Endoparaziti u slatkovodnim ribama

Vuić, Nera

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:055519

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

ODJEL ZA BIOLOGIJU
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Preddiplomski sveučilišni studij Biologija

Nera Vuić

Endoparaziti u slatkovodnim ribama

Završni rad

Osijek, 2018.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA **Završni rad**
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju
Preddiplomski sveučilišni studij Biologija
Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Biologija

ENDOPARAZITI U SLATKOVODNIM RIBAMA

Nera Vuić

Rad je izrađen na: Zavod za ekologiju voda

Mentor: Dr. sc. Dubravka Čerba, doc.

Kratak sažetak završnog rada:

Babuška (*Carassius gibelio*) kao česta invazivna vrsta naših voda, s visokom tolerancijom na različite uvjete i oportunističkim načinom života, predstavlja vrlo dobrog kandidata za prijenos mnogobrojnih parazitskih vrsta. Jedinke babuški su uzrokovane u jezeru Sakadaš, unutar Parka prirode Kopački rit, radi utvrđivanja prisutnosti endoparazita u probavilu ili trbušnoj stijenci. Utvrđena je prisutnost predstavnika koljena Nematoda. Nađeni paraziti su izolirani iz utroba riba i prebrojani te im je određena biomasa. Vidljiva je korelacija između masa riba i prosječnih biomasa Nematoda. Također je zabilježena slaba bioraznolikost endoparazitskih vrsta u probavilima uzorkovanih riba.

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: *Carassius gibelio*, endoparaziti, biomasa, Nematoda, jezero Sakadaš

Rad je pohranjen: na mrežnim stranicama Odjela za biologiju te u Nacionalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu.

BASIC DOCUMENTATION CARD **Bachelor thesis**

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Department of Biology
Undergraduate university study programme in Biology
Scientific Area: Natural sciences
Scientific Field: Biology

ENDOPARASITES IN FRESHWATER FISH

Nera Vuić

Thesis performed at: Subdepartment of Water Ecology

Supervisor: Dubravka Čerba, Ph.D., Asst. Prof.

Short abstract:

Prussian carp (*Carassius gibelio*) as a common invasive species of our waters, with high tolerance to wide varieties of conditions and opportunistic lifestyle, is a very good candidate for the transmission od many parasitic species. Prusian carp were sampled in the lake Sakadaš, which is located in the Kopački rit Nature Park, to determine the presence of intestinal parasites (endoparasites). The endoparasites that were found in the Prussian carp belong to the phylum Nematoda. Discovered parasites were isolated from the fish intestine, counted and afterwards biomass was calculated. Significant correlation between the mass of fish and the average Nematoda biomass was established. Also, a low biodiversity of endoparasitic species in the Prussian carp was found.

Original in: Croatian

Key words: *Carassius gibelio*, endoparasites, biomass, Nematoda, lake Sakadaš

Thesis deposited: on the Department of Biology website and the Croatian Digital Theses Repository of the National and University Library in Zagreb.

SADRŽAJ

1. UVOD 1

1.1. Nematoda – oblići 2

1.2. Acanthocephala – kukaši 5

1.3. Plathyhelminthes – plošnjaci 6

1.3.1. Cestoda – trakavice 6

1.4. Cilj istraživanja 8

2. MATERIJALI I METODE 9

2.1. Rad na terenu 9

2.2. Rad u laboratoriju 10

2.3. Obrada podataka 13

3. REZULTATI 14

4. RASPRAVA 16

5. ZAKLJUČAK 19

6. LITERATURA 20

1. UVOD

Parazitizam je jedan od najčešćih odnosa između jedinki u ekološkom sustavu pri čemu su potencijalni domadari za parazite brojni slobodnoživući organizmi (Peek 2012). Tako su i mnogobrojne vrste slatkovodnih riba uključene u ovaj odnos kao domadari različitih vrsta obligatnih ili fakultativnih parazitskih vrsta koje crpe hranjive tvari i time nanose štetu organizmu u kojem parazitiraju, najčešće bez njegovog usmrćivanja. No, razina štete, koju nanose nametnici tijekom života u drugom organizmu, je izrazito varijabilna i često ovisi o općem stanju životinje. Utjecaj parazitizma na organizam je u rasponu od moguće koegzistencije koja ne dovodi do narušavanja homeostaze domadara ili pojave općih simptoma koji ukazuju na blagu invaziju parazitima, do ozbiljnih poremećaja fizioloških procesa u domadara zbog velike invazije koja može završiti i smrću (Levsen i sur. 2008).

Paraziti su općenito podijeljeni u dvije kategorije: ektoparaziti i endoparaziti. Ektoparazitske vrste su one koje obitavaju na vanjskim površinama tijela domaćina. U riba se ovo odnosi na kožu ili ljuske (ovisno o vrsti ribe), peraje i na druge dijelove organizma koji se smatraju vanjskim, kao što su škrge i usna šupljina. Endoparaziti se pronalaze u unutrašnjim dijelovima domadara što uključuje mišiće, unutrašnje organe i membrane koje obavijaju unutarnje šupljine organizma (Peek 2012). Od organizama koji parazitiraju na ribama zabilježeni su jednostanični mikroorganizmi kao što su bakterije, gljive i Protozoa, a od višestaničnih najčešći su makroorganizmi iz koljena Nematoda, Acanthocephala i Plathyhelminthes koji su najvećim dijelom nametnici probavila (Iyaji i Eyo 2008).

Životni ciklusi parazitskih skupina mogu biti jednostavni u vidu toga da uključuju samo jednog domadara, a mogu biti i izrazito kompleksni zbog postojanja više međudomadara koji imaju ulogu u osiguravanju povoljnih uvjeta za preživljavanje različitih razvojnih stadija parazita. Dakle, ako se neki od životnih ciklusa prekinu ili poremete može doći do smanjene stope preživljavanja tih parazita i konačnog smanjenja brojnosti jedinki u populaciji. Neke su vrste ipak razvile prilagodbe za takve nepovoljne uvjete u vidu stvaranja zaštitnih kapsula. Osim razlika u načinu razvoja između vrsta, postoje i različiti načini prijenosa nametnika s jednog domadara do drugog (Peek 2012).

Mnogobrojne vrste slatkovodnih riba imaju oportunistički način prehrane, što znači da njihov način ishrane ovisi o raspoloživim izvorima hrane u staništu. Ovime povećavaju vjerojatnost unosa različitih vrsta endoparazita čija infekcija uključuje oralni unos razvojnih

stadija. Rezultat ovoga je mogućnost da ribe sadržavaju deset do sto, a nekada i više, jedinki parazita koje često ni ne pripadaju istoj vrsti (Maitland i Linsell 2006). Zbog toga je razvoj specifičnih životnih ciklusa parazita najvećim dijelom bio pod utjecajem načina ishrane riba (Bellay i sur. 2015). Tako one vrste riba koje se hrane različitim malim vodenim beskralježnjacima mogu vrlo lako, ako je taj organizam inficiran, unijeti i razvojni stadij parazita. Za ribe koje se hrane na dnu jezera organskim detritusom postoji mogućnost unosa jaja parazita koja su odložena tamo od strane drugih inficiranih jedinki (Iyaji i Eyo 2008). Neke vrste parazita se mogu prenijeti direktno s jedne inficirane jedinke na drugu. Grabežljive vrste riba se također mogu inficirati ako pojedu ribu zaraženu parazitima zato što neke vrste imaju tendenciju migracije iz pojedenih riba u povoljne dijelove probavnog sustava grabežljivice (Yanong 2017). Raznolikost parazitskih organizama još ovisi i o veličini samih domadara, njihovoj rasprostranjenosti te gustoći populacija (Bellay i sur. 2015).

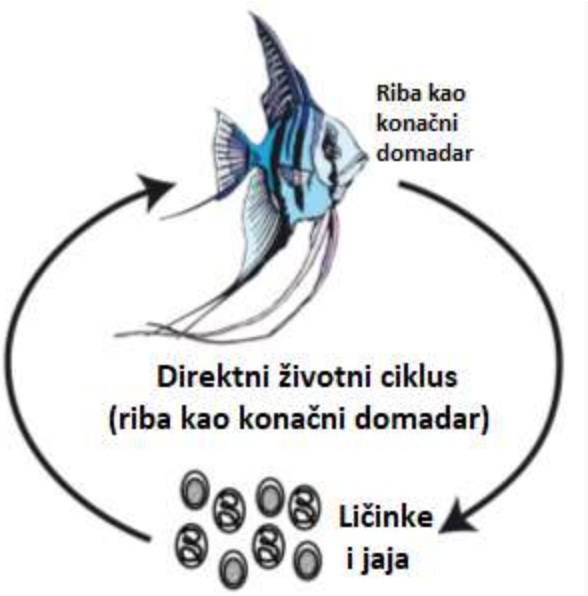
1.1. Nematoda – oblići

Oblići su blastocelomati koji žive nametničkim ili slobodno živućim nenametničkim načinom života u morima, slatkim vodama i kopnenim staništima. Imaju bilateralno simetrično, crvoliko tijelo s elementima radijalne simetrije u vanjskoj i unutrašnjoj građi. Na prednjem dijelu tijela im se nalaze usta, a kod ženki se na trbušnoj strani nalaze ekskrecijski, analni i spolni otvor dok se kod mužjaka može naći samo ekskrecijski i otvor kloake u koju se otvara crijevo i spolni sustav koji završava kopulatornim četinama (Habdija i sur. 2011).

Odrasli oblici parazitskih Nematoda prvenstveno se nalaze u probavnom sustavu. Međutim, ovisno o vrsti oblića i vrsti ribe, odrasli i drugi razvojni stadiji se mogu pronaći u bilo kojem dijelu ribe, uključujući tjelesne šupljine, unutarnje organe, plivaći mjehur, dublje dijelove kože ili peraja te mišiće (Yanong 2017). Oblići parazitiraju u različitim vrstama riba, pri čemu su česte invazije manje brojnosti kod zdravih riba dok su velike invazije povezane uz nastajanje različitih patoloških procesa u domadara koje mogu dovesti i do smrti. Potrebno je napomenuti da je mogućnost pojave znakova bolesti u mlađih jedinki veća zbog njihove povećane osjetljivosti na parazitske invazije (Yanong 2017).

U oblića je prisutan specifični životni ciklus koji započinje jajetom i završava odraslim stadijem. Ipak, nisu svi životni ciklusi isti, već postoje varijacije u složenosti kod različitih vrsta oblića. Neizostavni dio njihovog razvoja je specifični domadar koji sadržava različite

razvojne stadije i zbog toga se dijeli na konačne i međudomadare. Dakle, konačni domadari su oni u kojima obitavaju odrasli i spolno zreli oblici nametnika, dok međudomadari ne sadržavaju odrasle jedinke, ali imaju ulogu u razvoju i prijenosu drugih razvojnih stadija do konačnog domadara. Sam životni ciklus Nematoda se dijeli na direktni i indirektni. Karakteristika direktnog životnog ciklusa je nedostatak međudomadara i time paraziti imaju sposobnost direktne infekcije drugih riba pomoću jaja ili ličinka (Slika 1).

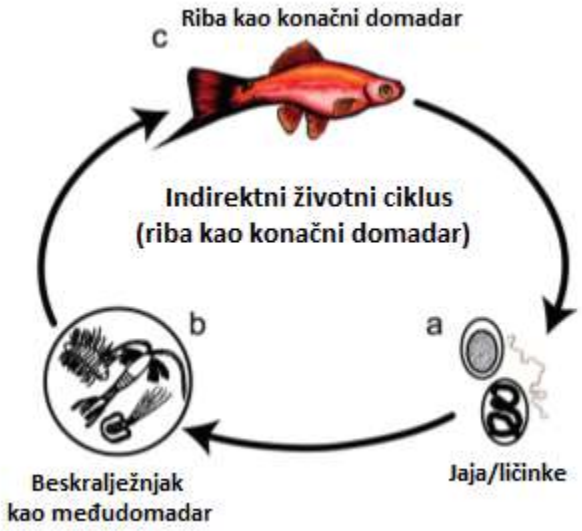


Slika 1. Prikaz direktnog životnog ciklusa parazita
(preuzeto i prilagođeno prema Yanong 2017)

U indirektnim ciklusima (Slika 2) dolazi do otpuštanja jaja ili ličinki parazita u vodu i ovi nezreli stadiji inficiraju prvog domadara te dalje prolaze kroz minimalno dva različita organizma, od kojih jedan mora biti riba. Dakle, riba u ovom tipu životnog ciklusa može imati ulogu konačnog domadara ili međudomadara. Ako je riba konačni domadar, parazit prvotno inficira drugačiji organizam u kojem se daljnje razvija, a najčešće se radi o vodenom beskralježnjaku koji će kasnije biti pojeden od strane ribe. U slučaju da riba ima ulogu međudomadara, konačni domadari su one vrste koje se hrane ribama, kao što su predatorske ribe, ptice ili sisavci (Yanong 2017).

Neki od najčešćih nametničkih oblića koji se pronalaze u slatkovodnim ribama su vrste iz rodova *Capillaria*, *Eustrongylides* i *Camallanus*. Vrste iz roda *Capillaria* su često pronađeni paraziti u nekih vrsta riba iz porodica Cichlidae, Cyprinidae, Osphronemidae i Characidae. Jedinke su teško uočljive zbog bijele do gotovo transparentne boje ali se kod ženka mogu

uočiti smeđa jaja koja su često karakteristično prihvaćena za njih (Web 1). Imaju direktni životni ciklus, što znači da postoji mogućnost direktnog prijenosa s jedne ribe na drugu putem infektivnih ličinki (Yanong 2017). Nematoda roda *Eustronglides* parazitiraju u mišićju, tjelesnim šupljinama i ostalim organima tako da se ličinački stadiji inkapsuliraju. Slatkovodne ribe ne sadrže odrasle oblike ovih parazita zato što imaju ulogu međudomadara u životnom ciklusu, dok su konačni domadari ptice koje se hrane zaraženim ribama. Ovi oblići su poprilično dugi i lako uočljive crvene boje te se zbog toga mogu primijetiti golim okom u tkivu riba (Web 2).



Slika 2. Prikaz indirektnog životnog ciklusa parazita
(preuzeto i prilagođeno prema Yanong 2017)

Specifičnost vrsta iz roda *Camallanus* je postojanje ovoviviparije, što znači da ženke nose jaja u sebi sve dok se ne izlegnu ličinke. Nadalje, ličinke izlaze iz ribe i inficiraju međudomadare, u ovom slučaju su to neke vrste iz potkoljena Crustacea, kojima se hrane ribe te tako zatvaraju ciklus razvoja (Yanong 2017). Odrasli stadiji ovih parazita obitavaju u probavnom sustavu slatkovodnih riba gdje se hrane krvlju (Web 3).

Contracaecum je još jedan rod oblića koji se može naći u različitim vrstama slatkovodnih riba u ličinačkom stadiju i to najčešće u tjelesnim šupljinama te mezenteriju (Barson 2004). Odrasle jedinke parazitiraju, slično vrstama iz roda *Eustronglides*, u probavnom sustavu ptica koje se hrane nekim vrstama riba iz porodica Cyprinidae, Ictaluridae, Centrarchidae i Cichlidae (Yanong 2017).

1.2. Acanthocephala – kukaši

Ovo koljeno sadržava oko 1100 vrsta obligatnih parazita od kojih je skoro polovica pronađena u gastrointestinalnom sustavu riba gdje su prihvaćeni za sluznicu crijeva pomoću karakterističnog rila. Dok su odrasli stadiji pronađeni u probavnom sustavu, ličinke najčešće obitavaju u tjelesnim šupljinama, mezenteriju i jetri riba (Web 4). Dužina njihovog crvolikog i bilateralno simetričnog tijela varira od 1,5 mm do 0,5 m, pri čemu je najveći broj vrsta manji od 10 mm. Tijelo im je podijeljeno na trup i kratko rilo (proboscis) koje sadržava mnogobrojne kukice pomoću kojih se prihvaćaju za stijenku crijeva domadara. (Habdija i sur. 2011).

Razvojni ciklus kukaša se odvija na sličan način kao u oblića, a najčešći je indirektni način razvoja. Ulogu konačnog domadara imaju kralježnjaci, kao što su ribe, ptice i sisavci, dok su međudomadari najčešće vrste iz redova Isopoda i Amphipoda te razreda Ostracoda (Web 4). Razvojni stadij započinje nakon što su ispuštena jaja pojedena od strane pogodne vrste člankonošca u kojem se tada razvija infektivna cista kukaša. Odrasli, spolno zreli stadiji se razvijaju u konačnom domadaru nakon što pojede međudomadara koji sadrži ciste parazita (Nabi i sur. 2015).



Slika 3. Kukaš iz roda *Neoechinorhynchus* koji je čest parazit riba (Web 5)

Većina nametničkih kukaša spada u redove Neoechinorhynchidea, Echinorhynchidea, Aporhynchidea i Gigantorhynchidea (Nabi i sur. 2015). U redu Neoechinorhynchidea postoji rod zvan *Neoechinorhynchus* (Slika 3) koji sadržava oko 75 vrsta kukaša koji su česti paraziti slatkovodnih riba. (Web 6). *Pomphorhynchus* je još jedan od rodova u kojemu se nalaze vrste nametnika koje mogu inficirati neke vrste riba iz porodice Cyprinidae (Web 4).

1.3. Plathyhelminthes – plošnjaci

Plošnjaci su organizmi s dorzoventralno spljoštenim i bilateralno simetričnim tijelom. Probavilo im ne sadržava crijevni otvor, a neki nemaju ni probavni sustav. Također im nedostaju organi za disanje i optjecajni sustav zbog čega se prijenos plinova, hranjivih tvari te produkata izmjene tvari odvija difuzijom. Koljeno se dijeli na četiri razreda, od kojih su virnjaci (Tubellaria) najvećim dijelom slobodno živuće životinje, a jednorodni metilji (Monogenea) i metilji (Trematoda) koji obitavaju na ribama najvećim su dijelom ektoparaziti, dok su trakavice (Cestoda) endoparaziti kralježnjaka, uključujući i slatkovodne ribe (Habdija i sur. 2011; Web 7).

1.3.1. Cestoda – trakavice

Svih 3400 zabilježenih vrsta trakavica su unutarnji nametnici zbog čega imaju razvijene složene prilagodbe na takav način života. Na tijelu im se mogu razlučiti skoleks (glava), vrat i strobila koja je sastavljena od proglotida (Habdija i sur. 2011).

Životni ciklusi trakavica su izrazito kompleksni pri čemu ribe mogu imati ulogu međudomadara ili konačnog domadara (Web 7). Trakavice u ribama parazitiraju u njihovom probavnom sustavu, osim nekolicine vrsta koje se mogu pronaći u tjelesnoj šupljini i žučnom mjehuru. Ličinački stadiji imaju tendenciju stvaranja cista u unutrašnjim organima (Iyaji i Eyo 2008). Najveći broj vrsta trakavica koje parazitiraju u slatkovodnim ribama pripadaju redovima Bothriocephalidea, Caryophyllidea i Onchoproteocephalidea, a najčešće se pronalaze u ribama iz redova Perciformes, Siluriformes i Cypriniformes te je primjer inficirane jedinke vidljiv na Slici 4 (Scholz i Kuchta 2017).



Slika 4. Riba iz reda Cypriniformes inficirana trakavicom (preuzeto i prilagođeno prema Woon-Mok i sur. 2016)

1.4. Cilj istraživanja

Cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi prisutnost i intenzitet invazije endoparazitskih vrsta u invazivnoj vrsti riba, babuški (*Carassius gibelio*), u Sakadaškom jezeru, s obzirom na veliku biomasu utvrđenu u vodama Kopačkog rita. Utvrditi koji endoparaziti su prisutni i u kojem broju, te utvrditi postoji li poveznica između broja ili biomase parazita i biomase riba.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Rad na terenu

Uzorkovanje riba je provedeno 7. 12. 2017. godine u jezeru Sakadaš unutar Parka prirode Kopački rit koji se nalazi na krajnjem sjeveroistočnom dijelu Republike Hrvatske. To je poplavno područje, nastalo djelovanjem rijeka Dunava i Drave, koje je smješteno u geografskoj cjelini Baranja, u sastavu Osječko-baranjske županije (Web 8). Položaj Parka prirode Kopački rit je vidljivo na Slici 5. Sakadaško jezero predstavlja najdublju vodenu depresiju u Kopačkom ritu s izmjerenom dubinom, tijekom normalnih vodostaja, od 7 metara. Povezano je s Dunavom preko kanala Čonakut i Hulovo te ima prosječnu površinu od 6 hektara (Mihaljević i sur. 1999).



Slika 5. Položaj Parka prirode Kopački rit (Web 9)

U večernjim satima su postavljene dvije „velike mreže“ od kojih je jedna bila dužine 20 m s promjerom oka od 14 mm, a druga dužine 80 m i promjerom oka od 16 mm. Mreže su nakon postavljanja ostavljene preko noći i ukupno su u vodi bile 12 sati. U jutarnjim su satima iz spomenutih mreža izolirane ulovljene jedinke babuška (*Carassius gibelio*) što je vidljivo na Slici 6. Nakon uzrokovanja izračunao se ulov po jedinici napora (eng. *catch per unit effort*

(CPUE)). To je metoda kojom se može utvrditi poremećaj u sastavu ihtiofaune i primjenjuje se u gotovo svim oblicima ribolova. Za utvrđivanje ulova po jedinici napora potrebni su podaci o vremenu koje su mreže provele u vodi (sati), dužina i visina mreže (m), oko mreže (cm) te ulov mreže (kg). Računa se tako da se broj ribolovnih sati pomnoži s brojem korištenih mreža i nakon toga se ulov (kg) podijeli s umnoškom. Ulov se može izraziti kao broj ili masa ukupnog ulova, pojedine regije ili pojedine vrste, a jedinica napora se odnosi na vrijeme trajanja ribolovnog napora (Magečić 2015). Na terenu je vizualnom inspekcijom pregledano probavilo uzorkovanih riba i one koje su imale utvrđenu prisutnost parazita su izolirane i transportirane u laboratorij Zavoda za ekologiju voda Odjela za biologiju u Osijeku radi daljnje obrade.

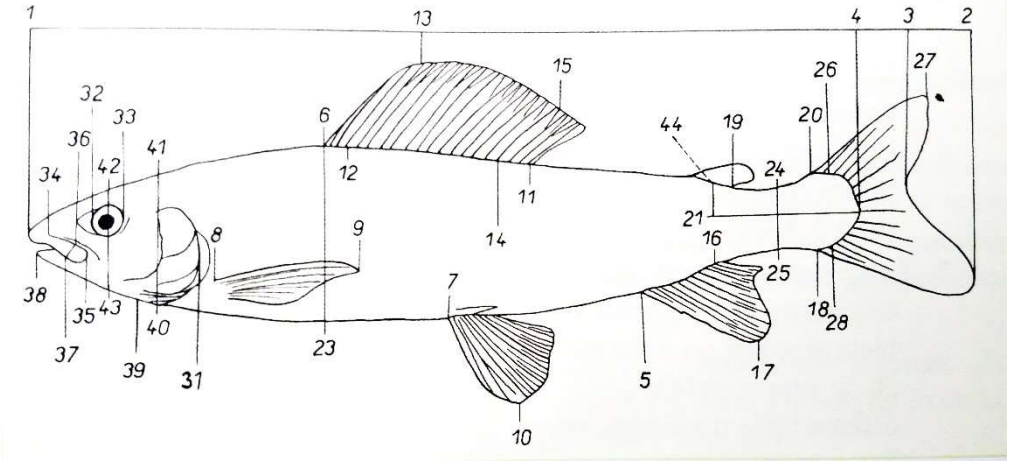


Slika 6. Uzorkovanje riba iz mreže

2.2. Rad u laboratoriju

U laboratoriju su pomoću ihtiometra izmjerene standardne morfometrijske mjere prikupljenih 12 jedinki riba, od čega je određena ukupna (apsolutna) dužina tijela (*longitudo totalis,* TL), standardna dužina (*longitudo corporis,* SL) i dužina tijela prema Smitt-u (*longitudo corporis,* FL). TL je dužina od najizbočenijeg dijela glave do najdužeg vrha repne peraje ribe. SL označava dužinu od vrha najizbočenijeg dijela glave do granice zadnjih

ljusaka repa. FL prikazuje dužinu od najizbočenijeg dijela glave do početnog dijela srednje žbice repne peraje (Slika 7) (Bogut i sur. 2006). Svakoj jedinki je još izvagana masa pomoću vage i u konačnici određen spol.



Slika 7. Morfometrijske mjere riba (TL je 1-2; SL je 1-4; FL je 1-3) (preuzeto i prilagođeno prema Bogut i sur. 2006)

Nakon mjerenja, utroba riba je izolirana i stavljena u kivete sa 70%-tnim alkoholom iz kojih su se dalje izolirali paraziti. Prisutnost parazita u utrobi ribe se može vidjeti na Slici 8. Jedinke parazita su pod lupom (Leica MZ6) bile prebrojane, očišćene od tkiva utrobe ribe te fiksirane u 70%-tnom alkoholu.



Slika 8. Paraziti vidljivi u izoliranoj utrobi ribe

Od sveukupnih izoliranih Nematoda iz svakog uzorka riba odvojeno je po 100 jedinki od kojih je, prema (Seinhorst, 1959), izrađeno 17 preparata. 16 preparata je sadržavalo po 6, a sedamnaesti preparat je sadržavao 4 jedinke Nematoda kako bi sveukupan broj jedinki iznosio 100. Iznimka su bili paraziti babuške čiji je uzorak bio označen brojem 7; kod ove ribe je invazija bila izrazito mala i za izradu preparata iskorišteno je svih 7 jedinki Nematoda koje su bile izolirane. Paraziti su prvo ostavljeni u otopini, koja se dobiva miješanjem 20 mL 96%-tnog alkohola, 1 mL glicerola i 79 mL destilirane vode, na 24 sata. Na predmetno stakalce je stavljena kap glicerola u kojeg su, nakon prošlih 24 sata, prebačeni paraziti. Nematode su orijentirane u glicerolu tako da im je prednji dio tijela (na kojem se nalaze usta) okrenut prema gore, a donji dio tijela (na kojem se nalazi rep) je time bio usmjeren prema dolje. Tako orijentirane jedinke u glicerolu su bile pokrivene predmetnih stakalcem.

Slikanje izrađenih preparata Nematoda bilo je odrađeno pomoću kamere Olympus Camedia C-4040 i programa Cam2Com pod lupom Olympus SZX9 pod različitim povećanjima (Slika 9).



Slika 9. Nematoda slikana pomoću programa Cam2Com

2.3. Obrada podataka

Dužina i širina jedinki Nematoda je bila izmjerena putem programa Olympus DP-Soft (Slika 10). Biomasa svake jedinke izračunata je prema (Quang i sur. 2014, navedeno u Andrassy 1956) pri čemu se koristila Andrassy formula: $(\mu g\, WW) = L \times W^2/1600000$; gdje L označava dužinu Nematoda (u µm), a W označava njegovu širinu (u µm). Podaci izmjerenih dužina i širina Nematoda uneseni su u program Windows Excel 2016 te su u istom programu izračunate biomase. U Windows Excel 2016 su još dodatno izračunata prosječna dužina, širina i biomasa Nematoda za svaku uzorkovanu ribu.



Slika 10. Mjerenje dužine i širine Nematoda pomoću Olympus DP-Soft programa

3. REZULTATI

Izračunati lovni napor (eng. *catch per unit effort* (CPUE)) za babuške je iznosio 103,67 kg. Na terenu je uzorkovano ukupno 102 jedinke babuška i u 12 je utvrđena prisutnost parazita te su bile transportirane u laboratorij. Prosječna masa uzorkovanih riba je iznosila 778,6 g za mužjake, a 788,7 g za ženke. Prosječan SL za uzorkovane ribe je iznosio 279, 8 mm, prosječan FL je bio 330, 7, a prosječan TL 360,8 mm (Tablica 1).

Nakon daljnje obrade u laboratoriju prisutnost je parazita potvrđena u njih 9 (Tablica 1). U tih 9 babuški pronađeni su endoparaziti koljena Nematoda te je ukupan broj izoliranih jedinki iznosio 3822. Veća brojnost jedinki parazita je zabilježena u ženki, gdje je iznosila ukupno 2563, dok je u mužjaka iznosila ukupno 1259 (Tablica 1). Intenzitet invazije se gledao po brojnosti jedinki Nematoda u svakoj ribi. Od svih uzorkovanih mužjaka, najveći broj Nematoda je zabilježen u uzorku 1 (iznosio je 601), a najveći intenzitet invazije u ženki je pronađen u uzroku 9 gdje je iznosio 1078 (Tablica 1) što je ujedno i najveći broj parazitskih jedinki od svih 12 uzorkovanih riba.

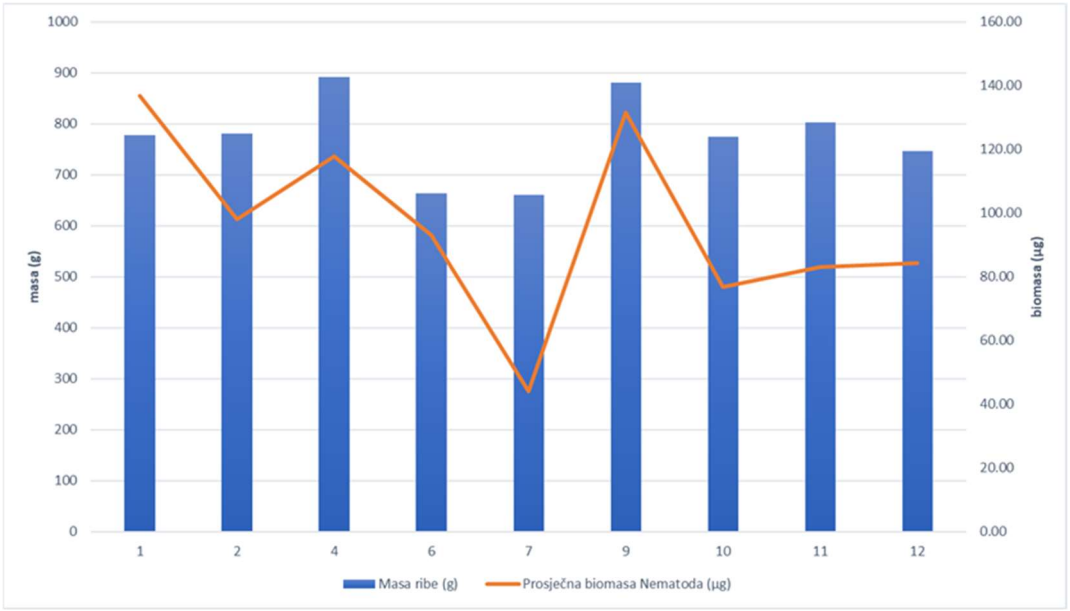
Tablica 1. Spol, morfometrijski parametri, masa ribe vrste *Carassius gibelio* i broj jedinki Nematoda u svakoj uzrokovanoj ribi

broj uzorka (ribe)	vrsta	spol	SL (mm)	FL (mm)	TL (mm)	masa (g)	parazit	broj jedinki Nematoda
1	*Carassius gibelio*	♂	285	335	369	777	+	601
2	*Carassius gibelio*	♂	288	338	372	780	+	249
3	*Carassius gibelio*	♂	300	354	384	934	-	-
4	*Carassius gibelio*	♀	289	336	367	892	+	806
5	*Carassius gibelio*	♀	268	320	345	768	-	-
6	*Carassius gibelio*	♀	260	310	338	664	+	507
7	*Carassius gibelio*	♂	264	310	334	660	+	7
8	*Carassius gibelio*	♀	263	314	343	724	-	-
9	*Carassius gibelio*	♀	285	340	376	881	+	1078
10	*Carassius gibelio*	♂	290	344	370	775	+	262
11	*Carassius gibelio*	♀	290	342	373	803	+	172
12	*Carassius gibelio*	♂	275	325	358	746	+	140

Izračunata prosječna biomasa Nematoda je vidljiva u Tablici 2, gdje je najveća prosječna biomasa Nematoda u mužjacima riba zabilježena u uzorku 1, a ženkama u uzorku 9. U ribi 1 je također utvrđena najveća prosječna biomasa nametnika, koja je iznosila 136,8 µg (Tablica 2). Prosječne dužine i širine Nematoda su izračunate i vidljive u Tablici 2 pri čemu je najveća prosječna dužina i širina Nematoda u mužjaka zabilježena u uzorku 1 (5424,7 µm), a kod ženki, u uzorku 9 (4306,29 µm).

Tablica 2. Prosječna dužina, širina i biomasa uz izraženu standardnu devijaciju (SD) za biomasu izoliranih Nematoda

broj uzorka (ribe)	vrsta	spol	prosječna biomasa Nematoda (µg)	SD (N=100)	prosječna dužina Nematoda (µm)	prosječna širina Nematoda (µm)
1	*Carassius gibelio*	♂	136,75	37,19	5424,66	198,90
2	*Carassius gibelio*	♂	97,95	41,17	4859,48	174,97
3	*Carassius gibelio*	♂	-	-	-	-
4	*Carassius gibelio*	♀	117,73	39,51	4223,32	208,35
5	*Carassius gibelio*	♀	-	-	-	-
6	*Carassius gibelio*	♀	93,08	37,38	3623,23	197,59
7	*Carassius gibelio*	♂	43,98	22,24	2862,35	152,47
8	*Carassius gibelio*	♀	-	-	-	-
9	*Carassius gibelio*	♀	131,41	41,28	4306,29	217,82
10	*Carassius gibelio*	♂	76,90	28,78	3578,15	182,12
11	*Carassius gibelio*	♀	83,90	24,75	3630,38	188,85
12	*Carassius gibelio*	♂	84,36	33,96	3612,57	187,76



Slika 11. Odnos masa uzorkovanih riba prema prosječnim biomasama Nematoda

4. RASPRAVA

Carassius gibelio je česta invazivna vrsta naših kopnenih voda gdje, zbog svojeg agresivnog načina života, potiskuje druge autohtone vrste riba i brzo ovladava područjem na koje je unesena. Ova vrsta je svejed koji se hrani zoobentosom, kopnenim kukcima, sjemenjem, dijelovima biljaka i detritusom. Brzo raste i spolno sazrijeva u prvoj te drugoj godini života (Bogut i sur. 2006). Od uzorkovanih 12 jedinki u ovome istraživanju omjer spolova je bio 1:1. Ovo je zanimljivo zato što, prema Bogut i sur. (2006), u populacijama babuški naših voda prevladavaju triploidne ženke, a razlog tome je ginogenetski način razmnožavanja. To je oblik nepotpune oplodnje gdje nema spajanja jezgara jajne i sjemene stanice, već spermatozoidi imaju ulogu samo u aktivaciji jajne stanice na dijeljenje. Jajne stanice babuški aktivira mliječ drugih vrsta riba kao što su šaran, karas, linjak, deverika, bodorka i klen, a time nastaju nove plodne triploidne ženke (Web 10). Ovakav omjer spolova nije isti u svim populacijama i Japoshvili i sur. (2017) navode po Tsoumani i sur. (2006) kako omjeri mogu varirati u ovisnosti s geografskim regijama, ali udio mužjaka i tada rijetko dolazi do 50%.

U uzorkovanim babuškama Sakadaškog jezera pronađeni su samo paraziti iz koljena Nematoda, koji su bili zastupljeni u relativno visokoj brojnosti na izrazito malom broju jedinki domadara. Naprotiv, Japoshvili i sur. (2017) zabilježili prisutnost dvije vrste, Demir i Karakisi (2016) su pronašli šest vrsta, a u istraživanju Daghigh Roohi i sur. (2014) je zabilježeno čak 11 vrsta u jedinkama vrste *Carassius gibelio*. Pronađene endoparazitske vrste su pripadale razredima Cestoda (Japoshvili i sur. 2017), Trematoda (Japoshvili i sur. 2017; Demir i Karakisi 2016; Daghigh Roohi i sur. 2014) i koljenu Nematoda (Demir i Karakisi 2016; Daghigh Roohi i sur. 2014). Po dobivenim rezultatima ovoga istraživanja može se reći kako je biološka raznolikost parazita ovoga istraživanja relativno niska. Poulin (2014) navodi kako raznolikost parazitskih vrsta ovisi o više faktora; jedan od faktora se odnosi prvenstveno na specifičnost parazitskih vrsta gdje manje specifične vrste inficiraju pripadnike različitih taksonomskih skupina, dok su one visoko specijalizirane vrste najčešće ograničene na samo jednu vrstu ili rod. Ekološki faktori u kojima domadar obitava također mogu imati učinka na brojnost parazitskih vrsta. Dakako, ekološki faktori utječu i na opće stanje domadara koje predstavlja još jedan od faktora pri čemu Poulin i Morand (2000) spominju i važnost raspoloživog prostora za parazite, to jest samu veličinu domadara. Bagge i sur. (2004) napominju na veću važnost u brojnosti jedinki u populaciji naspram gustoće populacije, što znači da za daljnje širenje parazita veći faktor igra broj raspoloživih jedinki,

a bliski kontakt između domadara nije od jednake važnosti. Nadalje, Poulin (2014) je zaključio da vrste sa širokom geografskom rasprostranjenosti imaju veću vjerojatnost susretanja više parazitskih vrsta tijekom njihovih migracija. Kao što je već spomenuto, babuška je prilagodljiva vrsta koja se raširila po mnogim vodama Europe i time predstavlja dobrog kandidata za mnoge parazitske vrste koje može širiti dalje u populacije autohtonih vrsta (Arslan i Emiroglu 2011) što je vidljivo u radu Daghigh Roohi i sur. (2014) gdje je zabilježena prisutnost 11 parazitskih vrsta. Razlog male raznolikosti parazita u uzorcima babuški u ovom istraživanju, mogao bi se pripisati ekološkim uvjetima ili samoj vrsti domadara, koja pokazuje iznimnu otpornost na mnoge uvjete, tako i na neke parazite (Arslan i Emirgolu 2011).

Isti faktori se mogu aplicirati i na samu brojnost inficiranih jedinki domadara, pri čemu je u ovom istraživanju od ukupno 102 uzorkovane jedinke babuška prisutnost parazita utvrđena u samo njih 9. U usporedbi s brojem zaraženih riba u Daghigh Roohi i sur. (2014) gdje je to iznosilo 88 od uzrokovanih 90; Demir i Karakisi (2016) kod kojih je prisutnost utvrđena u 94 od 168; i Japoshvili i sur. (2017) gdje su paraziti bili prisutni u 31 od 34 jedinke, rasprostranjenost Nematoda u *C. gibelio* iz ovoga istraživanja se čini izrazito niska.

Poulin (2007) je prema George-Nascimento i sur. (2004) utvrdio kako prosječna biomasa parazita kralježnjaka raste s povećanjem mase njihovog domadara. U dobivenim mjerama ovoga istraživanja vidljiva je blaga korelacija između masa riba i prosječnih biomasa njihovih parazita koja je prikazana grafikonom na Slici 11. Ribe s najvećim izmjerenim masama (kao što su uzorak 4, čija je masa bila 892 g i uzorak 9, koji je imao masu od 881 g) pratile su i iznimno visoke biomase Nematoda (za uzorak 4 je iznosila 117,73 µg, a 131,41 µg za uzorak 9). Naprotiv, ribe sa zabilježenim manjim masama prate i niže vrijednosti prosječnih biomasa njihovih parazita. Ovdje se može istaknuti uzorak 10 kod kojeg je masa ribe iznosila 775 g, a biomasa parazita 76,90 µg i uzorak 12 s masom ribe od 746 g koju prati biomasa parazita od 84,36 µg.

Poulin (2007) nadalje razjašnjava povezanost razine metabolizma domadara s ukupnom parazitskom biomasom koju može sadržavati. Dakle, što je veći metabolizam domadara, to je veća količina pristupačne energije i hranjivih tvari za parazite koji obitavaju unutar njega. Važno je još spomenuti kako se sama razina metabolizma povećava s povećanjem mase organizma i tako postoji mogućnost da veći organizmi sadržavaju veću biomasu parazita, dok manji domadari sadržavaju niže vrijednosti biomasa. U dva uzorka riba sličnih masa

(uzorak 6 s masom od 664 g i uzorak 7 sa 660 g) pronađena je značajna razlika u vrijednostima prosječnih biomasa Nematoda, tako da je kod uzorka 6 iznosila 93,08 µg, a u uzorku 7 samo 43,98 µg. Moguće je da se u uzorku 7 radilo o babuški koja je tek bila u ranim fazama infekcije parazitima, a infekcija u uzorku 6 već duže vrijeme traje zbog čega je uspjela napredovati. Ovo bi objasnilo vrlo malu brojnost parazita i njihovu nisku biomasu u uzorku 7 koja se, kako je spomenuo Carvallho i sur. (2015) prema Dias i sur. (2004), povećava s porastom veličine domadara zbog postepene akumulacije parazitskih jedinki tijekom vremena. Carvallho i sur. (2015) su još naveli, po Koya i Mohandas (1982) kako se Nematoda češće mogu naći u mlađim jedinkama domadara, ali u puno manjem broju naspram odraslih domadara. Riba broj 7 je imala najmanje morfometrijske mjere (Tablica 1) zbog čega se može naslutiti da se radi o jedinki koja je mlađa od ostalih.

5. ZAKLJUČAK

U babuškama, Carassius gibelio, u Sakadaškom jezeru, prisutni su endoparaziti koljena Nematoda. U nekim je jedinkama utvrđena velika brojnost ovih endoparazita dok je najmanji intenzitet zaraze zabilježen u jednom uzorku, vjerojatno kao posljedica veličine i početka invazije. Vidljiva je korelacija biomase riba i biomase parazitskih oblića u njima.

6. LITERATURA

Bagge, A. M., Poulin, R., Valtonen, E. T. (2004) Fish population size, and not density, as the determinig factor of parasite infection: a case study. Parasitology 128: 305-313.

Barson, M. (2004) The occurrence of *Contracaetum* sp. larvae (Nematoda: Anisakidae) in the catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) from Lake Chivero, Zimbabwe. Onderstepoort Journal of Veterinary Research 71: 35-39.

Bellay, S., De Oliveira, E. F., Almeida-Neto, M., Mello, M. A. R., Takemoto, R. M., Luque, J. L. (2015) Ectoparasites and endoparasites of fish form networks with different structures. Parasitology 142: 901-909.

Bogut, I., Novoselić, D., Pavličević, J. (2006) Biologija riba. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.

Carvallho, R. P. S., Takemoto, R. M., Melo, C. M., Jeraldo, V. L. S., Madi, R. R. (2015) Structure of the parasite infracommunity of *Sciades props* from the Japaratuba River Estuary, Sergipe, Brazil. Brazilian Journal of Biology 75: 906-913.

Daghigh Roohi, J., Sattari, M., Nezamabadi, H., Ghorbanpour, N. (2014) Occurrence and intensity of parasites in Prussian carp, *Carassius gibelio* from Anzali wetland, Southwest Caspian Sea. Iranian Journal of Fisheries Sciences 13(2): 276-288.

Demir, S., Karakişi, H. (2016) Metazoan Parasite Fauna of the Prussian carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) (Cyprinidae), from Marmara Lake, Turkey. Acta Zoologica Bulgarica 68(2): 265-268.

Habdija, I., Habdija, B. P., Radanović, I., Špoljar, M., Kepčija, B. P., Karlo, S. V., Miliša, M., Ostojić, A., Perić, M. S. (2011) Protista – Protozoa Metazoa – Invertebrata: Strukture i funkcije. Alfa d.d., Zagreb.

Iyaji, F. O., Eyo, J. E. (2008) Parasites and their Freshwater Fish Host. Bio-Research 6(1): 328-338.

Japoshvili, B., Mumladze, L., Murvanidze, L. (2017) The population of *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) and its parasites in Madatapa Lake (South Georgia). Iranian Journal of Fisheries Sciences 16(2): 793-799.

Levsen, A., Lunestad, B. T., Berland, B. (2008) 17 – Parasites in farmed fish and fishery products. U: Lie, Ø. (ur.) Improving Farmed Fish Quality and Safety. In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Woodhead Publishing, 428-445.

Magečić, I. (2015) Ihtiofauna ribolovne vode Erdutski dunavac. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Osijek.

Maitland, P. S., Linsell, K. (2006) Philip's Guide to Freshwater Fish of Britain and Europe. Philip's, a division of Octopus Publishing Group Ltd, London.

Mihaljević, M., Gec, D., Tadić, Z., Živanović, B., Gucunski, D., Topić, J., Kalinović, I., Mikuška, J. (1999) Kopački rit – pregled istraživanja i bibliografija. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb – Osijek, 187 pp.

Nabi, S., Tanveer, S., Ganaie, S. A., Ahad, S., Niyaz, U., Abdullah, I. (2015) Acanthocephalan infestation in fishes – A review. The Journal of Zoology Studies 2(6): 32-37.

Peek, J. L. (2012) Ectoparasites and Intestinal Endoparasites in Channel catfish, *Ictalurus punctatus*, in the Blackwater River Missouri. Doktorska disertacija. University of Central Missouri, Department of Biology and Earth Science.

Poulin, R. (1999) Body size vs abundance among parasite species: positive relationships? Ecography 22: 246-250.

Poulin, R., Morand, S. (2000) The Diversity of Parasites. The Quarterly Review of Biology 75(3): 277-293.

Poulin, R. (2005) Relative infection levels and taxonomic distances among the host species used by a parasite: insights into parasite specialization. Parasitology 130: 109-115.

Poulin, R., George-Nascimento, M. (2007) The scaling of total parasite biomass with host body mass. International Journal of Parasitology 37: 359-364.

Poulin, R. (2014) Parasite biodiversity revisited: frontiers and constraints. International Journal for Parasitology 44: 581-589.

Quang, N. X., Chau, N. N., Vanreusel, A. (2014) Nematode morphometry and biomass patterns in relation to community characteristics and environmental variables in the Mekong Delta, Vietnam. Raffles Bulletin of Zoology 62: 501-512.

Scholz, T., Kuchta, R. (2017) A digest of fish tapeworms. Vie et Milieu 67(2): 43-58.

Seinhorst, J. W. (1959) A Rapid Method for the Transfer of Nematodes from Fixative to Anhydrous Glycerin. Nematologica 4: 67-69.

Woon-Mok, S., Byoung-Kuk, N., Soo, G. J., Koo, H. K. (2016) Mass Death of Predatory Carp, *Chanodichthys erythropterus*, Induced by Plerocercoid Larvae of *Ligula intestinalis* (Cestoda: Diphyllobothriidae). The Korean Journal of Parasitology 54(3): 363-368.

Yanong, R. P. E. (2017) Nematode (Roundworm) Infections in Fish. University of Florida, Fisheries and Aquatic Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, IFAS Extension Document CIR91.

Web1. Junquera, P. *Capillaria* spp, parasitic hairworms of Dogs and Cats. Biology, prevention and control. *Eucoleus, Pearsonema, Aonchotheca*. http://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=2606&Itemid=2888 (24.2.2018).

Web2. National Center for Biotechnology Information (NCBI). Occurrence of Parasites of the Genus Eustrongylides spp. (Nematoda: Dioctophymatidae) in Fish Caught in Trasimeno Lake, Italy. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5178836/ (24.2.2018.).

Web3. Petcha. *Camallanus* Worms. https://www.petcha.com/camallanus-worms/ (24.2.2018.).

Web4. Invasive Species Compendium. Acanthocephalan infections of fish. https://www.cabi.org/isc/datasheet/95446 (20.2.2018.).

Web5. FishPathogens. *Neoechinorhynchus* sp. https://fishpathogens.net/image/acanthocephalaneoechinorhynchusspcb02jpg (7.7.2018.).

Web6. National Center for Biotechnology Information (NCBI). A short note on heavy infection of acanthocephalan worm (*Neoechinorhynchus agilis*) in grey mullet, *Mugil cephalus*. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3081728/ (20.2.2018.).

Web7. Klinger, R. E., Floyd, R. F. Introduction to Freshwater Fish Parasites. http://fisheries.tamu.edu/files/2013/09/Introduction-to-Freshwater-Fish-Parasites.pdf (20.2.2018.).

Web8. Kopački rit. Osnovni podaci. https://pp-kopacki-rit.hr/oparku.html (7.7.2018.).

Web9. Marijanović, K. Kopački rit – turizam u parku prirode. http://www.geografija.hr/hrvatska/kopacki-rit-turizam-u-parku-prirode/ (7.7.2018.).

Web10. Kopački rit. Ribe. https://pp-kopacki-rit.hr/ribe.html (8.7.2018.).