciklusa. Pojedinačni procesi uključuju mehaničke, električne, kemijske i biološke komponente koje omogućuju kontinuirano ponovno korištenje uzgojne vode. Glavni su razlozi za razvitak takvih sustava: očuvanje energije, reducirana potrošnja vode, reducirana upotreba zemljišta, mogućnost kreiranja različitih optimalnih karakteristika u uzgojnom prostoru i time skraćenje uzgojnog ciklusa te mogućnost korištenja nespecifičnog lokaliteta. Tijekom cijelog se proizvodnog ciklusa vodi računa o optimalnoj temperaturi i kvaliteti vode u uzgojnom prostoru omogućujući tako uvjete koji su potrebni za zadovoljavajući zdravstveni status i profitabilni rast uzgojne populacije. Potrebno je točno poznavati karakteristike i kvalitetu svake komponente jer sofisticiranost i kvaliteta sustava ovisi o efikasnosti svake pojedine komponente, a sustav je efikasan onoliko koliko je efikasna njegova najslabija komponenta. Recirkulacijski proizvodni sustavi testiraju se i razvijaju u posljednjih 30 godina. Nakon uspješnih inicijalnih istraživanja, primarni je fokus postao kreiranje, razvitak i komercijalizacija tehnologije koja je u stanju proizvoditi ribu i ostale vodene organizme na ekonomski kompetitivnoj osnovi. U Republici Hrvatskoj recirkulacijski se proizvodni sustavi koriste u nekoliko mrjestilišta morske ribe te u jednom uzgajalištu jegulje.

**Ključne riječi:** recirkulacijski sustav, slatkovodne ribe, uzgoj

---

<sup>1</sup> Razvojno-istraživački centar za akvakulturu, Ston

<sup>2</sup> Sveučilište u Dubrovniku, Odjel za akvakulturu, Dubrovnik

## OSNOVNI DIZAJN I KOMPONENTE RECIRKULACIJSKIH SUSTAVA

Recirkulacijski sustavi se dijele na zatvorene i otvorene (ili djelomično protočne). U potpuno zatvorenim sustavima potreban je dovod svježje vode kako bi se nadoknadio gubitak zbog evaporacije te rada pojedinih komponenti, u prvom redu mehaničkih filtara koji koriste određenu količinu vode da bi izdvojili mehaničke čestice iz sustava. Postotak promjene vode u jedinici vremena imaće bitno značenje u definiciji, dizajnu i konstrukciji sustava. Razlikujemo zatvorene sustave koji promjene do 10 posto vode u cijelom uzgojnom sustavu dnevno, otvorene recirkulacijske sustave koji promjene između 10 i 50 posto vode u sustavu dnevno i djelomično protočne sustave koji mijenjaju više od 50 posto vode u uzgojnom sustavu dnevno.

Slika 1. prikazuje komercijalni recirkulacijski proizvodni sustav.

Pojedinačni procesi koji zajedno omogućuju pročišćavanje vode u svakom recirkulacijskom sustavu uključuju mehaničke, električne, kemijske i biološke komponente koje omogućuju kontinuirano, ponovno korištenje uzgojne vode (Slika 2.).



Slika 1. Komercijalni zatvoreni recirkulacijski sustav za proizvodnju ribe

Osnovne komponente takvog sustava su:

### *Uzgojni tankovi*

Uzgojni tankovi moraju biti dizajnirani tako da omogućuju brzo odstranjivanje nepoždene hrane, fekalija i ostalih mehaničkih čestica iz uzgojnog prostora te da dozvoljavaju prirodno kretanje i ponašanje ribe. Okrugli tankovi kreiranjem kružnog kretanja vode omogućuju prirodno kretanje ribe i odstranjivanje čestica kroz odvod u sredini tanka. Drugi su efikasni dizajn dugi pravokutni tankovi s poprečnim protokom (*cross-flow*). Umjesto ulaza vode na jednom kraju dugog pravokutnog tanka i izlaza vode na drugom (*race-ways*), ovdje je ugrađeno više ulaza na jednoj poprečnoj strani tanka i više izlaza na drugoj, pa mehaničke čestice prelaze manji put i lakše se odstranjuju iz tanka.

### ***Pumpe***

To su komponente za kretanje vode od uzgojnog tanka do jedinice za pročišćavanje i natrag. Uglavnom se koriste centrifugalne pumpe zbog komponenti koje zahtijevaju povišeni tlak vode, neki mehanički filtri, biološki filtri i komponente za oksigenaciju.

### ***Mehanički filter za odstranjivanje krutih otpadnih čestica (nepojedena hrana, feces)***

Mehaničke čestice možemo izdvoji koristeći tri osnovne metode: gravitaciju, filtraciju kroz neki filtracijski medij (pijesak ili plastične čestice) ili flotaciju (podizanje čestica na površinu te zatim njihovo odstranjivanje). Za odstranjivanje gravitacijom služimo se sedimentacijskim tankovima koji zbog potrebnog sporog protoka nisu dovoljno učinkoviti i danas se ne koriste često. Kao filtracijski medij koriste se različiti materijali. U tlačnim mehaničkim filtrima to je najčešće pijesak ili plastične granule, a u protočnim mrežice različitog promjera oka (*drum filter*) ili neki drugi filtracijski materijali.

### ***Biofiltri kao komponenta za naseljavanje nitrifikacijskih bakterija (koje oksidiraju amonijak) i denitrifikacijskih bakterija koje razgrađuju nitrate do elementarnog dušika***

Biofiltri služe u prvom redu za konverziju odnosno oksidaciju amonijaka kao otrovnog produkta metabolizma u 2000 puta manje otrovne nitrate. To su komponente koje različitom građom omogućuju dovoljno nasadne površine za nitrifikacijske bakterije. Koriste obično granule ili tanke ploče i tako kreiraju veliku nasadnu površinu

### ***Komponenta za nadgledanje pH-vrijednosti i kontrolu***

U recirkulacijskim sustavima zbog velike nasadne gustoće te bakterijske aktivnosti na biofiltrima nastaje velika količina ugljikovog dioksida koji snižava pH uzgojne vode. Kontrolna komponenta mjeri i podešava pH na optimalnu vrijednost dodavanjem lužine (obično NaOH). Sastoji se od sonde koja kada pH padne ispod optimalne vrijednosti preko kompjuterskog sustava šalje signal u kontejner s lužinom, na kojem se otvara automatski ventil i dodaje lužinu sve dok se pH-vrijednost ne regulira.

### ***Komponenta za otplinjavanje, primarno za odstranjivanje ugljikovog dioksida***

Višak ugljikova dioksida odstranjuje se povećavanjem kontaktne površine između zraka i vode. To se postiže prokapavanjem vode kroz različite medije koji je razbijaju u kapljice.



Slika 2. Komponente jedinice za pročišćavanje vode u reciklacijskom uzgojnom sustavu

### ***Komponenta za aeraciju ili oksigenaciju***

Kako bi se nadoknadio kisik potrošen metaboličkom aktivnošću uzgajanih organizama u intenzivnim uzgojnim uvjetima i bakterijskom aktivnošću na biofiltrima, potrebno je vodu prije ponovnog ulaska u tankove obogatiti optimalnom količinom kisika. Reoksidacija, odnosno nadoknada kisika potrošenog disanjem i bakterijskom aktivnošću u uzgojnom sustavu, nadoknađuje se injektiranjem zraka ili čistog kisika u vodu. Kisik se može proizvoditi na samoj lokaciji ili dovoziti u kontejnerima.

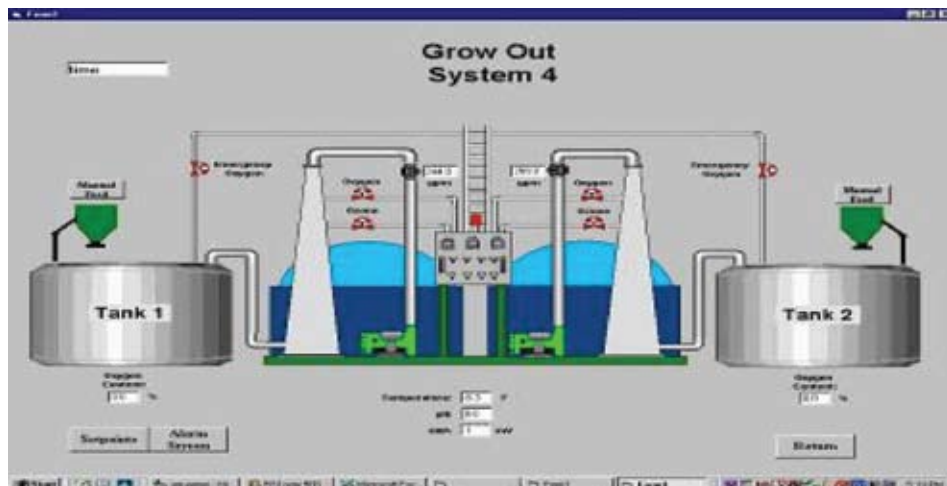
### ***Komponenta za sterilizaciju***

Reciklacijski sustavi nisu u kontaktu s prirodnim izvorima vode (potoci, jezera, prirodni izvori), ali kod inicijalnog punjenja ili kod nasađivanja mlađi iz drugog izvora postoji mogućnost unosa uzročnika bolesti (bakterije, virusi, paraziti) u sustav. S obzirom da u njemu recirkulira uvijek ista voda, velika je mogućnost brzog razmnožavanja tih mikroorganizama te samim tim pojava bolesti, a da bi se to spriječilo, potrebno je vodu sterilizirati pri svakom prolazu kroz jedinicu za tretman. To se postiže uključivanjem komponente za sterilizaciju, obično UV-reaktora ili injektiranjem ozona.

### ***Nadgledanje i kontrola procesa u reciklacijskim sustavima***

Kontrolirani procesi održavanja kvalitete vode u proizvodnom sustavu omogućuju optimalni rast i maksimalno skraćenje proizvodnog ciklusa reguliranjem temperature, fotoperioda, oksigenacije i hranjenja (Slika 3.). Budući da voda recirkulira, uzgojni sustav nije izložen utjecajima izvana koji mogu omogućiti ulaz uzročnicima bolesti, kontaminaciji,

predatorima ili poluciji. Nema sezonske proizvodnje koja je među glavnim nedostacima otvorenih vanjskih sustava, već je omogućen cjelogodišnji izlov uniformne ribe. Kreiranje različitih uvjeta i karakteristika uzgojne vode omogućuje uzgoj različitih toplovodnih i hladnovodnih ribljih vrsta.



Slika 3. Kompjuterska kontrola relevantnih čimbenika uzgoja u reciklacijskom sustavu

## LITERATURA

1. Jug-Dujaković, J., A. D. Van Gorder (2002): Pilot production of yellow perch (*Perca fluviatilis*) in a commercial recirculation system. Proceeding from the fourth International conference on recirculation Aquaculture. Roanoke, Virginia. July 18-21:473-478.
2. Timmons, M. B., T. M. Losordo (1994): Aquaculture water reuse systems: engineering design and management. Developments in aquaculture and fisheries science, volume 27. Elsevier. 327 pp.
3. Timmons, M. B., J. M. Ebeling, F. W. Wheaton, S. T. Summerfelt, B. J. Vinci (2001): Recirculating aquaculture systems. Northeastern Regional Aquaculture Center. 650 pp.
4. Van Gorder, S. D., J. Jug-Dujaković (2004): Performance of rotating biological contactors in recirculating aquaculture systems. Proceeding from the fourth International conference on recirculation Aquaculture. Roanoke, Virginia. July 22-25:234-243.





# UZGOJ LIČINAKA I MLADUNACA ŠARANA (*CYPRINUS CARPIO*) U RECIRKULIRAJUĆEM SUSTAVU

Ivan Bogut<sup>1</sup>, Boris Župan<sup>2</sup>, Oliver Čuljak<sup>3</sup>, Dragutin Bodakoš<sup>4</sup>,  
Dalida Galović<sup>1</sup>

## SAŽETAK

Tradicionalni uzgoj šarana počinje temeljitom pripremom ribnjaka (dezinfekcija, obrada tla, gnojidba, upuštanje vode) te nasadom trodnevnih ličinaka. Ovisno o biotehničkim mjerama i ekološkim uvjetima, uzgoj šarana do tržišne mase traje dva do tri, a katkad i četiri godine. U prvih mjesec dana uzgoj se odvija u dvije etape, to su podraščivanje ličinaka i uzgoj mladunaca. Prvi je uzgojni stadij najteži. U tom je razdoblju ličinkama i mladuncima potrebno osigurati odgovarajuće zoohigijenske uvjete i odgovarajuću prirodnu i dodatnu hranu. Zbog toga se za uzgoj mladunaca koriste najproduktivniji ribnjaci. Ovisno o bonitetu ribnjaka, na 1 ha nasađuje se 400 do 600 tisuća trodnevnih ličinaka. Unatoč poduzetim agrotehničkim i zoohigijenskim mjerama, gubici u etapi podraščivanja variraju 50 do 60 posto, a katkad i više. Zbog visokih gubitaka i dugačkog uzgojnog razdoblja do tržišne mase, istraživana je mogućnost uzgoja ličinaka i mladunaca u recirkulacijskom sustavu. Pokus je proveden na Ribnjačarstvu „Belje“ u Podunavlju od 6. svibnja do 5. lipnja 2005. godine. Trodnevne ličinke prosječne individualne mase od 1,3 mg-ind<sup>-1</sup> nasađene su u tri 150-litrene protočne ležnice. U svaku je od tri protočne ležnice nasađeno po 30.000 ličinaka. Temperatura vode kao bitan čimbenik za uzgoj ličinaka i mladunaca varirala je tijekom cijelog uzgojnog razdoblja od 23 do 24 °C, a koncentracija otopljenog kisika od 6,7 do 8 mg·L<sup>-1</sup>. Navedeni pokazatelji kakvoće vode mjereni su svakodnevno, a ostali (organsko onečišćenje, amonijak, fosfati, nitrati, alkalitet i pH-vrijednost) jednom tjedno. Odmah nakon nasada ličinaka započeto je s hranidbom živim ličinkama nauplij *Artemie saline*, koje su dekapulirane i za hranidbu ličinaka pripremane dan ranije. Nakon početne hranidbe živom hranom, započeto je s početnom krmnom smjesom. Dnevna količina dodatne hrane davana je u intervalima od dva sata, a određivana je prema temperaturi vode i masi ribe. Nakon 31. dana uzgoja masa mladunaca uzgajanih u recirkulacijskom sustavu, ovisno o vrsti hrane, varirala je od 855,3 do 1123 mg-ind<sup>-1</sup>. Gubici ličinaka i mladunaca do 31. dana uzgoja bili su zanemarivi.

**Ključne riječi:** šaran, recirkulacijski sustav, hranidba

1 Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku, Zavod za specijalnu zootehniku, Osijek

2 Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu Osječko-baranjske županije, Vinkovačka 63c, Osijek

3 Kooperacija Belje, Darda

4 Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku

## UVOD

U posljednjem su desetljeću postignuti zapaženi rezultati u biotehnologiji uzgoja ranih stadija riba iz skupine jesetrovki (*Acipenseriformes*) i somova (*Siluriformes*), a još ranije u uzgoju riba iz reda lososa (*Salmoniformes*). Dugotrajan je problem uzgoja ranih stadija ciprinidnih vrsta riba. Osim gospodarski značajnih riba kao što su šaran (*Cyprinus carpio*), linjak (*Tinca tinca*) i bijeli amur (*Ctenopharyngodon idella*), to se odnosi i na druge pripadnike iz porodice šaranki (*Cyprinidae*) kao što su crvenooka ili plotica (*Rutilus rutilus*), crvenperka (*Scaardinius erythrophthalmus*), krkušica (*Gobio gobio*) te neke vrste riba iz roda klenova (*Leuciscus*) i roda *Squalius* koje se umjetno mrijeste i uzgajaju u kontroliranim uvjetima do stadija otpornosti, a zatim se nasaduju u otvorene vode.

Tradicionalni uzgoj šarana na našim ribnjačarstvima počinje pripremom mladičnjaka (odmor ribnjaka, raskužba, gnojidba, tanjuranje, upuštanje vode, uzgoj zooplanktona) i nasadom najčešće petodnevnih ličinaka. Norma nasada varira od nekadašnjih 1,5 milijuna do sadašnjih 400 do 600 tisuća/ha, a ovisi o primijenjenoj tehnologiji uzgoja. Trajanje uzgoja od nasada do konzumne mase traje dvije do tri godine, a katkad i četiri godine.

Prvi mjesec uzgoja smatra se najtežim i odvija se u dvije etape, to su podraščivanje ličinaka i uzgoje mladunaca. U tom razdoblju uzgoja gubici iznose 50 do 60 posto, a ponekad i do 90 posto. Najčešći su uzroci gubitaka predatori (zmije, žabe, mesojedni kukci, ribojedne ptice), neodgovarajuća veličina prirodne hrane u vrijeme nasada, zahlađenje vode u vrijeme i nakon nasada ličinaka.

Idealna je hrana za uzgoj ličinaka i mladunaca šarana prirodna hrana. Odgovarajućim se agrotehničkim mjerama mogu u ribnjaku uzgojiti brojne jedinke zooplanktonskih organizama po jednoj litri ribnjačke vode. Pri gušćem nasadu ličinaka i mladunaca prirodna se hrana brže troši nego obnavlja, stoga se pokušalo načiniti odgovarajuću industrijsku hranu koja će zadovoljiti hranidbene i fiziološke potrebe ribljeg organizma i zamijeniti prirodnu hranu. Berka (1982); Jirásek i Mareš (2001 a 2001 b) navode da bi takvo krmivo trebalo sadržavati oko 50 posto proteina, 10 do 15 posto ugljikohidrata i 12 do 15 posto masti. Međutim autori ipak daju prednost prirodnoj hrani i navode neke bitne razlike koje su važne kod primanja i probave prirodne hrane u usporedbi s industrijski pripremljenom hranom. Živa, prirodna hrana pokreće se aktivno, postoji mogućnost deformacije odmah nakon konzumiranja i sadrži 85 do 95 posto vode. Kretanje žive hrane važan je čimbenik jer većina riba reagira na pokret plijena. Mogućnost deformiranja prirodne hrane važan je čimbenik u odnosu na industrijski pripremljenu hranu koja je stabilnog oblika. Jedan je od bitnih nedostataka industrijski pripremljene hrane onečišćenje vode ako se hrana ne iskoristi jer je sadržaj suhe tvari do 10 puta veći nego u prirodnoj hrani.

Od zooplanktonskih organizama za hranidbu mladih kategorija šarana značajni su najmanji oblici kolnjaka (*Rotatoria*), a zatim rašljoticalci (*Cladocera*), veslonošci (*Copepoda*) i ličinke trzalaca (*Chironomidae*). Prema dostupnoj literaturi, prvi podaci o kemijskom sastavu planktonskog račića *Daphnia magna* potječu od Manna (1935). Kemijskom je analizom utvrđeno da *Daphnia magna* u svježoj tvari sadrži 91,6 posto vode, 2,98 posto bjelančevina, 0,78 posto hitina, 0,62 posto masti, NET-a 2,62 posto i 1,62 posto pepela. Slične su rezultate kemijskog sastava *Daphnie magne* utvrdili Wenig (1949), Farkas (1958), Farkas i Herodek (1960) te Albrecht i Breitschprecher (1969). Bogatova i sur. (1971) zaključili su nakon jednogodišnjih praćenja da *Daphnia magna* u svježoj tvari

sadrži 86,4-97,6 posto vode, 1,3-5,4 posto bjelančevina, 0,1-0,8 posto sirovih masti i 0,6-4,0 posto ugljikohidrata. Isti su autori utvrdili da mlađi primjerci *Daphnie magne* sadrže znatno veću količinu bjelančevina u usporedbi sa starijim jedinkama, dok se sadržaj masti povećava starenjem.

Bogut i sur. (2003), Bogut i Adamek (2005), Bogut i sur. (2007, 2008) utvrdili su da *Daphnia magna* i ličinke *Chironomidae* u optimalnim količinama sadrži sve esencijalne aminokiseline i masne kiseline i mogu se smatrati idealnom hranom za najranije stadije šarana.

Prednosti početnog uzgoja ranih stadija u kontroliranim uvjetima temelje se ponajprije na osiguranju optimalnih ekoloških uvjeta i odgovarajuće hrane, zatim isključenju opasnih predatora te postignuću visokog preživljavanja do stadija otpornosti. Za preživljavanje i rast ličinaka u ranoj ontogenezi, osim navedenih čimbenika, vrlo je važna hrana i hranidba. Izrada odgovarajućih startera za početnu hranidbu ličinaka i uzgoj mjesečnjaka u kontroliranim uvjetima riješili bi ključni problem visokih gubitaka koji nastaju u ribnjačkim uvjetima, uz primjenu novih tehnologija proizvodnje šaranskog mlađa.

Nastojanje ribarske znanosti i prakse usmjereno je na razradu kratkoročne (oko sedam dana) i dugoročne metode uzgoja (tri do četiri tjedna) u kontroliranim uvjetima. Radi rješavanja navedene problematike, na Ribnjačarstvu „Belje“ u Podunavlju u svibnju i lipnju 2005. godine postavljen je i proveden pokus uzgoja šaranskih ličinaka i mladunaca u recirkulacijskom sustavu u protočnim ležnicama.

## MATERIJAL I METODE RADA

Ličinke šarana nabavljene su na Ribnjačarstvu „Garešnica“ te su nakon transporta 6. lipnja nasadene u tri protočne ležnice. Uzgoj je trajao 31 dan. U svaku ležnicu zapremine 150 litara nasadeno je po 30 tisuća četverodnevni ličinaka. Nakon 10 dana uzgoja, mladunci iz svake ležnice razrijeđeni su u dvije ležnice s po 15 tisuća, a nakon 20 dana uzgoja ponovo su razrijeđeni na pola. Prvih sedam dana ličinke su u svim ležnicama hranjene *Artemiom*, a nakon toga jedna je skupina hranjena starterom (Dana feed), druga starterom i *Artemiom*, a treća samo *Artemiom*. Gotova krmna smjesa Dana feed (dan-ex karpfen 13/52) je prema deklaraciji proizvođača sadržavala 1,4 posto sirove vlaknine, 10,3 posto pepela, 17 posto NET-a, 52 posto bjelančevina i 16,4 MJ metaboličke energije.

Ličinke i mladunci hranjeni su devet puta dnevno, a osvjetljenje je kombinirano (prirodno i umjetno) u trajanju od 17 do 18 sati tijekom 24 sata.

Tijekom istraživanja razdoblja svakodnevno je mjerena temperatura vode i koncentracija otopljenog kisika, a ostali fizikalno-kemijski parametri vode (alkalitet, pH-vrijednost vode, organsko onečišćenje, amonijaki, nitriti i fosfati) jednom tjedno. Tjelesna je masa ličinaka i mladunaca šarana mjerena svakih tri do pet dana tijekom uzgoja.

## REZULTATI I RASPRAVA

Uz ostale fizikalno-kemijske čimbenike, temperatura vode vrlo je bitna za rast ličinaka i mladunaca. Optimalna temperatura vode pogoduje iskorištavanju hrane i preživljavanju u ranoj ontogenezi. Tijekom istraživnog razdoblja koje je trajalo 31 dan temperatura vode u našim pokusima varirala je od 23 do 24 °C. Uspoređujući temperaturu vode u našim istraživanjima s temperaturom vode u pokusima koji su proveli Kouril i Hamačkova (1982) uočava se značajna razlika. Za uzgoj ličinaka i mladunaca u kontroliranim uvjetima navedeni autori preporučuju temperaturu vode od 25 do 30 °C. Najniža je pogodna temperatura vode za uzgoj mladunaca prema Kourilu i Hamačkovoju 23 °C, a najviša je gornja vrijednost 32 °C.

Koncentracija otopljenog kisika u našim istraživanjima mijenjala se od 6,7 do 8 mg·l<sup>-1</sup>. Poslije 6. dana uzgoja primijećen je postupan pad koncentracije otopljenoga kisika, pa je 10. uzgojnog dana obavljeno razrjeđenje mladunaca. Svaka od tri protočne ležnice u koje je nasađeno po 30.000 ličinaka razrijeđena je na po 15.000 mladunaca. Drugo je razrjeđenje obavljeno 16. dana kada je ponovo utvrđen pad koncentracije otopljenoga kisika. Kouril i Hamačkova (1982) te Prikri i sur. (1990) navode da koncentracije kisika u uzgojnim objektima ne bi trebale padati ispod 5 mg·l<sup>-1</sup>. Ostali fizikalno-kemijski parametri vode mijenjali su se tijekom istraživanja u poželjnim vrijednostima za uzgoj mladunaca (pH 6,6 do 7,5; organsko onečišćenje 6,3 do 8,5 mg·l<sup>-1</sup>; NH<sub>4</sub>-N 0,01 do 0,12 mg·l<sup>-1</sup>; PO<sub>4</sub> 0,001 do 0,019 mg·l<sup>-1</sup>; NO<sub>3</sub>-N 1,8 do 4,6 mg·l<sup>-1</sup>).

Prosječna je početna masa trodnevni ličinaka u svim skupinama bila ujednačena i iznosila je 1,3 mg·l<sup>-1</sup> (Tablica 1). Nakon 31. dana uzgoja najviša prosječna individualna masa utvrđena je u prvoj skupini koja je cijelo pokusno razdoblje hranjena zooplanktonom, a iznosila je 1123 mg·l<sup>-1</sup>. U drugoj skupini koja je hranjena zooplanktonom i starterom pojedinačna masa mladunaca iznosila je 915,6 mg·l<sup>-1</sup>, što je za 207,4 mg·l<sup>-1</sup> ili 18,14 posto niže nego u skupini koja je cijelo pokusno razdoblje hranjena zooplanktonom. Najniža je individualna masa mladunaca utvrđena u skupini koja je hranjena starterom, a iznosila je 855,3 mg·l<sup>-1</sup>.

Tablica 1. Početna i završna masa, prirast i specifična brzina rasta ličinaka i mladunaca šarana uzgajanih u recirkulirajućem sustavu

Pokazatelj	Hrana		
	Artemia salina	Artemia salina + starter	Starter
Početna masa, mg·l <sup>-1</sup>	1,3	1,3	1,3
Završna masa, mg·l <sup>-1</sup>	1123,0	915,6	855,3
Prirast, mg·l <sup>-1</sup>	1121,7	914,3	854,0
Dnevni prirast, mg·l <sup>-1</sup>	36,18	29,49	27,54
SBR %·dan <sup>-1</sup>	21,81	21,15	20,93

Slični rezultati u pogledu individualne mase utvrđeni su u istraživanjima Kourila i Hamačkove (1980) koji su ličinke i mladunce cijelo pokusno razdoblje hranili zooplanktonom. Navedeni autori preporučuju da do tjelesne mase od 15 mg ličinke i mladunce treba hraniti kolnjacima, sitnim oblicima rašljoticalaca i nauplijima ciklopsa. Mladunce od 20 do 500 mg mase treba hraniti srednje velikim rašljoticalcima i ciklopsima, a od 500 do

700 mg individualne mase krupnijim rašljoticalcima i ciklopsima. Više vrijednosti individualne mase utvrdio je Bogut (1989) hranidbom ličinaka i mladunaca u malim ribnjacima suhim pivskim kvascem.

Da bi se razumjele visoke vrijednosti dnevnog prirasta i specifične brzine rasta (Tablica 1), potrebno je poznavati ranu ontogenezu i u strukturnom i u fiziološkom pogledu. U fiziološkom pogledu ličinački stadij obuhvaća ranu ontogenezu riba koja počinje prelaskom na egzogenu hranidbu, a završava metamorfozom. To razdoblje karakterizira niz morfoloških i fizioloških promjena koje se očituju u načinu hranidbe, razvitku enzimatskog sustava, metabolizmu i hranidbenim potrebama. S gledišta fiziologije probave, ličinačko razdoblje završava se razvitkom želuca u karnivornih riba ili u šarana potpunom funkcijom hepatopankreasa. Jedna od značajnih osobina ličinaka šarana je visok potencijal rasta. Ličinke šarana nakon valjenja imaju masu od 1,1 do 1,3 mg. Za 20 do 30 dana masa se, ovisno o ekološkim i hranidbenim uvjetima, može uvećati i za 800 do 1000 puta. Za iskorištenje potencijala rasta potrebno je osigurati sve esencijalne hranjive tvari i ekološke uvjete. Osim toga preživljavanje ličinaka ovisi o uspostavi morfološko-fizioloških sustava i eliminaciji predatora. Gladovanje i predacija smatraju se glavnim čimbenicima mortaliteta, što je u našim istraživanjima bilo isključeno pa su stoga i gubici bili zanemarlivi. Osim toga misli se da je glavni prioritet rane ontogeneze šaranskih ličinaka razvoj organa koji omogućuju pokret, uzimanje i probavu hrane.

Iz sitne ikre kakva je u šaranskih riba vale se vrlo sitne ličinke s malom žumanjčanom vrećicom koja se nekoliko dana nakon valjenja potpuno potroši, a ličinke prelaze na vanjski izvor hranidbe. Razvoj i rast izvaljenih ličinaka u stadiju endogene hranidbe pod utjecajem su razine spremljene hrane u žumanjčanoj vrećici. Potrošnjom rezervi žumanjka i prijelaz na egzogenu hranu predstavlja kritičnu fazu u ontogenezi ličinki. Za razumijevanje fiziologije probave i njene specifičnosti nužno je poznavanje ontogenetskih promjena značajnih za uzimanje, probavu i apsorpciju hranjivih tvari.

## ZAKLJUČAK

Na osnovi provedenih istraživanja uzgoja ličinaka i mladunaca u recirkulacijskom sustavu i hranidbe *Artemiom salinom* (zooplanktonom) i početnom krmnom smjesom (starterom) mogu se izvesti sljedeći zaključci:

Temperatura vode u protočnim ležnicama tijekom istraživanog razdoblja varirala je između 23 i 24 °C, a koncentracija otopljenog kisika mijenjala se od 6,7 do 8,0 mg·l<sup>-1</sup>. Ostali su se fizikalno-kemijski pokazatelji mijenjali u povoljnim vrijednostima za uzgoj ličinaka i mladunaca šarana.

U svim su pokusnim skupinama ličinke i mladunci šarana do desetog dana uzgoja hranjeni isključivo zooplanktonom.

Skupine ličinaka i mladunaca šarana hranjenih živom hranom (*Artemiom salinom*) do kraja pokusnog razdoblja koje je trajalo 31 dan imale su najveću tjelesnu masu (1123 mg·l<sup>-1</sup>) i prirast. Niže vrijednosti individualne mase (915 mg·ind<sup>-1</sup>) i prirasta utvrđene su u skupinama koje su hranjene živom hranom i starterom, a najniže u skupini koja je hranjena starterom (855 mg·l<sup>-1</sup>).

Gubici ličinaka i mladunaca šarana tijekom istraživanog razdoblja bili su neznatni.

**LITERATURA**

1. Adámek, Z., I. Adámková (1999): Utilization of artificial diets in earli feeding of Nase (*Chondrostoma nasus* L.). 3. Kábrtovi dietetické dny, 2. září 1999, Konference s mezinárodní účasti. Brno, 168-171.
2. Albrecht, M.L., B. Breitschprecher (1969): Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung von Fischnährtiere und Fischfuttermitteln. Z. Fischerei 17, 1-4.
3. Berka, R. (1982): Odkrm ranych stadii kapra umelymi krmivy. Buletin VÚRH Vodňany 18 (1), 42-52.
4. Bogatova, I. B., M. A. Shcherbina, B. B. Ovinnikova, N. A. Tagirova (1971): Chemical composition of some planktonic animals under different conditions of growing. Hidrobiologičeski žurnal 7 (5), 54-57.
5. Bogut, I (1989): Podražčivanje ličinaka šarana (*Cyprinus carpio* L.) pivskim kvascem u proizvodnim uvjetima. Magistarski rad, Sveučilište u Osijeku, RO Biotehnički znanstveno-nastavni centar, OOUR Poljoprivredni fakultet Osijek, 1-130.
6. Bogut, I., Z. Adamek, Z. Puškadija, T. Florijančić, Z. Jaglič (2003): Nutritive suitability of *Chironomus plumosus* larva and its significancy for fish nutrition. 5. Kábrtovi dietetické dny, 23 ledna 2003 Konference s mezinárodní účasti konané u příležitosti 100. výročí narození Prof. MVDr. Jaroslava Kabrta, Brno, 6-10, 2003.
7. Bogut, I., Z. Adámek (2005): Solving the problem of feeding the carps (*Cyprinus carpio*) in early stages. Krmiva 47 (5), 253-266.
8. Bogut, I., E. Has-Schön, Z. Adamek, V. Rajković, D. Galović (2007): *Chironomus plumosus* larvae - A suitable nutrient for freshwater farmed fish. Agriculture 13, (1), 159-162.
9. Bogut, I., Z. Adámek, T. Florijančić, Z. Puškadija, M. Domaćinović: Nutritivna prikladnost planktonskog račića *Daphnia magna* za hranidbu šaranskog mlađa. U tisku, 2008.
10. Farkas, T. (1958): Vergleichende Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung niederer und hoherer Krebse. Ann. Biol. Tihany 25, 63-78.
11. Farkas, T., S. Herodek (1960): Seasonal changes in the fat contents of the cruceacea plancton in lake Balaton. Ann. Biol. Tihany 28, 127-133.
12. Jirásek, J., J. Mareš (2001): Výživa a krmení raných vývojových stadií kaprovitých ryb. Bulletin VÚRH Vodňany, 37, (1), 23-38.
13. Jirásek, J., J. Mareš (2001): Výživa a krmení raných vývojových stadií kaprovitých ryb-II. Bulletin VÚRH Vodňany, 37, (2), 60-75.
14. Kouřil, J., J. Hamáčková (1982): Odkrm raného plůudku kapra ve žlebach. Edice metodik 3, Výzkumný ústav rybárský a hydrobiologický Vodňany, 1-15.
15. Mann, H. (1935): Untersuchungen über die Verdauung und Ausnutzung der Stickstoffsubstanz einiger Nährtiere durch verschiedene Fische. Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften 33, 233-273.
16. Příkryl, I., J. Hamáčková, J. Kouřil (1949): Odchov raných stadií plůudku kapra u experimentálních podmínkách. I Analýza rychlosti růstu. Buletin 26 (4) 3-13.1990.
17. Wenig K.: Obsah nekletých dusikolyh latek v tele *Daphnia magna*. Vestnik Csl. zool. spolecnosti, SV13, 17-27.

# OKOLIŠNI ASPEKTI AKVAKULTURE S POSEBNIM OSVRTOM NA ORGANSKI OTPAD I PRIHVATNI KAPACITET UZGAJALIŠTA

Ivan Katavić<sup>1</sup>

## SAŽETAK

*Slatkovodna i morska akvakultura ima dugu tradiciju na istočnoj strani Jadranskog prostora. Za-hvaljujući prirodnim pogodnostima i još nedovoljno valoriziranim potencijalima, realno je očeki-vati kako će akvakultura postupno bivati sve značajnijim segmentom sektora proizvodnje hrane. Jednako tako valja očekivati kako će uz ekonomske i zootehničke varijable koje određuju uspješnost proizvodnje sve značajnije mjesto u budućim projekcijama akvakulturnog razvoja imati ekološke performanse proizvodnje. Novija iskustva svjedoče da je intenzifikacijom uzgoja moguće očekivati znatne promjene u biofizikalnim svojstvima vodenog ekosustava, i kemizma vode i sedimenta i pro-mjena u sastavu i strukturi okolnih životnih zajednica. Intenzitet i prostorna skala negativnog utje-caja uzgoja na prirodni okoliš ovise o geomorfološkim obilježjima lokacije te napose o njegovim biofizikalnim obilježjima koja u mnogočemu određuju njegov prihvatni odnosno nosivi kapacitet. U cjelini je posve umjeren utjecaj uzgajališta na kemizam vodnog stupca i fitoplanktonsku biomasu. Dosadašnja praksa uzgoja u umjerenom klimatskom pojasu Sredozemlja pokazuje da je učinak na bentoske zajednice, posebice livade morskih cvjetnica i fizikalno-kemijska svojstva sedimenta posve izvjestan, premda prostorno vrlo ograničen na neposrednu blizinu uzgajališta. Ispravan odabir lokacije za uzgoj, kao i primijenjene zootehničke i upravljačke mjere na uzgajalištu presudni su čimbenici za smanjenje negativnih posljedica intenzivne akvakulture na okoliš. Za smanjenje unosa organske tvari u vodeni ekosustav posebno je učinkovita fleksibilna, optimalna i potpuno kontrolirana hranidba primjerena istinskim potrebama uzgajanih organizama.*

**Cljučne riječi:** organski otpad, nosivi kapacitet, kavezni uzgoj

## UVOD

Republika Hrvatska ima dugu tradiciju akvakulturne proizvodnje. Povijesno je bila do-minantno ekstenzivnoga karaktera, fokusirajući se prvotno na uzgoj toplovodnih vrsta u slatkovodnim ribnjacima (Bojčić, 1987) i uzgoj školjkaša u moru na visećim strukturama (pergolari), pričvršćenim na linijske fiksne, a tek u novije vrijeme i plutajuće uzgojne su-stave (Benović i Katavić, 1994). Intenzivni oblici akvakulture u slatkoj vodi ostvaruju se

---

<sup>1</sup> Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split



kroz uzgoj pastrve u protočnim kopnenim sustavima iako je bilo i pokušaja njenog kaveznog uzgoja u moru (Teskeredžić i Edwards, 1986). Osamdesetih godina prošlog stoljeća započelo se s kaveznim uzgojem lubina i komarče (Vodopija i Miljak, 1981), a od 1996. godine u nacionalnu se marikulturu uvodi i kavezni uzgoj tuna (Katavić i sur., 2003).

Pastrvski uzgoj općenito ima prirodna ograničenja u raspoloživim slatkovodnim izvorima, a uzgoj toplovodnih vrsta, ponajprije šarana, vrlo je zahtjevan u korištenju kopnenog prostora. Nasuprot njima, uzgoj školjkaša ima velike neiskorištene potencijale, uz napomenu da ta proizvodnja ponajprije ovisi o čistom i zdravom morskom okolišu, odnosno postizanja visokih higijensko-sanitarnih standarda, uključujući i sustav sljedivosti (engl. *traceability*). Brojni su zaštićeni zaljevi, uvale i kanali idealne lokacije za uzgoj kvalitetne morske ribe u plutajućim kaveznim instalacijama, premda pučinske tehnologije koje su testirane kroz intenzivni uzgoj tuna čine realnu opciju daljnje ekspanzije nacionalne marikulture.

Toplovodni uzgoj zauzima oko 12.000 ha ribnjačarskih površina u kojima dominira šaranska proizvodnja s produktivnošću 500 do 1000 kg/ha. Proizvodnja je umnogome ovisna o promjenjivim okolišnim uvjetima i u mnogim slučajevima strada od prirodnih nepogoda, uključivo i predatora poput ribojedih ptica, te se kao takva ne može smatrati sigurnom niti dugoročno održivom.

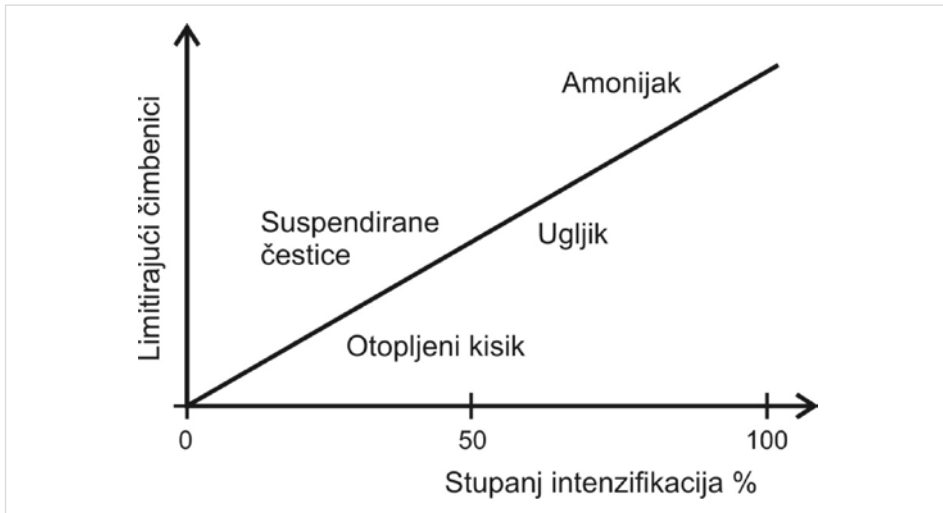
Zahvaljujući naglom porastu uzgoja tuna (5500t), proizvodnja u marikulturi doseže 12.000 t, među kojima uzgoj lubina i komarče oko 3500t (Statistički podaci, Uprava ribarstva, 2008). S vrijednošću izvoza koja prelazi 100 milijuna USD marikultura postaje važan ekonomski sektor, ali i značajan socijalni čimbenik u naporima da se poveća stopa zapošljavanja obalnih i otočnih zajednica.

U RH, kao i u gotovo svim zemljama, razvoj intenzivne marikulture prati rastuća zabrinutost za njenu ekološku održivost, pribavljajući joj tako negativni razvojni predznak u sučeljavanju s drugim korisnicima obalnog prostora. Ispravno planirana i nadzirana akvakulturna proizvodnja može rezultirati značajnim socijalnim i gospodarskim učincima. Rezultati praćenja utjecaja uzgajališta ribe na okoliš, ponajprije lubina, komarče i tuna, ukazuju na posve umjeren utjecaj na kemizam vode, dok je učinak na bentoske zajednice kao i kemizam sedimenta izraženiji (Kušpilić i sur., U: CIESM, 2007). Intenzitet utjecaja uzgajališta na okoliš ovisi o količini i sastavu uzgojem proizvedenog otpada i osjetljivosti predmetnog ekosustava. Brojne studije upozoravaju na rizike eutrofikacije kao „biološke posljedice obogaćivanja nutrijentima, a koja se manifestira u promjenama biomase i strukture fitoplanktonskih zajednica“ (GESAMP, 1996). U područjima sa slabom dinamikom izmjene vodenih masa utvrđena je pozitivna relacija između unesenih nutrijenata koji su posljedica uzgoja i povećanja fitoplanktonske biomase (Aure i Stigebrandt, 1990; Clement i sur., 2001). Mnogi se od tih negativnih učinaka akvakulture na okoliš mogu spriječiti ili umanjiti dobrom praksom upravljanja, napose primjenom inovativnih zootehničkih rješenja i smještanjem uzgojnih instalacija u povoljne zone. Slijedom dosadašnjih iskustava, kao i rezultata praćenja promjena u okolišu koje su posljedica uzgojnih aktivnosti, izvršene su znatne intervencije u zakonodavnoj regulativi koja regulira ovu problematiku u RH. Tako su integralnim planiranjem u nekim županijama izvršena zoniranja potencijalno pogodnih područja za uzgoj (Katavić i sur., 2005), definirane su minimalne dubine za postavljanje kaveza, kao i ostali biofizikalni čimbenici, a pritom se vodilo računa o sigurnosti plutajućih instalacija s jedne strane te zadovoljenju bioekoloških potreba uzgajanih vrsta s druge strane.



### ***Proizvodnja i prihvatni kapacitet okoliša***

Uzajivač temeljno nastoji povećati proizvodnju povećanjem protoka energije u uzgojnim sustavima (intenzifikacija) s jedne strane, i nizom biomanipulacijskih postupaka nastoji uspostaviti veći ili manji stupanj kontrole životnog ciklusa određene vrste. Stoga je proizvodni kapacitet umnogome određen biologijom vrste, ali i prihvatnim kapacitetom danog ekosustava, pri čemu značajnu ulogu imaju fitoplanktonska biomasa i dinamika proizvodnje kisika. Kada je riječ o ekstenzivnom uzgoju u koji spada i uzgoj školjkaša, tada će proizvodni kapacitet biti definiran dostupnošću nutrijenata i planktonskom biomasom. Naprotiv, proizvodni kapaciteti intenzivnog uzgoja u mnogome su ovisni o koncentraciji otopljenoga kisika u vodenom stupcu (Slika 1.).



Slika 1. Limitirajući čimbenici pri intenzivnom uzgoju ribe

Procesi razgradnje organske tvari povezani s nepojedenim ostacima hrane i probavljivost koja se reflektira na izlučevine i organsku komponentu fecesa bitno utječu na potrošnju kisika u intenzivnom uzgoju. Asimilacijski kapacitet, odnosno sposobnost vodenog stupca i sedimenta da mineraliziraju dušik i fosfor iz organske tvari, određuje prihvatni kapacitet uzgajališta. Potrošeni kisik nadomješta se dinamikom vodenih masa, horizontalnim ili vertikalnim transportom, ali i primarnom produkcijom. Smanjenje koncentracije kisika pouzdan je signal da intenzivna proizvodnja prelazi ekološki prihvatni kapacitet ekosustava te valja očekivati da će se nepovoljni uvjeti kisika neizostavno odraziti na ostale organizme s nizom vezanih neželjenih scenarija za okoliš.

Najizraženiji je utjecaj uzgoja na bentos koji je u doticaju sa sedimentom tipičnim za riblje farme. U ovakvom sedimentu u pravilu prevladava niski redoks-potencijal, visok sadržaj organske tvari i akumulacija N i P. Na pomičnim dnima, posebno muljevitom i nešto manje pjeskovitom, taj je negativan utjecaj izraženiji (Karakassis i sur., 2002). Uzgajališta salmonida u sjevernom Atlantiku i Baltičkom moru vrlo su često ugrožena anoksijom sedimenta, nakupinama Begiatoa te odsutnošću makrofaune (Hansen i sur. 1991; Holmer i Kristensen, 1992).

Budući da se razgradnja organske tvari uglavnom odvija u sedimentu, prirodno je u uvjetima visokog organskog unosa očekivati visoku bakterijsku biomasu. Novija su istraživanja pokazala značajnije promjene u nutrijentima, korofilu i primarnoj produkciji u dubljim slojevima, ispod termokline, što je posljedica remineralizacije organske tvari (Dalsgaard i Krause-Jensen, 2006). Pri aerobnim se uvjetima u bakterijsku biomasu ugradi oko 50 posto C, a preostali dio u CO<sub>2</sub>. U uvjetima visoke koncentracije kisika dekompozicija organske tvari može biti izuzetno efikasna, tako da mineralizirani nutrijenti ubrzano ulaze u trofički lanac. Organski C je poticajan za proces nitrifikacije s obzirom na to da heterotrofne bakterije ubrzavaju aktivnost uzimanja amonijaka (Liu i Han, 2004).

Sinergijski učinak fosfora i dušik koji su posljedica uzgojnih aktivnosti s prirodnim nutrijentima, kao i onima koji potječu iz drugih antropogenih izvora, mogu do te mjere stimulirati proizvodnju fitoplanktona da ona može rezultirati eutrofikacijom ekosustava. Problem se posebno komplicira ako u ovakvim okolnostima proliferiraju toksične fitoplanktonske vrste, čime nastaje izravna prijetnja za okolne životne zajednice, ali i za zdravlje potrošača.

Kvantifikacija unosa dušika i fosfora temeljno se svodi na hidrološke i analitičke metode. Hidrološka uključuje kemijsku analizu mora i sakupljane sedimentirajućih čestica trapovima. Problem je cijena, zahtjevnost i problem integracije svih relevantnih čimbenika. Naprotiv, biološka metoda izračuna akvakulturom unesenih nutrijenata osniva se na podacima o nepojedenoj hrani, fecesu i ekskretornim produktima, a sve na temelju podataka o količini i kvaliteti hrane, indeksu konverzije, probavljivosti i sadržaju nutrijenata u hrani i fecesu. Dinamika ugradnje nutrijenata u fitoplanktonsku biomasu puno je puta modelirana u kontekstu različitih ekoloških scenarija (Legović i Cruzado, 1997; Geider i sur., 1998; Klausmeier i sur. 2004; Geček, 2008). Modeli se u pravilu temelje na pojednostavljenoj parametrizaciji procesa relevantnih za dinamiku uzimanja i ugradnje nutrijenta u fitoplanktonsku biomasu. Pritom je ključno aproksimirati interakcije između unosa, disperzije i potrošnje nutrijenata difuzijom u stanicu, zatim utjecaj svjetlosne energije na primarnu produkciju i rast te fotoinhibicijske relacije, npr. učinak samozasjenjenja. Naime visoka primarna produkcija u površinskom fotičkom sloju reducira penetraciju svjetla i tako limitira primarnu produkciju u nižim slojevima vodenog stupca.

### ***Dinamika kisika u akvatičkom ekosustavu***

Voda je glavni prijenosnik kisika, hrane i metaboličkog otpada. Koncentracija kisika u području uzgoja ovisi ponajprije o dinamici izmjene vodenih masa, kao i o koncentraciji organske tvari unesene u uzgajalište. Kada je riječ o uzgoju riba, ponajprije mislimo na organsku tvar koja je posljedica nepojedene hrane i organsku tvar iz ribljeg fecesa te izlučevine i raspad fitoplanktona. Daljnji organski unos su uginuli uzgajani organizmi te ostali organski otpad koji je posljedica drugih antropogenih aktivnosti. U slabo prozračnim bazenima izvjesno je nakupljanje amonijaka koji se u uvjetima visokih temperatura i pH javlja u molekularnoj, tj. toksičnoj formi.

Sadržaj kisika je sto tisuća puta niži od iste mase zraka (10g kisika/tona vode u odnosu na 200 kg kisika/tona zraka). Posve je razumljivo da je kisik glavni limitirajući čimbenik akvatičke proizvodnje, a energetske potrebe za ekstrakcijom kisika iz vode znatno su veće kod akvatičkih organizama u odnosu na terestričke. Dobar primjer je tuna koja do kisika dolazi u pokretu, ventilirajućom ekstrakcijom. Koncentracija kisika se u uvjetima

visoke gustoće uzgajanih organizama u ljetnom razdoblju drastično smanjuje, na što se nadovezuje povišenje razine CO<sub>2</sub> koji je u osnovi toksičan. Stoga je degradacija kvalitete vode kao posljedica krutog ili topivog otpada neizostavno povezana sa smanjenjem otopljenog kisika, što rezultira negativnim učincima na uzgajane organizme.

Razgradnja organske tvari može znatno smanjiti koncentraciju kisika u uzgajalištu i tako biti izravna prijetnja, ne samo uzgajanim organizmima nego i okolnom ekosustavu. Ta mikroba razgradnja putem heterotrofnih bakterija rezultira nastankom anorganskih, dušičnih i fosfornih spojeva i CO<sub>2</sub>. U aerobnim se uvjetima pomoću autotrofnih nitrificirajućih bakterija amonijak prevodi u nitrite, potom u nitrate koji se zajedno s ugljikom mogu izravno integrirati u složeni prehrambeni lanac. Dok fitoplankton može koristiti samo otopljene organske tvari, heterotrofne su bakterije kompetitivnije jer koriste i neotopljene organske tvari. Stoga je razumljivo da u uvjetima ograničene koncentracije C s dominacijom N i P profitiraju alge. Naprotiv, ako je visok sadržaj ugljika, a fosfor i dušik su u minimumu, tada su alge manje kompetitivne. Razumljivo je stoga da unos nutrijenata preko akvakulture potiče primarnu produkciju fitoplanktona, a time i koncentraciju kisika koja je sastavni dio fotosintetskih procesa.

Dinamika izmjene vodenih masa na uzgajalištu izravno utječe na bilancu nutrijenata (N/P: ulaz/izlaz). Ako je ta razlika pozitivna, za nutrijente dimenzije rasta fitoplanktonske biomase ovisit će o nutrijentu u minimumu, svjetlu i bio-ekološkim ograničenjima maksimalne brzine rasta fitoplanktona. Uz prirodnu predaciju, disperzija novostvorene fitoplanktonske biomase zbog intenzivne je dinamike jedan od razloga što hipernutrikacija (obilje nutrijenata) ne rezultira obveznom eutrofikacijom (proliferacija fitoplanktonske biomase). Potrebno je također prepoznati povezanost oksidacijskih procesa i dinamike izmjene vodenih masa. S obzirom na to da nitrificirajuće bakterije imaju razmjerno spori rast, u području intenzivnog lateralnog pridnenog transporta i brze izmjene vode smanjivat će se bakterijska biomasa, a kao posljedica toga i oksidacija amonijaka preko nitrita u nitrate.

### ***Biološka osnova proizvodnje otpada u akvakulturi***

Ribe, rakovi i školjkaši su heterotrofni organizmi s obzirom na to da životnu energiju i rast ostvaruju hranjenjem s kompleksnim hranjivima. Hranidbene su potrebe za nutrijentima (proteini, lipidi, ugljikohidrati, minerali i vitamini) i kisikom specifične za pojedine vrste pa čak i za razvojne stadije pojedine vrste.

U usporedbi s kopnenim životinjama, akvatički organizmi imaju specifične prilagodbe. Budući da su polikilotermini, njihove su energetske potrebe do deset puta niže od sisavaca (homoiotermi) koji moraju održavati tjelesnu temperaturu na konstantno visokoj razini. Kako stare, kapacitet metaboliziranja bjelančevina i lipida znatno se mijenja. Tako tisuću 5-gramskih pastrva treba dvostruko više energije za prirast u biomasu nego pet jedinki od kilograma (Dosdat, 2000).

Ugradnjom jednog dijela ingestiranih molekula u tkivo ribe ostvaruju rast praćen povećanjem tjelesne biomase (anabolizam), dok se preostali dio transformira u toplinu i izlučevine (katabolizam). Brojne su studije potvrdile kako se samo mali dio (manje od 20 posto) hranom unesenog N i P ugradi u tkivo, tako da veći dio otopljenih nutrijenata završava u vodenom stupcu. Rijetko se dogodi hipernutrikacija širih razmjera pa je i promjena u kemizmu vode posve ograničena na neposrednu blizinu uzgajališta, s još manjim znaci-

ma promjena u klorofilu, a i primarne produkcije (Soto i Norambuena, 2004; Karakassis, 2007). Karnivorne ribe u pravilu imaju veliku sposobnost iskorištavanja bjelančevina i lipida, dok herbivori i omnivori koji se pretežito hrane fitoplanktonom (školjkaši) i makroalgama (cipli, šaran) dobro koriste ugljikohidrate.

### ***U uzgoju ribe prevladavaju sljedeći izvori otpada:***

Nepojedena hrana kao posljedica loše zootehnike, oboljenja ili nepovoljnih ekoloških uvjeta.

Neprobavljena i organski bogata hrana u fecesu koja se umnožava zbog prejedanja, tj. instigije znatno veće od mogućnosti metaboliziranja. Bivalvija kao filtracijski organizmi također proizvode organski bogat feces koji zovemo pseudofeces. Jednako tako hranjenje ribe ad libitum vodi prejedanju, čime se zbog rastegnutosti stijenki probavnog sustava pojačava peristaltika i izbacivanje nedovoljno probavljene hrane fecesom.

Ekskretorni proizvodi izbacuju se u vodu uglavnom kroz škrge i bubrege; uzgajani organizmi izravno su pod utjecajem onih otpadnih produkata od kojih su neki posve toksični (NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>), dok organska tvar procesom remineralizacije troši kisik, smanjujući tako njegovu dostupnost ribama za njihove vitalne potrebe.

Promjene u kvaliteti vode kao posljedica unosa organske tvari ogledaju se ponajprije u smanjenju koncentracije kisika, osobito izražene u područjima slabe izmjene vode. Uzgajani su organizmi u uzgojnim instalacijama prvi koji su afektirani, dok će okolne životne zajednice u jezeru i otvorenome moru aktivno izbjegavati nepovoljne zone. Kao posljedica razgradnje organske tvari, izvjesne su promjene u koncentraciji nutrijenata, prije svih nitrata i fosfata, ali i drugih ekskretornih produkata (CO<sub>2</sub>, amonijak, urea...). Ako ekskretorni produkti nisu ugrađeni primarnom produkcijom mikroalgi i makroalgi u trofički sustav, oni mogu dovesti do hipernutrikacije odnosno nepoželjne eutrofikacije.

### ***Otpad u ekstenzivnom uzgoju***

Kad je riječ o ekstenzivnoj akvakulturi, ona prvenstveno ovisi o raspoloživim prirodnim vodnim resursima i prirodnom prehrambenom lancu. Takva je akvakultura integralni dio okoliša s kojim ostvaruje brojne interakcije. Analogno poljoprivrednoj proizvodnji, i ekstenzivna akvakultura može utjecati na prirodni okoliš.

Otpad iz ekstenzivnog uzgoja primarno se sastoji od bioloških komponenti (proteini, lipidi, ugljikohidrati). Njihovom mineralizacijom nastaju nutrijenti i sedimentirajuće čestice, bilo da su disperzirane u vodenom stupcu ili izravno ulaze u ribnjačarski hranidbeni lanac (ribe, bakterije, bentoski organizmi). Teoretski, jedina opasnost za prirodni okoliš proizlazi iz različite stope korištenja supstanci. U ekstremnim uvjetima mogu nastati hipoksični, rjeđe anoksični uvjeti bliže dnu, tako da lokalni poliheti, školjkaši i infauna mogu biti ugroženi. Problem se komplicira kada u anaerobnim uvjetima kao posljedica aktivnosti određenih anaerobnih bakterija nastaju toksični proizvodi kao što su H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> i CH<sub>4</sub>.

### ***Organski otpad i njegov utjecaj na okolne životne zajednice***

Uzgajalište proizvodi otpad sa znatnom količinom organske tvari. Otpad uključuje nepojedene ostatke hrane, uginule organizme, feces i druge produkte metabolizma sa značaj-

nim udjelom dušika i fosfora (Pita i sur. 1999; Karakassis i sur. 2005). Ovisno o količini i kakvoći otpada, može doći do promjena u kakvoći uzgajališta, povećanju turbiditeta i akumulaciji sedimenta na dnu (Karakassis i sur. 2002).

Raspon ekoloških promjena ide od minimalnih do značajnih, ovisno o veličini farme, gustoći ribe, trajanju uzgojne aktivnosti, biofizikalnim uvjetima lokacije, kvaliteti i probavljivosti hrane, temperaturi te asimilacijskom kapacitetu neposrednog okoliša. Ne treba zanemariti niti sinergijske utjecaje drugih antropogenih aktivnosti u području uzgoja. Negativni ekološki učinci su izraženiji što je dinamika izmjene vodenih masa slabija. U uvjetima slabog lateralnog i vrtikalnog transporta nije isključena hipoksija i hipernitifikacija, a u ekstremnim slučajevima eutrofikacija i anoksija s izravnom prijetnjom za kemizam i biološku strukturu sedimenta praćenim nagomilavanjem hidrogen-sulfida u sedimentu (Worm i Lotze, 2000; Worm i sur., 2000). U područjima izražene hipoksije razvija se nitasta bakterija *Beggiatoa*. Uzmicanje *Posidonia oceanica* redovna je pojava ispod kaveznih instalacija i u blizini njih, jednako tako i proliferacija nitrofilnih algi *Enteromorpha*, *Ulva*, *Cladofora* (Katavić i Antolić, 1999).

Otopljene čestice smanjuju penetraciju svjetla u vodenom stupcu uz učinak samozasjenjenja, što uzrokuje smanjenje fotosintetske aktivnosti u dubljim slojevima. Nisu isključene niti promjene u strukturi ribljih populacija i bentoskih zajednica ispod plutajućih struktura (Dimech i sur., 2000; Pergent-Martini i sur., 2006; Haroun i sur., U: CIESM, 2007). Popis potencijalnih negativnih utjecaja kaveznog uzgoja na bentoske zajednice uključuje samo fizičku prisutnost plutajućih struktura i obješene mrežne sake, preko čestičnog i otopljenog otpada pa sve do kemikalija koje se unose u različitim okolnostima u morski okoliš. Prostorna dimenzija utjecaja na bentoske zajednice ovisi o brojnim okolišnim čimbenicima, ali općenito je ograničena na neposrednu blizinu uzgajališta ne prelazeći 30 do 50 m (Danovaro i sur., 2003; Karakassis, U: CIESM, 2007).

Naprotiv, utjecaj na biološke zajednice u vodenom stupcu može dosežati znatno veće udaljenosti (Grant i sur., 1995; Machias i sur., 2005). Studije provedene na uzgajalištima školjkaša pokazuju značajne razmjere razgradnje biodepozita i povećanu koncentraciju nutrijenata, što uzrokuje poremećaj niza biofizikalnih pokazatelja u području uzgoja. Učinak na bentoske zajednice kreće se od povoljnog, preko umjereno nepovoljnog do izraženo nepovoljnog na bentoske zajednice (Da Costa i Nalesso, 2006; Chamberlain i sur., 2001; Christensen i sur., 2003; Smith i Shackley, 2004), napose u eutrofiziranim područjima sa slabom dinamikom izmjene vodenih masa (Kovac i sur., 2004). Utjecaj na strukturu i sastav bentoskih zajednica umnogome ovisi o topografiji i hidrografskim karakteristikama lokacije, kao i mobilnosti ugroženih bentoskih zajednica. (Karakassis, 2007).

### ***Utjecaj na ihtiopopulacije i ribarstvo***

U posljednjih je nekoliko godina fond informacija o utjecaju uzgoja ribe na prirodna riblja naselja znatno kompletiran. Opće je mišljenje da uzgajališta imaju pozitivan učinak na tradicionalno ribarstvo sa zanemarivim učinkom na bioraznolikost (Giannoulaki i sur., 2005; Machias i sur., 2006). Agregacija okolnih životnih zajednica u blizini uzgajališta redovna je pojava, bilo zbog trofičkih razloga ili pronalaženja zaštićenih staništa. Prijenos patogena u oba pravca te brojni predatori od kojih su najčešće ribe-predatori, ali nisu zanemarive niti ribojede ptice i sisavci (Nash i sur., 2005). Čini se da u oligotrofnim vodama

s oskudnim prirodnim zalihama hrane intenzivni kavezni uzgoj riba ima posebno izražen učinak na privlačenje i okupljanje okolne ihtiofaune u blizinu uzgojnih instalacija (Machias i sur., 2005), što se povoljno odražava na uspješnost priobalnog ribolova (Machias i sur., 2006).

Povećanje protoka energije u ekosustavu uzgajališta povoljno se odražava na primarnu produkciju i posljedično zooplanktonsku produkciju, omogućuje permanentno regrutiranje mlađi, naročito pripadnike porodice *Sparidae*, *Mullidae* i *Aterinidae*. Posebice je oko kaveza opaženo jesensko okupljanje netom metamorfozirane mlađi salpe, *Boops boops* (Sanchez-Jerez i sur., 2007).

### ***Utjecaj kaveznog uzgoja ribe u Hrvatskoj na morski ekosustav***

Kušpilić i sur. (U: CIESM, 2007) izračunali su da hrvatska marikultura unosi oko 1400 t dušika i 72 t fosfora godišnje. Rezultati višegodišnjeg praćenja utjecaja uzgajališta ribe ukazuju na umjeren utjecaj na vodeni stupac. S obzirom na intenzitet hranjenja tijekom toplijeg dijela godine, razumljivo je povećanje koncentracije otopljenog N i P. Prema istim autorima, marikultura u ukupnom unosu N sudjeluje s devet posto i tri posto P, od ukupnog antropogenog unosa u istočni Jadran. Međutim evidentan je sezonski porast fitoplanktonskih zajednica u kasno proljeće i jesen, koji ipak nije moguće pripisati uzgoju, zanemarujući pri tome posve očekivanu sezonsku pravilnost razvoja nanoflagelata i dijatomeja. Kemizam sedimenta, osobito organski C, ukupni sadržaj N i P na nekim su lokalitetima izmijenjeni u odnosu na referentne postaje. S obzirom na slabu prirodnu varijabilnost u oligotrofnom moru, kakav je Jadran, za procjenu utjecaja uzgoja na morski okoliš posebno je indikativan sadržaj fosfora u sedimentu (Soto i Norambuena, 2004). Negativni redoks-potencijal na nekim uzgajalištima tuna pokazuje postupno zakretanje prema anaerobnim uvjetima. Međutim dosadašnje studije nisu utvrdile iole značajniji učinak uzgojnih aktivnosti na eutrofikacijske pokazatelje. Radi usporedbe s navodima kako su Karakassis i sur., (2005) za cijelo Sredozemlje s procijenjenom proizvodnjom od 150.000 t i konverzijom 2:1 procijenili godišnji unos od 18.000 t dušika i 3000 t fosfora. Znatne su promjene u koncentraciji nutrijenata i razini klorofila Pitta i sur. (2005) utvrdili u istočnom Sredozemlju tijekom rujna, što se podudara s razdobljem visokih temperatura i maksimalnim unosom hrane u jedan visokostratificirani oligotrofni morski okoliš. Sličan fenomen Yucel-Gier i sur. (2008) opažaju u Izmirskom zaljevu, s tim da je povećanje fitoplanktona praćeno niskom bioraznolikošću. Valja očekivati da umnožavanje fitoplanktonske biomase bude praćeno smanjenjem koncentracije fosfora budući da se on ugrađuje u fitoplanktonski rast (Bizsel i Bizsel, 2001; Yucel-Gier i sur., 2008). Prema našim novijim istraživanjima (nepublicirani podaci), riblje zajednice oko kaveznih uzgajališta pokazuju značajnu sezonsku varijabilnost zbog migracija nekih vrsta poput *Boops sp.*, *Sardina sp.*, *Trachurus s.* i dr.

### ***Oporavak ekosustava nakon prestanka uzgojnih aktivnosti***

Procijenjeno vrijeme za oporavak sastava, strukture i biomase bentosa nakon prestanka uzgojnih aktivnosti iznosi od nekoliko mjeseci do pet godina, ovisno o veličini farme i trajanju uzgojne aktivnosti, kao i geografskom smještaju afektiranog područja, tj. prevladavajućim ekološkim uvjetima (Angel i sur., 1998; Karakassis i sur., 1999; Mazzola i sur., 2000; Karakassis i sur., 2000; Pergent-Martini i sur., 2006). Visoka koncentracija



organskog otpada u neposrednoj blizini intenzivnog kaveznog uzgoj uzrokuje smanjenje biomase meiofaune (fauna u sedimentu), kao i smanjenje raznolikosti vrsta. Zastupljenost glavnih skupina u meiofauni (*Nematoda*, *Polychaeta*, *Harpacticoida*, *Turbellaria*, *Bivalvia*) postupno se povećava od uzgajališta prema udaljenosti od 200 m od kaveza (McGhie i sur., 2000; Pohle i sur., 2001).

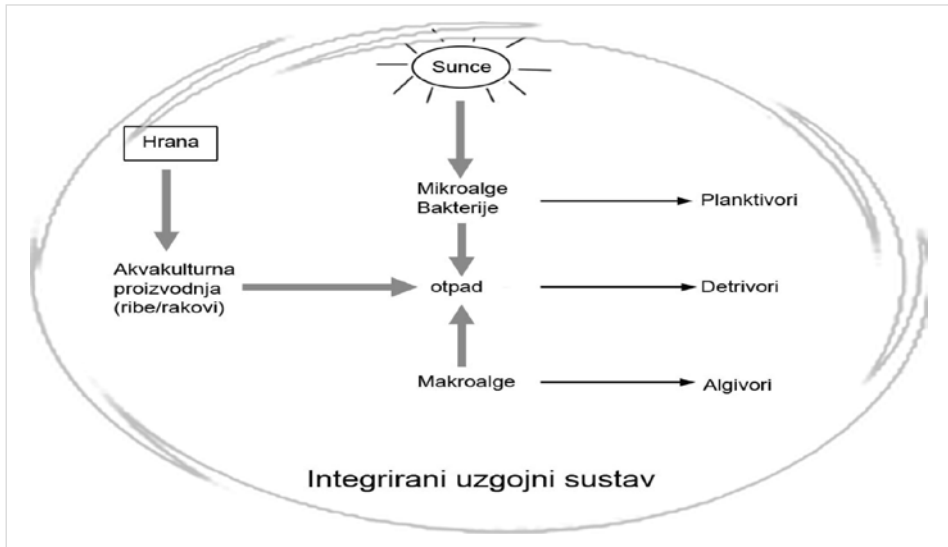
Jednako tako vrijeme oporavka nakon prestanka uzgojnih aktivnosti varira od nekoliko mjeseci do pet godina (Karakassis i sur. 1999). Livade morskih cvjetnica, napose naselja *Posidonia oceanica* smatraju se kritičnim staništima mediteranskog obalnog prostora sa značajnom ulogom u očuvanju kvalitete obalnog ekosustava. One su posebno značajne za oksigenciju vode i sedimenta te u cjelini za očuvanje bioraznolikosti. Zbog brojnih antropogenih aktivnosti u priobalju, uključivo i marikulturu, ovi su ranjivi ekosustavi sve više izloženi nepovratnoj degradaciji (Katavić i Antolić, 1999; Ruitz i sur., 2001; Cancemi i sur., 2003). Degradabilni procesi traju i nekoliko godina nakon prestanka aktivnosti (Karakassis i sur., 1999; Karakassis i sur., 2000). Neposredno ispod kaveznih instalacija i u blizini njih livade *Posidonia* nestaju. Po svemu sudeći, njihov oporavak nije izvjestan tijekom jednog životnog vijeka (Holmer i sur., 2003; Pergent-Martini i sur., 2006). Zbog njihove izuzetne ranjivosti, njihov vertikalni rast rizoma može poslužiti kao rani indikator utjecaja marikulture na bentoske zajednice (Marba i sur., 2006).

### ***Smanjenje negativnog utjecaja uzgoja na okoliš***

U literaturi su dostupne brojne znanstvene i stručne podloge za procjenu i smanjenje negativnih učinaka akvakulture na okoliš. Posebno su izdašne informacije o smanjenju negativnih posljedica kaveznog uzgoja morske ribe radi poboljšanja javne percepcije o ekološkim performansama marikulture i posljedično potpunijeg korištenja neospornih potencijala Sredozemlja za kontrolirani uzgoj. Preporuke za smanjenje negativnog utjecaja kavezne ili kopnene akvakulturne proizvodnje upućuju na biološke, zootehničke i upravljačke inovacije u proizvodnji.

Dakle osim unapređivanja bioloških performansi uzgajanih vrsta kroz selekcijski program, posebna se pozornost pridaje izboru lokacija i usklađenosti proizvodnih kapaciteta uzgajališta s nosivim kapacitetom okoliša te unapređivanju zootehničkih mjera i primjeni najbolje prakse upravljanja proizvodnjom (*best management practice*).

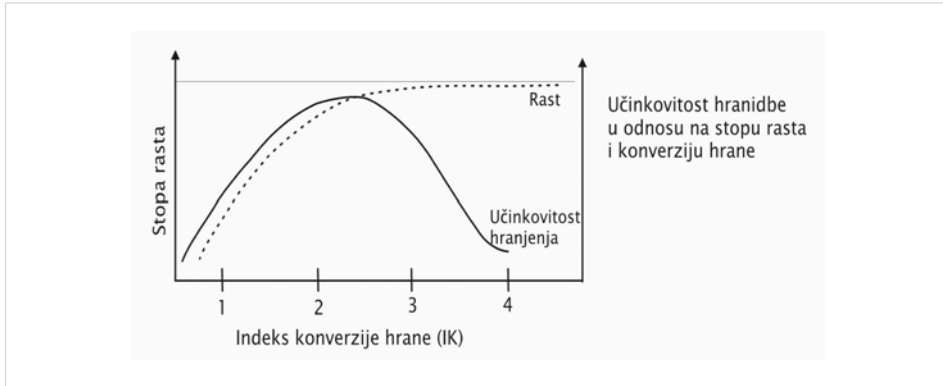
Integrirana akvakultura poput polikulture sastavljena od organizama s različitim hranidbenim potrebama pokazuje dobre rezultate u naporima za smanjenje opasnosti od eutrofikacije (Slika 2.). Otopljeni nutrijenti (amonijak, fosfor..) iz ribnjaka ili kaveznih uzgajališta mogu se uklanjati preko organizama filtratora (školjkaši) ili morskog bilja, što je inače ustaljena praksa u azijskim zemljama.



Slika 2. Model polikulture proizvodnje sastavljene od skupina organizama s različitim hranidbenim navikama koji nastanjuju različite ekološke niše u integriranom uzgojnom sustavu

Radi smanjenja organskog opterećenja, najprije treba smanjiti rasap i količinu nepojeđene i neprobavljene hrane. Emisija organske tvari u okoliš ovisi umnogome o sastavu hrane i hranidbi. To su ujedno glavni čimbenici koji presudno utječu i na ekološke performanse uzgoja i na njegovu ekonomičnost. Faktor konverzije je znatno povoljniji kod ishrane visokoenergetskim ekstrudiranim hranjivima (FK=1 do 1.8), s tim da je kod hladnovodnih salmonida oko i čak ponekad i ispod 1, dok je kod morskih vrsta, lubina i komarče u pravilu > 1.5. Međutim pri uzgoju plavoperajnih tuna čija se ishrana temelji dominantno na smrznutoj sitnoj plavoj ribi, a tek se povremeno u ishranu uključuju rakovi i glavonošci, uobičajena je potrošnja 10 do 15 kg hrane za kg prirasta. Razumljivo je da je uz neizbježan udio nepojeđene hrane (procjena je od 5 do 10 posto) ovdje znatan dio nedovoljno probavljene hrane zbog nepoštivanja gore navedenih temeljnih principa hranidbe, odnosno davanja hrane u suvišku (procjena je od 15 do 20 posto iznad optimalnog). Naime učinkovitost hranidbe izvan okvira optimalnog unosa drastično se smanjuje, tj. nije praćen adekvatnim prirastom u biomasu (Slika 3.), ali je pouzdano da rezultira povećanim i posve nepotrebnim unosom organske tvari u okoliš.

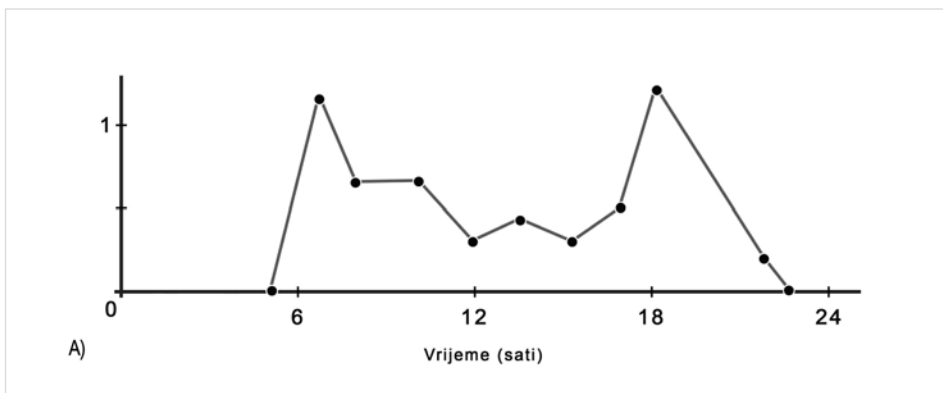


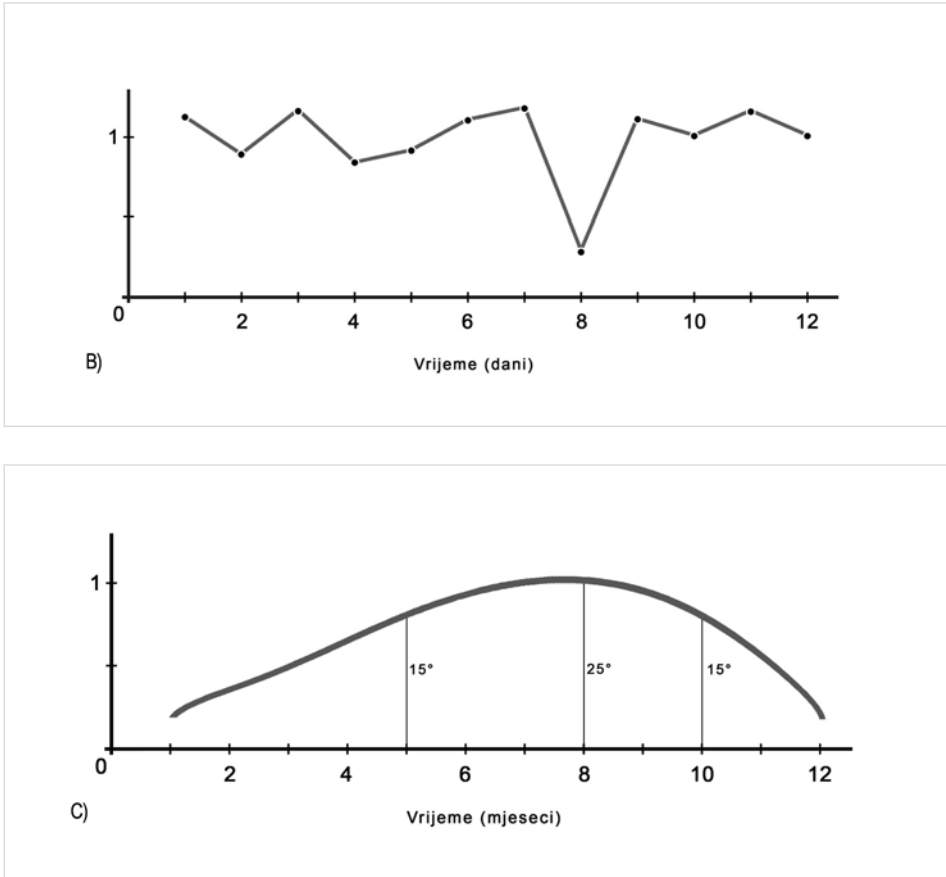


Slika 3. Stopa rasta u odnosu na povećanje indeksa konverzije hrane i njenu učinkovitost

Što je hrana probavljivija, to će njena ugradnja u biomasu biti veća, a samim tim će biti manji unos organskog otpada u okoliš. S druge strane pridržavanje osnovnih postulata ispravne hranidbe može rezultirati također pozitivnim ekološkim i gospodarskim učincima, dok se njihovim zanemarivanjem riskira ekološka i ekonomska održivost takve uzgojne prakse. Pogubna je praksa „prejedanja“, odnosno maksimalnog unošenja hrane do sitosti (ad libitum). Koliko je god ovakva praksa česta, ona je još više štetna jer se nepotrebno unosi oko 20 posto hrane koja neće biti probavljena niti metabolizirana.

Naime prejedene ribe zbog prenapretnosti probavnog sustava pojačavaju peristaltiku, što uzrokuje ubrzanu fekaciju i izbacivanje u okoliš fecesa bogatog organskim sadržajem. Stoga je preporuka da se umjesto maksimalne hranidbe prakticira optimalna. Jednako tako, rasap hrane posljedica je neusklađenosti unošenja hrane sa stvarnim fiziološkim potrebama uzgajanih organizama. Te su potrebe posljedica s jedne strane ekoloških čimbenika a s druge i njihove specifične biologije, napose ponašanja kao odgovora na vanjske čimbenike. Taj specifični odgovor uzgajanih organizama na unos hrane može se pratiti na razini sata, dana ili mjeseca te ga zbog ekološke prevencije i poboljšanja ekonomskih učinka proizvodnje treba maksimalno uvažavati (Slika 4.).





Slika 4. Dinamika hranjenja: (A) dnevna; (B) tjedna i (C) godišnja

Znatno unapređivanje hranidbe može se postići edukacijom tehničkog osoblja koje usvajanjem znanja i vještina može uskladiti ishranu s bioritmom i hranidbenim navikama uzgajanih organizama. Nepovoljan indeks konverzije hrane može se najčešće objasniti visokim udjelom nepojedene hrane (do 10 posto). Nepojedena hrana izvor je organskog opterećenja bentoskog ekosustava, a u nekim slučajevima može dovesti i do hipernutrikacije. C u unesenoj hrani iznosi 40 do 50 posto suhe težine, a oko 30 posto ingestiranog C završava u fecesu. Pri uzgoju salmonida jedan kilogram hrane (suha težina) može poduprijeti prirast jednog kilograma biomase ribe (vlažna težina), uz 100 do 200g fecesa. Naprotiv, u marikulturi Sredozemlja uobičajena je konverzija hrane 1.5 do 2,0/kg prirasta uz 300 do 400g fecesa koji ulazi u okoliš po svakom kilogramu proizvedene ribe. Feces sadrži visoke koncentracije C, čak 60 do 70 posto od unesenog, 10 do 15 posto N i 40 do 50 posto P od ingestiranog, što umnogome ovisi o kvaliteti hrane. Kod organizma filtratora dušik i fosfor u fecesu mogu biti čak 80 do 90 posto od ingestiranog. U modernoj akvakulturi primjetno je povećanje sadržaja lipida u ribljor hrani nauštrb proteina. Karnivorne vrste lako metaboliziraju masti, ali njihove molekule imaju visok

sadržaj C i zahtijevaju puno kisika za oksidaciju. Uzgojna površina kamenica po svakom četvornome metru proizvodi 1.5 do 2,0 kg organskog sedimenta svaki dan, a riblja farma 100 kg godišnje.

Jedna je od teškoća u studiju utjecaja hipernutrikacije proistekle iz intenzivnog uzgoja na okolne vode činjenica da ti nutrienti, ponajprije N i P, ulaze u akvatički ekosustav i drugim antropogenim aktivnostim s kopna, prije svega donosima riječnih tokova, ispiranjem kišama, gradskim kanalizacijskim ispuštima te, konačno, kroz aktivnosti povezane s turizmom.

Procijenjeno je da u odnosu na gradske, industrijske, riječne i druge unose s kopna, u bilanci ukupno unesenih nutrijenata marikultura na istočnoj obali Jadrana pridonosi s devet posto N i tri posto P (Kušpilić, 2005). Pitta i sur., (1999) utvrdili su unos nutrijenata intenzivnom akvakulturom za istočni Mediteran sedam posto N i deset posto P. Premda je NO<sub>3</sub>-N općenito smatran ograničavajućim čimbenikom primarne produkcije u najvećem broju svjetskih mora, nekoliko je studija potvrdilo da je u Sredozemlju fosfor glavni ograničavajući nutrijent (Bethoux i sur., 1998; Ignatiades i sur., 2002).

Premda se gotovo 50 posto C izlučuje kroz škrge, on ipak ima ograničen utjecaj na prirodni vodeni okoliš. Amonijak predstavlja do 70 posto ekskrecije N kod bivalvija i 85 do 90 posto kod ribe, dok se ostatak izlučuje u obliku uree, kreatinina i drugih kompleksnih dušičnih molekula. Amonijak se brzo oksidira preko nitrita i gotovo netoksične nitrata. Izlučivanje je fosfora u obliku ortofosfata općenito nisko, 10 do 20 posto od konzumiranog kod riba i pet posto kod bivalvija. Općenito, 40 do 45 posto unesenog dušika ostaje u ribama i dva do pet posto u školjkašima.

## ZAKLJUČAK

Nema dvojbe da akvakultura može dovesti do promjena u biofizikalnim svojstvima vodenog stupca i sedimenta, jednako tako i do promjena u bentoskim naseljima dna. Međutim intenzitet, kao i prostorna skala tog utjecaja, ovisi o geomorfološkim obilježjima uzgajališta te napose o hidrografskim svojstvima lokaliteta. U cjelini je posve umjeren utjecaj uzgajališta na kemizam vodnog stupca i fitoplanktonsku biomasu. Utjecaj na bentoske zajednice, posebno livade morskih cvjetnica i fizičko-kemijska svojstva sedimenta znatno je naglašeniji, ali vrlo ograničen na područje neposredne blizine uzgajališta. U karakterizaciji ovih utjecaja treba imati u vidu sličnosti i razlike između zona za uzgoj, tip marikulture proizvodnje, kao i primijenjene zootehničke i upravljačke mjere na uzgajalištu. Fleksibilna, optimalna i potpuno kontrolirana hranidba primjerena istinskim potrebama uzgajanih organizama temeljna je mjera za smanjenje nepotrebnog rasapa hrane i organskog opterećenja okolnog ekosustava.

## LITERATURA

1. Angel, D. L., Krost, P., Silvert, W. L. (1998): Describing benthic impact of fish farming with fuzzy sets: theoretical background and analytical methods. *J. Appl. Ichtyol.*, 14(1-2), 1-8.
2. Aure, J., Stigebrandt, A. (1990): Quantitative estimates of the eutrophication effects of fish farming on fjords. *Aquaculture* 90, 135-136.

3. Benović, A., Katavić, I. (1994): Shellfish culture in Croatia with special reference to historical, environmental and zootechnical aspects. Report of the Workshop on „Environmental Aspects of Shellfish Culture in the Mediterranean with Special Reference to Monitoring. UNEP/MAP-PAP-10/EAM/W.1/1, Dubrovnik, July 1994.
4. Bethoux, J. P., Morin, P., Chaumery, C., Connan, O., Gentili, B., Ruiz-Pino, D., (1998): Nutrients in the Mediterranean Sea, mass balance and statistical analysis of concentrations with respect to environmental change. *Marine Chemistry*, 63, 155-169.
5. Bizsel, N., Bizsel, K. C. (2001): The occurrence and behaviour of phosphate fractions in Izmir bay, Aegean Sea. *Hydrobiologia* 450, 5-18.
6. Bojčić, C. (1987): Strategija razvoja šaranskog ribnjačarstva na osnovi većeg udjela sporednih riba u ukupnoj proizvodnji ribe. *Ribar. Jugosl.*, 42, 130-140.
7. Cancemi, G., De Falco, G., Pergent, G. (2003): Effects of organic matter input from a fish farming facility on a *Posidonia oceanica* meadow. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 56, 961-968.
8. Chamberlain, J., Fernandes, T. F., Read, P., Nickeli, T. D., Davies, I. M. (2001): Impacts of biodeposits from suspended mussel (*Mytilus edulis* L.) culture on the surrounding superficial sediments. *ICES J. Mar. Sci.*, 58, 411-416.
9. CIESM. (2007): Impact of mariculture on coastal ecosystems. *Ciesm Workshop Monographs* no 32, 118pp.
10. Christiansen, P. B., Glud, R. N., Dalsgaard, T., Gillespie, P. (2003): Impacts of longline mussel farming on oxygen and nitrogen dynamics and biological communities of coastal sediments, *Aquaculture*, 218, 567-588.
11. Clement, A., Grunewald, A., Aguiler, A., Rojas, X. (2001): Water column conditions in a fjord subject to intense fish farming. *Aquaculture environment and marine phytoplankton. Proceeding of a symposium held, in Brest, 21-23 May, 2001.*
12. Da Costa, K. G., Nalesso, R. C. (2006): Effects of mussel farming on macrobenthic community structure in Southeastern Brazil, *Aquaculture*, 258, 655-663.
13. Dalsgaard, T., Krause-Jensen, D. (2006): Monitoring nutrient release from fish farms with macroalgal and phytoplankton bioassays. *Aquaculture*, 256, 302-310.
14. Danovaro, R., Corinadelsi, C., La Rosa, T., Luna, G. M., Mazzola, A., Mirto, S., Vezzulli, I., Fabiano, M. (2003): Aquaculture impact on benthic microbes and organic matter cycling in coastal mediterranean sediments: a synthesis. *Chem. Ecol.*, 19, 59-65.
15. Dosdat, A. (2000): Environmental impact of aquaculture in the Mediterranean: nutritional and feeding aspects. In: *Cahiers Options Mediterraneeennes. Environmental Impact Assessment of Mediterranean Aquaculture Farms*, 55 (ed. by Uriate, A. i Basurco, B.), pp. 23-36. INO Reproducciones. S.A, Zaragoza, Spain. Belias, C.V., Bikas, V.G., Dassenakis, M.J. i Scoullou, M.J., 2003. Environmental impacts of coastal aquaculture in eastern Mediterranean bays. The case of Astakos Gulf, Greece. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 10, 287-295.
16. Diemech, M., Borg, J. A., Schembri, P. J. (2000): Structural changes in a *Posidonia oceanica* meadow exposed to a pollution gradient from a marine fish farm in Malt (Central Mediterranean). *Biol. Mar. Medit.*, 7(2), 361-364.
17. Geček, S. (2008): Prihvatni kapacitet okoliša za akvakulturu. *Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu*, 226 pp.

18. Geider, R. J., MacIntyre, H. L., Kana, T. M. (1998): A dynamic regulatory model of phytoplankton acclimation to light, nutrients, and temperature, *Limnol. Oceanogr.* 43, 679-694.
19. GESAMP (1996): Monitoring the ecological effects of coastal aquaculture wastes. FAO, Rome. Reports and Studies. No. 57.
20. Giannoulaki, M., Machia, A., Somarakis, S., Karakassis, I. (2005): Wild fish spatial structure in response to presence of fish farms. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, 85, 1271-1277.
21. Grant, J., Hatcher, A., Scott, D. B., Pocklington, P., Schafer, C. T., Winters, G. V., (1995): A multidisciplinary approach to evaluating impacts of shellfish aquaculture on benthic communities. *Estuarie*, 18 (1A), 124-144.
22. Hansen, P. K., Pittman, K., Ervik, A. (1991): Organic waste from marine fish farms – effects of seabed. In: *Marine aquaculture and environment*. Makinen, T. (ed), Nordic Council of Ministers, Copenhagen, pp. 105-119.
23. Haroun, R., Makol, A., Ojeda, J., Simard, F. (2007): Sustainable aquaculture in the Mediterranean Sea: are we moving in the right direction? *CIESEM Workshop Monographs no 32*, 81-86.
24. Holmer, M., Kristensen, E. (1992): Impact of fish farming on metabolism and sulfate reduction of underlying sediments. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 80, 191-201.
25. Holmer, M., Perez, M., Duarte, C. M. (2003): Benthic primary producers – a neglected environmental problem in Mediterranean mariculture? *Mar. Pol. Bil*, 46, 1372-1376.
26. Ignatiades, L., Psarra, S., Zervakis, V. (2002): Phytoplankton size based dynamics in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean) *Journal of Marine Systems* 36, 1-2.
27. Iron, G., Landry, T., Archambault, P., Frenette, B. (2005): Effects of mussel culture husbandry practices on various benthic characteristics. *Aquaculture*, 250, 138-154.
28. Karakassis, I., Hatziyanni E., Tsapakis M., Platti W. (1999): Benthic recovery following cessation of fish farming: a series of successes and catastrophes. *Mar. Ecol. Pro. Ser.*, 184, 205-218.
29. Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., Papadopoulou, K. N., Plaiti, W. (2000): Impact of cage farming of fish on seabed in three Mediterranean coastal areas. *ICES J. Mar. Sci.*, 57, 1462-1471.
30. Karakassis, I., Tsapakis, M., Smith, C.J., Rumohr, H. (2002): Fish farming impacts in the Mediterranean studied through sediment profiling imagery. *Mar. Ecol. Pro. Ser.*, 227, 125-133.
31. Karakassis, I. (2007): Effects of aquaculture on Mediterranean marine ecosystems: findings of recent EU-funded projects and ongoing research activities. In: *Impact of mariculture on coastal ecosystems*, CIESM Workshop Monographs no 32, 35-38.
32. Karakassis, I., Pitta, P., Krom, M.D. (2005): Contribution of fish farming to the nutrient loading of the Mediterranean. *Sci. Mar.*, 69(2), 313-321.
33. Gismervik, I., Andersen, T., Vadstein, O. (1997): Pelagic food webs and eutrophication of coastal waters: impact of grazers on algal communities. *Mar. Pollut. Bull.*, 22-35.
34. Katavić, I., Antolic, B. (1999): On the impact of a sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) cage farm on the water quality and macrobenthic communities. *Acta Adriat.*, 40(2), 19-32.

35. Katavić, I., Tičina, V., Grubišić, L., Franičević, V. (2003): Tuna farming as a new achievement in mariculture of Croatia. *In: Proceedings of Workshop on Farming, Management and Conservation of Bluefin Tuna, Turkish marine Research Foundation, Istanbul, Turkey, Publication No. 13, 10-20.*
36. Katavić, I., Herstad, T.-J., Kryvi, H., White, P., Franicevic, V., Skakelja, N. (eds), (2005): Guidelines to marine aquaculture planning, integration and monitoring in Croatia. Project: „Coastal zone management plan for Croatia“, Zagreb, 78 pp.
37. Klausmeier, C. A., Litchman, E., Levin, S. (2004): Phytoplankton growth and stoichiometry under multiple nutrient limitation, *Limnology and Oceanography* 49, 1463-1470.
38. Kovač, N., Cermelj, B., Vrišer, B., Lojen, S. (2004): The influence of fish farming on coastal marine sediment in Slovenia (Piran Bay, northern Adriatic) – Summary. *In: UNEP/MAP/MED POL: Mariculture in the Mediterranean: MAP Technical Reports Series No. 140, UNEP/MAP, Athens.*
39. Kušpilić, G. (2005): Baseline Budget for Year 2003. Republic of Croatia. Revised version. Ministry of Environmental Protection, Physical Planning and Construction, Zagreb, Croatia and UNEP/MAP, Athens, Greece.
40. Legović, T., Cruzado, A. (1997): A model of phytoplankton growth on multiple nutrients based on Michaelis-Menten-Monod uptake, Drop's growth and Leibig's law, *Ecol. Model.* 99, 19-31.
41. Liu, F., Han, W. (2004): Reuse strategy of wastewater in prawn nursery by microbial remediation, *Aquaculture* 230, 281-296.
42. Machias, A., Karakassis, I., Gianonoulki, M., Papadopoulou, N., Smith, C.J., Somarakis, S. (2005): Response of demersal fish communities to the presence of fish farms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 288, 241-250.
43. Machias, A., Gianonoulki, M., Somarakis, S., Maravelis, C.D., Neofitou, C., Koutsoubas, D., Papadopoulou, K. N., Karakassis, I. (2006): Fish farming effects on local fisheries landings in oligotrophic seas. *Aquaculture*, 261(2), 809-816.
44. Marba, N., Santiago, R., Diaz-Almela, E., Alvarez, E., Duarte, C.M. (2006): Seagrass (*Posidonia oceanica*) vertical growth as an early indicator of fish farm-derived stress. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 67, 475-483.
45. Mazzol, A., Mirto, S., La Rosa, T., Danovaro, R., Fabiano, M. (2000): Fish farming effects on the benthic community structure in coastal sediments: analysis of the meiofaunal resilience. *ICES J. Mar. Sci.*, 57, 1454-1461.
46. McGhie, T. K., Crawford, C. M., Mitchell, I.M. i O'Brien, D., 2000. The degradation of fish-cage waste in sediments during fallowing, *Aquaculture* 187, 351-366.
47. Nash, C. E., Burbidge, P.R. i Volkman, J.K. (eds), 2005. Guidelines for ecological risk assessment of marine fish aquaculture. U.S. Dept. Commer. NOAA Tech. Memo. NMFS-NWFSC-71, 90 p.
48. Pergent-Martini, C., Boudouresque, C.F., Pasqualini, V., Pergent, G. (2006): Impact of fish farming facilities on *Posidonia oceanica* meadows: a review. *Marine Ecology*, 27, 310-319.
49. Pitta, P., Karakassis, I., Tsapakis, M., Zivanovic, S. (1999): Natural vs. Mariculture induced variability in nutrients and plankton in the Eastern Mediterranean. *Hydrobiologia*, 391, 181-194.

50. Pitta, P., Apostolaki, E.T., Giannoulaki, M., Karakasis, I. (2005): Mesoscale changes in the water column in response to fish farming zone in three coastal areas in the Eastern Mediterranean Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 65, 501-512.
51. Pohle, G., Frost, B., Findlay, R. (2001): Assessment of regional benthic impact of salmon mariculture within the Letang Inlet, Bay of Fundy. *ICES J. Mar. Sci.*, 58, 417-426.
52. Ruitz, G.M., Perez, M., Romero, J. (2001): Effects of fish farm loadings on seagrass (*Posidonia oceanica*) distribution, growth and photosynthesis. *Mar. Pollut. Bull.*, 42(9), 749-760.
53. Sanchez-Jerez, P., Bayle-Sempere, J., Fernandez-Jover, D., Valle, C., Dempster, T. (2007): Ecological relationship between wild fish populations and Mediterranean aquaculture in floating fish cages. In: *Impact of mariculture on coastal ecosystems*, CIESM Workshop Monographs no 32, 77-80.
54. Soto, D., Norambuena, F. (2004): Evaluation of salmon farming effects on marine systems in the inner seas of southern Chile: a large scale mensurative experiment. *J. Appl. Ichthyology*, 20, 493-501.
55. Smith, J., Shackley, S.E. (2004): Effects of commercial mussel *Mytilus edulis* lay on a sublittoral, soft sediment benthic community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 282, 185-191.
56. Teskeredžić, E., Edwards, D. (1986): Cage culture of rainbow trout on the Adriatic coast of Yugoslavia. *Fish Farmer*, 9(5), 20-21.
57. Vodopija, T., Miljak, L. (1981): Rearing of sea bass in floating cages. *Aquaculture Conference, Venezia 81: Realism in Aquaculture* (Poster no 158)
58. Treer, T., Safner, R., Aničić, I., Lovrinov, M. (1995): *Ribarstvo. Globus*, Zagreb, 463pp.
59. Yucel-Gier, G., Uslu, O., Bizsel, N. (2008): Effects of marine fish farming on nutrient composition and plankton communities in the Eastern Aegean Sea (Turkey). *Aquaculture Research*, 39, 181-194.
60. Worm, B., Lotze, H.K. (2000): Nutrient pollution, low-trophic level harvesting and cumulative impacts on coastal ecosystems. In: *Proceedings of the symposium „Rockweed: management in the face of scientific uncertainty“*. R.W. Rangeley (ed), *Huntsman Marine Science Centre*, St. Andrews, New Brunswick, Canada.
61. Worm, B., Lotze, H.K., Sommer, U. (2000): Coastal food web structure, carbon storage, and nitrogen retention regulated by consumer pressure and nutrient loading. *Limnol. Oceanogr.*, 45(2); 339-349.





# RIBA VAŽNIJA NEGO IKAD

**Zoran Škrtić<sup>1</sup>, Boris Lukić<sup>1</sup>, Ivan Bogut<sup>1</sup>, Dalida Galović<sup>1</sup>,  
Ivan Križek<sup>2</sup>**

## **SAŽETAK**

*U radu je istaknuta nutritivna vrijednost ribe kao namirnice animalnog podrijetla u ljudskoj prehrani. Već je desetljećima u brojnim znanstvenim istraživanjima naglašena protektivna uloga n-3 PUFA (polinezasićenih masnih kiselina tipa omega-3) u prevenciji srčanog i moždanog udara, ateroskleroze i visokoga krvnog tlaka. Posebna je pozornost u radu pridana velikoj nutritivnoj vrijednosti n-3 PUFA iz ribljeg mesa za prehranu ljudi. U Republici Hrvatskoj potrošnja ribljeg mesa je niska (oko 6 kg po glavi stanovnika), a razlog tome nije samo u niskoj proizvodnji, ulovu, preradi i ponudi, nego i u nepoznavanju prednosti konzumacije ribljeg mesa.*

**Ključne riječi:** riba, n-3 PUFA, potrošnja ribljeg mesa, prehrana ljudi

## **Početne spoznaje o značaju ribljeg ulja i n-3 PUFA za zdravlje ljudi**

Godine 1970. nastaje veliko zanimanje za masne kiseline n-3 PUFA (polinezasićene masne kiseline tipa omega-3). Istraživanjem je utvrđeno kako Eskimi, unatoč masnoj prehrani sa 95 posto namirnice animalnog podrijetla ne obolijevaju od bolesti kardiovaskularnog sustava (Bogut i sur. 1996). Njihova se prehrana uglavnom temelji na hrani iz mora, kao što su kitovi, tuljani i ribe. Slični su rezultati utvrđeni u Japanu i nizozemskom priobalnom području gdje je konzumacija ribljeg mesa viša nego u drugim zemljama. Davne 1789. godine dr. Darbey iz manchesterske bolnice u Engleskoj objavljuje prvi rad o velikim prednostima i dobrobitima ulja jetre bakalara - CLO (Cod liver oil) te je tako postavio temelje za liječenje artritisa kod djece (Guy, 1923). Krajem osamdesetih godina prošlog stoljeća postaje jasno kako redovna konzumacija ribljeg mesa smanjuje mortalitet kod ljudi koji su patili od infarkta miokarda (Burr i sur., 1989). Sve se više pridavala pozornost činjenici da n-3 PUFA pozitivno djeluje na zdravlje ljudi. Horobin (1998) je uočio kako su razni neurološki poremećaji povezani s količinom PUFA u staničnim membranama.

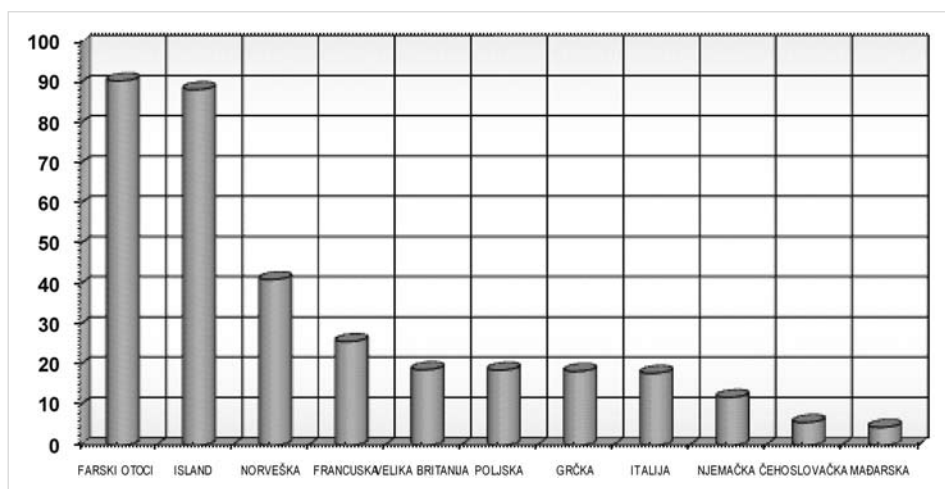
---

<sup>1</sup> Poljoprivredni fakultet Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku, Trg Svetog Trojstva 3, Osijek

<sup>2</sup> Phoenix farmacija d.d., Vinkovačka 61a, Osijek

## Potrošnja ribljeg mesa

Uz meso svinja, goveda i divljači, riba je stoljećima dio jelovnika većine naroda u svijetu. Količina i sastav bjelančevina, vitamina, mikroelemenata i makroelemenata kvalitetan je poput onih u visokovrijednim namirnicama podrijetlom od domaćih životinja kao što su mlijeko, meso i jaja. Potrošnja ribljeg mesa u većini europskih zemalja znatno je viša nego u nas. Konzumacija ribe kod nas ovisi o geografskom području, ali je i sezonskog karaktera. Razlog niske potrošnje nije samo u niskoj proizvodnji, slabom ulovu, maloj preradi i ponudi, nego i u nepoznavanju golemih prednosti ribljeg mesa (Bogut. i sur., 1989). U Republici Hrvatskoj 1990. godine prosječna je konzumacija ribljeg mesa po stanovniku iznosila 5,7 kg.



Grafikon 1. Potrošnja ribljeg mesa u europskim državama 1984-1986 (kg po stanovniku)

## Značaj n-3 PUFA

Posljednjih je desetak godina diljem svijeta velika pozornost usmjerena promicanju i reklamiranju značaja konzumiranja ribljeg mesa za ljudsko zdravlje. U razvijenim zapadnim zemljama posebno se stimulira i sportski ribolov i zbog pravilne prehrane i zbog socijalnih značajki kao što su okupljanja i druženja s obitelji i prijateljima (Burger i Gochfeld, 2008). Poznati su i pozitivni učinci na krvožilni sustav te na procese pamćenja kada se koriste preparati bogati s n-3 PUFA u svakodnevnoj prehrani ljudi. Rezultati novijih istraživanja upućuju i na pozitivan učinak n-3 PUFA na reproduktivni i fotoreceptorski sustav (Sioen i sur., 2007). n-3 PUFA sprečavaju pojavu alergija u dječjoj dobi, a primijećeno je i smanjivanje imunoloških reakcija u sinuvijalnom tkivu reumatoidnog artritisa kada su pacijenti hranjeni uz dodatak ribljeg ulja (Harris i sur., 2008). Posljednjih godina nutricionisti pridaju veliku pozornost istraživanju sadržaja i sastava tzv. plodova mora (mekušci i školjkaši), ponajprije zbog visokog udjela bjelančevina, minerala, vita-

mina D i n-3 PUFA. Masne kiseline u ribljem ulju, eikozapentaenska (EPA, C20:5n-3) i dokozaheksaenska (DHA, C22:6n-3) imaju antioksidativno i protuupalno djelovanje na moždano tkivo (Sirot i sur. 2008). Antioksidativni sastojci ribljeg ulja potiču zaštitu od oksidativnog stresa i upalnih procesa (Farooqui i sur., 2007). U istraživanjima na velikom broju ljudi n-3 PUFA podrijetlom iz ribljeg ulja utjecale su na smanjenje rizika od zloćudnog tumora čak 50 posto, uključujući i pojavu sekundarnog oblika zloćudnog tumora kod ljudi koji su već bolovali od zloćudnog oblika tumora. Ribe kao što su jegulja, sabljarka i losos sadrže visoke koncentracije n-3 PUFA, stoga se u Francuskoj preporučuju kao dodatna hrana za djecu i trudnice. Francuzi preporučuju konzumiranje barem dva obroka ribe u tjednu (Sirot i sur., 2008). Prema mnogim je istraživanjima utvrđeno kako se kod ljudi koji ne jedu ribu i plodove mora češće javljaju depresija, bipolarni poremećaji i poslijeporodajna depresija. Shizofrenija i demencija također su povezane s niskim razinama n-3 PUFA u hrani, a depresije i bipolarni poremećaji mogu se liječiti upotrebom preparata n-3 PUFA (Gadoth, 2008). DHA se u velikoj koncentraciji nalazi u mozgu i retini te se mnoga znanstvena istraživanja povezana s niskom koncentracijom DHA i estrogena u mozgu povezuju s nastankom Alzheimerove bolesti (Holloway, 1998). Kao „zdrava“ zamjena za maslac i svinjsku mast stvoren je margarin, po mnogima poželjna namirnica zato što je podrijetlom od biljnih ulja. Međutim pri proizvodnji margarina dolazi do hidrogenacije biljnih ulja, pri čemu nastaje trans-oblik masnih kiselina za koji je dokazano štetno djelovanje za ljudski organizam. Zbog sadržaja trans-masnih kiselina margarin postaje opasniji od svinjske masti ili maslaca zato što se njegovim konzumiranjem snižava razina HDL- kolesterola (poznatog i kao „dobrog“ kolesterola) i istodobno povisuje razina LDL- kolesterola (tzv. „lošeg“ kolesterola). Sve učestalijom konzumacijom tzv. *fast food* hrane unosimo visoke razine štetnih za zdravlje trans-masnih kiselina i sve manje n-3 PUFA. Redovnim konzumiranjem ribljeg mesa djeluje se preventivno na opće zdravlje organizma. Važno je spomenuti u svijetu vrlo poznat Francuski paradoks, tj. pojavu malog broja srčanih i krvožilnih oboljenja kod Francuza koji konzumiraju masnu hranu. Svakodnevnim ispijanjem jedne čaše crnog vina u organizam se unosi dovoljna količina antioksidativnih tvari (polifenola) koje djeluju na sprečavanje nastanka bolesti krvožilnog sustava. Kod ljudi s koronarnim srčanim oboljenjima umjerena količina crnog vina (jedna čaša dnevno) u kombinaciji s konzumacijom ribljeg mesa povisuje sadržaj n-3 PUFA i antioksidanata u organizmu te tako pozitivno djeluje na zdravlje i dugovječnost (de Lorgeril i sur., 2008).

## Bjelančevine ribljeg mesa

Meso ribe je kvalitetan izvor hranjivih tvari za ljudski organizam. Bjelančevine, masti, vitamini, mikroelementi i makroelementi su u ribljem mesu zastupljeni u optimalnoj količini za ljudski organizam. Bjelančevine ribe smatraju se biološki visoko vrijednima, po vrijednosti i sastavu su odmah iza humanog mlijeka. Laka probavljivost ribljeg mesa posljedica je kratkih vlakana, manjka skleroproteina (kolagen i elastini) te sadrži specifične spojeve dušika koji povoljno utječu na lučenje probavnih enzima. Tako se u ribljem mesu nalazi 0,4 posto nebjelančevinastog dušika u obliku trimetilamina, trimetilaminooksida i gvanidinske baze. Trimetilaminoksid je karakterističan više za meso morskih riba, dok je

mesu slatkovodnih riba u neznatnim koncentracijama. Redukcijskim djelovanjem enzima iz mikroorganizama trimetilaminoksid prelazi u trimetilamin koji morskim ribama daje specifičan miris. U svježoj je ribi najmanja koncentracija trimetilamina, stoga po mirisu možemo procijeniti svježinu ribe. Posebno se značenje pridaje taurinu, dosta zastupljenom u ribljem mesu, koji nastaje dekarboksilacijom cisteinske kiseline. Taurin se u jetri veže sa žučnim kiselinama, redovitim sastojcima žuči, a služi za emulgiranje masti i lakšu probavu (Bogut i sur., 1996). Zastupljenost esencijalnih aminokiselina u mesu riba iznimno je visoka, pogotovo npr. triptofana, aminokiseline prekursora serotonina, neurotransmitera odgovornog za ugodno raspoloženje ljudi.

Tablica 1. Sadržaj aminokiselina (mg/100g) u pojedinim namirnicama

	<b>mlijeko</b>	<b>piletina s kožom</b>	<b>svinjski biftek</b>	<b>jaja</b>	<b>šaran</b>	<b>jegulja</b>	<b>bakalar</b>	<b>skuša</b>	<b>losos</b>
Izoleucin	210	850	1070	730	850	640	860	870	1135
Leucin	310	1230	1600	1150	1260	960	1280	1320	1820
Valin	240	820	1280	950	900	680	910	1040	1240
Metionin	90	450	570	440	550	370	500	500	620
Cistin	25	230	175	260	340	117	230	135	240
Fenilalanin	170	660	840	710	730	470	630	700	890
Tirozin	130	550	740	560	870	340	460	620	760
Treonin	130	710	910	610	850	550	740	760	1030
Triptofan	43	190	220	180	250	130	170	185	240
Lizin	300	1400	1880	990	1800	1110	1490	1540	2100
Histidin	98	540	770	320	510	-	-	790	620
Arginin	120	1070	1280	830	1130	720	960	1020	1380

## Masne kiseline u ribljem mesu

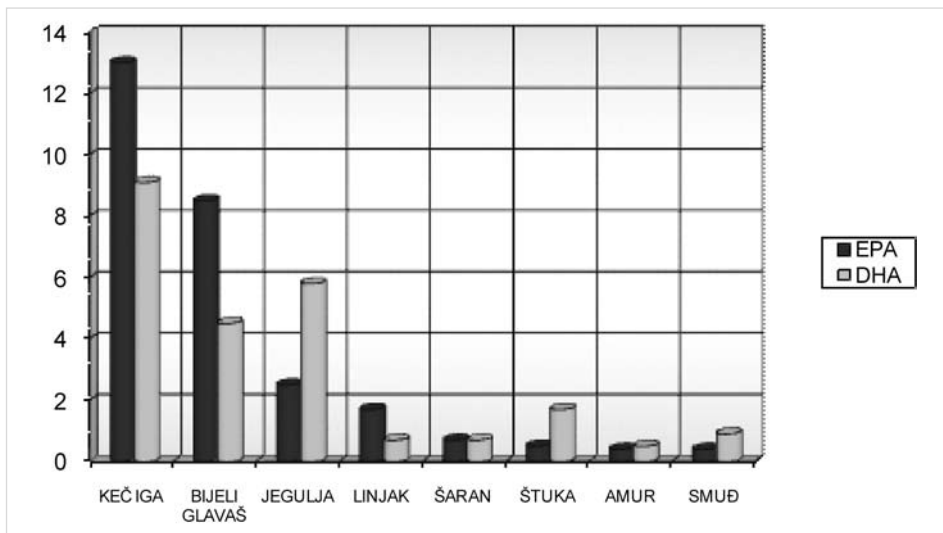
Energetska vrijednost ribljeg mesa ovisi o sadržaju masti. Masne ribe (jegulja, skuša, som) energetski su punovrijedne poput svinjskog mesa. Posne ribe (bakalar, pastrva, štika) imaju nizak sadržaj masti kao i piletina. Masne kiseline su strukturne komponente masti i ulja. U prirodi ih je nađeno više od 70, rijetko se nalaze u slobodnom stanju. Esencijalne masne kiseline su one koje naš organizam ne može sam sintetizirati i moraju se unositi prehranom. Prema stupnju zasićenosti, odnosno prema broju dvostrukih veza, masne kiseline dijelimo na zasićene i nezasićene. Od zasićenih masnih kiselina u ribljem mesu najzastupljenije su palmitinska (C16:0), stearinska (C18:0) i miristinska (C14:0). Od mononezasićenih masnih kiselina u ribljem mesu najzastupljenije su oleinska (C18:1n-9) i palmitoleinska (16:1n-7). Polinezasićene masne kiseline - PUFA dijele se na:

- skupinu linolne kiseline (LA, C18:2n-6) u tipu n-6 PUFA i na
- skupinu  $\alpha$ -linolenske kiseline (LNA, C18:3n-3) u tipu n-3 PUFA.

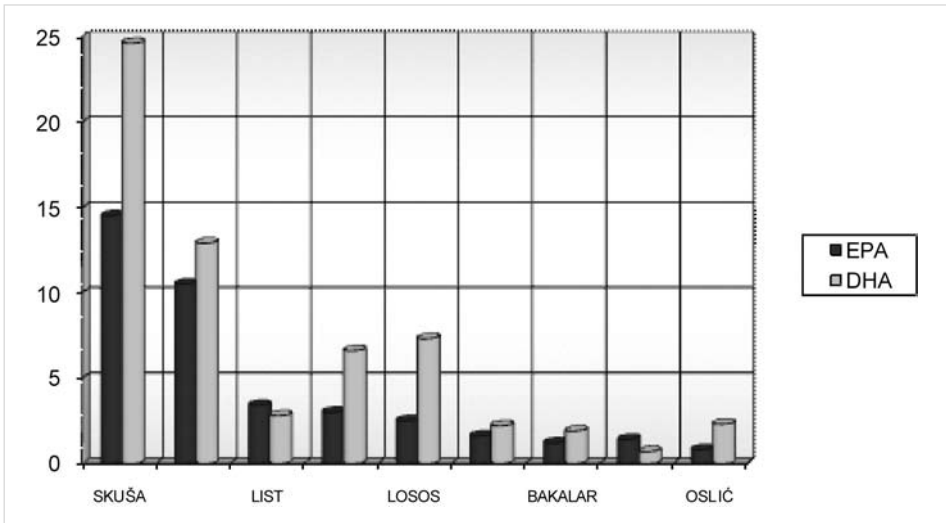
LNA se u metabolizmu nekih nižih bića pretvara u EPA i DHA. Slično tome LA se produžuje i desaturira u arahidonsku (AA, C20:4n-6). Pretvorba prekursora u n-3 ili n-6 PUFA provodi se uz pomoć enzimatskog sustava (elongacijom i desaturacijom) koji je odgovoran za omjer n-3/n-6 PUFA, nužan za normalan protok staničnih membrana (Ga-

doth, 2008). Biološki su najznačajnije n-3 PUFA u ribljim uljima EPA i DHA. U visokim se koncentracijama n-3 PUFA nalaze u fitoplanktonu i zooplanktonu. U starijoj su literaturi nazivane i vitaminom F (engl. *fat*). DHA ima važnu biološku ulogu jer sudjeluje u sastavu staničnih membrana i utječe na sastav redova acilnih lanaca i protok, promjenu reagiranja, ionsku permeabilnost, pritisak, fluidnost i stalnu funkciju proteina (Chapkin i sur., 2008).

PUFA n-3 sastojak su 15-30 posto suhe tvari mozga i nužne su za njegov normalni razvoj. AA i DHA su najzastupljenije masne kiseline u fosfolipidima staničnih membrana, pogotovo u sivoj tvari gdje čine šest posto ukupne suhe tvari, dok su LA, LNA i EPA u nižim koncentracijama. PUFA n-3 i n-6 utječu na ekspresiju gena, strukturu staničnih membrana i svojim elektrofiziološkim svojstvima predstavljaju nužne komponente za rast i funkcioniranje moždanog tkiva (Kitajka i sur. 2004). DHA djeluje na fluidnost membrana, protok krvi u mozgu, transmisiju dopamina i serotonina te membranski receptor rodopsin. DHA utječe na staničnu membranu zbog fleksibilnosti kreiranja varijacija u strukturi zbog posjedovanja brojnih jednostrukih veza koje omogućuju rotacije a time i stabilizaciju te fleksibilnost oblika staničnih membrana (Feller i sur., 2002). Životinje hranjene hranom kojoj nedostaje LNA imale su smanjene razine DHA u mozgu i retini u kombinaciji s oštećenjem neuroloških i vizualnih funkcija (Salem i Ward, 1993).



Grafikon 2. Sadržaj EPA i DHA u mastima mišića slatkovodnih riba



Grafikon 3. Sadržaj EPA i DHA u mastima mišića morskih riba

## Dnevne potrebe i uloga n-3 PUFA u ljudskom organizmu

Ljudski organizam ne može sintetizirati n-3 PUFA, stoga ih je nužno unositi hranom ili kapsulama. Dnevna potreba odraslih osoba za LA je 2-3 posto od ukupnog energetskog unosa, dok su potrebe za LNA oko 3 g dnevno. Dnevne potrebe za DHA i EPA su 350-400 mg. Tjednim unosom od 400 g ribe (dva puta po 200 g) može se osigurati potrebna količina EPA i DHA. Uloga je n-3 PUFA višestruka, preventivno djeluju protiv nastanka i razvoja kardiovaskularnih bolesti, stimulativno djeluju na fotoreceptorske membrane retine i pospješuju vid, specifična uloga u membranama, bubrezima i živčanim stanicama, pospješuju funkciju memoriranja, povećavaju sposobnost učenja, djeluju antikancerogeno uz askorbinsku kiselinu, retinol i selen, snižavaju viskoznost i povećavaju brzinu strujanja krvi, snižavaju krvni tlak, reduciraju trigliceride u krvnoj plazmi koji imaju tendenciju taloženja u krvožilnim stijenjkama, povoljno djeluju na sluznicu, kožu i zarastanje rana.

Tablica 2. Sadržaj hranjivih tvari, kolesterola i energijska vrijednost pojedinih namirnica (g/100g)

	mlijeko	piletina s kožom	svinjski biftek	jaja	šaran	jegulja	bakalar	skuša	losos
Voda	88,0	69,0	76,0	75	72,4	53,0	81,3	61,4	74,0
Bjelančevine	3,4	17,1	21,0	12,6	18,9	14,6	17,0	22,5	21,5
Masti	3,0	13,4	1,6	10,1	7,1	31,5	0,7	14,5	3,0
Ugljikohidrati	4,8	-	1,2	1,4	-	-	-	-	-
Kolesterol mg/100g	10,0	74,0	420	485	55,2	142	50,0	75,0	-
Energija kJ	250	790	420	610	631	1460	315	920	457

Tablica 3. Sadržaj vitamina i minerala u pojedinim namirnicama

	mlijeko	piletina s kožom	svinjski biftek	jaja	šaran	jegulja	bakalar	skuša	losos
Kalciferol µg	0,02	1,5	0,7	1,4	0,9	0,12	1,0	10	12,0
Tokoferol mg	0,07	0,5	0,3	1,8	1,1	-	1,0	1,1	-
Tiamin mg	0,04	0,06	1,01	0,07	0,05	0,15	0,05	0,14	0,17
Riboflavin mg	0,18	0,18	0,31	0,45	0,04	0,31	0,04	0,35	0,17
Niacin mg	0,10	8,0	4,4	-	1,45	2,2	2,0	10	7,5
Piridoksin mg	0,5	0,56	0,52	0,12	0,15	0,28	0,23	0,5	0,98
Folna kiselina µg	5,0	6,0	5,0	21	5,2	-	12	-	2,15
Ciankobalami µg	0,45	0,33	0,81	1,5	-	-	0,8	9,7	2,89
Askorbinska kiselina mg	Trag	2,0	1	-	1,4	1,8	2,0	-	1,2
Na mg	36	49	49	132	39	78	86	385	51
Ka mg	149	254	360	126	264	247	350	310	371
Ca mg	106	7	5	50	34	19	11	20	13
P mg	92	173	230	200	220	166	190	-	266
Mg mg	11	23	33	13	15	43	28	28	-
Fe mg	0,07	1,14	1,5	1,91	1	0,6	0,46	1,1	1,0
Zn mg	0,31	0,76	2,4	0,25	-	-	0,39	-	0,8

## Utjecaj kolesterola na ljudski organizam

Kolesterol (grč. chole = žuč, stereos = krut) je najpoznatiji i najzastupljeniji steroid u ljudskom organizmu. U tijelu odrasle osobe ima ga oko 240 g. Nalazi se u svim stanicama i staničnim tekućinama, npr. stanicama mozga, živčanom tkivu, masnom tkivu, bubrezi-ma, krvi, mlijeku itd. Nužan je za sintezu steroidnih hormona, žučnih kiselina i vitamina D. Kolesterol iz hrane nema direktnog utjecaja na količinu kolesterola u plazmi. Glavni čimbenik rizika nastanka kardiovaskularnih bolesti nije visoka razina kolesterola, nego nepovoljan odnos n-6/n-3 u hrani. Dugovječnost je u negativnoj i vrlo visokoj korelaciji s razinom kolesterola u plazmi. Osobe s višom razinom kolesterola u plazmi živjele su duže u starijoj generaciji. Prema znanstvenim je istraživanjima utvrđeno da lijekovi smanjuju rizik oboljenja od kardiovaskularnih bolesti 30 posto, dok se smanjenje unosa n-6/n-3 PUFA pokazalo učinkovitim u 70 posto slučajeva. Trenutačne su preporuke za unosom LA i LNA u Europi jedan posto ukupne energije. U Japanu, unatoč povoljnom omjeru n-6/n-3 PUFA u prehrani, primijećen je nagli porast unosa n-6 PUFA kod mlade generacije, što je posljedica povećane konzumacije tzv. *fast food* hrane.

## ZAKLJUČAK

Meso riba ubraja se u hranu visoke prehrabene vrijednosti i lake probavljivosti zbog svojih bioloških i energijskih osobina. U Republici Hrvatskoj vrlo je niska potrošnja ribljevog mesa po glavi stanovnika, što je nužno povećati. n-3 PUFA djeluju preventivno protiv kardiovaskularnih bolesti te pospješuju vid, funkciju memoriranja, sposobnosti učenja, snižavaju viskoznost krvi, pospješuju brzinu strujanja krvi, snižavaju krvni tlak, sistolični i dijastolični kod normalne tenzije, reduciraju trigliceride u krvnoj plazmi koji imaju tendenciju taloženja u krvožilnim stijenkama.

## LITERATURA

1. Bogut, I., A. Opačak, I. Stević, S. Bogut (1996): Nutritivna i protektivna vrijednost riba s osvrtom na omega-3 masne kiseline. *Ribarstvo* 54 (1), 21-37.
2. Burger, J., M. Gochfeld (2008): Knowledge about fish consumption advisories: A risk communication failure within a university population. *Science of the total environment* 390, 346–354
3. Burr, M. L., A. M. Fehily, J. F. Gilbert, S. Rogers, R. M. Holliday, P. M. Sweetnam, (1989): Effects of changes in fat, fish, and fibre intakes on death and myocardial reinfarction: diet and reinfarction trial (DART). *Lancet* 1989. (2).757–61.
4. Chapkin, R. S., N. Wang, Y. Y. Fan, J. R. Lupton, I. A. Prior (2008): Docosahexaenoic acid alters the size and distribution of cell surface microdomains. *Biochimica et Biophysica Acta* 1778 (2), 466–471.
5. Farooqui, A. A., W. Y. Ong, L. A. Horrocks, P. Chen, T. Farooqui (2007): Comparison of biochemical effects of statins and fish oil in brain: The battle of the titans. *Brain research reviews* 56, 443-471.
6. Feller, S. E., Gawrisch, K., MacKerell Jr., A. D. (2002): Polyunsaturated fatty acids in lipid bilayers: intrinsic and environmental contributions to their unique physical properties. *J. Am. Chem. Soc.* 124, 318–326.
7. Gadoth, N. (2008): On fish oil and omega-3 supplementation in children: The role of such supplementation on attention and cognitive dysfunction; *Brain i Development*, 30 (5), 309-312.
8. Guy, R. A. (1923): The history of cod liver oil as a remedy. *Am J Dis Child* 26:112-116.
9. Harris, W. S., Miller, M., Tighe, A. P., Davidson, M. H., Schaefer, E. J. (2008): Omega-3 fatty acids and coronary heart disease risk: Clinical and mechanistic perspectives. *Atherosclerosis*, 197 (1), 12-14.
10. Holloway, M. (1998): Seeking „Smart drugs“. *Scientific American – Exploring Intelligence*, 39-43
11. Horrobin, D. F. (1998): The membrane phospholipid hypothesis as a biochemical basis for the neurodevelopmental concept of schizophrenia. *Schizophr Res* 30:193–208.
12. Kitajka K, Sinclair, A. J., Weisinger, R. S., Weisinger, H. S., Mathai, M., Jayasooriya, A. P., Halver, J. E., Puskas, L. G. (2004): Effects of dietary omega-3 polyunsaturated



- 
- turated fatty acids on brain gene expression. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 101,10931–10936
13. de Lorgeril, M., Salen, P., Martin, J. L. (2008): Interactions of wine drinking with omega-3 fatty acids in patients with coronary heart disease: A fish-like effect of moderate wine drinking; *Am Heart J*, 155, 175-181.
  14. Salem Jr, N., Ward G. R. (1993): Are omega 3 fatty acids essential nutrients for mammals? *World. Rev. Nutr. Diet.* 72, 128–147.
  15. Sioen, I., De Henauw, S., Verdonck, F., Van Thuyne, N., Van Camp, J. (2008): Development of a nutrient database and distributions for use in a probabilistic risk–benefit analysis of human seafood consumption. *Journal of Food Composition and Analysis* 20, 662–670.
  16. Sirot, V. Oseredczuk, M., Bemrach-Aouachria, N., Volatier, J. L., Leblanc, J. C. (2008): Lipid and fatty acid composition of fish and seafood consumed in France: CALIPSO study. *Journal of Food Composition and Analysis* 21, 8–16.



# PREGLED POSTOJEĆIH PROPISA ZNAČAJNIH ZA AKVAKULTURU I NJIHOVA PRIMJENA

Darijo Tomić<sup>1</sup>

## **SAŽETAK**

*U ovom su radu obrađeni zakoni i značaj pojedinih njihovih odredbi na obavljanje akvakulture, a što znači da su to važeći propisi koji direktno ili indirektno utječu na obavljanje navedene djelatnosti. Ukupno je u primjeni 22 zakona kojima se regulira ova djelatnost. Jedna skupina propisa pojašnjava ispunjavanje svih zakonskih uvjeta potrebnih za stvaranje ribnjaka, odnosno utječe na donošenje odluka o gradnji ribnjaka. Njih je ukupno šest. Mogućnosti nekih od vidova registracije budućeg vlasnika ili korisnika ribnjaka daje čak pet zakona.*

*Najviše je onih propisa kojih se nakon što je osoba registrirana za obavljanje navedene djelatnosti i stvaranje ribnjaka treba pridržavati tijekom samog obavljanja akvakulture. Ukupno je 12 zakona u stalnoj primjeni na jednom ribnjaku tijekom njegova rada.*

**Ključne riječi:** zakoni, ribarstvo, akvakultura

## **UVOD**

Na bavljenje akvakulturom kao gospodarskom djelatnosti utječu brojni zakoni i njihovi podzakonski akti koji usmjeravaju korisnika u načinima njegova postupanja tijekom proizvodnje slatkovodne ribe. Pojedini su propisi i njihove odredbe direktno povezani s proizvodnjom, dok neki određuju zakonito ponašanje proizvođača prema ostalim činiteljima u okolini ribnjaka. Potrebno ih je poznavati kako bi se njihove odredbe mogle i poštivati, a to podrazumijeva da se budući akvakulturisti moraju dobro organizirati i u pravnom smislu kako ne bi došlo do mogućih propusta.

## **CILJ**

Cilj je prikazati sve propise koji izravno ili neizravno utječu na obavljanje navedene gospodarske djelatnosti. Navesti i pojasniti one njihove odredbe koje su bitne za proizvođače u akvakulturi te im ukazati na nejasnoće u njihovoj primjeni.

---

<sup>1</sup> MPRRR RH, Uprava ribarstva, sektor ribarske inspekcije

S obavljanjem djelatnosti akvakulture povezana su 22 zakona:

- Zakon o državnom inspektoratu
- Zakon o državnoj potpori u poljoprivredi, ribarstvu i šumarstvu
- Zakon o gradnji
- Zakon o hrani
- Zakon o lovstvu
- Zakon o obrtu
- Zakon o poljoprivredi
- Zakon o poljoprivrednom zemljištu
- Zakon o rudarstvu
- Zakon o radu
- Zakon o slatkovodnom ribarstvu
- Zakon o stočarstvu
- Zakon o trgovačkim društvima
- Zakon o trgovini
- Zakon o udrugama
- Zakon o veterinarstvu
- Zakon o vodama
- Zakon o zadrugama
- Zakon o zaštiti na radu
- Zakon o zaštiti okoliša
- Zakon o zaštiti prirode
- Zakon o zaštiti životinja

## GRADNJA RIBNJAKA

Neki od navedenih zakona utječu na odluku budućeg vlasnika ili korisnika ribnjaka o njegovoj gradnji (lokaciji, vrsti i namjeni).

*ZAKON O GRADNJI* zato što se ribnjak svrstava među ostale građevine pa je za veće ribnjake koji imaju kapacitet zahvaćanja vode 100 l/s i više, tj. s vodnom površinom za uzgoj riba 500 ha i većom, potrebno pribaviti građevinsku dozvolu. Kako bi se ona pribavila, prethodno je potrebno pribaviti lokacijsku dozvolu. Zbog toga je bitno voditi računa o vlasništvu i namjeni katastarske čestice.

*ZAKON O POLJOPRIVREDNOM ZEMLJIŠTU* koji ribnjak definira kao poljoprivrednu površinu, odnosno poljoprivredno zemljište. Zemljište u građevinskom području i zemljište izvan tog područja predviđeno je dokumentima prostornog uređenja za gradnju (Generalnim urbanističkim planom) lokalne uprave i samouprave, a koristi se do privođenja nepoljoprivrednoj namjeni kao poljoprivredno zemljište.

*ZAKONOM O RUDARSTVU* pojašnjena je eksploatacija mineralnih sirovina koja je dopuštena samo uz propisane uvjete pa se prilikom iskapanja slojeva zemlje za ribnjak mora voditi računa o mineralnom sloju.

*ZAKON O SLATKOVODNOM RIBARSTVU* svrstao je djelatnost akvakulture u gospodarsku djelatnost koju mogu obavljati samo registrirane pravne i fizičke osobe s prethodno zadovoljenim svim propisanim posebnim uvjetima za dobivanje povlastice od nadležnog

MPRRR RH.<sup>2</sup> Posebni su uvjeti pojašnjeni Pravilnikom o akvakulturi (Narodne novine br. 82/05). Bitan je uvjet za dobivanje povlastice dokaz o koncesiji za korištenje vode u smislu gospodarskog uzgoja riba pribavljenoj od Hrvatskih voda.

*ZAKON O VODAMA* navodi da je za korištenje vode i javnog vodnog dobra radi uzgoja riba u zatvorenim vodama ili u gospodarske svrhe u otvorenim vodama potrebna koncesija Hrvatskih voda. Stoga se to odnosi i na ribnjake.

*ZAKON O ZAŠTITI OKOLIŠA* uz Pravilnik o procjeni utjecaja na okoliš (Narodne novine br. 59/00, 136/04, 85/06) navodi da je za formiranje većeg ribnjaka potrebna studija o utjecaju na okoliš, svrstavajući ga u kategoriju proizvodnih građevina. Tu spadaju salmonidni ribnjaci godišnje proizvodnje 10 t i više te ciprinidni ribnjaci površine od 100 ha ili veće.

## REGISTRACIJA VLASNIKA ILI KORISNIKA RIBNJAKA

Na nekoliko se načina budući vlasnici ili korisnici ribnjaka mogu registrirati, oni su u skladu s propisima te osim što ovise o njihovim htijenjima, nose određena prava i obveze. Registracija je moguća u pet zakona:

*ZAKON O OBRTU* definira obrtnika kao fizičku osobu koja samostalno i trajno obavlja dopuštene (registrirane) gospodarske djelatnosti. Kako je akvakultura povlašten vid obrta prema registraciji djelatnosti u NKD-u (Narodne novine br. 58/07.<sup>3</sup>), obrtnik ili trgovačko društvo može je obavljati samo na temelju povlastice koju izdaje nadležno ministarstvo. Svakako je moguće registrirati djelatnost akvakulture.

*ZAKON O POLJOPRIVREDI* koji poljoprivredu svrstava u gospodarsku djelatnost u čije poljoprivredne proizvode spadaju i proizvodi ribarstva. Poljoprivredno gospodarstvo, seljačkog ili obiteljskog tipa, može imati status trgovačkog društva, obrta ili zadruga pa se može baviti i uzgojem ribe kao proizvodom ribarstva.

*ZAKON O TRGOVAČKIM DRUŠTVIMA* definira razne oblike trgovačkih društava sa statusom pravne osobe kojima je dopušteno obavljanje svih registriranih gospodarskih djelatnosti pa prema tome i akvakulture uz prethodno ispunjavanje svih uvjeta po posebnim propisima.

*ZAKONOM O UDRUGAMA* koji izriče kako svaka udruga svojstvo pravne osobe stječe danom upisa u Registar udruga u Županijskom uredu za opću upravu. Udrugama kao obliku udruživanja građana dopušteno je svako obavljanje djelatnosti koja je utvrđena statutom pa tako i akvakulture.

*ZAKON O ZADRUGAMA*, gdje zadruga kao i udruga ima svojstvo pravne osobe koje stječe osnivačkim aktom i upisom u Sudski registar mjesnog nadležnog suda. Predmet poslovanja zadruga može biti obavljanje svake djelatnosti koja zakonom nije zabranjena u Republici Hrvatskoj. U skladu s time, može se registrirati i djelatnost uzgoja slatkovodne ribe.

<sup>2</sup> Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja Republike Hrvatske

<sup>3</sup> NKD - Nacionalna kvalifikacija djelatnosti

## ZAKONI KOJI SU U NEPOSREDNOJ PRIMJENI NA RIBNJACIMA

Ova skupina zakona utječe na proizvodnju i ponašanje vlasnika ribnjaka prema okolini u kojoj se nalazi, odnosno na rad jednog ribogojilišta.

*ZAKON O DRŽAVNOM INSPEKTORATU* zbog uporabe spremnika s kisikom i sličnih posuda na ribnjacima, čiju primjenu i ispravnost nadgleda inspekcija posuda pod tlakom DIRH RH prema propisu Pravilnika o tehničkim normativima za pokretne zatvorene posude, komprimirane tekuće i pod tlakom otopljene plinove, Službeni list br. 25/80, 9/86.

*ZAKON O DRŽAVNOJ POTPORI U POLJOPRIVREDI, RIBARSTVU I ŠUMARSTVU* omogućuje pravo ostvarivanja poticaja za uzgoj, lov i preradu ribe pravnim i fizičkim osobama koje su registrirane za te djelatnosti. Poticaj je ostvariv za uzgoj slatkovodne ribe I. i II. kategorije i riblje proizvode I. i II. kategorije.

*ZAKON O HRANI* se primjenjuje na sve faze proizvodnje, prerade i distribucije hrane i hrane za životinje, pa to uključuje i manipulaciju hranom za ribu, npr. riblje brašno. Uključuje i žive životinje samo ako su pripremljene za tržište kao hrana, što se odnosi na pravilno deklariranje ribe s ribnjaka kao proizvoda koji je namijenjen prodaji krajnjem potrošaču u ribarnici ili u ugostiteljskom objektu.

*ZAKON O LOVSTVU* nalazi svoju primjenu onda kada se vlasnik ili korisnik ribnjaka želi baviti i nekim drugim djelatnostima koje su blisko povezane s onim životinjskim vrstama koje obitavaju u prirodnom okolišu ribnjaka. Ako vlasnik ili korisnik želi iskoristiti gospodarske, turističke i rekreativne kapacitete svog objekta, tada je registracija lova na patke u primjeni navedenog zakona jer su one divljač kao određena životinjska vrsta koja slobodno živi u prirodi, pa govorimo o gospodarenju divljači ili lovištem. Obavljanje i drugih djelatnosti, kao na primjer ugostiteljske ili turističke, znači primjenu postojećih zakona o tim djelatnostima.

*ZAKON O RADU* uređuje radne odnose u Republici Hrvatskoj i nalazi svoju primjenu na ribnjaku u odnosima poslodavca prema svim zaposlenicima.

*ZAKON O STOČARSTVU* je još jedan propis koji prema Pravilniku o kakvoći stočne hrane (Narodne novine br. 26/98) uređuje kakvoću, skladištenje, čuvanje i obilježavanje vrsta stočne hrane u koju se ubraja i hrana za ribe (peletirana ili krmna smjesa).

*ZAKONOM O VETERINARSTVU* se na slatkovodnim ribnjacima provode mjere radi suzbijanja bolesti u riba, kao što je proljetna viremija šarana. Nadležni veterinarski inspektori iz mjesnih nadležnih veterinarskih stanica pregledavaju svaki utovar žive ribe kroz propisanu evidenciju i dokumentaciju (Veterinarske svjedodžbe i HVI 1-1 obrasce)<sup>4</sup> za njezin prijevoz s ribnjaka do krajnjeg potrošača.

*ZAKON O ZAŠTITI OKOLIŠA* obvezuje vlasnika ili korisnika ribnjaka na zbrinjavanje mogućeg otpada koji se na njima stvara tijekom proizvodnje.

*ZAKON O ZAŠTITI PRIRODE* štiti vrste i staništa divljih svojti ptica i vodozemaca i na ribnjacima prema Pravilniku o vrstama stanišnih tipova, karti staništa, ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima te o mjerama za očuvanje stanišnih tipova (Narodne novine br.

<sup>4</sup> Svjedodžba o zdravstvenom stanju životinja u unutarnjem prometu, HVI 1-1 obrazac - o obavljenom obveznom veterinarsko-zdravstvenom pregledu utovara, podrijetlu i zdravstvenom stanju pošiljke životinja koja se otprema prijevoznim sredstvom u unutarnjem prometu

7/06) i Pravilniku o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim (Narodne novine br. 7/06) gdje je ptica Kormoran ili Veliki vranac zaštićena vrsta, iako hraneći se ribom na ribnjacima, uzrokuje velike štete u akvakulturi.

*ZAKON O ZAŠTITI NA RADU* i poslodavca i zaposlenika obvezuje na sprečavanje ozljeđa na radu provođenjem svih propisanih mjera radi zaštite radnog okoliša, što je karakteristično za rad na ribnjacima gdje zbog teškog fizičkog rada češće dolazi do ozljeđivanja ili do nastanaka profesionalnih bolesti.

*ZAKON O ZAŠTITI ŽIVOTINJA* odnosi se na sve životinje kralježnjake pa tako i ribe.

## ZAKLJUČAK

Zbog brojnih propisa koji su u većoj ili manjoj primjeni na jednom ribnjaku, njihovo poznavanje, razumijevanje i pridržavanje uzrokuje dodatne probleme koji nastaju zbog neusklađenosti pojedinih odredbi s procesima koji se odvijaju u akvakulturi. Uzrok je i u samoj koliziji pojedinih zakona. U mnogim sredinama GUP onemogućava prenamjenu poljoprivrednog zemljišta na ribnjaku u građevinsko iako su objekti na njemu odavno sagrađeni. Premda su znanstveno dokazane štete koje Kormoran svojim hranjenjem ribom uzrokuje na ribnjacima, on je zakonom zaštićen i ne smije ga se ubijati. Pojedine autohtone divlje vrste riba su zaštićene te ih se ne smije loviti, iako se odredbe zakona koji ih štiti ne primjenjuju na ribolov. U ostvarivanju prava na potporu nisu uvrštena poljoprivredna gospodarstva. Iako u poljoprivredu kao gospodarsku djelatnost spada uzgoj ostalih životinja, akvakultura je izdvojena gospodarska djelatnost prema NKD-u. Obiteljska poljoprivredna gospodarstva ne mogu se baviti akvakulturom jer ona ne spada u poljoprivrednu djelatnost. RIBE nisu nabrojane u skupinu domaćih životinja iako spadaju u druge životinje koje imaju gospodarsku namjenu.

## LITERATURA

1. Pravilnik o akvakulturi (Narodne novine br. 82/05)
2. Pravilnik o kakvoći stočne hrane (Narodne novine br. 26/98)
3. Pravilniku o procjeni utjecaja na okoliš (Narodne novine br. 59/00, 136/04, 85/06)
4. Pravilniku o tehničkim normativima za pokretne zatvorene posude za komprimirane tekuće i pod tlakom otopljene plinove (Službeni list br. 25/80, 9/86)
5. Pravilnik o vrstama stanišnih tipova, karti staništa, ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima te o mjerama za očuvanje stanišnih tipova (Narodne novine br. 7/06)
6. Pravilnik o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim (Narodne novine br. 7/06)
7. Zakon o državnom inspektoratu (Narodne novine br. 76/99, 129/05)
8. Zakon o državnoj potpori u poljoprivredi, ribarstvu i šumarstvu (Narodne novine br. 87/02, 117/03, 82/04, 12/05, 85/06, 141/06)
9. Zakon o građenju (Narodne novine br. 77/92)
10. Zakon o hrani (Narodne novine br. 117/03, 46/07)
11. Zakon o lovstvu (Narodne novine br. 140/05)
12. Zakon o obrtu (Narodne novine br. 77/93 i Pročišćeni tekst 49/03)

13. Zakon o poljoprivredi (Narodne novine br. 66/01)
14. Zakon o poljoprivrednom zemljištu (Narodne novine br. 34/91, Pročišćeni tekst 54/94, 66/01, 48/05)
15. Zakon o rudarstvu (Narodne novine br. 27/91, Pročišćeni tekstovi 35/95, 190/03)
16. Zakon o radu (Pročišćeni tekst Narodne novine br. 137/04)
17. Zakon o slatkovodnom ribarstvu (Pročišćeni tekst Narodne novine br. 49/05)
18. Zakon o stočarstvu (Narodne Novine br. 70/97)
19. Zakon o trgovačkim društvima (Narodne novine br. 11/93, 34/99, 52/00 i 118/03)
20. Zakon o trgovini (Narodne novine br. 11/96 i pročišćen tekst 49/03)
21. Zakon o udrugama (Narodne novine br. 70/97, 88/01)
22. Zakon o veterinarstvu (Narodne novine br. 70/97, 41/07)
23. Zakon o vodama (Narodne novine br. 10/90, 53/90, 107/95)
24. Zakon o zadrugama (Narodne novine br. 35/95, 67/01)
25. Zakon o zaštiti na radu (Narodne novine br. 59/96)
26. Zakon o zaštiti okoliša (Narodne novine br. 82/94, 110/07)
27. Zakon o zaštiti prirode (Narodne Novine br. 30/94.,162/03.,70/05.)
28. Zakon o zaštiti životinja (Narodne Novine br. 135/06)



# PRAĆENJA EKOLOŠKOG STANJA I KEMIJSKE KAKVOĆE VODA AKUMULACIJSKIH JEZERA

Stjepan Mišetić<sup>1</sup>

## **SAŽETAK**

*Praćenje (monitoring) ekološkog i kemijskog stanja voda ekosustava nastalih gradnjom brana i praćehidrotehničkih zahvata „umjetne vodene cjeline“ u Hrvatskoj je u skladu s općeprihvaćenim načelom održivog razvoja, odnosno potrebi očuvanja dobrog ekološkog stanja površinskih voda. Osnovni su razlozi praćenja ekološkog stanja vode akumulacijskih jezera u kojima je moguć i uzgoj riba, ponajprije u kavezima:*

- *procjena vrste vode odnosno ocjenjivanje njene kakvoće*
- *utvrđivanje utjecaja brane na promjenu kakvoće ishodišne, dotočne vode*
- *utvrđivanja potrebnih mjera zaštite voda*
- *praćenje djelotvornosti primijenjenih mjera za zaštitu voda, odnosno poboljšanje ekološkog stanja voda*

*S ekološkog se stajališta prati stupanj eutrofizacija, a s kemijskog stajališta kemijska svojstva vode radi održavanja utvrđene kategorije voda u skladu s Državnim planom zaštite voda (NN br. 8/1999), odnosno održivim gospodarenjem vodnim bogatstvom Republike Hrvatske.*

*U radu će se prikazati: parametri praćenja, uvjeti osiguranja kvalitete, način i učestalost sabiranja uzoraka, metode ispitivanja, način obrade rezultata mjerenja i analiziranja, zatim mjere zaštite na radu te potrebni nadzor.*

**Ključne riječi:** akumulacija, parametri, ekosustav, eutrofizacija, kakvoća

## **1. Uvod**

Praćenje stanja voda temelji se na Okvirnoj direktivi o vodama Europske unije, dokumentu koji dugoročno određuje vodnu politiku na europskom prostoru. Okvirna direktiva o vodama Europskog parlamenta i Vijeća (WFD- 2000/60/EC) stupila je na snagu 22. 12. 2000. godine objavom u Official Journalu of the European Communities. Direktivu koja propisuje okvire vodne politike uz uvažavanje načela održivog razvoja i načela integralnog upravljanja vodama dužne su usvojiti i svoje zakonske akte o vodama s direktivom uskladiti Članice europske unije, kao i države koje su u procesu približavanja.

---

<sup>1</sup> Elektroprojekt d.d. Zagreb

Premda je nacionalno zakonodavstvo Republike Hrvatske u sektoru voda i vodnog gospodarstva u značajnoj mjeri usklađeno s temeljnim načelima iz Direktive, proširenje se, među ostalim, odnosi i na opseg i način zaštite voda i vodenih ekosustava. Za vodene je ekosustave nastale hidrotehničkim zahvatom posebno važno praćenje ekološkog i kemijskog stanja voda. U skladu sa Sporazumom o stabilizaciji i pridruživanju s Europskom unijom koji je ratificirao Hrvatski sabor, u obveze koje proizlaze iz Sporazuma spada i djelotvorno praćenje stanja voda.

Prema okvirnoj direktivi Europske unije, akumulacijska jezera nastala prema srednjoj dubini vode mogu se podijeliti na:

- plitka akumulacijska jezera s prosječnom dubinom vode do 3 m
- srednje duboka akumulacijska jezera s prosječnom dubinom vode između 3 i 15 m
- duboka akumulacijska jezera s prosječnom dubinom vode većom od 15 m

## 2. PRAĆENJE EKOLOŠKE KAKVOĆE VODA AKUMULACIJSKIH JEZERA

### 2.1 POLOŽAJ POSTAJA

Potrebna praćenja pokazatelja ekološke kakvoće voda treba provoditi na sljedećim postajama stalne kontrole:

- Rep akumulacije
- Područje akumulacije do 300 m uzvodno od brane

### 2.2 IZBOR PARAMETARA

#### 2.2.1 Obvezni parametri

Za praćenje kakvoće vode odabrani su obvezni pokazatelji za ocjenu opće ekološke funkcije voda. To su sljedeće skupine pokazatelja:

- A. skupina fizikalno-kemijskih pokazatelja
- B. skupina pokazatelja režima kisika
- C. skupina pokazatelja hranjivih tvari
- D. skupina mikrobioloških pokazatelja
- E. skupina bioloških pokazatelja

**Skupina fizikalno-kemijskih pokazatelja:** U skupinu fizikalno-kemijskih pokazatelja spadaju sljedeći pokazatelji:

- Temperatura vode, °C
- Reakcija vode, pH-vrijednost
- Alkalinitet vode, mg CaCO<sub>3</sub>/l
- Električna vodljivost, μS/cm
- Prozirnost vode, m

**SKUPINA POKAZATELJA REŽIMA KISIKA:** U skupinu pokazatelja režima kisika spadaju sljedeći pokazatelji:

- Otopljeni kisik, mgO<sub>2</sub>/l
- Zasićenost kisikom, %
- Kemijska potreba kisika (KPK – Mn), mgO<sub>2</sub>/l
- Biološka potreba kisika (BPK<sub>5</sub>), mgO<sub>2</sub>/l

**Skupina pokazatelja hranjivih tvari:** U skupinu pokazatelja hranjivih tvari spadaju sljedeći pokazatelji:

- Amonij, mgN/l
- Nitriti, mg N/l
- Nitrati, mgN/l
- Ukupan dušik, mgN/l
- Ukupan fosfor, mgP/l

**Skupina mikrobioloških pokazatelja:** U skupinu mikrobioloških pokazatelja spadaju sljedeći pokazatelji:

- Broj koliformnih bakterija, UK/l
- Broj fekalnih koliforma, FK/l
- Broj aerobnih bakterija, Bk/ml

**Skupina bioloških pokazatelja:** U skupinu bioloških pokazatelja spadaju sljedeći pokazatelji:

- Biotički indeks
  - Naseljenost makrobescraljeznjaka na različitim tipovima supstrata čija veličina prelazi 0,2 do 0,5 mm
- Stupanj trofije u akumulaciji prema:
  - prozirnosti vode, u m
  - vrijednosti klorofila *a*, μg/l
  - brojnosti mrežnog fitoplanktona, stanica /l
  - ukupnom fosforu, mgP/l

Osim toga potrebno je pratiti zajednice:

- zooplanktona, brojnost jedinki/l
- makrofitobentosa, kvalitativni i kvantitativni sastav
- makrozoobentosa, mg/m<sup>2</sup>
- nektona, kvalitativni i kvantitativni sastav

### 2.2.2. Uvjetno obvezni parametri

Ovisno o korištenju voda za određenu namjenu, u praćenje se mogu uključiti i pokazatelji koji služe za širu ocjenu opće ekološke funkcije voda kao što su:

F. skupina pokazatelja metali

G. skupina pokazatelja organski spojevi

**Skupina pokazatelja metali:** U skupinu pokazatelja metali spadaju sljedeći pokazatelji:

- bakar
- cink
- kadmij
- krom
- nikal
- olovo
- živa

**Skupina pokazatelja organski spojevi:** U skupinu pokazatelja organskih spojeva spadaju sljedeći pokazatelji:

- mineralna ulja
- fenoli ukupno
- PCB
- lindan
- DDT

### **2.2.3. Ostali uvjetno obvezni pokazatelji**

#### **H. Skupina ostalih uvjetno obveznih pokazatelja**

**Skupina ostalih uvjetno obveznih pokazatelja:** U skupinu ostalih uvjetno obveznih pokazatelja spadaju sljedeći pokazatelji:

- pokazatelji u skladu s Uredbom o opasnim tvarima u vodama Republike Hrvatske (NN br. 78/99)

## ***2.3. UVJETI OSIGURANJA KVALITETE***

Osnovno je da sabiranje uzoraka, mjerenja i analiziranja usvojenih parametara treba povjeriti instituciji koja ima ovlasti za ispitivanje kakvoće površinskih voda.

## ***2.4 NAČIN SABIRANJA UZORAKA***

Sabiranje uzoraka treba obavljati u skladu s normama izloženim u tablici 2.4.1.

Tablica 2.4.1. Norme za sabiranje i čuvanje uzoraka

Područje	Hrvatska norma	Međunarodna norma
Kakvoća vode – Uzorkovanje – 1. dio: Smjernice za osmišljavanje programa uzorkovanja	*HRN ISO 5667 – 1: 1999	**ISO 5667 - 1:1980 + Ispravak 1:1996)
Kakvoća vode – Uzorkovanje – 2. dio: Smjernice za tehnike uzorkovanja	HRN ISO – 5667 – 2:1999	ISO 5667 - 2:1999
Kakvoća vode – Uzorkovanje – 3. dio: Smjernice za čuvanje uzoraka i rukovanje uzorcima	HRN EN ISO 5667 - 3:1999	ISO 5667 - 3:1994
Kakvoća vode – Uzorkovanje – 4. dio: Smjernice za uzorkovanje voda prirodnih i umjetnih jezera	HRN ISO 5667 - 4: 2000	ISO 5667 – 4: 1987
Kakvoća vode – uzorkovanje- dio 3: Upute za čuvanje i postupanje s uzorcima		ISO 5667-3: 1995
Kakvoća vode – Metode biološkog uzorkovanja - Upute za uzorkovanje bentoskih makrobekraljeznjaka	HRN- 78281985	EN 27828: 1994
Kakvoća vode – Uzorkovanje makrobekraljeznjaka u dubokim vodama – Upute za korištenje kolonizacije, kvalitativnih i kvantitativnih uzoraka	HRN – ISO 9391: 2000	EN ISO 9391:1995
Uzorkovanje makrofita		****CIN/ISO
Uzorkovanje diatomea		****CEN/ISO
Uzorkovanje riba		***DIN EN 14011:2003-07
Standardi za fizikalno-kemijske pokazatelje	Bilo koji relevantni standard CEN/ISO	

Legenda:

- \* Republika Hrvatska, Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo, veljača 2001.
- \*\* Okvirna direktiva o vodama Europske unije (Direktiva 2000/60/EC Europskog parlamenta i vijeća, od 23. listopada 2000.)
- \*\*\* Primjenjivati u Hrvatskoj kad budu prilagođeni hrvatskim uvjetima
- \*\*\*\* Primjenjivati u Hrvatskoj kad budu doneseni i prilagođeni hrvatskim uvjetima

Ovisno o tipu akumulacijskog jezera, uzorke vode za skupinu pokazatelja od A do D, zatim za skupinu pokazatelja od F do H te za analizu klorofila *a* i planktona treba sabirati:

- u plitkim akumulacijskim jezerima, ekosustavima čija prosječna dubina nije veća od 3 m, iz površinskog sloja vode
- u srednje dubokim akumulacijskim jezerima, ekosustavi čija se prosječna dubina kreće između 3 i 15 m, iz površinskog i pridnenog sloja vode
- u dubokim akumulacijskim jezerima, ekosustavi čija je prosječna dubina veća od 3 m, iz površinskog, središnjeg i pridnenog sloja vode

Na istim postajama treba sabirati potrebne uzorke za analizu makrofitobentosa, makrozoobentosa i faune riba.

## **2.5. UČESTALOST SABIRANJA UZORAKA**

Odabrane pokazatelje za klasifikaciju voda (obvezni pokazatelji za ocjenu opće ekološke funkcije voda te uvjetno obvezne pokazatelje) treba analizirati svake godine, osim zajednica makrofita i nektona koje je dostatno analizirati svake treće godine.

Uzorkovanje u akumulacijama treba provoditi četiri puta godišnje, i to u:

- akumulacijama naseljenim ciprinidnim (šaranskim) vrstama riba:
  - jedanput tijekom proljeća
  - dva puta tijekom ljeta
  - jedanput tijekom jeseni
- akumulacijama naseljenim salmonidnim (pastrvskim) vrstama riba:
  - jedanput tijekom proljeća
  - jedanput tijekom ljeta
  - jedanput tijekom jeseni
  - jedanput tijekom zime

O sabiranju uzoraka vode treba voditi evidenciju u koju se upisuje:

- datum i vrijeme sabiranja uzoraka
- vremenske prilike
- naziv vode
- pripadnost vode slivnom području
- naziv postaje
- temperatura zraka
- temperatura vode
- izgled vode
- boja vode
- miris vode
- visina vodostaja

## **2.6. METODE ISPITIVANJA**

Metode ispitivanje predloženih ekoloških pokazatelja kakvoće vode treba provoditi u skladu s propisanim metodama prema Uredbi o klasifikaciji voda (NN 77/98), odnosno prema posebnom izdanju publikacije Hrvatska vodoprivreda, siječanj 2002. godište XI., Posebno izdanje, a prema normama opisanim u Hrvatskoj vodoprivredi (VIII/81, 1999. i XII/127-128, 2003) kako slijedi u tablicama 2.6.1. – 2.6.7.

Tablica 2.6.1. Metode ispitivanja skupine fizikalno-kemijskih pokazatelja

Pokazatelj	Mjerna jedinica	Metoda
Reakcija vode pH-vrijednost	pH	Elektrometrija
Alkalinitet	mg CaCO <sub>3</sub> /l	Titracija kiselinom
Električna vodljivost	μS/cm	Elektrometrija
Prozirnost	M	Secchi disk

Tablica 2.6.2. Metode ispitivanja skupine pokazatelja režima kisika

Pokazatelj	Mjerna jedinica	Metoda
Otopljeni kisik	mgO <sub>2</sub> /l	Winklerova metoda, Elektrometrija
Zasićenost kisikom	%	
Kemijska potreba kisika (KPK – Mn)	mgO <sub>2</sub> /l	Titracija kalijevim pergamanatom
Biološka potreba kisika (BPK5)	mgO <sub>2</sub> /l	Određivanjem ukupnog kisika prije i nakon 5 dana inkubacije kod 20 ± 1 °C

Tablica 2.6.3. Metode ispitivanja skupine pokazatelja hranjivih tvari

Pokazatelj	Mjerna jedinica	Metoda
Amonij	mgN/l	Spektrofotometrijski/ Salicilatni reagens
Nitriti	mgN/l	Spektrofotometrijski/ 1-naftilamih i sulfanilna kiselina
Nitrati	mgN/l	Spektrofotometrijski/ Natrijev salicilat
Ukupan dušik	mgN/l	Metoda po Kjeldalhu
Ukupan fosfor	mgP/l	Razaranje uzorka i spektrofotometrija amonijevim molibdatom

Tablica 2.6.4. Metode ispitivanja skupine teške kovine

Pokazatelj	Mjerna jedinica	Metoda
Bakar	μgCu/l	ASS-FT, ASS-ET, Elektrometrijski
Cink	μgZn/l	ASS-FT, Elektrometrijski
Kadmij	μgCd/l	ASS-FT, Elektrometrijski
Krom	μgCr/l	ASS-FT, ASS-ET
Nikal	μgNi/l	ASS-FT, ASS-ET
Olovo	μgPb/l	ASS-FT, Elektrometrijski
Živa	μgHg/l	ASS-FT-hladne pare

Tablica 2.6.5. Metode ispitivanja skupine organskih spojeva

Pokazatelj	Mjerna jedinica	Metoda
Mineralna ulja	mg/l	IR Spektroskopija, UV Spektroskopija
Fenoli	μmg/l	Spektrofotometrija, plinska kromatografija
Pesticidi ciljano	μg /l	Plinska kromatografija, GC/MS

Tablica 2.6.6. Metode ispitivanja skupine mikrobioloških pokazatelja

<b>Pokazatelj</b>	<b>Mjerna jedinica</b>	<b>Metoda</b>
Broj koliformnih bakterija	UK/l	NBK- metoda ISO 9308- 2 (kolif. bakt.)
Broj fekalnih koliforma	FK/l	NBK- metoda ISO 9308- 2 (termo. tolerantne koliformne bakterije)
Kemijska potreba kisika (KPK – Mn)	Bk/ml	Brojenje kolonija izraslih na hranjivoj podlozi ISO 6222

Tablica 2.6.7. Metode ispitivanja skupine bioloških pokazatelja

<b>Pokazatelj</b>	<b>Prema</b>	<b>Metode</b>
Biotički indeks	Indikatorskoj vrsti organizama	Naseljenost makrobekralježnjaka na različitim tipovima supstrata čija veličina prelazi 0,2 do 0,5 mm (Rosenberg i Resh 1993)
Stupanj trofije	Prozirnosti vode, u m	Secci disk
	Ukupnom fosforu, mgP/l	Razaranje uzorka i spektrofotometrija amonijevim molibdatom
	Brojnosti mrež. fitoplanktona, stanica /l	Brojenje u komorici s milimetarskom mrežicom površine 1 cm <sup>2</sup> i zapremine 0,05 ml
	Vrijednosti klorofila a, µg/l	Međunarodni standard ISO 10260
Kompleksni biološki	Plankton	Brojenje u komorici
	Makrofita	Međunarodni standard ISO
	Diatomea	Brojenje u komorici
	Ribe	Međunarodni standard ISO

## 2.7. NAČIN OBRADJE DOBIVENIH REZULTATA

Dobivene rezultate mjerenja pokazatelja ekološke kakvoće voda treba vrednovati prema Uredbi o klasifikaciji voda (NN br. 77/1998) uz obvezno navođenje primijenjene metode i granice osjetljivosti. U tablici treba prikazati:

- Mjerene pokazatelje i učestalost njihova mjerenja
- Izmjerene i izračunate (mjerodavne) vrijednosti analiziranih pokazatelja na pojedinoj postaji
- Mjerodavne vrijednosti za svrstavanje vode u vrstu prema pojedinim pokazateljima za koji je obavljena analiza vode

Mjerodavne vrijednosti pokazatelja kakvoće vode pH-vrijednost, pokazatelja režima kisika, hranjivih tvari i bioloških pokazatelja treba izračunati na decimalno mjesto više nego što iznose njihove granične vrijednosti u Uredbi za klasifikaciju voda jer ponekad zaokruživanje rezultata mjerenja na decimalno mjesto iz Uredbe može svrstati vodu u lošiju vrstu.



Uz prikaz mjerodavnih vrijednosti u tablici, treba dati i stručno izvješće o ocjeni kakvoće podzemnih voda na pojedinim postajama.

## **2.8. PRIKAZ OCJENE KAKVOĆE VODE**

Kod prikaza ocjene kakvoće voda potrebno je na svakoj ispitivanoj postaji prikazati vrstu vode prema obveznim pokazateljima iz skupine A (fizikalno-kemijski pokazatelji), B (režim kisika), C (hranjive tvari) i D (mikrobiološki pokazatelji), zatim uvjetno obveznim pokazateljima iz skupine F (metali), G (organske tvari) i H (skupina ostalih uvjetno obveznih pokazatelja) te kategoriju vode.

Vrsta vode prema skupini pokazatelja definira se prema mjerodavnoj vrijednosti najnepovoljnijeg pokazatelja, a kategorija vode prema najnepovoljnijoj skupini pokazatelja.

Vrste vode treba označiti prema sljedećim bojama:

- plava            I. vrsta
- zelena        II. vrsta
- žuta            III. vrsta
- crvena        IV. vrsta
- crna            V. vrsta

## **2.9. DOSTAVA REZULTATA MJERENJA**

Godišnje izvješće o provedenom istraživanju, osim naručitelju, treba radi stvaranja baze podataka dostaviti i Hrvatskim vodama koje su obvezne izraditi i objaviti godišnji izvještaj o rezultatima svih programa ispitivanja kakvoće voda te ga dostaviti Državnoj upravi za vode, a svakih pet godina i ocjenu promjene kakvoće voda.

## **2.10. MJERE ZAŠTITE NA RADU**

Potrebno je na terenu i u laboratoriju osigurati provođenje svih mjera i aktivnosti na zaštiti pri radu kako je propisano Pravilnikom ustanove koja provodi sabiranje potrebnih uzoraka i njihovo laboratorijsko analiziranje.

## **2.11. POTREBNI NADZOR**

Tijekom sabiranja i analiziranja uzoraka potrebno je provoditi nadzor. Njime se kontrolira izvode li se svi radovi prema postavljenim uvjetima i odgovarajućoj kvaliteti. Tijekom nadzora mogu se u suglasnosti s investitorom dopustiti promjene u nekoj fazi rada, ako je to potrebno, što treba konstatirati u pismenoj formi. Nadzor provodi neutralna ustanova.

### 3. LITERATURA

1. Hrvatska vodoprivreda, Zaštita voda od onečišćenja u integralnom upravljanju vodama, Zagreb, siječanj 2002, Godište XI
2. Hrvatska vodoprivreda (VIII/81, 1999. i XII/127-128, 2003.): Metode ispitivanja fizikalno kemijskih parametara
3. Okvirna direktiva o vodama Europske unije (Direktiva 2000/60/EC Europskog parlamenta i vijeća, od 23. listopada 2000.
4. Pravilnik o ovlaštenim laboratorijima (NN 78/97)
5. Republika Hrvatska Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo (2001): Hrvatske norme, HRN ISO 10260
6. Rosenberg, D. M., Resh, V. H ed (1993): Freshwater biomonitoring and bentic macroinvertebrates. Chapman and Hall, New York, 1993, pp 488
7. Uredba o klasifikaciji voda (NN 77/98)
8. Uredba o opasnim tvarima u vodama (NN 78/98)
9. Wegel, R. (1983): Indeks für die Limnosaprobität. Beiträge zur Gewässerforschung XIII, Band 26, pp175

# KOKCIDIOZNA UPALA CRIJEVA ŠARANA

Nikola Fijan, Emil Gjurčević<sup>1</sup>

## SAŽETAK

Prema podacima nekih autora, kokcidija *Goussia carpelli* može uzrokovati značajne gubitke jednogodišnjeg i dvogodišnjeg mlađa, a ponekad i odraslih šarana. KomPLICIRANI razvojni ciklus nametnika odvija se u epitelnim stanicama crijeva, što uzrokuje njihovo propadanje. Ta oštećenja uzrokuju poremećaj u probavi i sastavu crijevne mikroflore te olakšavaju sekundarne bakterijske infekcije. Invadirana riba izlučuje u izmetu trajne oblike nametnika (oociste), koji u vlažnom dnu ribnjaka mogu preživjeti i više od 18 mjeseci. Mladunci šarana mogu se invadirati već kada prvi put traže hranu na dnu ribnjaka. Mnogi primjerci postaju nositelji nametnika, a neki obole i uginu tijekom ljeta ili sljedećeg proljeća. Pobol kod jednogodišnjeg mlađa može iznositi i 100 posto. Bolesti šarani prestaju uzimati hranu i mršave. Ponašanje prije uginuća i vanjski znaci bolesti većinom su nespecifični: prevladava mirovanje pri dnu ili uz obalu, a dolazi i do proširenja trbušne šupljine zbog nakupljanja tekućine.

Najvažnija je mjera za sprečavanje kokcidioze šarana smrzavanje dna ribnjaka ili njegovo potpuno sušenje. Naime temperatura od oko -5 °C, kao i potpuno isušivanje pri oko 20 °C, uništava oociste već za nekoliko sati. Početni rezultati istraživanja o djelovanju kokcidiostatika na *G. carpelli* pokazuju da bi neki od lijekova koji sprečavaju kokcidiozu peradi mogli naći primjenu i kod šarana.

U izlaganju su prikazani i neki vlastiti rezultati histoloških istraživanja crijeva bolesnih šarana.

**Ključne riječi:** kokcidiozni enteritis (*Goussia carpelli*), čvoričavost (*Goussia subepithelialis*), sprečavanje kokcidioza šarana

## UVOD

Jedan su od mogućih uzroka bolesti i uginuća riba u šaranskom ribnjačarstvu kokcidije. To su nametničke praživotinje (*Protozoa*) iz koljena *Apicomplexa*. Kod riba ih je do sada opisano više od 250 vrsta i većinom su nametnici u crijevu. KomPLICIRANI proces njihova umnažanja odvija se u živim prijemčivim stanicama tijekom tri faze nazvane merogonija (nespolno razmnožavanje), gamogonija (spolno razmnožavanje) i sporogonija (stvaranje trajnih oblika – oocista). Domaćin izbacuje oociste izmetom. Svaka kokcidija riba ima svog specifičnog domaćina. Tako se na primjer šaranska kokcidija *Goussia carpelli* ne može umnažati ni u jednoj od sedam drugih istraživanih vrsta šaranskih riba, uključujući i zlatnog karasa, s druge se strane kokcidija zlatnog karasa ne umnaža u šaranu (Molnár

---

<sup>1</sup> Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za biologiju i patologiju riba i pčela

*i sur.* 2005). Postoje specifične vrste koje uzrokuju kokcidioze linjaka, smuđa, soma, bijelog amura te bijelog i sivoga glavaša.

Ovaj prikaz iznosimo stoga što u nas kokcidioze do sada nisu bile razmatrane kao jedan od mogućih značajnijih uzroka uginuća riba u ribnjacima. Podrobnije smo opisali kokcidiozni enteritis šarana jer ta bolest češće uzrokuje gubitke kod mladunaca i mlađa.

## KOKCIDIOZE ŠARANA

Crijevo šarana mogu naseliti dvije vrste kokcidija (Schäperclaus i sur., 1979): *Goussia subepithelialis* koju su prvi opisali Moroff i Fiebiger (1905), i *G. carpelli* koju su opisali Leger i Stankovich (1921). *G. subepithelialis* naseli se u epitelne stanice stražnje trećine crijeva gdje dolazi do merogonije i gamogonije. Stvorene zigote prolaze zatim u subepitelno tkivo gdje nakon sporogonije i sazrijevanja nastaju brojne oociste. Stvaranje oocista u dubljim slojevima tkiva uzrokuje nastanak bijelosivkastih čvorića promjera 1-3 mm. Čvorići i sporulirane oociste prisutni su u proljeće, kad ova bolest može prouzročiti uginuća jednogodišnjeg i dvogodišnjeg mlađa. *G. carpelli* ulazi pak u epitelne stanice po cijeloj dužini crijeva, a najčešće u epitelne stanice srednje trećine crijeva. Čitav razvojni ciklus odvija se u epitelnim stanicama, iako do gamogonije dolazi i u lamini propriji (Lom i Dyková, 1992). Umnažanje tog nametnika izaziva postupno propadanje epitelnog sloja crijevne sluznice i upalu, pa bolest koju on uzrokuje nazivamo kokcidiozni enteritis. Gubici zbog upale crijeva najčešće nastaju kod mladunaca i mlađa, ljeti i u proljeće. Obje su bolesti česte u šaranskim ribnjačarstvima Europe. Širenje, kao i mjere za sprečavanje i liječenje, kod obje bolesti su iste, a vrijede i za kokcidioze drugih uzgajanih toplovodnih riba.

## KOKCIDIOZNI ENTERITIS

### *Izvori uzročnika i putovi prenošenja*

Oociste (trajni oblici) uzročnika koje s izmetom šarana padnu na dno ribnjaka (ili otvorene vode) mogu tamo preživjeti dulje od godine dana, a nađene su u mulju sve do dubine od 4 do 8 cm (Steinhagen i Hespe, 1998). Ako neki vodeni crv koji živi na dnu u mulju (na primjer *Tubifex tubifex*) proguta oocistu (a to se često i događa), u njegovu će crijevu iz nje izaći invazivni oblici (sporozoiti) nametnika i ući u stanice crijevnog epitela (Steinhagen, 1991). Tu sporozoiti miruju po nekoliko tjedana i čekaju da ih pojede šaran. Dakle, uzročnik može dospjeti u crijevo šarana na dva načina, ili kad riba slučajno proguta oocistu pri traženju i uzimanju hrane s dna, ili kad proguta svoju omiljenu hranu - crva. Brzina razvoja uzročnika u crijevu šarana zavisi o temperaturi. Pri 30°C šaran će oko sedam dana nakon što proguta nametnika početi izmetom izlučivati oociste. Pri 20°C razvoj nametnika traje devet do deset dana, pri 12°C 32 do 35 dana, a pri 5-10°C 37 dana. Vrlo niske temperature mogu privremeno zaustaviti razvoj uzročnika.

Prijenos uzročnika iz otvorenih voda u ribnjake i obratno odvija se tekućom vodom.

## ***Utjecaji starosti i godišnjeg doba***

Mladunci dolaze u dodir s uzročnikom kad počnu tražiti hranu na dnu, tj. pri starosti od deset do 15 dana. U državama bivšeg Sovjetskog Saveza oociste su u razdoblju od srpnja do rujna bile prisutne kod 80 do 100 posto mlađa, a najniža učestalost invazije utvrđena je u kasno proljeće. Nalazi su bili slični onima u Njemačkoj. Uginuća najčešće nastupaju ljeti i u proljeće. Uzročnik može biti prisutan u svim uzrasnim skupinama, iako u literaturi nema podataka o pojavi bolesti i uginuća u konzumnih riba i matica.

## ***Znaci bolesti***

Oboljeli mladunci i mlađ slabije uzimaju hranu. Nametnik oštećuje sluznicu pa dolazi do obamiranja sve većeg broj epitelnih stanica i oštećenja nabora sluznice. Crijeva sadrži veliku količinu žučkaste sluzi. Uz upalu, mjestimično nastaju krvarenja i mali čirevi crijeva. U laboratorijskim pokusima pri oko 20°C javlja se u mlađi prolazno proširenje trbušne šupljine (edem) u razdoblju između osam i 12 dana nakon infekcije (Steinhagen i sur., 1997). Sluznica propada i crijevo postaje propusno za otrovne tvari i bakterije. Zapažanja u ribnjacima pokazuju kako šarani slabije iskorištavaju hranu pa mogu i značajnije smršaviti. Neki izvještaji navode da smrtnost mladunaca i mlađa u prvoj godini života može iznositi i 40 posto (Prost 1989; Schäperclaus i sur. 1979).

## ***Dijagnoza***

Posumnjati se na bolest može na osnovi nalaza karakterističnih promjena na crijevima. Oociste i tzv. žuta tijela (oociste okružene ostacima stanica) u sadržaju crijeva mogu se utvrditi koprološkom pretragom (metodom flotacije). Za determinaciju vrste koriste se morfometrijske vrijednosti sporuliranih oocista. Oociste *G. carpelli* su okruglog oblika, veličine 5 do 16 µm, bez oocistnog reziduuma. Sporociste su ovalnog oblika, veličine 6 do 8 x 4 do 6 µm, s centralno smještenim zrnatim reziduomom. Unutar svake sporociste nalaze se po dva izdužena sporozoita, veličine 8 x 2 µm.

## ***Sprečavanje i liječenje***

Dno rastilišta i mladičnjaka treba redovito i temeljito prosušiti i na taj način uništiti oociste. Mehanička obrada dna odnosno odstranjivanje mulja poboljšava pozitivne učinke isušivanja. Kemijska dezinfekcija (vapnjenje) vlažnog dna smanjit će količinu oocista u površinskom sloju mulja.

Kvalitetna prehrana i povoljni uvjeti za brzi rast umanjuju štetne učinke kokcidioza i povećavaju preživljavanje.

Liječenje kokcidioza danas zabranjenim furazolidonskim spojevima bilo je provođeno na području nekadašnjeg Sovjetskog Saveza (Bauer i sur., 1981) i u Poljskoj (Prost, 1989). Za sprečavanje bolesti i uginuća u Poljskoj je primjenjivan i kokcidiostatik amprolium klorid (Kocylowski i sur., 1976; Prost, 1989). U novijim je laboratorijskim istraživanjima

dokazano kako neki od suvremenih kokcidiostatika sprečavaju i liječe kokcidiozni enteritis šarana (Molnár i Ostoros, 2007). Ipak, za sada nema preporuka o primjeni tih lijekova za sprečavanje kokcidioza u praksi.

### **LITERATURA**

1. Bauer, O. N., V. A. Musselus, Ju. A. Strelkov (1981): Bolezni prudovih ryb. Moskva, Legka i piščevaja promyšlennostj.
2. Kocyłowski B., J. Żelazny, J Antychowicz, J. Panczyk (1976): Incidence of carp-coccidiosis and its control. Bull vet Inst Pulawy 20, 12-1.
3. Lom J., I. Dyková (1992): Protozoan parasites of fishes. Amsterdam, Elsevier.
4. Molnár K., G. Ostoros (2007): Efficacy of some anticoccidial drugs for treating coccidial enteritis of the common carp caused by *Goussia carpelli* (Apicomplexa: Eimeriidae). Acta Vet. Hung., 55, 67-76.
5. Molnár K., G. Ostoros, F. Baska (2005): Cross-infection experiments confirm the host specificity of *Goussia* spp. (Eimeriidae: Apicomplexa) parasitizing cyprinid fish. Acta Protozool., 44, 43-49.
6. Prost, M. (1989): Choroby ryb. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
7. Schäperclaus W., H. Kulow, K. Schreckenbach (1979): Fischkrankheiten. Berlin, Akademie-Verlag.
8. Steinhagen, D. (1991) :Ultrastructural observations on sporozoite stages of piscine-Coccidia: *Goussia carpelli* and *G. subepithelialis* from the intestine of tubificid oligochaetes. Dis. aquat. Org., 10, 121-125.
9. Steinhagen D., K. Hespe (1998): Carp coccidiosis: longevity and transmission of *Goussia carpelli* (Apicomplexa: Coccidia) in the pond environment. Folia Parasitologica 45, 326-328.
10. Steinhagen D., B. Oesterreich, W. Körting (1997): Carp coccidiosis: clinical and hematological observations of carp infected with *Goussia carpelli* Dis. aquat. Org. 30, 137-143.

# BOLESTI ŠARANA – OPASNOSTI U KAVEZNOM UZGOJU

Dražen Oraić, Snježana Zrnčić<sup>1</sup>

## SAŽETAK

*Kavezni uzgoj kao metoda intenzivne proizvodnje u akvakulturi osmišljen je radi uzgoja u visokoj gustoći te postizanja ekonomskog dobitka. Poznato je da je u uzgojima svih vrsta životinja u intenzivnim sustavima s visokim gustoćama preventiva bolesti ključ visokog preživljavanja, a time i isplativosti proizvodnje. Uz poštivanje načela dobre proizvođačke prakse, kvalitetnu vodu i optimalno izbalansiranu hranu primjerenu dobi uzgajanog šarana, očekivani su mortaliteti jedan do pet posto. U odnosu na druge uzgojne sustave, utvrđeno je da u kaveznom uzgoju i morbiditet i mortalitet mogu jako varirati te u slučaju da neki gore spomenuti pokazatelji uzgoja odstupaju od optimuma, gubici mogu nastupiti brzo i biti dramatični. Bolesti poznate u kaveznom uzgoju ne razlikuju se po kauzalitetu od bolesti u drugim sustavima, kao što je na primjer uzgoj u ribnjacima. U našim uvjetima od virusnih bolesti opasnost predstavlja ponajprije proljetna viremija šarana koja je u povijesti šaranskog uzgoja u Hrvatskoj nanosila znatne gubitke, a nova prijetnja je koi herpes viroza koja je u Europi i svijetu posljednjih godina izazvala goleme štete. Od bakterijskih bi bolesti znatne gubitke mogle izazvati infekcije bakterijama vrste *Aeromonas salmonicida* uzročnika eritrodermatitisa. Druge vrste rodova *Aeromonas* i *Pseudomonas*, najčešće *Pseudomonas fluorescens*, uglavnom uzrokuju sekundarne infekcije i pogoršavaju tijekom nekih drugih bolesti. Bakterije vrste *Flavobacterium columnare* izazivaju bolesti škriga, a iznimno opasnost mogu predstavljati i bakterije roda *Mycobacterium*. Paraziti i gljivice vrlo su često prisutni na uzgajanim šaranima te u slučaju stresa ili okolišnih uvjeta pogodnih za njihovo umnažanje mogu izazvati značajne gubitke. Najčešće su to protozoarni paraziti rodova *Ichthyophthyrus*, *Trichodina*, *Ichtyobodo*, *Trypanoplasma*, *Sphaerospora*, potom metazoarni paraziti rodova *Dactylogyrus*, *Gyrodactylus*, *Dyplostomum*, *Botriocephalus*, *Caryophyllaeus*, *Ligula*, *Lernea*, *Ergasilus* i *Argulus*, a od gljivičnih su uzročnika najčešće infekcije rodovima *Saprolegnia*, *Achlya* i *Branchiomyces*. Velika je prednost intenzivnog uzgoja šarana u kavezima u mogućnosti ranog otkrivanja znakova bolesti te pravodobnoj i ciljanoj intervenciji radi sprečavanja gubitaka.*

**Ključne riječi:** šaran, kavezni uzgoj, bolesti

---

<sup>1</sup> Hrvatski veterinarski institut, Odjel za patološku morfologiju - Laboratorij za patologiju riba, Zagreb

## UVOD

Proizvodnja u akvakulturi jedan je od najbrže rastućih izvora hrane u svijetu, a predviđa se da će se rast nastaviti i u budućnosti. Ulov riba i ostalih vodenih organizama u svijetu se procjenjuje na 90 milijuna tona godišnje i ne predviđa se održiv rast ulova iznad 100 milijuna tona, u odnosu na očekivanja da će uzgoj riba i drugih vodenih organizama rasti i u sljedećim dekadama (FAO, 2005).

Kao ozbiljna se prijetnja i značajan financijski teret u proizvodnji riba ističu gubici uzrokovani bolestima, te se bez iznimaka naglašavaju mjere preventive kao najbolji način borbe u suzbijanju šteta od bolesti u akvakulturnoj proizvodnji. Za pravilan izbor i djelotvornu primjenu preventivnih mjera nužno je objektivno prosuditi specifičnosti svake proizvodnje u odnosu na vrstu koja se uzgaja, izbor tehnoloških načela te uvjeta okoliša. Poznavanje i uvažavanje ranijih iskustava, znanja i istraživanja značajno pridonosi i olakšava prosudbu i predviđanje mogućih problema, posebice u području prevencije i suzbijanja bolesti (Oraić i sur., 2001).

## KAVEZNI UZGOJ RIBA

Kavezi za ribu najranije su se počeli primjenjivati u jugoistočnoj Aziji gdje su ih ribari koristili za čuvanje žive ulovljene ribe u kraćem periodu nakon ulova. Primjena kaveza za uzgoj riba radi povećanja težine i veličine započela je u ranim godinama 20. stoljeća. Kavezni je uzgoj riba u svijetu danas široko raširen i primjenjuje se u morima, jezerima te na drugim vodenim površinama poput akumulacija. Važna su istraživanja koja svjedoče o pogodnosti pojedinih vrsta riba za kavezni uzgoj. Temeljna je značajka ove tehnike uzgoja riba visoka gustoća po jedinici volumena te gotovo bez iznimke, hranjenje kompletnom hranom.

Jedna od vrsta za koju se do sada i u praksi potvrdilo da je pogodna za kavezni uzgoj je i šaran (*Cyprinus carpio*). U 2002. godini svjetska je proizvodnja šarana procijenjena na 3,2 milijuna tona, a vrijednost na 2,9 milijardi USD (FAO, 2005). Proizvodnja šarana u Republici Hrvatskoj ima dugu povijest i značajno sudjeluje u akvakulturnoj proizvodnji. Unatoč stoljetnoj tradiciji i nesumnjivom potencijalu, ekonomska zbivanja, Domovinski rat i novi trendovi doveli su do izrazitog pada proizvodnje šarana. Uspoređujući podatke za godine 1980. i 2005., površine šaranskih ribnjaka u eksploataciji gotovo da su prepolovljene, a proizvodnja konzumnog šarana je 73 posto niža te je 2005. godine iznosila 2,180 tona. Ipak, u usporedbi sa 2004. godinom i nekoliko prethodnih, proizvodnja se povećava, ali je put do količina koje su se proizvodile u 80-ima jako dug (Božić i sur., 2007). Novi tehnološki pristupi, kao što je kavezni uzgoj, kojima se i neki novi, dosada neiskorištavani vodeni resursi mogu iskoristiti za uzgoj, mogli bi ubrzati približavanje nekadašnjoj proizvodnji. O zanimljivosti kaveznog uzgoja šarana svjedoče i istraživanja rezultata uzgoja i druge spoznaje o tom tipu proizvodnje ove vrste u zemljama regije.



## BOLESTI U KAVEZKOM UZGOJU

Istraživanja potvrđuju da se bolesti opisane u kaveznom uzgoju riba ne razlikuju po uzroku i uzročnicima od bolesti u drugim tehnološkim rješenjima uzgoja riba (FAO, 1990). Dosadašnja iskustva potvrđuju da, u usporedbi s drugim uzgojnim sustavima, u kaveznom uzgoju i morbiditet i mortalitet mogu jako varirati te da mogu nastupiti brže i biti dramatičniji i po simptomima i po ukupnim gubicima (Zilong i sur., 2007).

Na temelju navedenih načela te podataka i iskustava o bolestima u proizvodnji šarana do sada, u kaveznom uzgoju ove vrste probleme mogu izazvati i virusne, bakterijske, parazitarne i gljivične bolesti, ali i bolesna stanja kao posljedice poremećaja u okolišu ili hranidbene bolesti.

### *Virusne bolesti*

Od virusnih su bolesti u proizvodnji šarana problemi zabilježeni u 80-im godinama s proljetnom viremijom šarana Fijan i sur., (1971) koja je uzrokovana virusom *Rhabdovirus carpio* koji pripada porodici *Rhabdoviridae*. Bolest je najčešća u šarana iako je opisana i u drugih šaranskih vrsta, a javlja se u proljeće i zimi, septikemijskog je karaktera te izaziva mortalitete u mlađa, ali i odraslih riba, koji mogu dosegnuti i 70 posto od zaražene populacije. Teško je iskorijeniti iz inficiranog uzgoja bez uništavanja svih živih organizama u ribnjaku. Dijagnoza se potvrđuje izdvajanjem virusa na staničnoj kulturi, a identifikacija virusa primjenom ELISA, imunoflorescencom ili neutralizacijskim testom. Preboljela infekcija rezultira razvojem jakog imuniteta. Više od dvadeset godina nema prijave ove bolesti u proizvodnji šarana u Hrvatskoj.

Posljednjih nekoliko godina u svjetskoj proizvodnji šarana velike probleme izaziva koherpesvirusa koju uzrokuje šaranski herpesvirus 3. Uzročnik se vrlo brzo širi i izaziva morbiditet do 100 posto i mortalitet do 80 posto, a glavni su simptomi promjene na škrgama i bubrežnom intersticiju. Materijalni su gubici izazvani ovom bolesti ogromni te su prijetnja uzgojima toplovodnih vrsta (Fijan, 2006).

Boginje šarana ili epitelium karakteriziraju promjene na koži u vidu glatkomliječnih izraslina nastalih prekomjernim umnažanjem epitelnih stanica i kao takve su opisane prije stotinjak i više godina. Bolest je vrlo rijetka i blaga te nije prijetnja uzgoju.

### *Bakterijske bolesti*

Eritridermatitis šarana je bolest kože šarana subakutnog do kroničnog tijeka koja se javlja pri temperaturama od 4 do 30°C. Molekularna istraživanja novijeg datuma promijenila su spoznaje o svojstvima netipičnih sojeva bakterije *Aeromonas salmonicida* koji uzrokuju bolest, te sada nije jasno u koje podvrste spadaju. Prvi je znak bolesti jedno hemoragično upalno područje ili više malih, a crvena upalna zona postepeno se širi kako napreduje infekcija. Oštećenje tkiva rezultira tvorbom čira u sredini promjene koji može nastati na bilo kojem dijelu tijela, a tada nastupi infekcija sekundarnim bakterijama i gljivicama. Morbiditet i mortalitet uzrokovani eritridermatitisom šarana variraju ovisno o uvjetima držanja te bolest može uz primjerenu terapiju proteći bez velikih gubitaka. U nepovolj-

nom slučaju infekcije nastaje septikemija pa mortaliteti mogu biti znatni. U fazi oporavka promjene na tkivu se prepoznaju nestankom upalne zone te se formiraju sivkasto-crni ožiljci.

Neke od bakterija roda *Pseudomonas* među prvima su prepoznate i identificirane kao uzročnici bolesti riba. Za uzgoj šarana opasnost predstavlja vrsta *Pseudomonas fluorescens* koja je normalno prisutna u slatkoj vodi (Austin i Austin, 1989). Kao uzročnik bolesti u šarana javlja se nakon stresa zbog neodgovarajućih okolišnih uvjeta ili uvjeta uzgoja, a radi slabljenja otpornosti može komplicirati tijek drugih bolesti. Karakteriziraju je simptomi hemoragične septikemije u akutnom tijeku, ali pri snažnom stresu (Petrinec i sur., 1985) i slabijoj otpornosti moguća je visoka smrtnost riba u perakutnom tijeku bolesti bez jasnih promjena na uginulim ribama.

Bolest kolumnaris uzrokuju bakterije *Flavobacterium columnare* iz porodice *Flavobacteriaceae* kojoj pripadaju i druge vrste po cijelom svijetu rasprostranjenih bakterija koje uzrokuju lokalizirane promjene na škrgama i po površini kože. Teži oblici bolesti i povišeni mortaliteti česti su nakon stresnih situacija i uvjeta kao što su izlovi, niska koncentracija kisika, povišen amonijak (Austin i Austin, 1993). Bolest je utvrđena u svih intenzivno uzgajanih i slatkovodnih i morskih vrsta riba. Kliničku sliku karakteriziraju gubitak apetita, letargija, znakovi asfiksije s otvaranjem (širenjem) škržnih poklopaca i usta. U mlađa i slabijih riba u izrazito lošim uvjetima moguć je septikemijski oblik perakutnog tijeka bez vidljivih promjena. Mikroskopski u nativnom preparatu škrge vidljivi su znaci upale i hiperplazije škržnog epitela, zgušnjavanje škržnih lamela, nekrotične promjene te prisutnost brojnih nitastih bakterija priljubljenih uz epitel skupljenih u stupiće.

### **Parazitarne bolesti**

Općenito se parazitarne bolesti riba ne smatraju najtežim problemom u uzgoju šarana. Međutim njihov utjecaj na profitabilnost uzgoja može biti presudan zato što mogu direktno prouzročiti mortalitete, ali i izazvati veću sklonost drugim bolestima, imati negativan utjecaj na rast, konverziju i kvalitetu ribe, pojačati stres. Često nije lako precizno procijeniti učinak parazitizma na zdravstveni status nekog uzgoja. Prisutnost parazita ne podrazumijeva uvijek da su mortaliteti uzrokovani parazitima. Oblik i intenzitet problema uzrokovan parazitima ovisi o mnogim čimbenicima kao što su vrsta parazita prisutna u riba u uzgoju, vrsta domaćina, gustoća nasada, dob ribe, fiziološki i zdravstveni status populacije u uzgoju, sustav uzgoja. Ponajprije je potrebno utvrditi prisutnost i odrediti ako ne vrstu onda rod ili barem porodicu, što u pravilu ukazuje na životni ciklus čime su određene mjere sprečavanja i liječenja bolesti. U kaveznom bi uzgoju šarani mogli obo-ljeti od niza parazitarne vrste od praživotinja, crva do člankonožaca.

*Ichthyobodo necator* uzrokuje ihtioodozu, dugo vremena poznatu pod nazivom kostija-za zbog prijašnjeg imena *Costia necatrix*, a naziva se i zarazno zamućenje kože i škrge. Parazit je proširen po cijelom svijetu i nije specifičan za određenog domaćina. Javlja se u slobodnoživućem obliku u vodi i parazitarnom obliku kada se prihvaća na leđnu peraju ili škržne lamele inficiranih riba. Osim toga nalazimo ga na prsnim i podrepnim perajama. Važan je uzročnik bolesti u mlađa u mrijestilištu te riba u slabijoj kondiciji. Može izazivati mortalitete do 70 posto, a razvoju infekcije pogoduje stres uzrokovan premještanjem

ribe i rastom temperature okoliša. Oboljela se riba okreće u vodi te često dolazi do nekih uronjenih predmeta i češe se uz te površine zbog iritacije kože koju uzrokuje parazit. Uočava se pojačano lučenje sluzi, iskrzane peraje, škrge su otečene, a mikroskopskom se pretragom može utvrditi hiperplazija sekundarnih škržnih lamela, nekroze i druge promjene. Paraziti iz roda *Cryptobia* također izazivaju infekcije kože i škrge, ali i probavnog sustava. Ipak se za uzgoj šarana do sada najčešće kao problem navodi *C. branchialis* koji se prenosi direktno s ribe na ribu, a u slučaju visoke koncentracije organske tvari u vodi može se brzo namnožiti i izazvati oštećenja na škragama u tolikoj mjeri da izazovu ugušenja i visoki mortalitet. Iz ovog su roda i krvni paraziti *Trypanoplasma borelli* koji u nepovoljnim okolnostima izazovu iscrpljenost i anemiju, a *Trypanosoma danielewskyi* je potencijalno opasna za mlađ (Fijan, 2006).

Bolest izazvana parazitom *Ichthyophthirius multifiliis* opisana je u svim dijelovima svijeta gdje se uzgajaju ribe pa tako i u subtropskim i subartičkim područjima. Čini se da *I. multifiliis* parazitira na svim slatkovodnim ribama i nema podataka o vrstama koje su prirodno otporne iako postoje razlike u osjetljivosti među vrstama. Neki autori pretpostavljaju da postoje fiziološki sojevi parazita koji ovise o temperaturi okoliša. Bolest se javlja u doba godine kada su uvjeti za brzo umnažanje parazita najpovoljniji. Pogodovni su čimbenici za širenje bolesti gustoća populacije u uzgoju, stres, loši parametri okoliša i temperatura. Više temperature ubrzavaju razvojni ciklus parazita. Tijekom infekcije paraziti se najčešće javljaju na dorzalnoj površini i na škragama. U početku infekcije ribe se skupljaju na dotoku svježje vode kako bi izbjegle kontakt sa slobodnoplivajućim terontima te trljaju tijelo o predmete u vodi ili rubove objekta zbog iritacije kože i škrge. Često plivaju brže nego što je to uobičajeno, iskaču iz vode te brzo odmiču škržne poklopce pokušavajući dobiti više kisika. U uznapredovalim stadijima su letargične i prestaju uzimati hranu. Kod blagih se infekcija na površini ribe može uočiti nekoliko bijelih točaka, a kod žešćih je površina kože prekrivena bijelim točkama poput griza. Ona područja na kojima je došlo do promjene na koži često su područja sekundarnih bakterijskih i gljivičnih infekcija. Osim toga prisutna je i pojačana sekrecija sluzi. U uzgoju šarana česte su ektoparazitaze izazvane trepetljikašima *Trichodina*, *Trichodinella*, nametnicima iz roda *Chilodonella*, kao i trepetljikašima s prihvatalkom iz rodova *Apiosoma* i *Epistylis* koji redom u malom broju nisu opasni, ali pogoršanjem uvjeta za ribu brzo se umnožavaju, otvaraju put sekundarnim bakterijskim i gljivičnim bolestima, a inficirane ribe gube apetit, mršave i ugibaju. U kaveznom uzgoju šarana problemi bi mogli biti uzrokovani i praživotinjama izazvanima upalom crijeva koja nastupi umnažanjem kokcidija vrste *Goussia carpelli*, kao i kokcidioznom čvoričavosti crijeva u šarana izazvanom vrstom *G. Subepithelialis* (Molnar, 1995).

Više od 1250 vrsta *Myxosporidia* opisano je u tkivima i organima slatkovodnih, morskih riba te vrsta koje žive u bočatoj vodi. Neke su vrste specifične za određene domaćine, dok se druge javljaju u mnogih vrsta. Patogenost im također varira s obzirom na vrstu, uglavnom su patogenije histozoične vrste (u tkivima) od celozoičnih (u tjelesnim šupljinama). Upala ribljeg mjehura u šarana izazvana parazitom *Sphaerospora renicola* proširena je u uzgojima šarana u Europi i Izraelu. Bolest se javlja u oko 70 posto populacije šaranskog mlađa. Pseudoplazmodiji žive u lumenu bubrežnih tubula tvoreći spore koje se izlučuju u okoliš te inficiraju međudomaćina, najvjerojatnije nekog tubificida dna preko kojeg se bolest prenosi na novu generaciju šaranskog mlađa. Velike količine sporogenih stadija

oštećuju bubrežne tubule izazivajući atrofiju i nekrozu bubrežnog epitela. Ovaj parazit ima dva kruga ekstrasporogenog razvoja, prvo je infektivni stadij u krvi, a drugi je stadij srogenih plazmodija u stijenci ribljeg mjehura koji izaziva upalu ribljeg mjehura koja se očituje krvarenjima, hiperplazijom epitela, proliferacijom vezivnog tkiva i sekundarnim bakterijskim infekcijama. Oboljele ribe pokazuju poremećaj u plivanju te konačno uginu. Gubici mogu biti vrlo visoki, do 80 posto šaranskog mlađa (Zrnčić, 1990). Čini se da bi za kavezni uzgoj šarana presudan značaj imao izbor nasadnog materijala u odnosu na zdravstveni status, a moguće i prema kategoriji. Od drugih miksozoa s promjenama na škrigama, negativan bi značaj mogle imati miksozoe roda *Myxobolus* te vrsta *Sphaerospora molnari*.

Na škrigama šarana, posebice mlađa, učestao je nalaz metilja roda *Dactylogyrus*. Nerijetko na istoj ribi parazitira više vrsta istog roda, a najčešći je *Dactylogyrus vastator*; relativno mali ektoparazitarni metilj koji kao odrasli crv živi samo pet dana. Rjeđe su invazije *D. extensus* kojem odgovara temperatura oko 17°C. U inficiranim škrigama dolazi do pojačanog lučenja sluzi i hiperplazije epitela, a žestoke invazije, posebice u mlađa, mogu rezultirati visokim mortalitetima zbog ugušenja. U podrazred jednodomnih metilja ubraja se i rod živorodnih plosnatih crva *Gyrodactylus* koji u povoljnim uvjetima u slabijih primjeraka, pa čak i konzumnog šarana, mogu uzrokovati znatna oštećenja škriga i kože te velike gubitke (Cone, 1995). Nametnici podrazreda dvodomnih i trodomnih metilja rodova *Sanguinicola*, *Diplostomum*, *Posthodiplostomum* (Paperna, 1995) te trakavica razreda *Cestodea* rodova *Botriocephalus*, *Khavia*, *Caryophyllaeus*, *Ligula* imaju u životnom ciklusu barem jednog i više međudomaćina (Dick i Choudhury, 1995) te nisu opasni za uzgoj šarana u kavezima ako se nasađuje zdrava riba za uzgoj. Iz koljena člankonožaca štete šaranima u uzgoju svojim parazitiranjem uzrokuju ženke veslonožnih račića roda *Lerneae* uključujući i razvojne stadije na ribi, posebice nauplije, koji kada su u velikom broju na škrigama izazivaju ugušenje. Ovisno o konstrukciji kaveza, šaranska bi uš (*Argulus foliaceus*) mogla u izrazito nepovoljnim uvjetima izazvati probleme te poslužiti kao pasivni prenositelj uzročnika drugih bolesti.

Od gljivičnih su bolesti najčešće infekcije rodovima *Saprolegnia*, *Achlya* i *Branchiomyces*. Ipak, to su sekundarne infekcije kože i škriga subakutnog i kroničnog tijeka, lako prepoznatljive, tako da u kaveznom uzgoju s primjerenom tehnologijom njihov značaj nije velik.

Upozoravajući su podaci koje Monette i sur. (2006) navode u svom radu opisujući slučaj mortaliteta šarana u rijeci St. Lawrence za koje su utvrdili da su nastupili kao posljedica bakterijske infekcije vrstom *Aeromonas hydrophila* i bakterijama roda *Flavobacterium* u situaciji imunosupresije izazvane stresom. Taj incident pokazuje da postoji opasnost od poboljšavanja riba od uzročnika bolesti koji su poznati kao uzrok patoloških promjena u riba, ali u nepovoljnim uvjetima i kombinaciji stresnih situacija moguć je i novi patološki tijek i oblik.

## ZAKLJUČAK

Iskustva uzgoja drugih vrsta riba u kavezima svjedoče da bolesti imaju značajan, ponekad i presudan učinak na profitabilnost posla.

- Uzgoj šarana u kavezima donosi prednosti u hranidbi kompletnom hranom, tako da neki uzročnici bolesti koji ovise o razvojnom ciklusu ili vektorima gube na značaju.
- Kontrola važnih okolišnih parametara i mogućnost intervencije radi optimalizacije u incidentnim situacijama pridonose boljim rezultatima uzgoja.
- Mogućnost dobre zaštite od predatora i otuđenja ribe.
- Prednost je intenzivnog uzgoja šarana u kavezima rano otkrivanja znakova bolesti te mogućnost pravodobne i ciljane intervencije radi sprečavanja gubitaka.
- Ipak, temeljne prednosti kaveznog uzgoja, intenzivna hranidba u visokoj gustoći u nepovoljnim okolnostima uz stres i prisutnost uzročnika mogu rezultirati brzim i izrazito visokim morbiditetom i nerijetko visokim mortalitetom.
- Bolesti u kaveznom uzgoju šarana ne smiju se zanemariti, a mogu se učinkovito prevenirati i suzbijati.

## LITERATURA

1. Austin, B., D. Austin (1989): *Methods for the Microbiological Examination of Fish and Shellfish*. Ellis Horwood Ltd., London.
2. Austin, B., D. Austin (1993): *Bacterial Fish Pathogens. Diseases in Farmed and Wild Fish*. Ellis Horwood, London, pp. 265-307.
3. Božić, M., B., Marković, V., Knjaz (2007): *Analiza slatkovodnog ribarstava*. Hrvatska gospodarska komora. Zbornik radova, 86 str.
4. Cone, (1995). *Monogenea (Phylum Platyhelminthes) u: Fish Diseases and Disorders. Vol. I, Izd. Woo P.T.K., CABI Publishing*.
5. Dick i Choudhury, 1995 *Cestoidea (Phylum Platyhelminthes) u: Fish Diseases and Disorders. Vol. I, Izd. Woo P.T.K., CABI Publishing*.
6. FAO, (1990): *Better Freshwater Fish Farming: Raising Fish in Pens and Cages*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 83 pp.
7. FAO, (2005). *Global Aquaculture Database*, Food and Agriculture Organization, 11/05/05.
8. <http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom5root&xml5series/index.xml>, 2002.
9. Fijan, N., Z., Petrinc and D., Sulimanović (1971): Isolation of the viral causative agent from the acute form of infectious dropsy of carp. *Veterinarski arhiv*, 41, 125–138.
10. Fijan, N. (2006): *Zaštita zdravlja riba*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 392 str.
11. Molnar, K., (1995): *Phylum Apicomplexa u: Fish Diseases and Disorders. Vol. I, Woo P.T.K., CABI Publishing*.
12. Monette, S., A. D., Dallaire, M., Mingelbier, D., Groman, C., Uhland, J. P., Richard, G., Paillard, L. M., Johansson, D. P., Chivers, H. W., Ferguson, F. A., Leighton, and E., Simko (2006): *Massive Mortality of Common Carp (Cyprinus carpio carpio) in the St. Lawrence River in 2001: Diagnostic Investigation and Experimental Induction of Lymphocytic Encephalitis*. *Vet. Pathol.* 43:302-310.

13. Oraić, D., S., Zrnčić, M., Salajster (2001): Preventiva, kontrola bolesti i ocjena higijenske kakvoće riba i školjaka. (Prevention, diseases control and sanitary control of fish and shellfish). Hrvatski veterinarski institut-Zagreb, 72 strane. ISBN 953-6836-14-9.
14. Paperna, I. (1995): Digenea (Phylum Platyhelminthes) u: Fish Diseases and Disorders. Vol. I, Woo P.T.K., CABI Publishing.
15. Petrinc, Z., T., Naglič, Ž., Matašin and N., Fijan (1985): Pseudomonas fluorescens septicaemia in bighead carp (*Aristichythis nobilis*, Rich.) following handling. *Veterinarski Arhiv*, 55, 277–284.
16. Zilong, T., K., Cedric and J. E., William (2007): Health management practices for cage .
17. Aquaculture in Asia - a key component for sustainability. [http://aqua.intervet.com/binaries/127\\_123010.pdf](http://aqua.intervet.com/binaries/127_123010.pdf)
18. Zrnčić, S. (1990): Putevi širenja upale ribljeg mjehura u šarana (*Cyprinus carpio*, L.). *Magistarska rasprava*. (Zagreb).

# KOI HERPES VIROZA ŠARANA

Snježana Zrnčić, Dražen Oraić<sup>1</sup>

## SAŽETAK

*Koi herpes virus uzročnik je teške bolesti s visokim udjelom uginuća u svih kategorija šarana i koi šarana (*Cyprinus carpio*). Proširena je po čitavom svijetu i podliježe obvezi prijavljivanja Međunarodnom uredu za epizootije (OIE), a od kolovoza 2008. godine suzbija se prema zakonima EU. Bolest je prisutna u Europi od 1996. godine, ali su prvi znatni gubici u uzgoju šarana uočeni u Izraelu 1998. godine. Karakterizira je brzo širenje i do danas je zabilježena u uzgojima ukrasnog i konzumnog šarana u Njemačkoj, Poljskoj, Danskoj, Austriji, Belgiji, Francuskoj, Nizozemskoj, Švicarskoj, Velikoj Britaniji, južnoj Africi, Irskoj, Češkoj, Kini, Indoneziji, Japanu, Tajlandu, SAD-u. Najčešće se javlja pri temperaturama vode između 17 °C i 26 °C s morbiditetom od 100 posto i najčešće vrlo visokim mortalitetom, do 90 posto. Klinički znaci uključuju letargiju, poremećaje u plivanju i otežano disanje te smrt 24 do 48 sati nakon što se zamijete promjene u ponašanju. Patomorfološke promjene uključuju mršavost, enofialmiju, oštećenje peraja, krvarenja po osnovama peraja, naslage sluzi na koži i škragama s nekrozama ili krvarenjima, osobito po škragama. Razudbom se može uočiti povećanje prednjeg bubrega i slezene u ranijim stadijima bolesti. Česte su sekundarne bakterijske infekcije uvjetno patogenim bakterijama i parazitarne invazije koje mogu otežati dijagnozu. Izrazito visoki mortaliteti i veliki ekonomski gubici u uzgoju konzumnog šarana zabilježeni su u Izraelu, Njemačkoj i Poljskoj. Negativna iskustva u spomenutim europskim, a i nekim azijskim zemljama nameću nužnost prevencije mogućih šteta od ove bolesti u hrvatskom uzgoju šaranskih vrsta riba, ponajprije konzumnog šarana. Na temelju tih iskustava potrebno je informirati sve uključene u toplovodnu akvakulturu o saznanjima o KHV-u te pripremiti i akcijski plan za slučaj unosa i/ili pojave bolesti.*

**ključne riječi:** koi herpes, šaran, klinički znaci

## UVOD

Usprkos vrlo opsežnim regulatornim aktima na svjetskoj razini koje izdaje Međunarodni uređ za epizootije (OIE, 2007) i na europskoj razini kroz Direktive EC (2006/88/EC), javljaju se epizootije širokih razmjera s posljedičnim vrlo visokim gospodarskim štetama. Primjer je takve globalne epizootije koja je izazvala ogromne ekonomske štete u proizvodnji šarana (*Cyprinus carpio carpio*) i njegova ornamentalnog rođaka koji se uzgaja za ukrasne svrhe koi šarana (*Cyprinus carpio koi*) infekcija uzrokovana koi her-

<sup>1</sup> Hrvatski veterinarski institut, Odjel za patološku morfologiju, Laboratorij za patologiju riba



pes virusom. Prva izvješća o gubicima u uzgojima šarana i koi šarana uzrokovana ovom kontagioznom bolesti objavljena su 1999. godine (Ariav i sur.), a otada se bolest proširila po čitavom svijetu nanoseći vrlo velike štete. Kako uzgoj šarana predstavlja značajni udio u Hrvatskoj akvakulturi, svrha je ovog teksta upoznati sve involvirane u tu privrednu djelatnost s proširenošću bolesti i štetama koje je izazvala u pojedinim zemljama, na temelju kojih znakova prepoznati moguću sumnju na bolest, načine širenja i sprečavanja te važnosti pripreme intervencije u slučaju unosa bolesti u zemlju. Iako kod nas nije bilo slučajeva bolesti, zbog njene prirode brzog širenja te brojnih primljivih vrsta u ribnjačarstvima i otvorenim vodama potrebno je podići razinu svjesnosti da je unos u zemlju pitanje trenutka.

### ***Proširenost KHV-a u svijetu***

Prvi je put bolest dijagnosticirana u SAD-u 1998. godine iz materijala s uzgajališta obje vrste šarana zahvaćenih epidemijom u Izraelu i SAD-u (Hedrick i sur. 2000), a nakon toga se bilježe novi dijagnosticirani slučajevi na svim kontinentima (Haenen i sur. 2007):

### ***Europske zemlje***

1997. – prva pojava u koi šarana u Njemačkoj, a virus je utvrđen 2002. godine  
1998/99. – sumnja na bolest u Engleskoj, a prvi je put uzročnik izdvojen 2000. godine, prisutnost potvrđena 2003.

1999. – infekcija je zabilježena u Belgiji u koi šarana s mortalitetom do 90 posto

2001. – prva izolacija u Nizozemskoj, pozitivni nalazi bilježe se kontinuirano od 2002. godine, sumnja na bolest u Francuskoj koja je potvrđena 2003. u koi šarana uvezenih iz Izraela

2002. – pozitivan nalaz u Danskoj

2003. – KHV pozitivni primjerci u Austriji, Luksemburgu, Italiji, Švicarskoj, Poljskoj gdje su zabilježene dvije epidemije 2004. godine

2005. i 2006. – virus je izdvojen iz šarana u Češkoj i Irskoj

2007. – izdvojen virus u Švedskoj

2008. – prvi pozitivni slučaj KHV u šarana u Sloveniji (OIE, 2008)

Dosad bolest nije zabilježena u Bosni i Hercegovini, Hrvatskoj, Mađarskoj, Finskoj, Norveškoj, Rumunjskoj, Bugarskoj, Estoniji, Slovačkoj, Grčkoj, Srbiji i Cipru (Haenen i sur. 2007).

### ***Ostatak svijeta***

Izvan Europe virus je 1998. godine izdvojen iz oboljele ribe u SAD-u (Hedrick i sur. 2000), a osim Izraela, golemi su gubici izazvani u uzgojima Azije, ponajprije 2002. godine u Indoneziji te Kini i Japanu, a 2003. se proširila na Tajvan te 2004. godine u Tajland. Osim u Aziji, pojava bolesti zabilježena je od 2001. do 2003. godine u južnoj Africi.



## ***Karakteristike i putevi širenja infekcije uzrokovane KHV-om***

U zaraženoj populaciji javlja se veoma visok udio morbiditeta (100%) s mortalitetom do 90 posto (Dishon i sur. 2005). Bolest se javlja pri temperaturama vode od 17 do 27°C. Obolijevaju sve dobne skupine šarana, međutim primljiviji je mlađ. Do sada je u polikulturi bolest uočena samo u šarana iako su rezultati istraživanja Bergmanna i Kemptera (2007) potvrdila da KHV-om mogu biti inficirane sljedeće vrste riba: zlatni karas (*Carassius auratus auratus*), karas (*C. carassius*), amur (*Ctenopharyngodon idella*), sivi tolstolobik (*Aristichthys nobilis*), srebrni tolstolobik (*Hypophthalmichthys molitrix*), linjak (*Tinca tinca*), som (*Silurus glanis*), šaran (*Cyprinus carpio*), nosara (*Vimba vimba*) i kečiga (acipenseridae, *A. gueldenstaedtii*, *A. oxyrinchus*, *A. ruthenus*). Od nabrojanih vrsta, sve mogu prenijeti infekciju KHV-a na šarana osim srebrnog i sivog tolstolobika, soma, nosare i acipenserida. Vektor infekcije može biti voda, fekalni materijal, sediment ili se prenosi direktno s ribe na ribu (Dishon i sur. 2005, Hartman i sur. 2004). Ulazna su vrata infekcije najvjerojatnije škrge (Dishon i sur. 2005) i crijevo (Haenen i sur. 2006). Virus se umnaža u crijevu i bubregu inficirane ribe (Dishon i sur. 2005). Smrt nastupa jedan do dva dana nakon pojave prvih kliničkih simptoma bolesti (Hartman i sur. 2004). Zaražene ribe obolijevaju šest do 24 dana nakon infekcije pri temperaturama povoljnim za razvoj infekcije (Dishon i sur. 2005) koje variraju od 17 do 26°C; 18 do 27°C; 18 do 25°C; 22 do 26°C i 18 do 28°C (Haenen i sur. 2004, Hartman i sur. 2004, Ronen i sur. 2003, Perelberg i sur. 2003). Virus može u nekih primjeraka izazvati latentnu ili slabu perzistirajuću infekciju i takve životinje mogu biti trajni izvor infekcije (St-Hilaire i sur. 2005). Izvan ribe može preživjeti nekoliko tjedana, a u vodi preživljava četiri do najdulje 18 sati (Perelberg i sur. 2003). Virus je stabilan u vodi i blatu pri temperaturi od 21°C i može inficirati ribu. Klinički se znakovi gube pri temperaturama ispod 13°C (Hedrick i sur. 2005) i iznad 30°C pa ribe kojima se povisi temperatura vode iznad tog limita često preživljavaju infekciju (Ronen i sur. 2003). Virus je moguće izdvojiti sedam mjeseci nakon infekcije iz škrge, bubrega, slezene i leukocita (Haenen i sur. 2006).

## ***Klinički znaci***

Klinički su znaci bolesti nespecifični i često brojne inficirane ribe ugibaju perakutno (Hartman i sur. 2004, Goodwin 2003). Oboljele ribe obično prestaju uzimati hranu, imaju poremećaj orijentacije i plivanja, ne reagiraju na podražaj i često „vise“ u vodi. Disanje im je poremećeno, a na koži i škragama moguće je uočiti velike količine sluzi koja se grušta.

## ***Vanjske promjene***

U oboljelih je riba moguće uočiti krvarenja po škragama uz svijetla područja s umjerenom do jakom nekrozom, mršavost, endoftalmiju, mrlje po koži uz oštećenja (Bretzinger i sur. 1999, Haenen i sur. 2004, Hoffman i sur. 2004). Lezije su prekrivene povećanom količinom sluzi. Na osnovama peraja uočljiva su krvarenja te lezije peraja.

## ***Unutarnje promjene***

Razudbom klinički oboljelih primjerka ponekad u ranom stadiju nisu jasno izražene promjene, no obično se uočava povećan prednji bubreg, otečenost slezene i ispruganost srca (Haenen i sur. 2004). Stoga su neki autori nazvali bolest virusna nekroza škruga i intersticijalni nefritis (Dishon i sur. 2005).

## ***Uzročnik bolesti***

TEM-om (transmisivna elektronska mikroskopija) tkiva škruga uočene su čestice nalik na herpesvirus u jezgri i citoplazmi (Ariav i sur. 1999, Bretzinger i sur. 1999, Hedrick i sur. 2000). Utvrđeno je da uzročnik pripada porodici *Herpesviridae* i prvotno je zbog različitosti od ostalih herpesvirusa koji izazivaju infekcije u šarana nazvan ciprinidni herpes virus – CyHV-3 (Waltzek i sur. 2005). Ostali herpes virusi koji izazivaju bolesti u ciprinidnih vrsta riba su CyHV 1 - ciprinidni herpes virus 1, poznat kao uzročnik boginja šarana, i CyHV 2 - ciprinidni herpes virus 2, uzročnik herpesvirusne hematopoetske nekroze zlatnog karasa (Fijan 2006). Virus je moguće kultivirati i izdvojiti *in vitro* na linijama stanica peraja koi šarana (KF) ili mozga šarana (CCB) (Hedrick i sur. 2000, Way i sur. 2001). Na temelju sekvencioniranja genoma dokazano je da se azijski sojevi koi herpes virusa razlikuju od američkih, izraelskih i europskih (Haenen 2007).

## ***Dijagnostika***

U posljednjih su nekoliko godina razvijene mnoge tehnike za dijagnostiku koi herpes viroze i detekciju koi herpes virusa (TEM, histopatologija, imunohistokemija, umnažanje virusa na kulturama stanica, IFAT na otiscima bubrega, ELISA, PCR i RT-PCR, hibridizacija *in situ*, LAMP “loop mediated isothermal amplification” koji podrazumijeva utvrđivanje KHV DNA primjenom 4 – 6 početnica za prepoznavanje 6 – 8 određenih regija, itd). S obzirom na to da većina tehnika nije validna, preporučuje se da se radi sigurnosti koriste barem dvije metode (Haenen i sur. 2004). Histološkom pretragom tkiva uočavaju se virusne inkluzije u staničnim jezgrama tkiva škruga, crijeva i bubrega (Ariav i sur. 1999, Hedrick i sur. 2000). Virus je moguće izdvojiti ako se inficirana tkiva inkubiraju pet do osam dana (do 12 d) pri 26 °C na staničnim kulturama (KF, CCB) (Neukirch i sur. 1999, Hedrick i sur. 2000, Way i sur. 2001, Engelsma i Haenen 2005). Različite tehnike lančane reakcije polimerazom (PCR i RT PCR) za otkrivanje KHV DNA u suspenziji organa škruga i bubrega opisali su brojni autori (Gilad i sur. 2002, Bercovier i sur. 2005, Way i sur. 2004).

## ***Preporuke OIE u slučaju sumnje na KHV***

*Definirati sumnju na KHV* – znači da su prisutni tipični klinički znaci bolesti u populaciji primljivih vrsta riba ili tipične histopatološke promjene u tkivu ili tipični CPU (citopatogeni učinak) na liniji stanica bez identifikacije uzročnika ili izoliran pozitivan rezultat dobiven prethodno opisanim metodama.

*Definicija potvrđenog slučaja* – znači da je sumnja na KHV potvrđena identifikacijom uzročnika serološkom ili molekularnom metodom.

Materijal riba podesan za virusološko pretraživanje – asimptomatske ribe (naoko zdrave ribe): škrge, bubreg, slezena i encefalon (bilo koje veličine ribe). Klinički oboljele ribe: škrge, bubreg, slezena, crijeva i encefalon (bilo koje veličine ribe).

### ***Razmatranje mjera za sprečavanje pojave KHV-a***

S obzirom na brzo širenje, visok udio morbiditeta i mortaliteta u inficiranim populacijama te ogromne materijalne štete izazvane koi herpes virusom od 5,5 milijardi dolara u Indoneziji ili 1,5 milijardi dolara u Japanu (Subasinghe 2005, Bondad-Reantaso i Sunarto 2006), nužno je razmotriti mjere za sprečavanje pojave KHV-a u Hrvatskoj.

Nužno je potpuno informirati o znacima prepoznavanja bolesti i načinu širenja sve koji su na bilo koji način uključeni u uzgoj šaranskih vrsta ribe, poimence uzgajivače, veterinarske inspektore, Upravu za veterinarstvo i Upravu za ribarstvo, sportske ribolovce koji gospodare šaranskim vodama, a dakako i laboratorije koji se bave bolestima riba. U sprečavanju unošenja bolesti u zemlju vrlo važnu ulogu imaju uzgajivači koji moraju obratiti pozornost da kupuju ribu za uzgoj iz sigurnih izvora koji imaju dokumentaciju o odsustvu bolesti koje se kontroliraju prema svjetskoj i europskoj legislativi. Nadalje, bez obzira na to što u Hrvatskoj nema mogućnosti za karantenu, nužno je nakon unošenja nove riblje populacija na ribnjačarstvo tu ribu izolirati određeno razdoblje i do završetka laboratorijskih pretraga na virusne bolesti. Potrebno je voditi računa o tretmanu otpadnih voda kako se eventualni patogeni ne bi širili u otvorene vodotoke. Nadalje, nužno je svakodnevno pažljivo promatrati ponašanje ribe u ribnjacima i u slučajevima sumnje pravodobno potražiti stručnu pomoć/dijagnozu. Svrha je ovog članka također naglasiti opasnosti od koi herpes virusa i upoznati sve uključene u cipurinkulturu s osnovnim podacima o bolesti.

### ***LITERATURA***

1. 2006/88/EC: Council Directive laying down animal health requirements for aquaculture animals and products thereof, and on the prevention and control of certain diseases in aquatic animals.
2. Ariav, R., S., Tinman, I. Bejerano (1999): First report of newly emerging viral disease of *Cyprinus carpio* in Israel. Abstract of poster, EAAP Conference, Rhodes, Sept 1999.
3. Bercovier, H., Y. Fishman, R., Nahary, S. Sinai, A. Zlotkin, M. Eyngor, O. Gilad, A. Eldar, R. P. Hedrick (2005): Cloning of the koi herpesvirus (KHV) gene encoding thymidine kinase and its use for a highly sensitive PCR based diagnosis. *BMC Microbiol.*, 5(1):182-199.
4. Bergmann, S., J. Kempter (2007): Host specificity of KHV infection. Report of KHV open workshop. EAAP Conference, Grado, Italy, Sept 2007.
5. Bondad-Reantaso, M. G., A. Sunarto (2006): Lessons in Managing the Koi Herpes Virus Disease Outbreak in Indonesia. OIE Global Conference on Aquatic Animal Health, Bergen, Norway, Oct 2006.
6. Bretzinger, A., T. Fischer-Scherl, M. Oumouna, R. Hoffman, U. Truyen (1999): Mass mortalities in koi carp, *Cyprinus carpio*, associated with gill and skin disease. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 19(5):182-199.

7. Dishon, A., A. Perelberg, J. Bishara-Shieban, M. Ilouze, M. Davidovich, S. Werker, M. Kotler (2005): Detection of carp intersittal nephritis and gill necrosis virus in fish droppings. *Appl. And Environm. Microbiol.* 71(11):7285-7291.
8. Engelsma, M.Y., O. L. M. Haenen (2005): KHVD, Diagnosis, Control, Research and Future in The Netherlands and Europe. *Bull. Fisheries Res. Agency, Suppl. No.* 2:13-14.
9. Fijan, N. (2006): Zaštita zdravlja riba. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, str. 392.
10. Gilad, O., S. Yun, K. B. Andree, M. A. Adkinson, A. Zlotkin, H. Bercovier, A. Eldar, R. P. Hedrick (2002): Initial characteristic of koi herpesvirus and development of a polymerase chain reaction assay to detect the virus in koi, *Cyprinus carpio* koi. *Dis. Aquat. Org.*, 48:101-108.
11. Goodwin, A. (2003): Differential Diagnosis SVC: vs. KHV in Koi. *Fish Health Newsletter, AFH/FHS.* 31(1): 9-13.
12. Haenen, O., R. Hedrick (2006): Koi herpesvirus workshop. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 26(1):26-37.
13. Haenen, O. L. M., N. J. Olesen (2007): Epizone Qustionnaire: Global spread of Koi Herpesvirus by 2007. Poster at EAFP Conference, Grado, Italy, Sept 2007.
14. Haenen, O. L. M., K. Way, S. M. Bergmann, E. Ariel (2004): The emergence of koi herpesvirus and its significance to European aquaculture. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 24(6):293-307.
15. Hartman, K. H., R. P. E. Yanong, B. D. Petty, R. Francis-Floyd, A. C. Riggs (2004): Koi Herpes Virus (KHV) Disease, Univ. FL, IFAS Exten. Fact Sheet VM-149.
16. Hedrick, R. P., O. Gilad O, S. Yun, J. V. Spangenberg, G. D. Marty, R. W. Nordhausen, M. J. Kibus, H. Bercovier, A. Eldar (2000): A herpesvirus associated with mass mortality of juvenile and adult koi, a strain of common carp. *Journ. Aquat. Anim. Health*, 12:44-57.
17. Hedrick, R.P., O. Gilad, S. C. Yun, T. S. McDowell, T. B. Waltzek, G. O. Kelly, M. A. Adkinson (2005): Initial Isolation and Characterization of a Herpes-like Virus (KHV) from Koi and Common Carp. *Bull. Res. Fish. Agency, Suppl. No. 2, Special issue: International Symposium on Koi Herpesvirus Disease*, pp 1-7.
18. <http://www.oie.int> - OIE World Animal Health Information Database, WAHID Interface: Koi herpes virus disease, Slovenia
19. Neukirch, M., K. Borrcher, S. Bunnajirakul (1999): Isolation of a virus from koi with altered gills. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.*, 19(5):221-224.
20. OIE (2007): *Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals.* Office International des Epizooties, Paris, France, 6<sup>th</sup> ed.
21. Perelberg, A., M. Smirnov, M. Hutoran, A. Diamant, Y. Bejerano, M. Kotler (2003): Epidemiological description of new viral disease afflicting cultured *Cyprinus carpio* in Israel. *The Israeli J. Of Aquaculture – Bamidgheh* 55(1):5-12.
22. Rohana, R.P.(2005): Epidemiological approach to aquatic animal health management: opportunities and challenges for developing countries to increase aquatic production through aquaculture. *Prev. Vet. Med.* 67:117-124.
23. Ronen, A., A. Perelberg, J. Abramowitz, M. Hutoran, S. Tinman, Y. Bejerano, M. Steinitz, M. Kotler (2003): Efficient vaccine against the virus causing a lethal disease in cultured *Cyprinus carpio*. *Vaccine* 21(32):4677-4684.

24. St-Hilaire, S., N. Beevers, K. Way, R. M. Le Deuff, P. Martin, C. Joiner (2005): Re-activation of koi herpesvirus infection in common carp *Cyprinus carpio*. *Dis. Aquat. Org.*, 67: 15-23.
25. Waltzek, T. B., G. O. Kelley, D. M. Stone, K. Way, L. Hanson, H. Fukuda, I. Hiro-no, T. Aoki, A. J. Davison, R. P. Hedrick (2005): Koi herpesvirus represents a third cyprinid herpesvirus (CyHV-3) in the family *Herpesviridae*. *J. Gen. Virol.* 86:1659-1667.
26. Way, K., N. D. Beevers, C. L. Joiner, C. B. Longshaw, S. St-Hilaire (2004): Koi herpesvirus in the UK: Detection in archive tissue samples and spread of the virus to wild carp. Abstract 6th International Symposium on Viruses of Lower Vertebrates, Hakodate, Japan, Sept. 2004.
27. Way, K., R. M. Le Deuf, L. Ecclestone, S. W. Feist, P. F. Dixon, W. H. Wildgoose, R. P. Hedrick (2001): Isolation of a herpesvirus during disease outbreaks in adult koi carp, *Cyprinus carpio*, in the UK. Abstract EAFP Conference, Dublin, Sept 2001.



# RAZLIKE U SIGNALNIM LIPIDNIM DOMENAMA MOZGA PASTRVE I ŠARANA KAO OSNOVA RAZLIKE U NJIHOVU PONAŠANJU NA RAZLIČITIM TEMPERATURAMA

**Valentina Pavić<sup>1</sup>, Barbara Viljetić<sup>2</sup>, Ivan Bogut<sup>3</sup>, Ana Mojsović<sup>4</sup>,  
Domagoj Đikić<sup>5</sup>, Elizabeta Has-Schön<sup>1</sup>, Jasna Radaković<sup>6</sup>,  
Petar Odvorčić<sup>7</sup>, Marija Heffer-Lauc<sup>8</sup>**

**Ključne riječi:** glikosfingolipidi, signalne domene, mozak, pastrva, šaran

Glikosfingolipidi su molekule vanjskog sloja stanične membrane koje se sastoje od lipidnog sidra i dužeg ili kraćeg lanca šećera. Postoji više od stotinu različitih struktura glikosfingolipida koje se međusobno razlikuju prema sastavu i rasporedu šećera, odnosno dužini i zasićenosti masne kiseline u lipidnom sidru. Karakteristični su za životinjski svijet. U živčanom su sustavu zastupljeni u deset puta višim koncentracijama nego izvan njega. Odnedavno je poznato da su ove molekule nužne za nastajanje malih signalnih domena u kojima se okupljaju molekule koje omogućuju prijenos signala iz vanjskog okružja u citoplazmu i jezgru stanice. Male promjene sastava i količine tih molekula temeljito mijenjaju način prijenosa signala. Heterotermni organizmi održavaju fluidnost svojih membrana mijenjanjem količine kolesterola i glikosfingolipida na različitim temperaturama i ovisno o cirkardijarnom ritmu, to jest dužini dana i noći. Ako temperatura vode i dužina dana i noći, kao temeljni mehanizam orijentacije u vremenu, nisu međusobno usklađeni,

---

<sup>1</sup> Odjel za biologiju, Sveučilište J. J. Strossmayera, Trg Ljudevita Gaja 6, Osijek

<sup>2</sup> Katedra za Medicinsku kemiju, biokemiju i kliničku kemiju, Medicinski fakultet, Sveučilište J. J. Strossmayera, Huttlerova 4, Osijek

<sup>3</sup> Zavod za specijalnu zootehniku, Poljoprivredni fakultet, Sveučilište J. J. Strossmayera, Trg Sv. Trojstva 3, Osijek

<sup>4</sup> Visoka zdravstvena škola, Mlinarska 38, Zagreb

<sup>5</sup> Zavod za animalnu fiziologiju, Prirodoslovno-matematički fakultet, Rooseveltov trg 6, Zagreb

<sup>6</sup> Ribnjak Grudnjak, Zdenci, Orahovica

<sup>7</sup> Ribnjak Vallis Aurea, Alaginci, Požega

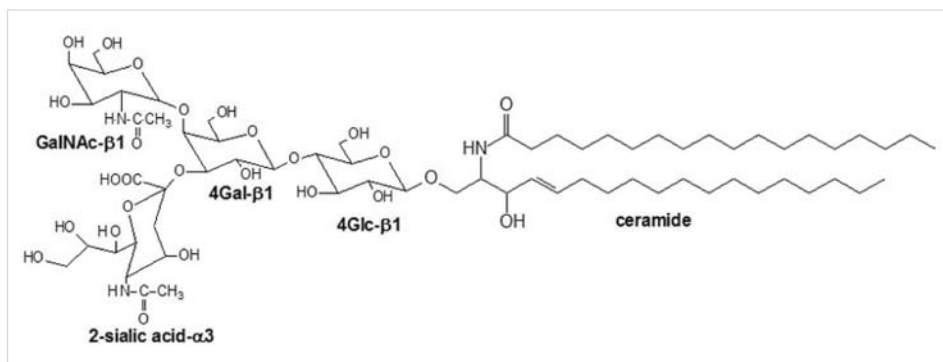
<sup>8</sup> Katedra za Medicinsku biologiju, Medicinski fakultet, Sveučilište J. J. Strossmayera, Huttlerova 4, Osijek

dolazi do drastičnog utjecaja na ponašanje riba, pogotovo na vrijeme mriještenja i pojavu agresije. Naše istraživanje pokazuje razliku u sastavu glikosfingolipida mozga šarana i pastrve, pokazuje mijenjanje sastava tijekom godišnjih doba i karakterističnu raspodjelu u jezgrama autonomnog živčanog sustava.

## Glikosfingolipidi mozga kralježnjaka

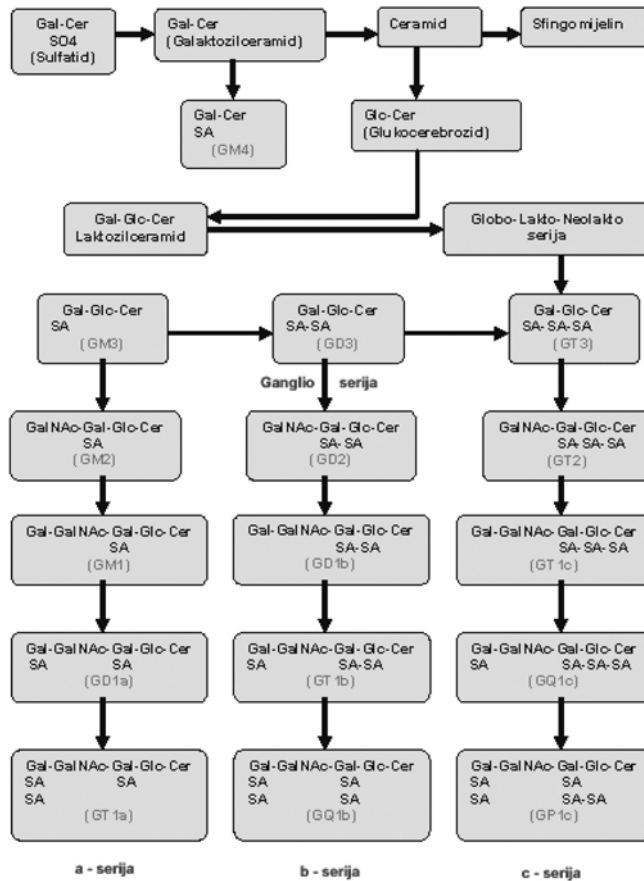
Glikosfingolipidi su najprije otkriveni u bubregu (Landsteiner i Levene 1925), zatim u jetri i mozgu (Walz 1927) te konačno u mozgu čovjeka (Klenk 1939). Kako je riječ o mozgu djeteta koje je bolovalo od Tay-Sachsove bolesti u kojoj dolazi do prekomjernog nakupljanja molekule GM2 (Myerowitz i sur. 2002), samo jedne forme od brojnih glikosfingolipida (Slika 1.), trebalo je dosta vremena da se otkrije mnoštvo postojećih varijanata tih amfipatičnih predstavnika vanjskog lista staničnih membrana. Unapređivanjem metoda ekstrakcije i razdvajanja od tankoslojne kromatografije (Miller-Podraza i sur. 1992) do suvremene masene spektrometrije (Zarei i sur. 2008), ustanovljeno je da oni variraju i duljinom i sastavom hidrofilnog šećernog dijela te dužinom i zasićenošću masne kiseline u ceramidnom lipidnom sidru (Palestini i sur. 1990). Najjednostavniji glikosfingolipidi imaju samo jedan šećerni ostatak pa su tako galaktozilceramid i glikozilceramid karakteristični za membrane mijelinskih ovojnica gotovo svih kralježnjaka, a protutijela na njih izazivaju demijelinizaciju (Tsukada i sur. 1985). Ovisno o redoslijedu i načinu vezanja šećera unutar lanca, moguće je napraviti podjelu na nekoliko nizova, među kojima je ganglio-niz osobito specifičan za mozak, a oznaka njegovih pripadnika (gangliozida) skraćena je na veliko slovo G. Gangliozide, kao i ostale glikosfingolipide, sintetizira enzimski kompleks smješten u cisternama staničnoga Golgijeva aparata (van Echten-Deckert i Guravi 2008). Ti enzimi, jedan za drugim, izgrađuju šećerni lanac. Konačno izgrađeni osnovni šećerni lanac ima sljedeću strukturu: Gal( $\beta$ 1-3)GalNAc( $\beta$ 1-4)Gal( $\beta$ 1-4)GlcCer (prema nomenklaturi glikolipida, 1978). U skraćenim kemijskim nazivima gangliozida (Svennerholm 1980), broj šećernih ostataka u lancu određene molekule označuje se brojem koji se dobiva ako se od pet oduzme stvarni broj šećera u lancu molekule, pa tako molekula GM2 ima tri šećerna ostatka na ceramidnom sidru. Osim po dužini osnovnog lanca, gangliozidi variraju i brojem ostataka sijalinske kiseline koji se mogu dodati na unutrašnju (onu bliže ceramidu) ili vanjsku galaktozu (na kraju šećernog lanca). Odrasli mozak viših kralježnjaka obično ima gangliozide s jednim do četiri sijalinska ostatka (SA) što se u imenu gangliozida označuje velikim slovom (M, D, T i td). U mozgu svih kralježnjaka od ptica do čovjeka najzastupljeniji su gangliozidi: GM1, GD1a, GD1b i GT1b (Avrova 1985; Rahmann i sur. 1986). Malo slovo u skraćenom nazivu molekule (a, b ili c) označuje metabolički put nastanka, ali i broj ostataka sijalinske kiseline na unutrašnjoj galaktozi (a – jedan; b – dva; c – tri) (Slika 2.). Samo tijekom razvoja, u razdoblju migracije, moguće je u mozgu vertebrata ustanoviti postojanje gangliozida s pet i više sijalinskih ostataka, i to duž trase migracije takozvanih *subplate* neurona, ranih neurona moždane kore (Letinić i sur. 1998) karakteristične za proces uspostavljanja talamokortikalnih veza (Rösner i sur. 1988). Te su forme vrlo zastupljene u mozgu odraslih polarnih riba (Hilbih i Rahmann 1980).





Slika 1. Struktura gangliozida GM2

Dugo se mislilo da bi promjene sastava gangliozida mogle biti pokazatelj njihove funkcije. Pomna je analiza sastava glikolipida odraslog ljudskog mozga otkrila da količina i sastav slabo varira ovisno o dobi, dok su izraženije razlike u pojedinim regijama (Kračun i sur. 1984; Svennerholm i sur. 1994). Omjer a/b udjela gangliozida iz metaboličkih puteva a i b kreće se od maksimalnih 2,7 u gyrus dentatusu do minimalnih 0,36 u cerebralnom korteksu. Do značajnih promjena količine i sastava glikolipida dolazi u patološkom stanju poznatom kao Alzheimerova bolest (Svennerholm i Gottfries 1994). Studije koje su pratile razvoj mozga kroz tipične razvojne procese, došle su do konkretnijih spoznaja; GD3 je tipičan za ranu proliferaciju neurona i glija stanica; GM3 i GM1 pojavljuju se tijekom rane mijelinizacije, količina im raste dok taj proces ne dosegne zrelost, a počinje opadati tijekom starenja i svih procesa koje karakterizira demijelinizacija; GD1a je marker sinaptogeneze; GT1b je tipičan za sve zrele neurone, dok su polisijalo forme gangliozida karakteristika neurona koji migriraju na svoja mjesta tijekom razvoja mozga (Rösner 2003; Yu i sur. 1988). Ništa informativnije nisu bile ni studije mišjih mutacija (Seyfried i sur. 1976; Seyfried i sur. 1983; Irwin i sur. 1985). Evolutivne su studije pokazale da je sastav i količina gangliozida gotovo ista od gmazova i ptica do čovjeka, a drastične se razlike pojavljuju samo na prijelazu između nižih i viših kralježnjaka (Hunter i sur. 1981). Karakteristična iznimka od uniformnosti u građi glikolipida i ostalih glikokongugata viših kralježnjaka jest ljudska mutacija hidrosilaze koja konvertira nukleotidni donor CMP-Neu5Ac u CMP-Neu5Gc te dovodi do potpunog nedostatka jedne od dviju formi sijalinske kiseline, čovjek ima samo N-acetilneuraminsku kiselinu (Neu5Ac), dok sve ostale životinjske vrste mogu imati i N-glikolineuraminsku kiselinu (Neu5Gc) (Murchmore i sur. 1998).



Slika 2. Metabolički put biosinteze gangliozida

Novi zamah područje dobiva nakon proizvodnje monoklonskih protutijela na gangliozide (Ozawa i sur. 1992; Kotani i sur. 1992; Kotani i sur. 1993). Već je i sama proizvodnja tih protutijela bila izazov za sebe jer su glikosfingolipidi vrlo zastupljene molekule u svih kralježnjaka te im je zbog toga imunogenost vrlo mala. Prva dobivena protutijela bila su relativno male specifičnosti (gotovo su sva IgM klase). Prve studije raspodjele gangliozida GD1a, GD1b i GT1b u mozgu štakora pokazale su da su gotovo ubikvitarni u svim regijama mozga, dok je GM1 tipičan za oligodendrocite (Kotani i sur. 1993; Kotani i sur. 1995). Smatra se da su opće rasprostranjene molekule ili nužni sastavni dio funkcioniranja neke strukture bez kojeg se struktura ne može održati (kao nosivi elementi u arhitekturi) ili relativno opće rasprostranjeni materijal koji se doduše nalazi svuda, ali se jednostavno zamjenjuje drugim građevnim materijalom (kao šljunak i pijesak). U jeku tih rasprava nastala su tri značajna otkrića: GD1a i GT1b su izvršni ligandi molekule MAG (engl. myelin associated glycoprotein) koja je poznata kao inhibitor regeneracije u središnjem živčanom sustavu (Yang i sur. 1995; Collins i sur. 1997); glikosfingolipidi,

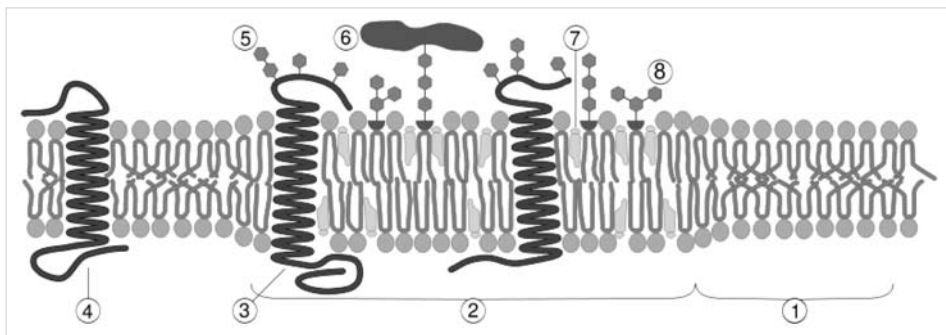
osobito GM3, formiraju signalne glikodome čija je funkcija od presudne važnosti tijekom zloćudnog rasta tumora (Hakomori i sur. 1998; Sorice i sur. 1999); GD3 i ceramid uključeni su u mehanizam programirane stanične smrti (DeMaria i sur. 1997; Rippo i sur. 2000). Svako je od tih otkrića konačno uspjelo određenu strukturu molekule povezati s konkretnim molekularnim procesom.

Krajem devedesetih godina, uz pomoć genske tehnologije, konstruirane su prve transgenične životinje i životinje s isključenim genima za enzime metabolizma gangliozida te je danas poznat efekt gubitka gotovo svakog od enzima u metabolizmu gangliozida (Sabourdy i sur. 2008). Rezultati su u početku bili razočaravajući i međusobno suprotstavljeni. Opisani slučajevi djelomičnog nedostatka gangliozida u čovjeka završavaju novorođenačkom smrću (O'Brien 1974; Fishman i sur. 1975), dok isti animalni model doživljava normalnu životnu dob (Kawai i sur. 2001). Prvi opis modela miša s potpunim izostankom sinteze kompleksnih gangliozida mozga (GM1, GD1a, GD1b, GT1b) pronašao je samo zanemarivi neurološki deficit (Takamiya i sur. 1996). Tek je daljnjom analizom utvrđeno da taj miš ima znatan deficit koji se iskazuje nakon šestog mjeseca života, a sastoji se u opsežnoj demijelinizaciji, epilepsijama koje izaziva određena frekvencija zvuka, poremećaju cirkardijarnog ritma, hiperaktivnosti i motoričkoj insuficijenciji (Sheikh i sur. 1999; Pan i sur. 2005). Dio simptomatologije koji se odnosi na održanje integriteta mijelina može se pripisati izostanku interakcije gangliozida GD1a i GT1b s receptorom MAG, dok bi u preostalim poremećajima mogli imati ulogu gangliozidi GM1 i GD1b. Osim toga, velika razlika u simptomatologiji djelomičnog izostanka sinteze gangliozida kod čovjeka i miša pokazuje i mogućnost uključivanja gangliozida u nove funkcije tijekom evolucije viših kralježnjaka.

## Signalne domene staničnih membrana

Godinama je osnovni model koji je objašnjavao dinamiku molekula unutar stanične membrane bio model tekućeg mozaika koji su 1972. godine predložili Singer i Nicolson, zamišljen kao diskontinuirani viskozni dvosloj fosfolipida u kojem ili na kojem plutaju integralni proteini (Singer i Nicolson, 1972). Po tom je modelu također predviđeno da vrlo mala frakcija lipida ulazi u interakciju s integralnim proteinima koji relativno slobodno plutaju u „tekućem mozaiku“. Krajem osamdesetih godina shvaćeno je da se dobar dio molekula stanične membrane ne nalazi u stanju stalnog dinamičkog nereda, već da se na membrani formiraju platforme u kojima su molekule znatno čvršće vezane (Slika 3.), a koje se mogu predstaviti kao privremene signalne domene ili splavi (Simons i van Meer 1988). U stvaranju splavi sudjeluju kolesterol, sfingomijelin i glikosfingolipidi na vanjskom listu membrane, a na unutrašnjem listu kolesterol i fosfolipidi. U splavima konstitutivno obitavaju: proteini s GPI-sidrom; dvostruko acilirani proteini, kao što su tirozin i Src kinaze, te  $G\alpha$  podjedinica heterotrimernih G proteina; proteini usidreni preko miristilne ili palmitinske kiseline, kao što je protein Hedgehog; neki transmembranski proteini (Simons i Ehehalt, 2001) te proteini koji vežu kolesterol. Pretpostavlja se da splavi omogućuju okupljanje i modulaciju molekula koje primaju signal na vanjskoj strani stanice i molekula koje amplificiraju i prenose signal na unutrašnjoj strani membrane (Rajendran i Simons 2005). Splavi nastaju, vjerojatno, već tijekom okupljanja glikosfingolipida na

izlazu iz Golgijeva aparata, a u nekih stanica pokrivaju gotovo polovinu površine stanice, što se može izmjeriti pomoću mikroskopije atomskih sila (Pralle i sur. 2000). Istraživanja stanica različitih tkiva pokazuju da je Singerov i Nicolsonov model, ustvari, iznimka u biološkom svijetu, karakterističan za stanice krvi te da većina bioloških membrana ima dvije funkcionalne faze: tekuću neuređenu i tekuću uređenu.



Slika 3. Shematski prikaz izgleda lipidne splavi (rafta)

Brojevi označavaju sljedeće strukture: 1. tekuća neuređena faza; 2. tekuća uređena faza (lipidna splav); 3. transmembranski glikoprotein smješten unutar lipidne splavi; 4. transmembranski protein izvan lipidne splavi; 5. šećerni ostaci glikoproteina okrenuti izvan stanice; 6. protein s GPI-sidrom smješten u vanjskom listu membrane; 7. kolesterol; 8. molekula glikolipida. Svi šećerni ostaci glikoproteina i glikolipida, kao i GPI-sidro smješteni su prema vanjskoj strani stanice zbog toga što se sintetiziraju unutar Golgijeva aparata i transportiraju vezikulama koje se uvijek na isti način izokreću tijekom integriranja u staničnu membranu. (Shematski prikaz nacrtan prema predlošku Wikimedia commons).

Sposobnost stvaranja lipidnih splavi tijekom signalnog procesa objašnjava i nastanak nekih patoloških procesa u kojima je signalni odgovor nepoželjan, kao što su na primjer kaskadni odgovor koji dovodi do restrukturiranja citoskeleta i otpuštanja histamina u alergijskim reakcijama (Sheets i sur. 1999; Holowka i Baird 2001), nastanak membranskih pora induciranih toksinima (Abrami i van Der Goot 1999) te nastanak amiloida u Alzheimerovoj bolesti kao posljedice drugačije regulacije enzima  $\gamma$ -sekretaze radi smještaja u drugačije splavi (Ehehalt i sur. 2003). Ispravno formiranje lipidnih splavi preduvjet je normalnog funkcioniranja stanice, što se na razini organizma konačno iskazuje kao ponašanje usklađeno s podražajima koji dolaze iz okoline.

## Osobitosti građe mozga šarana i pastrve

Šaran i pastrva predstavnici su najzastupljenije skupine kralježnjaka na Zemlji – riba koštunjača (*Actinopterygii*, *Teleostei*). Pripadnici te skupine prilagođeni su različitim nišama vodenih ekosustava, a evolucija njihovih prilagodbi trajala je znatno dulje od evolucije bilo kojega kopnenog kralježnjaka. Šaran i pastrva su „moderne“ koštunjače, nastale

među posljednjim predstavnicima svog roda. Šaran (*Cyprinus carpio*) pripada porodici *Cyprinidae* i redu *Cypriniformes*. Najraniji fosilni ostaci tog reda nalaze se još u eocenu. Pastrva (*Salmo trutta fario*) je pripadnik porodice *Salmonidae* iz reda *Salmoniformes*, a prvi fosilni ostaci tog reda pripisuju se gornjoj kredi. Obje su vrste prilagođene različitim životnim uvjetima, pa je tako primjerice za red *Cypriniformes* karakteristična šira ekološka valencija s obzirom na raspon temperature i kisika nego u reda *Salmoniformes*, ali je suprotno tome za red *Salmoniformes* tipična primjerice anodromnost koja pokazuje široku ekološku valenciju s obzirom na slanost staništa (količinu otopljenih minerala odnosno osmolarnost i konduktivitet okoliša).

I građa njihova mozga znatno se razlikuje te otkriva evolutivne prilagodbe tipu okoliša. Mozak pastrve ne pokazuje neku posebnu senzornu ili motoričku specijalizaciju. Na njemu dominira relativno veliki *tectum*, funkcionalni dio izvrsnog vidnog sustava, što se može povezati s evolucijom u bistrijim vodama dobre prozirnosti i vidljivosti, tj. u vodenom okolišu manje opterećenom raspršenim i otopljenim organskim tvarima. Suprotno tomu, vode u kojima borave pripadnici porodice *Cyprinidae* manje su bistre, stoga je mozak šarana više specijaliziran za osjet kemorepcije (okusa i mirisa). *Tectum* vidnog sustava podjednako je velik kao i rhombencephalički vagalni režanj koji je u vezi s palatalnim organom – funkcionalnim dijelom sustava za kemorepciju (okus). Kod šarana je povećan i facijalni režanj koji obrađuje osjet koji dolazi s kemoreceptornih pupoljaka smještenih izvan usne šupljine (združeni osjet našeg poimanja osjeta okusa i njuha).

## Glikosfingolipidi mozga šarana i pastrve

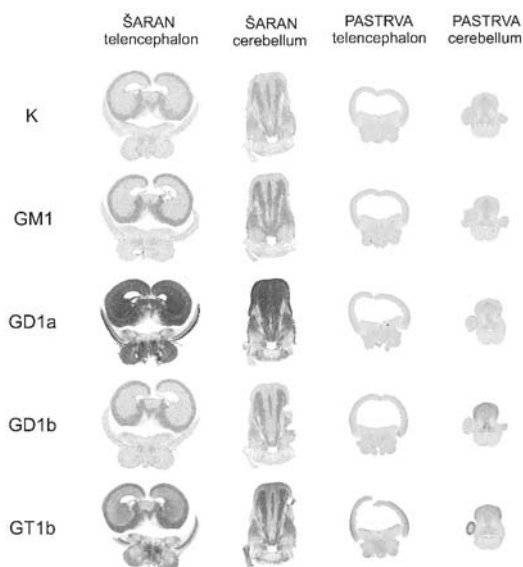
Istraživanja gangliozida mozga nižih kralježnjaka počela su prije četrdeset godina (Yiamouyiannis i Dain 1968; Ishizuka i sur. 1970; Kostić i sur. 1975). Već tada je uočen fenomen da postoje velike razlike ukupne količine i raspodjele pojedinih gangliozida između pojedinih vrsta riba te da su one posebno izražene ovisno o tome u kojoj temperaturnom rasponu okoliša boravi koja vrsta (Hilbig i Rahmann 1980). Ukupna količina sijalinske kiseline vezane na gangliozide po gramu svježeg tkiva mozga kod sisavaca kreće se od 650 do 1200  $\mu\text{g}$  (Kappel i sur. 1993), a kod riba od 110 do 750  $\mu\text{g}$  (Rahmann i sur. 1983). Te su vrijednosti za mozak pastrve i šarana približno iste (200 odnosno 220  $\mu\text{g}$ ) dok su dvostruko više primjerice u porodice *Mormirida* (Hilbig i Rahmann 1980), a trostruko više u rodovima tropskih riba *Tilapia* i *Pseudotropheus* koje žive i na temperaturama iznad 28°C. Ukupna količina gangliozida nije presudan čimbenik prilagodbe na temperaturu okoliša, ali prisutnost određenih polisijalo struktura itekako jest (Rahmann 1978, Rahmann i Hilbig 1981). Pravilo da što je niža temperatura okoliša, to je polarniji sastav gangliozida, to jest veći udio polisijalogangliozida, potvrđeno je na ribama Weddalskog mora prikupljenim tijekom ekspedicije na Antarktiku (Becker i sur. 1995).

U vrijeme prvih istraživanja nije bila moguća strukturalna analiza pa je rezultat izražen udjelima mono-, di-, tri- i polisijalo glikolipida. U odraslom mozgu sisavaca najzastupljeniji su mono- i disijalogangliozidi, 68-84 posto, trisijalogangliozida ima 8-22 posto, a polisijalogangliozidi čine svega 4-12 posto ukupne količine glikosfingolipida (Ledeer i Yu, 1976). Prema Hilbigu i Rahmannu, istraživačima koji su se puna tri desetljeća bavili lipidima mozga riba, obitelji *Salmonida* i *Cyprinida* se ovdje znatno razlikuju iako mogu

živjeti u sličnom temperaturnom rasponu (Hilbig i Rahmann 1980). Pastrva ima znatno više mono- i disijalo gangliozida (51,2 posto prema 32 posto kod šarana), gotovo se ne razlikuje od šarana udjelom trisijalogangliozida (oko 30 posto za obje vrste), ali zato ima znatno manje polisijalogangliozida (14,5 posto u odnosu na 38,1 posto kod šarana). Antarktičke ribe mogu imati udio polisijalogangliozida i do 40 posto, dok se on kod sisavaca kreće od jedan do devet posto i tipičan je samo za rane razvojne stadije i neka patološka stanja. Najpolarniji sastav gangliozida ikada pronađen u neke vrste ima antarktički grgeč (Becker i Rahman 1995) koji živi na temperaturama ispod točke ledišta (-1,5 °C).

Sposobnost preživljavanja na nižim temperaturama ovisna je o sposobnosti promjene cijelog metabolizma. Za normalno funkcioniranje procesa koji se odvijaju na staničnoj membrani presudna je fluidnost membrane koja se smanjuje s temperaturom. Organizam se tomu prilagođava kvantitativnim i kvalitativnim promjenama sastava lipida: povećava se nezasićenost masnih kiselina, udio fosfatidiletanolamina raste u odnosu na fosfatidilkolin, povećava se udio kolesterola u odnosu na fosfolipide, mijenja se sastav gangliozida u korist struktura koje imaju nezasićenu masnu kiselinu u lipidnom sidru i struktura koje imaju polarniji hidrofilni dio molekule (Rahmann i sur. 1998). Mada ribe u naglom pothlađivanju za 10°C aktiviraju senzomotoričke putove za refleksi bijeg u roku od 30 s (van den Burg i sur. 2006), a stresni odgovor cijelog tijela u roku od 90 s te smanjuju volumen krvi i dreniraju krv iz mozga kako ne bi došlo do brzog pothlađivanja (van der Burg i sur. 2005), prirodna adaptacija većine riba sa 20°C na 4°C traje 4-6 tjedana. Zanimljivo je da vrlo spora adaptacija neurobioloških procesa nije u korelaciji s promjenom sastava fosfolipida i kolesterola, koja se dogodi u dva tjedna, već s promjenom sastava gangliozida za koju treba 4-6 tjedana. Također, u šarana se jetra i mišići prilagođavaju povećanjem nezasićenosti masnih kiselina i povećanjem udjela kolesterola, dok u mozgu dolazi do drastičnih promjena količine i sastava gangliozida (Rahmann i sur. 1998). Gangliozidi su karakteristični sastavni dio sinaptičkih membrana (Wiegandt 1967) kamo dopijevaju brzim aksonskim transportom. Na niskim je temperaturama sinteza proteina neznatno smanjena, sinteza glikoproteina gotovo upola smanjena, a sinteza glikosfingolipida može biti smanjena i pet puta, dok je brzi aksonski transport gotovo potpuno zaustavljen (Rösner i sur. 1978). Iz toga slijedi da je brzina adaptacije na promjene temperature limitirana brzinom promjena metabolizma gangliozida te da će organizmi koji imaju različiti metabolizam gangliozida imati različitu osjetljivost na promjene temperature i brzinu prilagodbe. Šaran i pastrva dobar su primjer za taj fenomen. Ljetna (19-22°C) i zimska (1-4°C) aklimatizacija niti kod jedne od dviju vrsta ne dovodi do promjene ukupne sijašinske kiseline vezane na glikolipide, ali dovodi do drastične promjene sastava ovih molekula. Pastrva se niskim temperaturama prilagođava smanjenjem monosijalogangliozida, ponajprije udjela GM3, nije u stanju znatnije podići koncentraciju polisijalogangliozida pa se ukupna količina glikolipida održava malim povećanjem di- i trisijalogangliozida. Nasuprot pastrvi, aklimatizacija mozga šarana na nižu temperaturu praćena je znatnijim povećanjem udjela polisijalogangliozida (Hilbig i sur. 1978) i smanjenjem monosijalogangliozida.



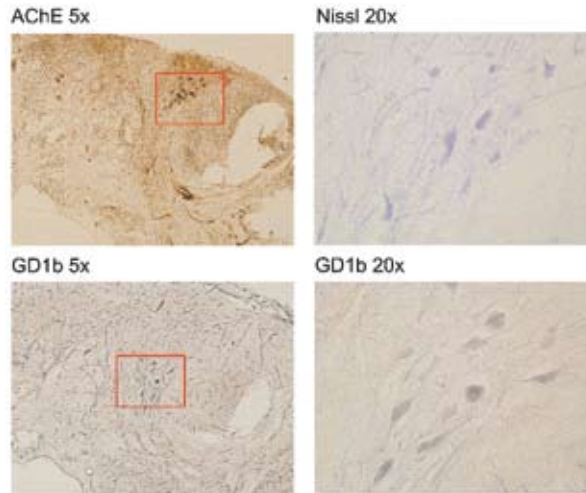


Slika 4. Raspodjela najzastupljenijih gangliozida u mozgu šarana i pastrve

Osim promjenom broja sijalinskih kiselina u strukturi gangliozida, aklimatizacija na niže temperature praćena je modifikacijama gangliozida koje su podložne alkalnoj razgradnji (najčešće O-acetilacija). Prema udjelu modifikacija podložnih alkalnoj razgradnji može se napraviti sljedeća ljestvica (Becker i Rahmann 1995): antarktičke ribe (53-67%), ribe u zimskoj aklimatizaciji (45-51%), ribe u ljetnoj aklimatizaciji (38-44%), tropske vrste (<35%), hrčak u aktivnom periodu (4%) i svinja (3%). Vrijednosti za šarana u zimskoj aklimatizaciji kreću se oko 50 posto, a u ljetnoj oko 40 posto, što je značajna promjena. Provođenje akcijskog potencijala duž aksona ovisi o broju i vrsti ionskih kanala te njihovoj propusnosti. Tijekom aklimatizacije na različite temperature ne mijenjaju se značajno ni broj ni vrsta ionskih kanala. Kod loše aklimatiziranih životinja dolazi do usporenog ili ubrzanog provođenja akcijskog potencijala. Taj je poremećaj izazvan promjenom propusnosti kanala, što je posljedica promjene molekularnog okoliša u kojem se kanali nalaze. Danas znamo da su kanali u lipidnim splanima, čiji nastanak moduliraju kolesterol, sfingomijelin i gangliozidi, te da se njihova ujednačena propusnost na različitim temperaturama osigurava promjenama sastava gangliozida (Kappel i sur. 2000). Osim kanalnih proteina, u lipidnim domenama nalaze se receptori te molekule koje su uključene u prijenos signala unutar stanice. Tijekom aklimatizacije pastrve sa 20°C na 5°C lipidne domene jetre mijenjaju sastav lipida, ali se u njima i dalje nalaze  $\beta_2$ -adrenergički receptor i adenilatciklaza (Zehmer i Hazel, 2003). Aklimatizacija u prirodnom okolišu ima sezonski karakter, a regulirana je poglavito kombinacijom temperature okoliša i duljine dana. Senzori za količinu svjetla konačno djeluju na hipotalamus koji upravlja promjenama metabolizma preko hipofize. Još je nepoznata izvršna molekula koja dovodi do prekopčavanja metabolizma gangliozida od ljetnog ka zimskom, no poznat je enzimski sustav koji izvršava promjenu (Freischütz i sur. 1994).

Iako postoje izvrsne studije o količini i sastavu gangliozida prema sistematici riba (Hilbig

i Rahmann 1980; Avrova i sur. 1986) stare više od dvadeset godina, nažalost ne postoje studije o imunohistokemijskim lokacijama pojedinih struktura po regijama mozga. Razlog tomu je relativno nedavna proizvodnja visokospecifičnih protutijela IgG klase na osnovne ganglioze (Schnaar i sur. 2002) te pojava vrlo rijetkih struktura koje nisu tipične za više kralježnjake, a za koje još ne postoje protutijela.



Slika 5. Motorički neuroni, namijenjeni pokretanju repa, pozitivni su na GD1b u mozgu šarana. Kontrastno bojenje na acetilkolinesterazu i bojenje jezgara po Nisslu pokazuju njihov položaj u mozgu.

Koristeći protutijela na GM1, GD1a, GD1b i GT1b na rezovima mozga šarana i pastreve došli smo do sljedećih zaključaka: u mozgu šarana najrasprostranjeniji su GD1a i GT1b, dok su kod pastreve najrasprostranjeniji GD1b i GT1b (Slika 4.); GD1b je u mozgu šarana tipičan samo za velike motoričke neurone koji pokreću rep, dok ga u pastreve imaju i strukture cerebeluma (Slika 5.); mozak šarana i pastreve nema reaktivnost na anti-GM1 iako je taj ganglioze biokemijski metodama dokazano prisutan u tkivu. Pretpostavljamo da je imunohistokemijski nedostatak ganglioze GM1 posljedica njegove modifikacije podložne alkalnoj razgradnji koja toliko mijenja izgled epitopa da ga protutijelo više ne može prepoznati.

Funkcije ganglioze u mozgu riba preteča su funkcije tih molekula u mozgu viših kralježnjaka. Pretpostavlja se da su neke strukture stekle više od jedne funkcije tijekom evolucije pa bi upravo studije nižih organizama mogle biti pojednostavljeni model za razumijevanje kompleksne simptomatologije različitih poremećaja sastava gangliozi- da u mozgu čovjeka.



**LITERATURA**

1. The nomenclature of lipids (recommendations 1976). IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature. *J Lipid Res.* 1978 Jan;19(1):114-28.
2. Abrami L, van Der Goot FG. Plasma membrane microdomains act as concentration platforms to facilitate intoxication by aerolysin. *J Cell Biol.* 1999 Oct 4;147(1):175-84.
3. Avrova NF. Evolutionary approach to the analysis of structure and function of gangliosides.
4. *Neurochem Res.* 1985 Nov;10(11):1547-54.
5. Avrova NF, Ghidoni R, Karpova OB, Nalivayeva NN, Malesci A, Tettamanti G. Systematic position of fish species and ganglioside composition and content. *Comp Biochem Physiol B.* 1986;83(3):669-76.
6. Becker K, Wöhrmann, Rahmann H. Brain gangliosides and cold-adaptation in high-antarctic fish. *Biochemical Systematics and Ecology.* 1995; 23(7/8):695-707.
7. Becker K, Rahmann H. Influence of ambient temperature on content and composition of brain gangliosides in vertebrates. *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol.* 1995 Jun;111(2):299-310.
8. Collins BE, Yang LJ, Mukhopadhyay G, Filbin MT, Kiso M, Hasegawa A, Schnaar RL. Sialic acid specificity of myelin-associated glycoprotein binding. *J Biol Chem.* 1997 Jan 10;272(2):1248-55.
9. De Maria R, Lenti L, Malisan F, d'Agostino F, Tomassini B, Zeuner A, Rippo MR, Testi R. Requirement for GD3 ganglioside in CD95- and ceramide-induced apoptosis. *Science.* 1997 Sep 12;277(5332):1652-5.
10. Eehalt R, Keller P, Haass C, Thiele C, Simons K. Amyloidogenic processing of the Alzheimer beta-amyloid precursor protein depends on lipid rafts. *J Cell Biol.* 2003 Jan 6;160(1):113-23. Epub 2003 Jan 6.
11. Fishman PH, Max SR, Tallman JF, Brady RO, Maclaren NK, Cornblath M. Deficient Ganglioside Biosynthesis: a novel human sphingolipidosis. *Science.* 1975 Jan 10;187(4171):68-70.
12. Freischütz B, Saito M, Rahmann H, Yu RK. Activities of five different sialyltransferases in fish and rat brains. *J Neurochem.* 1994 May;62(5):1965-73.
13. Hakomori S, Yamamura S, Handa AK. Signal transduction through glyco(sphingo)lipids. Introduction and recent studies on glyco(sphingo)lipid-enriched microdomains.
14. *Ann N Y Acad Sci.* 1998 Jun 19;845:1-10.
15. Hilbig R, Rahmann H, Rösner H. Brain gangliosides and temperature adaptation in eury- and stenothermic teleost fish (carp and rainbow trout). *J Therm Biol.* 1978; 4:29-34.
16. Hilbig R, Rahmann H. Variability in brain gangliosides of fishes. *J Neurochem.* 1980 Jan;34(1):236-40.
17. Holowka D, Baird B. Fc(epsilon)RI as a paradigm for a lipid raft-dependent receptor in hematopoietic cells. *Semin Immunol.* 2001 Apr;13(2):99-105.
18. Hunter GD, Wiegant VM, Dunn AJ. Interspecies comparison of brain ganglioside patterns studied by two-dimensional thin-layer chromatography. *J Neurochem.* 1981 Oct;37(4):1025-31.

19. Irwin LN, Hunter GD, Crandall JE, McCluer RH. Ganglioside patterns during cerebral development in the normal and reeler mouse. *J Neurosci Res.* 1985;13(4):591-7.
20. Ishizuka I, Kloppenburg M, Wiegandt H. Characterization of gangliosides from fish brain. *Biochim Biophys Acta.* 1970 Jul 14;210(2):299-305.
22. Kappel T, Hilbig R, Rahmann H. Variability in brain ganglioside content and composition of endothermic mammals, heterothermic hibernators and ectothermic fishes. *Neurochem Int.* 1993 Jun;22(6):555-66.
23. Kappel T, Anken RH, Hanke W, Rahmann H. Gangliosides affect membrane-channel activities dependent on ambient temperature. *Cell Mol Neurobiol.* 2000 Oct;20(5):579-90.
24. Kawai H, Allende ML, Wada R, Kono M, Sango K, Deng C, Miyakawa T, Crawley JN, Werth N, Bierfreund U, Sandhoff K, Proia RL. Mice expressing only monosialoganglioside GM3 exhibit lethal audiogenic seizures. *J Biol Chem.* 2001 Mar 9;276(10):6885-8. Epub 2000 Dec 27
25. Kostić D, Vranesević A, Vrbaski S, Rakić L. Gangliosides in various brain structures of the electric fish *Torpedo ocellata*. *Acta Med Jugosl.* 1975;29(4):289-95.
26. Kotani M, Ozawa H, Kawashima I, Ando S, Tai T. Generation of one set of monoclonal antibodies specific for a-pathway ganglio-series gangliosides. *Biochim Biophys Acta.* 1992 Jul 21;1117(1):97-103.
27. Kotani M, Kawashima I, Ozawa H, Terashima T, Tai T. Differential distribution of major gangliosides in rat central nervous system detected by specific monoclonal antibodies. *Glycobiology.* 1993 Apr;3(2):137-46.
29. Kotani M, Terashima T, Tai T. Developmental changes of ganglioside expressions in postnatal rat cerebellar cortex. *Brain Res.* 1995 Nov 27;700(1-2):40-58.
30. Kračun I, Rösner H, Cosović C, Stavljenić A. Topographical atlas of the gangliosides of the adult human brain. *J Neurochem.* 1984 Oct;43(4):979-89.
31. Ledeen R, Yu RK. Gangliosides of the nervous system. In *Ganglioside function* (Porcellati G, Ceccarelli B, Tettamanti, eds) 1976. Plenum Press, New York and London.
32. Letinić K, Heffer-Lauc M, Rosner H, Kostović I. C-pathway polysialogangliosides are transiently expressed in the human cerebrum during fetal development. *Neuroscience.* 1998 Sep;86(1):1-5.
33. Miller-Podraza H, Månsson JE, Svennerholm L. Isolation of complex gangliosides from human brain. *Biochim Biophys Acta.* 1992 Feb 20;1124(1):45-51.
34. Muchmore EA, Diaz S, Varki A. A structural difference between the cell surfaces of humans and the great apes. *Am J Phys Anthropol.* 1998 Oct;107(2):187-98.
35. Myerowitz R, Lawson D, Mizukami H, Mi Y, Tiftt CJ, Proia RL. Molecular pathophysiology in Tay-Sachs and Sandhoff diseases as revealed by gene expression profiling. *Hum Mol Genet.* 2002 May 15;11(11):1343-50.
36. O'Brien JS. Editorial: Synthetic defect in ganglioside synthesis. *N Engl J Med.* 1974 Oct 31;291(18):975-6.
37. Ozawa H, Kotani M, Kawashima I, Tai T. Generation of one set of monoclonal antibodies specific for b-pathway ganglio-series gangliosides. *Biochim Biophys Acta.* 1992 Jan 24;1123(2):184-90.

38. Palestini P, Masserini M, Sonnino S, Giuliani A, Tettamanti G. Changes in the ceramide composition of rat forebrain gangliosides with age. *J Neurochem.* 1990 Jan;54(1):230-5.
39. Pan B, Fromholt SE, Hess EJ, Crawford TO, Griffin JW, Sheikh KA, Schnaar RL. Myelin-associated glycoprotein and complementary axonal ligands, gangliosides, mediate axon stability in the CNS and PNS: neuropathology and behavioral deficits in single- and double-null mice. *Exp Neurol.* 2005 Sep;195(1):208-17.
40. Pralle A, Keller P, Florin EL, Simons K, Hörber JK. Sphingolipid-cholesterol rafts diffuse as small entities in the plasma membrane of mammalian cells. *J Cell Biol.* 2000 Mar 6;148(5):997-1008.
41. Rajendran L, Simons K. Lipid rafts and membrane dynamics. *J Cell Sci.* 2005 Mar 15;118(Pt 6):1099-102.
42. Rahmann H. Gangliosides and thermal adaptation in vertebrates. *Jpn J Exp Med.* 1978 Apr;48(2):85-96.
43. Rahmann H, Hilbig R. The possible functional role of neuronal gangliosides in temperature adaptation of vertebrates. *J Therm Biol* 1981;6:315-9.
44. Rahmann H, Hilbig R, Probst W, Mühleisen M. Involment of temperature in the composition of fish brain gangliosides. *J Therm Biol* 1983;8:107-9.
45. Rahmann H, Hilbig R, Geiser F. Brain gangliosides in monotremes, marsupials and placentals: phylogenetic and thermoregulatory aspects. *Comp Biochem Physiol B.* 1986;83(1):151-7.
46. Rahmann H, Jonas U, Kappel T, Hilderbrandt H. Differential involvement of gangliosides versus phospholipids in the process of temperature adaptation in vertebrates. A comparative phenomenological and physicochemical study. *Ann N Y Acad Sci.* 1998 Jun 19;845:72-91.
47. Rippo MR, Malisan F, Ravagnan L, Tomassini B, Condò I, Costantini P, Susin SA, Rufini A, Todaro M, Kroemer G, Testi R. GD3 ganglioside as an intracellular mediator of apoptosis. *Eur Cytokine Netw.* 2000 Sep;11(3):487-8.
49. Rösner H, Breer H, Hilbig R, Rahmann H. Temperature effects on the incorporation of sialic acid into gangliosides and glycoproteins of fish brain. *J Therm Biol.* 1979; 4:69-73.
50. Rösner H, Greis C, Henke-Fahle S. Developmental expression in embryonic rat and chicken brain of a polysialoganglioside-antigen reacting with the monoclonal antibody Q 211. *Brain Res.* 1988 Aug 1;470(2):161-71.
51. Rösner H. Developmental expression and possible roles of gangliosides in brain development. *Prog Mol Subcell Biol.* 2003;32:49-73.
53. Sabourdy F, Kedjouar B, Sorli SC, Colié S, Milhas D, Salma Y, Levade T. Functions of sphingolipid metabolism in mammals--lessons from genetic defects. *Biochim Biophys Acta.* 2008 Apr;1781(4):145-83. Epub 2008 Feb 2.
54. Schnaar RL, Fromholt SE, Gong Y, Vyas AA, Laroy W, Wayman DM, Heffer-Lauc M, Ito H, Ishida H, Kiso M, Griffin JW, Shiekh KA. Immunoglobulin G-class mouse monoclonal antibodies to major brain gangliosides. *Anal Biochem.* 2002 Mar 15;302(2):276-84.

55. Seyfried TN, Weber EJ, Daniel WL. Absence of brain ganglioside abnormalities in shambling mutant mice. *J Neurochem.* 1976 Jul;27(1):295-6.
56. Seyfried TN, Miyazawa N, Yu RK. Cellular localization of gangliosides in the developing mouse cerebellum: analysis using the weaver mutant. *J Neurochem.* 1983 Aug;41(2):491-505.
57. Sheets ED, Holowka D, Baird B. Membrane organization in immunoglobulin E receptor signaling. *Curr Opin Chem Biol.* 1999 Feb;3(1):95-9.
58. Sheikh KA, Sun J, Liu Y, Kawai H, Crawford TO, Proia RL, Griffin JW, Schnaar RL. Mice lacking complex gangliosides develop Wallerian degeneration and myelination defects. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1999 Jun 22;96(13):7532-7.
59. Simons K, van Meer G. Lipid sorting in epithelial cells. *Biochemistry.* 1988 Aug 23;27(17):6197-202.
60. Simons K, Ehehalt R. Cholesterol, lipid rafts, and disease. *J Clin Invest.* 2002 Sep;110(5):597-603.
61. Singer SJ, Nicolson GL. The fluid mosaic model of the structure of cell membranes. *Science.* 1972 Feb 18;175(23):720-31.
62. Sorice M, Garofalo T, Misasi R, Dolo V, Lucania G, Sansolini T, Parolini I, Sargiacomo M, Torrisi MR, Pavan A. Glycosphingolipid domains on cell plasma membrane. *Biosci Rep.* 1999 Jun;19(3):197-208.
63. Svennerholm L. Ganglioside designation. *Adv Exp Med Biol.* 1980;125:11.
64. Svennerholm L, Boström K, Jungbjer B, Olsson . Membrane lipids of adult human brain: lipid composition of frontal and temporal lobe in subjects of age 20 to 100 years. *J Neurochem.* 1994 Nov;63(5):1802-11.
65. Svennerholm L, Gottfries CG. Membrane lipids, selectively diminished in Alzheimer brains, suggest synapse loss as a primary event in early-onset form (type I) and demyelination in late-onset form (type II). *J Neurochem.* 1994 Mar;62(3):1039-47.
66. Takamiya K, Yamamoto A, Furukawa K, Yamashiro S, Shin M, Okada M, Fukumoto S, Haraguchi M, Takeda N, Fujimura K, Sakae M, Kishikawa M, Shiku H, Furukawa K, Aizawa S. Mice with disrupted GM2/GD2 synthase gene lack complex gangliosides but exhibit only subtle defects in their nervous system. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1996 Oct 1;93(20):10662-7.
67. Tsukada N, Koh CS, Yanagisawa N, Taketomi T, Behan PO. Peripheral nervous tissue injury induced by galactocerebroside and galactocerebroside immune complexes. *Acta Neuropathol.* 1985;66(4):274-82.
68. van den Burg EH, Peeters RR, Verhoye M, Meek J, Flik G, Van der Linden A. Brain responses to ambient temperature fluctuations in fish: reduction of blood volume and initiation of a whole-body stress response. *J Neurophysiol.* 2005 May;93(5):2849-55. Epub 2004 Dec 22.
69. van den Burg EH, Verhoye M, Peeters RR, Meek J, Flik G, Van der Linden A. Activation of a sensorimotor pathway in response to a water temperature drop in a teleost fish. *J Exp Biol.* 2006 Jun;209(Pt 11):2015-24.
70. van Echten-Deckert G, Guravi M. Golgi localization of glycosyltransferases involved in ganglioside biosynthesis. *Curr Drug Targets.* 2008 Apr;9(4):282-91.
71. Wiegandt H. The subcellular localization of gangliosides in the brain.

73. J Neurochem. 1967 Jun;14(6):671-4.
74. Yang LJ, Zeller CB, Shaper NL, Kiso M, Hasegawa A, Shapiro RE, Schnaar RL. Gangliosides are neuronal ligands for myelin-associated glycoprotein. Proc Natl Acad Sci U S A. 1996 Jan 23;93(2):814-8.
75. Yiamouyiannis JA, Dain JA. The appearance of ganglioside during embryological development of the frog. J Neurochem. 1968 Jul;15(7):673-6.
76. Yu RK, Macala LJ, Taki T, Weinfield HM, Yu FS. Developmental changes in ganglioside composition and synthesis in embryonic rat brain. J Neurochem. 1988 Jun;50(6):1825-9.
77. Zarei M, Kirsch S, Müthing J, Bindila L, Peter-Katalinić J. Automated normal phase nano high performance liquid chromatography/matrix assisted laser desorption/ionization mass spectrometry for analysis of neutral and acidic glycosphingolipids. Anal Bioanal Chem. 2008 May;391(1):289-97. Epub 2008 Mar 9.
78. Zehmer JK, Hazel JR. Plasma membrane rafts of rainbow trout are subject to thermal acclimation. J Exp Biol. 2003 May;206(Pt 10):1657-67.



# NOVI PODACI O IHTIOFAUNI SLIJEVA DONJE NERETVE I OKOLNIH KRAŠKIH POLJA U BOSNI I HERCEGOVINI

Radek Šanda<sup>1</sup>, Ivan Bogut<sup>2,3</sup>, Jasna Vukić<sup>4</sup>

## SAŽETAK

*Od 2004. do 2008. godine istraženo je ukupno 66 lokaliteta u slijevu rijeke Neretve i okolnim kraškim poljima u Bosni i Hercegovini. Ukupno je utvrđena prisutnost 36 ribljih vrsta, među kojima je 11 alohtonih. Nalaz slatkovodnih glavoča *Knipowitschia croatica* i *Knipowitschia radovici* prvi je nalaz tih vrsta za Bosnu i Hercegovinu. Utvrdili smo znatno širu rasprostranjenost vijuna (*Cobitis*) nego što je to bilo do sada. Rezultati molekularno-genetskih analiza pokazuju kako neki taksoni iziskuju detaljnu taksonomsku reviziju.*

*Negativni utjecaji čovjeka zapaženi su na više lokaliteta, a najvažniji su među njima fragmentiranje ekosustava, napose gradnjom akumulacijskih jezera te introduciranje alohtonih vrsta riba.*

**Ključne riječi:** slijev rijeke Neretve, ihtiofauna, rasprostranjenost, autohtone, alohtone vrste riba

## UVOD

Slijev rijeke Neretve i okolna kraška polja spadaju u dalmatinsku ihtiološku regiju (Bianco, 1990), koju karakterizira visoki stupanj endemizma i visoka raznolikost slatkovodnih ribljih vrsta koje još uvijek nisu dovoljno istražene. U prošlom je desetljeću opisano nekoliko novih vrsta riba iz ove regije (Mrakovčić i sur. 1996, Zupančić i Bogutskaya 2000, 2002, Bogutskaya i Zupančić 2003, Kovačić 2005, Freyhof i Stelbrink 2007). Od njih, četiri su vrste opisane iz slijeva Neretve (Mrakovčić i sur. 1996, Bogutskaya i Zupančić 2003, Kovačić 2005, Freyhof i Stelbrink 2007).

<sup>1</sup> National Museum, Václavské náměstí 68, 115 79 Praha 1, Czech Republic, rsanda@seznam.cz

<sup>2</sup> Agronomski fakultet u Sveučilišta u Mostaru, Zavod za ribarstvo, zoologiju i zaštitu voda, Biskupa Čule 10, 88000 Mostar, Bosna i Hercegovina

<sup>3</sup> Poljoprivredni fakultet Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera Zavod za specijalnu zootehniku Trg Svetog Trojstva 3, Osijek, Hrvatska

<sup>4</sup> Department of Ecology, Faculty of Sciences, Charles University, Viničná 7, 128 44 Praha 2, Czech Republic

Za područje Neretve i okolna kraška polja navodi se više od 50 vrsta riba, uključujući i vrste koje migriraju iz Jadranskog mora u donji tok Neretve. Filogenetski odnosi, a i rasprostranjenost mnogih ribljih vrsta slijeva Neretve nisu poznati. Većina je dostupnih podataka o ribama s ovog područja iz 60-ih i 70-ih godina prošlog stoljeća (Kosorić i Vuković 1966, 1971, Kosorić 1974, 1977, 1978, Kosorić i sur. 1989).

Slijev Neretve je tijekom 20. stoljeća bio pod jakim utjecajem antropogenih promjena. Glavni je tok danas pregrađen sustavom akumulacija koje su prekinule migracijske putove riba i sasvim izmijenile prvobitne životne uvjete. I pritoke su djelomično izmijenjene ljudskom aktivnošću, primjerice na rijeci Rami je sagrađena hidroakumulacija, dok je rijeka Trebišnjica gotovo cijela u betonskom kanalu. U Livanjskom polju napravljena je velika akumulacija Buško jezero.

Tijekom ljetnih mjeseci 2004, 2006. i 2008. godine istraživali smo donji dio slijeva Neretve i okolna kraška polja. Rezultati istraživanja zabilježili su zanimljive podatke o rasprostranjenosti i taksonomskom statusu nekih vrsta riba ovog područja. Cilj je ovog rada dati preliminarni sažetak tih rezultata.

## MATERIJAL I METODE

Tijekom srpnja 2004. i 2006. godine te rujna 2008. godine istraživano je ukupno 66 lokaliteta u slijevu rijeke Neretve i u okolnim kraškim poljima (Slika 1). Od cjelokupnog broja, 30 istraženih lokaliteta nalazi se u Mostarskom blatu te su oni istraživani detaljnije. Riba su uzorkovane uz pomoć nekoliko tipova elektroagregata za izlov ribe ili pomoću male povlačne mreže. Malom broju izlovljenih jedinki uzet je uzorak tkiva za molekularne analize, dok su cijele jedinke konzervirane u formaldehidu. Za određivanje vrsta korišten je ključ iz knjige autora Kottelata i Freyhofa (2007).

Molekularno-genetske analize dijela uzoraka su obrađene. Analiziran je mitohondrijalni gen za *cytochrome b*. Filogenetski odnosi su preliminarno analizirani metodom Neighbor-joining (NJ) koristeći program PAUP.

## REZULTATI I RASPRAVA

Popis vrsta nađenih na lokalitetima naveden je u Tablici 1. Ukupno smo utvrdili 36 vrsta, među kojima je 11 alohtonih. Taksonomski sastav zabilježenih riba je sljedeći (introducirane vrste su podcrtane):

### **Red Cypriniformes** (23 vrste)

**Porodica Cyprinidae** (21 vrsta): *Aulopyge huegelii*, *Alburnus* sp., *Chondrostoma phoxinus*, *Chondrostoma knerii*, *Delminichthys adspersus*, *Delminichthys ghetaldii*, *Phoxinellus pseudalepidotus*, *Phoxinellus alepidotus*, *Phoxinus lumaireul*, *Rutilus basak*, *Scardinius plotizza*, *Scardinius dergle*, *Squalius squalus*, *Squalius microlepis*, *Squalius tenellus*, *Squalius svallize*, *Telestes metohiensis*, *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio*, *Tinca tinca*, *Pseudorasbora parva*



- Porodica Cobitidae** (2 vrste): *Cobitis illyrica*, *Cobitis narentana*  
**Red Salmoniformes** (4 vrste)  
**Porodica Salmonidae** (4 vrste): *Salmo* cf. *farioides*, *Salmo obtusirostris*, *Salvelinus fontinalis*, *Oncorhynchus mykiss*  
**Red Siluriformes** (2 vrste)  
**Porodica Siluridae** (1 vrsta): *Silurus glanis*  
**Porodica Ictaluridae** (1 vrsta): *Ameiurus nebulosus*  
**Red Anguillidae** (1 vrsta):  
**Porodica Anguillidae** (1 vrsta): *Anguilla anguilla*  
**Red Gasterosteiformes** (1 vrsta)  
**Porodica Gasterosteidae** (1 vrsta): *Gasterosteus gymnurus*  
**Red Cyprinodontiformes** (1 vrsta)  
**Porodica Poeciliidae** (1 vrsta): *Gambusia holbrooki*  
**Red Perciformes** (4 vrste)  
**Porodica Percidae** (1 vrsta): *Sander lucioperca*  
**Porodica Centrarchidae** (1 vrsta): *Lepomis gibbosus*  
**Porodica Gobiidae** (2 vrste): *Knipowitschia croatica*, *Knipowitschia radovici*

Nalaz slatkovodnih glavoča *Knipowitschia croatica* i *Knipowitschia radovici* u rijeci Trebižat i u Hutovom blatu ujedno je i prvi nalaz tih vrsta za Bosnu i Hercegovinu uopće. Zanimljiv je podatak da smo utvrdili dosta široku rasprostranjenost vijuna na istraživanom području, do sada su vijuni bili navođeni samo za donji dio glavnog toka Neretve (Mrakovčić i sur. 2000). Podaci o vijunima iz slijeva Neretve publicirani su u radu Šanda i sur. (2008). Molekularno-genetske analize (neobjavljeni podaci) pokazuju činjenicu da je status populacije vijuna iz Mostarskog blata, koji je do sada bio ubrajan u vrstu *Cobitis illyrica* (Perdices i sur. 2008), nejasan.

Također je nejasan taksonomski status ukljeve (*Alburnus*), kao što su opet pokazali rezultati molekularno-genetskih analiza (neobjavljeni podaci). Još je kompliciranija situacija kod roda *Phoxinus*, čiji se predstavnici provizorno ubrajaju u vrstu *Phoxinus lumaireul*. Prve molekularne analize pokazuju da njihove populacije iz slijeva Neretve nisu monofiletička skupina (neobjavljeni podaci). Svi gore navedeni taksoni iziskuju detaljnu taksonomsku reviziju.

Uz pomoć analize cytochroma b pojasnili smo dosad nejasne filogenetske odnose nekoliko vrsta riba iz slijeva Neretve. Na primjer, sve vrste endemskih klenova spadaju u rod *Squalius*. Ispravna su imena vrsta klena s ovog područja *S. svallize*, *S. microlepis*, *S. tenellus* i *S. squalus*. *S. svallize* je u bliskom srodstvu s vrstom *S. zrmanjæ* iz slijeva rijeka Krke i Zrmanje u Hrvatskoj. Genetička distanca između vrsta *S. microlepis* i *S. tenellus* je neznatna, što otkriva veoma recentno odvajanje tih dviju vrsta. Na koncu, *S. squalus* s ovog područja spada u jadransku evolucijsku liniju kompleksa vrsta *Squalius cephalus*, koja je rasprostranjena na području od juga Albanije do sjevera Italije.

Podatke o sastavu vrsta na nekim lokalitetima moguće je usporediti sa starijim podacima, iako su naše informacije zasnovane na uzorkovanju u točkama. U slijevu rijeke Rame je 60 godina prije gradnje akumulacije zabilježeno sedam vrsta riba (Kosorić 1974). Od njih smo utvrdili prisutnost ovih vrsta: *Salmo* cf. *farioides*, *Phoxinus lumaireus*, *Squalius squalus* i *S. svallize*. Nismo našli *Cottus gobio*, *Salmo marmoratus* i *Salmo obtusirostris*.

Zadnje navedene vrste nisu tijekom posljednjih godina pronađene niti prilikom istraživanja rijeke Rame ispod akumulacije, koje je provodio jedan od autora (I. Bogut). Njihov nestanak najvjerojatnije je izazvan gradnjom akumulacije i time prouzrokovanom promjenom sredine. Štoviše, u akumulacijskom se jezeru danas nalaze i introducirane vrste (*Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio*, *Lepomis gibbosus* i *Stizostedion lucioperca*). Osim njih, u akumulaciju je najvjerojatnije introducirana i *Squalius cephalus* iz Dunavskog sljeva, kao što je otkrila genetska studija. Naime morfološki jednoznačno identificirana jedinka *S. svallize* imala je cytochrome b dunavske linije *S. cephalus* koja se jasno genetički razlikuje od jadranske linije ove vrste.

Područje Hutovog blata istraživano je od 1973. do 1977. godine (Kosorić 1978) kada su pronađene 24 vrste. Unatoč tome što smo izlovljavali ribe na samo jednom mjestu tog područja, našli smo četiri nove vrste za to područje (*Pseudorasbora parva*, *Cobitis narentana*, *Knipowitschia croatica* i *Knipowitschia radovici*), koje Kosorić u svom radu (Kosorić 1978) ne navodi. Osim toga, utvrdili smo i prisutnost vrste *Carassius gibelio*, dok Kosorić (1978) navodi *Carassius carassius*. U tom je slučaju najvjerojatnije riječ samo o tome da je Kosorić pogrešno odredio vrste, zato što se u to vrijeme *C. gibelio* tek počeo masovno širiti po Europi pa niti stručnjaci za njega tada još nisu znali.

Konačno, moguće je usporediti ihtiofaunu područja Livanjskog polja (Slika 1: lokaliteti 4-9). To je kraško polje podzemno spojeno sa sljevom rijeke Cetine u Hrvatskoj (Leiner i Popović 1984). Na tom je području Aganović (1969) istraživao ribe rijeke Jaruge, gdje je pronašao pet vrsta autohtonih ciprinida. Sve smo te vrste pronašli i u Livanjskom polju (Tablica 1.). Osim njih, pronašli smo i potočnu pastrvu (*Salmo cf. farioides*) i četiri introducirane vrste (*Rutilus basak*, *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio* i *Silurus glanis*). Prisutnost alohtonih vrsta posljedica je njihove introdukcije u relativno recentno sagrađenu hidroakumulaciju Buško jezero i jezero Mandek, u kojima su ove vrste danas veoma brojne.

Načelno je moguće reći kako je na nekim mjestima, a napose u području kraških polja i akumulacija, alarmantan visoki broj introduciranih vrsta koje mogu negativno utjecati na autohtone vrste koje su endemične za ova područja.

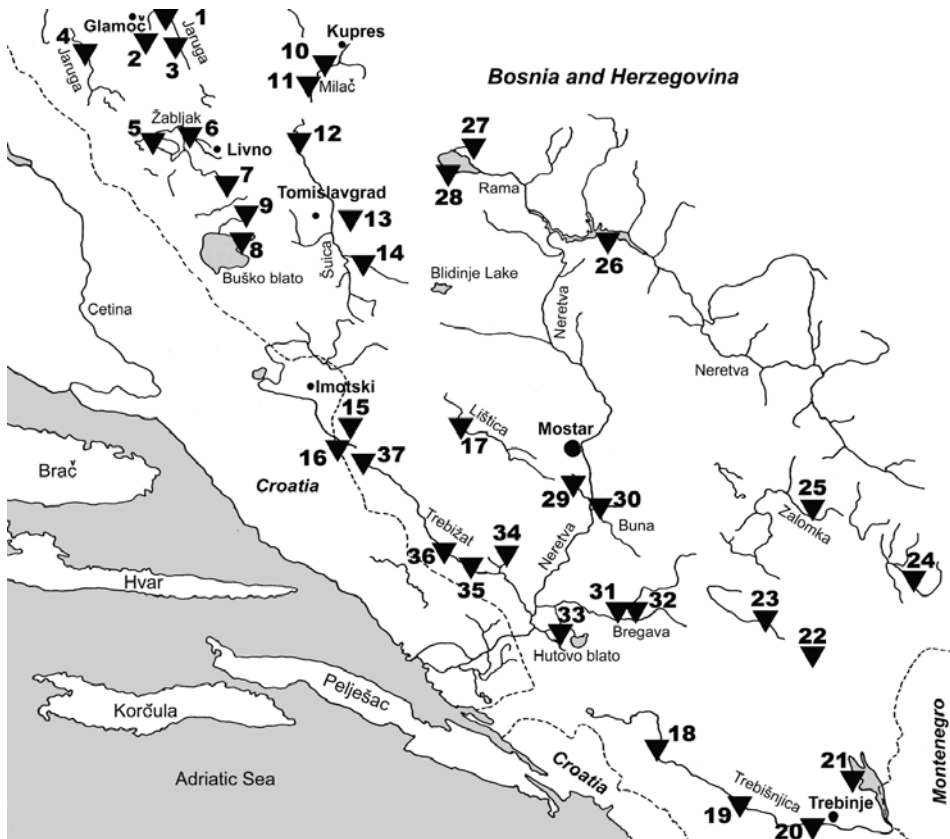
## Zahvala

Rad na projektu djelomično je financiran programom Europske unije Structuring the European Research Area u sklopu projekta Synthesys (projekat ES-TAF-1187 Molecular phylogeny of endemic cyprinids of the genera Telestes, Squalius and Phoxinellus of the eastern Adriatic Sea drainage) u Museo Nacional de Ciencias Naturales u Madridu, a u financiranju je sudjelovalo i Ministarstvo za kulturu Republike Češke (projekti MK00002327201 i DE06P04OMG008).

## LITERATURA

1. Aganović, M. (1969): Sastav ribljih populacija rijeke Jaruge. *Ichthyol. 1 (1): 3-10.*
2. BIANCO, P.G. (1990): Potential role of the palaeohistory of the Mediterranean and Paratethys basins on the early dispersal of Euro-Mediterranean freshwater fishes. *Ichthyol. Explor. Freshwaters, 1 (2): 167-184.*

3. Bogutskaya, N.G., Zupančič, P. (2003): *Phoxinellus pseudalepidotus* (Teleostei: Cyprinidae), a new species from the Neretva basin with an overview of the morphology of *Phoxinellus* species of Croatia and Bosnia-Herzegovina. *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 14: 369-383.
4. Freyhof, J., Stelbrink, B. (2007): *Cobitis illyrica*, a new species of loach from Croatia (Teleostei: Cobitidae). *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 18 (3): 269-275.
5. Kosorić, D. (1974): Ribe rijeke Rame. *Ichthyologia* 6 (1): 69-78.
6. Kosorić, D. (1977): Populacije riba srednje Neretve, sa projekcijom razvojnih mogućnosti poslije izgradnje vodenih akumulacija. *Ichthyologia* 9 (1): 121-129.
7. Kosorić, D. (1978): Sastav populacija riba Hutova blata. *Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu* 31: 69-81.
8. Kosorić, D., Vuković, T. (1966): Ribe rijeke Bune. *Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu. Prirodne nauke*. 5: 179-190.
9. Kosorić, D., Vuković, T. (1971): O mriješčenju glavatice *Salmo marmoratus* Cuvier (Pisces, Salmonidae) u slivu Neretve. *Godišnjak Giološkog instituta Univerziteta u Sarajevu* 24: 111-115.
10. Kosorić, D., Vuković, T., Guzina, N., Kapetanović, N., Mikavica, D. (1989): Ihtiofauna rijeke Neretve i njene promjene posljedično izgradnji hidroelektrana. *Zbornik radova – Savjetovanje o ribarstvu na hidroakumulacijama, Mostar, pp.* 133-138.
11. Kottelat, M., Freyhof, J. (2007): Handbook of European freshwater fishes. 646 pp.
12. Kovačić, M. (2005): New species of *Knipowitschia* (Gobiidae) from Dalmatia, Croatia. *Cybium* 29 (in press).
13. Leiner, S., Popović, J. (1984): Rod *Leuciscus* (Cyprinidae, Pisces) u vodama Jadranskog sliva s osvrtom na nalaz *L. svallize* (Heckel i Kner, 1858) i *L. souffia* Risso, 1826 u Cetini. *Ichthyologia* 16 (1-2): 111-120.
14. Mrakovčić, M., Kerovec, M., Mišetić, S. Schneider, D. (1996): Description of *Knipowitschia punctatissima croatica*, (Pisces: Gobiidae), a new freshwater goby from Dalmatia, Croatia. Pp. 311-319 in Kirchhofer, A., & Hefti, D. (eds.): *Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe*. Birkhauser Verlag, Basel, 341 pp.
15. Mrakovčić, M., Schneider, D., Mustafić, P., Kerovec, M. (2000): Status of genus *Cobitis* and related species in Croatia. *Folia Zoologica* 49 (Suppl. 1): 113-116.
16. Perdices, A., Bohlen, J., Doadrio, I. (2008): The molecular systematic and biogeography of the European Cobitids based on mitochondrial DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 46: 382-390.
17. Šanda, R., Bogut, I., Doadrio, I., Kohout, J., Perdices, A., Perea, S., Šedivá, A., Vukić, J. (2008): Distribution and relationships of spined loaches (Cobitidae) in the Neretva River basin in Bosnia and Herzegovina. *Folia Zoologica* 57 (1-2): 20-25.
18. Zupančič, P., Bogutskaya, N.G. (2000): Description of a new species, *Phoxinellus dalmaticus* (Cyprinidae: Leuciscinae) from the Cikola River in the Krka River system, Adriatic basin (Croatia). *Natura Croatica* 9: 67-81.
19. Zupančič, P., Bogutskaya, N.G. (2002): Description of two new species, *Phoxinellus krbavensis* and *Phoxinellus jadovensis*, re-description of *P. fontinalis* Karaman, 1972, and discussion of the distribution of *Phoxinellus* species (Teleostei: Cyprinidae) in Croatia and in Bosnia and Herzegovina. *Natura Croatica* 11: 411-437.



Slika 1. Mapa područja slijeva Neretve. Brojevi označavaju pojedine lokalitete i odgovaraju brojevima lokaliteta u Tablici 1.

Tablica 1. Vrste riba utvrđene na lokalitetima u slijevu rijeke Neretve i okolnih kraških polja. Podvučene vrste su za prikazano područje jednoznačno introducirane. Brojevi lokaliteta odgovaraju brojevima lokaliteta na Slici 1.

Slijev rijeke ili kraško polje	Lokalitet	Broj lokaliteta u karti	Zabilježene vrste
Glamočko polje	Lokve u Glamočkom polju	1, 2, 3	<i>Carassius gibelio</i> , <i>Phoxinellus alepidotus</i> , <i>Cyprinus carpio</i> , <i>Aulopyge huegelii</i> ,
	Rijeka Ševarova jaruga	4	<i>Squalius tenellus</i> , <i>Chondrostoma phoxinus</i> , <i>Carassius gibelio</i> , <i>Phoxinellus alepidotus</i> , <i>Chondrostoma phoxinus</i> , <i>Aulopyge huegelii</i> ,
Livanjsko polje	Rijeke Žabljak i Sturba	5, 6, 7	<i>Scardinius dergle</i> , <i>Salmo cf. farioides</i> , <i>Squalius tenellus</i>
	Buško jezero	8	<i>Aulopyge huegelii</i> , <i>Cyprinus carpio</i> , <i>Squalius tenellus</i> , <i>Carassius gibelio</i> , <i>Chondrostoma phoxinus</i> , <i>Silurus glanis</i>
	Jezero Mandak	9	<i>Scardinius dergle</i> , <i>Cyprinus carpio</i> , <i>Squalius tenellus</i> , <i>Aulopyge huegelii</i> , <i>Carassius gibelio</i> , <i>Rutilus basak</i>

Kupreško polje	Rijeka Milač	10, 11	<i>Salmo cf. farioides</i>
Šuičko i Duvanjsko polje	Slijev rijeke Šuice	12, 13, 14	<i>Salmo cf. farioides</i> , <i>Chondrostoma phoxinus</i> , <i>Squalius tenellus</i> , <i>Aulopyge huegelii</i> , <i>Carassius gibelio</i> , <i>Lepomis gibbosus</i>
Imotsko - bekijsko polje	Jezero Krenica	15	<i>Cyprinus carpio</i> , <i>Carassius gibelio</i> , <i>Rutilus basak</i> , <i>Squalius microlepis</i> , <i>Delminichthys adpersus</i> , <i>Cobitis illyrica</i>
	Rijeka Matica	16	<i>Rutilus basak</i> , <i>Delminichthys adpersus</i> , <i>Cobitis illyrica</i>
Mostarsko blato	Slijev rijeke Lištice	17*	<i>Cobitis cf. illyrica</i> , <i>Phoxinellus pseudalepidotus</i> , <i>Cyprinus carpio</i> , <i>Salmo cf. farioides</i> , <i>Ameiurus nebulosus</i> , <i>Aulopyge huegelii</i> , <i>Oncorhynchus mykiss</i> , <i>Salvelinus fontinalis</i>
Popovo polje	Slijev rijeke Trebišnjice	18, 19, 20, 21	<i>Cyprinus carpio</i> , <i>Squalius squalus</i> , <i>Tinca tinca</i> , <i>Alburnus sp.</i> , <i>Phoxinus lumaireul</i> , <i>Cobitis narentana</i> , <i>Lepomis gibbosus</i>
Fatničko polje	Lokva u Fatničkom polju	22	<i>Delminichthys ghetaldii</i>
Dabarsko polje	Rijeka Vrijeka	23	<i>Delminichthys ghetaldii</i> , <i>Telestes metohiensis</i> , <i>Salmo cf. farioides</i>
Gatačko polje	Rijeka Mušnica	24	<i>Alburnus sp.</i> , <i>Telestes metohiensis</i> , <i>Phoxinus lumaireul</i>
Nevesinjsko polje	Rijeka Zalomka	25	<i>Salmo cf. farioides</i> , <i>Phoxinus lumaireul</i> , <i>Squalius squalus</i>
Slijev rijeke Neretve	Jablaničko jezero	26	<i>Sander lucioperca</i> , <i>Squalius svallize</i> , <i>Tinca tinca</i> , <i>Carassius gibelio</i> , <i>Cyprinus carpio</i> , <i>Phoxinus lumaireul</i>
	Ramsko jezero i pritoke	27, 28	<i>Sander lucioperca</i> , <i>Cyprinus carpio</i> , <i>Carassius gibelio</i> , <i>Squalius svallize</i> , <i>Lepomis gibbosus</i> , <i>Squalius squalus</i> , <i>Alburnus sp.</i> , <i>Phoxinus lumaireul</i> , <i>Salmo cf. farioides</i>
	Rijeka Jasenica	29	<i>Rutilus basak</i> , <i>Alburnus sp.</i> , <i>Chondrostoma knerii</i> , <i>Salmo cf. farioides</i> , <i>Anguilla anguilla</i>
	Rijeka Buna	30	<i>Gasterosteus gymnurus</i> , <i>Phoxinus lumaireul</i> , <i>Squalius sp.</i> , <i>Anguilla anguilla</i>
	Rijeka Bregava	31, 32	<i>Alburnus sp.</i> , <i>Squalius squalus</i> , <i>Squalius svallize</i> , <i>Phoxinus lumaireul</i> , <i>Cobitis narentana</i>
	Kanal u Hutovom blatu	33	<i>Anguilla anguilla</i> , <i>Cobitis narentana</i> , <i>Carassius gibelio</i> , <i>Rutilus basak</i> , <i>Alburnus sp.</i> , <i>Scardinius plotizza</i> , <i>Tinca tinca</i> , <i>Lepomis gibbosus</i> , <i>Pseudorasbora parva</i> , <i>Squalius squalus</i> , <i>Gambusia holbrooki</i> , <i>Knipowitschia croatica</i> , <i>Knipowitschia radovici</i> , <i>Gasterosteus gymnurus</i> , <i>Chondrostoma knerii</i>
	Sliv rijeke Trebižat	34, 35, 36, 37	<i>Squalius squalus</i> , <i>Chondrostoma knerii</i> , <i>Alburnus sp.</i> , <i>Squalius microlepis</i> , <i>Rutilus basak</i> , <i>Delminichthys adpersus</i> , <i>Knipowitschia croatica</i> , <i>Salmo obtusirostris</i> , <i>Salmo cf. farioides</i> , <i>Anguilla anguilla</i>

\*Na Mostarskom blatu uzorkovano je ukupno 30 lokaliteta



# **PREDSTAVLJANJE CENTRA I PROJEKTA „PASTRVE I TURISTI“**

**Denis Lončar<sup>1</sup>**

Hrvatski centar za autohtone vrste riba i rakova krških voda (u daljnjem tekstu: Centar) osnovan je 29. lipnja 2006. godine. Sjedište Centra je u Otočcu, Kralja Zvonimira 10. Zajedničkim snagama i jedinstvenom idejom osnovali su ga Grad Otočac, Hrvatska gospodarska komora, Institut Ruđera Boškovića i Gacka d.o.o., kao samostalnu udrugu pravnih osoba. Centar nije samo ribogojilište, a još manje ribogojilište komercijalnog tipa. To je multidisciplinarna i interdisciplinarna ustanova u kojoj su isprepleteni znanost i struka. Osnovni su ciljevi Centra uzgoj autohtonih vrsta riba, a osobito potočne pastrve te rakova krških voda, znanstveni pristup uzgoju i turizam. Registriran je za znanstveno i stručno istraživanje autohtonih vrsta riba i rakova krških voda RH, a posebice njihova genskog profila. Nadalje, za mriješćenje autohtonih vrsta riba i rakova krških voda RH, za uzgoj mlađi do nasadne veličine za poribljavanje krških voda RH, za procjenu kakvoće vode kao staništa za život i razvoj i razmnožavanje autohtonih vrsta riba i rakova krških voda RH, za markiranje mjesta za mogući kontrolirani uzgoj u komercijalne svrhe autohtonih vrsta riba i rakova krških voda RH, za izradu projekata i programa komercijalnog uzgoja autohtonih riba i rakova te za stvaranje autohtonih vrsta riba i rakova krških voda. Iz svega je vidljivo i opravdano ime Centra po kojem će u skoroj budućnosti biti prepoznatljiva Gacka i Grad Otočac. Kako bi Centar mogao opstati u poslovnom svijetu današnjice, svaki od osnivača ima svoje predstavnike koji čine Vijeće Centra. Vijeće Centra je glavni upravni organ koji nadgleda novčano i materijalno poslovanje Centra te pregledava i odobrava izvještaje (godišnje, polugodišnje, izvanredne) ravnatelja Centra.

Centar ima organizacijski plan. Organizacijskim planom uređeni su međusobni odnosi osnivača u Centru, njihova prava i obveze. Cilj je poslovne suradnja koja se uređuje organizacijskim planom osigurati neometani rad Centra u narednih pet godina, a po potrebi će se suradnja i produljivati ako je to u interesu Centra i njegovih osnivača. Svaki je od osnivača preuzeo obvezu u skladu sa svojim djelatnostima pripomoći radu Centra, i to od financijske pomoći preko znanstvenog pristupa pa do marketinških aktivnosti koje su nezaobilazni dio poslovanja.

Grad Otočac kao vlasnik zemljišta, mrjestilišta i subjekt koji ima najveću dobit od uspješnog poslovanja Centra, osigurava financijsku konstrukciju. Hrvatska gospodarska komora podržava i promovira programe i projekte povezane s uzgojem autohtonih vrsta riba i

---

<sup>1</sup> Hrvatski centar za autohtone vrste riba i rakova krških voda



rakova krških voda. Institut Ruđera Boškovića putem laboratorija za ihtiopatologiju – biološke materijale, izrađuje znanstveno-stručne projekte i prijavljuje ih kod Ministarstava i pravnih subjekata EU. Provodi filogenetska istraživanja riba i rakova, utvrđuje bolesti koje ugrožavaju riblju populaciju i populaciju raka, obavlja nadzor uzgoja, mrijesta i hranidbe riba i rakova, educira zaposlenike Centra te ostale poslove u okviru svojih djelatnosti. Gacka d.o.o. – društvo za gospodarenje rijekom Gackom izravna je pomoć djelatnicima Centra pri izlovu ribe i mrijesta te u najosjetljivijem periodu uzgoja (od ikre do mlađa). Kod poribljavanja rijeke Gacke potočnom pastrvom iz Centra, Gacka d.o.o. pazi na gospodarsku osnovu poribljavanja i u skladu s osnovom preuzima i poribljava rijeku. Osim ovih zadataka koje osnivači imaju prema Centru, imaju i prava koja iz Centra proizlaze, i to pravo vlasništva nad mrjestilištem (Grad Otočac), pravo nad intelektualnim stvaranjem robnih marki (HGK), intelektualno pravo nad znanstvenim i stručnim istraživanjima krških voda i ihtiofaune krških voda u Republici Hrvatskoj (IRB), pravo prvokupa svih dobnih kategorija autohtonih vrsta riba i rakova krških voda uzgojenih u Centru (Gacka d.o.o.).

Centar je mlad po godinama, ali je u kratkom periodu u svojim derutnim bazenima, nagriženima zubom vremena i ratnim djelovanjima u Domovinskom ratu, uzgojio prve eksperimentalne količine mlađi potočne pastrve kojom je poribljena rijeka Gacka. Centar se predstavio na nekoliko sajmova diljem Hrvatske, počevši od manifestacije *Dani Gacke*, odmah nakon osnivanja te na sajmovima koje organizira HGK (Histria 2008, HOT '08 u Rijeci, Savjetovanje o slatkovodnom ribarstvu – Vukovar 2008) i drugdje. U znanstvenom je okviru IRB obavio i utvrdio za Centar iznimno važnu činjenicu, kako je gacka potočna pastrva autohtona. Istraživanje koje je i temelj obranjene doktorske disertacije Margite Jadan, mlade znanstvenice s Instituta Ruđera Boškovića, dokazalo je kako je u Gackoj zastupljena dunavska i atlantska filogenetska linija potočne pastrve. Atlantska linija s haplotipom At1 zastupljen je u 33 posto istraživanih jedinki, dok je u ostalih 67 posto jedinki zabilježena dunavska linija – Da2 haplotip. Navedeni Da2 haplotip koji prevladava u rijeci Gackoj nije pronađen u susjednim krškim rijekama, kao ni u krškim rijekama susjednih država pa se stoga sa sigurnošću može reći da je gacka potočna pastrva ovog profila AUTOHTONA.

Najvažnije što je Centar postigao u ove dvije godine postojanja je projekt „Pastrve i turisti“. Projekt koji su osnivači zajedničkim snagama osmislili i pripremili predan je u veljači 2007. godine na natječaj Europske komisije. Pod programom Europske komisije PHARE 2005 – BRI izabran je među sedam projekata u Republici Hrvatskoj i projekt „Pastrve i turisti“, engl. „Trout and tourists“.

Projekt koji osigurava sigurnu budućnost Centru provodi se tijekom 2008. godine, a 30. studenog 2008. godine predviđen je završetak u potpunosti.

Projektom se obnavlja cjelokupno postojeće ribogojilište. Od uređenja vanjskog okoliša i rekonstrukcije bazena i zgrade mrjestilišta pa do kupnje najsuvremenije opreme iz područja akvakulture. Obnovom će se zadovoljiti svi potrebni standardi za nesmetan i kvalitetan rad na uzgoju pastrve i raka. Grad Otočac kao nositelj te partneri HGK ŽK Otočac, Gacka d.o.o., Turistička zajednica Otočca i suradnik Institut Ruđera Boškovića zajedničkim su naporima pripremili projekt za natječaj za program PHARE 2005. Pripreme za predaju projekta na natječaj trajale su tri mjeseca. Nakon što je projekt predan na natječaj u veljači 2007. godine, uslijedile su faze čišćenja projekta, odnosno izbacivanje pojedinih stavki



koje nisu prihvatljive za financiranje (dnevnice u tuzemstvu, održavanje automobila...). Proces „čišćenja“ projekta trajao je do kraja studenoga 2007. godine i nakon nekoliko kontrola ugovor sa Središnjom agencijom za financiranje i ugovaranje iz Zagreba koja je produžena ruka Europske komisije iz Brüsselsa, potpisan je 29. studenoga 2007. godine. Vrijednost projekta prije izbacivanja neprihvatljivih troškova iznosila je 722.389,00 eura, da bi ugovor bio sklopljen na iznos od 630.222,85 eura. Ukupna vrijednost ne znači kako će se cjelokupni iznos dobiti od fonda EU, već je ugovorom određeno da EU sufinancira 75 posto vrijednosti, dok je Grad Otočac s partnerima i suradnikom dužan osigurati 25 posto. Trajanje projekta i vremenski je ograničeno, tako da je rok za dovršetak svih aktivnosti (građevinski radovi, nabava opreme, izrada organizacijskih i marketinških planova, studijska putovanja...) godina dana od potpisivanja ugovora.

Krenuvši redom, prva su i najopsežnija aktivnost građevinski radovi na obnovi ribogojilišta, koji vremenski traju devet mjeseci i gdje se očekuje potpuna obnova devastiranih bazena i kućice. Planirana je nabava vozila i opreme koja će se koristiti za uzgoj, kao i opreme za mjerenje kvalitete vode. Jačanje menadžmenta i marketinških snaga kroz izradu organizacijskog i marketinškog plana te studijska putovanja u druge institute i ribogojilišta na području EU obavljat će se sredinom projekta. Veliku ulogu u projektu imat će i Institut Ruđera Boškovića stalnim uzorkovanjem vode i testiranjem njene kvalitete (temperatura, zasićenost kisikom, pH-vrijednost i ostali parametri). Također, obučavajući ravnatelja i tehnologa Centra za rad s uređajima, kao i o bolestima i načinima liječenja riba. Županijska komora Otočac predstaviti će Centar i Projekt na nekoliko sajмова u RH i inozemstvu, a Gacka d.o.o. obaviti će eksperimentalno poribljavanje rijeke Gacke s testno uzgojenom pastrvom u dotada derutnim bazenima. Grad Otočac će osigurati svu potrebnu tehničku pomoć za provedbu projekta, a posebice pravnu i financijsku službu. Kako bi provođenje projekta bilo korektno, valja uvažavati redosljed koji je ugovorom i propisan. Ovakvim pristupom i provedbom projekta treba osigurati i da Projekt bude završen onako kako je predviđeno, i to u financijskim i vremenskim okvirima. To je vrlo važno jer su pravila i zakoni koje je propisala Europska komisija u ovom slučaju ispred hrvatskih zakona. Potrebno je uvažavati sve propisane procedure, sačuvati sve podatke (i od komuniciranja e-mailom), i to sedam godina nakon završetka projekta jer smo u tom periodu podložni reviziji Europske komisije.

Nakon realizacije projekta, očekujemo potpuno opremljen i moderan Centar za uzgoj pottočne pastrve i rakova krških voda. Sigurno je kako ćemo u godini dana provođenja projekta steći određena znanja i iskustva koja će nam uvelike olakšati provedbu novih projekata, koje Centar već ima u planu ili će se tek pojaviti nove ideje. Projektom smo utvrdili i znanstvene spoznaje o genotipu i fenotipu gacke pastrve koju treba brandirati i stvoriti prepoznatljivost pastrve, Centra i ovog kraja te na tomu temeljiti turističke potencijale. Nakon što Centar postane funkcionalan, pojaviti će se na turističkoj karti regije kao određena točka koja ima svoju nezaobilaznu priču namijenjenu turistima. Plan rada Centra je povezivanje sa školama te, u sklopu HNOS-a, odvijanje terenske nastave u Centru, u dijelu koji zadovoljava dio nastave prirode i/ili biologije. Osim sa školama, planirano je i povezivanje s fakultetima i institutima zainteresiranima za znanstvena istraživanja i pisanje radova o autohtonim vrstama riba i rakova krških voda i sličnim povezanim temama. Velika očekivanja od Centra i njegovog doprinosa u zajednici ima Otočac i regija Gacka, a to su prije svega povećanje kvantitete i kvalitete ribljeg fonda u rijeci Gackoj, jer je u

posljednje vrijeme primjetno opadanje količine ribe u Gackoj zbog izlova ili vanjskog utjecaja. Svojim će radom Centar osigurati povećanje količina ribe i postojanost gacke pastrve u Gackoj. Prethodna situacija odrazila se na smanjenje broja sportskih ribolovaca na rijeci Gackoj. Predviđenim poribljavanjem Gacke kvalitetnom ribom bez oštećenja na ljuski i perajama, a koja su uobičajena na ribi uzgojenoj u klasičnim komercijalnim ribogojilištima, Gacka će zasigurno osigurati svojim ljubiteljima zadovoljstvo u svim aspektima ribolova. Povećanje broja sportskih ribolovaca direktno utječe i na povećanje smještajnih jedinica i ugostiteljskih objekata, kao i na poboljšanje njihove kvalitete. Dolaskom većeg broja turista, povećat će se raznovrsnost turističke ponude, što će na kraju pridonijeti kvaliteti turizma i povećanju broja zaposlenih kao primarnim ciljevima.

# DOSADAŠNJA ISKUSTVA DRUŠTVA „NORFISH BLAGAJ“ IZ MOSTARA U PRIMJENI SUSTAVA HACCP-A U PRERADI RIBE

Dževad Bašić<sup>1</sup>

## SAŽETAK

*Aktivnosti na uvođenju i primjeni sustava HACCP-a u društvu „Norfish Blagaj“ iz Mostara započele su sredinom 2005. godine, u skladu s donesenim zakonskim rješenjima, odnosno, poznatom praksom u svijetu i zemljama iz okružja.*

*U proteklom razdoblju održan je niz sastanaka komisije za izradu plana HACCP-a. Pri izradi sustava HACCP-a provedene su sve odredbe i primijenjena sva načela sustava HACCP-a. Završni službeni dokument objekta imao je nekoliko promjena u pogledu kritičnih limita, korektivnih mjera i postupaka kontrole te praćenja kritičnih kontrolnih točaka. Sustavno su izrađeni dokumenti Standardne operativne procedure (SOP) i Standardne sanitarne operativne procedure (SSOP).*

*Proteklo razdoblje pokazuje prednosti uvođenja sustava HACCP-a u društvu. Pridržavanjem svih standarda, normi i procedura koje sustav podrazumijeva postiže se veća stabilnost društva i sigurnost kako je proizvod odnosno obrađena riba zdravstveno i higijenski ispravna i bez rizika za zdravlje potrošača, a što je i krajnji cilj svih subjekata koji posluju s hranom.*

**Ključne riječi:** preduvjetni program, dobra proizvođačka praksa, dobra higijenska praksa, HACCP

## UVOD

Društvo „Norfish Blagaj“ iz Mostara nasljednik je pedesetogodišnje tradicije proizvodnje salmonidnih riba društva „Ribogojilište Blagaj“ koje je započelo proizvodnju 1951. godine u Blagaju kod Mostara.

Nakon što je 2000. godine društvo preuzela norveška kompanija, počeo je njen razvoj u svakom pogledu. Na svim razinama, od menadžmenta do proizvodnje, primijenjeni su tehnološki standardi iz Norveške, zemlje koja je svjetski lider u proizvodnji, uzgoju, preradi i plasmanu ribe i ribljih proizvoda.

„Norfish Blagaj“ nalazi se na dvije lokacije, i to u Blagaju kod Mostara i na hidroakumulaciji Salakovac sjeverno od Mostara.

---

<sup>1</sup> Norfish Blagaj d.o.o., Mostar

U Blagaju se 500 metara od izvora rijeke Bune nalazi „Riblja farma Blagaj“ za prihvatanje i uzgoj riblje mladi i konzumne ribe. Unutar njihovog sastava djeluje i moderno mrjestilište u kojem se primjenjuju najnovija tehnološka dostignuća u proizvodnji riblje mladi. Drugi objekt u sklopu društva je „Riblja farma Salakovac“. Farma se nalazi 15 km sjeverno od Mostara. Smještena je na rijeci Neretvi odnosno na hidroakumulaciji Salakovac. Farma raspolaže s moderno izvedenim kavezima koji su opremljeni s automatskim hranilicama. Kavezi služe za proizvodnju pastrva, i to od 300 g pa do veličine koju zahtijevaju kupci.

U neposrednoj blizini farme Salakovac nalazi se novosagrađena tvornica za obradu ribe koja je sagrađena u skladu s najnovijim standardima Europske unije. Tvornica je započela s radom u siječnju 2002. godine. Ima prateće objekte te tako u potpunosti zadovoljava sve tehnološke i ekološke standarde za obradu ribe. Trenutačni je dnevni prerađivački kapacitet osam tona.



Slika 1. Riblja farma Blagaj

Društvo „Norfish Blagaj“ tržištu nudi sljedeće proizvode:

Živu ribu, i to:

- mlađ dužičaste pastrve od 5 do 100 g/kom
- konzumnu pastrvu s bijelim ili crvenim mesom
- obrađenu i očišćenu dužičastu pastrvu:
  - svježju, očišćenu ili neočišćenu, pakiranu u stiroporne kutije od 5 i 10 kg, prekrivenu ledom
  - zamrznutu, pakiranu vakuumski i rinfuzno, u kartonskoj ambalaži od 5 i 10 kg

U skladu sa Zakonom o hrani (Službeni glasnik BiH 50/04), svi subjekti u poslovanju s hranom, osim na razini primarne proizvodnje, dužni su uspostaviti i provoditi redovite kontrole higijenskih uvjeta proizvodnje, primjenjujući preventivne postupke samokontrole razvijene u skladu s načelima analize opasnosti i kritičnih kontrolnih točaka (sedam

načela HACCP-a).

Odlukom o provođenju obveznih mjera u odobrenim objektima, a radi smanjenja mikrobioloških i drugih onečišćenja mesa, mesnih proizvoda i ostalih proizvoda životinjskog podrijetla namijenjenih prehrani ljudi (Službeni glasnik BiH 8/05), propisuje se provođenje obveznih mjera u odobrenim objektima za klanje životinja, obradu, preradu i skladištenje proizvoda životinjskog podrijetla i uspostavljanje kontrole procesa proizvodnje na osnovi primjene sustava analize opasnosti i kontrole kritičnih točaka (HACCP).

## PREUVJETNI PROGRAMI

Kako bi se HACCP realizirao i kontinuirano provodio, potrebno je primijeniti određene programe, odnosno preduvjetne programe u kojima su sadržane opće aktivnosti koje utječu na zdravstvenu ispravnost hrane. Pod preduvjetnim programima podrazumijevamo dobru higijensku praksu GHP, dobru proizvođačku praksu GMP, standardne operativne postupke SOP te standardne sanitarne operativne postupke SSOP.

U društvu „Norfish Blagaj“ kontinuirano se provodi dobra proizvođačka i higijenska praksa na ribljim farmama u Blagaju i Salakovcu, dok se u tvornici za obradu ribe primjenjuje HACCP, uključujući i spomenute preduvjetne programe.

Projektiranjem i gradnjom objekata ribljih farmi u Blagaju i na hidroakumulaciji Salakovac te održavanjem i provedbom tehnologije osigurani su:

- normalni uvjeti za život i potrebe različitih dobnih kategorija ribe pastreve
- odvojeno držanje riblje ikre, mladunaca, riblje mladi i ribe u tovu
- konstantan i u dovoljnim količinama priljev čiste i kvalitetne vode
- odvojena vodoopskrba i ispuštanje vode iz valionice za inkubiranje ikre i ličinaka
- vrlo mala razina stresa i ozljeda ribe
- prikladan način hranidbe ribe s vrlo malim postotkom nepojedene hrane
- jednostavno i redovito uklanjanje nečistoća s dna i zidova betonskih protočnih bazena, odnosno kaveznih mreža
- sprečavanje i suzbijanje bolesti, neškodljivo uklanjanje uginule ribe i ostataka ribe
- provođenje dezinfekcije objekta, bazena, prijevoznih sredstava za ribu, opreme i pribora te ruku, odjeće i obuće zaposlenih djelatnika
- provođenje plana hitnih mjera u slučaju neuobičajenih događaja na objektu (masovno ugibanje riba, oštećenja kaveza ili objekta, neuobičajeno zagađenje vode)

Riblje farme, a posebice objekt valionice u Blagaju, održavaju se u skladu s najvišim standardima. Valionica se kao i cijela riblja farma u Blagaju opskrbljuje izvorskom vodom, tako da valionica ima odvojenu vodoopskrbu i ispuštanje vode.

U proizvodnji se kontinuirano, a napose nakon stranog ulaganja u postojeće društvo:

- usavršava proizvodni tijek na osnovi prikupljenih iskustava te primjenom novih tehničkih i tehnoloških dostignuća
- prati stanje zdravlja i rast ribe
- poučavaju zaposlenike o potrebama, bolestima i zaštiti zdravlja riba
- provode sanitarne mjere kao dio SSOP-a

Dobra higijenska praksa (GHP) u tvornici za obradu ribe održava se uvažavanjem svih

pravila ponašanja zaposlenika u tvornici i u proizvodnom pogonu. Vrlo je važno održavanje osobne higijene djelatnika, izvještavanje osoblja pri ozljedi ili bolesti, nošenje zaštitne opreme (odjeće i obuće), osiguranje prikladne prostorije za pušenje i konzumiranje hrane te redovito provođenje pranja i dezinfekcije prostorija, opreme i djelatnika.

Svi su djelatnici upoznati s postupcima održavanja higijene koji se provode u tvornici. U proizvodnju ulaze i napuštaju proizvodni pogon kroz garderobe, dok drugi djelatnici, odnosno posjetitelji ulaze u proizvodni pogon nakon promjene garderobe i prolaska kroz dezinfekcijske barijere. Također se obvezno provodi Plan pranja i dezinfekcije prostora, opreme i uređaja. Planom za čišćenje i dezinfekciju određeno je koliko često i kojom metodom se obavlja pranje i dezinfekcija, tko pere i dezinficira i s kojim sredstvom. Izrađena je uputa za pranje i dezinfekciju, deratizaciju te plan poučavanja osoblja. Evidencija pranja i dezinfekcije bilježi se u predviđene obrasce, a nadzor nad provođenjem svih postupaka obavlja za to ovlaštena osoba u tvornici za obradu ribe.

Provjera učinkovitosti postupaka pranja i dezinfekcije obavlja se redovitim uzimanjem uzoraka brisa i mikrobiološkom analizom.

Dobra proizvodna praksa (GMP) primjenjuje se od početka procesa proizvodnje te nabave sirovina, što se najčešće odnosi na riblju hranu i njeno skladištenje. Riblja hrana skladišti se u čistom skladištu s odgovarajućim postotkom vlage i temperaturom na kojoj se neće kvariti i gubiti kvalitetna svojstva.

S obzirom na to da društvo trenutačno ne posjeduje matično jato, riblja ikra se nabavlja od renomiranog proizvođača ikre kalifornijske pastrve iz SAD-a.

U tvornici za preradu ribe koristi se odgovarajuća oprema izrađena od adekvatnog materijala. Gotovi proizvodi pakiraju se u ambalažu koja zadovoljava propisane kriterije prehrambene industrije. Svježa i zamrznuta ribe te proizvodi od ribe skladište se na odgovarajućem temperaturnom režimu koji se nadzire. Kontinuirano se provjeravaju i evidentiraju temperature u pakeraju, tunelu za zamrzavanje i komori za skladištenje gotovih proizvoda temperaturnim mjernim instrumentima - logerima i odgovarajućim softverom.

Na tvornicu ne utječe okolna industrija jer je nema u blizini. Isključena je kontaminacija putem zraka (prašina, neugodni mirisi, kemikalije). Lokacija je ograđena, krug unutar tvornice je betonski čime je minimalizirano nakupljanje prašine. U nekoliko navrata, neposredno prije početka gradnje, usuglašavan je dizajn same zgrade s predstavnicima resornog federalnog ministarstva kako bi se zadovoljili svi veterinarski i higijenski zahtjevi.

Izrađen je i provodi se godišnji plan održavanja opreme i uređaja za obje riblje farme i tvornice za preradu ribe, u kojem je posebice definirana točka nadzora kontrole i učestalost postupka.





Slika 2. Tvornica za obradu ribe



Slika 3. Proizvodna linija

Redovito se svake godine provodi kalibracija mjerne opreme koja uključuje vage za mjerenje ribe i prerađene ribe te uređaja odnosno displeja koji bilježe temperature u pakeraju, tunelu za zamrzavanje i komori za skladištenje zamrznute ribe.

Sprečavanje kontaminacije postiže se izbjegavanjem kontakta proizvoda sa sirovinama ili prljavim stvarima, osiguranjem prikladnog prolaza iz jednog odjela u drugi, sprečavanjem kontakta bolesnog osoblja, dobrom osobnom higijenom, podukom djelatnika o higijeni te ograničenim i kontroliranim kretanjem osoblja i proizvoda, zadovoljavajućom higijenom i sustavom čišćenja, korištenjem vode za piće i proizvodnju leda.

Stručnjaci iz odjela higijene namirnica Veterinarskog fakulteta u Sarajevu te za to ovlašteno osoblje poučavaju djelatnike o održavanju osobne higijene i higijene unutar tvornice. Uporabom operativnog računalskog sustava na farmama, u tvornici te u administraciji propisanim postupcima prijema i otpreme sirovina, riblje hrane, riblje mladi i ribe između pojedinih ribljih farmi i tvornice, označavanjem proizvoda i vođenjem dokumentacije o proizvodnji i otpremi, omogućena je sljedivost proizvoda. U suradnji s Udruženjem GS1 Bosne i Hercegovine naše društvo radi na projektu s kojim će se realizirati sve aktivnosti na praćenju sljedivosti u proizvodnji i preradi ribe korištenjem standarda GS1. Završetkom projekta i nabavom moderne opreme, uključujući i softverska rješenja za praćenje sljedivosti u proizvodnji i preradi ribe korištenjem standarda GS1, društvo „Norfish Blagaj“ imat će u primjeni sve standarde koje poznaje upravljanje, higijena i sljedivost u ribljoj industriji u svijetu odnosno u zemljama Europske unije.

Posebna se pozornost pridaje mjerama kontrole od štetočina, koje provodi ovlaštena organizacija i društvo, o čemu se izrađuje dokumentacija i popunjavaju obrasci. Unutar kruga tvornice redovito se provodi čišćenje (smeće, raslinje). Prikupljeni se otpad prije zbrinjavanja adekvatno skladišti. Svi otvori na prozorima imaju postavljene mreže, dok je na izlaznim vratima za otpremu proizvoda postavljena zračna zavjesa.

Za smanjenje negativnog utjecaja prerade ribe pogon je opremljen uređajem za tretman tehnološke otpadne vode, uređajem za tretman čvrstog otpada, kao i septičkom jamom za prikupljanje sanitarne otpadne vode.

Otpadne vode nastaju pri pranju i čišćenju ribe, pranju pogona te dezinfekciji. Tehno-

loškom kanalizacijom odlijevaju se u septičke jame za tehnološke otpadne vode, koje se dalje tretiraju uređajima za tehnološke otpadne vode.

Otpadne vode iz mokrih čvorova objekta prikupljaju se u septičku jamu. Jama je pravokutnog oblika s tri komore. Septička jama izvedena je od vodonepropusnog betona. Komunalno javno poduzeće povremeno prazni jamu.

Oborinske vode prikupljaju se odvojenim sustavom i upuštaju u jezero.

Otpadni riblji materijal ručno se odlaže u sustav za tretiranje ribljeg otpada, odnosno stavlja se u mlin za mljevenje nakon čega se pokreće proces mljevenja. Istodobno se s pokretanjem pumpe za mljevenje pokreće i dozatorska pumpa za mravlju kiselinu. Samljeveni otpad odlaže se u tank za čuvanje te se zbrinjava na komunalnom deponiju.

## **PRIMJENA SUSTAVA HACCP-a**

Postupak uvođenja sustava HACCP-a započeo je donošenjem odluke o uvođenju HACCP-a i odluke o imenovanju komisije (tima) za izradu plana HACCP-a 1. srpnja 2005. godine.

Samostalno i u skladu sa stručnim znanjima koje posjeduje te uz povremeni angažman vanjskih suradnika društvo se odlučilo uvesti sustav HACCP bez pomoći konzultantske kuće.

Dosadašnje dvogodišnje iskustvo na provođenju sustava i stalnom dopunjavanju prateće dokumentacije dokazuje ispravnost u navedenom pristupu. Sustav HACCP konstantno se nadograđuje novostima u korektivnim mjerama, postupcima kontrole i praćenja, nabavom određene opreme radi provođenja sustava HACCP-a i pratećom dokumentacijom.

U sastav tima imenovani su djelatnici društva, voditelj tima u funkciji koordinatora, veterinar-magistar iz područja ribarstva sa završenom specijalizacijom u Norveškoj, poslovođa na liniji za obradu ribe, djelatnik na poslovima održavanja te djelatnica koja obavlja poslove održavanja higijene u tvornici. Osim navedenih, u sastav tima imenovana su i dva diplomirana veterinara izvan društva. Tijekom samog postupka angažirana su i dva stručna suradnika (mikrobiolog i diplomirani veterinar-magistar), koji su održali predavanje za sve zaposlenike, odnosno pregledali tvornicu, proizvodni proces i kompletnu dokumentaciju.

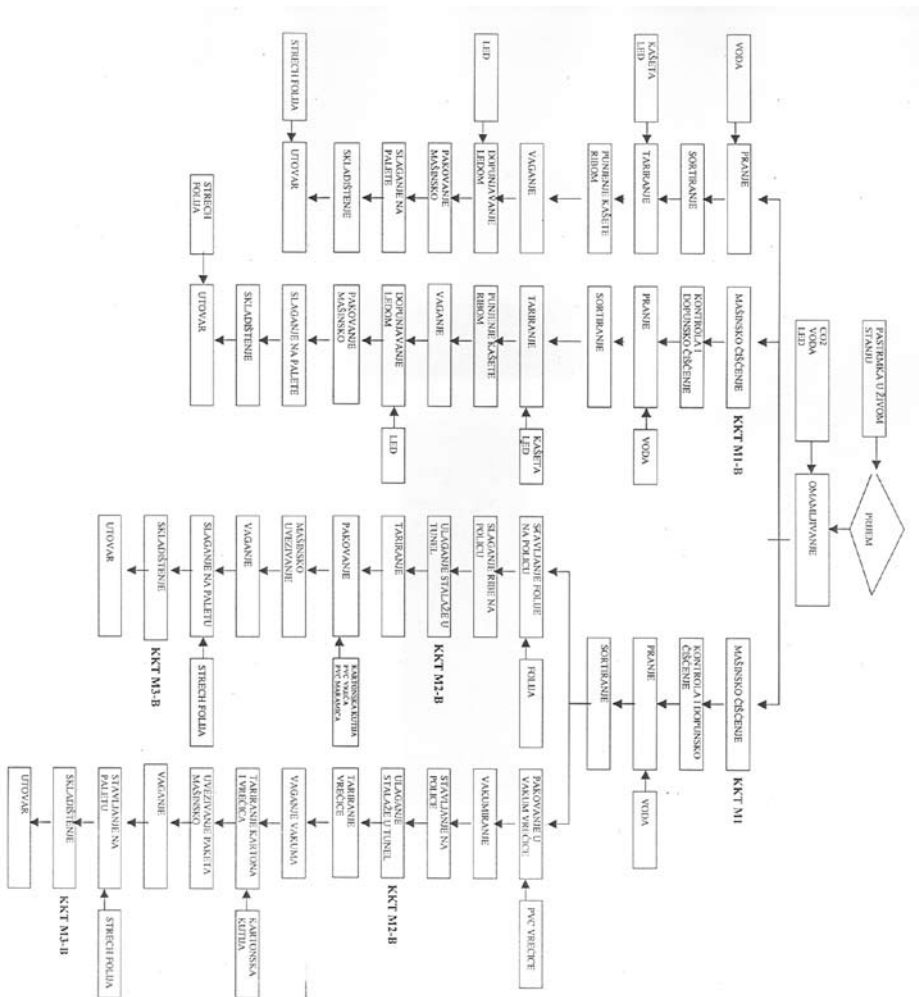
Pri izvođenju studije HACCP-a provedeni su svi koraci i primijenjena sva načela HACCP-a.

Prije izrade dokumentacije, napravljen je kratki prikaz opisa objekta, tvornice za obradu ribe, te tehnološki opis tijeka proizvodnje ribe pastrve.

U tvornici za obradu ribe proizvode se svježa neočišćena pastrva, svježa očišćena pastrva i zamrznuta očišćena pastrva s propisanim uvjetima skladištenja na temperaturi od 0 do +4 °C odnosno -18 °C. Proizvodi su namijenjeni svim kategorijama potrošača.

Za sve je proizvode napravljen jedinstveni dijagram toka u kojem su definirane kritične kontrolne točke s potencijalnom biološkom opasnošću u svim slučajevima.





Slika 4. Dijagram toka

Prethodno je provedena analiza opasnosti, rizika, i utvrđene su odgovarajuće preventivne mjere.

Za sve su kritične kontrolne točke (uobičajeni naziv u literaturi CCP ili domaća skraćeni- ca KKT) određene kritične granice kod svježe i zamrznute ribe.

U postupku čišćenja ribe (KKT M1) kritična je granica određena tako da nema ostataka utrobe u abdominalnoj šupljini te da temperatura vode u prijemnom tanku treba biti mak- simalno 4 °C.

Korektivna mjera je sljedeća: ako se pri kontroli riba nađe u uzorku, kašeti ili polici za zamrzavanje jedna neadekvatno očišćena riba ili više njih, obustavlja se proizvodnja i provjerava cijeli turnus.

Postupci kontrole praćenja su:

- provjera stroja za čišćenje i podešavanje stroja
- trening i osposobljavanje djelatnika
- eventualna zamjena djelatnika
- ako je temperatura vode u prijemnom tanku iznad 4 °C, dodaje se led i ponovo mjeri temperatura.

U fazi zamrzavanja ribe u tunelu (KKT M2) kritična je granica maksimalna temperatura -25 °C, a minimalno vrijeme trajanja zamrzavanja 12 sati.

Korektivna mjera predviđena je u slučaju da se temperatura poveća iznad -25 °C. Tada se savjetuje djelatnik za održavanje, poziva se serviser, a ako se ne uspije otkloniti kvar i ne otkrije uzrok povećanja temperature u roku od četiri sata, riba se premješta na odgovarajući temperaturni režim.

Postupci kontrole praćenja su:

- kontinuirano praćenje temperature kontrolnim logerom
- povremeno praćenje temperature na displeju

U fazi skladištenja zamrznute ribe (KKT M3) kritična granica je maksimalna temperatura u skladištu -16 °C.

Korektivna mjera je predviđena u slučaju da se temperatura poveća iznad -16 °C. Tada se savjetuje djelatnik za održavanje, poziva se serviser, a ako se ne uspije otkloniti kvar i ne otkrije uzrok povećanja temperature u roku od četiri sata, riba se premješta na odgovarajući temperaturni režim.

Plan korektivnih mjera (aktivnosti) KKT skladištenje zamrznute ribe predviđa sljedeće:

1. U tijeku skladištenja zamrznute ribe u komori kontinuirano se nadzire temperatura na displeju komore. Za nadziranje temperature zadužen je voditelj pogona odnosno dežurni djelatnik u objektu.
2. Ako dođe do kvara uređaja odnosno većeg odstupanja od dozvoljenog odstupanja temperature u komori, obavještava se serviser.
3. Zapakirana zamrznuta riba skladišti se u tunel, u kojem se podešava temperatura na -18 °C. Ako se radi o većoj količini ribe te ona premašuje kapacitet tunela, riba se premješta i skladišti u komori poslovnih partnera društva.
4. Nakon otklanjanja kvara odnosno kada se u komori postigne zadovoljavajuća temperatura, zamrznuta riba može se skladištiti u komori.
5. O provedenim aktivnostima, servisiranju uređaja, premještanju zamrznute ribe izrađuje se zapisnik.
6. Nakon svakog otklanjanja većeg kvara, ovlaštena organizacija obaviti će kalibriranje uređaja za hlađenje.

Postupci kontrole praćenja su:

- kontinuirano praćenje temperature kontrolnim logerom
- povremeno praćenje temperature na displeju

Za svaki je procesni korak koji je definiran kao kritična kontrolna točka propisan postupak kontrole. Određena je i dokumentacija za svaki procesni korak, kao i postupak ovjere dokumentacije.

Za vrednovanje učinkovitosti provodi se analiza ribe, i to mikrobiološka, na pesticide i druge kemijske ostatke, teške metale te radionukleide, kao i analize vode, leda, briseva i dr., te kalibracija instrumenata u pakeraju, tunelu za zamrzavanje i komori-skladištu.

Postupak primjene plana HACCP-a podržan je odgovarajućom dokumentacijom: planovima, postupcima, uputama, shemama i zapisima.

Njima se dokumentira ubacivanje ribe, uzorkovanje ribe, vode, održavanje opreme, sanitarne knjižice, knjiga mjera DDD, potrošnja dezinfekcijskih sredstava, pražnjenje tankova, pražnjenje septika itd.

Upute se odnose na rad djelatnika na liniji, rukovanje različitim alatima i opremom, veterinarsko-sanitarni red, mjere itd.

Scheme se odnose i na put sirovina i gotovih proizvoda, kretanje osoblja, kretanje vozila unutar kruga tvornice, prikaz linija za proizvodnju pojedinih proizvoda.

## ZAKLJUČAK

Uvođenje sustava HACCP-a bitno je olakšano činjenicom da su se već od ranije u velikoj mjeri provodili preduvjetni programi, djelatnici su usvojili određena znanja, provodili standarde i postupke u proizvodnji, kako na ribljim farmama tako i u tvornici za obradu ribe.

Protjeklo razdoblje pokazuje prednosti uvođenja sustava HACCP-a u društvo. Pridržavanjem svih standarda, normi i procesa koje sustav podrazumijeva, postiže se veća stabilnost društva i sigurnost kako je proizvod odnosno obrađena riba zdravstveno i higijenski ispravna i bez rizika za zdravlje potrošača što je i krajnji cilj svih subjekata koji posluju s hranom.

Kompletna je dokumentacija provođenja sustava HACCP-a završena i poslana Uredu za veterinarstvo Bosne i Hercegovine, koji će u skladu s ranije spomenutom Odlukom imenovati komisiju sa zadatkom da pregledom dokumentacije i uvidom na licu mjesta provede početnu provjeru i verifikaciju plana HACCP-a.

## LITERATURA

1. Zakon o hrani. Službeni glasnik BiH broj: 50/04
2. Odluka o provođenju obaveznih mjera u odobrenim objektima radi smanjenja mikrobioloških i drugih onečišćenja mesa, mesnih proizvoda i ostalih proizvoda životinjskog porijekla namijenjenih prehrani ljudi. Službeni glasnik BiH broj 8/05
3. Fijan, N. (2006.): Zaštita zdravlja riba. Poljoprivredni fakultet u Osijeku
4. Uršulin-Trstenjak N., N., Vahčić, B., Vešligaj (2005): Sanitacija kao pred uvjetni program uvođenja HACCP sustava – seminar Korunić d.o.o.. Rovinj, 16-18. ožujak 2005. Zbornik radova, 13-17.



## SAŽECI



## KAVEZNI UZGOJ TOPLOVODNIH VRSTA SLATKOVODNIH RIBA

Roman Safner<sup>1</sup>

Sedamdesetih godina prošlog stoljeća Hrvatska se aktivno uključila u suvremene europske trendove uzgoja riba u plutajućim kavezima. U nekim segmentima uzgoja morskih vrsta riba svojim je spoznajama čak riješila neke ključne tehnološke prepreke dajući doprinos njenom sveukupnom ubrzanom napretku. I dok je u morskom ribarstvu uz tradicionalni ribolov tehnologija uzgoja ribe u kavezima predstavljala novi način proizvodnje morskih organizama akvakulturom (marikultura), u kopnenim je vodama ponudila nove mogućnosti intenziviranja postojećih uzgajališta i privođenja proizvodnji brojnih do tada neiskorištenih vodenih recipijenata. Pri tome se pokušalo s uzgojem nekoliko vrsta riba, među kojima je najviše korištena kalifornijska pastrva. Paralelno s pastrvom proveden je i uzgoj šarana, soma, ozimica i lososa. Od svih navedenih slatkovodnih vrsta uspostavljeni su čvrsti standardi samo za kavezni uzgoj kalifornijske pastrve koji je u našem susjedstvu poprimio značajke klasične proizvodnje. Uzgoj ostalih slatkovodnih vrsta riba u kavezima zadržao se na razini sporadičnih pokušaja više eksperimentalnog nego profitabilno-komercijalnog tipa. Kao najznačajniji razlozi izostanka masovnije primjene tehnologije kaveznog uzgoja toplovodnih vrsta slatkovodnih riba navode se problemi u kontinuiranom osiguranju i nabavi odgovarajućih kategorija i količina zdrave mlađi za nasad i to pogotovo za one vrste koje bi mogle biti profitabilne (som). Mlađ nabavljena na klasičnim toplovodnim ribnjačarstavima bremenita je periodom adaptacije na nove uzgojne uvjete i na kompleksnu hranu. U većim su jezerima zbog vremenskih nepogoda moguće inverzije vode koje prati drastično smanjenje kisika i visoki mortalitet. Padom pak temperature vode (16-17 °C) naglo se usporava, tj. gotovo prestaje rast uz znatan porast hranidbenog koeficijenta. Uzgoj je moguć samo u toplijem dijelu godine. Povećana eutrofikacija i masovni razvoj modrozelenih algi uzrokuju organska onečišćenja uz izražen biološki obraštaj svih dijelova kavezne konstrukcije. U gušćem nasadu masovnija je pojava bolesti, asfiksije i kanibalizma. Mlađ dopremana s udaljenih uzgajališta podložna je stresu pri dužem transportu. Uz kaveze se vežu određeni vandalizmi i havarije uz neminovnu prisutnost ihtiofagih ptica. Trganje i oštećenje kaveznih mreža (štakori, vidre) rezultira masovnim bijegom ribe iz kaveza. No unatoč uočenim nedostacima, uporno ponavljani pokušaji usvajanja i primjene tehnologije kaveznog uzgoja toplovodnih vrsta slatkovodnih riba proizlaze iz neupitnih teoretskih prednosti i eksperimentalno uočenih mogućnosti unapređivanja proizvodnje. Među najznačajnijim je prednostima intenzivnije korištenje do sada korištenih (ribnjaci) i nekorištenih vodenih recipijenata poput jezera, akumulacija, hidroakumulacija, šljunčara i sl. Istodobno se ne narušava zatečeni sustav gospodarenja u samoj akumulaciji koji je sporadičan i u granicama ekonomičnosti, ali bez utjecaja na kavezni uzgoj. Značajna je prednost kaveznog uzgoja i jednostavnost provedbe tehnoloških mjera poput hranidbe, pokusnih ribolova i izlova. Lakša je us-

<sup>1</sup> Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za ribarstvo, pčelarstvo i specijalnu zoologiju

postava uzgojnog sustava, jednostavnija je manipulacija, lakša prilagodba zahtjevima tržišta i manja početna investicija u objekte. Proizvodnja je neovisna o prirodnoj produktivnosti recipijenta uz stalnu prisutnost dovoljnih količina vode s uglavnom povoljnim fizikalno-kemijski režimom. Moguć je gušći nasad na jedinicu volumena i visoka razina proizvodnje. Uzgojni objekti zaštićeni su od predatora, a svojim dimenzijama prikladni za obiteljska gospodarstva (mala privreda) i stepenica u rješavanju socijalno-ekonomskih problema. Valorizirajući nedostatke i prednosti, konačna prosudba o opravdanosti uzgoja pojedinih slatkovodnih vrsta toplovodnih riba u kavezima mora se temeljiti i na biološkim i na ekonomskim čimbenicima. Na temelju dosadašnjih spoznaja za uzgoj u kavezima, a pravilo vrijedi za gotovo sve sustave intenzivnog uzgoja, povoljna je samo ona vrsta riba za kojom postoji potražnja na tržištu i koja ima visoku cijenu. Tehnologija koja zahtijeva prehranu visokokoncentriranim hranidbenim smjesama, uz ostale troškove proizvodnje, skupa je te je s jeftinijim vrstama riba nemoguće postići rentabilnost. Pored toga proizvodnja mora biti marketinški orijentirana, tj. prije početka proizvodnje nužno je provesti odgovarajuće mjere istraživanja tržišta (mogućnost plasmana) i ekonomske ili gospodarske promidžbe.



---

## POSTAVKE HRANIDBE PASTRVE

Ivo Šterbić<sup>1</sup>

Razvoj novih sirovina temeljenih na istraživačkim radovima nutricionističkih timova diljem Europe doveo je do stvaranja novih postavki u razvoju intenzivne tehnologije ishrane kod pastrve. Nova filozofija ishrane temelji se na nutrientima, a ne više na sirovinama. Uz primjenu probiotika treće generacije i dozvole ponovne upotrebe hemoglobina u hrani za ribu, posljednjih se godina razvila posve nova generacija hrane za ribu. Takve je hrana omogućila i primjenu novih tehnologija u ishrani ribe.

---

<sup>1</sup> Skretting Hrvatska

# AKVAKULTURA – KAVEZNI UZGOJ RIBE S OSVRTOM NA BOSANSKO-HERCEGOVAČKU PROIZVODNJU U KAVEZIMA

Jerko Pavličević<sup>1</sup>, Sanja Čulin<sup>2</sup>, Danijela Petrović<sup>1</sup>

Povećanja riblje produkcije u kopnenim vodama, a naročito u akumulacijskim i prirodnim jezerima, u osnovi se svodi na poboljšanje sastava ribljih vrsta. Povećanjem brojnosti kvalitetnih i visokovrijednih vrsta riba te smanjenjem brojnosti manje vrijednih vrsta, uz primjenu ostalih ribarskih gospodarskih mjera, uspostavljala se baza za ribarsku eksploataciju. Neke industrijske zemlje u najvećoj mjeri svoj gospodarski standard temelje na ribi kao osnovi prehrane stanovništva. Među njima je Japan koji bi trebao imati 185 posto više poljoprivrednih površina kad bi se njegovi stanovnici prestali hraniti ribom.

Međutim jedan je od načina povećanja bioproduktivnih potencijala jezera, rijeka, kanala, ribnjaka i ostalih vodenih biotopa primjenjivanje najintenzivnijih ribogojnih metoda, primjena metode kaveznog uzgoja riba. Kavezni uzgoj je metoda uzgoja ribe u kojoj se riba drži ograđena sa svih strana i na dnu materijalom koji drži ribu unutra, a ujedno omogućuje slobodan prolaz vode.

Kavezni sustav uzgoja dobiva sve veću važnost i primjenu u akumulacijskim i prirodnim jezerima u mnogim zemljama Europe i svijeta jer se tim načinom proizvodnje povećava bioprodukcijски kapacitet ogromnih vodnih resursa. Proizvodnja ribe u akvakulturi u svijetu u posljednjem je desetljeću u naglom porastu, 1995. godine iznosila je 24,5 mil. tona, a već 2000. god. 35, 5 mil. tona. Osim toga kavezni je uzgoj riba nova metoda najintenzivnijeg uzgoja riba u staništima kanala, ribnjaka, a mogu se iskorištavati otpadne vode termoelektrana i geotermalne vode. Tu se na malom prostoru postižu veoma dobri proizvodni rezultati u komparaciji s uzgojem riba u ribnjaku, u kavezima se s jedinice površine (ili volumena), dobiva i do nekoliko puta veća produkcija nego s jedinice standardnog ribnjaka.

Ovaj način uzgoja nailazi na primjenu, kako u slatkovodnom, tako i u morskom ribarstvu. Uzgajaju se i hladnovodne i topolovodne vrste riba slatkih voda, zatim bočate i morske vrste riba.

Veliki je uspjeh ovoga načina uzgoja postignut kod uzgoja riba iz porodice somova (*Claris*, *Pangasius*, *Silurus* u Aziji, *Ictalurus* u SAD-u), salmonidnih riba u sjevernoj Americi, Japanu, Češkoj, Norveškoj, Nizozemskoj, Danskoj, Švedskoj i Finskoj, šarana u Japanu, Poljskoj, Češkoj, Slovačkoj, Mađarskoj, Nizozemskoj, bivšim sovjetskim republikama i dr. U mnogim je zemljama kavezni uzgoj dao pozitivne rezultate i ima gospodarski značaj.

Bosna i Hercegovina po potencijalu voda za uzgoj ribe spada u red vodećih zemalja jugoistočne Europe i ima stvarne mogućnosti za značajnu proizvodnju ribe u kavezima, osobito na vodenim akumulacijama koje su sagrađene za proizvodnju električne energije.

<sup>1</sup> Agronomski fakultet Sveučilišta u Mostaru, Biskupa Čule 10 Mostar, Bosna i Hercegovina

<sup>2</sup> Zavod za javno zdravstvo Splitsko-dalmatinske županije, Split

---

## **TROUT DISEASES FOUND IN HR, SLO, BIH, SRB, MN IN THE LAST 3 YEARS**

**Massimo Sarti<sup>1</sup>**

The increasing trout production, as happened in the last 5 years in HR, SLO, BIH, SRB, MN, very often has the consequence of increasing the sanitary problems too. In this case is not completely true: in fact, until now, very few diseases were imported from other Lands, and the increasing of sanitary problems may be more related with what was yet present in the field before.

About Viral Diseases, IHN is endemic in north SLO, but not in other Countries; IPN is more or less diffused in many places; the same for SD that perhaps is an “emerging” disease in many European Countries. Bacterial Diseases: RTFS is absolutely the most common in trout fingerlings everywhere, and we found some outbreaks of specie-specific bacterial diseases (ERM in rainbow trout, BKD in grayling, and Furunculosis in brook and brown trout). Great diffusion of parasitic diseases as Ichthyophthiriosis, Gyrodactylidiasis, Mixosporosis (Lentosporosis), and the most diffused Ictyobodosis (Costiosis).

A particular attention is suggested on fish and eggs importation: in these Countries trout production is quite all in river water and the introduction of diseases (like VHS or IHN) may be a disaster.

---

<sup>1</sup> Fish Technical Manager, Skretting Italy

## ZDRAVSTVENO STANJE KLENA (*SQUALIUS CEPHALUS*) U ODNOSU NA KAKVOĆU VODE RIJEKE SAVE

**Božidar Kurtović, Irena Vardić, Damir Kapetanović, Emin Teskeredžić<sup>1</sup>**

Za naše je istraživanje uzorkovano ukupno 289 klenova na pet postaja od slovensko-hrvatske granice do utoka rijeke Une u Savu. Dvije postaje bile su uzvodno, a preostale tri nizvodno od grada Zagreba i glavnih izvora onečišćenja vode. Uzeti su uzorci za bakteriološku, parazitološku, histološku i virološku pretragu. Istodobno je uzorkovana voda i određen broj heterotrofnih i koliformnih bakterija.

Intenzitet histoloških promjena bio je u korelaciji s kakvoćom vode. U svakom je od uzorkovanih organa utvrđen barem jedan histološki pokazatelj koji je visoko korelirao s kakvoćom vode. Promjene u škragama najbolje su korelirale s promjenama kakvoće vode. U sklopu bakteriološke pretrage uspješno su prvi put primijenjene brze metode za određivanje ukupnog broja koliformnih bakterija, *E. coli* i enterokoka. Razlike broja bakterija u vodi bile su izražene među pojedinim postajama. Najviša je vrijednost utvrđena na postaji Oborovo, a najniža na postaji Otok samoborski. U sklopu parazitološke pretrage korištene su molekularne metode radi identificiranja crijevnih parazita. Razlike sljedova nukleotida iz uzorkovanog *Pomphorhincus laevis* uspoređene su s podacima u GenBanku te je izrađeno filogenetsko stablo. Utvrđeno je da se *P. laevis* iz Hrvatske nalazi u istoj skupini s parazitima iz Mađarske i Francuske.

Na osnovi rezultata ovog istraživanja možemo zaključiti da histološka pretraga riba može poslužiti kao pouzdani pokazatelj stupnja onečišćenja vode. Broj bakterija u vodi varirao je ovisno o sezoni uzorkovanja, ali srednja vrijednost kroz cijeli period istraživanja pouzdano pokazuje stupanj onečišćenja.

<sup>1</sup> Institut Ruđera Boškovića, Zagreb



Ribnjačka tabla



Nasad ribe u kaveze



## AGENCIJA ZA VODNE PUTOVE

VUKOVAR, Parobrodarska 5.

Tel.: 032/ 450-613, fax: 032/ 450-653



Vukovar, Sajmište b.b., tel.: +385 (0)32 428-255, fax: +385 (0)32 428-249

Podružnica Zagreb: tel.: +385 (0)1 6199-338, fax: +385 (0)1 6199-323

Partner kojemu možete vjerovati.



**medical intertrade**

Medical Intertrade d.o.o.

**Služba veterine / DDD**

telefon: 01 3374 022  
telefax: 01 3325 772

Dr. Franje Tuđmana 3  
10431 Sveta Nedelja

[www.medical-intertrade.hr](http://www.medical-intertrade.hr)

[veterina@medical-intertrade.hr](mailto:veterina@medical-intertrade.hr)

UZGOJ SLATKOVODNE RIBE, STANJE I PERSPEKTIVE – Zbornik radova  
2. savjetovanje o slatkovodnom ribarstvu Republike Hrvatske s međunarodnim  
sudjelovanjem u Vukovaru

Hrvatska gospodarska komora  
Sektor za poljoprivredu, prehrambenu industriju i šumarstvo  
Rooseveltov trg 2, HR-10000 ZAGREB  
Božica Marković, direktor  
Tel.: +385 (0)1 4826-068  
Fax: +385 (0)1 4561-545  
E-mail: poljoprivreda@hgk.hr

Udruženje ribarstva i prerade ribe  
Mr.sc. Miro Kučić, predsjednik Udruženja  
Višnja Knjaz, tajnik Udruženja

Grupacija akvakulture  
Mr.sc. Želimir Filić, predsjednik Grupacije

Odbor slatkovodnog ribarstva  
Mr.sc. Milan Božić, predsjednik Odbora