Biologija i raznolikost slatkovodnih školjkaša (Mollusca, Bivalvia)

Galičić, Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:759760

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Ana Galičić
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda
Smjer Hortikultura

Biologija i raznolikost slatkovodnih školjkaša (Mollusca, Bivalvia)

Završni rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Ana Galičić
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda
Smjer Hortikultura

Biologija i raznolikost slatkovodnih školjkaša (Mollusca, Bivalvia)

Završni rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Ana Galičić

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

Biologija i raznolikost slatkovodnih školjkaša (Mollusca, Bivalvia)

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. izv. prof. dr. sc. Siniša Ozimec, mentor

2. doc. dr. sc. Dinko Jelkić, član

3. dr. sc. Marija Ravlić, član

Osijek, 2017.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Hortikutura

Završni rad

Ana Galičić

Biologija i raznolikost slatkovodnih školjkaša (Mollusca, Bivalvia)

Sažetak: Školjkaši (razred: Bivalvia) su bilateralno simetrične životinje iz koljena Mekušci (Mollusca) čije je tijelo zatvoreno dvodjelnom vapnenačkom ljušturom. Najveći broj školjkaša bentoski su organizmi koji žive ukopani u mekanom sedimentu. Raznolikost slatkovodnih školjkaša prema zoološkoj sistematici obuhvaća 4 podrazreda, 5 redova, 19 porodica, 206 rodova i 1.026 vrsta. Najveću raznolikost posjeduje porodica Unionidae koja sadrži 840 vrsta i 161 rod. Glavna središta raznolikosti i endemičnosti slatkovodnih školjkaša su Nearktičko područje (351 vrsta) i Neotropsko područje (226 vrsta). U Europi obitava 48 vrsta školjkaša, od kojih je 10 vrsta (21 %) ugroženo.

Ključne riječi: bioraznolikost, slatke vode, školjkaš, Bivalvia

21 stranica, 3 tablice, 13 grafikona i slika, 13 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agriculture in Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Horticulture

BSc Thesis

Biology and Diversity of Freshwater Mussels (Mollusca, Bivalvia)

Summary: Mussels (class: Bivalvia) are bilaterally symmetrical animals from the phylum of molluscs (Mollusca) that have body enclosed by a shell consisting of two parts called valves. Most of the mussels are benthic organisms living buried in soft substrate. According to zoological systematics, freshwater mussel diversity comprises 4 subclasses, 5 orders, 19 families, 206 genera and 1,026 species. Highest diversity is in family Unionidae that contains 840 species and 161 genera. Main centres of diversity and endemism of freshwater mussels are Nearctic (351 species) and Neotropic (226 species) zoogeographic regions. The number of freshwater mussels in Europe is 48, of which 10 species (21 %) are threatened.

Key words: biodiversity, freshwaters, mussel, Bivalvia

21 pages, 3 tables, 13 figures, 13 references

BSC Thesis is archived in Library of Faculty of Agriculture in Osijek and in digital repository of Faculty of Agriculture in Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. BIOLOGIJA ŠKOLJKAŠA 2

2.1. Vanjska građa 2

2.2. Unutarnja građa 4

3. EKOLOGIJA ŠKOLJKAŠA 7

4. RAZNOLIKOST SLATKOVODNIH ŠKOLJKAŠA 9

4.1. Sistematika slatkovodnih školjkaša 9

4.2. Raznolikost u svijetu i Europi 10

4.3. Raznolikost u Hrvatskoj 14

5. UGROŽENOST I ZAŠTITA 17

6. ZAKLJUČAK 19

7. POPIS LITERATURE 20

1. UVOD

Prema zoološkoj klasifikaciji carstva: Životinje (Animalia), razred: Školjkaši (Bivalvia) pripada koljenu: Mekušci (Mollusca). Globalna raznolikost današnjih mekušaca procijenjena je između 70.000 i 76.000 opisanih vrsta; od čega je oko 44.000 morskih, oko 5.200 slatkovodnih i 25.000 kopnenih mekušaca. Pretpostavljena raznolikost mekušaca procijenjena je do 200.000 vrsta (Rosenberg, 2014).

Mekušci su važni su za funkcioniranje brojnih ekosustava jer sudjeluju u kruženju tvari, stvaranju tla i filtriranju vode. Pogodni su pokazatelji kakvoće vode i stanja vodenih ekosustava, naročito rijeka, jezera i močvara. Izvor su hrane pticama, ribama, sisavcima i drugim beskralježnjacima. Od davnina čovjek mekušce koristi u svom svakodnevnom životu, najviše kao izvor hrane. Ljušture školjkaša korištene su za izradu nakita, posuda i drugih uporabnih predmeta, te za dobivanje pigmenata za bojenje tkanina.

Školjkaši su sjedilački ili polusjedilački organizmi, a neki povremeno mogu i plivati.

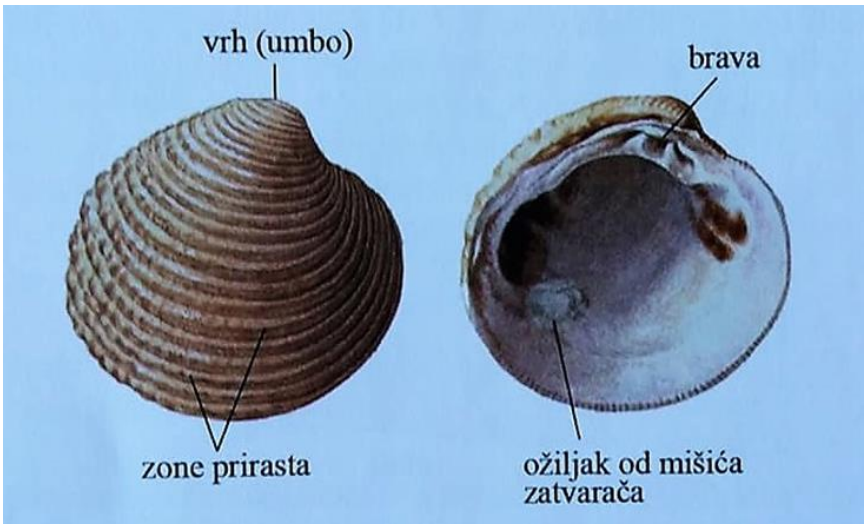
Procijenjena brojnost faune slatkovodnih mekušaca u Europi iznosi 856 vrsta, pri čemu slatkovodni školjkaši sa 48 vrsta čine udio 6 %. Raznolikost je relativno mala u usporedbi s faunom Sjeverne Amerike i Afrike (Cuttelod i sur., 2011.).

U radu su opisane biološke značajke i ekologija slatkovodnih školjkaša. Pregledno je prikazana aktualna sistematika i podjela u sistematske kategorije; kao i raznolikost faune slatkovodnih školjkaša u svijetu, Europi i Hrvatskoj.

2. BIOLOGIJA ŠKOLJKAŠA

2.1. Vanjska građa

Školjkaši imaju bilateralno simetrično, spljošteno i često produljeno tijelo zatvoreno unutar dvodijelne vapnenačke ljušture (školjka) koju izlučuje plašt. Najstariji (vršni, ispupčeni) dio ljušture naziva se vrh ili umbo, oko kojega su koncentrično raspoređene zone prirasta (Slika 1).



Slika 1. Vanjska građa ljušture školjkaša (Preuzeto iz: Habdija i sur., 2011.)

Plašt oblikom odgovara unutarnjoj površini ljuštura. S unutarnje strane plašta nalazi se prostor plaštane šupljine u kojoj se nalaze škrge, usni lapovi i stopalo iznad kojeg je smještena utroba.

Ljuštura školjkaša građena je od tri sloja: periostrakum - vanjski proteinski (konhiolinski) sloj; ostrakum - središnji prizmatični vapnenački sloj i hipostrakum - unutarnji listićavi vapnenački sloj. U mnogih je školjkaša hipostrakum građen od debljih pločastih slojeva vapnenca (aragonita) koji se naziva sedef. Većina školjkaša na rubu ljušture, ispod ligamenta, ima bravu - sustav zubića (izbočina) i udubina koje se međusobno uklapaju. Brava ima ulogu čvršćeg prianjanja ljuštura i onemogućavanja njihova klizanja. Građa brave važan je taksonomski kriterij pa su prema njezinoj građi školjkaši podijeljeni u podrazrede: Jednakozupke (*Toxodonta*); Raznozupke (*Heterodonta*) i Bezupke (*Adapedonta*).

Školjka se otvara i zatvara zbog antagonističkog djelovanja elastičnog ligamenta i mišića zatvarača koji stezanjem zatvaraju ljušturu. Dva transverzalna mišića zatvarača nalaze se po jedan na prednjem stražnjem dijelu ljušture. Hvatišta mišića vidljiva su i na praznoj ljušturi i nazivaju se mišićni ožiljci. Stezanjem mišića zatvarača vanjski dio ligamenta je rastegnut, a unutarnji stisnut. Prestankom djelovanja mišića zatvarača ljuštura se otvara zbog djelovanja sila elastičnog ligamenta.

Unatoč činjenici da je plašt cijelim svojim rubom pričvršćen za ljušturu, događa se da strana čestica (zrno pijeska, nametnik itd.) dospije u prostor između plašta i ljušture. Na taj način strana čestica postaje jezgra oko koje plašt izlučuje i koncentrično oblaže sloj sedefa što rezultira stvaranjem bisera. Ove tvorevine može proizvoditi većina mekušaca, ali gospodarski vrijedne bisere stvaraju samo školjkaši koji izlučuju sedef (Slika 2). Najpoznatije su *Pinctada margaritifera* i *Pinctada maxima* koje žive u tropskim morima te *Margaritana margaritifera* koja živi u slatkim vodama i može živjeti više od 100 godina. Najveći biser mase od 6,4 kg pronađen je 1930. kod otoka Palawan (Filipini). Danas su razvijene i tehnike umjetne proizvodnje bisera u uzgojenim školjkašima.

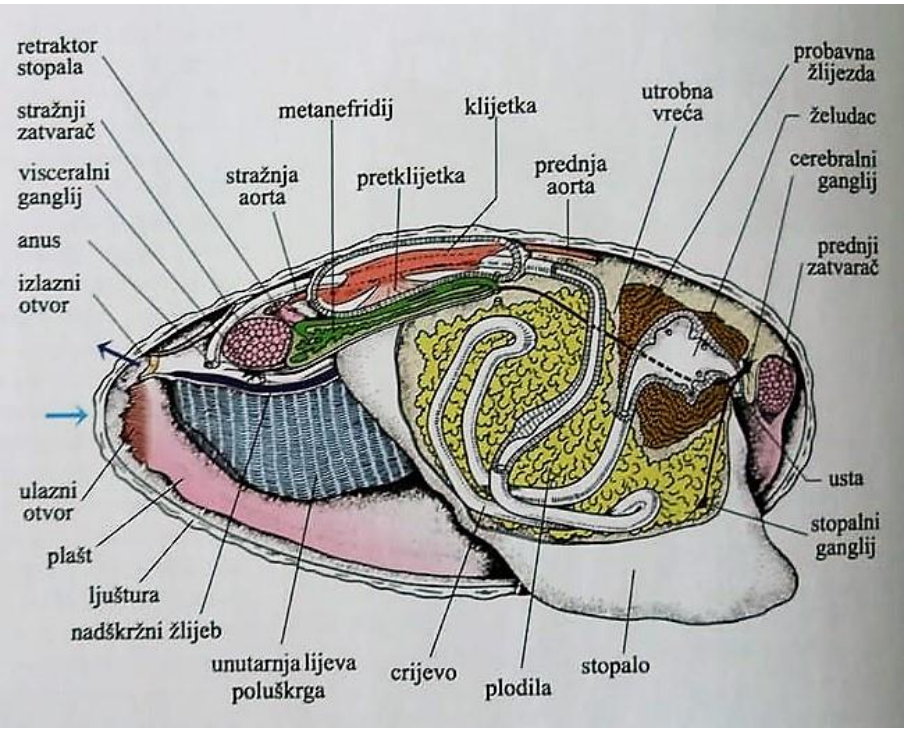


Slika 2. Primjerci raznih vrsta školjki bisernica

(Foto: Arhiv zavoda za lovstvo, ribarstvo i pčelarstvo)

2.2. Unutarnja građa

Plašt je organ koji je od svih mekušaca najopsežnije razvijen u školjkaša. Potpuno obavija cijelo tijelo školjkaša i zatvara plaštanu šupljinu (Slika 3). Središnji nabor ruba plašta sadrži osjetila: mehanoreceptore, kemoreceptore i fotoreceptore. Vanjski nabor izlučuje ljušturu. Na stražnjoj strani plašt tvori ulazni ili dišni i izlazni ili nečisnički otvor koji mogu biti produženi u cijevi (tulacija ili sifo), naročito u vrsta koje se ukopavaju u sediment.



Slika 3. Poprečni presjek unutarnje građe školjkaša (Preuzeto iz: Habdija i sur., 2011.)

Škrge se nalaze u plaštanoj šupljini. Prema građi škrga školjkaši su razvrstani u dva podrazreda: Protobranchia i Metabranchia (Lamellibranchia). Pripadnici Protobranchia imaju jednostavne dvograne škrge smještene u stražnjem dijelu plaštane šupljine i koriste ih isključivo za disanje (Habdija i sur., 2011.). Školjkaši iz skupine Metabranchia imaju velike vlaknaste (nadred Filibranchia) i listićave škrge (nadred Eulamellibranchia) koje osim disanja, procesima procjeđivanja vode preuzimaju i ulogu prehrane. Voda koja ulazi u plaštanu šupljinu prolazi između listićavih škrga i dolazi u nadškržnu šupljinu iz koje izlazi van. Osim respiracije, škrge svojom trepetljikavom površinom procjeđuju vodu i sakupljaju hranu (organski detritus, bakterije, planktonske alge i životinje).

Zaseban red unutar Eulamellibranchia su Septibranchia koji umjesto škrga imaju par vodoravnih mišićnih pregrada koje potiču strujanje vode kroz plaštanu šupljinu.

Mišićni je sustav školjkaša diferenciran u nekoliko specijaliziranih skupina: mišići zatvarači, plaštani mišići, mišići tulajice, mišići stopala i utrobni mišići. Školjkaši su u pravilu slabo pokretne životinje. Većina ih se kreće mišićnim kontrakcijama i relaksacijama stopala ukopava u podlogu, a neki su slobodno pokretni.

Zbog sjedilačkog života i zaštićenosti tijela u ljušturama u školjkaša je došlo do decefalizacije, odnosno rasapa osjetilnih organa, a time i pripadajućih ganglija na udaljena mjesta koja su izložena vanjskim podražajima (rub stopala, plašta ili tulajica). Osjetila u školjkaša najvećim su dijelom raspoređena na rubu plašta jer je on periferni dio tijela koji je izložen podražajima. Na rubu plašta mogu se nalaziti plaštana ticala s trepetljikavim osjetnim stanicama, koja služe kao mehanoreceptori i kemoreceptori (Habdija i sur., 2011.). Na rubu plašta (na srednjem naboru) mogu se naći i fotoreceptori. U većine školjkaša radi se o jednostavnim pigmentnim jamičastim ocelama, ali Arcidae imaju sastavljene oči, a Pectenidae prave oči s lećom.

Parni ravnotežni organi (statocisti) nalaze se u stopalu, blizu ili u samom palnom (pedalnom) gangliju (inervira ih cerebropleuralni ganglij). Vrste koje su čvrsto pričvršćene za podlogu (kamenice) nemaju statociste.

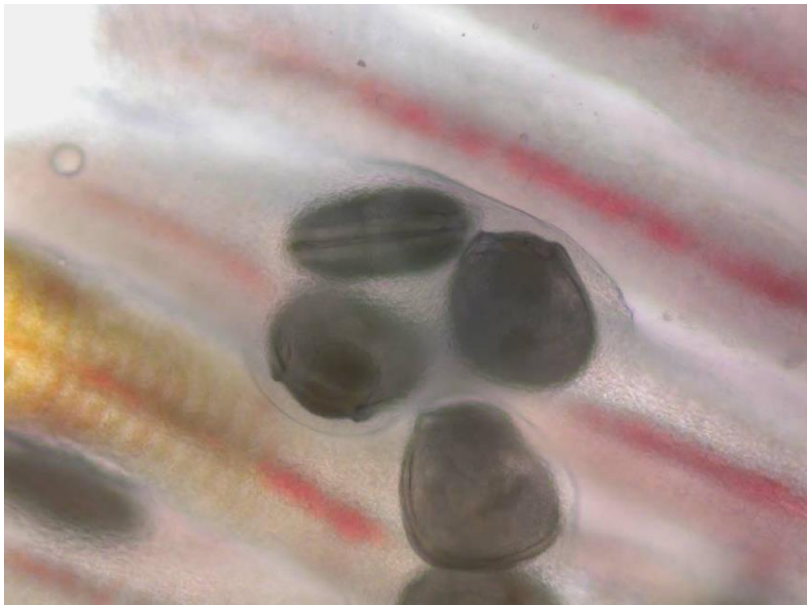
Probavni sustav školjkaša građen je od usta, jednjaka, želuca, crijeva, rektuma i crijevnog otvora. Usta se nalaze na prednjoj strani tijela i okružena su usnim lapovima. Želudac ima hitinsku kutikulu i razgranat je u želučane ogranke, probavne žlijezde. Crijevo je nekoliko puta savijeno u utrobnoj vreći nakon čega stražnji dio crijeva izlazi iz utrobne vreće, prolazi kroz osrčje i klijetku srca. Analni otvor smješten je posteriorno i otvara se u izlazni prostor plaštane šupljine. Probavni sustav protobranhijalnih i lamelibranhijalnih školjkaša prilagođen je procjeđivačkom načinu prehrane, dok septibranhijalni školjkaši imaju probavni sustav prilagođen mesojednoj probavi.

Optjecajni sustav je otvoren. Srce se nalazi u perikardu i građeno je od dvije pretklijetke i jedne klijetke. Oksigenizirana krv se iz klijetki šalje prednjom i stražnjom aortom do kapilara i heomcelnih sinusa gdje oplakuje organe.

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

Školjkaši su pretežno razdvojena spola. Gonade se nalaze u gonocelu u utrobnoj vreći ispod osrčja, a u nekih djelomično u pukotinama stopala. Gonodukti se otvaraju u suprabranhijalni prostor blizu otvora metanefridija ili se spajaju s metanefridijskom cijevi.

U većine školjkaša oplodnja je vanjska u slobodnoj vodi ili u plaštanoj šupljini. Embrionalni razvitak započinje spiralnim brazdanjem i razvitkom trohoforne ličinke koja ima tjemenu pločicu s čuperkom trepetljika, a na tijelu jedan vijenac trepetljika. Na leđnoj strani ima žlijezdu koja će izlučiti začetak ljušture. Iz trohoforne se razvija planktonska veliger ličinka koja na leđnoj strani ima ljušturu, a na trbušnoj strani razvija se stopalo. Nakon što nađe pogodnu podlogu iz ličinke veliger razvija se mladi školjkaš (Habdija i sur., 2011.). Slatkovodni školjkaši, s izuzetkom promjenjive trokutnjače (*Dreissena polymorpha),* nemaju slobodnoplivajuće planktonske ličinke. Pripadnici porodice *Sphaeriidae* imaju izravan razvitak i iz jaja se izvaljuju mladi školjkaši. Ostali slatkovodni školjkaši imaju izmijenjene nametničke ličinačke stadije glohidije (Slika 4.). Glohidije se izbacuju u sluzavim dugim nitima iznad supstrata (za bentoske ribe) ili obojenim nakupinama koje sliče plijenu riba. Pošto se prihvate na tijelo ribe, najčešće škrge, glohidije oštećuju tkivo ribe, a stanice riba migriraju stvarajući čahuru oko glohidije. U čahuri glohidija raste i razvija se u mladog školjkaša te nakon nekoliko tjedana izlazi i pada na dno.



Slika 4. Skupina od tri glohidije unutar čahure u škrgama ribe.

(Preuzeto iz: Barnhart, 2003.)

3. EKOLOGIJA ŠKOLJKAŠA

Najveći broj školjkaša živi ukopano u mekanom sedimentu, što im omogućuje istodobno izbjegavanje grabežljivaca i korištenje vodenog stupca iznad podloge za izmjenu plinova i uzimanje hrane. Zakopavanje rade djelovanjem mišića stopala, mišića zatvarača, mišića retraktora stopala i hemocelnih zatona. Predstavnici porodice *Sphaeriidae* prilagođeni su na privremena slatkovodna staništa, odnosno na isušivanje (Habdija i sur., 2011.).

Školjkaši koji žive u mekanom sedimentu suočeni su s problemom zatrpavanja plaštane šupljine česticama okolnog sedimenta. Zbog toga rubovi plašta mogu biti zadebljali ili srasli da bi spriječili ulazak čestica sedimenta. Jedini su otvori na prednjoj strani za stopalo i dva na stražnjoj strani tijela za ulaznu i izlaznu struju vode. Plašt je u pravilu na stražnjoj strani izdužen u cijev (ili cijevi ukoliko su ulazna i izlazna cijev odvojene) koja se naziva tulajica ili sifo i koja dopire do vode iznad sedimenta. U ovih školjkaša sva su osjetila koncentrirana na rubovima tulajice.

Drugu ekološku skupinu školjkaša čine oni koji žive pričvršćeni na podlozi (epifauna). Školjkaši na čvrstu podlogu mogu biti pričvršćeni bisusnim nitima (*Mytilus, Modiolus, Arca, Pinna, Dreissena, Tridacna)* ili vezani cementom (*Ostrea).* U školjkaša pričvršćenih bisusnim nitima stopalo je svedeno na bisusni kompleks s bisusnim stopalnim žlijezdama. U procesu pričvršćavanja stopalo se priljubi za podlogu, a bisusne žlijezde izlučuju tekući konhiolin u bisusni žlijeb (na stopalu) u kojem se izlučeni protein oblikuje u nit. Distalno se pričvršćuje na podloge i očvrsne, a proksimalno se bisusnim mišićima retraktorima niti pričvršćuju za leđni dio ljušture. Vrste roda *Pinna,* npr. plemenita periska (*Pinna nobilis*) djelomično su ukopane u mekani sediment, a bisusnim su nitima u svrhu stabilizacije pričvršćene na kamenje u dubokim slojevima sedimenta. Slatkovodni rod trokutnjača (*Dreissena*) jedini je koji bisusne niti zadržava u odraslom stadiju. Pričvršćuje se za ljušture drugih školjkaša čime doprinosi njihovu izumiranju.

Za razliku od školjkaša koji se ukopavaju, epibentičke vrste imaju ocele raspoređene po cijelom rubu plašta čije srastanje, kao i stvaranja tulajica, izostaje.

Dio školjkaša živi slobodno (nepričvršćeno) u bentalu. Najpoznatije su kapice (*Pectinidae*) i pilače (*Limidae*) iako u obje porodice postoje i vrste koje se pričvršćuju bisusom.

Slobodni školjkaši uvijek su položeni desnom ljušturom na podlogu. Imaju reducirano stopalo koje služi za čišćenje plaštane šupljine, a prednji je zatvarač potpuno nestao. Stražnji zatvarač je hipertrofiran i ima odvojene dijelove s glatkim i poprečnoprugastim mišićima. Poprečnoprugasti mišići služe za plivanje. Brzim stezanjem i opuštanjem mišića ljuštura se naglo zatvara i otvara, čime se stvara mlazni vodeni pogon koji školjkaša odbacuje suprotno od smjera mlaza vode. Školjkaši koriste plivanje samo u reakcijama izbjegavanja opasnosti.

Školjkaši zauzimaju prostore i u čvrstim supstratima u kojima sami izbuše životni prostor. Bušenje započinje čim ličinka pronađe pogodno mjesto. Stopalo školjkaša koji buše u čvrstom supstratu obično je pričvršćeno za stijenku rupe bisusnim nitima ili je preobraženo u prianjaljku. U najvećem broju slučajeva bušenje je isključivo mehanički proces.

Mali broj školjkaša su nametnici i komenzali, uglavnom na bodljikašima, mnogočetinašima, rakovima i spužvama. Neki predstavnici spomenute pričvršćene epifaune mogu biti epibionti na drugim školjkašima (Habdija i sur., 2011.).

4. RAZNOLIKOST SLATKOVODNIH ŠKOLJKAŠA

4.1. Sistematika slatkovodnih školjkaša

Slatkovodni školjkaši pripadaju razredu: Školjkaši (Bivalvia) iz koljena: Mekušci (Mollusca) unutar carstva: Životinje (Animalia).

Prema rezultatima taksonomskih istraživanja (Bogan, 2008.) slatkovodni školjkaši uključuju pripadnike 4 podrazreda, 5 redova, 19 porodica, 206 rodova i 1.026 vrsta (Tablica 1).

Tablica 1. Sistematska podjela, brojnost rodova i vrsta slatkovodnih školjkaša

Sistematska kategorija	Broj rodova	Broj vrsta
Razred: BIVALVIA		
Podrazred: PTERIOMORPHA		
Red: ARCOIDA		
Porodica: Arcidae	1	4
Red: MYTILOIDA		
Porodica: Mytilidae	3	5
Podrazred: PALEOHETERODONTA		
Red: UNIONIDA		
Porodica: Etheriidae	1	1
Porodica: Hyriidae	17	83
Porodica: Iridinidae	6	41
Porodica: Margaritiferidae	3	12
Porodica: Mycetopodidae	12	39
Porodica: Unionidae	142	621
Podrazred: HETERODONTA		
Red: VENEROIDA		
Porodica: Cardiidae	2	5
Porodica: Corbiculidae	3	6
Porodica: Sphaeriidae	5	196
Porodica: Dreissenidae	3	5
Porodica: Solenidae	1	1
Porodica: Donacidae	2	2
Porodica: Navaculidae	1	2
Red: MYOIDA		
Porodica: Corbulidae	1	1
Porodica: Erodonidae	2	2
Porodica: Teridinidae	1	1
Podrazred: ANOMALODESMATA		
Porodica: Lyonsiidae	1	1
UKUPNO	**206**	**1.026**

Najvišu raznolikost posjeduje porodica Unionidae (621 vrsta), slijede porodica Sphaeriidae (196 vrsta) i porodica Hyriidae (83 vrste).

Novijim taksonomskim istraživanjem Graf i Cummins (2007.) utvrdili su da red: Unionida obuhvaća 840 vrsta, 161 rod, 6 porodica i dvije natporodice. Raspodjela broja vrsta prema porodicama je sljedeći: Unionidae (674 vrste); Hyriidae (71 vrsta); Iridinidae (43 vrste); Mycetopodidae (36 vrsta); Margaritiferidae (12 vrsta) i Etheriidae (4 vrste).

Porodice: Unionidae i Margaritiferidae ujedinjene su u natporodicu: Unionoidea, koja broji 686 vrsta i široko je rasprostranjena diljem sjeverne hemisfere. Porodice: Hyriidae, Etheriidae, Mycetopodidae i Iridinidae ujedinjene su u natporodicu: Etherioidea, koja broji manje vrsta (154 vrste) i općenito je rasprostranjena među kontinentima južne hemisfere.

4.2. Raznolikost u svijetu i Europi

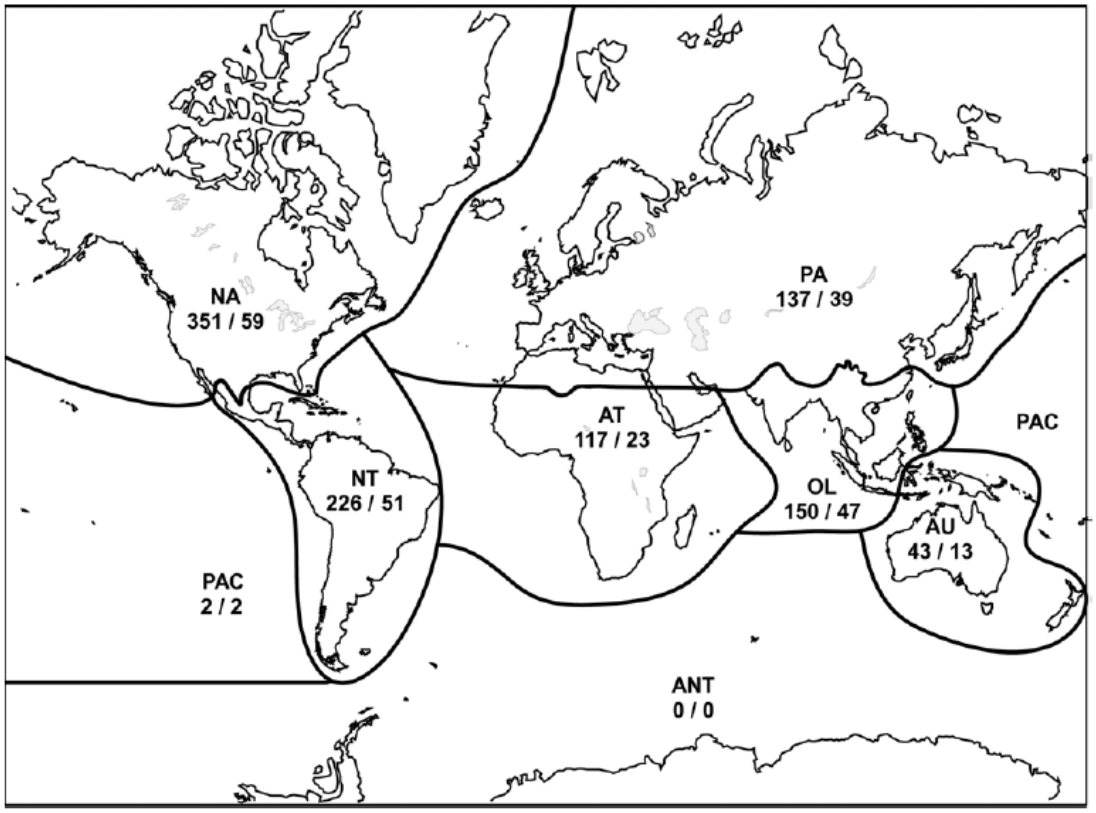
Raznolikost slatkovodnih školjkaša prema zoogeografskim područjima (Bogan, 2008.) prikazuju tablica 2. i slika 5.

Tablica 2. Globalna raznolikost slatkovodnih školjkaša

Zoogeografsko područje	Broj porodica	Broj rodova	Broj vrsta
Palearktičko	8	40	137
Nearktičko	5	59	351
Afičko	9	23	117
Neotropsko	9	51	226
Istočno (Orijentalno)	8	47	150
Australazijsko	4	13	43
Pacifičko	1	2	2
Antartkičko	0	0	0

Glavna globalna središta raznolikosti i endemičnosti slatkovodnih školjkaša su:

- jugoistočni dio Sjedinjenih Američkih Država, s velikom raznolikosti porodice Unionidae, 42 roda i 271 vrsta;
- Neotropsko područje, obuhvaća Srednju i Južnu Ameriku. Najzastupljeniji u Južnoj Americi su pripadnici porodica: Hyriidae, Mycetopodidae i Sphaeiidae. Porodica Unionide obuhvaća 20 rodova i 85 vrsta, a rasprostranjena je u području od središnjeg Meksika do Paname, dok izostaje u Južnoj Americi

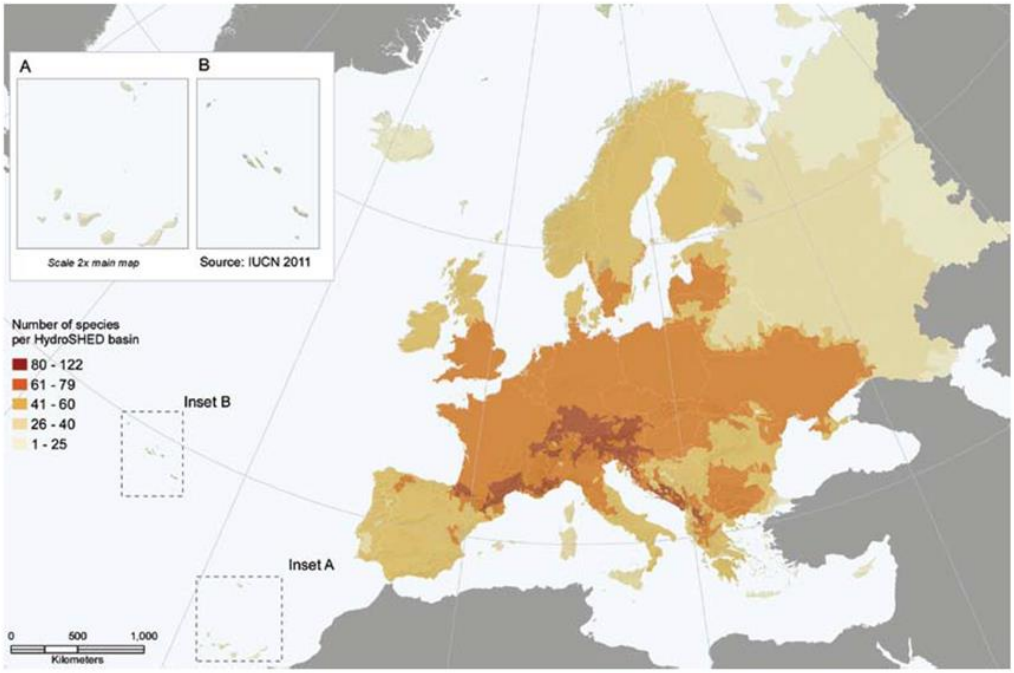


Slika 5: Raspodjela vrsta i rodova slatkovodnih školjkaša prema zoogeografskim područjima. Prvi broj u razlomku: broj vrsta; drugi: broj rodova. Oznake područja: NA, Nearktičko; NT, Neotropsko; PAC, Pacifičko; PA, Palearktičko; AT, Afričko; OL, Istočno; AU, Australazijsko; AT, Antarktičko (Preuzeto iz: Bogan, 2008.)

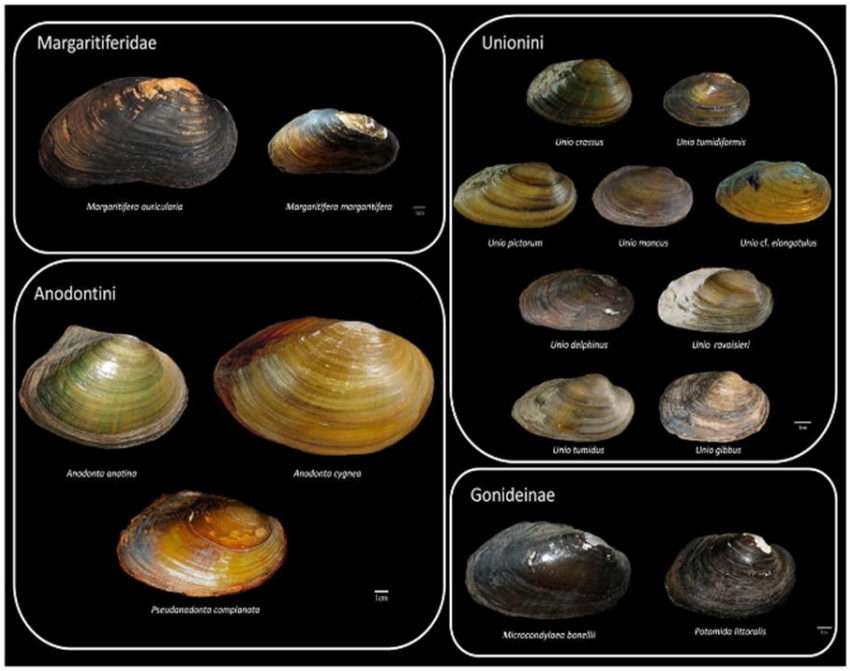
Procijenjena brojnost slatkovodnih mekušaca u Europi iznosi 856 vrsta, a slatkovodni školjkaši, kojih ima 48 vrsta, čine udio od 6 %. Osim pripadnika iz najbrojnijeg reda Unionida, u Europi obitavaju i pripadnici reda Veneroida, koji su raspoređeni u dvije porodice: Dreissenidae, sa 4 vrste i Sphaeriidae, sa 28 vrsta (Cuttelod i sur,. 2011.).

Prikaz rasprostranjenosti slatkovodnih mekušaca u Europi (Slika 6) pokazuje koja su područja značajna po višoj raznolikosti prema broju vrsta. Među državama se ističu: Francuska (215 vrsta), Španjolska (157), Italija (138), Grčka (132) i Njemačka (124 vrste).

U novijem pregledu sistematike slatkovodnih školjkaša iz reda Unionida u Europi (Lopes-Lima i sur. (2017.)., utvrđeno je 16 autohotonih vrsta, od čega su dvije vrste i jedan rod iz porodice Margritiferidae, te 14 vrsta i 5 rodova iz porodice Unionidae (Tablica 3). Sistematsku raspodjelu značajnijih europskih slatkovodnih školjkaša prikazuje slika 7.



Slika 6. Raznolikost mekušaca u Europi prema brojnosti vrsta (Preuzeto iz: Cuttelod i sur., 2011).



Slika 7. Ljušture europskih slatkovodnih školjkaša (Preuzeto iz Lopes-Lima i sur., 2017.)

Tablica 3. Sistematska podjela slatkovodnih školjkaša iz reda Unionida u Europi

Sistematska kategorija	Znanstveni naziv
Razred:	BIVALVIA
Podrazred:	PALEOHETERODONTA
Red:	UNIONIDA
Natporodica:	UNIONIDEA
Porodica:	**Margaritiferidae**
Rod:	Margaritifera
Vrsta:	*Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793)
	Margaritifera margaritifera (Linnaeus, 1758)
Porodica:	**Unionidae**
Potporodica:	**Unioninae**
Tribus:	Anodontini
Rod:	Anodonta
Vrsta:	*Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758)
	Anodonta cygnea (Linnaeus, 1758)
Rod:	Pseudanodonta
Vrsta:	*Pseudanodonta complanata* (Rossmäsler, 1835)
Tribus:	Unionini
Rod:	Unio
Vrsta:	*Unio crassus* (Philipsson, 1788)
	Unio delphinus (Spengler, 1793)
	Unio cf. *elongatulus* (C. Pfeiffler, 1825)
	Unio gibbus (Spengler, 1793)
	Unio mancus (Lamarrck, 1819)
	Unio pictorum (Linnaeus, 1758)
	Unio ravoisieri (Deshayes, 1848)
	Unio tumidus (Philipsson 1788)
	Unio tumidiformis (Castro, 1885)
Potporodica:	**Gonideinae**
Rod:	Microcondylaea
Vrsta:	*Microcondylaea bonellii* (A. Ferussac, 1827)
Rod:	Potomida
Vrsta:	*Potomida littoralis* (Cuvier, 1789)

U Europi su zabilježene i alohtone (strane), ujedno i invazivne vrste slatkovodnih školjkaša. To su: *Corbicula fluminea* (Muller, 1774); *Corbicula fluminalis* (Muller, 1774); *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771); *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov, 1897) i *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834).

4.3. Raznolikost u Hrvatskoj

U Hrvatskoj su prisutne slijedeće autohtone vrste slatkovodnih školjkaša iz reda Unionida:

- *Anodonta anatina,*
- *Anodonta cygnea,* bezupka (Slika 8),
- *Pseudanodonta complanata* (Slika 9),
- *Unio crassus,* obična lisanka (Slika 10),
- *Unio mancus,*
- *Unio pictorum,* slikarska lisanka,
- *Unio tumidus* (Slika 11),
- *Microcondylaea bonellii.*



Slika 8. *Anodonta cygnea* (Preuzeto iz: Hubenov i Trichkova, 2008.)



Slika 9. *Pseudanodonta complanata* (Preuzeto iz: Hera i Štamol, 2007.)



Slika 10. *Unio crassus* (Preuzeto iz: Beran, 2013.)



Slika 11. *Unio tumidus* (Preuzeto iz: Hubenov i Trichkova, 2008.)

Iz reda: Veneroida, porodica: Dreissenidae, među autohtonim vrstama ističu se vrlo rijetke, reliktne vrste školjkaša koji obitavaju u podzemlju Dinarida:

- *Congeria kusceri* (Bole, 1962), Južni dinarski špiljski školjkaš (Slika 12);
- *Congeria jalzici* (Morton & Bilandžija, 2013), Sjeverni dinarski špiljski školjkaš.

Rod *Congeria* pojavio se u srednjem Miocenu u Panonskom moru, da bi koncem Miocena, paralelno s isušivanjem Panonskog bazena, nestale sve vrste roda *Congeria* iz fosilnog zapisa. Rod *Congeria* rasprostranjen je na području Dinarskoga krša, u Sloveniji, Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini.

Vrsta *Congeria kusceri* obitava u slivu rijeke Neretve i Hercegovini. Poznato je 8 lokaliteta sa živim populacijama, od čega su 3 u Hrvatskoj. Vrsta *Congeria jalzici* obitava u slivu rijeke Like gdje su poznata 3 lokaliteta i u slivu rijeke Kupe u Sloveniji gdje je poznat jedan lokalitet. (Bilandžija i sur., 2014.).



Slika 12. *Congeria kusceri* (Preuzeto iz: Cuttelod i sur., 2011.)

5. UGROŽENOST I ZAŠTITA

Mnoge su vrste slatkovodnih mekušaca u Europi ugrožene zbog opadanja kvalitete vode u rijekama i jezerima. Uzrok tome je uporaba raznih kemikalija u poljoprivredi koje utječu na 36 % vrsta, te zbog urbanizacije koja utječe na 29 % vrsta.

Druga je prijetnja prekomjerno iskorištavanje vode, što utječe na 33 % slatkovodnih vrsta mekušaca. Iako je porodica Unionidae raznolika i ekološki važna, vrlo je ugrožena zbog promjena u njihovim staništima – rijekama. Izvori tvrde da je oko dvije trećine porodice Unionidae izumrlo, što broji oko 300 vrsta. Od čimbenika koji imaju najveći utjecaj na izumiranje porodice najznačajniji su promjena staništa, odnosno uništavanje i smanjenje kvalitete vode te razvoj industrije.

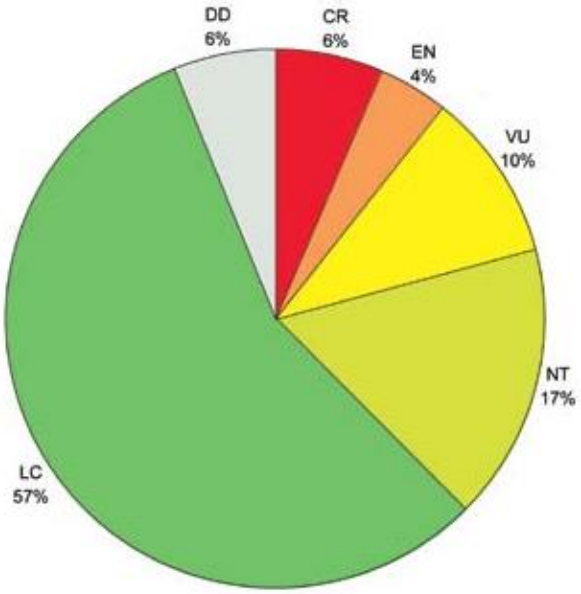
Procjena ugroženosti i Crveni popis slatkovodnih mekušaca na Europskoj razini (Cuttelod i sur., 2011.) pokazuje da je svih 48 vrsta slatkovodnih školjkaša obuhvaćeno nekom od kategorija ugroženosti. Najveći broj vrsta uključenih u Crveni popis je iz porodice Sphareiidae (28), slijede: Unionidae (14), Dreissenidae (4) i Margaritiferidae (2 vrste).

Zastupljenost prema kategorijama je sljedeća: Kritično ugrožena (**CR**): 3 vrste; Ugrožena (**EN**): 2 vrste; Osjetljiva (**VU**): 5 vrsta; Gotovo ugrožena (**NT**): 8 vrsta; Najmanje zabrinjavajuća (**LC**): 27 vrsta; Nedostatni podaci (**DD**): 3 vrste. Prve tri kategorije ugroženosti obuhvaćaju 10 vrsta što čini udio od 21 %.

Raspodjelu kategorija ugroženosti slatkovodnih školjkaša u Europi prikazuje slika 13.

Nekoliko vrsta slatkovodnih Europskih školjkaša, zbog njihove ugroženosti ima dodatni međunarodni status zaštite. Konvencija o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa (Bernska konvencija) u Dodatku II. uključuje vrstu *Margaritifera auricularia,* a u Dodatku III. uključuje vrste: *Margaritifera margaritifera, Microcondylaea bonellii* i *Unio mancus.*

Na razini Europske unije, Direktiva o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore uključuje u Prilogu II. vrstu *Margaritifera margaritifera*, a u Prilogu IV. uključuje vrste: *Congeria kusceri, Margaritifera auricularia* i *Unio crassus.* (Cuttelod i sur., 2011.).



Slika 13. Raspodjela kategorija ugroženosti slatkovodnih školjkaša u Europi.

(Preuzeto iz: Cuttelod i sur., 2011.).

U Republici Hrvatskoj, temeljem Zakona o zaštiti prirode („Narodne novine“ br. 80/2013.) i Pravilnika o strogo zaštićenim vrstama („Narodne novine“ br. 144/2013., 7/2016.), u Popis strogo zaštićenih vrsta uključeno je ukupno 8 vrsta školjkaša, od čega su tri slatkovodne vrste: obična lisanka (*Unio crsassus*), Sjeverni dinarski špiljski školjkaš (*Congeria kusceri*) i Južni dinarski spiljski školjkaš (*Congeria jalzici*).

Obična lisanka (***Unio crassus)*** u Hrvatskoj je prisutna na području kontinentalne biogeografske regije, u rijekama: Drava, Sava, Sutla, Korana, Mrežnica, Kupa, Dobra, Lonja, Orljava i potocima. Naseljava čiste potoke i rijeke brzog toka u kojima je supstrat pjeskovit, s malo krupnijeg kamenja. Kao i većina predstavnika reda Unionida osjetljiva je na onečišćenja uzrokovana ponajviše iz industrije i poljoprivrede, te je njezina brojnost u opadanju. Juvenilni stadij koji živi zakopan u supstratu izuzetno je osjetljiv na hipoksiju i povišenu koncentraciju nitrata u vodi. Zbog toga se koristi kao indikatorska vrsta za čiste vodotokove. Glohidije ove vrste parazitiraju na nekoliko vrsta riba domaćina. To su: peš (*Cottus gobio*); pijor (*Phoxinus phoxinus*); klen (*Leuciscus cephalus*); crvenperka (*Scardinius erythrophthalmus*); balavac (*Gymnocephalus cernua*) i grgeč (*Perca fluviatilis*).

6. ZAKLJUČAK

Školjkaši (Bivalvia) su bilateralno simetrične životinje iz koljena Mekušci (Mollusca) čije je tijelo zatvoreno dvodijelnom vapnenačkom ljušturom (školjkom) koju izlučuje plašt. Najveći broj školjkaša bentoski su organizmi koji žive,ukopani u mekanom sedimentu.

Raznolikost slatkovodnih školjkaša prema sistematskoj raspodjeli obuhvaća 4 podrazreda, 5 redova, 19 porodica, 206 rodova i 1.026 vrsta. Najveću raznolikost posjeduje porodica Unionidae koja obuhvaća 840 vrsta i 161 rod.

Sa zoogeografskog gledišta, glavna središta raznolikosti i endemičnosti slatkovodnih školjkaša su Nearktičko područje (351 vrsta) i Neotropsko područje (226 vrsta).

U Europi obitava 48 vrsta školjkaša koji pripadaju porodicama: Margaritiferidae (2 vrste), Unionidae (14 vrsta), Dreissenidae (4 vrste) i Sphaeriidae (28 vrsta).

Glavni razlozi ugroženosti slatkovodnih školjkaša su: promjene i uništavanje vodenih staništa, promjene kakvoće vode uzrokovane onečišćenjima iz industrije i poljoprivrede, predatori te pojava i širenje invazivnih vrsta školjkaša.

U Europi je 10 vrsta (21 %) slatkovodnih školjkaša uvršteno u Crveni popis u kategorijama kritično ugrožene, ugrožene i osjetljive vrste. U Hrvatskoj su strogo zaštićene tri vrste: obična lisanka (*Unio crsassus*), Sjeverni dinarski špiljski školjkaš (*Congeria kusceri*) i Južni dinarski spiljski školjkaš (*Congeria jalzici*).

7. POPIS LITERATURE

1. Barnhart, C. (2003.): Culture and restoration of mussel species of concern. Final Report. Missouri Department of Conservation, Resource Science Center, Columbia, 56.
2. Beran, L. (2013.): Aquatic molluscan fauna (Mollusca) of the Korana River (Croatia). Natura Croatica, 22(2): 223-234.
3. Bilandžija, H., Puljas, S., Čuković, T. (2014.): Protokol praćenja stanja vrsta *Congeria kusceri* Bole, 1962 i *Congeria jalzici* Morton & Bilandžija, 2013 u Republici Hrvatskoj. Hrvatsko biospeleološko društvo, Zagreb, 48.
4. Bogan, A. E. (2008.): Global diversity of freshwater mussels (Mollusca, Bivalvia) in freshwater. Hydrobiologia, 595(1): 139-147.
5. Cuttelod, A., Seddon, M., Neubert, E. (2011.): European Red List of Non-marine Molluscs. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 60.
6. Graf, D. L., Cummings, K. S. (2007.): Review of the systematics and global diversity of freshwater mussel species (Bivalvia: Unionoida). Journal of Molluscan Studies, 73(4): 291-314.
7. 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, Zagreb, 584.
8. Hera, Z., Štamol, V. (2007.): Protokol za praćenje faune mekušaca (Mollusca) na razini vrsta i populacija duž rijeke Drave. U: Purger, J. (ed.): Priručnik za istraživanje bioraznolikosti duž rijeke Drave. Sveučilište u Pečuhu, Pečuh, 51-66.
9. Hubenov, Z., Trichkova, T. (2008.): Freshwater mussels in Bulgaria. Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Bulgarian Academy of Science, Sofia. 12.
10. 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., Rudzıte, M., Rudzitis, M., Scheder, C., Seddon, M., Sereflisan, H., Simic, V., Sokolova, S., Stoeckl, K., Taskinen, J., Teixeira, A., Thielen, F., Trichkova, T., Varandas, S., Vicentini, H., Zajac, K., Zajac, T.,

Zogaris, S. (2017.): Conservation status of freshwater mussels in Europe: state of the art and future challenges. Biological Reviews, 92: 572-607.

11. Rosenberg, G. (2014.): New critical estimate of named species-level diversity of the recent Mollusca. American Malacological Bulletin, 32(2): 308-322.
12. *** Zakon o zaštiti prirode („Narodne novine“ br. 80/2013.)
13. *** Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama („Narodne novine“ br. 144/2013., 7/2016.)