

Mensur ZUKIĆ, prof.

OSOBNOSTI SPOLJAŠNJE MORFOLOGIJE MOZGA KOD DEVERIKE (*ABRAMIS BRAMA*) IZ AKUMULACIJE MODRAC

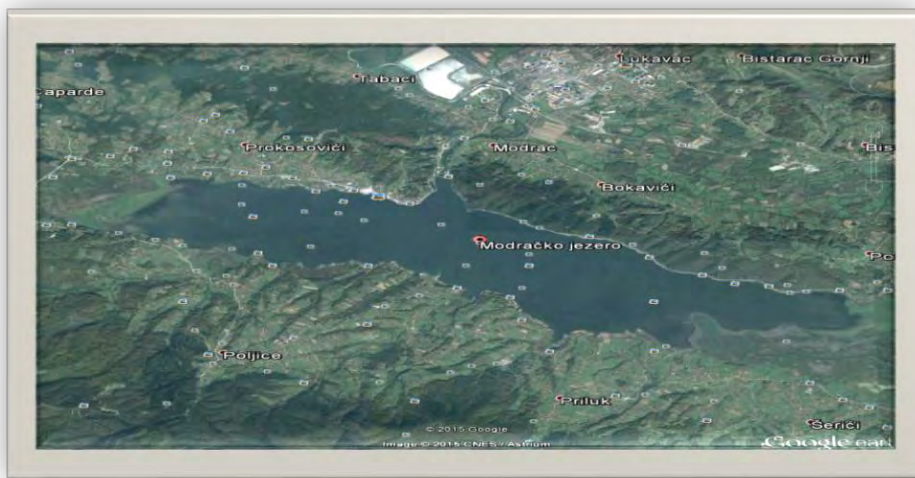
Uvod

Nadklasa *Pisces* obuhvata veliki broj vrsta i podvrsta, preko 20 000, a prema nekim literaturnim podacima govori se o tačnom broju 28 000 vrsta. Nadklasa obuhvata dvije klase: *Chondrichthyes* i *Osteichthyes*, tj. hrskavičave ribe i košljoribe. Rod *Abramis* pripada klasi *Osteichthyes*, red *Cypriniformes*, familija *Cyprinidae* (šaranke) u koje između ostalih spadaju rodovi *Rutilus* (crvenookice) sa vrstom *Rutilus rutilus* (bodorka), rod *Leuciscus* (klijenovi) sa vrstom *Squalius cephalus* (klen), jako adaptivna vrsta, te *Leuciscus leuciscus* (klenić). Iz ovog roda poznate su i endemične vrste, *Cyprinus* (šarani) i vrstu *Cyprinus carpio*, rod *Carassius* a obuhvata vrstu *Carassius carassius* (karaš) te još mnoge rodove a između ostalih i rod *Abramis* (deverike) koja je jako zastupljena u vodama BiH, a između ostalih zabilježeno je i prisustvo u hidroakumulaciji Modrac. Sve do 2007. nije se znalo za postojanje hibrida između bodorke i deverike (*R. rutilus* x *A. brama*) u vodama Bosne i Hercegovine koji je pronađen u ovoj hidroakumulaciji. Adrović (2007)

1. Karakteristike hidroakumulacije Modrac

Akumulacija Modrac je najveći vodoprivredni objekat u Bosni i Hercegovini, a formirana je prije više od 40 godina. U hidroakumulaciji su samo jednom do sad provedena djelomična ihtiološka istraživanja (Hebeković i suradnici, 1981). Od istraživanja iz bliže prošlosti, a koja su veoma rijetka izdvojit ćemo istraživanja aktuelnog stanja ihtiofaune i parazitofaune jezera Modrac u periodu od 2006. do 2009. godine, a u realizaciji projekta između ostalih učestvovao je i tim sa PMF ispred Odsjeka za biologiju iz Tuzle. Akumulacija Modrac nalazi se u sjeveroistočnm dijelu Bosne i Hercegovine, tačnije na području Tuzlanskog kantona, na međi između dvije općine, Živinice i Lukavac. Ova akumulacija je najveći vodoprivredni objekat ove vrste u zemlji, a bio je jedan od najvećih i u bivšoj Jugoslaviji. Smještena je na nadmorskoj visini od 200 m.n.v. a čine je rijeke Turija i Spreča sa svojim pritokama te neposredne pritoke akumulacije. Površina slivnog područja je 1189 km², od toga slivu rijeke Spreče pripada 832 km², slivu rijeke Turija pripada 240 km², dok neposrednom slivu akumulacije pripada 117km². Pošto se nalazi na sjeveroistoku BiH, prema svojim karakteristikama pripada Crnomorskom slivu. Akumulacija ima oblik uzdužne elipse, sa pravcem pružanja istok - zapad površine 22,5 km. Dužina vodene akumulacije je oko 11 km, a

prosječna širina oko 2 km. Ukupni godišnji vodni balans ovisi o balansu voda u slivovima njenih pritoka, a iznosi 500 miliona m³ (500 000 000 m³).



Sl. 1. Hidrogeografske karakteristike akumulacije Modrac

Prema istraživanjima koja su uradili Arnautalić i suradnici, 2006. godine srednje vrijednosti temperature vode u akumulaciji po godišnjim dobima iznosi:

- jesenjski period (13,5 – 16° C)
- zimski period (13 – 15°C)
- proljetni period (21 – 22°C)
- ljetni period (16 – 19°C)

Fizičko-hemijska ispitivanja pokazala su da je kvaliteta vode jako niska i da nije u očekivanim vrijednostima, pa tako voda koja je u akumulaciji ne pripada II klasi vode u koju se svrstavala na osnovu istraživanja sprovedenih 1969. godine. Na osnovu organizama, indikatora pronađenih u akumulaciji možemo istaći da kvalitet vode naglo opada, povećana je eutrofikacija akumulacije, pa spojevi poput azota i fosfora koji do jezera dolaze cijedenjem voda sa zemljišta tipa hortisola, tj. zemljišta koja se obrađuju i kanalizacije, odnosno voda koje se koriste u domaćinstvu. Povećan nivo azota i fosfora, odnosno eutrofikacija donosi i „cvjetanje voda“ koje uzrokuju modrozeleno alge.

1.1. Morfološko-anatomska obilježja vrste deverika (*Abramis brama*)

Deverika (*Abramis brama*) predstavlja slatkovodnu vrstu iz porodice šarana (*Cyprinidae*) i najpoznatiji je predstavnik roda deverike (*Abramis*), reda šaranki (*Cypriniformes*). Osim vrste *Abramis brama* ovaj rod obuhvata još nekoliko vrsta, a između ostalih izdvaja se i vrsta *Abramis balerus* (kesega). Tijelo deverike je visoko, bočno jako spljošteno, pokriveno sa velikim mekanim krljuštima. Glava je malena sa malim, tupim ustima i relativno malim očima. Boja krljušti im varira od srebrno sive do

smeđe, leđni dio je maslinasto zelene boje. Trbuh je prljavo bjeličast, u donjem dijelu glave prelazi u crvenkastu boju. Predrepna peraja započinje na dnu tijela i posebno je duga. Mlade deverike imaju više izduženo tijelo i veće oči. U idealnim uvjetima mogu živjeti do 16 godina. Deverika je po izgledu slična krupatici (*Blicca bjoerkna*), pogotovo u mlađim stadijima, ali se razlikuje po tamnim perajama. Obično se javljaju u mirnim i sporotekućim vodama gdje se kreću u velikim jatima pri dnu. Općenito živi u donjim tokovima rijeka, hranom bogatim jezerima te barama sa mnogo algi i blatnim dnom. Ove ribe su svejedi, čistači su dna, a hrane se biljkama, beskičmenjacima, insektima a naročito komarcima. Veći primjerci deverike mogu se hraniti i sitnijom ribom, ali su i hrana krupnijim ribama, dok se mlađ hrani zooplanktonom. Mrijesti se od aprila do juna, kada je temperatura vode oko 17°C. U to vrijeme mužjaci formiraju teritorije gdje svaka ženka polaže između 100 000 i 300 000 jaja na bilje. Kao mlade ribe deverike su često neprepoznatljive, tek kasnije dobivaju njihov tipičan oblik, a nakon 3 do 4 godine ribe su spolno zrele.



Sl. 2. Deverika (Abramis brama)

1.2. Nervni sistem kod riba

Mozak kod riba je relativno slabo razvijen, a stepen razvijenosti kako mozga u cjelini tako i pojedinih segmenata mozga zavisi od načina života riba ili njihove ishrane. Nervni sistem uveliko je povezan sa čulima, dok je posebna veza nervnog sistema i endokrinog sistema koji imaju kontrolne funkcije u organizmu. Nervni sistem riba podijeljen je na:

- centralni nervni sistem (CNS) – čine ga mozak i kičmena moždina
- periferni nervni sistem (PNS) – čine ga moždani i moždinski nervi

1.3. Centralni nervni sistem (CNS)

Kao što smo već naveli CNS kod riba čine mozak (encephalon) i kičmena moždina (medulla spinalis). Mozak se sastoji iz pet dijelova:

- prednji (veliki) mozak ili telencephalon
- međumozak ili diencephalon
- srednji mozak ili mesencephalon
- zadnji (mali) mozak ili metencephalon, cerebellum
- završni mozak ili mielencephalon – produžena moždina ili medulla oblongata

Mozak riba je smješten u lobanjskoj šupljini, zaštićen je kostima i jakim, tvrdim opnama sa masnim naslagama. U odnosu na ukupnu tjelesnu masu težina mozga zauzima 0,07 %, s tim da ovaj procenat nije isti kod svih riba, kod nekih je postotak veći a kod nekih manji.

Prednji mozak ili telencephalon kod većine riba karakteriše se izduženim mirisnim režnjevima (*lobi olfactorii*) prednjeg dijela koji se označava kao rhinecephalon. Prednji mozak košljoriba je inače znatno manji od ostalih dijelova mozga.

Međumozak ili diencephalon s ventralne strane prekriven je srednjim mozgom i relativno je mali dio mozga. Ovaj dio mozga zasebna je karakteristika za pojedinačne skupine riba. Tako kod paklara na njemu se nalazi fotosenzitivni organ. Kod kolousta i riba međumozak na sebi nosi optičku hijazmu (*chiasma optica*), mjesto je ukrštanja optičkih nerava, a na ventralnom dijelu mozga nalazi se i hypothalamus. Na hypothalamusu se nalazi lijevak (*infundibulus*) koji je u kontaktu sa hipofizom.

Srednji mozak ili mesencephalon je najrazvijeniji dio mozga. Kod paklara krov srednjeg mozga je epitelijalan, dok je kod riba krov srednjeg mozga zadebljao i obrazuje *tectum opticum*. Medijalno je podijeljen na dva optička režnja (*corpora bigemina*).

Zadnji mozak ili metencephalon, cerebellum je veći od prednjeg mozga, kod različitih vrsta košljoriba različito je razvijen. Dobro je razvijen kod brzih plivača i ima ulogu u orijentaciji riba u prostoru. Kod kolousta ovaj je dio mozga u vidu nabora dok je kod mobilnijih grupa riba jako razvijen i djelimično natkriljuje ostale dijelove mozga.

Završni mozak ili mielencephalon, koji je najvećim dijelom diferenciran kao produžena moždina (*medulla oblongata*) i sastoji se od uzdužno položenih snopova sive mase, dva dorzalna i dva ventralna snopa. U dorzalno položenom režnju nalazi se centar za prijem nadražaja iz bočne linije i vestibularnih organa. Medulla oblongata povezuje kičmenu moždinu sa mozgom tj. nastavlja se u kičmenu moždinu bez vidljive morfološke granice.

Kičmena moždina ili medulla spinalis prolazi kroz neuralni kanal kičmenice koji obrazuju neuralni luci pršljenova. Kod kolousta i velike većine riba cijelom dužinom je skoro iste širine, a prostire se sve do kraja repa. Kod kolousta je kičmena moždina dorziventralno spljoštena dok je kod riba ovalna. (Simonović, 2010)

1.4. Periferni nervni sistem (PNS)

Periferni nervni sistem sačinjavaju moždani i moždinski nervi. Kod kolousta i svih riba ima 11 pari kranijalnih nerava. Nulti i prvi polaze sa prednjeg mozga, drugi, treći, četvrti i osmi sa srednjeg, a svi ostali sa produžene moždine. Spinalni nervi počinju sa kičmenom moždinom.

2. Materijal i metode

Analiza spoljašnje morfologije mozga obavljena je na uzorku od 50 jedinki deverike ulovljenih na akumulaciji Modrac. Za lov ribe upotrijebljene su mreže stajaćice različite dužine i visine i različitog promjera okaca.

Od morfometrijskih karakteristika ribama su mjerene sljedeće karaktersirike: totalna dužina tijela ($a-b_2$), težina, dužina glave ($i-L$), a osim ovih karakteristika za analizu mozga su nam bili potrebni težina mozga, dužina mozga, dužina prednjeg mozga, dužina srednjeg mozga, dužina zadnjeg mozga i dužina produžene moždine. Mjerenja dužine tijela obavljena su pomoću linijara i šestara, a izražene vrijednosti su u milimetrima. Mjerenje mase ispitivanih jedinki vršeno je na digitalnoj vagi „Tehtnica ET 1111“, tačnosti $\pm 0,01$ g, a masa je izražena u gramima.

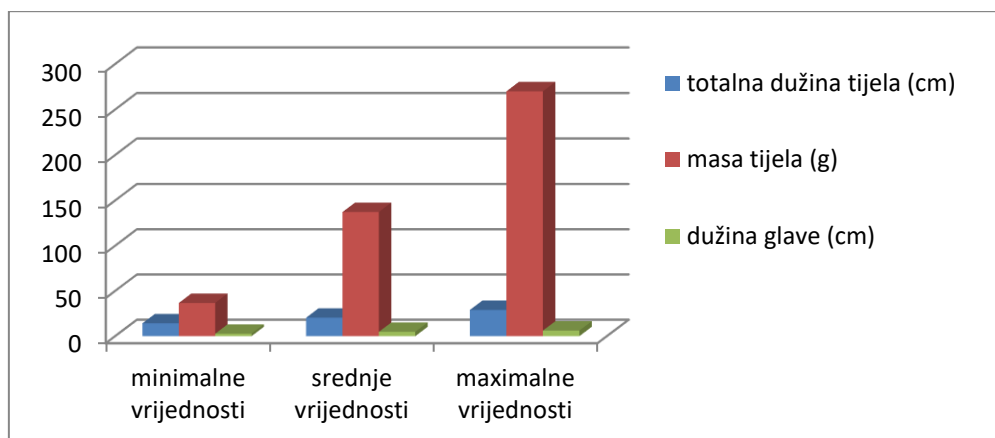
Analize su vršene isključivo na odraslim jedinkama metodom disekcije. Disekcija je vršena tako što su pomoću oštrog skalpela pažljivo skidane kosti lobanjskog krova. Posebna se pažnja morala obratiti da se ne ošteti površinski dio mozga, a u daljnjem postupku, dotjerivanju preparata, koristili smo se pincetom i skalpelom. Spoljašnja analiza mozga podrazumijeva mjerenje njegove mase i dužine te dužine pojedinačnih dijelova mozga. Masa tijela deverike, kao i masa mozga mjerene su digitalnom vagom, nakon toga linijarom i šestarom mjerene su totalna dužina tijela kao i dužina glave. Nakon što smo izolovali mozak, preparat je postavljen na milimetarski papir, kako bi utvrdili ranije nabrojane karakteristike.

3. Rezultati i diskusija

Analiza spoljašnje morfologije mozga deverike obuhvata uzorak od 50 jedinki iz hidroakumulacije Modrac. Osim ovih karakteristika spoljašnje morfologije mozga mjerene su i morfometrijske osobenosti kao što su totalna dužina, dužina glave i masa tijela.

Analizom vrijednosti masa koje smo dobili pokazuje da je najlakša jedinka imala masu od 36,7 g, dok je najteža jedinka imala masu od 270 g. Nakon analize došlo se do rezultata da je jedinka sa najmanjom tjelesnom težinom imala i najmanju dužinu glave kao i najmanju totalnu dužinu tijela. Ukupna masa svih jedinki u uzorku iznosi 6862,9 g, dok je srednja vrijednost tjelesne mase 137,26 g. Totalna dužina tijela jedinki u

uzorku iznosila je od 14,20 cm kod najmanje jedinke pa do 29 cm kod najveće, sa srednjom vrijednošću 20,45 cm.



Grafikon 1: Minimalne, srednje i maksimalne vrijednosti totalne dužine, dužine glave i tjelesne mase

Osim nabrojanih karakteristika koje smo analizirali izvršena je i analiza mozga, gdje su izmjerene ukupna dužina i masa mozga te dužina pojedinačnih dijelova mozga, prednjeg mozga, srednjeg mozga i zadnjeg mozga kao i produžene moždine.

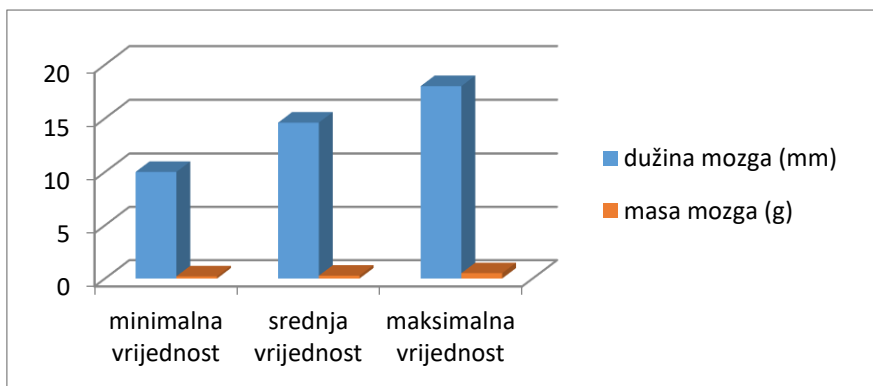
Totalna dužina mozga također je mjerena u uzorku od 50 jedinki, najmanja izmjerena totalna dužina je 10 mm, dok je najveća izmjerena vrijednost 18 mm sa srednjom vrijednošću od 14,6 mm. Teba istaći da je srednja vrijednost dužine mozga nešto manja nego li kod hibrida bodorke i deverike.

Što se tiče mase mozga, najmanja izmjerena vrijednost je 0,2 g, dok je maksimalna vrijednost mase mozga iznosila 0,5 g sa srednjom vrijednošću od 0,27 g, s tim što je ukupna težina svih izvaganih mozgova 13,5 g. Ukupna masa svih mozgova kao i najveća masa izmjerenog mozga veća je od maksimalne mase izmjerenog mozga hibrida koja iznosi 0,3 g. S obzirom da nismo imali uvid u polni dimorfizam jedinki ne možemo odrediti da li razvijenost mozga, tj. vrijednosti koje smo dobili, zavise ili ne zavise od polnog dimorfizma.



Sl. 3. Mjerenje dužine mozga

Komparirajući dobijene vrijednosti a koje se odnose na totalnu dužinu tijela i masu tijela jedinke, dobili smo rezultat da je masa tijela jedinki proporcionalna totalnoj dužini tijela deverika. Prema tome, možemo zaključiti da se i mozak razvija zajedno sa povećanjem mase tijela. S obzirom da je ovo uzorak srednje veličine možemo sa uvjerenjem reći da postepenom razvijenošću tijela vremenom, dolazi i do postepenog porasta mase mozga, a sama razvijenost zavisi i od načina života i ishrane.



Grafikon 2: Minimalne, srednje i maksimalne vrijednosti dužine mozga i težine mozga

Prednji mozak ili telencephalon kod većine riba, tako i kod deverike najslabije je razvijen dio mozga, što su pokazale i izmjerene vrijednosti. Postoje i vrste kod kojih je telencephalon relativno jako razvijen kao što je npr. vrsta grgeč (*Perca fluviatilis*) koja lovi u grupama, pa je ovo njihovo socijalno ponašanje dovelo do selektivnog pritiska, koji je uslovio i povećan razvoj prednjeg mozga (Bogut, 2009). Već smo par puta naveli da način života kao i ishrana imaju veliki utjecaj na razvoj mozga kod riba. Kod deverike, kao i kod ostalih riba analizom smo utvrdili da se prednji mozak sastoji od dva lobulusa koji divergiraju na krajevima tj. krajevi su pomalo okrenuti u lijevu i desnu stranu. Što se tiče izmjerenih vrijednosti, minimalna izmjerena vrijednost je 2

mm, dok je najveća dužina prednjeg mozga 3 mm, a ovi podaci se ne poklapaju sa mjerenjima koja su izvršena na prednjem mozgu hibrida bodorke i deverike (Ahmetović, 2012), gdje je minimalna vrijednost iznosila 3 mm, a najveća 4 mm, pa možemo reći da je prednji mozak hibrida nešto razvijeniji od prednjeg mozga deverike. Srednja vrijednost dužine prednjeg mozga deverike je 2,37 mm.

Srednji mozak riba, odnosno košljoribe je najrazvijeniji dio mozga. Pa prema tome, sa sigurnošću možemo reći da je to slučaj i kod deverike. Površina srednjeg mozga (*tectum opticum*) je glatka, dok je sam srednji mozak podijeljen medijalnom brazdom na dva dijela koja naliježu jedan na drugi a pri vrhu lagano divergiraju. Ova dva jednaka dijela predstavljaju optičke režnjeve (*lobi optici*), koji tako spojeni čine jednu cjelinu. Zbog jako velikog korištenja čula vida, i ovaj dio mozga se jako razvio, to se prvenstveno odnosi na vrste koje love uz pomoć vida, kao što su ciklide u akvarijumima ili kalifornijska pastrmka. Minimalne vrijednosti prednjeg mozga iznosile su 4 mm, dok je maksimalna vrijednost 6 mm, sa srednjom vrijednosti od 4,68 mm. Kod jedne jedinke u uzorku koja je imala i najduže tijelo kao i najveću masu mozga sa lateralnih strana srednjeg mozga stršio je dobro razvijen međumozak, što nije bio slučaj kod ostalih 49 jedinki, jer nije bio lako vidljiv.

Zadnji ili mali mozak deverike nešto je razvijeniji od prednjeg mozga što i pokazuju vrijednosti koje smo dobili tokom analize. Ono što se primjećuje i što zadnji mozak čini još više drugačijim od ostalih dijelova koji su opisani je njegova jednodijelnost. Gledajući sa gornje strane primjećuje se blagi trokutast izgled, koji se dobio zbog toga što je sa strane na kojoj se veže za srednji mozak, cerebellum nešto širi za razliku od zadnjeg kraja koji je nešto uži. Poznato je da cerebellum ima ulogu u orijentaciji riba u prostoru, pa je zbog toga posebno razvijen kod riba koje se brzo kreću. Najmanja izmjerena vrijednost zadnjeg mozga je 2 mm, dok je maksimalna vrijednost iznosila 4 mm, sa srednjom vrijednosti od 3,37 mm. Kao i kod dobivenih vrijednosti mjerenja prednjeg mozga i zadnji mozak je izgleda nešto razvijeniji kod hibrida nego li kod deverike (+ 1 mm).

4. Zaključci

Na osnovu istraživanja osobnosti spoljašnje morfologije mozga vrste deverika (*Abramis brama*) iz akumulacije Modrac, kao i izvršenih analiza, možemo iznijeti slijedeće zaključke:

1. Razvoj mozga, njegovih pojedinih dijelova te njegova veličina uveliko zavise od načina života i ishrane date vrste.
2. Na uzorku od 50 jedinki izvršena su mjerenja totalne dužine tijela, dužine glave, mase tijela, mase mozga, dužine mozga te mjerenje pojedinih dijelova mozga.
3. U akumulaciji Modrac prvi je put otkriven hibrid deverike i bodorke, koje su i dvije nabrojnije vrste.

4. Rezultati analiza pokazali su da mozak raste srazmjerno sa rastom i razvićem tijela u dužinu i širinu.
5. Jedinka sa najvećom totalnom dužinom tijela imala je i najveću dužinu glave kao i najveću masu tijela.
6. Srednji mozak je najrazvijeniji dio mozga, dok je najmanji dio mozga deverike prednji ili veliki mozak.
7. Prednji i srednji mozak su podijeljeni na dva dijela, dok je zadnji mozak jednodijelan.
8. Prednji i zadnji mozak hibrida bodorke i deverike za +1 mm su razvijeniji od prednjeg i zadnjeg mozga deverike, dok su vrijednosti srednjeg mozga u približnim dimenzijama.
9. Mozak nekih riba kao što su morski psi i raže zauzima veći procenat mase tijela nego li je to slučaj kod deverike.

5. Literatura

1. Ahmetović M. (2012.), *Osobnosti spoljašnje morfologije mozga kod hibrida *Rutilus rutilus* x *Abramis brama* iz akumulacije Modrac*. Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet u Tuzli.
2. Hristić Đ. (1978.), *Dužinski i težinski rast i tempo porasta bijelog amura u ribnjacima i otvorenim vodama kanalskog tipa*. Beograd, 1-2, VI. Naučni rad.
3. Kovač N. (2011.), *Taksonomske i ekološke karakteristike deverike (*Abramis brama*) iz hidroakumulacije Modrac*. Diplomski rad, PMF. Univerzitet u Tuzli
4. Sofradžija A. (2009.), *Slatkovodne ribe BiH*. Vijeće kongresa bošnjačkih intelektualaca
5. Simonović P. (2010.), *Uvod u ihtiologiju*. Biološki fakultet. Univerzitet u Beogradu
6. Skenderović I., Adrović A. (2011.), *Biodiverzitet riba hidroakumulacije Modrac u funkciji razvoja ekoturizma*. Novi Pazar, Srbija. Zbornik radova.
7. Vuković N., Vuković T. (1977.), *Osobnosti spoljašnje morfologije mozga glavatice (*Salmo marmoratus* Cuvier, 1817.) i mekousne pastrmke (*Salmothymus obtusirostris oxyrhinchus* Steindacher, 1882.)*. Vol 9. No. 1, 15-20, Beograd. Acta biologica Jugoslavica. Ichthyologia (Separat).
8. Web : <http://hr.wikipedia.org/wiki/Deverika>
9. Web: Bionet škola