

Obraštaj na sakupljačima ličinki školjkaša u Nacionalnom parku Brijuni

Kujundžić, Dajana

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:217:653687>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-29**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Dajana Kujundžić

**Obraštaj na sakupljačima ličinki školjkaša
u Nacionalnom parku Brijuni**

Diplomski rad

Zagreb, 2022.

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Dajana Kujundžić

**Fouling on bivalve larval collectors in
Brijuni National Park**

Master thesis

Zagreb, 2022.

Ovaj rad je izrađen u Laboratoriju za biologiju mora na Zoologijskom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu pod voditeljstvom izv. prof. dr. sc. Tatjane Bakran-Petricioli. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra ekologije i zaštite prirode.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek
Diplomski rad

Obraštaj na sakupljačima ličinki školjkaša u Nacionalnom parku Brijuni

Dajana Kujundžić

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

U sklopu međunarodnog Horizon 2020 projekta Marine Ecosystem Restoration in Changing European Seas (MERCES) u području infralitoralne zone uvale Javorike unutar Nacionalnog parka Brijuni bili su od lipnja do listopada 2019. godine postavljeni sakupljači za mlađ školjkaša izrađeni od mrežastih plastičnih vreća. Sakupljači su bili postavljeni u triplikatu, na 6, 8 i 10 m dubine, ukupno devet sakupljača, a prvenstveno su bili namijenjeni hvatanju mlađi kritično ugrožene plemenite periske (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758). Cilj rada bio je utvrditi ukupnu kvalitativnu i kvantitativnu raznolikost organizama makro-obraštaja na sakupljačima nakon četiri i pol mjeseca u moru. U bogatoj i raznolikoj obraštajnoj zajednici (ukupno 3731 jedinke, prosječno po sakupljaču $414,6 \pm 102,9$) zabilježeno je 36 svojti makrobentosa među kojima su dominirali školjkaši (17 vrsta, ukupno 2793 jedinke, 74,9% po brojnosti) te rakovi (11 svojti, ukupno 879 jedinki, 23,6% po brojnosti). Najbrojnija vrsta obraštaja bio je školjkaš *Limaria hians* s udjelom od 17,7% u brojnosti. Juvenilne plemenite periske sa 72 jedinke čine 1,9% udjela. Najmanja duljina ljuštore plemenite periske bila je 0,4 cm, a najveća 6,3 cm. Naseljavanje ličinki plemenite periske u sakupljače ukazuje da je 2019. godine u okolišu bilo dovoljno adultnih jedinki koje su se uspješno mrijestile. U obraštaju je zabilježena invazivna vrsta školjkaša *Anadara transversa* s 10,8% po brojnosti (404 jedinke).

(38 str. + 6 str. Priloga s 1 tablicom i 5 slika, 16 slika, 3 tablice, 102 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: *Pinna nobilis*, plemenita periska, raznolikost obraštaja, *Limaria hians*, invazivna vrsta *Anadara transversa*

Voditelj: izv. prof. dr. sc. Tatjana Bakran-Petricioli

Ocjenitelji:

Izv. prof. dr. sc. Tatjana Bakran-Petricioli

Izv. prof. dr. sc. Zoran Tadić

Prof. dr. sc. Sven Jelaska

Rad prihvaćen: 10. veljače 2022. godine

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology
Master Thesis

Fouling on bivalve larval collectors in Brijuni National Park

Dajana Kujundžić

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

This study was part of the international Horizon 2020 project Marine Ecosystem Restoration in Changing European Seas (MERCES). Collectors for juvenile bivalves made of mesh plastic bags were set up in the infralittoral zone of Javorike Bay, Brijuni National Park, from June to October 2019. Collectors were placed in triplicate, at 6, 8 and 10 m depth, nine collectors in total, and were primarily intended to catch juveniles of critically endangered noble pen shell (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758). The aim of this thesis was to determine the overall qualitative and quantitative diversity of macro-fouling organisms on collectors after being submerged four and a half months. In rich and diverse fouling community (3731 individuals in total, an average of 414.6 ± 102.9 per collector), 36 macrobenthos taxa were recorded, dominated by bivalves (17 species, 2793 individuals, 74.9% of total recruitment) and crustaceans (11 taxa, 879 individuals, 23.6% of total recruitment). The most numerous species of biofouling was the bivalve *Limaria hians* with 17.7% of total recruitment. Juvenile noble pen shell with 72 individuals make up 1.9% of total recruitment. The minimum length of the noble pen shell was 0.4 cm and the maximum 6.3 cm. Larval colonization of noble pen shell in collectors indicates that in 2019 were enough adult individuals in the environment that successfully spawned. An invasive bivalve species *Anadara transversa* was recorded in the biofouling with 10.8% of total recruitment (404 individuals).

(38 pages + 6 pages Appendix with 1 table and 5 figures, 16 figures, 3 tables, 102 references, original in: Croatian)

Thesis is deposited in the Central Biological Library.

Keywords: *Pinna nobilis*, noble pen shell, fouling diversity, *Limaria hians*, invasive species *Anadara transversa*

Supervisor: Assoc. Prof. Tatjana Bakran-Petricioli

Reviewers:

Assoc. Prof. Tatjana Bakran-Petricioli

Assoc. Prof. Zoran Tadić

Prof. Sven Jelaska

Thesis accepted: February 10, 2022

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Obraštajna zajednica	1
1.2. Utjecaji na obraštajnu zajednicu	2
1.3. Plemenita periska (<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758)	5
1.4. Masovni pomori plemenite periske u Sredozemnom moru	6
1.5. Korištenje sakupljača za ličinke školjkaša u spašavanju plemenite periske ..	7
1.6. Cilj istraživanja	8
2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	9
3. METODE I MATERIJALI	11
3.1. Postavljanje sakupljača za ličinke školjkaša.....	11
3.2. Mjerenje temperature mora.....	13
3.3. Determinacija vrsta	13
3.4. Statistička obrada podataka i izrada grafičkih prikaza.....	13
3.5. Procjena rasta plemenite periske u sakupljačima.....	14
4. REZULTATI.....	15
4.1. Sastav i brojnost organizama na sakupljačima	15
4.2. Najbrojnije vrste školjkaša na sakupljačima.....	17
4.3. Raznolikost obraštajne zajednice na sakupljačima	21
4.4. Plemenita periska u sakupljačima ličinki.....	22
4.5. Temperatura mora	24
5. RASPRAVA.....	25
6. ZAKLJUČCI.....	30
LITERATURA	31
PRILOZI.....	I
ŽIVOTOPIS	VI

1. UVOD

1.1. Obraštajna zajednica

Obraštajem nazivamo žive organizme koji koloniziraju svaku strukturu koja je djelomice ili potpuno uronjena u more (Wahl, 1989; Lewis, 1998). Obraštaj čine mnogi organizmi kao što su mikroskopske bakterije i dijatomeje, alge, školjkaši i razni drugi morski beskralježnjaci (Lewis, 1998; Apolinario i Coutinho, 2009). Prema dosada istraženim vrstama morskih organizama koji čine obraštaj, procijenjeno je da obraštajnu zajednicu čini više od 4000 različitih organizama (Little i DePalma, 1988), a oko 200 različitih vrsta sudjeluje u samom procesu stvaranja obraštaja (Slišković i Jelić, 2002; Foreath i sur., 1985).

Proces kolonizacije se može opisati kao sukcesija u nekoliko razvojnih stadija (Wahl, 1989; Vinagre, 2020). Plutajući čvrsti objekti na području otvorenog mora pogodni su za većinu inače sesilnih organizama kao podloga za naseljavanje, pružajući im supstrat za prihvaćanje uz dovoljno svjetlosti i nutrijenata (Jenkins i Martins, 2009). Mikroorganizmi suspendirani u morskoj vodi (spore, bakterije, dijatomeje) prihvaćaju se za supstrat na koji su slučajno doneseni strujama i valovima (Railkin, 2004). Svaka površina unesena u morski okoliš odmah je prekrivena organskim molekulama - izvanstaničnim polimernim tvarima (*engl. extracellular polymeric substances*, EPS) koje luče arheje, bakterije i eukariotski mikroorganizmi (Flemming, 2009; Masó i sur., 2016). Sukcesijskim modelom opisano je kako će se na takav supstrat u nekoliko sati nadovezati primarni kolonizatori (bakterije i dijatomeje) (Vinagre i sur., 2020). Adsorpcijom organskih molekula na nekoj površini u moru te kolonizacijom bakterija stvara se biofilm (Agostini i sur., 2019; Bridier i sur., 2014; De Carvalho, 2018). Elektrostatičkim i van der Waalsovima silama mikroorganizmi biofilma čine poveznicu samog biofilma i supstrata (Binsky i Amina, 2018), a formiranjem polisaharidnog matriksa zaštitu kolonija mikroorganizama (Dobretsov i sur., 2009a). Rast i adheziju kolonije reguliraju međusobnom komunikacijom kemijskim signalima, tzv. bakterijskim kvorumom (*engl. quorum sensing*) (Dobretsov i sur., 2009b). Organizmi koji prvi koloniziraju, tzv. pioniri obraštaja, na površini supstrata stvaraju mikroobraštaj (Little i DePalma, 1988; Railkin, 2004), a karakteriziraju ih ubrzan rast i razvoj te produljen ciklus razmnožavanja (Lewis, 1998). Zapaženo je kako se pojavljuju čak i u ekološki nepovoljnim uvjetima te svojim prisustvom modificiraju okoliš (Bertness i Callaway, 1994; Jenkins i Martins, 2009), stoga vrlo često mogu poslužiti kao indikatori stanja okoliša (Slišković, 2003).

Potom, u kratkom periodu se na supstrat prihvaćaju sekundarni kolonizatori, spore makroalgi te bakterije poput Actinobacteria, Planctomycetia i Cyanobacteria (Abed i sur., 2019). Sekundarni kolonizatori grade mikrostanište koje je povoljno za naseljavanje tercijarnih kolonizatora kao što su ličinke ciripednih račića, školjkaša te mahovnjaka koji čine makroobraštaj (Callow i Callow, 2002). Stvaranje sekundarnih i tercijarnih kolonizatora je uvjetovano postojanjem primarnih (Dean, 1981). Sekundarni i tercijarni kolonizatori su snažniji kompetitori s duljim životnim ciklusom (Jenkins i Martins, 2009). Vrsta s velikim kompeticijskim utjecajem u zajednici može prerasti slabo kompetitivnu vrstu (kompeticijska isključivost) (Jenkins i Martins, 2009), što je obrnuto proporcionalno sa smanjenjem slobodnog prostora. Snažnu kompeticijsku sposobnost nekog organizma najčešće karakteriziraju veličina i oblik organizma te dinamika rasta koja će stvoriti hijerarhijski poredak unutar zajednice (Nandakumar i sur., 1993). Ipak, konstrukcija i populacijska struktura obraštaja, mogu nekim organizmima pružiti zaštitu od predatora (Dean, 1981). Stohastičkim modeliranjem može se predvidjeti tijek nastajanja obraštaja i raznolikosti zajednice, no ekološki uvjeti su ključan čimbenik koji potencijalno mogu promijeniti krajnji ishod razvoja zajednice (Jenkins i Martins, 2009).

1.2. Utjecaji na obraštajnu zajednicu

Na pojavnost i populacijsku strukturu obraštaja utječu razni biotički i abiotički čimbenici, stoga se obraštajne zajednice često razlikuju prema geografskom položaju, sezonama te stupcu vode (Vinagre i sur., 2020). Globalne klimatske promjene isto tako utječu na početak procesa sukcesije obraštaja na supstratu u zakiseljenim dijelovima oceana. Negativan utjecaj globalnog zagrijavanja se manifestira na način da je proces stvaranja obraštaja usporen što rezultira padom abundancije sekundarnih kolonizatora (Brown i sur., 2018).

Biotički utjecaji na obraštajnu zajednicu

Interspecijski i intraspecijski odnosi članova obraštaja igraju važnu ulogu u strukturi obraštaja (Terlizzi i sur., 2000) te u dinamici rasta organizama (Lord, 2017). Svim članovima zajednice zajednička je borba za prostor (Nandakumar i sur., 1993) i hranu (Prins, 1996). Budući da je u obraštajnim zajednicama prostor limitirajući čimbenik, za sesilne je organizme vrlo važno zauzeti povoljan prostor u zajednici kako bi imali dovoljno svjetlosti i nutrijenata

potrebnih za preživljavanje (Sebens, 1982). Teorija optimalnog traganja za hranom pretpostavlja kako se jedinke iste vrste, u trenutku nedostatnih hranjivih resursa, usmjere na potragu drugih izvora hrane što uvelike doprinosi njihovom preživljavanju (Stephens i Krebs, 1987). Na taj način mogu proširiti svoju ekološku nišu i preživjeti nepovoljne uvjete okoliša što hipotezom o varijacijama niše pretpostavlja Van Valen (1965). Dakle, promjene u prehrani i morfologiji nekog organizma u korelaciji su sa izraženom kompeticijom (Svanbäck i Bolnick, 2007), što je karakteristično za invazivne vrste (Lord, 2017). Invazivne vrste sposobnošću prilagodbe dominiraju gustoćom populacije i bržim zauzimanjem prostora nego li autohtone vrste (Devin i Beisel, 2006; Dukes i Mooney, 1999; Lord i sur., 2015). Takve su vrste najčešće unesene nekontroliranim antropološkim djelovanjem te ugrožavaju egzistenciju prirodnih vrsta, u konačnici, bioraznolikost nekog područja (Marraffini i sur., 2017).

Abiotički utjecaj na obraštajnu zajednicu

Razvoj i opstanak obraštajne zajednice, osim što ovisi o interspecijskim i intraspecijskim odnosima članova obraštaja, ovisi još i o abiotičkim uvjetima staništa (Kocak i Kucuksazgin, 2000; Terlizzi i sur., 2000). Često, najveći utjecaj na strukturu obraštajne zajednice imaju godišnja doba, geografska lokacija, salinitet, temperatura mora, strujanja vodene mase te intenzitet svjetlosti (Callow i Callow, 2002; Kocak i Kucuksazgin, 2000; Valdizan i sur., 2011). Utvrđeno je kako obraštajne zajednice u Jadranu doživljavaju vrhunac razvoja krajem ljeta i jeseni (Igić, 1995; Slišković i Jelić, 2002). Kako je Sredozemno more jedno od najslanijih svjetskih mora, tako je i prosječna vrijednost saliniteta Jadranskoga mora 38,3%. Dotokom slatke vode iz talijanske rijeke Po, sjeverni dio Jadrana ima niže vrijednosti saliniteta (25% do 30%) (Zonn i sur., 2021). Vrijednosti temperature Jadranskog mora tijekom godine kreću se između 8°C i 25°C (Mauri, 2001). Na fluktuacije saliniteta i temperature djeluju morska strujanja (Zonn i sur., 2021). Smjer strujanja vodene mase važan je u razmnožavanju sesilnih organizama makrobentosa jer se ličinke, nošene morskim strujama, prihvaćaju za pogodan supstrat (Railkin, 2004). Cirkulacijom morske vode, organizmi dobivaju potreban kisik i hranjive tvari (Viličić, 2014). Nadalje, dovoljan intenzitet svjetlosti pogoduje fotosintetskim organizmima (Viličić, 2014) čija količina produkata izravno utječe na prehranu sekundarnih i tercijarnih kolonizatora što nadzire strukturu obraštajne zajednice (Aleem, 1957; Slišković i Jelić, 2002).

Obraštaj u gospodarstvu

More je kroz povijest služilo za razvitak raznih grana gospodarstva kao što su ribarstvo i marikultura, a u posljednjih nekoliko godina najbrže rastuća je turizam (Zonn i sur., 2021). U Hrvatskoj, gospodarski značajne vrste školjkaša su dagnja (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) te kamenica (*Ostrea edulis* Linnaeus, 1758) (Bratoš i sur., 2004), dok su češljače, po uzoru na Italiju, potencijalno zanimljiva gospodarska vrsta (Prato i sur., 2016). Ove vrste su nerijetko i dio obraštajne zajednice (Lewis, 1998), a uzgajaju se u strogo kontroliranim higijenskim uvjetima na najlonskim pergolarima u plivajućim ili fiksnim parkovima za uzgoj (Mašić, 2004). Ipak, obraštaj se može pojaviti na svim uronjenim površinama u moru na čije se smanjivanje izdvajaju velika novčana sredstva kako bi se one uklonile (Fittridge i sur., 2012) ili prevenirale (Lewis, 1998). Naime, u većini literature obraštaj se opisuje kao negativna pojava u okolišu koja šteti gospodarstvu (Amara i sur., 2018; Antizar-Ladislao, 2008; Bannister i sur., 2019; Callow i Callow, 2002; Farrapeira i sur., 2011, 2011; Fittridge i sur., 2012; Lewis, 1998; Slišković, 2003; Slišković i Jelić, 2002). Obraštajna zajednica vremenom postaje sve veća i teža (Slišković i Jelić, 2002), stoga onemogućuje kretanje ribarskim brodovima. Obraštajnim procesom na brodovima se ubrzava korozija trupa, a zbog dodatne težine troši se više goriva za kretanje samog broda (Lewis, 1998). Uz to, teretni brodovi balastnim vodama transportiraju nenativne vrste na druge lokacije što, također, može ugroziti bioraznolikost nekog područja (Farrapeira i sur., 2011). Na kavezima za uzgoj ribe stvaraju se velike biomase obraštaja zbog prisutnosti hranjivih tvari (Fittridge i sur., 2012) koje mogu ozbiljno naštetiti uzgajivačkim konstrukcijama (Bakran-Petricioli i sur., 2015). Obraštaj na uzgajivačkim mrežnim kavezima ne samo da oštećuje i potapa konstrukciju kaveza, već ograničava nutrijente potrebne nasadu te često uzrokuje razvitak bolesti (Slišković, 2003; Slišković i Jelić, 2002). Sve to iziskuje dodatne napore u zaštiti od obraštaja i razvoj efikasnog protuobraštajnog sredstva. U svrhu obrane od obraštaja, najdjelotvorniji su premazi na osnovi organokositrenih spojeva (tributilkositar, TBT) (Juraga i sur., 2007). Međutim, utvrđeno je kako ovi spojevi imaju štetno, toksično djelovanje na cjelokupni morski svijet (Antizar-Ladislao, 2008), stoga su oni danas zabranjeni (Juraga i sur., 2007). Danas postoje mnogobrojni proizvođači protuobraštajnih premaza, no još uvijek se traga za učinkovitim sredstvom koje će biti sigurno za okoliš, specijalizirano za određene organizme te cijenom povoljno (Amara i sur., 2018).

1.3. Plemenita periska (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758)

Plemenita periska (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758) izgledom je vrlo atraktivan, veličinom najveći školjkaš, ali i endem Sredozemnog mora (Slika 1). Pripada nadporodici Pinnoidea, porodici Pinnidae te rodu *Pinna*. Karakterističnog je trokutastog oblika zbog redukcije mišića anteriornog aduktora u odnosu na posteriorni (Basso i sur., 2015), a može dosegnuti veličinu i do 120 cm (Zavodnik i sur., 1991). Ovog školjkaša moguće je pronaći u naseljima morskih cvjetnica vrsta *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, 1813, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch. (Box i sur., 2020; García-March i sur., 2007) i *Zostera noltei* Hornemann, 1832 (Rabaoui i sur., 2011; Zavodnik i sur., 1991) te na muljevitim, pjeskovitim i šljunčanim dnima (Acarli i sur., 2020). Bisusnim je nitima pričvršćen za podlogu (Habdija i sur., 2011). Plemenita periska živi na dubinama između 0,5 m do 60 m (Zavodnik i sur., 1991) pri temperaturama između 7 i 28°C, u području saliniteta od 34-40‰ (Butler i sur., 1993). Periska se hrani fitoplanktonom kojeg filtrira iz morske vode (Basso i sur., 2015) no, utvrđeno je kako se manje jedinice zbog blizine sedimentu hrane i detritusom (Davenport i sur., 2011).



Slika 1. Plemenita periska u uvali Javorike, Veli Brijun, 25. studenog 2017. godine, prije masovnih pomora koji su 2020. zahvatili i sjeverni Jadran (snimio Donat Petricioli).

Nažalost, proces razmnožavanja periske je slabo istražen (Basso i sur., 2015). Periska se razmnožava vanjskom oplodnjom, a spolnu zrelost postiže između prve i druge godine starosti (Butler i sur., 1993). Plemenita periska je protandrični hermafrodit, tako da kod nje ne dolazi do samooplodnje (Basso i sur., 2015; De Gaulejac, 1995). Spolni ciklus započinje tijekom ožujka, a završava u kolovozu. Jedinke su u ličinačkom stadiju najmanje mjesec dana (IUCN, 2019) i vrlo su osjetljive na okolišne uvjete (Basso i sur., 2015), što u doba globalnog zatopljenja predstavlja opasnost u očuvanju vrste.

1.4. Masovni pomori plemenite periske u Sredozemnom moru

Brojne ljudske djelatnosti dovele su do globalnog zagrijavanja koje se odrazilo i na morska staništa (Cabanellas-Reboredo i sur., 2019). Sidrenje brodova, ribolov i uništavanje livada morske cvjetnice vrste *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile jedni su od brojnih narušavanja staništa plemenite periske (Öndes i sur., 2020). Masovni pomor plemenite periske prvi puta je zabilježen u ranu jesen 2016. godine u Španjolskoj (Vázquez-Luis i sur., 2017). Nakon toga, zabilježeni su masovni pomori periske u Francuskoj, Italiji, Tunisu, Turskoj i Grčkoj (Čižmek i sur., 2020). U proljeće 2019. godine zabilježen je masovni pomor i u Hrvatskoj u južnim dijelovima Jadrana, koji se do rane jeseni proširio i na sjeverni dio Jadrana (Šarić i sur., 2020). Glavni uzročnik i patogeneza još uvijek nije poznata, no parazitski organizam *Haplosporidium pinnae*, koji je pronađen unutar probavnih žlijezda školjkaša, slabi sposobnost filtracije i uzrokuje funkcionalna oštećenja (Panarese i sur., 2019) povezuje se sa masovnim pomorima. Uz to, molekularnim analizama ustanovljena je u ugibajućim školjkašima prisutnost bakterije *Mycobacterium* sp., koja također ima smrtonosan učinak na plemenitu perisku (Carella i sur., 2019, 2020). Šarić i sur. (2020) navode da je *Mycobacterium* sp. detektiran je u 70% istraživanih jedinki u Jadranu, dok je *Haplosporidium pinnae* detektiran u 58% jedinki što ukazuje na to da oba ova uzročnika uzrokuju smrtnost plemenite periske.

Novijim istraživanjima utvrđena je prirodna hibridizacija između vrste *Pinna rudis* Linnaeus, 1758 i *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 (Kersting i Ballesteros, 2021; Vázquez-Luis i sur., 2021). Naime, ove dvije vrste koegzistiraju na istom području, međutim nisu zabilježena oboljena i smrtnost vrste *P. rudis* (Vázquez-Luis i sur., 2017). Ova pojava bi mogla objasniti rezistenciju novonastalog hibrida na patogene *Haplosporidium pinnae* (Vázquez-Luis i sur., 2021). Potaknuti time, znanstvenici nastoje primijeniti različite metode u cilju spašavanja ove emblematične vrste.

Vidno smanjenje populacije i ugroženost plemenite periske Europska unija pokušava zakonski regulirati temeljem Direktive o staništima te Barcelonskom konvencijom. U Hrvatskoj je plemenita periska strogo zaštićena vrsta sukladno Zakonu o zaštiti prirode (Narodne novine, broj 80/19, 15/18, 14/19, 127/19) i Pravilniku o strogo zaštićenim vrstama (Narodne novine, broj 144/13, 73/16). Na razini Europske Unije proglašena je kritično ugroženom vrstom (IUCN, 2019).

1.5. Korištenje sakupljača za ličinke školjkaša u spašavanju plemenite periske

Masovni pomor plemenite periske diljem Sredozemlja potaknuo je brojne inicijative u cilju spašavanja ove vrste i njezinog staništa. Konzervacijskim planovima i strategijama osnovana su morska zaštićena područja kojim bi se očuvala morska staništa. Uz to, u svrhu očuvanja plemenite periske, uloženi su napor u transplantaciji zdravih jedinki iz područja visoke smrtnosti u područja niže smrtnosti ove vrste koja su se dosada pokazala djelomično uspješnima (Katsanevakis, 2016). Od iznimne je važnosti očuvati zdrave jedinke sa ciljem obnavljanja populacije uz praćenje reproduktivne dinamike vrste (Kersting i García-March, 2017). Jedna od metoda u praćenju obnavljanja populacije je postavljanje sakupljača za ličinke školjkaša (Kersting i sur., 2020). Sakupljači od plastičnih i/ili najlonskih mreža postavljaju se na središnji konop prema željenim dubinama (Kersting i García-March, 2017). Takvi, uranjaju se na prethodno određena područja u ljetnim mjesecima za vrijeme mrijesta plemenite periske (Prado i sur., 2020a). Nakon nekoliko mjeseci, sakupljači se izvlače i detaljno se pregledava obraštaja u potrazi za juvenilnim plemenitim periskama (Cabanellas-Reboredo i sur., 2009; Kersting i García-March, 2017; Prado i sur., 2020a; Prado i sur., 2016). Tijekom pregleda, sakupljači su u kadicama s morskom vodom kako bi se minimizirao stres sakupljenih organizama (Kersting i García-March, 2017), a pronađene juvenilne periske čuvaju se u steriliziranim i oksigeniziranim kadicama (Prado i sur., 2020b). Dodatno, prikupljenim juvenilnim periskama mjere se duljina i širina ljuštore kako bi se odredilo stanje i dob jedinke (Cabanellas-Reboredo i sur., 2009; Kersting i Ballesteros, 2021; Kersting i García-March, 2017; Theodorou i sur., 2015). Prikupljanjem mlađi periske korištenjem sakupljača za ličinke školjkaša pokušava se održati ovu vrstu u zatočeništvu te detaljno ispitati njezinu biologiju i ekologiju kako bi ju se sačuvalo od izumiranja (Kersting i García-March, 2017; Prado i sur., 2021).

1.6. Cilj istraživanja

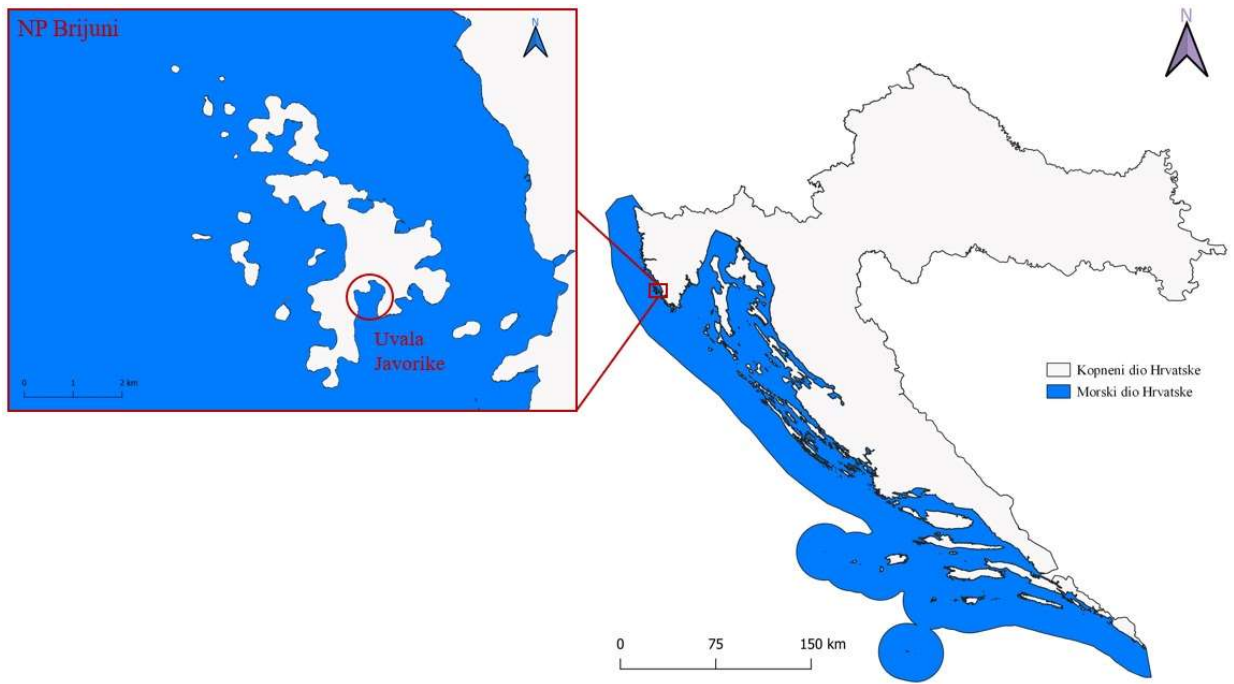
Cilj ovog diplomskog rada bio je utvrditi ukupnu kvalitativnu i kvantitativnu raznolikost organizama, naročito školjkaša, koji su se razvili u četiri i pol mjeseca u obraštaju na sakupljačima ličinki u Nacionalnom parku Brijuni, s posebnim osvrtom na razvoj juvenilnih plemenitih periski.

2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Jadransko more je duboki zaljev Sredozemnog mora, stoga se ono smatra poluzatvorenim morem (Zonn i sur., 2021). Jadran je podijeljen u tri batimetrijske cjeline: sjeverni, srednji i južni Jadran (Fortuna i Holcer, 2015). Sjeverni Jadran je prosječne dubine 35 m što ga čini najplićim dijelom mora. Uz to, zbog utjecaja rijeke Po, okolnog obalnog ribarstva i marikulture, izrazito je eutrofan (Zonn i sur., 2021). Srednji Jadran je prosječne dubine 280 m (Fortuna i Holcer, 2015), a Jabučka kotlina čini granicu između sjevernog i srednjeg Jadrana, dok Palagruški prag odvaja srednji Jadran od južnog, koji je karakterističan po maksimalnoj dubini od 1228 m u Južnojadranskoj kotlini. Strujanjima, vodene mase dolaze iz Jonskog mora uz istočnu obalu Jadranskog mora (Zonn i sur., 2021). Specifična razvedenost istočnojadranske obale utječe na smjer kruženja vodenih masa u Jadranskom moru, posljedično tome i na temperaturu, salinitet i količinu hranjivih tvari u moru (Viličić, 2014), što je najuočljivije u sjevernom Jadranu (Fortuna i Holcer, 2015).

Nacionalni park Brijuni obuhvaća 14 otoka, otočića i hridi smještenih uz zapadnu obalu Istre. Brijunski arhipelag je proglašen nacionalnim parkom 1. studenoga 1983. godine (www.np-brijuni.hr/hr). Današnje granice Nacionalnog parka definirane su 1999. godine te obuhvaćaju otoke, s okolnim morem i podmorjem, tako da ukupna površina iznosi 33,95 km² od čega su najrazvedeniji Veliki Brijun i Mali Brijun. (JU Brijuni, www.np-brijuni.hr/hr). Geomorfološki ovo područje karakteriziraju niske i kamenite obale te šljunčane i pjeskovite uvale (www.np-brijuni.hr/hr). Ovo istraživanje je napravljeno u istočnom kraku uvale Javorike na otoku Velom Brijunu unutar Nacionalnog parka (Slika 2.).

Uvala Javorike je plitka uvala u jugoistočnom dijelu otoka Veliki Brijun. Ona je jedna od zona vrlo stroge zaštite NP Brijuni te u njoj nisu dozvoljene druge aktivnosti osim monitoringa i znanstvenih istraživanja.



Slika 2. Nacionalni park Brijuni, uvala Javorike na Velom Brijunu.

3. METODE I MATERIJALI

Ovaj rad napravljen je u sklopu međunarodnog Horizon 2020 projekta Marine Ecosystem Restoration in Changing European Seas (MERCES). Za istraživanje su dobivena sva potrebna dopuštenja: za rad unutar zaštićenog područja te za rad sa strogo zaštićenom vrstom – plemenitom periskom.

3.1. Postavljanje sakupljača za ličinke školjkaša

Terenski dio istraživanja napravljen je u infralitoralnoj zoni istočnog kraka uvale Javorike (44° 54' 13.54"N; 13° 45' 41.47"E) na otoku Veli Brijun u Nacionalnom parku Brijuni (Slika 2). Na spomenutom području postavljeni su sakupljači ličinki školjkaša koji su se sastojali od mrežastih plastičnih vreća. Mrežaste plastične vreće kupljene u trgovačkom centru izrađene su od čvrstog polipropilena, namijenjene za povrće, veličine 60 x 40 cm. Pojedini sakupljač se sastojao od po tri rahlo postavljene mrežaste vreće umetnute u jednu vanjsku (Slika 3). Sakupljači su postavljeni u triplikatu na tri dubine: na šest, osam i deset metara, ukupno devet sakupljača. Konop na kojem su pričvršćeni sakupljači na dnu je bio otežan kamenom, dok je na površini prazna plastična boca služila kao plovak koje je održavao konop u vertikalnom položaju (Slika 4). Sakupljači ličinki postavljeni su 05. lipnja 2019. godine, u doba kad se mrijeste plemenite periske (Butler i sur., 1993), a podignuti su 23. listopada 2019. godine. Sve vreće sakupljača su odmah po vađenju potopljene u kadice s morskom vodom te su vrlo brzo nakon toga detaljno pregledane. Sav makro-obraštaj koji se razvio na sakupljačima nakon četiri i pol mjeseca u moru pažljivo je sakupljen te konzerviran za daljnju analizu u laboratoriju. Žive juvenilne plemenite periske odvojene su posebne posude u čistu morsku vodu s dodatnim kisikom. Nakon mjerenja transportirane su u Akvarij Pula.



Slika 3. Priprema sakupljača za ličinke školjkaša za stavljanje u more u uvali Javorike (snimila Tatjana Bakran-Petricioli).



Slika 4. Sakupljači za ličinke školjkaša u moru, lijevo: tek postavljeni sakupljači; desno: sakupljač s obraštajem nakon 6 mjeseci provedenih u moru (snimio Donat Petricioli).

3.2. Mjerenje temperature mora

Mjerenje temperature mora napravljeno je malim temperaturnim snimačem HOBO® UA-002-64 Data Logger Pendant® Temperature/Light 64K američke tvrtke Onset® Computers. Ovi snimači mogu dulje vrijeme bilježiti temperaturu mora i spremati ih u memoriju uređaja. Mjerač je postavljen u uvali Javorike na 6 metara dubine te je mjerio temperaturu od 01. siječnja do 31. prosinca 2019. godine. Interval bilježenja temperature bio je 1 sat.

3.3. Determinacija vrsta

Determinacija vrsta izvršena je u laboratoriju uz pomoć nekoliko priručnika: Falciai i Menervini (1996), Milišić (1991), Poppe i Goto (1983), Riedl (1983, 1986) i Teble 1966.

Ispravnost imena vrsta provjerena je na mrežnim stranicama World Register of Marine Species: WoRMS (www.marinespecies.org).

3.4. Statistička obrada podataka i izrada grafičkih prikaza

Podaci dobiveni kvalitativnom i kvantitativnom analizom organizama u obraštaju pohranjeni su u programu Microsoft Excel 365 (međuverzija 13530.20144). Dodatno, podaci su obrađeni u programu PRIMER (verzija 6+).

Shanonov indeks (H) je informacijski indeks raznolikosti kojim se uspoređuje raznolikost neke zajednice i okoliša. Indeks uzima u obzir broj vrsta koje žive u staništu (bogatstvo) i njihovu relativnu brojnost (ujednačenost). Što je veća vrijednost H, to je veća raznolikost vrsta promatrane zajednice (Spatharis i sur., 2011). Shannonov indeks raznolikosti (H) korišten je za određivanje raznolikosti vrsta u obraštaju pronađenim na postavljenim sakupljačima.

$$H = -\sum p_i * \ln(p_i)$$

Σ = zbroj jedinki svih svojti

ln = prirodni logaritam

p_i = udio jedne vrste unutar ukupnog broja jedinki u zajednici

Uz to, Shannonov indeks ujednačenosti vrsta (E_H) unutar zajednice, daje sliku kolika je sličnost abundancije različitih vrsta u istoj zajednici. Vrijednosti se kreću od 0 do 1, gdje 1 označava potpunu ujednačenost abundancija različitih vrsta u zajednici (Kricher, 1972).

$$E_H = H / \ln(S)$$

H = Shannonov indeks raznolikosti

S = ukupan broj vrsta unutar zajednice

Još jedan korišteni indeks za kvantificiranje bioraznolikosti je Simpsonov indeks (D):

$$D = 1 - \sum (n/N)^2$$

gdje je:

D = Simpsonov indeks raznolikosti

n = brojnost jedinki određene vrste

N = ukupna brojnost svih jedinki zajednice

Vrijednosti se kreću između 0 i 1, a vrijednost bliža 1 označava veću bioraznolikost zajednice. Ukoliko je vrijednost 1, tada su jedinke sve iste vrste (McIntosh, 1967).

Za usporedbu sličnosti prisutnosti vrsta prema dubinama na sakupljačima provedena je klaster analiza korištenjem Bray-Curtis indeksa sličnosti. Klaster analiza izrađena je u programu PRIMER (verzija 6+).

Grafički prikazi podataka su izrađeni u programu Microsoft Excel 365 (međuverzija 13530.20144), dok je karta istraživanog područja izrađena u programu QGIS 3.4.6. Ink.

3.5. Procjena rasta plemenite periske u sakupljačima

Procjena rasta plemenite periske, kao i invazivne vrste *Anadara transversa* (Say, 1822), tijekom 140 dana koliko su sakupljači bili u moru napravljena je nestandardnom metodom. Naime, smatra se da periske postaju adultne kad dosegnu prosječnu duljinu ljuštore od 35 cm (García-March i sur., 2007), a vrsta *Anadara transversa* kad dosegne duljinu ljuštore 2,19 cm (Fernández-Rodríguez i sur., 2016). Za svaku jedinku ove dvije vrste (za svaku vrstu posebno) izračunato je koliko je izrasla do hipotetske adultne veličine (u postotku) u 140 dana u moru. U ovoj analizi zanemarena je činjenica da se sve jedinke nisu naselile u sakupljače u isto vrijeme.

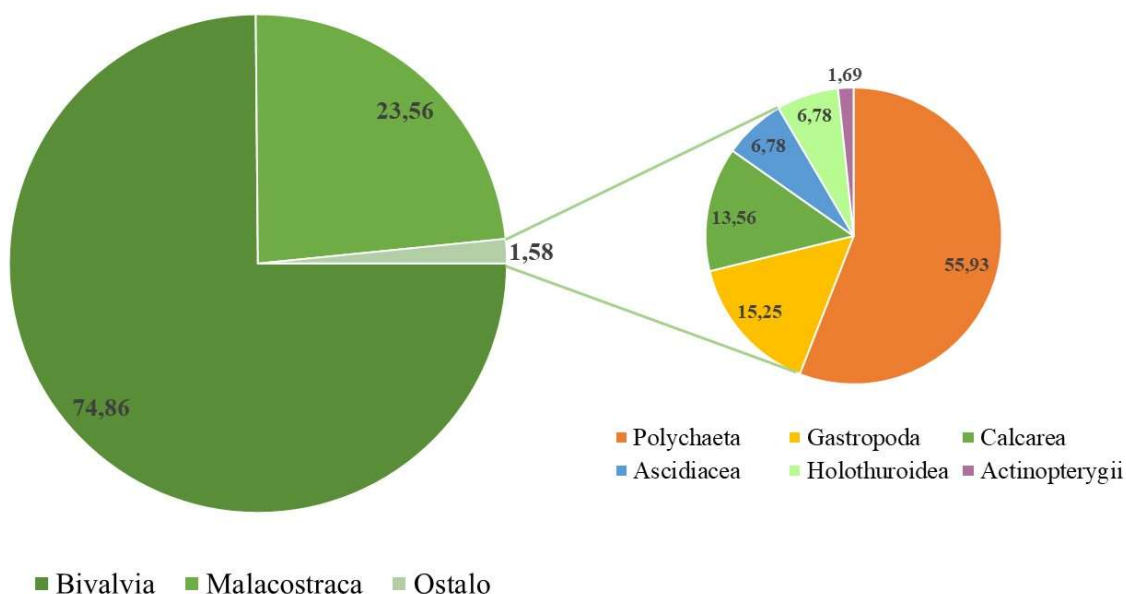
4. REZULTATI

4.1. Sastav i brojnost organizama na sakupljačima

Na postavljenim sakupljačima ličinki školjkaša u uvali Javorike unutar Nacionalnog parka Brijuni, identificirano je 36 svojiti makrobentosa (Tablica 1 u Prilogu 1). U obraštaju dominiraju mekušci: 17 vrsta školjkaša i 3 svojte puževa, te rakovi s 11 svojti. Ostale svojte prisutne su pojedinačno (jedna vrsta spužve te po jedna svojta mnogočetinaša, bodljikaša, mješčićnica i riba).

Ukupna brojnost jedinki u sakupljačima svih replikata jest 3731 jedinki, od čega je na šest metara dubine bila 1223, na osam metara dubine bila je 1357, dok je na deset metara bila 1151 jedinki. Prosječni broj jedinki po sakupljaču bio je $414,6 \pm 102,9$ (u rasponu od 283 jedinke na sakupljaču 1 na 10 m dubine do 658 na sakupljaču 2 na 8 m dubine) (Tablica 1 u Prilogu 1).

Prema udjelu organizama po brojnosti u sakupljačima, ističe se razred Bivalvia s ukupno 74,86% (2793 jedinki) od svih zabilježenih makrobentoskih organizama. Razred Malacostraca u obraštaju sudjeluje sa 23,56% udjela (879 jedinki). Preostalih 1,58% udjela odnosi se na ostale organizme u obraštaju (59 jedinki) od kojih je Polychaeta 55,93% (33 jedinke), Gastropoda 15,25% (9 jedinki), Calcarea 13,56% (8 jedinki), Ascidiacea 6,78% (4 jedinke), Holothuroidea 6,78% (4 jedinke) i Actinopterygii 1,69% (1 jedinka) (Slika 5).



Slika 5. Udio organizama različitih skupina na sakupljačima ličinki u ukupnoj brojnosti izražen u postocima.

Na dubini od šest metara, najbrojnija vrsta školjkaša je *Limaria hians* (Gmelin, 1791), zatim *Flexopecten glaber* (Linnaeus, 1758), te *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791) i *Limaria tuberculata* (Olivi, 1792) (Tablica 1).

Tablica 1. Brojnost vrsta školjkaša na sakupljačima ličinki u uvali Javorike na dubini od šest metara.

6m	Vrsta	Brojnost
	<i>Flexopecten flexuosus</i> (Poli, 1795)	2
	<i>Flexopecten hyalinus</i> (Poli, 1795)	3
	<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	4
	<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	8
	<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)	18
	<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758	26
	<i>Anadara transversa</i> (Say, 1822)	45
	<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	68
	<i>Limaria tuberculata</i> (Olivi, 1792)	120
	<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	126
	<i>Flexopecten glaber</i> (Linnaeus, 1758)	144
	<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	333

Najbrojnija vrsta školjkaša na dubini od osam metara bila je također vrsta *Limaria hians* (Gmelin, 1791). Nešto manja brojnost je vrste *Anadara transversa* (Say, 1822), te zatim slijede vrste *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791), *Flexopecten glaber* (Linnaeus, 1758) i *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758 (Tablica 2).

Tablica 2. Brojnost vrsta školjkaša na sakupljačima ličinki u uvali Javorike na dubini od osam metara.

8m	Vrsta	Brojnost
	<i>Acanthocardia tuberculata</i> (Linnaeus, 1758)	1
	<i>Mytilaster minimus</i> (Poli, 1795)	1
	<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	2
	<i>Polititapes aureus</i> (Gmelin, 1791)	3
	<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	4
	<i>Flexopecten flexuosus</i> (Poli, 1795)	7
	<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758	22
	<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	30
	<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)	53
	<i>Limaria tuberculata</i> (Olivi, 1792)	60
	<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	131
	<i>Flexopecten glaber</i> (Linnaeus, 1758)	141
	<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	158
	<i>Anadara transversa</i> (Say, 1822)	196
	<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	233

Na dubini od deset metara najbrojnija vrsta školjkaša bila je *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791). Potom po brojnosti slijede vrste *Anadara transversa* (Say, 1822), *Flexopecten glaber* (Linnaeus, 1758) i *Limaria tuberculata* (Olivi, 1792) (Tablica 3).

Tablica 3. Brojnost vrsta školjkaša na sakupljačima ličinki u uvali Javorike na dubini od deset metara.

10m	Vrsta	Brojnost
	<i>Flexopecten flexuosus</i> (Poli, 1795)	1
	<i>Flexopecten hyalinus</i> (Poli, 1795)	1
	<i>Polititapes aureus</i> (Gmelin, 1791)	1
	<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	3
	<i>Modiolus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)	3
	<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	4
	<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	9
	<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758	24
	<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)	41
	<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	69
	<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	95
	<i>Limaria tuberculata</i> (Olivi, 1792)	120
	<i>Flexopecten glaber</i> (Linnaeus, 1758)	125
	<i>Anadara transversa</i> (Say, 1822)	163
	<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	195

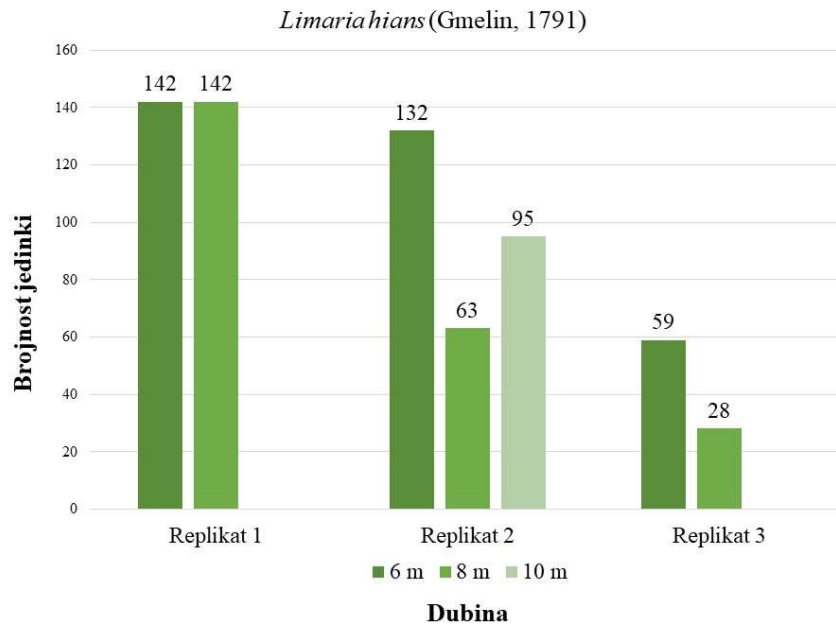
Najbrojnije vrste rakova prisutne u sakupljačima bile su *Palaemon elegans* Rathke, 1836 s ukupno 389 jedinki u svim sakupljačima zajedno, zatim *Pisidia longicornis* (Linnaeus, 1767) s ukupno 351 jedinkom te *Pilumnus hirtellus* (Linnaeus, 1761) sa 72 jedinke (Tablica 1 u Prilogu 1).

4.2. Najbrojnije vrste školjkaša na sakupljačima

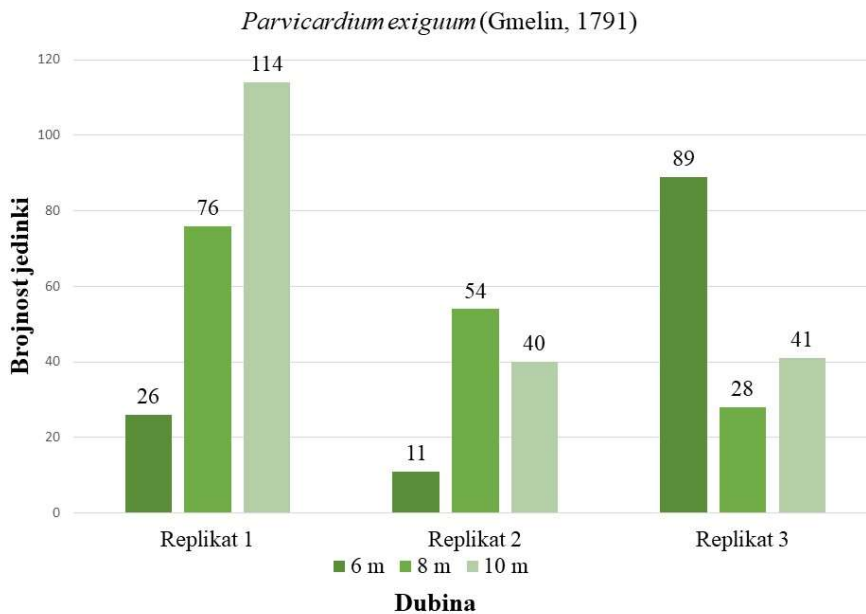
Brojnost jedinki po replikatima i dubinama prikazana je za najbrojnije vrste školjkaša u sakupljačima, od najbrojnije vrste prema manje brojnim vrstama: *Limaria hians* (Slika 6), *Parvicardium exiguum* (Slika 7), *Flexopecten glaber* (Slika 8), *Anadara transversa* (Slika 9), *Limaria tuberculata* (Slika 10) i *Ostrea edulis* (Slika 11).

Veličine (duljine) najbrojnih školjkaša prikazane su u Prilogu 2, slike 1 do 5. Duljina jedinki školjkaša *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758, također brojnog na sakupljačima (n = 268) bila

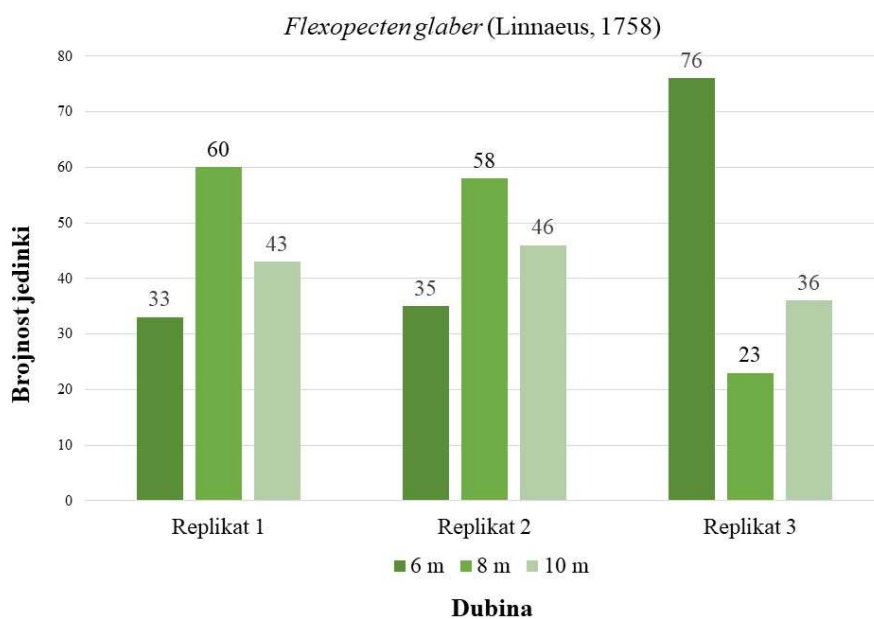
je od 0,8 do 3,0 cm no zbog njihove morfologije, a i načina na kojih su bile pričvršćene nije ih bilo moguće točno izmjeriti (oštećene ljuštore).



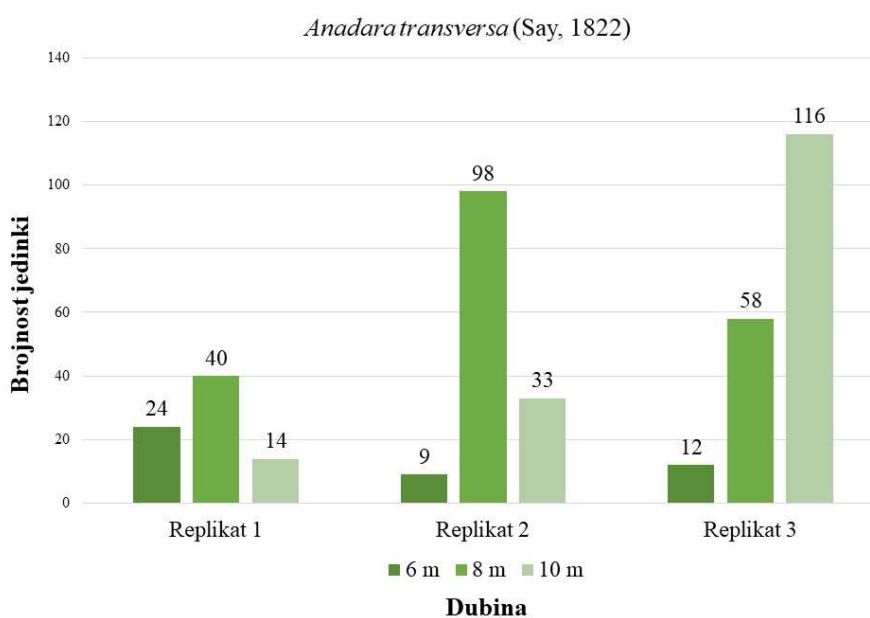
Slika 6. Brojnost jedinki *Limaria hians* (Gmelin, 1791) u tri replikata s obzirom na dubinu (ukupno 661 jedinka).



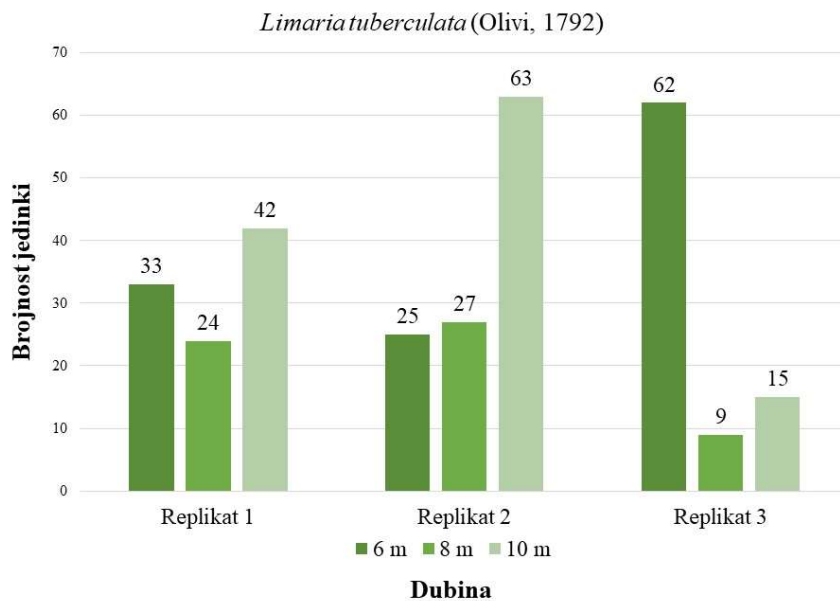
Slika 7. Brojnost jedinki *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791) u tri replikata s obzirom na dubinu (ukupno 479 jedinki).



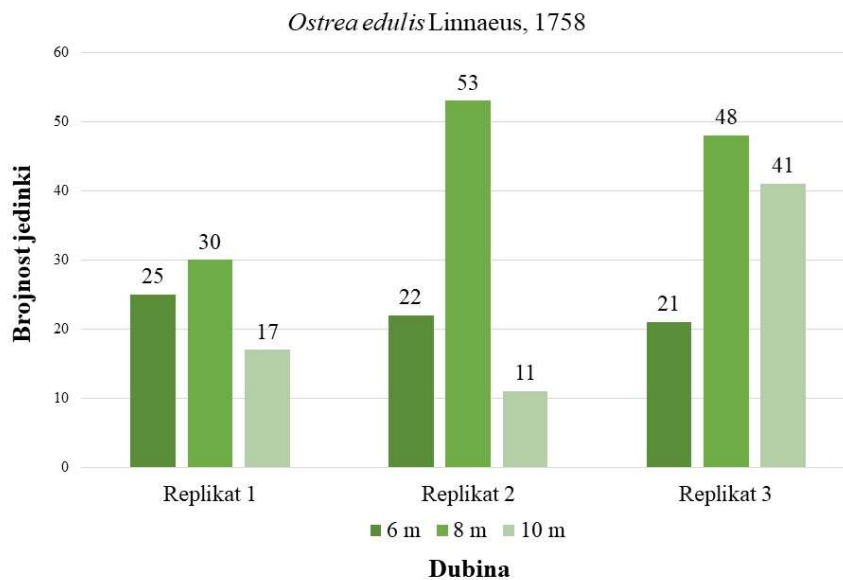
Slika 8. Brojnost jedinki *Flexopecten glaber* (Linnaeus, 1758) u tri replikata s obzirom na dubinu (ukupno 410 jedinki).



Slika 9. Brojnost jedinki *Anadara transversa* (Say, 1822) u tri replikata s obzirom na dubinu (ukupno 404 jedinke).



Slika 10. Brojnost jedinki *Limaria tuberculata* (Olivi, 1792) u tri replikata s obzirom na dubinu (ukupno 300 jedinki).



Slika 11. Brojnost jedinki *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758 u tri replikata s obzirom na dubinu (ukupno 268 jedinki).

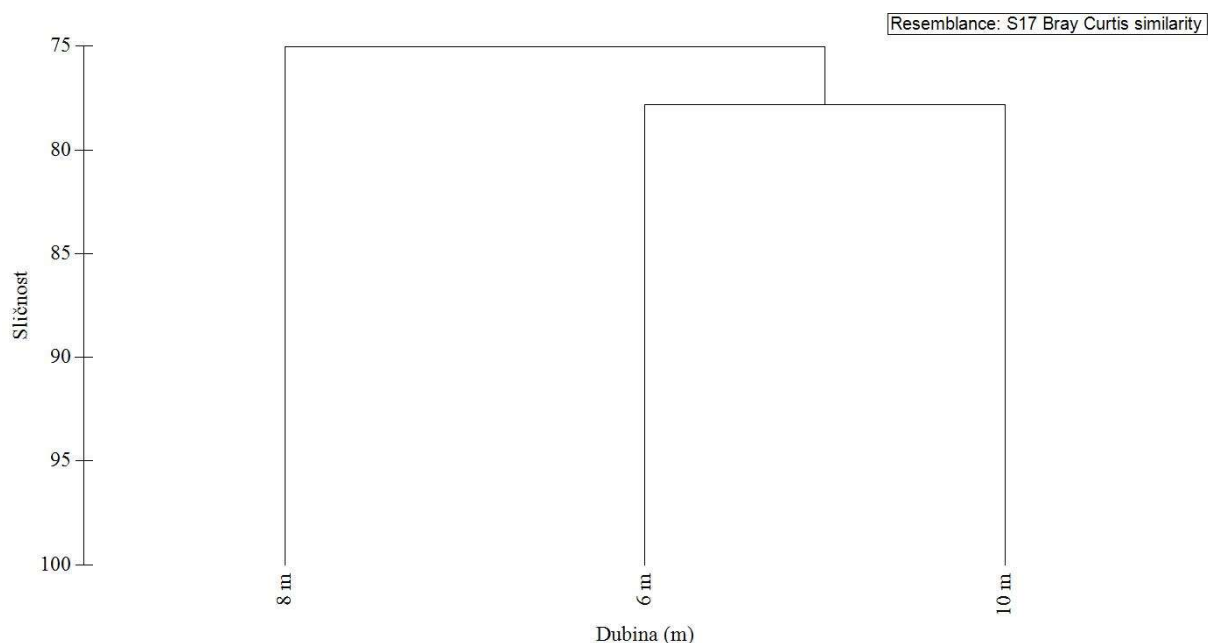
4.3. Raznolikost obraštajne zajednice na sakupljačima

Shannonov indeks bioraznolikosti (H) cjelokupne obraštajne zajednice na sakupljačima je $H = 0,3$. Ako promatramo različite dubine sakupljača Shannonov indeks bioraznolikosti na šest metara dubine je $H = 0,32$, na osam metara $H = 0,33$ te na deset metara $H = 0,35$.

Shannonov indeks ujednačenosti (E_H) obraštajne zajednice je $E_H = 0,084$, dok je na dubini šest metara $E_H = 0,091$, na osam metara $E_H = 0,093$, a na deset metara dubine $E_H = 0,099$.

Simpsonov indeks bioraznolikosti (D) obraštajne zajednice je $D = 0,895$. Vrijednosti Simpsonovog indeksa po dubinama su $D = 0,86$ na šest metara, $D = 0,89$ na osam metara te $D = 0,9$ na deset metara.

Klaster analiza korištenjem Bray-Curtis indeksa sličnosti pokazala je da su sve razvijene zajednice na sakupljačima vrlo slične, no najbližnje su zajednice na sakupljačima na šest i deset metara (Slika 12).



Slika 12. Dendrogram klaster analize korištenjem Bray-Curtis indeksa sličnosti pokazuje veliku sličnost sastava zajednica na različitim dubinama.

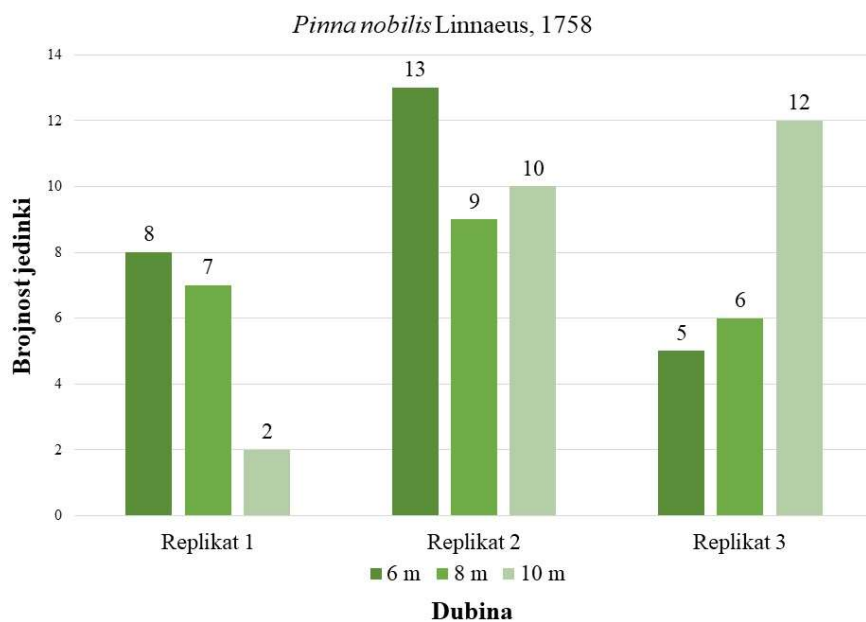
4.4. Plemenita periska u sakupljačima ličinki

Na sakupljačima su pronađene ukupno 72 jedinke plemenite periske, koje su vrlo pažljivo škaricama izrezivane s plastične mreže kolektora da se ne ošteti bisusna žlijezda (Slika 13). Brojnost jedinki prema replikatima i dubinama prikazana je na Slici 14.

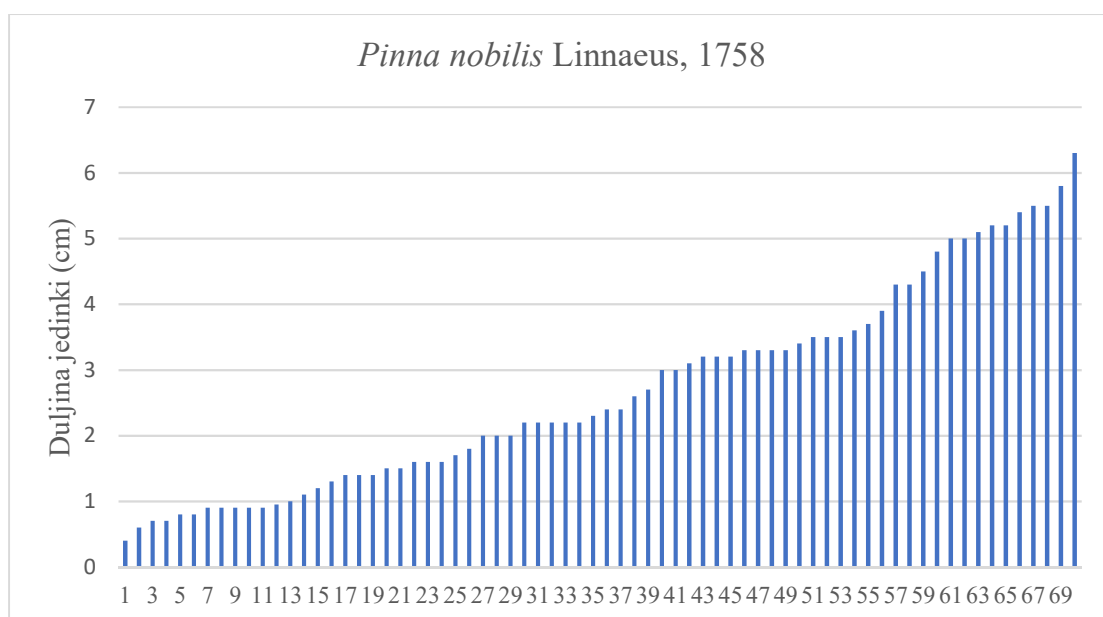


Slika 13. Žive plemenite periske prikupljene u sakupljačima za ličinke školjkaša (snimila Tatjana Bakran-Petricioli).

Dvjema jedinkama bile su toliko oštećene obje ljuštore da nije bilo moguće izmjeriti duljinu i širinu. Mjerenjem veličine ljuštura utvrđeno je 26 jedinki manjih od 1,99 cm duljine, 30 jedinki duljine ljuštore između 2 i 3,99 cm te 14 jedinki većih od 4 cm. Najveća izmjerena duljina ljuštore je 6,3 cm, a najmanja 0,4 cm. Nije zabilježeno grupiranje jedinki po veličini (Slika 15), što bi ukazivalo na više valova naseljavanja.



Slika 14. Brojnost jedinki *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 u tri replikata s obzirom na dubinu.



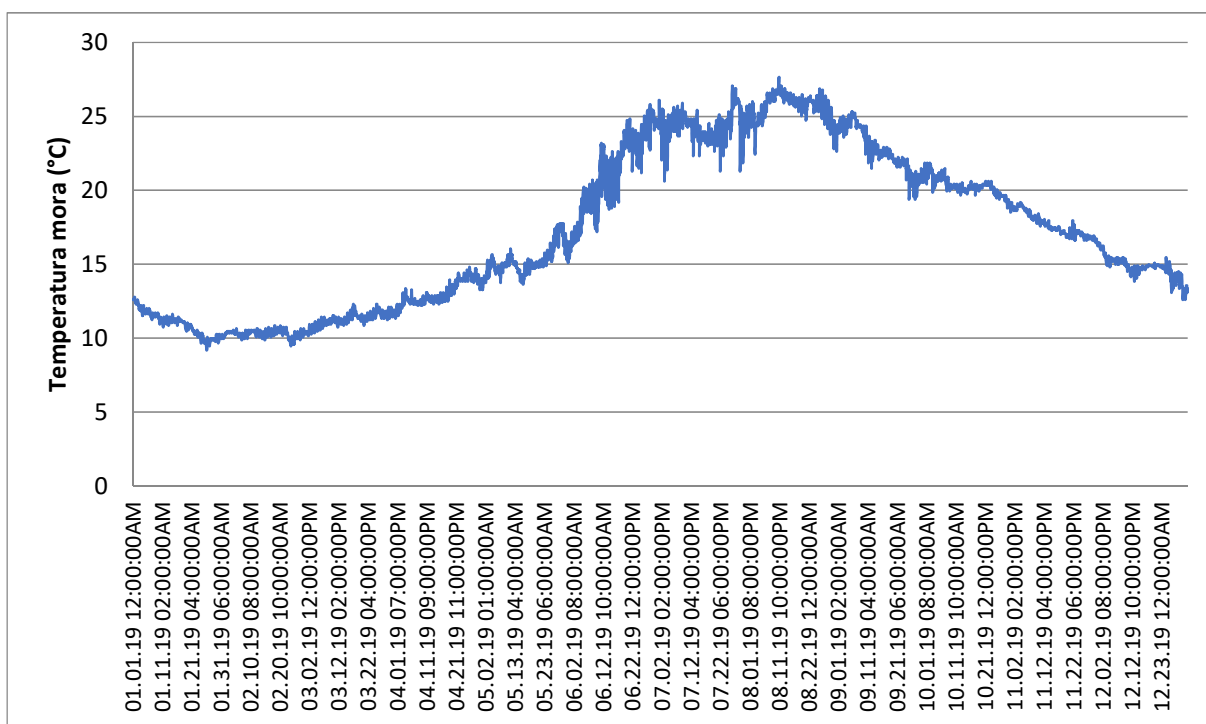
Slika 15. Duljina jedinki plemenite periske na sakupljačima (n = 70)

Juvenilne plemenite periske u sakupljačima u 140 dana koliko su bili u moru prosječno su dosegule 7,7% duljine do adultne veličine (35 cm, García-March i sur., 2007). Pri tome je najmanja jedinka dosegula 1,1% adultne veličine, a najveća 18%. Za usporedbu, kroz isto je

vrijeme invazivna vrsta školjkaša *Anadara transversa* (Say, 1822) prosječno narasla 21,6% do adultne veličine (2,19 cm, Fernández-Rodríguez i sur., 2016), jedinka najmanje duljine dosegula je 9,2% adultne veličine, a najveća jedinka 45,8%.

4.5. Temperatura mora

Rezultati mjerenja temperature mora u uvali Javorike na šest metara dubine mjereni kroz godinu dana (2019. godina) prikazani su na Slici 16. Najniža zabilježena temperatura bila je 9,2°C 26. siječnja 2019., a najviša od 27,7 °C 11. kolovoza 2019. godine.



Slika 16. Temperatura mora u uvali Javorike na 6 m dubine zabilježena trajnim temperaturnim snimačima u periodu od 01. 01. do 31. 12. 2019. godine (interval bilježenja je bio 1 sat).

5. RASPRAVA

Zaštićena morska područja namijenjena su dugoročnom očuvanju prirode i praćenju ekološkog sustava. Nacionalni park Brijuni kao jedno od takvih područja poslužilo je u ovom radu kao područje istraživanja sastava i brojnosti obraštajnih organizama u sakupljačima za ličinke školjkaša načinjenim od mrežastih plastičnih vreća. Ovi su organizmi prikladni za ocjenu kvalitete okoliša zbog svog sesilnog načina života (Slišković i sur., 2003). Sakupljači su primarno bili namijenjeni za praćenje naseljavanja plemenite periske no u njima se razvila vrlo bogata obraštajna zajednica (Tablica 1 u Prilogu 1). U njoj su dominirali školjkaši (74,9%) s ukupno 2793 jedinke (Slika 5) od čega najviše *Limaria hians* (Gmelin, 1791). Zatim, razred Malacostraca (23,6%) sa 879 jedinki gdje dominiraju *Palaemon elegans* Rathke 1836 (389 jedinki) i *Pisidia longicornis* (Linnaeus, 1767) (351 jedinka) (Slika 5, Tablica 1 u Prilogu 1). Ostali organizmi čine 1,6% obraštaja (Slika 5). Najmanje brojne svojte obraštaja pripadaju razredima Polychaeta, Gastropoda, Calcaracea, Ascidiacea, Holothuroidea te Actinopterygii (Slika 5, Tablica 1 u Prilogu 1). Sastav razvijene zajednice je vrlo sličan na svim dubinama, a osobito na šest i deset metara (Slika 12). Vrijednosti dobivene Shannonovim indeksom ($H = 0,3$) i Simpsonovim indeksom bioraznolikosti ($D = 0,895$) ukazuju na vrlo bogat sastav obraštajne zajednice. Shannonov indeks ujednačenosti ($E_H = 0,084$) je vrlo nizak što također upućuje na raznolikost cjelokupnog obraštaja. Vrijednosti istih indeksa promatrane na različitim dubinama u svim replikatima su približno jednake. Najveća bioraznolikost prema istim indeksima je na deset metara dubine ($H = 0,35$; $D = 0,9$).

Na postavljenim sakupljačima najbrojnije vrste školjkaša bile su *Limaria hians* (661 jedinka) (Slika 6), *Parvicardium exiguum* (479 jedinki) (Slika 7), *Flexopecten glaber* (410 jedinki) (Slika 8), *Anadara transversa* (404 jedinke) (Slika 9) i *Limaria tuberculata* (300 jedinki) (Slika 10). Na sličnim sakupljačima postavljenim u Tarantskom zaljevu u obraštaju je bilo prisutno tek 26,6% školjkaša (Prato i sur., 2016). U svim replikatima sa šest i osam metara dubine, najbrojnija je vrsta *L. hians* (Tablica 1 i Tablica 2) dok je školjkaš *P. exiguum* najbrojniji na deset metara (Tablica 3) jer je bliži dnu i sedimentu što je njegovo primarno stanište (Rueda i sur., 2001). U drugim regijama Sredozemnog mora dominantne vrste su također *L. hians*, *F. glaber* te *L. tuberculata* (Cabanellas-Reboredo i sur., 2009; Papa i sur., 2021; Prato i sur., 2016). Velika brojnost vrste *P. exiguum* u obraštajnim zajednicama Sredozemnog mora (Guerra-García i sur.,

2021) pojavljuje se zato jer ovaj školjkaš u toplijem moru ima dulji period mrijesta (Lastra i sur., 1993) što nije slučaj u Sjevernom moru gdje su temperature niže (Rasmussen, 1973). Više temperature mora od svibnja do studenoga 2019. godine (Slika 16) pogodovale su duljem razdoblju mrijesta *P. exiguum* u uvali Javorike, što je rezultiralo njegovom velikom brojnošću u obraštaju. Sličnost u sastavu školjkaša na sakupljačima diljem Sredozemlja moguće je objasniti približno jednakim ekološkim uvjetima staništa te postavljanju sakupljača u doba mrijesta navedenih vrsta školjkaša. Mrežasti plastični sakupljači svojom su strukturom pogodovali naseljavanju mnogih školjkaša koji se za supstrat prihvaćaju bisusnim nitima. Tako je vrsta *Limaria hians* (Gmelin, 1791) bila najbrojniji organizam u sakupljačima na Brijunima. Bisusnim nitima pričvršćuje se za supstrat te uz nakupljanje detritusa formira gnijezdo (Hall-Spencer i Moore, 2000). Konstrukcija postavljenih sakupljača načinjenih od polipropilenskih niti pogodovala je gniježdenju vrste *Limaria hians* kao i vrste *Limaria tuberculata* (Kilburn, 1998). Izrada kompaktnog gnijezda navedenih vrsta s plastičnim mrežastim nitima sakupljača stvorila je zaštitu od predatora što je rezultiralo njihovom većom brojnošću u obraštaju. U sastavu obraštajnih zajednica kamenica je često najveće brojnosti (Acarli i sur., 2011; Giangrande i sur., 2020; Guerra-García i sur., 2021), što nije slučaj na postavljenim sakupljačima u Nacionalnom parku Brijuni premda ona jest jedna od brojnijih vrsta. Istraživanjem De-la-Torre i sur. (2021) utvrđeno je kako većinu plastičnog materijala ljudskog porijekla sesilni organizmi uspješno koriste za svoje stanište.

Obraštaj s povećanom brojnošću školjkaša idealno je hranilište i sklonište brojnim rakovima. U promatranoj obraštajnoj zajednici najbrojnije vrste rakova bile su *Palaemon elegans* (389 jedinki), zatim *Pisidia longicornis* (351 jedinka) te *Pilumnus hirtellus* (72 jedinke) (Tablica 1 u Prilogu 1). Vrsta *P. elegans* pretežno se hrani detritusom (Janas i Baranska, 2008) zbog čega je u velikom broju prisutna u obraštaju. Prema radu Hall-Spencer i sur. (2000), u opisanim gnijezdima školjkaša *L. hians*, među brojnijim vrstama pronađen je rak *P. longicornis*. Pretpostavlja se kako su ove dvije vrste u komenzalnom odnosu gdje rak djeluje kao čistač u gnijezdu školjkaša. Na sličan način je rak *P. hirtellus* često prisutan u obraštaju (Dogan i sur., 2008; Gonzalez-Silvera i sur., 2015).

Vrsta *Anadara transversa* (Say, 1822) taksonomski pripada porodici Arcinidae (Albano i sur., 2009). Rod *Anadara* sadrži sedam vrsta koje se mogu pronaći u Sredozemnom moru, od čega su čak pet vrsta invazivnih (Zenetos i sur., 2010; Çinar i sur., 2011.; Nerlović i sur., 2012a). Indopacifička vrsta *Anadara transversa* (Say, 1822)

(Lodola i sur., 2011) je po prvi put zabilježena u Sredozemnom moru na području Turske 1972. godine (Demiri, 1977; Lodola i sur., 2011), a u hrvatskom dijelu Jadrana pronađena je u Lirskom zaljevu 2012. godine (Nerlović i sur. 2012b). Točan uzrok širenja areala ove alohtone vrste nije utvrđen, no smatra se kako je unesena balastnim vodama i uvozom proizvoda marikulture (Nerlović i sur. 2012a; Nerlović i sur., 2012b). U Hrvatskoj su jedinice vrste *A. transversa* pronađene na pergolarima uzgajanih kamenica (Nerlović i sur., 2012b). Unutar obraštaja, ova invazivna vrsta je snažan kompetitor u ishrani autohtonim vrstama, osobito kamenici (*Ostrea edulis* Linnaeus, 1758) (Fernández-Rodríguez i sur., 2016). Veća brojnost ove vrste u obraštaju (ukupno 404 jedinice, Tablica 1 u Prilogu 1) na sakupljačima u odnosu na brojnost kamenice (ukupno 268 jedinice) to i potvrđuje. U sakupljačima je zabilježen kontinuiran rast vrste *Anadara transversa* (Slika 4 u Prilogu 2). U 140 dana koliko su sakupljači bili u moru ovaj invazivni školjkaš prosječno je narastao 21,6% do adultne veličine (2,19 cm, Fernández-Rodríguez i sur., 2016), jedinica najmanje duljine dosegula je 9,2% adultne veličine, a najveća jedinica 45,8%. Za usporedbu, kroz isto je vrijeme juvenilne plemenite periske u sakupljačima prosječno su dosegule 7,7% duljine do adultne veličine (35 cm, García-March i sur., 2007). Pri tome je najmanja jedinica dosegula 1,1% adultne veličine, a najveća 18% (Slika 15). To ukazuje na intenzivnije razmnožavanje (ukupno je u sakupljačima bilo 72 jedinice plemenite periske) i brži rast ove invazivne vrste u odnosu na plemenitu perisku. Takvim naseljavanjem na sakupljače *A. transversa* zauzima potencijalno stanište plemenitoj periski.

Plemenita periska *Pinna nobilis*, za čije ličinke su sakupljači prvenstveno bili namijenjeni, bila je prilično zastupljena u obraštaju (72 jedinice) (Tablica 1 u Prilogu 1). Brojnost jedinice s obzirom na dubinu je skoro ujednačena jer je pri šest metara prikupljeno 26 jedinice, na osam metara 22, a na deset metara 24 jedinice (Slika 14, Tablica 1 u Prilogu 1). Pretpostavlja se kako su ličinke *P. nobilis* sklonije odabiru supstrata sakupljača postavljenih na manjim dubinama (do 8,5 metara, Kersting i García-March, 2017). Razlika u brojnosti jedinice nešto je veća s obzirom na replikate. U replikatu 1 naraslo je 17 jedinice, u replikatu 2 32 jedinice, a u replikatu 3 23 jedinice plemenite periske (Slika 14, Tablica 1 u Prilogu 1). Juvenilne jedinice plemenite periske imale su kontinuiran rast na sakupljačima, nisu uočena grupiranja prema veličini koja bi ukazivala na više valova naseljavanja (Slika 15). Najmanja izmjerena duljina ljuštore juvenilne periske je 0,4 cm što je tek 1,1% duljine do adultne veličine, dok najveća izmjerena duljina ljuštore

iznosi 6,3 cm što je 18% duljine do adultne veličine jedinke. Praćenjem dinamike rasta juvenilnih jedinki periske utvrđeno je kako one najbrže rastu do prve godine (Basso i sur., 2015; Kersting i García-March, 2017). Mnogi faktori poput temperature i dostupnosti hranjivih tvari mogu utjecati na rast ljuštare (Kersting i García-March, 2017). Visoke temperature mora mogu pridonijeti povećanoj smrtnosti plemenite periske (García-March i sur., 2020). Najviše temperature mora u uvali Javorike izmjerene su u doba mrijesta periske (Slika 16) kada su ličinke najosjetljivije na ekološke uvjete (Kersting i García-March, 2017).

Osjetljivost ovog školjkaša najbolje se očituje u masovnom pomoru koji je započeo 2016. godine u zapadnom Sredozemnom moru. Na mnogim područjima diljem španjolske obale zabilježena je smrtnost viša od 90% (Vázquez-Luis i sur., 2017). Smatra se kako se parazit *Haplosporidium pinnae*, uzročnik bolesti periske, morskim strujama širio Sredozemljem te naposljetku kroz Otrantska vrata došao i do Jadranskog mora (Čižmek i sur., 2020). Prema podacima prikupljenima sa sakupljača ličinki školjkaša u uvali Javorike 2019. godine još nije zabilježen pomor plemenite periske (Kersting i sur., 2020). U jesen iste godine na području srednjeg Jadrana (Nacionalni park Telašćica) i južnog Jadrana (Elafitski otoci) ustanovljena je smrtnost periske između 37% i 100% (Čižmek i sur., 2020). Nadalje, pomor plemenite periske zabilježen je i u istočnim dijelovima Sredozemlja, sve do Turske (Özalp i Kersting, 2020). U lipnju 2020. godine masovni pomor je zahvatio plemenite periske i u Nacionalnom parku Brijuni (Bakran-Petricioli, osobno zapažanje).

Znanstvena zajednica ulaže velike napore u svrhu spašavanja plemenite periske od izumiranja. Često se koriste sakupljači ličinki školjkaša za praćenje i procjenu novih nasada i obnavljanje populacije (Cabanellas-Reboredo i sur., 2009; García-March i sur., 2020; Kersting i sur., 2020; Kersting i García-March, 2017; Prado i sur., 2020). Budući da je uvala Javorike plitka, sakupljači su postavljeni do deset metara dubine, no mogu biti postavljeni između 0,5 i 20 metara (García-March i sur., 2020). Sakupljači su prvenstveno namijenjeni ličinkama periske stoga su kratkotrajno postavljeni isključivo u doba mrijesta. Za dugotrajno praćenje dinamike rasta populacije, sakupljači mogu biti u moru do godinu dana (García-March i sur., 2020) ili više (Kersting i García-March, 2017). Analizom ovakvih sakupljača ličinki saznajemo više o biologiji i ekologiji plemenite periske što bi moglo pomoći u razvoju strategija za očuvanje ove kritično ugrožene endemske vrste. Prihvaćanje ličinki periske na postavljene sakupljače u Nacionalnom

parku Brijuni ulijeva nadu u obnavljanje populacije. Naime, to ukazuje da još uvijek u prirodi postoje adultne plemenite periske koje se uspješno mrijeste. Klimatske promjene i širenje parazita *Haplosporidium pinnae* će zasigurno i dalje djelovati na pomor plemenite periske, no opstanak potencijalno otpornih jedinki u prirodi kao i održavanje odraslih jedinki i ličinki u kontroliranim uvjetima u akvarijima (*ex-situ*) moglo bi spasiti ovoga školjkaša od potpunog izumiranja.

6. ZAKLJUČCI

- Na postavljenim sakupljačima ličinki školjkaša u uvali Javorike unutar Nacionalnog parka Brijuni, zabilježeno je 36 svojta makrobentosa, od čega su najbrojniji bili školjkaši sa 17 vrsta (74,9%, ukupno 2793 jedinke), zatim rakovi sa 11 svojti (23,6%, ukupno 879 jedinki), dok su ostale svojte (1,58%, 118 jedinki) bile prisutne pojedinačno.
- Ukupna brojnost svih organizama u sakupljačima bila je 3731 jedinka, od čega su na šest metara dubine bile 1223 jedinke, na osam metara 1357, a na deset metara 1151 jedinka.
- Najbrojnije vrste u sakupljačima bili su školjkaši: *Limaria hians* (ukupno 661 jedinka), *Parvicardium exiguum* (ukupno 479 jedinki), *Flexopecten glaber* (ukupno 410 jedinki), *Anadara transversa* (ukupno 404 jedinke), *Limaria tuberculata* (ukupno 300 jedinki) i *Ostrea edulis* (ukupno 268 jedinki).
- U sakupljačima su ukupno zabilježene 72 juvenilne jedinke vrste *Pinna nobilis* za koju su sakupljači primarno i bili namijenjeni. Na šest metara dubine bilo je 26 jedinki, na osam metara 22, a na deset metara 24 jedinke plemenite periske. Najmanja duljina ljuštore periske bila je 0,4 cm, a najveća 6,3 cm. Nisu uočena grupiranja prema veličini koja bi ukazivala na više valova naseljavanja.
- Naseljavanje ličinki plemenite periske u sakupljače ukazuje da je 2019. godine u okolišu bilo dovoljno adultnih jedinki koje su se uspješno mrijestile.
- Shannonov ($H = 0,3$) i Simpsonov indeks bioraznolikosti ($D = 0,895$) ukazuju na vrlo bogat sastav obraštajne zajednice. Shannonov indeks ujednačenosti ($E_H = 0,084$) također upućuje na raznolikost cjelokupnog obraštaja. Nisu utvrđene razlike u raznolikosti među replikatima na različitim dubinama.
- U obraštaju svojom brojnošću istaknula se invazivna vrsta *Anadara transversa* (ukupno 404 jedinke). Njeno intenzivnije razmnožavanje i brži rast u odnosu na kamenicu i plemenitu perisku ukazuje na snažan potencijal ove vrste u kompeticiji za hranu i stanište.

LITERATURA

Aleem, A. A., 1957. Succession of marine fouling organisms on test panels immersed in deep-water at la Jolla, California. *Hydrobiologia* 11, 40–58. doi.org/10.1007/BF00021007

Abed, R.M.M., Al Fahdi, D., Muthukrishnan, T., 2019. Short-term succession of marine microbial fouling communities and the identification of primary and secondary colonizers. *Biofouling* 35, 526–540. doi.org/10.1080/08927014.2019.1622004

Acarli, S., Acarli, D., Kale, S., 2020. Current Status of Critically Endangered Fan Mussel *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) Population in Çanakkale Strait, Turkey. *Marine Science and Technology Bulletin* 10 (1), 62-70. doi.org/10.33714/masteb.793885

Acarli, S., Lok, A., Acarli, D., 2011. Preliminary spat settlement of fan mussel *Pinna nobilis* Linnaeus 1758 on a mesh bag collector in Karantina Island (Eastern Aegean Sea, Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin* 20, 2501–2507.

Agostini, V.O., Macedo, A.J., Muxagata, E., Pinho, G.L.L., 2019. Surface coatings select their micro and macrofouling communities differently on steel. *Environmental Pollution* 254, 113086. doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113086

Albano, P. G., Rinaldi, E., Evangelisti, F., Kuan, M., Sabelli, B., 2009. On the identity and origin of *Anadara demiri* (Bivalvia: Arcidae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 89 (06), 1289.

Amara, I., Miled, W., Slama, R.B., Ladhari, N., 2018. Antifouling processes and toxicity effects of antifouling paints on marine environment. A review. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 57, 115–130. doi.org/10.1016/j.etap.2017.12.001

Antizar-Ladislao, B., 2008. Environmental levels, toxicity and human exposure to tributyltin (TBT)-contaminated marine environment. A review. *Environment International* 34, 292–308. doi.org/10.1016/j.envint.2007.09.005

Bakran-Petricioli, T., Smital, T., Petricioli, D., Mlinarić, D., 2015. Obraštaj na plinskim platformama u Jadranu kao pokazatelj stanja okoliša. *Nafta i plin* 35, 72–80.

Bannister, J., Sievers, M., Bush, F., Bloecher, N., 2019. Biofouling in marine aquaculture: a review of recent research and developments. *Biofouling* 35, 631–648. doi.org/10.1080/08927014.2019.1640214

Basso, L., Vázquez-Luis, M., García-March, J.R., Deudero, S., Alvarez, E., Vicente, N., Duarte, C.M., Hendriks, I.E., 2015. The Pen Shell, *Pinna nobilis* *Advances in Marine Biology*. Elsevier, str. 109–160. doi.org/10.1016/bs.amb.2015.06.002

Bertness, M.D., Callaway, R., 1994. Positive interactions in communities. *Trends in Ecology & Evolution* 9, 191–193. doi.org/10.1016/0169-5347(94)90088-4

Binsy, M.K., Amina, S., 2018. Pioneer communities in biofouling succession on the Valiyazheekal Harbour, Kerala, India. *Journal of Applied Zoological Researches* 29, 128–154.

Box, A., Capó, X., Tejada, S., Catanese, G., Grau, A., Deudero, S., Sureda, A., Valencia, J.M., 2020. Reduced Antioxidant Response of the Fan Mussel *Pinna nobilis* Related to the Presence of *Haplosporidium pinnae*. *Pathogens* 9, 932. doi.org/10.3390/pathogens9110932

Bratoš, A., Glamuzina, B., Benović, A., 2004. Hrvatsko školjkarstvo - prednosti i ograničenja. *Naše more* 51, 59–62.

Bridier, A., Briandet, R., Bouchez, T., Jabot, F., 2014. A model-based approach to detect interspecific interactions during biofilm development. *Biofouling* 30, 761–771. doi.org/10.1080/08927014.2014.923409

Brown, N.E.M., Milazzo, M., Rastrick, S.P.S., Hall-Spencer, J.M., Therriault, T.W., Harley, C.D.G., 2018. Natural acidification changes the timing and rate of succession, alters community structure, and increases homogeneity in marine biofouling communities. *Global Change Biology* 24, e112–e127. doi.org/10.1111/gcb.13856

Butler, A.J., Vicente, N., De Gaulejac, B., 1993. Ecology of the pteroid bivalves *Pinna bicolor* Gmelin and *Pinna nobilis* Linnaeus. *Marine Life* 3, 37–45.

Cabanellas-Reboredo, M., Deudero, S., Alós, J., Valencia, J.M., March, D., Hendriks, I.E., Álvarez, E., 2009. Recruitment of *Pinna nobilis* (Mollusca: Bivalvia) on artificial structures. *Marine Biodiversity Records* 2, e126. doi.org/10.1017/S1755267209001274

Callow, M.E., Callow, J.E., 2002. Marine biofouling: a sticky problem. *Biologist* (London, England) 49, 10–14.

Carella, F., Aceto, S., Pollaro, F., Miccio, A., Iaria, C., Carrasco, N., Prado, P., De Vico, G., 2019. A mycobacterial disease is associated with the silent mass mortality of the pen shell *Pinna nobilis* along the Tyrrhenian coastline of Italy. *Scientific Reports* 9, 2725. doi.org/10.1038/s41598-018-37217-y

Carella, F., Antuofermo, E., Farina, S., Salati, F., Mandas, D., Prado, P., Panarese, R., Marino, F., Fiocchi, E., Pretto, T., De Vico, G., 2020. In the Wake of the Ongoing Mass Mortality Events: Co-occurrence of *Mycobacterium*, *Haplosporidium* and Other Pathogens in *Pinna nobilis* Collected in Italy and Spain (Mediterranean Sea). *Frontiers in Marine Science* 7, 48. doi.org/10.3389/fmars.2020.00048

Çinar, M.E., Katagan, T., Öztürk, B., Egemen, Ö., Ergen, Z., Kocatas, A., Önen, M., Kirkim, F., Bakir, K., Kurt, G., Dagli, E., Kaymakçi, A., Açıık, S., Dogan, A., Özcan, T., 2006. Temporal changes of soft-bottom zoobenthic communities in and around Alsancak harbour (Izmir Bay, Aegean sea), with special attention to the autoecology of exotic species. *Marine Ecology* 27 (3), 229–246.

Čižmek, H., Čolić, B., Gračan, R., Grau, A., Catanese, G., 2020. An emergency situation for pen shells in the Mediterranean: The Adriatic Sea, one of the last *Pinna nobilis* shelters, is now affected by a mass mortality event. *Journal of Invertebrate Pathology* 173, 107388. doi.org/10.1016/j.jip.2020.107388

Davenport, J., Ezgeta-Balić, D., Peharda, M., Skejić, S., Ninčević-Gladan, Ž., Matijević, S., 2011. Size-differential feeding in *Pinna nobilis* L. (Mollusca: Bivalvia): Exploitation of detritus, phytoplankton and zooplankton. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 92, 246–254. doi.org/10.1016/j.ecss.2010.12.033

De Carvalho, C.C.C.R., 2018. Marine Biofilms: A Successful Microbial Strategy With Economic Implications. *Frontiers in Marine Science* 5, 126. doi.org/10.3389/fmars.2018.00126

Dean, T.A., 1981. Structural aspects of sessile invertebrates as organizing forces in an estuarine fouling community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 53, 163–180. doi.org/10.1016/0022-0981(81)90017-4

De Gaulejac, B., 1995. Successive hermaphroditism with asynchronous maturation of *Pinna nobilis* (L.) (Bivalvia: Pterioidea). *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Paris - Series III Sciences de la vie, Biologie et pathologie animal* 318, 99–103.

De-la-Torre, G.E., Dioses-Salinas, D.C., Pérez-Baca, B.L., Millones Cumpa, L.A., Pizarro-Ortega, C.I., Torres, F.G., Gonzales, K.N., Santillán, L., 2021. Marine macroinvertebrates inhabiting plastic litter in Peru. *Marine Pollution Bulletin* 167, 112296. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112296

Devin, S., Beisel, J.-N., 2006. Biological and ecological characteristics of invasive species: a gammarid study. *Biological Invasions* 9, 13–24. doi.org/10.1007/s10530-006-9001-0

Dobretsov, S., Roman, A.M., Spratt, D.A., Ready, D., Pratten, J., 2009a. Introduction to Microbial Fouling, u: Drr, S., Thomason, J.C. (ur.), *Biofouling*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK, str. 121–122. doi.org/10.1002/9781444315462.ch8a

Dobretsov, S., Teplitski, M., Paul, V., 2009b. Mini-review: quorum sensing in the marine environment and its relationship to biofouling. *Biofouling* 25, 413–427. doi.org/10.1080/08927010902853516

Dogan, A., Özcan, T., Bakir, K., & Katagan, T. 2008. Crustacea Decapoda Associated with *Brachidontes pharaonis* (P. Fischer, 1870) (Mollusca, Bivalvia) Beds from the Levantine Coasts of Turkey. *Crustaceana*, 81 (11), 1357–1366

Dukes, J.S., Mooney, H.A., 1999. Does global change increase the success of biological invaders? *Trends in Ecology & Evolution* 14, 135–139. doi.org/10.1016/S0169-5347(98)01554-7

Falciai, L., Minervini, R. 1996. Guide des homards, crabes, langoustes, crevettes et autres crustacés décapodes d' Europe. Delachaux et Niestlé, Pariz

Farrapeira, C.M.R., Tenório, D. de O., Amaral, F.D. do, 2011. Vessel biofouling as an inadvertent vector of benthic invertebrates occurring in Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 62, 832–839. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.12.014

Fernández-Rodríguez, I., Bañón, R., Anadon, N., Arias, A., 2016. First record of *Anadara transversa* (Say, 1822) (Bivalvia: Arcidae) in the Bay of Biscay. *Cahiers de Biologie Marine* 57, 277–280.

Fitridge, I., Dempster, T., Guenther, J., de Nys, R., 2012. The impact and control of biofouling in marine aquaculture: a review. *Biofouling* 28, 649–669. doi.org/10.1080/08927014.2012.700478

Flemming, H.-C., 2009. Why Microorganisms Live in Biofilms and the Problem of Biofouling, u: Flemming, H.-C., Murthy, P.S., Venkatesan, R., Cooksey, K. (ur.), *Marine and Industrial Biofouling*, Springer Series on Biofilms. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, str. 3–12. doi.org/10.1007/978-3-540-69796-1_1

Fortuna, C.M., Holcer, D., 2015. First section: State of the art. Overview on basic features of the Adriatic Sea Conservation of cetaceans and sea turtles in the Adriatic Sea: status of species and potential conservation measures. Report produced under WP7 of the NETCET project, IPA Adriatic Cross-border Cooperation Programme, str. 2–41.

García-March, J.R., García-Carrascosa, A.M., Peña Cantero, A.L., Wang, Y.-G., 2007. Population structure, mortality and growth of *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 (Mollusca, Bivalvia) at different depths in Moraira bay (Alicante, Western Mediterranean). *Marine Biology* 150, 861–871. doi.org/10.1007/s00227-006-0386-1

García-March, J.R., Tena, J., Henandis, S., Vázquez-Luis, M., López, D., Téllez, C., Prado, P., Navas, J.I., Bernal, J., Catanese, G., Grau, A., López-Sanmartín, M., Nebot-Colomer, E., Ortega, A., Planes, S., Kersting, D., Jimenez, S., Hendriks, I., Moreno, D., Giménez-

Casalduero, F., Pérez, M., Izquierdo, A., Sánchez, J., Vicente, N., Sanmarti, N., Guimerans, M., Crespo, J.L., Valencia, J.M., Torres, J., Barrajon, A., Álvarez, E., Peyran, C., Morage, T., Deudero, S., 2020. Can we save a marine species affected by a highly infective, highly lethal, waterborne disease from extinction? *Biological Conservation* 243, 108498. doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108498

Giangrande, A., Lezzi, M., Del Pasqua, M., Pierri, C., Longo, C., Gravina, M.F., 2020. Two cases study of fouling colonization patterns in the Mediterranean Sea in the perspective of integrated aquaculture systems. *Aquaculture Reports* 18, 100455. doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100455

Guerra-García, J.M., Martínez-Pita, I., García-García, F.J., Moreira, J., 2021. Diversity, community structure and habitat use of molluscs in marinas from the Iberian Peninsula and Northern Africa. *Ocean & Coastal Management* 212, 105795. doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105795

Hall-Spencer, J.M., Moore, P.G., 2000. *Limaria hians* (Mollusca: Limacea): a neglected reef-forming keystone species. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 10, 267–277. doi.org/10.1002/1099-0755(200007/08)10:4<267::AID-AQC407>3.0.CO;2-B

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*, 1. izd. Alfa, Zagreb, 261–279 str.

IUCN, 2019. *Pinna nobilis*: Kersting, D., Benabdi, M., Čížmek, H., Grau, A., Jimenez, C., Katsanevakis, S., Öztürk, B., Tuncer, S., Tunesi, L., Vázquez-Luis, M., Vicente, N. & Otero Villanueva, M.: The IUCN Red List of Threatened Species. doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T160075998A160081499.en

Janas, U., Baranska, A., 2008. What is the diet of *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Crustacea, Decapoda), a non-indigenous species in the Gulf of Gdansk (southern Baltic Sea)? *Oceanologia* 50, 221–237.

Jenkins, S.R., Martins, G.M., 2009. *Succession on Hard Substrata*, u: Drr, S., Thomason, J.C. (ur.), *Biofouling*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK, str. 60–72. doi.org/10.1002/9781444315462.ch4

Juraga, I., Stojanović, I., Noršić, T., 2007. Zaštita brodskog trupa od korozije i obraštanja. *Brodogradnja* 58, 278–283.

Katsanevakis, S., 2016. Transplantation as a conservation action to protect the Mediterranean fan mussel *Pinna nobilis*. *Marine Ecology Progress Series* 546, 113–122. doi.org/10.3354/meps11658

Kersting, D.K., Ballesteros, E., 2021. Is the local extinction of *Pinna nobilis* facilitating *Pinna rudis* recruitment? *Mediterranean Marine Science* 22, 623. doi.org/10.12681/mms.27809

Kersting, D.K., García-March, J.R., 2017. Long-term assessment of recruitment, early stages and population dynamics of the endangered Mediterranean fan mussel *Pinna nobilis* in the Columbretes Islands (NW Mediterranean). *Marine Environmental Research* 130, 282–292. doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.08.007

Kersting, D.K., Vázquez-Luis, M., Mourre, B., Belkhamssa, F.Z., Álvarez, E., Bakran-Petricoli, T., Barberá, C., Barrajon, A., Cortés, E., Deudero, S., García-March, J.R., Giacobbe, S., Giménez-Casalduero, F., González, L., Jiménez-Gutiérrez, S., Kipson, S., Llorente, J., Moreno, D., Prado, P., Pujol, J.A., Sánchez, J., Spinelli, A., Valencia, J.M., Vicente, N., Hendriks, I.E., 2020. Recruitment Disruption and the Role of Unaffected Populations for

Potential Recovery After the *Pinna nobilis* Mass Mortality Event. *Frontiers in Marine Science* 7, 594378. doi.org/10.3389/fmars.2020.594378

Kilburn, R.N., 1998. The Limidae of South Africa and Mozambique (Mollusca: Bivalvia): genera *Limaria*, *Limatula*, *Divarilima*, *Ctenoides* and *Fukama*. *Annals of the Natal Museum* 39, 203–247.

Kocak, F., Kucuksazgin, F., 2000. Sessile fouling organisms and environmental parameters in the marinas of the Turkish Aegean coast. *Indian Journal of Marine Sciences* 29, 149–157.

Kricher, J.C., 1972. Bird Species Diversity: The Effect of Species Richness and Equitability on the Diversity Index. *Ecology* 53, 278–282. doi.org/10.2307/1934082

Lastra, M., Sanchez, A., Mora, J., 1993. Population dynamics and secondary production of *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1790) in Santander Bay (N of Spain). *Journal of Molluscan Studies* 59, 73–81. doi.org/10.1093/mollus/59.1.73

Lewis, J.A., 1998. Marine Biofouling and its Prevention on Underwater Surface. *Materials Forum* 22, 41–61.

Little, B.J., DePalma, J.R., 1988. Marine Biofouling Material for Marine Systems and Structures, *Treatise on Materials Science and Technology*. Academic Press, str. 89–116.

Lord, J.P., 2017. Temperature, space availability, and species assemblages impact competition in global fouling communities. *Biological Invasions* 19, 43–55. doi.org/10.1007/s10530-016-1262-7

Lord, J.P., Calini, J.M., Whitlatch, R.B., 2015. Influence of seawater temperature and shipping on the spread and establishment of marine fouling species. *Marine Biology* 162, 2481–2492. doi.org/10.1007/s00227-015-2737-2

Marraffini, M., Ashton, G., Brown, C., Chang, A., Ruiz, G., 2017. Settlement plates as monitoring devices for non-indigenous species in marine fouling communities. *Management of Biological Invasions* 8, 559–566. doi.org/10.3391/mbi.2017.8.4.11

Masó, M., Fortuño, J.M., De Juan, S., Demestre, M., 2016. Microfouling communities from pelagic and benthic marine plastic debris sampled across Mediterranean coastal waters. *Scientia Marina* 80, 117–127. doi.org/10.3989/scimar.04281.10A

Mašić, M., 2004. Higijena i tehnologija prerade školjaka. *MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu* VI, 40–45.

Mauri, E., 2001. Northern Adriatic Sea surface circulation and temperature/pigment fields in September and October 1997. *Journal of Marine Systems* 29, 51–67. doi.org/10.1016/S0924-7963(01)00009-4

McIntosh, R.P., 1967. An Index of Diversity and the Relation of Certain Concepts to Diversity. *Ecology*. *Ecological Society of America* 48, 392–404. doi.org/10.2307/1932674

Milišić, N., 1991. Školjke i puževi Jadrana. Logos, Split.

Nandakumar, K., Tanaka, M., Kikuchi, T., 1993. Interspecific competition among fouling organisms in Tomioka Bay, Japan. *Marine Ecology Progress Series* 94, 43–50. doi.org/10.3354/meps094043

Öndes, F., Kaiser, M.J., Güçlüsoy, H., 2020. Human impacts on the endangered fan mussel, *Pinna nobilis*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 30, 31–41. doi.org/10.1002/aqc.3237

- Özalp, H.B., Kersting, D.K., 2020. A pan-Mediterranean extinction? *Pinna nobilis* mass mortality has reached the Turkish straits system. *Marine Biodiversity* 50, 81. doi.org/10.1007/s12526-020-01110-7
- Panarese, R., Tedesco, P., Chimienti, G., Latrofa, M.S., Quaglio, F., Passantino, G., Buonavoglia, C., Gustinelli, A., Tursi, A., Otranto, D., 2019. *Haplosporidium pinnae* associated with mass mortality in endangered *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) fan mussels. *Journal of Invertebrate Pathology* 164, 32–37. doi.org/10.1016/j.jip.2019.04.005
- Papa, L., Prato, E., Biandolino, F., Parlapiano, I., Fanelli, G., 2021. Strategies for Successful Scallops Spat Collection on Artificial Collectors in the Taranto Gulf (Mediterranean Sea). *Water* 13, 462. doi.org/10.3390/w13040462
- Poppe, G. T. i Goto, Y., 1983. *European Seashells*, 2. izdanje. ConchBooks, Hackenheim
- Prado, P., Andree, K.B., Trigos, S., Carrasco, N., Caiola, N., García-March, J.R., Tena, J., Fernández-Tejedor, M., Carella, F., 2020a. Breeding, planktonic and settlement factors shape recruitment patterns of one of the last remaining major population of *Pinna nobilis* within Spanish waters. *Hydrobiologia* 847, 771–786. doi.org/10.1007/s10750-019-04137-5
- Prado, P., Cabanes, P., Catanese, G., Carella, F., Carrasco, N., Grau, A., Hernandis, S., García-March, J.R., Tena, J., Caiola, N., Andree, K.B., 2020b. Growth of juvenile *Pinna nobilis* in captivity conditions: Dietary and pathological constraints. *Aquaculture* 522, 735167. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735167
- Prado, P., Cabanes, P., Hernandis, S., García-March, R., Tena, J., 2021. Stable isotope analyses reveal major nutritional deficiencies in captive vs. field juvenile individuals of *Pinna nobilis*. *Marine Environmental Research* 168, 105304. doi.org/10.1016/j.marenvres.2021.105304
- Prato, E., Biandolino, F., Parlapiano, I., Gianguzza, P., Fanelli, G., 2016. The recruitment of scallops (and beyond) by two different artificial collectors (Gulf of Taranto, Mediterranean Sea). *Aquaculture Research* 47, 3319–3331. doi.org/10.1111/are.12785
- Prins, H.H.T., 1996. Competition for food Ecology and Behaviour of the African Buffalo. Springer Netherlands, Dordrecht, str. 154–177. doi.org/10.1007/978-94-009-1527-5_6
- Railkin, A.I., 2004. *Marine biofouling: colonization processes and defenses*. CRC Press, Boca Raton, FL, 303 str.
- Rasmussen, E., 1973. Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark): With a Survey of the Eelgrass (*Zostera*) Vegetation and its Communities. *Ophelia* 11, 1–507. doi.org/10.1080/00785326.1973.10430115
- Riedl, R., 1983. *Fauna und Flora des Mittelmeeres*. Paul Parey, Hamburg i Berlin
- Riedl, R. 1986. *Fauna y Flora del Mar Mediterraneo*. Omega, Barcelona
- Rueda, J.L., Fernández-Casado, M., Salas, C., Gofas, S., 2001. Seasonality in a taxocoenosis of molluscs from soft bottoms in the Bay of Cádiz (southern Spain). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 81, 903–912. doi.org/10.1017/S0025315401004829
- Sebens, K.P., 1982. Competition for Space: Growth Rate, Reproductive Output, and Escape in Size. *The American Naturalist* 120, 189–197. doi.org/10.1086/283982
- Slišković, M., 2003. Obraštaj kaveza za uzgoj ribe kao pokazatelj utjecaja akvakulture na okoliš. *Ribarstvo* 61, 27–32.

Slišković, M., Jelić, G., 2002. Problem obraštanja mreža u akvakulturi. *Ribarstvo* 60, 105–115.

Spatharis, S., Roelke, D.L., Dimitrakopoulos, P.G., Kokkoris, G.D., 2011. Analyzing the (mis)behavior of Shannon index in eutrophication studies using field and simulated phytoplankton assemblages. *Ecological Indicators* 11, 697–703. doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.09.009

Stephens, D.W., Krebs, J.R., 1987. *Foraging Theory*. Princeton University Press. doi.org/10.1515/9780691206790

Svanbäck, R., Bolnick, D.I., 2007. Intraspecific competition drives increased resource use diversity within a natural population. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274, 839–844. doi.org/10.1098/rspb.2006.0198

Šarić, T., Župan, I., Aceto, S., Villari, G., Palić, D., De Vico, G., Carella, F., 2020. Epidemiology of Noble Pen Shell (*Pinna nobilis* L. 1758) Mass Mortality Events in Adriatic Sea Is Characterised with Rapid Spreading and Acute Disease Progression. *Pathogens* 9, 776. doi.org/10.3390/pathogens9100776

Tebble, N., 1966. *British Bivalve Seashells*, 1.izdanje. Natural History Museum Publications, London

Terlizzi, A., Conte, E., Zupo, V., Mazzella, L., 2000. Biological succession on silicone fouling-release surfaces: Long-term exposure tests in the harbour of Ischia, Italy. *Biofouling* 15, 327–342. doi.org/10.1080/08927010009386322

Theodorou, J.A., James, R., Tzovenis, I., Hellio, C., 2015. The Recruitment of the Endangered Fan Mussel *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) on the Ropes of a Mediterranean Mussel Long Line Farm. *Journal of Shellfish Research* 34, 409–414. doi.org/10.2983/035.034.0224

Valdizan, A., Beninger, P., Decottignies, P., Chantrel, M., Cognie, B., 2011. Evidence that rising coastal seawater temperatures increase reproductive output of the invasive gastropod *Crepidula fornicata*. *Marine Ecology Progress Series* 438, 153–165. doi.org/10.3354/meps09281

Vázquez-Luis, M., Álvarez, E., Barrajón, A., García-March, J.R., Grau, A., Hendriks, I.E., Jiménez, S., Kersting, D., Moreno, D., Pérez, M., Ruiz, J.M., Sánchez, J., Villalba, A., Deudero, S., 2017. S.O.S. *Pinna nobilis*: A Mass Mortality Event in Western Mediterranean Sea. *Frontiers in Marine Science* 4, 220. doi.org/10.3389/fmars.2017.00220

Vázquez-Luis, M., Nebot-Colomer, E., Deudero, S., Planes, S., Boissin, E., 2021. Natural hybridization between pen shell species: *Pinna rudis* and the critically endangered *Pinna nobilis* may explain parasite resistance in *P. nobilis*. *Molecular Biology Reports* 48, 997–1004. doi.org/10.1007/s11033-020-06063-5

Viličić, D., 2014. Specifična oceanološka svojstva hrvatskog dijela Jadrana. *Hrvatske vode: časopis za vodno gospodarstvo* 90, 297–314.

Vinagre, P.A., Simas, T., Cruz, E., Pinori, E., Svenson, J., 2020. Marine Biofouling: A European Database for the Marine Renewable Energy Sector. *Journal of Marine Science and Engineering* 8, 495. doi.org/10.3390/jmse8070495

Zavodnik, D., Hrs-Brenko, M., Legac, M., 1991. Synopsis on the fan shell *Pinna nobilis* L. in the eastern Adriatic Sea. U: *Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée*, ur. C. F. Boudouresque, M. Avon, V. Gravez. Marseille: Gis Posidonie Publ., 169–178

Zenetos, A., Gofas, S., Verlaque, M., Çinar, M. E., García Raso, J. E., Bianchi, C. N., Morri, C., Azzurro, E., Bilecenoglu, M., Froggia, C., Siokou- Frangou, I., Violant, D., Sfriso, A., San Martín, G., Giangrande, A., Katağan, T., Ballesteros, E., Ramos Esplá, A. A., Mastrototaro, F., Ocaña, O., Zingone, A., Gambi, M. C., Streftaris, N., 2010. Alien species in the Mediterranean Sea by 2010. A contribution to the application of the European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part I. Spatial distribution. *Mediterranean Marine Science* 11 (2), 381-4

Zonn, I.S., Kostianoy, A.G., Semenov, A.V., Joksimović, A., Đurović, M., 2021. The Adriatic Sea encyclopedia, 1. izd., *Encyclopedia of seas*. Springer International Publishing, Cham.

Mrežne stranice:

www.marinespecies.org (Pristupljeno: 29. rujna 2021.)

www.np-brijuni.hr/hr (Pristupljeno: 7. rujna 2021.)

PRILOZI

Prilog 1.

Tablica 1. Sve svojte organizama zabilježene u sakupljačima ličinki školjkaša postavljenih triplikatu na tri dubine (6, 8 i 10 m) 05. lipnja 2019. godine te sakupljenih 23. listopada 2019. godine u uvali Javorike u Nacionalnom parku Brijuni.

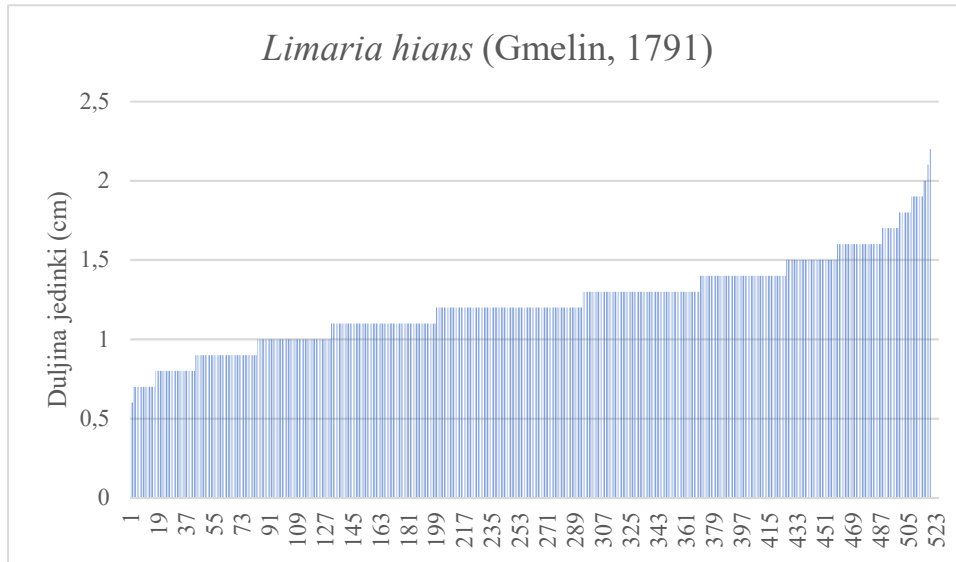
Svojte	Replikat_dubina (m)									Ukupno	Relativna abundancija (%)
	1_6	1_8	1_10	2_6	2_8	2_10	3_6	3_8	3_10		
<i>Sycon raphanus</i> Schmidt, 1862	1	1				3	3			8	0,2
<i>Acanthocardia tuberculata</i> (Linnaeus, 1758)					1					1	0,0
<i>Anadara transversa</i> (Say, 1822)	24	40	14	9	98	33	12	58	116	404	10,8
<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758	5	4	1	1			2		3	16	0,4
<i>Flexopecten flexuosus</i> (Poli, 1795)	2	1	1		6					10	0,3
<i>Flexopecten glaber</i> (Linnaeus, 1758)	33	60	43	35	58	46	76	23	36	410	11,0
<i>Flexopecten hyalinus</i> (Poli, 1795)	2		1				1			4	0,1
<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)			1			2		2		5	0,1
<i>Limaria hians</i> (Gmelin, 1791)	142	142		132	63	95	59	28		661	17,7
<i>Limaria tuberculata</i> (Olivi, 1792)	33	24	42	25	27	63	62	9	15	300	8,0
<i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758)	2	7	5		18	1	2	5	3	43	1,2
<i>Modiolus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)									3	3	0,1
<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)	13	12	11		24	8	5	17	22	112	3,0
<i>Mytilaster minimus</i> (Poli, 1795)					1					1	0,0
<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	25	30	17	22	53	11	21	48	41	268	7,2
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)	26	76	114	11	54	40	89	28	41	479	12,8
<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758	8	7	2	13	9	10	5	6	12	72	1,9
<i>Polititapes aureus</i> (Gmelin, 1791)		1				1			2	4	0,1
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)	1	3								4	0,1
<i>Cerithium vulgatum</i> Bruguière, 1792	1		3							4	0,1
<i>Rissoa</i> sp.	1									1	0,0

Nastavak tablice

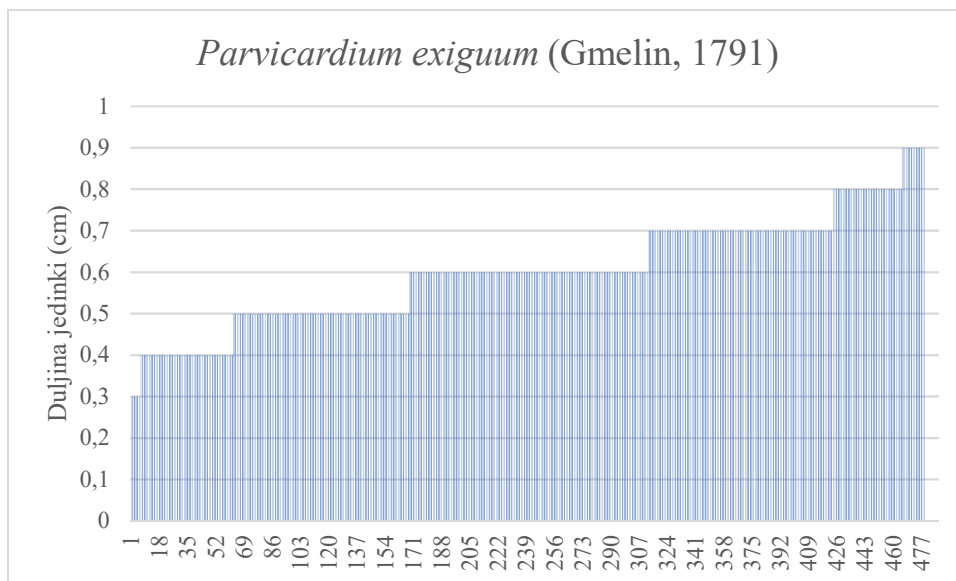
Svojte	Replikat_dubina (m)									Ukupno	Relativna abundancija (%)
	1_6	1_8	1_10	2_6	2_8	2_10	3_6	3_8	3_10		
Polychaeta indet.		1				31			1	33	0,9
Amphipoda indet.			1		2					3	0,1
Isopoda indet.				1						1	0,0
<i>Alpheus dentipes</i> Guerin, 1832	1			1		2			5	9	0,1
<i>Galathea</i> sp.	1			1						2	0,1
<i>Inachus</i> sp.	3					1			1	5	0,3
<i>Macropodia</i> sp.	6				3	1				10	0,2
<i>Pagurus anachoretus</i> Risso, 1827			1							1	0,0
<i>Palaemon elegans</i> Rathke, 1836	10		7	38	158	42	51	22	61	389	10,4
<i>Penaeus kerathurus</i> (Forskål, 1775)	11			5	11	9				36	1,0
<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)	13		7	6	15	8	4	10	9	72	1,9
<i>Pisidia longicornis</i> (Linnaeus, 1767)	47		12	76	57	37	37	32	53	351	9,4
Holothuroidea indet.	3	1								4	0,1
Tunicata indet.	3						1			4	0,1
Gobiidae indet.		1								1	0,0
Ukupno jedinki	417	411	283	376	658	444	430	288	424	3731	100,0

Prilog 2.

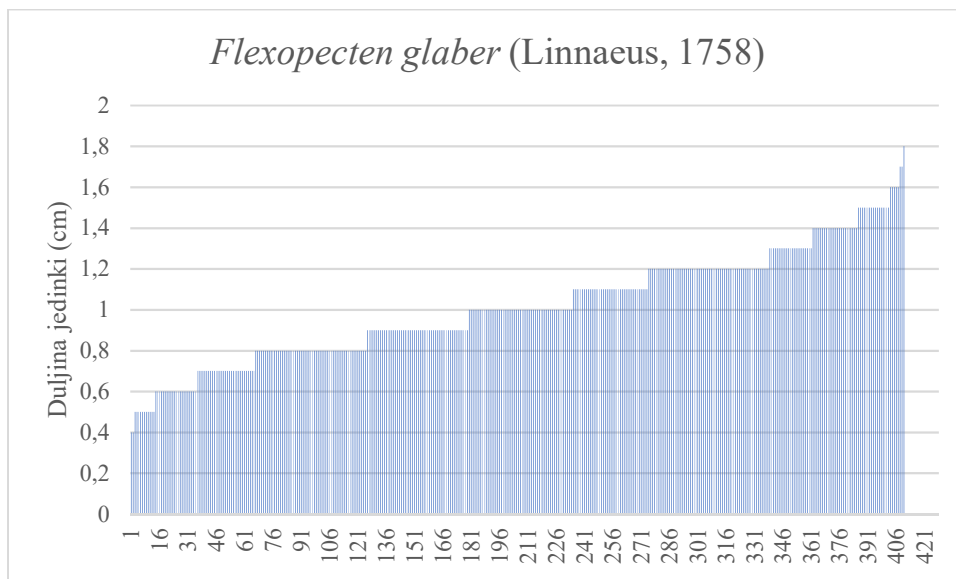
Veličine (duljine) najbrojnijih školjkaša u sakupljačima, od najbrojnije vrste prema manje brojnim vrstama: *Limaria hians* (Slika 1), *Parvicardium exiguum* (Slika 2), *Flexopecten glaber* (Slika 3), *Anadara transversa* (Slika 4) i *Limaria tuberculata* (Slika 5).



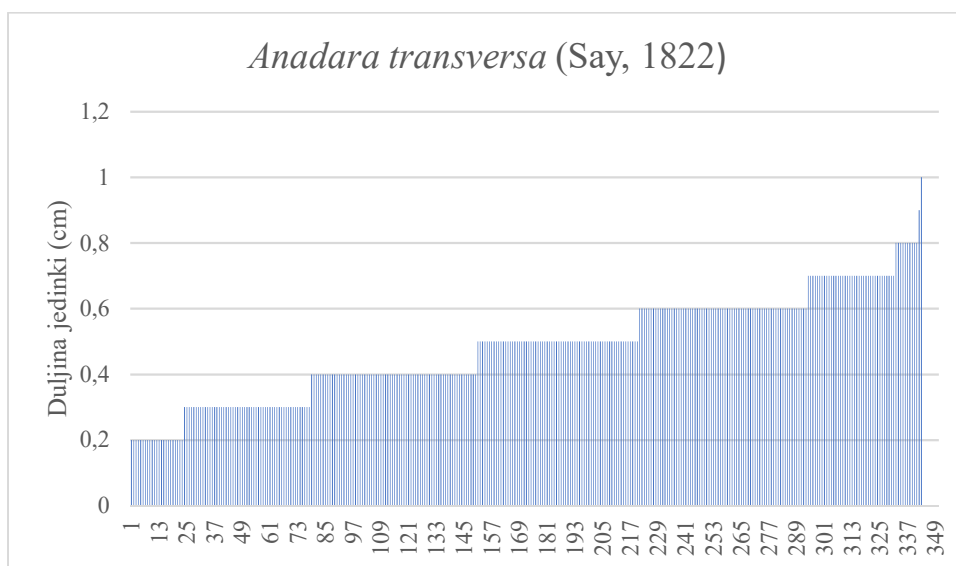
Slika 1. Duljina jedinki školjkaša *Limaria hians* (Gmelin, 1791) na sakupljačima (n = 519).



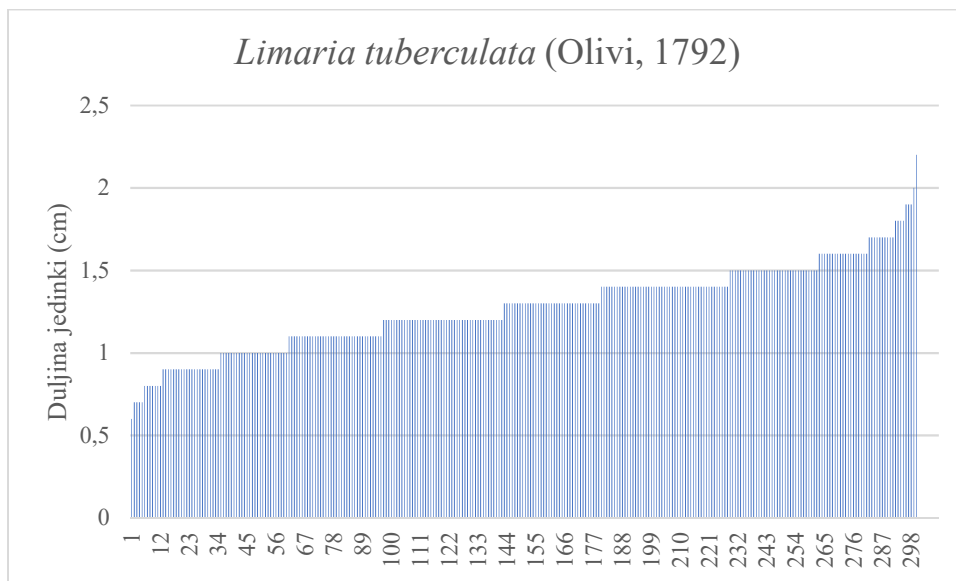
Slika 2. Duljina jedinki školjkaša *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791) na sakupljačima (n = 479).



Slika 3. Duljina jedinki školjkaša *Flexopecten glaber* (Linnaeus, 1758) na sakupljačima (n = 410).



Slika 4. Duljina jedinki školjkaša *Anadara transversa* (Say, 1822) na sakupljačima (n = 343).



Slika 5. Duljina jedinki školjkaša *Limaria tuberculata* (Olivi, 1792) na sakupljačima (n = 300).

ŽIVOTOPIS

Rođena sam 9. ožujka 1995. godine u Ulmu, SR Njemačka. Preseljenjem u Hrvatsku, upisujem i završavam Jezičnu gimnaziju u Vukovaru. Po završetku srednje škole, 2014. godine, započinjem školovanje na Odjelu za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Isti sam završila obranivši završni rad pod naslovom *Komparativna studija ispitivanja antibakterijskog djelovanja biljnog ekstrakta* i tako stekla titulu prvostupnice (Baccalaurea) biologije. Fakultetsko obrazovanje sam nastavila na diplomskom studiju Ekologije i zaštite prirode na Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom studiranja sudjelovala sam u raznim projektima popularizacije znanosti kao što su Tjedan mozga, Biolog-i-ja te Noć biologije. Uz to, bila sam voditeljica znanstvenoistraživačkog projekta „Studenti u znanosti“, voditeljica Zoologije u udruzi studenata biologije ZOA te voditeljica Sekcije za alge najveće studentske udruge biologije BIUS. S ostalim voditeljima predvodila sam jedan od BIUS terena „Žumberak 2020“.