Biološke i ekološke značajke slatkovodnog školjkaša Unio crassus Philipsson, 1788

Selak, Lorena

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:001174

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

BIOLOŠKE I EKOLOŠKE ZNAČAJKE SLATKOVODNOG ŠKOLJKAŠA *UNIO CRASSUS* PHILIPSSON, 1788

BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FRESHWATER MUSSEL *UNIO CRASSUS* PHILIPSSON, 1788

SEMINARSKI RAD

Selak Lorena
Preddiplomski studij Znanosti o okolišu
Undergraduate Study of Environmental science
Mentor: doc. dr. sc. Jasna Lajtner

Zagreb, 2016

Sadržaj

1. Uvod 1
1.1. Biologija koljena Mollusca 1
1.2. Razred Bivalvia 2
1.3. Red Unionoida 4
1.4. Potporodica Unioninae 6
2. Vrsta *Unio crassus* 8
2.1. Geografska rasprostranjenost vrste *Unio crassus* 8
2.2. Izdvojene biološke značajke vrste *Unio crassus* 10
2.2.1. Morfologija 10
2.2.2. Respiracija i prehrana 10
2.3. Kemijski uvjeti i tip staništa 11
2.4. Ekologija vrste *Unio crassus* 12
2.4.1. Uloga vrste u staništu 12
2.4.2. Specifično rasprostranjivanje glohidija 13
2.4.3. Ribe domaćini i uvjeti metamorfoze ličinki 13
2.4.4. Zamjena uloga: parazitizam riba na slatkovodnim školjkašima 14
2.5. Ugroženost vrste *Unio crassus* 15
2.5.1. Razlozi ugroženosti 15
2.5.2. Status ugroženosti 16
2.5.3. Primjer projekata zaštite vrste 16
3. Literatura 18
4. Sažetak 23
5. Summary 23

1. Uvod

Obična lisanka, *Unio crassus* Philipsson, 1788 je slatkovodna vrsta školjkaša na koju se u posljednja dva desetljeća skrenula znatna pažnja zbog velikog smanjenja brojnosti vrste te je danas u više zemalja Europe proglašena kritično ugroženom. Ona pripada grupi od 224 vrste od ukupno 511 slatkovodnih školjkaša koji spadaju pod neku od kategorija ugroženosti po IUCN-ovoj Crvenoj listi ugroženih vrsta iz 2015. godine. Uz *U. crassus* povećava se i svijest o ugroženosti još dvije vrste *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus, 1758) i *M. auricularia* (Spengler, 1793). Njihove populacije diljem Europe nestaju, a mnogo onih koje su preostale na rubu su izumiranja zbog nedostatka novih, mladih jedinki (Araujo i Ramos, 2001).

Obična lisanka također obitava u riječnim i potočnim režimima Republike Hrvatske gdje se na nekoliko lokacija provodio njezin monitoring. Rastom svijesti o ugroženosti povećava se i potražnja za biološkim i ekološkim karakteristikama vrste kako bi se ona što bolje zaštitila i reintroducirala u staništa iz kojih je nestala. U ovome radu obuhvatit će se zaključci više istraživanja o poželjnim uvjetima unutar staništa počevši od pedoloških karakteristika, koncentracije različitih iona, prirodnog i alohtonog predatorstva te samih bioloških karakteristika vrste kao i njezine taksonomije.

1.1. Biologija koljena Mollusca

Unio crassus po svim svojim karakteristikama pripada koljenu mekušaca, Mollusca. Mekušci su veoma raznolika skupina koja se razvila od prvobitnog marinskog pretka i zauzela slatkovodne pa naposljetku i kopnene ekološke niše. Ljudi su od antičkog vremena pokazivali interes prema mekušcima stoga nije ni čudno da je ovo koljeno jedno od najbolje istraženih u beskralježnjaka. Prema građi tjelesne šupljine spadaju u nekolutićave celomata, specifičnije shizocelne hemocelomata. Hemocel se nalazi u obliku nekoliko međusobno povezanih sinusa, a celom je ograničen na perikard i gonocel (Habdija i sur., 2004).

Podijeljeni su u sedam skupina (Aplacophora, Polyplacophora, Monoplacophora, Gastropoda, Cephalopoda, Bivalvia, Scaphopoda), a glavne karakteristike koje ih odlikuju su specifična stijenka tijela, ljuštura, plaštana šupljina, receptori te stopalo.

Stijenka tijela se sastoji od mišića i epiderme u kojoj se nalaze žljezdane stanice. Neke od tih stanica su i one koje izlučuju sluz koja je od neophodne važnosti za pokretanje,

poglavito kopnenih vrsta. Na dorzalnoj strani stijenka tijela čini plašt koji obavija utrobnu vreću, a njegov epitel izlučuje ljušturu od vapnenca.

Ljuštura se sastoji od tri sloja: vanjski sloj od konhiolina koji se naziva *periostracum*, srednji sloj, *oostracum* i unutarnji *hypostracum* koji su građeni od kalcijeva karbonata i organskog matriksa. Ljuštura se može sastojati od jednog, dva ili više dijelova, a neki mekušci poput bezljušturaša je nemaju. Ona igra glavnu ulogu u davanju čvrstoće i zaštite organizmu. U područjima gdje plašt nije srastao s tijelom nalazi se plaštana šupljina u kojoj su smještene ktenidije, kemoreceptori i svi tjelesni otvori poput crijevnoga, gonopori i nefridiopori. Kod kopnenih puževa u nju ulazi zrak kroz pneumostom (Habdija i sur., 2004).

Jedinstveni kemoreceptori koji se nalaze u većine mekušaca nazivaju se osfradiji. Koriste se za procjenjivanje kakvoće medija u kojemu se nalazi organizam i povezani su s ktenidijama kako bi u nepovoljnim uvjetima mogli obustaviti njihov rad.

Posljednja karakteristika je njihovo stopalo koje služi za pokretanje i čini veliki dio organizma. Ono je trepetiljkavo, sadrži mišiće i žljezdane stanice koje izlučuju sluz za lakše pokretanje. S unutrašnjošću je povezano retraktornim mišićima koji omogućuju brzo uvlačenje glave i stopala u ljušturu.

Optjecajni sustav je otvoren, a najčešći respiratorni pigment je hemocijanin. Srce se nalazi u perikardu te tjera krv aortom u manje arterije koje se izlijevaju u hemocelne sinuse i oplakuje organe.

Ekskreciju vrše metanefridiji koji se nefrostomom otvaraju u perikardijalnu šupljinu, a nefridioporima u plaštanu šupljinu.

Najveći dio mekušaca je razdvojenog spola, a najčešći oblik razmnožavanja je vanjska oplodnja. Jaje prolazi kroz spiralno, holoblastičko brazdanje te se razvija ličinka. Kod najprimitivnijih mekušaca to je trohofora, kod većine je veliger ličinka, a kod nekih su gotovo razvijeni mladi (Habdija i sur., 2004).

1.2. Razred Bivalvia

Razred školjkaša, Bivalvia, obuhvaća oko 25 000 akvatičkih, polusjedilačkih ili sjedilačkih vrsta.

Njihovo tijelo je bilateralno simetrično i bočno spljošteno. Na vanjskoj strani tijela nalazi se dvodijelna vapnenačka ljuštura koja se dijeli na lijevu i desnu. Na leđnoj strani školjkaša ljuštura je spojena s ligamentom koji ju otvara, a ulogu zatvaranja ima jedan ili dva mišića zatvarača. Ispod ligamenta nalazi se brava sastavljena od niza zubića i udubina na

jednoj ljušturi, koji odgovaraju onima na drugoj te tako daje stabilnost i čvrstoću samoj ljušturi. Prema broju i obliku zubića i udubina školjkaši se dijele na bezupke, raznozupke i jednakozupke (Adapedonta, Heterodonta i Toxodonta). Najstariji dio naziva se umbo i od njega se koncentrično mogu vidjeti linije, odnosno zone prirasta. Tako građena ljuštura naziva se školjka (Habdija i sur., 2004).

Plašt, *pallium*, s unutarnje strane školjke, u potpunosti prati oblik školjke s kojom je povezan mišićima i stvara plaštanu šupljinu u kojoj se nalazi utroba, stopalo, ktenidije i usni lapovi. Rub plašta sadrži mehano, kemo i fotoreceptore te na stražnjoj strani stvara dišni i nečisnički otvor koji u vrsta koje se zakopavaju u sediment može biti produžen u sifo. Stopalo ovome razredu ne služi za pokretanje već za zakopavanje u sediment dok je u nekih vrsta i potpuno reducirano (Habdija i sur., 2004).

Prema građi ktenidija školjkaši se dijele na dva podrazreda: Protobranchia i Metabranchia (Lamellibranchia) (Habdija i sur., 2011). Protobranchia karakteriziraju jednostavne dvograne škrge smještene u stražnjem dijelu plaštane šupljine, a predstavnici ove skupine školjkaša škrge koriste isključivo za disanje. Školjkaše iz skupine Metabranchia imaju velike vlaknaste (nadred Filibranchia) i listićave škrge (nadred Eulamellibranchia) koje osim disanja, procesima procjeđivanja vode preuzimaju i ulogu prehrane. Zaseban red unutar Eulamellibranchia su Septibranchia koji umjesto škrga imaju par vodoravnih mišićnih pregrada koje potiču strujanje vode kroz plaštanu šupljinu (Habdija i sur., 2011). Kao posljedica dvojake uloge škrga školjkaši ne uspijevaju apsorbirati dovoljno kisika i zbog toga dišu i svim ostalim epitelnim područjima poput plašta i stopala (Habdija i sur., 2004).

Školjkaši imaju simetričan živčani sustav sastavljen od cerebropleuralnog ganglija koji inervira prednji dio tijela, pedalnih ganglija koji inerviraju stopalo, mišiće retraktore stopala i mišiće bisusnog kompleksa te od visceralnog ganglija koji inervira stražnji dio organizma. Najvažnija osjetila koja posjeduju su osfradiji, statociste, fotoreceptori (ocele, sastavljene oči, cefaličke oči ili prave oči s lećom) (Habdija i sur., 2004).

Probavni sustav je sastavljen od usta s usnim lapovima, jednjaka, želuca, crijeva, rektuma i crijevnog otvora. Hranjenje se obavlja tako da izdvojene čestice hrane iz škrga putuju do usnih lapova i ulaze u probavni sustav gdje se razvrstavaju i vrši se intracelularna i ekstracelularna probava (Habdija i sur., 2004).

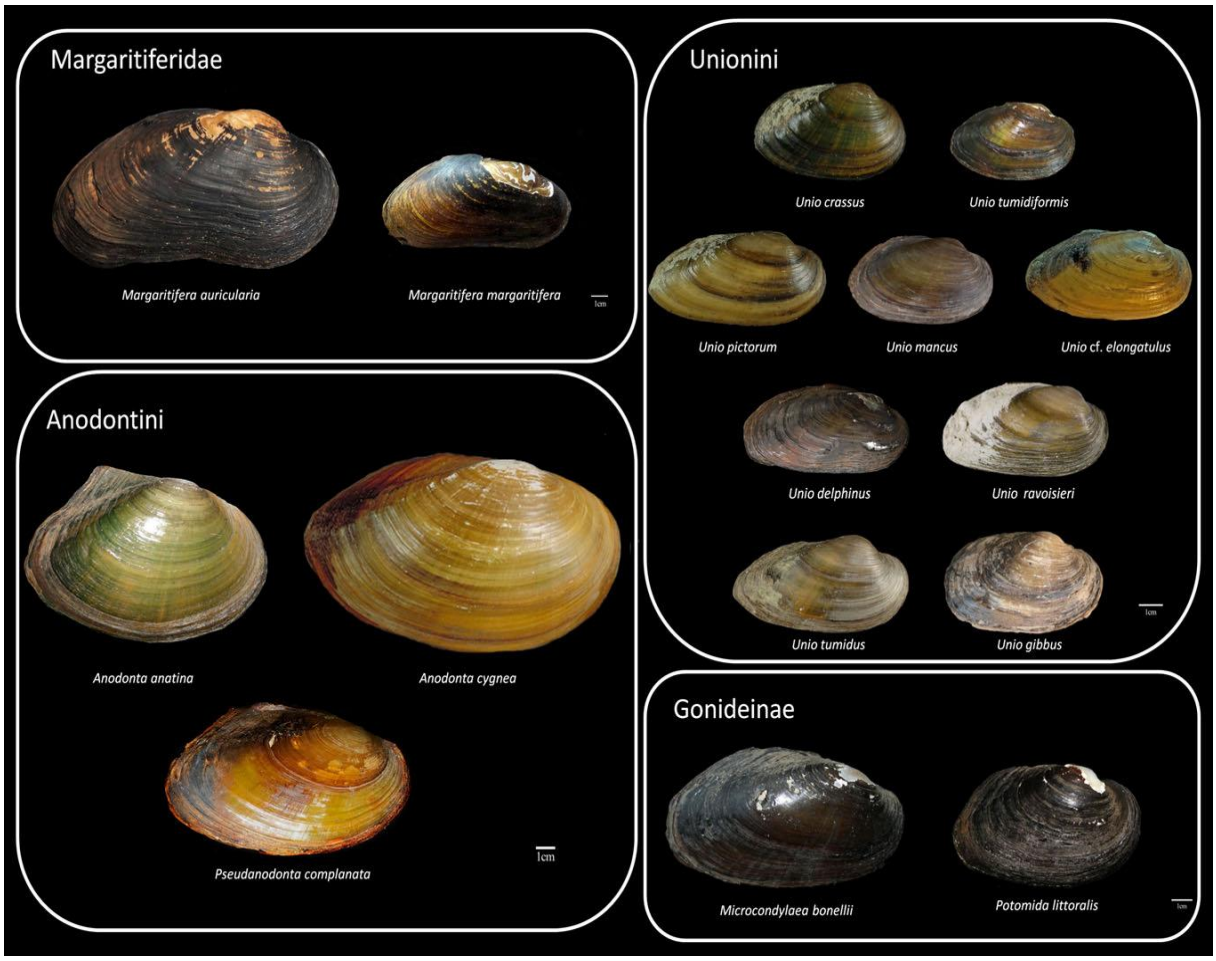
Školjkaši imaju srce građeno od dvije pretklijetke i jedne klijetke. Oksigenizirana krv se iz klijetki šalje prednjom i stražnjom aortom do kapilara i sinusa. U većine školjkaša nema

respiratornog pigmenta, a sam optjecajni sustav ujedno ima i ulogu hidroskeleta (Habdija i sur., 2004).

Bivalvia su pretežito razdvojena spola, a oplodnja je kod većine vanjska. Slatkovodne vrste školjkaša su zbog jednosmjernog strujanja vode razvile nametničke ličinačke stadije-glohidije. Glohidije se izbacivanjem u nakupinama vežu za specifične ribe te najčešće obitavaju u njihovim škrgama nekoliko tjedana do sazrijevanja u mlade jedinke kada se otpuštaju i padaju na dno (Habdija i sur., 2004).

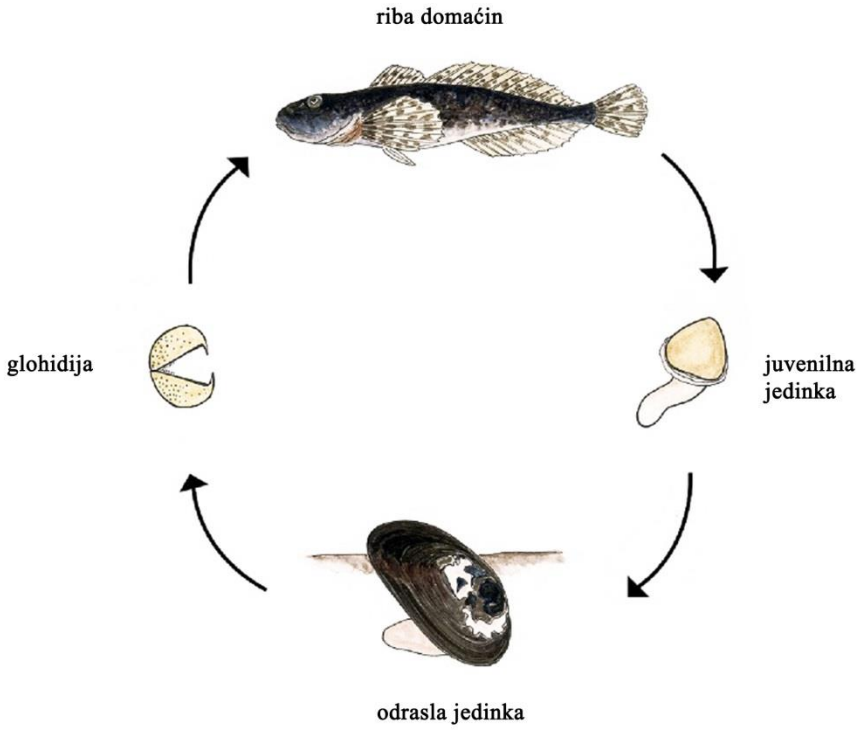
1.3. Red Unionoida

Predstavnici reda Unionoida se nazivaju inženjerima ekosustava zbog svoje važnosti u pročišćavanju vode, stvaranju sedimentnih naslaga i davanju staništa raznim organizmima (Gutiérrez i sur., 2003). Osim navedenog, doprinos bitan za čovjeka je i taj da služe kao hrana nekoliko vrsta komercijalnih riba te sudjeluju u industriji dobivanja bisera (Haag, 2012). Koristeći molekularne analize ustanovljeno je da redu pripada 16 europskih vrsta raspoređenih u 2 porodice: Margaritiferidae sa dvije opisane vrste *Margaritifera margaritifera* i *M. auricularia* te Unionidae kojoj pripada preostalih 14. Potonju porodicu čine dvije potporodice Gonideinae i Unioninae u koju spadaju dva tribusa Anodontini i Unionini (Graf i Cummings, 2015). Sve vrste mogu se vidjeti na Slika 1.



Slika 1. Ljušture europskih slatkovodnih školjkaša (Lopes-Lima i sur., 2016)

Slatkovodni školjkaši imaju specifičan način razmnožavanja u kojemu ženka čuva svoja jaja u marsupiju (modificirane škrge). Do oplodnje dolazi tako da sperma pomoću mlaza ulazne vode ulazi u plaštanu šupljinu i oplođuje jajašca. Iz njih se izlegu parazitske ličinke glohidije koje ženke izbacuju van te potom kreću u potragu za ribom domaćinom. Domaćina moraju pronaći u roku od nekoliko dana, u protivnom ugibaju. Nedostatak ovog načina razmnožavanja je da glohidije nemaju nikakvu sposobnost pokretanja što uvelike smanjuje pronalazak domaćina i povisuje mortalitet ličinki (Lefevre i Curtis, 1910). Unatoč tome, ovaj stadij, osim što uvelike pomaže rasprostiranju školjkaša obitavajući na škrgama, operkulumu ili perajama riba, pridonosi kontinuiranom izvoru nutrijenata koji je neophodan za razvoj mladog školjkaša (Denic i sur., 2015). Nakon prihvaćanja za domaćina, glohidije bivaju obavijene mjehurićem koji nastaje kao posljedica imunosne reakcije ribe domaćina te doživljavaju metamorfozu. Nakon nekoliko tjedana postaju mlade jedinke i otpuštaju se s domaćina te padaju na dno gdje, u ovome stadiju, ukopane u supstratu provedu i do nekoliko godina dok u potpunosti ne postanu spolno zrele odrasle jedinke (Slika 2) (Coker i sur., 1921).



Slika 2. Životni ciklus vrste *Unio crassus* (preuzeto i prilagođeno prema Hochwald i Bauer, 1990)

1.4. Potporodica Unioninae

Rod *Unio* je prisutan u svim europskim državama te kako bi se dobila okvirna slika njegovog prostornog opsega, u daljnjem tekstu je opisano nekoliko vrsta. *Unio crassus* je široko rasprostranjen od Francuske do Rusije, *U. tumidiformis* je prisutan samo u Iberiji kao endem, *U. pictorum* je široko rasprostranjen, a za razliku od njih *U. delphinus* i *U. ravoisieri* se mogu naći na samo dvije lokacije u Europi (Araujo i sur., 2009). Ovakvu raznolikost u rasprostranjenosti oblikovalo je nekoliko faktora poput prirodnih barijera Alpi i Pireneja koje su zaslužne za stvaranje izoliranih populacija školjkaša u Iberiji i Italiji. Nadalje, jedno od vjerojatnih determinirajućih komponenti prostornog rasporeda su i izmjene glacijala i interglacijala u kojima je razlika u razini vode doprinijela šarolikom rasprostranjenju (Froufe i sur., 2014). Količina i rasprostranjenost ribljih domaćina također igra veliku ulogu, gdje školjkaši čiji je ličinački stadij specijaliziran za ribe manjih populacija, koje zahtijevaju izričito određenu kvalitetu staništa, imaju smanjenu mogućnost povećanja i rasprostranjenja vlastite vrste. Tu najbolje prolaze one vrste unutar potporodice Unioninae koje su generalisti obzirom na domaćina. Naposljetku je i samim školjkašima bitna kakvoća i povoljne karakteristike potencijalnog staništa poput vrste sedimenta, stupnja trofije i slično.

Predstavnici ove potporodice dostižu spolnu zrelost između druge i četvrte godine života, a mogu živjeti oko 30 godina. U zemljama koje se nalaze na višim nadmorskim visinama zabilježen je čak i duži životni vijek. Sve vrste su razdvojena spola s kratkim, ali višebrojnim razdobljima parenja tijekom proljetnih i ljetnih mjeseci (Aldridge, 1999; Bauer, 2001; Araujo i sur., 2009). Tako se *U. crassus* može reproducirati čak 5 puta u godini (Hochwald, 2001).

Glohidije su nazubljene i imaju trokutasti oblik. Vrsta *U. pictorum* ispušta mukozne niti na kojima su nanizane glohidije (Aldridge i McIvor, 2003) dok neke vrste izlučuju paketiće. Školjkaši se, u Sjevernoj Americi, služe takvim paketićima kako bi što bolje privukli pozornost riba domaćina (Haag i Warren, 2003), dok europske vrste tako reagiraju na stres, prvenstveno hipoksiju. Primijećeno je da se u tim nakupinama uvijek nalaze nedovoljno razvijene ličinke ili sama jajašca (Aldridge i McIvor, 2003). Osim toga, važnost u rasprostiranju ima i vrsta ribe domaćina. Dok neke vrste poput *U. pictorum* i *U. tumidus* imaju široki spektar domaćina, ostale poput *U. tumidiformis* su se specijalizirale za samo jednu vrstu (Reis i Araujo, 2009).

2. Vrsta *Unio crassus*

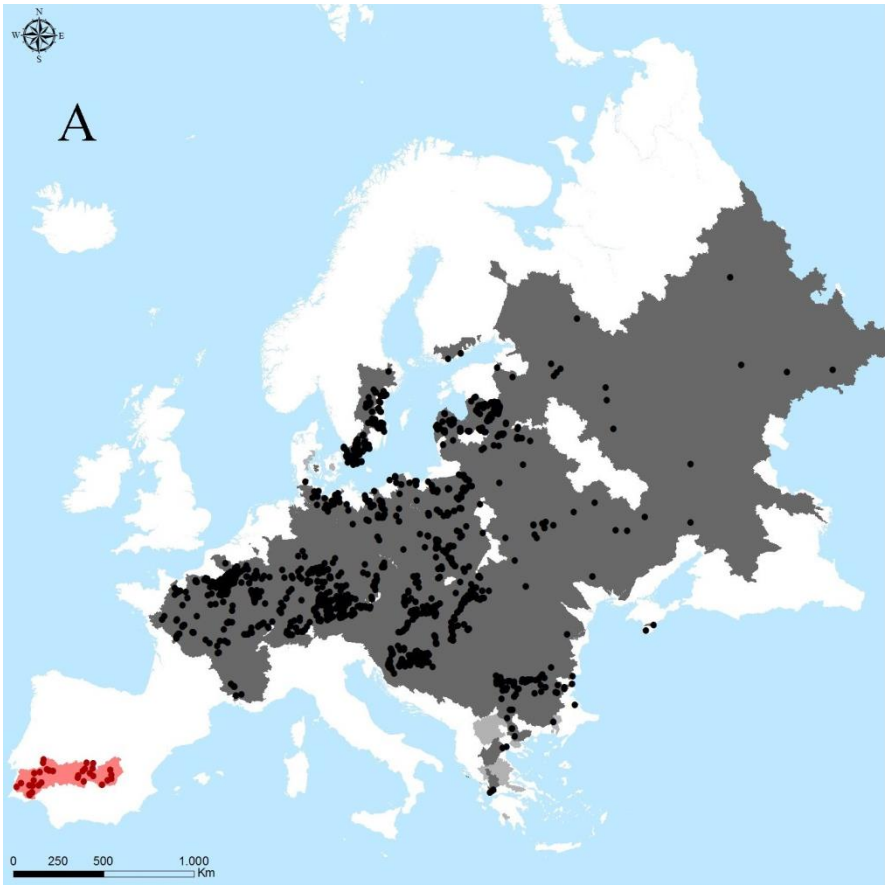
2.1. Geografska rasprostranjenost vrste *Unio crassus*

Geografski raspon obične lisanke zabilježen je od Atlantskog oceana do krajnjeg istočnog dijela Europe kako je prikazano na Slika 3. To je vrsta čijih je opisa u prošlosti bilo mnogo jer je bila česta, ali zbog njezine velike varijabilnosti, umjesto jedne, opisano je više od 200 različitih vrsta. Godine 2007. unutar vrste opisane su tri geografski različito rasprostranjene grupe, a to su U*nio crassus, U. c. gontieri* i *U. c. mongolicus* (Graf, 2007). Danas je teško napraviti pravu procjenu brojnosti vrste *U. crassus* jer je moguće da se na mnogim lokacijama radi o novim vrstama i endemizmu (URL1). Tome svjedoče razni primjeri poput istraživanja populacije *U. crassus* u pokrajini Španjolske, Iberiji. Tamo je izvršena molekularna analiza te je populacija koja se originalno smatrala *U. crassus* danas dokazano endem, *Unio tumidiformes* (Reis i Araujo, 2009). U Grčkoj populacije *U. crassus carneus* koje za razliku od *Unio crassus*, žive u eutrofnim jezerima, manje su osjetljive na povišene koncentracije nitrata te zbog toga možda i ne pripadaju toj vrsti. Populacije koje se nalaze na području Sibira, a smatrane su podvrstom *U. crassus mongolicus* vjerojatno pripadaju vrsti *U. douglasiae* koja se proteže na području istočne Azije. Smatrano je da se u bazenu Eufrat-Tigris proteže podvrsta *U. crassus gontieri* kao i *U. c. bruguierianus*, ali postoje indicije da su populacije bliže vrsti *U. tigridis* ili *U. terminalis* (Graf, 2007). Zbog taksonomskih problema još uvijek se ne zna prava procjena ugroženosti vrste i pojedinih podvrsta i stoga su neophodne nove molekularne analize.

U Hrvatskoj je na mnogo mjesta utvrđen boravak vrste pogotovo na području kontinentalne biogeografske regije (Slika 4). Kao i u ostalim staništima Europe i ovdje se najčešće nalazi u rijekama i potocima, a neki od njih su Drava, Sava, Sutla, Korana, Mrežnica, Kupa, Dobra, Lonja, Orljava i dr.(Lajtner i sur., 2009, 2010; Beran, 2013; Lopes-Lima i sur., 2016).



Slika 3. Rasprostranjenost vrste prema bazi Fauna Europea (www.faunaeuropea.org)



Slika 4. Područje današnje rasprostranjenosti vrste *Unio crassus* (siva boja) i *Unio tumidiformes* (crvena boja) u Europi (Lopes-Lima i sur., 2016)

2.2. Izdvojene biološke značajke vrste *Unio crassus*

2.2.1. Morfologija

Duljina školjke u pravilu doseže 4-7 cm, a visina doseže manje od polovice duljine. Sam oblik ljušture je duguljast i jajolik, pomalo natečen. Umbo je pomaknut prema prednjem dijelu školjke. Posteriorni rub ljušture je na gornjoj strani obao. Centralna linija odnosno zona simetrije razdvaja lijevu od desne ljušture koje su jednoliko savijene prema posteriornom i anteriornom kraju. Zona simetrije može biti pomalo uvrnuta prema unutra te školjka tako dobije bubrežasti oblik, veoma sličan vrsti *Margaritifera margaritifera*. Jedna od razlikovnih karakteristika su središnje linije prirasta koje imaju dulji radijus u vrste *Unio crassus*. Ljušture su debele i robusne te svakako opravdavaju engleski naziv *"the thick shelled river mussel"*. Njihova tamna boja može varirati između zelene, smeđe i crne, a ljušture su često prekrivene slojem kamenca ili željezovitim ili manganskim premazom. Njihova se heterodontna brava sastoji od dvaju zubića: anteriorno lateralnog i kardinalnog koji se nalaze na lijevoj ljušturi i formiraju liniju. Na desnoj ljušturi nalazi se veliki anteriorno lateralni zubić trokutastog oblika klina (URL 2 i 5).

2.2.2. Respiracija i prehrana

Red Unionoida pripada nadredu Eulamellibranchia kojeg karakteriziraju eulamelibranhijalne škrge. Takve škrge nazivaju se i lamelibranhijalnima jer su sastavljene od dugačkih i izrazito tankih vlakana. Voda koja pomoću ulaznog sifona penetrira u plaštanu šupljinu oplakuje škrge između vlakana i dolazi u suprabranhijalnu šupljinu iz koje izlaznim sifonom napušta organizam. Kako škrge osim disanja pretežno služe i kao sredstvo prehrane, *Unio crassus*, prema načinu prehrane, spada u aktivne procjeđivače. Zbog toga na ktenidijama imaju trepetiljke kojima sortiraju i šalju zadržane čestice hrane do usnih organa. Produljenjem i povećanjem broja škržnih vlakana ona su se morala preklopiti kako bi stala u plaštanu šupljinu i posljedično su se od središnje osi razvili silazni krak, čija se vlakna potom uspinju i stvaraju uzlazni krak. Ti krakovi su po dužini jedinstveni i nazivaju se lamelama ili škržnim listovima te zajedno čine jednu poluškrgu. Potpuna škrga je oblika slova W. Mnogobrojni dodatni spojevi osiguravaju čvrstoću te u potpunosti odvajaju ulazni prostor od izlaznog tvoreći udisajnu i izdisajnu komoru. Takva organizacija ktenidija pri cirkuliranju vode

omogućuje učinkovitu opskrbu hranjivim tvarima dok bolji stupanj prokrvljenosti osigurava dovoljnu oksigenizaciju (Habdija i sur., 2004).

Obična lisanka kroz životni ciklus prolazi kroz više načina prehrane: parazitirajući kao ličinka, hraneći se detritusom, algama i bakterijama pomoću stopala kao juvenilni organizam (Wächter, 2001) i konačno, filtrirajući kao odrasla spolno zrela jedinka.

2.3. Kemijski uvjeti i tip staništa

Unio crassus naseljava čiste potoke i rijeke brzog vodotoka u kojima je supstrat pjeskovit sa malom količinom krupnijih kamenčića. Visinski raspon naseljavanja je 900 metara. Vrsta je kao i većina predstavnika reda Unionoida osjetljiva na zagađenje i zbog toga je, razvitkom industrije i agrokulture, njihova brojnost počela izrazito opadati (URL 1). Na hipoksiju i povišenu koncentraciju nitrata izuzetno je osjetljiv juvenilni stadij koji živi zakopan u supstratu. Zbog toga se *U. crassus* uzima kao indikatorska vrsta za čiste vodotokove. Kako bi se vrsta očuvala potrebno je prikupiti što više podataka o njezinu staništu. Zbog toga su se provodila istraživanja u kojima su mjerene koncentracije fosfata, nitrata, nitrita, amonijaka, pH vrijednost i još neki od parametara ovisno o istraživanju. Ti parametri su smatrani jednim od najvažnijih za preživljavanje vrste (Engel, 1990; Buddensiek i sur., 1993; Hochwald, 1997).

Jedno od takvih istraživanja provedeno je u vodotoku u Bavarskom brdskom području sjeveroistočno od Münchena gdje se od 1988. do 2001. godine provodio program restauracije staništa zbog prisutnosti više ugroženih vrsta (Hochwald, 1989; Ansteeg, 1994; Ansteeg, 1999; Colling, 2007; Ansteeg, 2010). Osim gore navedenih parametara mjerila se brzina toka i visina vodostaja. Istraživanje se provodilo na potoku Sallingbach, a za usporedbu fizikalno-kemijskih parametara mjerenje istih se provodilo na geomorfološki i hidrološki kompatibilnom obližnjem potoku Ilm. Godine 2010. u Sallingbachu je pronađena samoodrživa populacija *U. crassus* (Gum i sur., 2010) te je utvrđeno da je riba domaćin pijor, *Phoxinus phoxinus*. Podaci iz prijašnjih monitoringa su pokazali da je najveća gustoća populacije zabilježena u donjem toku. Uzorkovanje vrste i sedimenta te mjerenje parametara je provedeno na osam lokacija od kolovoza do studenog 2010. godine. Mjerenje se odvijalo na dvije visine: u supstratu i u stupcu vode. Dobiveni rezultati pokazali su da je koncentracija NO_3-N/l veća od 2.5 mg u supstratu i u stupcu vode što je suprotno očekivanim koncentracijama iz prijašnje studije u kojoj je navedeno da se uspješnost reprodukcije smanjuje pri koncentracijama od 3.6 mg/l, a u potpunosti je obustavljena pri koncentracijama

višima od 5.0 mg/l (Hochwald, 1997). Posljedično ovome istraživanju optimalna koncentracija nitrata koja se koristila kao ograničenje, bila je manja od 2.2 mg/l (Hochwald, 2001; Koehler, 2006; Zettler i Jueg, 2007). Zbog ovakvih razlika u istraživanjima smatra se da koncentracije nitrata djeluju indirektno na zagađenje transformirajući se u vodi u amonijak i nitrite, a direktno ne štete održavanju populacije (Patzner i Mueller, 2001; Douda, 2010).
Ostali parametri bili su u skladu s prijašnjim istraživanjima, a upućuju na čist, visoko oksigenizirani tok, blago lužnate pH vrijednosti (Denic i sur., 2014).

Slično istraživanje provodilo se na 8 rijeka i potoka u Poljskoj, na Karpatskom rtu, (Hus i sur., 2006). Osim gore navedenih parametara bilježila se koncentracija otopljenog kisika, žive, olova i kadmija, suspendiranog materijala, električni konduktivitet i indeks saprobnosti. Ono što je zabilježeno jest to da su lokacije na kojima je zabilježena povišena koncentracija kadmija bez školjkaša, dok olovo i živa ne predstavljaju problem. Također i ova se studija poklapa sa onom provedenom u Bavarskoj gdje su koncentracije otopljenih nitratnih, nitritnih, amonijevih i fosfatnih iona, na lokacijama gdje obitavaju populacije, više nego što se pretpostavljalo da je granica održivosti. Otkriveno je da *U. crassus* živi u staništima bogatijima nutrijentima nego što se prije smatralo.

2.4. Ekologija vrste *Unio crassus*

2.4.1. Uloga vrste u staništu

Osim što obična lisanka veoma ovisi o okolišu koji ju okružuje, ona također pridonosi njegovom oblikovanju. Svojim stopalom bioturbira sediment u koji se zavlači (Limm i Power, 2011), a stvaranjem fecesa utječe na količinu i dinamiku nutrijenata u vodotocima (Pusch i sur., 2001). Nakupljanjem praznih ljuštura i njihovim zatrpavanjem u sediment daje mu dodatnu čvrstoću i povećava međuzrnski prostor te tako pridonosi većim koncentracijama kisika u supstratu. Tim se ljušturama mnoge manje vrste koriste kao staništem (Vaughn i Hakenkamp, 2001). Također, filtracijom smanjuju mutnoću vode što je izrazito bitno i vidljivo kada se radi o staništima u kojima obitava mnogobrojna populacija (Strayer i sur., 1994). Navedene uloge *Unio crassus*, kao i ostalih slatkovodnih školjkaša, su veoma bitne za pripadajući ekosistem te je to još jedan od razloga zbog kojih bi ih se trebalo očuvati.

2.4.2. Specifično rasprostranjivanje glohidija

Kao što je i prije navedeno *Unio crassus* je vrsta odvojena spola te ženke tijekom razdoblja parenja imaju poseban mehanizam rasprostranjivanja ličinki. Ovo ponašanje je prvi puta zabilježeno 1913. godine (Israel, 1913), a opisano je kao kretanje lisanke prema obali potoka koje završava štrcanjem mlaza vode u kontinuiranim razmacima od jedne minute (Vincentini, 2005). Israel (1913) je predložio hipotezu u kojoj školjkaš dolazi na obalu kako bi se hranio sa površine, a pritom van izbacuje izmet. Vincentini je proveo višegodišnje istraživanje (1998-2004) na nekoliko lokacija u Švicarskoj. Početkom svibnja, počevši od kasnih jutarnjih sati, na dvjema lokacijama zabilježio je kako pojedine jedinke dolaze blizu površine, posteriornim dijelom okrenute prema potoku. Ulazni sifo je bio pod vodom, a izlazni sifo je virio van. Ukupno je zabilježio 67 jedinki koje su ispuštale mlaz vode dugačak do jednog metra. Nijedna jedinka nije promašila potok i nijedna nije izašla na površinu, a da nije prikazala opisano ponašanje. Nakon nekoliko sati jedinke su se povukle nazad u dublje dijelove potoka. Analiza je pokazala da je 93.5 % uzoraka izbačene vode sadržavalo glohidije, a samo ponašanje je prestalo završetkom reproduktivnog ciklusa. Ovakvo ponašanje je zabilježeno samo kod ove vrste. Može se zaključiti da je rizik kojem se izlažu ženke ujedno i povećanje šanse u pronalasku ribe domaćina, a samim time i povećanje broja preživjelih ličinki.

2.4.3. Ribe domaćini i uvjeti metamorfoze ličinki

Glohidije vrste *Unio crassus* parazitiraju na nekoliko vrsta riba domaćina. To su *Cottus gobio* (peš), *Phoxinus phoxinus* (pijor), *Leuciscus cephalus* (klen), *Scardinuis erythrophthalmus* (crvenperka), *Gymnocephalus cernua (*balavac) i *Perca fluviatilis* (grgeč) (URL 1). Utvrđeno je da trajanje parazitske faze ovisi i o vrsti ribe domaćina i tipu tkiva na koje se glohidija pričvršćuje (Levine i sur., 2012). Najbrža metamorfoza je primijećena kada je glohidija vezana na škržne filamente u odnosu na druge dijelove škrga (Taeubert i sur., 2013). Smatra se da je na filamentima najbolji dotok nutrijenata. Na vrstama S*qualius cephalus*, *S. erythrophtalmus* i *P. fluviatilis* utvrđeno je da juvenilne jedinke izlaze iz parazitskog stadija nakon 27-28 dana (Bednarczuk, 1986). Također, jedan od bitnih utjecaja na metamorfozu je i temperatura vode. Mjereći temperaturu toka od 12 °C utvrđeno je ispuštanje juvenilnih jedinki s vrsta *S. cephalus*, *P. phoxinus* i *C. gobio* nakon 28 dana što

potvrđuje ranije navedeno istraživanje (Hochwald i Bauer, 1990). *Phoxinus phoxinus* je 2013. godine bio uključen u istraživanje u kojemu su promatrane tri različite temperature razvoja glohidija (Taeubert i sur., 2013). Utvrđeno je da se metamorfoza pri nižim temperaturama dogodila tek između 36-52 dana. Također, utvrđeno je da se povećanjem temperature skraćivalo trajanje parazitskog stadija. Kada su ribe zaražene glohidijom ostavljene pri temperaturi od 23 °C uočena je metamorfoza nakon 11-15 dana. U uvjetima od 17 °C uočena je najmanja stopa mortaliteta dok je metamorfoza trajala 16-28 dana. Zahvaljujući ovom istraživanju utvrđeno je da je optimalna temperatura za uspješan razvoj juvenilnih jedinki 17 °C.

U ovome odnosu zanimljivo je i pitanje koje su jedinke riba domaćina kompatibilnije za zarazu glohidijom. Hochwald (1997) je na vrsti *P. phoxinus* dokazao da je manji mortalitet glohidija na jedinkama koje su jače zaražene. U prilog ovome istraživanju ide i slično istraživanje glohidija vrste *Anodonta anatina* na vrsti *S. erythropthalmus* gdje su rezultati bili isti. Može se zaključiti da je povećanjem broja parazita snižena stopa imunološkog sustava ribe domaćina i zbog toga je uspješnija metamorfoza. Druga studija je donijela zaključak da su starije ribe koje su u životu već moguće doživjele zarazu glohidijama, manje pogodne za ponovnu zarazu. To može značiti da je imunološki sustav tih jedinki ojačan za stečeni imunitet kada su prvi puta bile zaražene (Arey, 1932; Bauer, 1987; Blažek i Gelnar, 2006; Strayer, 2008). Mora se napomenuti da tijekom istraživanja, Hochwald (1997) nije primijetio starosnu razliku, ni onu u veličini domaćina tijekom zaprimanja glohidija. Pretpostavlja se da je radi toga *P. phoxinus* idealan domaćin za *U. crassus* iako bi to još trebalo potvrditi dodatnim istraživanjima.

2.4.4. Zamjena uloga: parazitizam riba na slatkovodnim školjkašima

Zanimljivo istraživanje provedeno je u Kini, a sadržavalo je bazenski monitoring riba roda *Rhodeus,* koje su tijekom parenja pohranjivale svoja jajašca u slatkovodne školjkaše iz porodica Unionidae i Corbiculidae (Reichard i sur., 2007). Tijekom reprodukcijskog ciklusa poznato je da su na mjestima gdje obitavaju navedeni školjkaši, mužjaci riba izrazito teritorijalni. Sa druge strane, ženke su razvile duguljasti reprodukcijski organ kojim prenose jajašca u ktenidije kroz izlazni sifo školjkaša. Nakon toga mužjaci ispuštaju spermu kroz ulazni sifo te se ona, cirkulacijom vode u plaštanoj šupljini školjkaša, dovede do jajašaca i oplodi ih. Mladi embriji se izlegu nakon 36 sati te ostaju unutar školjke od tri do šest tjedana. Iako mladi ne koriste nikakve nutrijente od domaćina, mogu mu oštetiti škržno tkivo

(Stadnichenko i Stadnichenko, 1980) i poremetiti prirodnu cirkulaciju vode. Tako školjkaš otežano prima nutrijente iz okoliša, a ujedno je i u kompeticiji za kisik te je, posljedično, njegov razvitak usporen (Reichard i sur., 2006). Zaključeno je da različite vrste roda *Rhodeus* imaju drugačije preference prema vrsti školjkaša i zanimljivo je da niti jedna vrsta nije koristila jedinke iz porodice Corbiculidae. Također, prije samog ubacivanja jajašaca i sperme, obje jedinke su određeno vrijeme potrošile u promatranju školjkaša. Mužjak je vodio ženku do izabrane jedinke, ali krajnju odluku bi donosila ženka. Ovaj način razmnožavanja je izvrstan za čuvanje mladih od prirodnih predatora i omogućuje nesmetan razvoj nove generacije.

2.5. Ugroženost vrste *Unio crassus*

2.5.1. Razlozi ugroženosti

Do 1950. godine *Unio crassus* je bio najzastupljeniji školjkaš u slatkovodnim ekosustavima Europe. Postoje navodi u kojima se govori da su stočari lopatama izvlačili populacije i njima hranili domaće životinje. Povećanjem industrije i sve većeg korištenja zemlje za uzgoj poljoprivrednih kultura, prskanjem različitih pesticida i insekticida, izlijevanjem otpadnih industrijskih voda u tekućice, kanaliziranjem i pregrađivanjem rijeka ovi školjkaši nisu imali šanse preživjeti i nastaviti se razmnožavati u prvobitnoj mjeri. Osim uništavanja samoga staništa, zbog zagađenja nestaju i mnogobrojne slatkovodne ribe koje su krucijalne za razvoj novih naraštaja školjkaša. Dok im jedan stadij ovisi o vrsti i brojnosti ribljeg domaćina, slijedeći stadij je izuzetno osjetljiv na zagađenje vode nitratima i kakvoću sedimenta. Odrasle jedinke se prehranjuju i dišu filtrirajući takvu vodu i logično je da ne mogu preživljavati u vodotocima tih karakteristika (URL 1 i 2). Populacije su prvotno nestajale iz rijeka, a danas je sve veći broj reliktnih populacija koje nisu imale juvenilne jedinke od 1980. godine.

Jedan od problema je i predatorstvo koje čine autohtoni i alohtoni predatori. Glavni autohtoni predator je europska vidra (*Luta lutra*), ali uvođenjem američkih vrsta, populacije obične lisanke su se neizbježno smanjile. Uneseni predatori su bizamski štakor (*Ondathra zibethicus*), rakun (*Procyon lotor*) i američka vidrica (*Neovison vison)* (Nordsieck, 2010).

Kompeticija kao stavka nije presudna, ali i dalje igra ulogu u mogućnosti nastanjivanja staništa. Unesena azijska vrsta školjkaša, *Corbicula fluminea,* jedna je od najinvazivnijih

slatkovodnih vrsta. Jedinke brzo rastu, rano postaju spolno zrele, kratkog su životnog vijeka i visokog fekunditeta. Zauzimaju staništa drugim slatkovodnim vrstama i tako negativno utječu na rast njihovih populacija (Sousa i sur.,2008).

2.5.2. Status ugroženosti

Vrsta je proglašena ugroženom (EN A2) zbog gubitaka u čitavom prostoru rasprostiranja, a lokalno je smanjenje populacija još i veće. Kada bi se *Unio crassus* razvrstao na tri podvrste gubici u posljednjih 60 godina ne bi bili jednaki. *U. crassus crassus* i *U. crassus gontieri* bilježe gubitke veće od 50 %, a *U. crassus mongolicus* doseže gubitke populacije veće od 80 % te bi se trebala tretirati kao kritično ugrožena vrsta.

U Njemačkoj, Švicarskoj i Austriji vrsta je proglašena kritično ugroženom, u Češkoj (URL 3), Poljskoj i Švedskoj ugroženom, u Albaniji, Bjelorusiji, Finskoj i Latviji ranjivom, a u Nizozemskoj i Litvi je proglašena izumrlom (korišteni su kriteriji IUCN-a, Schultes 2010).

U Poljskoj, Švedskoj, Luxemburgu, Francuskoj, Njemačkoj i Danskoj traju projekti restauracije i zaštite staništa (URL 1).

2.5.3. Primjer projekata zaštite vrste

Na području između Bavarske, Saske i Češke Republike je niz potoka koji su sadržavali 20 % ukupne brojnosti vrste *Margaritifera margaritifera* u Njemačkoj. Na tom području postoje i populacije *Unio crassus* koje su se znatno smanjile.

Cilj projekta je bio poboljšanje uvjeta staništa školjkašima i ribi domaćinu (*Phoxinus phoxinus*). Konstruirale su se zamke za mulj, drenažni otvori, "jarci" zapunjeni sedimentom za naseljavanje školjkaša te putovi za prijelaz stoke. Najveći pothvat je bio oslobađanje kanaliziranog donjeg toka potoka i dopuštanje slobodnom meandriranju. Ukupno 342 000 mladih jedinki vrste *M. margaritife*ra puštene su u sistem potoka kao i 115 000 juvenilnih jedinki *U. crassus*. Također, tri puta se provodila zaraza *P. phoxinus* glohidijama *U. crassus*. Tijekom trajanja projekta educiralo se lokalno stanovništvo i provodio monitoring reintroduciranih jedinki (URL 4).

U Švedskoj se, kao i u Njemačkoj, provode gotovo iste mjere zaštite na 12 rijeka. Radi se na iskopavanju zavoja kako bi se ponovo uspostavilo prirodno meandriranje rijeka i potoka s naglaskom na pomno planiranje. Prije iskopavanja meandara gradi se niz filtera i sita koja će

zadržavati iskopano tlo i spriječiti sedimentaciju u donjim dijelovima toka. Takav proces popularno nazivaju remeandriranjem. Na taj način se usporava brzina strujanja vode i omogućuje se stvaranje obraštaja i ponovno uspostavljanje života u prethodno kanaliziranim tokovima. U Švedskoj se provodi i monitoring riba domaćina kako bi se uvidjelo koja riba je najkompatibilnija za uzgoj glohidija te bi se potom rezultat koristio za reintroduciranje vrste u najuspješnijem mogućem obliku. Restauracija 12 rijeka ukupno obuhvaća 267 km dužine toka koji se oplemenjuje, osim gore opisanim radom, povezivanjem fragmentiranih dijelova rijeka, mijenjanjem strukture tekućice i supstrata u tokovima. Kada se restauracija jednom obavi ostaje trajno zabilježena u tokovima, prirodno povećavajući dane karakteristike tijekom vremena. Uz to, kao i u projektima Njemačke, radi se na tome da se reintroducira vrsta i educira lokalno, ali i šire stanovništvo. To postižu i online stranicom pod nazivom: "*Unio crassus* for life" (URL 5).

3. Literatura

Aldridge, D. C. & McIvor, A. L. (2003). Gill evacuation and release of glochidia by *Unio pictorum* and *Unio tumidus* (Bivalvia: Unionidae) under thermal and hypoxic stress. Journal of Molluscan Studies 69, 55–59.

Aldridge, D. C. (1999). The morphology, growth and reproduction of Unionidae (Bivalvia) in a Fenland waterway. Journal of Molluscan Studies 65, 47–60.

Ansteeg, O. (1994). Untersuchung zur Populationsdichte, Bestandsgroße und Altersstruktur der Bachmuschel (*Unio crassus*) im Sallingbach (Lkr. Kelheim). Erfolgskontrolle im Rahmen des Umsetzungsprojekts ‘‘Sallingbachtal’’.

Ansteeg, O. (1999). Untersuchung zur Populationsdichte, Bestandsgroße und Altersstruktur der Bachmuschel *Unio crassus* (PHIL. 1788) im Sallingbach (Lkr. Kelheim).

Ansteeg, O. (2010). Untersuchung zur Populationsdichte, Bestandsgroeße, und Altersstruktur der Bachmuschel *Unio crassus* (PHIL. 1788) im Sallingbach (Lkr Kelheim). Erfolgskontrolle 2009 im Rahmen des Umsetzungsprojekts „Sallingbachtal‘‘.

Araujo, R. & Ramos, M. A. (2001). Action Plan for *Margaritifera margaritifera*. U: Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (Bern Convention), Nature and Environment 117, pp. 29–66. Council of Europe Publishing, Strasbourg.

Arey, L. (1932a). A microscopical study of glochidial immunity. Journal of Morphology 53, 367–379.

Arey, L. (1932b). The Formation and Structure of the Glochidial Cyst. Biological Bulletin 62, 212–221.

Bauer, G. (1987). Reproductive Strategy of the Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera*. Journal of Animal Ecology 56, 691–704.

Bauer, G. (2001). Life-history variation on different taxonomic levels of naiads. U: Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida (eds. G. Bauer i K. Wächtler), pp. 83–91. Springer-Verlag, Heidelberg.

Bednarczuk, J. (1986). Untersuchungen zu Wirtsfischspektrum und Entwicklung der Bachmuschel *Unio crassus*. Dissertation, Tierärtzliche Hochschule Hanover.

Beran, L. (2013). Aquatic molluscan fauna *(*Mollusca*)* of the Korana River (Croatia). Natura Croatica 22, 223–234.

Blažek, R. & Gelnar, M. (2006). Temporal and spatial distribution of glochidial larval stages of European unionid mussels (Mollusca: Unionidae) on host fishes. Folia Parasitologica 53, 98–106.

Buddensiek, V. Engel, H. Fleischauer-Rossing, S. & Wachtler, K. (1993). Studies on the chemistry of interstitial water taken from defined horizons in the fine sediments of bivalve habitats in several norther German lowland waters. II: Microhabitats of *Margaritifera margaritifera* L., *Unio crassus* (PHILIPSSPON) and *Unio tumidus* PHILIPSSPON. Archiv für Hydrobiologie 127, 151–166.

Coker, R. E., Shira, A. F. Clark, H. W. & Howard A. D. (1921). Natural history and propagation of fresh-water mussels. Bulletin of the bureau of fisheries 37, 69–187.

Colling, M., (2007). Aktuelle Bestandssituation der Bachmuschel und naturschutzfachliche Bewertung im FFH-Gebiet Sallingbachtal,Untersuchungsphase 2007. Study on behalf of the government of Lower Bavaria.

Denic, M., Stoeckl, K., Gum, B. & Geist, J. (2014). Physicochemical assessment of *Unio crassus* habitat quality in a small upland stream and implications for conservation. Hydrobiologia 735, 111–122.

Denic, M., Taeubert, J.-E. & Geist, J. (2015). Trophic relationships between the larvae of two freshwater mussels and their fish hosts. Invertebrate Biology 134, 129–135.

Douda, K. (2010). Effects of nitrate nitrogen pollution on Central European unionid bivalves revealed by distributional data and acute toxicity testing. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 20, 189–197.

Engel, H. (1990). Untersuchungen zur Autökologie von *Unio crassus* (PHILIPSSON) in Norddeutschland. Dissertation, Universität Hanhover.

Froufe, E., Sobral, C., Teixeira, A., Sousa, R., Varandas, S., Aldridge, D. C. & Lopes-Lima, M. (2014). Genetic diversity of the pan-European freshwater mussel *Anodonta anatina* (Bivalvia: Unionoida) based on CO1: new phylogenetic insights and implications. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 24, 561–574.

Graf, D. L. (2007). Palearctic freshwater mussel (Mollusca: Bivalvia: Unionoida) diversity and the Comparatory Method as a species concept. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 156, 71–88.

Graf, D. L. & Cummings, K. S. (2015). The freshwater mussels (Unionoida) of the world (and other less consequential bivalves). MUSSEL Project. Dostupno na: http://mussel-project.uwsp.edu/.

Gutiérrez, J. L., Jones, C. G., Strayer, D. L. & Iribarne, O. O. (2003). Mollusks as ecosystem engineers: the role of shell production in aquatic habitats. Oikos 101, 79–90.

Haag, W. R. & Warren, M. L. Jr. (2003). Host fishes and infection strategies of freshwater mussel in large Mobile Basin streams, USA. Journal of the North American Benthological Society 22, 78–91.

Haag, W. R. (2012). North American Freshwater Mussels: Natural History, Ecology, and Conservation. Cambridge University Press, Cambridge.

Habdija, I., Primc Habdija, B., Radanović, I., Vidaković, J., Kučinić, M., Špoljar, M., Matoničkin, R., Miliša, M. (2004): Protista - Protozoa i Metazoa – Invertebrata. Funcionalna građa i praktikum. Meridijani, Samobor.

Habdija, I., Primc Habdija, B., Radanović, I., Špoljar, M., Matoničkin Kepčija, R., Vujčić Karlo, S., Miliša, M., Ostojić, A., Sertić Perić, M. (2011): Protista - Protozoa, Metazoa – Invertebrata: Strukture i funkcije. Alfa d.d., Zagreb.

Hochwald, S. (1989). Bestandsaufnahme und Schutzvorschlage fur die Bachmuschelpopulation (*Unio crassus* Phil.) im Sallingbach (Lkr. Kelheim). – Auftragsarbeit des Artenund Biotopschutzprogrammes (ABSP) Landkreis Kelheim im Rahmen des Umsetzungsprojektes Sallingbachtal.

Hochwald, S. & Bauer, G. (1990). Untersuchungen zur Populationsökologie und Fortpflanzungsbiologie der Bachmuschel *Unio crassus* (PHIL.) 1788. Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz 97.

Hochwald, S. (1997). Das Beziehungsgefüge innerhalb der Größenwachstums- und Fortpflanzungsparameter bayrischer Bachmuschelpopulationen *(Unio crassus* Phil. 1788) und dessen Abhängigkeit von Umweltparametern. Dissertation, Universität Bayreuth, Bayreuth.

Hochwald, S. (2001). Plasticity of Life-History Traits in *Unio crassus*. U: Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida (ur. Bauer, G. & Wächtler, K.) Springer-Verlag, Berlin.

Hus, M., Smialek, M. Zajak, K. & Zajak, T. (2006). Occurence of *Unio crassus* (Bivalvia, Unionidae) depending on water quality in the foreland of the Polish Carpathians. Polish Journal of Environmental Studies 15(1), 169–172.

Israel, W. (1913). Biologie der europäischen Süβwassermuscheln. K.G. Lutz Verlag Stuttgart.

Koehler, R. (2006). Observations of impaired vitality of *Unio crassus* (Bivalvia, Najadae) populations in conjunction with elevated nitrate concentration in running water. Acta Hydrochimica et Hydrobiologica 34, 346–348.

Lajtner, J., Maguire, I., Klobučar, G. I. V., Crnčan, P., Katanović, I. (2009). NATURA 2000 - Rasprostranjenost vrste *Unio crassus* u Hrvatskoj. Biološki odsjek, PMF, Zagreb.

Lajtner, J., Maguire, I., Klobučar, G. I. V., Jelić, M., Crnčan, P. (2010). NATURA 2000 - Rasprostranjenost vrste *Unio crassus* u Hrvatskoj. Emys, Zagreb.

Lefevre, G. & Curtis, W. C. (1910). Reproduction and parasitism in the Unionidae. Journal of Experimental Zoölogy 9, 79–115.

Levine, T. D., Lang, B. K., Berg, D. J. (2012). Physiological and ecological hosts of *Popenaias popeii* (Bivalvia: Unionidae): laboratory studies identify more hosts than field studies. Freshwater Biology 57, 1854–1864.

Limm, M. P. & Power, M. E. (2011). Effect of the western pearlshell mussel *Margaritifera falcata* on Pacific lamprey *Lampetra tridentata* and ecosystem processes. Oikos 120, 1076–1082.

Lopes-Lima, M., Sousa, R., Geist, J., Aldridge, D. C., Araujo, R., Bergengren, J., Bespalaya, Y., Bodis, E., Burlakova, L., Van Damme, D., Douda, K., Froufe, E., Georgiev, D., Gumpinger, C., Karatayev, A., Kebapci, U., Killeen, I., Lajtner, J., Larsen, B. M., Lauceri, R., Legakis, A., Lois, S., Lundberg, S., Moorkens, E., Motte, G., Nagel, K. -O., Ondina, P., Outeiro, A., Paunovic, M., Prie, V., von Proschwitz, T.,Riccardi, N., Rudzīte, M., Rudzītis, M., Scheder, C., Seddon, M., Sereflisan, H., Simić, V., Sokolova, S., Stoeckl, K., Taskinen, J., Teixeira, A., Thielen, F, Trichkova, T., Varandas, S., Vicentini, H., Zajac, K., Zajac, T., Zogaris, S (2016) Conservation Status of Freshwater Mussels in Europe: State of the Art and Future Challenges. Biological Reviews, doi: 10.1111/brv.12244.

Nordsieck, R. (2010). River mussel: *Unio crassus*. Dostupno na: http://www.weichtiere.at/english/bivalvia/river_mussel.html.

Patzner, R. A. & Müller, D. (2001). Effects of eutrophication on unionids. U: Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida (ur. G. Bauer & Wächtler, K.), pp. 327–335. Springer-Verlag, Heidelberg.

Pusch, M., Siefert, J. & Walz, N. (2001). Filtration and respiration rates of two unionid species and their impact on water quality of a lowland river. U: Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida (ur. G. Bauer & Wächtler, K.), pp. 317–326. Springer-Verlag, Heidelberg.

Reichard, M., Ondracková, M., Przybylski, M., Liu, H. & Smith, C. (2006). The costs and benefits in an unusual symbiosis: experimental evidence that bitterling fish (*Rhodeus sericeus*) are parasites of unionid mussels in Europe. Journal of Evolutionary Biology 19, 788–796.

Reichard, M., Przybylski, M., Kaniewska, P., Liu, H. & Smith, C. (2007). A possible evolutionary lag in the relationship between freshwater mussels and European bitterling. Journal of Fish Biology. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2007.01333.x.

Reis, J. & Araujo, R. (2009). Redescription of *Unio tumidiformis* Castro, 1885 (Bivalvia, Unionidae), an endemism from the south-western Iberian Peninsula. Journal of Natural History 43, 1929–1945.

Schneider, L. (2014). Ecology of the threatened thick-shelled river mussel *Unio crassus* (Philipsson 1788) with focus on mussel-host interactions. Karlstad: Karlstads universitet.

Schultes, F. W. (2010). Animal Base species summary: *Unio crassus*. Dostupno na: http://www.animalbase.uni-goettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/species?id=1561

Sousa, R., Dias, S., Guilhermino, L. & Antunes, C. (2008). Minho River tidal freshwater wetlands: threats to faunal biodiversity. Aquatic Biology 3, 237–250.

Stadnichenko, A. P. & Stadnichenko, Y. A. (1980). On the effect of bitterling larvae on the lamellibranchid mollusc *Unio rostratus gentilis* Haas. Gidrobiologicheski Zhurnal 1980, 57–61.

Strayer, D. L., Hunter, D. C., Smith, I. C. & Borg, K. C. (1994). Distribution, abundance, and roles of freshwater clams (Bivalvia, Unionidae) in the freshwater tidal Hudson River. Freshwater Biology 31, 239–248.

Strayer, D. L. (2008). Freshwater Mussel Ecology: A Multifactor Approach to Distribution and Abundance. University of California Press, London.

Taeubert, J.-E. El-Nobi, & Geist, J. (2013). Effects of water temperature on the larval parasitic stage of the thick-shelled river mussel (*Unio crassus*). Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. DOI: 10.1002/aqc.2385.

Vaughn, C. & Hakenkamp, C. (2001). The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. Freshwater Biology 46, 1431–1446.

Vicentini, H. (2005). Unusual spurting behaviour of the freshwater mussel *Unio crassus*. Journal of Molluscan Studies 71, 409–410.

Wächter, K. (2001). Larval Types and Early Postlarval Biology in Naiads (Unionoida). U: Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida (ur. Bauer, G. & Wächtler, K.). Springer-Verlag, Berlin.

Zettler, M. L. & Jueg, U. (2007). The situation of the freshwater mussel *Unio crassus* (Philipsson 1788) in north-east Germany and its monitoring in terms of the EC Habitats Directive. Mollusca 25, 165–174.

Internetski izvori

URL1: http://www.iucnredlist.org/details/22736/0, pristupljeno 25.08.2016.

URL2: http://www.animalbase.uni-oettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/species?id=1561, pristupljeno 27.08.2016.

URL3: http://mollusca.sav.sk/malacology/redlist.htm, pristupljeno 25.08.2016.

URL4:http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=1941, pristupljeno 25.08.2016.

URL5: http://www.ucforlife.se/?cat=288&lang=en, pristupljeno 25.08.2016.

4. Sažetak

Unio crassus, vrsta je ugroženog europskog slatkovodnog školjkaša. Organizam je zaštićen školjkom, hrani se filtracijom i živi u čistim potocima i rijekama sitnijeg sedimenta. Odvojena je spola te se oplodnja događa u tijelu ženke. Unutar sezone parenja ženke pokazuju jedinstveni način rasprostiranja ličinki. Od potpunog razvoja mlade jedinke dijele dvije etape: stadij parazitske ličinke i stadij juvenilne detritovorne jedinke. Brojnost vrste veoma ovisi o stopi učinkovitosti pri pronalaženju odgovarajućeg domaćina ličinke glohidije i o kemijskim uvjetima u supstratu na koje je juvenilni stadij izrazito osjetljiv. Povećanjem naseljenosti i industrijske aktivnosti mnoga njegova staništa su uništena te se zbog toga provode različiti projekti restauracije staništa, reintrodukcije i monitoringa vrste kao i obrazovanja lokalnog stanovništva.

5. Summary

Unio crassus is endangered European freshwater mussel. Their body is protected by a shell, they feed by filtration and live in clean streams and rivers with finer sediment. They are separate sexes and fertilization occurs in the body of the female. Within the breeding season the females show a unique way of spreading larvae. There are two stages between an egg and young individual: parasitic larval stage and juvenile detritovores. The number of species is highly dependent on the rate of efficiency in finding suitable host in larval stage and the chemical conditions in the substrate on which the juvenile stage is extremely sensitive. Because of increasing population and industrial activities, many of its habitats are destroyed and can therefore carry out various projects of restoration of habitats, species reintroduction and monitoring as well as the education of the local population.