

# Zaštićene vrste školjkaša u Jadranskom moru

---

**Depolo, Ana**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:232283>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-22**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET**  
**BIOLOŠKI ODSJEK**

**ZAŠTIĆENE VRSTE ŠKOLJKAŠA U JADRANSKOM MORU**

**PROTECTED SPECIES OF BIVALVES IN THE ADRIATIC SEA**

**SEMINARSKI RAD**

Ana Depolo

Preddiplomski studij Znanosti o okolišu

(Undergraduate Study of Environmental science)

Mentor: izv. prof. dr. sc. Jasna Lajtner

Zagreb, 2020.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. JADRANSKO MORE.....	1
3. ŠKOLJKAŠI (Bivalvia).....	3
4. NAČINI ZAŠTITE.....	3
4.1 IUCN.....	3
4.2 CITES.....	4
4.3 BERNSKA KONVENCIJA.....	5
4.4 BARCELONSKA KONVENCIJA.....	5
4.5 ZAKON O ZAŠTITI PRIRODE REPUBLIKE HRVATSKE.....	6
4.6 NACIONALNI PARKOVI I PARKOVI <i>PRIRODE</i> .....	7
5. ZAŠTIĆENE VRSTE ŠKOLJKAŠA.....	7
5.1 Plemenita periska ( <i>Pinna nobilis</i> ).....	7
5.2 <i>Pinna rudis</i> .....	10
5.3 <i>Atrina pectinata</i> .....	11
5.4 <i>Atrina fragilis</i> .....	12
5.5 Prstac ( <i>Lithophaga lithophaga</i> ).....	13
5.6 Kamotočac ( <i>Pholas dactylus</i> ).....	16
6. LITERATURA.....	18
7. SAŽETAK.....	20
8. SUMMARY.....	20

## 1. Uvod

Jadransko more dio je Sredozemnog mora. Osim iznimne ljepote, Jadransko more krasi i velika bioraznolikost. Do sada je u njemu nađeno između 6000 i 7000 biljnih i životinjskih vrsta. Od tog broja, u Jadranu živi oko 240 vrsta školjkaša. Većina ovih vrsta obitava u priobalju te su uglavnom sesilni organizmi, što ih čini lako dostupnima. Pojedine su vrste popularne u gastronomiji i mnoge imaju zanimljive ljuštore. No, brojne vrste školjkaša su baš zbog ovih razloga, uz globalno zatopljenje i onečišćenje mora, ugrožene. Također, nekim vrstama prijete i infekcije raznim mikroorganizmima kao i invazivne vrste. Stoga su ih neke države odlučile zaštititi. Osim zakonima, školjkaši su zaštićeni međunarodnim konvencijama ili zaštitom staništa poput nacionalnih parkova ili parkova prirode.

## 2. Jadransko more

Jadransko more ili Jadran, dio je Sredozemnog mora između Balkanskog i Apeninskog poluotoka do Otrantskih vrata na jugoistoku. Dugo je više od 800 km i široko oko 150–200 km, s površinom od oko 138.600 km<sup>2</sup> i volumenom od otprilike 35.000 km<sup>3</sup>. Glavna os orijentirana je sjeverozapad-jugoistok, a jadranski kontinentalni šelf najopsežniji je u središnjem Sredozemnom moru. Bazen se može podijeliti u tri dijela, s povećanjem dubine od sjevera do juga, svaki s različitim karakteristikama, različitim širinama i topografskim gradijentima. Sjeverni Jadran obuhvaća 5 % bazena, s maksimalnom dubinom od 75 m i zauzima poplavljeni produžetak ravnice uz rijeku Po te doseže prosječnu dubinu od oko 35 m. Lagano se spušta na oko 100 m dubine do područja između Peskare i Šibenika, gdje padina vodi do središnjeg bazena na dubinama od 140-150 m. Središnji Jadran čini 15 % bazena, širok je do 220 km, s prosječnom dubinom od 130-150 m. Karakterizira ga i jama Pomo duboka 270 m. Južni Jadran čini 80 % ukupnog volumena, s površinom od 57 000 km<sup>2</sup>, prosječnom dubinom 450 m i maksimalnom dubinom 1233 m. Zapadni dio Jadrana (tj. Talijanska obala) je nizak, s plažama prekrivenim sedimentom, koje potječe od jakog pleistocenskog do holocenskog ispusta. Istočna obala Jadrana je stjenovita. Najsjevernija točka Jadrana, Monfalcone, označava naglu promjenu između talijanske i hrvatske obale. Sedimenti na morskom dnu Jadrana pretežno su pjeskovito-muljeviti, dok su glavni klastični izvori smješteni uz zapadnu stranu. Suprotno ostatku Sredozemnog mora, gdje je plima zanemarljiva, plime mogu biti osobito relevantne na sjevernom Jadranu (<https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/adriatic-sea>). Na

Jadransko more izlaze Italija, Hrvatska, Slovenija, Bosna i Hercegovina, Crna gora i Albanija (Slika 1.)



**Slika 1.** Države koje izlaze na Jadransko more

(<https://www.google.com/maps/place/Jadransko+more/@41.8345649,13.0900188,6z/data=!4m5!3m4!1s0x132cdd6541cddf0x7ef34f7c5d0522f7!8m2!3d41.8550904!4d17.2902839>).

U Jadranskom moru nađeno je između 6000 i 7000 biljnih i životinjskih vrsta. Sjeverni Jadran glavno je ribolovno područje (oko 60 % ukupnog ulova). Salinitet na površini iznosi više od 38 ‰ u jugoistočnom dijelu Jadrana, a manje od 35 ‰ u sjeverozapadnom dijelu bazena. U dubljim je slojevima salinitet veći i ujednačeniji (oko 38,5 ‰). Temperatura zimi u većem dijelu bazena jednolika je duž vertikale te opada s više od 13 °C u južnom i istočnom dijelu bazena. Ljeti je površinska temperatura ujednačenija i iznosi između 24 i 25 °C (<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=28478>).

### 3. Školjkaši (Bivalvia)

Razred školjkaši uključuje oko 25 000 vrsta koje žive u morskim ili slatkovodnim staništima. Osnova svih životnih funkcija školjkaša zasnovana je na strujanju vode kroz plaštanu šupljinu. Iz vode uzimaju potrebne hranjive tvari i kisik, a izbacuju ekskrecijske i izmetne produkte te gamete i ugljikov dioksid. Stopalo im služi za ukopavanje u meki sediment, a plašt je prilagođen za donos i odnos vode iznad sedimenta u kojem žive. Osim ukopavanja u mekani sediment, pojedine vrste zauzele su i druge tipove staništa. Dio vrsta prešao je u epibentička staništa, dok se neke vrste ubušavaju u stijene ili drveće. Školjkaši su sesilni ili polusesilni oblici. Neke vrste, poput Jakobove kapice (*Pecten jacobaeus*), mogu povremeno plivati. Također, školjkaši mogu biti komenzali i nametnici na drugim beskralježnjacima (Habdija i sur., 2011).

Tijelo školjkaša bilateralno je simetrično, bočno spljošteno i često produljeno. Zatvoreno je dvodijelnom vapnenačkom ljušturom koju izlučuje plašt. Plašt prerasta unutarnju površinu ljušture. Plaštana šupljina nalazi se s unutarnje strane plašta. U njoj se nalaze: škrge, usni lapovi i stopalo iznad kojeg je smještena utroba. Ljuštura je građena od tri sloja koji se nazivaju periostrakum, oostrakum i hipostrakum. U slučaju da strana čestica poput zrna pijeska padne u prostor između plašta i ljušture, plašt izlučuje hipostrakumski sloj sedefa oko čestice što rezultira stvaranjem bisera. Sistematska raspodjela školjkaša u četiri reda temelji se prema građi škrge: Protobranchia, Filibranchia, Eulamellibranchia i Septibranchia. Školjkaši su pretežno razdvojena spola. Većinom je oplodnja vanjska u slobodnoj vodi ili u plaštanoj šupljini. Embrionalni razvitak započinje spiralnim brazdanjem i razvojem trohoforne ličinke, dok se kod slatkovodnih školjkaša razvija ličinka glohidija. Školjkaši su većinski morske životinje. U kopnenim vodama, tekućicama i stajaćicama, slabije su zastupljeni. Možemo ih naći na različitim vrstama morskog dna, žive od obalnog pojasa do dubokog mora. Najvećim su dijelom polusesilni oblici, a neki su potpuno sesilni (Habdija i sur., 2011).

### 4. Načini zaštite

#### 4.1. IUCN

Godine 1964. osnovana je Međunarodna unija za zaštitu prirode (IUCN). IUCN-ov crveni popis ugroženih vrsta razvio se tako da postaje najcjelovitiji informacijski izvor na

svijetu o stanju očuvanja životinja, gljiva i biljnih vrsta. Crveni popis IUCN-a ključni je pokazatelj zdravlja svjetske biološke raznolikosti. Ovaj je popis daleko više od popisa vrsta i njihovog statusa, to je moćan alat za informiranje i kataliziranje aktivnosti za očuvanje biološke raznolikosti i promjene politika, koje su ključne za zaštitu prirodnih resursa koji su nam potrebni za opstanak. Pruža informacije o rasponu, veličini populacije, staništu i ekologiji, uporabi i/ili trgovini, prijetnjama i akcijama očuvanja koje će pomoći informiranju potrebnih odluka o očuvanju. Plemenita periska *Pinna nobilis* kritično je ugrožena vrsta školjkaša Jadranskog mora (<https://www.iucnredlist.org/>).

#### 4.2. CITES

CITES (Konvencija o međunarodnoj trgovini ugroženim vrstama divlje faune i flore) međunarodni je ugovor između vlada. Njegov je cilj osigurati da međunarodna trgovina jedinkama divljih životinja i biljaka ne prijeti njihovom opstanku. Danas su široko raširene informacije o ugroženom statusu mnogih istaknutih vrsta, poput tigrova i slonova, ali u vrijeme kada su se ideje za CITES prvi put formirale, šezdesetih godina prošlog stoljeća, međunarodna rasprava o regulaciji trgovine divljim životinjama radi očuvanja bila je nešto relativno novo. Pogledom iz perspektive potreba za CITES-om je jasna. Godišnje se procjenjuje da međunarodna trgovina divljim vrstama vrijedi milijarde dolara i uključuje stotine milijuna jedinki biljaka i životinja. Trgovina je raznolika, u rasponu od živih životinja i biljaka do ogromnog spektra proizvoda, uključujući prehrambene proizvode, egzotičnu kožnu robu, drvene glazbene instrumente, drvo i lijekove. Razine iskorištavanja nekih životinjskih i biljnih vrsta su visoke, a trgovina njima, zajedno s drugim čimbenicima, kao što je gubitak staništa, može znatno iscrpiti njihovu populaciju, pa čak i neke vrste približiti izumiranju. Mnoge vrste divljih životinja u trgovini nisu ugrožene, ali postojanje sporazuma kojim se osigurava održivost trgovine važno je kako bi se ti resursi sačuvali za budućnost. Budući da trgovina divljim životinjama i biljkama prelazi granice između država, nastojanje da se to regulira zahtijeva međunarodnu suradnju radi zaštite određenih vrsta od pretjerane eksploatacije. CITES je zamišljen u duhu takve suradnje. Danas on pruža različit stupanj zaštite za više od 37.000 vrsta životinja i biljaka, bilo da se njima trguje kao živim primjercima, krznanim kaputima ili sušenim biljem. CITES je sastavljen 1963. na sastanku članova IUCN-a. Tekst Konvencije konačno je dogovoren na sastanku predstavnika 80 zemalja u Washingtonu, D.C., Sjedinjenih Američkih Država, 3. ožujka 1973., a 1. srpnja 1975. CITES je stupio na snagu.

Albanija, Bosna i Hercegovina, Crna Gora, Hrvatska, Italija i Slovenija zemlje su koje su između ostalih ratificirale Konvenciju (<https://www.cites.org/>).

#### 4.3. Bernska Konvencija

Bernska konvencija obvezujući je međunarodni pravni instrument na području zaštite prirode, koji pokriva većinu prirodne baštine europskog kontinenta i prostire se na neke države Afrike. Jedina je takva regionalna konvencija na cijelom svijetu i ima za cilj očuvanje divlje flore i faune i njihovih prirodnih staništa kao i promicanje europske suradnje na ovom polju. Ugovor također uzima u obzir utjecaj koji druge politike mogu imati na prirodnu baštinu i prepoznaje vrijednost divlje flore i faune, koju treba sačuvati i prenijeti na buduće generacije. Pedeset država i Europska unija, uključujući sve države koje izlaze na Jadransko more, već su potpisale Konvenciju i obvezale se promovirati nacionalne politike zaštite, uzimajući u obzir utjecaj planiranja i razvoja na prirodni okoliš, promičući obrazovanje i informiranje o očuvanju i koordinirajući istraživanje. Jadranski školjkaši zaštićeni Bernskom konvencijom su: *Lithophaga lithophaga*, *Pholas dactylus* i *Pinna rudis* (<https://www.coe.int/en/web/bern-convention>).

#### 4.4. Barcelonska Konvencija

Godine 1975. 16 mediteranskih zemalja i Europska zajednica usvojile su Mediteranski akcijski plan (MAP), prvi ikad Program regionalnih mora pod UNEP-om. Ugovorne su stranke 1995. godine usvojile Akcijski plan za zaštitu morskog okoliša i održivi razvoj obalnih područja Sredozemlja (MAP faza II) kao zamjenu za Mediteranski akcijski plan iz 1975. Danas su Barcelonska konvencija i MAP aktivniji nego ikad. Ugovornih stranki sada je dvadeset dvije: Albanija, Alžir, Bosna i Hercegovina, Hrvatska, Cipar, Egipat, Europska zajednica, Francuska, Grčka, Izrael, Italija, Libanon, Libija, Malta, Monako, Crna Gora, Maroko, Slovenija, Španjolska, Sirija, Tunis i Turska. Glavni ciljevi Konvencije su: procjena i kontrola zagađenja mora, osiguranje održivog upravljanja prirodnim morskim i obalnim resursima, integriranje okoliša u društveni i ekonomski razvoj, zaštita morskog okoliša i obalnog područja sprječavanjem i smanjenjem onečišćenja i, koliko je to moguće, uklanjanjem onečišćenja, bilo kopnenog ili morskog, zaštita prirodne i kulturne baštine, ojačanje solidarnost mediteranskih obalnih država i doprinos poboljšanju kvalitete života. Jadranski školjkaši zaštićeni Barcelonskom konvencijom su: *Lithophaga lithophaga*, *Pholas dactylus*, *Pinna nobilis* i *Pinna*



*rudis* (<https://mzoe.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug-4925/vode-i-more/konvencija-o-zastiti-morskoga-okolisa-i-obalnog-podrucja-sredozemlja-barcelonska-konvencija/1438>).

#### 4.5. Zakon o zaštiti prirode Republike Hrvatske

Zakonom o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19) vrste se štite u kategoriji strogo zaštićenih divljih vrsta. Strogo zaštićenim vrstama proglašavaju se usko rasprostranjeni endemi, divlje zavičajne vrste koje su u opasnosti od izumiranja ili pojedine divlje vrste koje prema propisima europske unije ili međunarodnih ugovora kojih je Republika Hrvatska potpisnica na taj način moraju biti zaštićene. Zakonom zaštićene vrste školjkaša u Republici Hrvatskoj su *Atrina fragilis*, *A. pectinata*, *Lithophaga lithophaga*, *Pholas dactylus*, *Pinna nobilis* i *Pinna rudis* (Tablica 1.) ([https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005\\_06\\_70\\_1370.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_06_70_1370.html)).

**Tablica 1.** Zakonom zaštićeni školjkaši u Republici Hrvatskoj (<http://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/prirodne-vrijednosti-stanje-i-ocuvanje/planovi-upravljanja-i-mjere-ocuvanja-0>)

BIVALVIA – ŠKOLJKAŠI							
Myoida	Pholadidae	<i>Pholas dactylus</i> Linnaeus, 1758	kamotočac	načelo predostrožnosti	BA2		
Mytiloida	Mytilidae	<i>Lithophaga lithophaga</i> (Linnaeus, 1758)	prstac		BE2, BA2, DS4		
Pterioida	Pinnidae	<i>Atrina pectinata</i> (Linnaeus, 1767)	periska				
		<i>Atrina fragilis</i> (Pennant, 1777)					
		<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758	plemenita periska		BA2, DS4		
		<i>Pinna rudis</i> Linnaeus, 1758		načelo predostrožnosti	BA2		

#### 4.6. Nacionalni parkovi i parkovi prirode

Nacionalni parkovi su prostrana, pretežno neizmijenjena područja koja imaju posebne i prirodne vrijednosti. Uključuju jedan ili više neznatno promijenjenih ili očuvanih ekosustava. Namjena Nacionalnih parkova jest očuvanje izvornih prirodnih i krajobraznih vrijednosti. Imaju znanstvenu, rekreativnu, kulturnu i odgojno-obrazovnu namjenu. Djelatnosti i zahvati koji ne ugrožavaju izvornost prirode su dopušteni. Gospodarska uporaba prirodnih dobara je zabranjena (<https://mzoe.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug-4925/zastita-prirode/zasticena-podrucja/nacionalni-parkovi/1194>).

Parkovi prirode su prostrana prirodna ili djelomično obrađivana područja sa znatnom bioraznolikosti i/ili georaznolikosti, s vrijednim ekološkim značajkama te iznimnim krajobraznim i kulturno-povijesnim vrijednostima. Imaju odgojno-obrazovnu, znanstvenu, rekreativnu i kulturnu namjenu. U parkovima prirode gospodarske i druge djelatnosti te zahvati koji ne ugrožavaju njihove važne značajke i uloge su dopušteni (<https://mzoe.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug-4925/zastita-prirode/zasticena-podrucja/parkovi-prirode/1196>).

### 5. Zaštićene vrste školjkaša

#### 5.1. Plemenita periska (*Pinna nobilis*)

Plemenita periska, *Pinna nobilis* Andrusov, 1897 (Slika 2.), pripada redu Ostreida, porodici Pinnidae. Jedna je od najvećih školjkaša u svijetu i najveći je mediteranski endem među mekušcima, dostižući veličinu do 120 cm. Školjke su trokutastog oblika i žive djelomično ukopane u supstrat. Škrge *P. nobilis* pseudofilibranhijalnog su tipa. To znači da imaju i trepetljikave i manji broj tkivnih interfilamentalnih spojeva. One služe za prehranu filtracijom čestica te izmjenu plinova (Habdija i sur. 2011).

Ova vrsta je dugovječni školjkaš koji živi u obalnim područjima, između 0,5 i 60 m dubine. Starost školjkaša utvrđuje se prstenovima za površinski rast ili internim linijama rasta. Taloženje prstenova događa se zimi i dovršava u rano proljeće kada se temperature morske vode povećavaju (Richardson i sur., 2014). Livade morske cvjetnice *Posidonia oceanica* opisane su kao glavno stanište *P. nobilis*, iako je također utvrđeno da naseljava i livade *Cymodocea nodosa*. Uz to, poznato je i da vrsta nastanjuje gola pješčana i šljunčana dna. Zabilježeno je da se reprodukcija periski događa uglavnom između svibnja i kolovoza. Nedavna istraživanja procjenjuju da ličinačko razdoblje može trajati najmanje mjesec dana.

Plemenita periska opisana je kao sukcesivni i asinkroni hermafrodit, tj. muške i ženske se gamete ispuštaju uzastopno u istom razdoblju mrijesta i razvoj spolova nije sinkroniziran, jer je jedan spol uvijek u naprednijoj fazi razvoja (Kersting i sur., 2019).

"Svilene" bisusne niti kojima se *P. nobilis* pričvršćuje za supstrat već se tisućama godina koriste za proizvodnju tekstila najviše vrijednosti. Tijekom povijesti koristile su se za ukrašavanje tkanina i odjeće čineći ih statusnim simbolima najutjecajnijih ličnosti babilonskih, asirskih, feničanskih, židovskih, grčkih i rimskih društava. Bisusne niti su značajne i u terapijskom smislu, što je ribarima dobro poznato, jer su zahvaljujući snažnim hemostatskim svojstvima korištene za previjanje rana koje su ribari često dobijali ribolovnim alatima. U prošlosti bisusne niti su dobivane vađenjem *P. nobilis*, ali danas vrlo malo ljudi poznaje takve tradicionalne vještine (Kersting i sur., 2019).

Vrsta je u cijelom svijetu jako ugrožena i zakonom je zaštićena u Sredozemnom moru. Do sad su provedena mnoga istraživanja i eksperimenti, a nekoliko ih se trenutno provodi s ciljem spašavanja ove vrste, aktima zaštite i ponovnim uvođenjem vrsta (Richardson i sur., 2014.). Brojnost je u velikom padu od izbijanja pojave masovne smrtnosti duž španjolskih obala u ranu jesen 2016. Ovi događaji širili su se brzo prema istoku. U kratkom vremenskom razmaku od 18 mjeseci, masovna smrtnost zahvatila je mnoge populacije u cijelom poznatom rasponu od zapadne populacije u 2016./17. (Španjolska, Francuska, Italija, Tunis), do istočnog Mediterana 2018. (Malta, Grčka, Cipar i Turska). U 2019. godini masovna smrtnost je zabilježena po cijelom Jadranskom moru uz obalu Albanije i Hrvatske. U početku su uzroci bili nepoznati, ali histološki i molekularni dokazi ukazuju na parazita *Haplosporidium pinnae* kao vrlo vjerojatnog uzročnika masovne smrtnosti (Catanese i sur., 2018). Parazit je pronađen u mrtvoj ili umirućoj *P. nobilis*, ali nije pronađen kod zdravih jedinki plemenite periske na mjestima gdje se nije pojavila masovna smrtnost. Histološki pregled inficiranih jedinki pokazao je jednojezgrene stanice organizama koji parazitiraju u vezivnom tkivu i hemolimfnim sinusima visceralne mase i dvojezgrene stanice i, rijetko, višejezgrene plazmodije, također otkrivene u vezivnom tkivu. Uz to, nastupili su stadiji sporulacije u epitelu tubula probavne žlijezde domaćina. Spore su bile blago elipsoidne sa zglobnim operkulumom u jednom polu. Tipični haplosporosomi nisu pronađeni TEM mikroskopom, ali vezikule s dvije koncentrične membrane koje nalikuju haplosporosomima nađene su u izobilju u citoplazmi višejezgrenih plazmodija nastalih kod domaćinskih tubula probavne žlijezde. SEM analiza pokazala je višestruke strukture na površini spora; neke spore imale su dva ili četiri dugačka filamenta slična vrpci pričvršćena na stijenku spore. Filogenetska analiza na temelju SSU rDNA

sekvence smjestila je ovog parazita u veliku monofiletsku skupinu, uključujući vrste iz reda Haplosporida (Catanese i sur., 2018).

Prije prve pojave masovne smrtnosti prosječna gustoća populacije *P. nobilis* iznosila je  $9,78 \pm 2,25$  jedinki/100 m<sup>2</sup> ( $\pm$  SE), s maksimumima do 130 jedinki/100 m<sup>2</sup>, ali od pojave masovne smrtnosti, većina populacije koja se koristila za izračun tih vrijednosti gustoće je nestala. Parazit ne utječe na drugu vrstu *Pinna rudis*, koja živi na istim staništima (Kersting i sur., 2019).

Osim parazita na plemenitu perisku djeluje i globalno zagrijavanje koje utječe na procese koji su povezani s temperaturom, poput reprodukcije i pričvršćivanja ličinki za supstrat. Zagrijavanje može izazvati i smanjenje stope preživljavanja ličinki ove vrste. Plemenita periska veliki je potrošač kisika, što bi moglo brzo uzrokovati iscrpljivanje kisika, na primjer, u plitkim obalnim lagunama. Vrsta je posebno osjetljiva na zakiseljavanje oceana, jer kiselost utječe na rast ljušture školjkaša. Livade *Posidonia oceanica*, primarno stanište plemenite periske, doživjele su značajnu degradaciju diljem Sredozemnog mora, a *P. nobilis* je vrlo ranjiva na izravno oštećivanje sidrom. Plemenitom periskom hrane se uglavnom *Octopus vulgaris*, *Hexaplex trunculus* i *Sparus aurata*, ali isto tako i morske kornjače (*Caretta caretta*). Međutim, nije jasno hrane li se kornjače primarno epibiontima na školjkama *P. nobilis* i kao posljedica je slučajna ingestija školjkaša. Nadalje, u nekim zemljama se *P. nobilis* još uvijek ilegalno vadi i čak poslužuje u restoranima (Kersting i sur., 2019).



**Slika 2.** Plemenita periska (*Pinna nobilis*) (<https://www.zastita-prirode-dnz.hr/plemenita-periska-pinna-nobilis-ukljucite-se-u-akciju-za-spas-periske-jeste-li-ih-vidjeli/>).

### 5.2. *Pinna rudis*

*Pinna rudis* Linnaeus, 1758 (Slika 3.) pripada redu Pteriida, porodici Pinnidae. Poznata je kao jedna od najvećih periski te doseže duljinu do 80 cm. Jedinke se obično nalaze pričvršćene brojnim bisusnim nitima, njihovim šiljastim prednjim krajevima, okomito ukopanim u supstrat (blato, pijesak ili šljunak). U najvećim školjkašima i na većim dubinama pronađena je kozica *Pontonia pinnophylax*. Vjeruje se da se životni ciklusi ove dvije vrste mogu povezati. Njihov međusobni odnos još uvijek je nejasan i treba ga eksperimentalno proučiti. Međutim, vjeruje se da je riječ o mutualizmu (Pacheco i sur., 2014).



**Slika 3.** *Pinna rudis*

(<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=140781&pic=57995>).

### 5.3. *Atrina pectinata*

Vrsta *Atrina pectinata* (Linnaeus, 1767) (Slika 4.) pripada redu Pteriida, porodici Pinnidae. Školjka dostiže velike dimenzije, obično je prilično tanka, krhka i trokutasta. Donji rub gotovo je ravan ili blago konkavan, stražnji rub općenito je skraćen. Ima niz kratkih i oštih bodlji koje strše duž dorzalnog ruba školjke. Boja vanjske strane školjke je blago svjetlacava, prozirne maslinaste boje ili često nijanse tamnije ljubičastosmeđe ili sive prema umbu. Unutrašnjost je slične boje. Žive ukopane u sedimentu, ventralnim (otvorenim) dijelom školjke okrenutim prema struji, 15 do približno 50 cm u dubinu. Ova vrsta je tolerantna na široki raspon temperature i saliniteta (<https://www.sealifebase.se/summary/Atrina-pectinata.html>).



**Slika 4.** *Atrina pectinata*

(<https://www.sealifebase.ca/photos/ThumbnailsSummary.php?Genus=Atrina&Species=pectinata>).

#### 5.4. *Atrina fragilis*

Vrsta *Atrina fragilis* Pennant, 1777 (Slika 5.) pripada redu Pteriida, porodici Pinnidae. Ima svijetlo zlatnu ili žuto-smeđu do tamno smeđu ljusku koja doseže 30-48 cm. Školjka je trokutasta, sužena, tanka i krhka. Vrsta živi u sublitoralnom i subtidalnom području šiljastim krajem ukopana u sediment i pričvršćena za malo kamenje finim bisusnim nitima. Posteriorni (široki) kraj strši na površini sedimenta i na njemu mogu rasti različiti organizmi. Ova vrsta je rasprostranjena od sjeverne Škotske do Mauritanije, uključujući Iberijski poluotok, pa do Sredozemlja. Školjka ima upadljive koncentrične linije rasta. Unutrašnjost školjke je sjajna s ožiljcima mišića, a najveći je ožiljak u sredini školjke. Sifoni se zatvaraju na stražnjem (širokom) kraju. Bisusne niti fine su i brojne. Rub školjke je gladak, ali često fragmentiran na stražnjem kraju (<https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1157>).



*Slika 5. Atrina fragilis, juvenilna jedinka*

(<http://www.marinespecies.org/photogallery.php?album=700&pic=56687>).

#### 5.5. Prstac (*Lithophaga lithophaga*)

Prstac, *Lithophaga lithophaga* Linnaeus, 1758 (Slika 6.), pripada redu Mytilida, porodici Mytilidae. Vrsta je rasprostranjena u obalnom dijelu Sredozemlja i Atlantskog oceana, od Portugala sve do Senegala i sjeverne obale Angole, ali i na obali Mozambika. Ima duguljastu, eliptičnu školjku koja može biti duga do 90 mm. Umbo se nalazi blizu prednjeg kraja školjke. Periostracum je crveno-smeđe boje. Sifoni izlaze iz stražnjeg dijela mekušca. Oni imaju ulogu disanja i hranjenja i kanaliziraju protok vode stvoren trepetljivim škrgama (Coletti i sur., 2018).





**Slika 6.** Prstac (*Lithophaga lithophaga*) (<https://morski.hr/2017/12/19/prstaci-evo-zasto-su-zakonom-zabranjena-delicija/>).

Vrsta može kolonizirati različite tvrde podloge, poput vapnenačkih pješčenjaka, kremene podloge, mrtvih i živih koralja. *L. lithophaga* općenito obitava u rupama ubušenim u vapnencima, pričvršćujući svoj antero-ventralni rub školjke na unutarnji zid rupa bisusnim nitima. Odsutnost erozijskih tragova na školjci ove vrste isključuje bilo kakvo mehaničko ubušavanje. Bušotine su iskopane neutralnim mukoproteinom sa sposobnošću vezanja kalcija, koji izlučuju plaštane žlijezde. Šupljine su obično 1,5 puta veće od jedinki koje su ga iskopale i obično su okomite na površinu stijene, kako bi se smanjila intraspecijska konkurencija (Slika 7.). Ubušavanje prstaca događa se uglavnom u jesensko-zimskoj sezoni, jer se tijekom ostatka godine veći dio energije troši za reprodukciju. Fiziološki i molekularni mehanizmi koji omogućuju da se *L. lithophaga* ubuši u vapnenačke stijene nisu još potpuno objašnjeni. Vrsta *L. lithophaga* ima jednu od najnižih stopa rasta među školjkama i vrlo je dugovječna, jer primjerci mogu rasti do 54 godine starosti. Pronađene su i neke jedinke za koje se smatra da su stare 80 godina. Ontogenetska dob utvrđena stabilnom izotopskom analizom hrvatske populacije varirala je u rasponu od 10 do 54 godine (30,6–93,6 mm), pokazujući velike razlike u stopi rasta između jedinki. Očit je rast tijekom cijele godine, ali preko 95 % godišnjeg rasta školjkaša događa se od svibnja do listopada. Mokra tjelesna težina smanjuje se ljeti vjerojatno

zbog potrošnje energije za sazrijevanje spolnih žlijezda. Iako su potrebne dodatne analize na školjkašima prikupljenim iz različitih regija i različitih temperaturnih režima kako bi se dobio točan uvid u stope rasta prstaca, može se očekivati da viša temperatura morske vode može pozitivno utjecati na veće stope rasta školjkaša i veće veličine jedinki. Precizna procjena dobi jedinki je stoga teška, jer stopa rasta varira ovisno o više abiotičkih i biotičkih faktora. Na primjer, procijenjeno je da jedinke duljine  $5,0 \pm 0,2$  cm mogu biti u rasponu od 18 do 36 godina. Starost se može uspješno utvrditi promatranjem vanjskih prstenova ljuske, na kojima su vidljivi parovi godišnjih linija rasta. Naime, nastaje jedna linija godišnje, dok se druga taloži u razdoblju reprodukcije. Mlade jedinke rastu brže od starijih: stoga jedinke manje od 1 cm mogu imati dvije godine, dok one dužine 7-8 cm mogu prelaziti 40 godina života. *L. lithophaga* je gonohoristička vrsta, a hermafroditizam se rijetko javlja. Vrsta se razmnožava jednom godišnje, nakon pada temperature morske vode i ima nejednak omjer spolova, a mužjaci prevladavaju kod mlađih jedinki. Diferencijacija spola događa se u dobi od 2 godine, kada su primjerci duljine gotovo 1 cm, a spol se može odrediti prema boji spolnih žlijezda (narančasta kod ženki i biserna kod mužjaka). Kod oba spola, sazrijevanje gonada započinje tijekom proljeća, kada prosječna temperatura morske vode dostiže najviše 20 °C, dok se mrijest javlja krajem ljeta, kada se temperatura smanjuje do minimalno 25 °C. Tijekom mrijesta postaju vidljivi od gameta sivi oblaci, koji se polako dižu u vodenom stupcu i koncentriraju se blizu morske površine. Mrijest počinje s nekoliko jedinki, a zatim se širi među susjednim jedinkama u roku od nekoliko sati. Veliger ličinka se može promatrati u vodenom stupcu 32 h nakon oplodnje. Potrebno je više od 9 dana da dosegne fazu pediveligera (230-250µm) sa školjkom od oko 150-200 µm, a stopalo je gotovo u potpunosti razvijeno. Metamorfoza se opaža kada jedinke dosegnu duljinu školjke od 270-350 µm. Proces ne ovisi o veličini, već prije svega o dostupnosti pogodnih supstrata za pričvršćivanje ličinki (tj. tvrda površina s velikom koncentracijom CaCO<sub>3</sub>, bez ili s malom količinom silikata). Pričvršćivanje za supstrat obično se događa dva mjeseca nakon oplodnje jajašaca. Omjer spola mladih jedinki jako je neuravnotežen, mužjaci su brojniji, ali njihov postotak postupno opada i omjer postaje uravnoteženiji s povećanjem duljine školjke, vjerojatno zato što su mužjaci manje tolerantni na promjene uvjeta u okolišu (Coletti i sur., 2018).

Prstaci su cijenjena delicija još od starih Grka i Rimljana i još su uvijek dio gastronomskih tradicija u nekoliko mediteranskih zemalja. Zbog velike potražnje i vrlo visoke cijene, prstaci su uvijek bili unosno dobro na tržištu morske hrane. Unatoč zabrani, prstaci se konzumiraju zbog nedostatka svijesti među stanovništvom i slabom provođenju zakona. Kao

rezultat, u nekim sredozemnim područjima lov i konzumiranje ovog mekušca tolerira se ili se ne doživljava kao štetno koliko i jest (Coletti i sur., 2018).

Ilegalan lov vrši se razbijanjem stijena na kojima živi školjkaš. Taj postupak ima kaskadne posljedice jer uzrokuje trajne promjene u svojstvima supstrata. Spora stopa rasta *L. lithophaga* doprinosi povećanju negativnog utjecaja lova na velikim prostornim površinama. Potrebno je nekoliko desetljeća da se obnovi populacija prstaca nakon lova. Kao rezultat, bogata biološka raznolikost stjenovitih grebena pretvara se u biološku pustinju. Nezakoniti lov prstaca i dalje se događa duž Sredozemlja. Zbog svojih štetnih učinaka, lov na prstace smatra se jednim od najvažnijih i najštetnijih antropogenih utjecaja na umjerena subtidalna stjenovita staništa. Do danas je stvarni prostorni opseg i raspodjela štete lova na prstace na subtidalnim stjenovitim staništima diljem Sredozemnog mora još uvijek u velikoj mjeri nepoznata (Coletti i sur., 2018).



**Slika 7.** Bušotine u vapnenačkim stijenama koje su napravili prstaci (<http://www.european-marine-life.org/14/photo-lithophaga-lithophaga-wb01.php>).

#### 5.6. Kamotočac (*Pholas dactylus*)

Kamotočac, *Pholas dactylus* Linnaeus, 1758 (Slika 8.), pripada redu Myoida, porodici Pholadidae, školjkaš je koji se ubušuje u stijene, približno eliptičnog oblika, s kljunovitim prednjim krajem, dugačak do 12 cm. Školjka je tanka i krhka, tamno bijele ili sive boje, a

periostracum žućkast i često bezbojan. Sifoni su spojeni i najmanje jedan do dva puta duži od školjke, bijele do svijetle boje bjelokosti. Kamotočac ima fosforescentna svojstva i obrisi životinje svijetle zeleno-plavim svjetlom u mraku. Vrsta je rasprostranjena u Sredozemlju i istočnom Atlantiku, od Norveške do Zelenortskih otoka. Naseljava mediolitoral i plitki sublitoral gdje obitava u širokom rasponu supstrata uključujući razne meke stijene poput pješčenjaka, gline, treseta i vrlo rijetko u potopljenom drvu. Može se naći na dubinama do 35 m. Nekada je bila uobičajena vrsta u cijelom području rasprostranjenosti, ali sada je postala rijetka i nestaje s većine lokacija zbog osjetljivosti na onečišćenje i prije svega zbog antropogenog iskorištavanja za hranu i mamac. Danas su i *P. dactylus* i prstac *L. lithophaga* službeno zaštićeni Bernskom konvencijom (prilog II) i Barcelonskom konvencijom (dodatak II) diljem Sredozemlja. Obje su vrste visoko cijenjene delicije i jedini način da se izvade iz bušotina je potpuno uništavanje kamenja u koje su ubušeni (<https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1403>).



**Slika 8.** Kamotočac (*Pholas dactylus*)

([https://www.aphotomarine.com/bivalve\\_pholas\\_dactylus\\_common\\_pidcock.html](https://www.aphotomarine.com/bivalve_pholas_dactylus_common_pidcock.html)).

## 6. Literatura

Catanese, G., Grau, A., Maria Valencia, J., Rafael Garcia-March, J., Alvarez, E., Vazquez-Luis, M., Deudero, S., Darriba, S., Carballal, M.J., Villalba, A. (2018): *Haplosporidium pinnae* sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea, *Journal of Invertebrate Pathology*, 157: 9-24.

Colletti A., Savinelli B., Di Muzio G., et al. (2018): The date mussel *Lithophaga lithophaga*: Biology, ecology and the multiple impacts of its illegal fishery, *Science of the Total Environment*, 744 140866, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140866

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. 1. izdanje. Alfa d.d., Zagreb, 216-279.

Kersting, D., Benabdi, M., Čižmek, H., Grau, A., Jimenez, C., Katsanevakis, S., Öztürk, B., Tuncer, S., Tunesi, L., Vázquez-Luis, M., Vicente, N. & Otero Villanueva, M. (2019): *Pinna nobilis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T160075998A160081499.

Pacheco RJ, Barreiros JP and Gonçalves SC (2014): The fan mussel *Pinna rudis* – occurrence and association with *Pontonia pinnophylax* in Terceira Island (Azores, NE Atlantic). *Front. Mar. Sci. Conference Abstract: IMMR | International Meeting on Marine Research*, doi: 10.3389/conf.fmars.2014.02.00098

Richardson, C., Peharda, M., Kennedy, H., Kennedy, P. & Onofri, V. (2004): Age, growth rate and season of recruitment of *Pinna nobilis* in the Croatian Adriatic determined from Mg:Ca and Sr:Ca shell profiles.. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 299 (1): 1-16.

Internetski izvori:

[https://www.aphotomarine.com/bivalve\\_pholas\\_dactylus\\_common\\_piddock.html](https://www.aphotomarine.com/bivalve_pholas_dactylus_common_piddock.html)

pristupljeno: 6.8.2020.

<https://www.cites.org/> pristupljeno: 10.8.2020.

<https://www.coe.int/en/web/bern-convention> pristupljeno: 10.8.2020.

<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=28478> pristupljeno: 12.8.2020.

<https://www.google.com/maps/place/Jadransko+more/@41.8345649,13.0900188,6z/data=!4m5!3m4!1s0x132cdd6541cddf0x7ef34f7c5d0522f7!8m2!3d41.8550904!4d17.2902839> pristupljeno: 21.9.2020.

<http://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/prirodne-vrijednosti-stanje-i-ocuvanje/planovi-upravljanja-i-mjere-ocuvanja-0> pristupljeno: 5.8.2020.

<https://www.iucnredlist.org/> pristupljeno: 10.8.2020.

<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=140781&pic=57995> pristupljeno: 4.8.2020.

<http://www.marinespecies.org/photogallery.php?album=700&pic=56687> pristupljeno: 16.8.2020.

<https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1157> pristupljeno: 4.8.2020.

<https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1403> pristupljeno: 4.8.2020.

<https://morski.hr/2017/12/19/prstaci-evo-zasto-su-zakonom-zabranjena-delicija/> pristupljeno: 16.8.2020.

<https://mzoe.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug-4925/vode-i-more/konvencija-o-zastiti-morskoga-okolisa-i-obalnog-podrucja-sredozemlja-barcelonska-konvencija/1438> pristupljeno: 10.8.2020.

<https://mzoe.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug-4925/zastita-prirode/zasticena-podrucja/nacionalni-parkovi/1194> pristupljeno: 17.8.2020.

<https://mzoe.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug-4925/zastita-prirode/zasticena-podrucja/parkovi-prirode/1196> pristupljeno: 10.8.2020.

[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005\\_06\\_70\\_1370.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_06_70_1370.html) pristupljeno: 6.8.2020.

<https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/adriatic-sea> pristupljeno: 19.8.2020.

<https://www.sealifebase.se/summary/Atrina-pectinata.html> pristupljeno: 4.8.2020.

<https://www.sealifebase.ca/photos/ThumbnailsSummary.php?Genus=Atrina&Species=pectinata> pristupljeno: 4.8.2020.

<https://www.zastita-prirode-dnz.hr/plemenita-periska-pinna-nobilis-ukljucite-se-u-akciju-za-spas-periske-jeste-li-ih-vidjeli/> pristupljeno: 26.9.2020

## 7. Sažetak

U ovom radu se obrađuje tematika zaštićenih vrsta školjkaša u Jadranskom moru kao i mogući načini zaštite. Školjkaši, Bivalvia, pripadaju koljenu mekušci, Mollusca. U Jadranskom moru poznato je 240 vrsta školjkaša. Ovaj rad koncentrira se na 6 vrsta školjkaša Jadranskog mora, a to su: *Pinna nobilis*, *Lithophaga lithophaga*, *Pholas dactylus*, *Atrina pectata*, *Atrina fragilis* i *Pinna rudis*. Spomenute vrste zaštićene su na različite načine poput konvencija kao što su CITES, Bernska konvencija i Barcelonska konvencija ili pak zakonom. Navedene vrste školjkaša potrebno je zaštititi iz brojnih razloga. Neki od tih razloga su: devastacija staništa, izlov, onečišćenje mora, globalno zatopljenje, paraziti mikroorganizmi i dr. Plemenita periska (*Pinna nobilis*) najugroženija je od navedenih vrsta i nalazi se na IUCN-ovoj crvenoj listi kritično ugroženih vrsta. Osim izlova i devastacije staništa, ovoj vrsti posljednjih godina prijete i parazit *Haplosporidium pinnae*. Prstac *Lithophaga lithophaga* i kamotočac *Pholas dactylus* ugroženi su zbog izlova i devastacije staništa. Naime, ove vrste žive endolitski, što znači da se njihovo stanište mora uništiti kako bi se došlo do jedinki. Ostale vrste, *Atrina pectinata*, *Atrina fragilis* i *Pinna rudis*, ugrožene su zbog antropogenog pritiska, uništavanje staništa i/ili izlova.

## 8. Summary

This paper will focus on the topic of protected species of shellfish in the Adriatic Sea and the possible methods that can protect them. The bivalves, Bivalvia, belong to the mollusk phylum, Mollusca. 240 species of shellfish are known in the Adriatic Sea. This paper concentrates on 6 species of shellfish in the Adriatic Sea, namely: *Pinna nobilis*, *Lithophaga lithophaga*, *Pholas dactylus*, *Atrina pectata*, *Atrina fragilis* and *Pinna rudis*. These species are protected in various ways, such as conventions, for example: CITES, the Berne Convention and the Barcelona Convention, or by law. These species of shellfish need to be protected for a number of reasons. Some of these reasons are habitat devastation, hunting, sea pollution, global warming, parasitic microorganisms, etc. The noble pen shell (*Pinna nobilis*) is the most endangered of these species and is on the IUCN Red List of Critically Endangered Species. In addition to hunting and habitat devastation, this species has been threatened in recent years by the parasite *Haplosporidium pinnae*, which has only been found in dead or dying individuals. *Lithophaga lithophaga* and *Pholas dactylus* are endangered due to hunting and habitat devastation. Namely, these species live endolithically, which means that their habitat must be destroyed in order to reach the individuals. Other species, *Atrina pectinata*, *Atrina fragilis* and *Pinna rudis*, are endangered due to anthropogenic pressure (habitat destruction and/or hunting).