

Životni ciklus plemenite periske *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758

Burić, Vida

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:338377>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-12**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Životni ciklus plemenite periske *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758
Life cycle of the noble pen shell *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758

ZAVRŠNI RAD

Vida Burić
Preddiplomski studij molekularne biologije
Mentorica: doc. dr. sc. Romana Gračan

Zagreb, 2021.

Sadržaj

1. Uvod.....	3
2. Opće biološke i ekološke karakteristike vrste.....	4
3. Gametogeneza	6
3.1 Oogeneza	6
3.1.1 Atrezija.....	7
3.2 Spermatogeneza.....	8
3.3 Utjecaj sezonalnosti na razvoj gonada.....	10
3.4 Mrijest	11
4. Oplođnja i embriogeneza.....	12
5. Razvojni stadiji.....	14
5.1 Ličinačka faza.....	14
5.2 Juvenilna faza.....	15
5.3 Adultna faza.....	16
6. Gustoća populacije.....	17
7. Starenje i smrt.....	18
7.1 Uzroci povećane smrtnosti i konzervacijski naponi.....	18
8. Zaključak.....	20
9. Literatura	21
9.1 Internetski izvori.....	26
10. Sažetak.....	27
11. Summary.....	28
12. Životopis.....	29

1. UVOD

More nije bilo nikada više devastirano antropogenim djelovanjem nego danas. Zabrinjavajući je podatak da je globalno 97,7% oceana zahvaćeno barem jednim od stresora (Carrier-Belleau i sur. 2021). Odras mnogobrojnih negativnih utjecaja vidljiv je na sve većem broju ugroženih organizama unutar raznih morskih ekosustava, smanjenoj bioraznolikosti kao i nepovratno izmijenjenom funkcioniranju ekosustava.

Plemenita periska *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758, prisutna je u Sredozemlju od kraja miocena (Garcia-March i Vicente 2007), a poznata je i korištena već stoljećima. Vrijedne bisusne niti korištene su u terapijske svrhe za liječenje bolova u ušima, ali i kod ribara kao hemostatik u slučaju povreda (Maeder 2016). Korištena je također u mediteranskom kulinarstvu, u dekorativne svrhe, a njezine bisusne niti služile su i u svrhu izrade skupocjenih tkanina (Theodorou i sur. 2017). Kako je i danas izložena skupu različitih stresora, poput mehaničkih oštećenja uslijed kočarenja i sidrenja, ljudske protuzakonite eksploatacije, gubitka staništa, okolišnih promjena uslijed globalnog zatopljenja do patogena koji je zadnjih godina napadaju, vrsta je dovedena do ruba izumiranja.

U svrhu zaštite ovog najvećeg mediteranskog školjkaša, plemenita periska *Pinna nobilis* uvrštena je na IUCN-ov Crveni popis u kategoriju kritično ugroženih vrsta (Kersting i sur. 2019), a Europska direktiva o staništima ju je 1992. godine proglasila vrstom od velike važnosti za zajednicu i potrebe stroge zaštite (Council directive 92/43/EEC). U Republici Hrvatskoj je strogo zaštićena vrsta sukladno Zakonu o zaštiti prirode (Narodne novine br. 80/13, 15/18, 14/19 i 127/19).

Detaljno poznavanje svih dijelova životnog ciklusa i razvojnih stadija ove jedinke nužno je za bolje razumijevanje kritičnih trenutaka u razvoju, osjetljivih perioda, optimalnih okolišnih uvjeta i dr. u svrhu zaštite i potencijalne obnove ove uvelike biološki i ekološki važne, a ugrožene vrste populacije.

2. OPĆE BIOLOŠKE I EKOLOŠKE KARAKTERISTIKE VRSTE

Plemenita periska *Pinna nobilis* zajedno s rodom *Atrina* i *Streptopinna* spada u taksonomsku obitelj Pinnidae, superobitelj Pinnoidea u razred Bivalvia (školjkaši) pod koljeno mekušaca Mollusca (WoRMS Editorial Board 2021).

Može se pronaći na dubinama od 0,5 pa čak i do 60 metara (Butler i sur. 1993), na pretežito sitno sortiranom pjeskovitom dnu, uspravno, s ukopanim posteriornim dijelom, često među šumama morskih cvjetnica *Posedonia oceanica* i *Cymodocea nodosa* (Šiletić i Peharda 2003).

Svojim ukopavanjem u sediment ponaša se zajedno sa šumama cvjetnica kao svojevrsni agens za učvršćivanje podloge pa smanjuje hidrodinamiku mora i utjecaj gibanja mora (valova i morskih struja) na život bentičkih organizama, eroziju obale i podizanje sedimenta. S obzirom na jako smanjenu brojnost jedinki i status kritično ugrožene vrste, zdravstveno stanje preostalih jedinki najčešće se utvrđuje reakcijama na mehaničke podražaje uz zatvaranje ljuštura (Slika 1).

Ljušture, koje mogu biti impozantne veličine od preko jednog metra, građene su od vanjskog mikrostrukturiranog kalcitnog sloja i unutarnjeg aragonitnog sedefastog sloja, a u držanju ljuštura zajedno im pomaže čvrsti, mineralizirani ligament (Ankon 2017). Karakterističan trokutasti izgled ljuštura i reducirani anteriorni (nauštrb posteriornog) aduktorni mišić, posljedica su adaptacije na pričvršćivanje bisusnim nitima (Garcia-March i Vicente 2007). U morskim staništima sitno-zrnatog, mekanog sedimenta kakvo plemenita periska nastanjuje, njezine karakteristične hrapave ljušture kao čvrsta podloga predstavljaju centar agregacije i idealan dom i sklonište velikom broju bentičkih organizama. Nastanjuju je mekušci (školjkaši i puževi), kolutićavci, račići, spužve, žarnjaci, bodljikaši, fotofilne alge i mnogi dr. (Basso i sur. 2015). Da ovakva zajednica predstavlja jedan kompleksan ekološki sustav dokazuje i činjenica da se bogatstvo pronađenih vrsta epibionata linearno povećava s rastom tj. starosti plemenite periske (Giacobbe 2002). Osim zajednice epibionata, i njezina unutrašnjost je povremeno naseljena. Najpoznatiji takav primjer je simbiotski kratkorepi račić *Nepinnotheres pinnotheres*, tzv. periskin čuvar. Povećana smrtnost plemenite periske predstavlja opasnost za njezine epibionte koji na taj način gube svoje stanište.

Plašt nije spojen s ljušturama što mu daje veliku sposobnost retrakcije (Garcia-March i Vicente 2007). Budući da je riječ o mekušcu koji se hrani filtriranjem velike količine vode, sve što se nalazi u moru, korisni nutrijenti za rast i razvoj, organske tvari i detritus, ali i potencijalne

prijetnje (mikroorganizmi) struje njezinom unutrašnjosti i trepetljikama se prenose do usne šupljene. Usta vode do kratkog jednjaka i crijeva pa sve do želuca (crijevnog proširenja). Stražnji se dio crijeva, nakon prolaska kroz perikard otvara u izlazni otvor na plaštu, preko kojeg se uklanjaju fekalije i dišna voda (Matonićkin i sur. 1998). Njezin ekološki značaj je tako i u kontroli morskog ekosustava kroz održavanje čistog, prozračnog i oligotrofnog mora.

Voda koja se filtrira u svrhu prehrane oplakuje i pseudofilibranhijalne škrge koje su proširene kroz cijelu plaštanu šupljinu. Stopa disanja je velika i fiziološki je regulirana (Trigos i sur. 2014) obzirom da tako velika jedinka ima veće zahtjeve za izmjenom plinova.



Slika 1. Jedna od rijetkih preostalih živućih jedinki plemenite periske *Pinna nobilis*, nedavno pronađena na području podmorja kod Privlake (Zadarska županija). Na slici je vidljivo karakteristično pjeskovito stanište kao i tipičan obrast epibiontskih organizama. (Foto: Morski.hr, preuzeto 17. 8. 2021. <https://www.dalmacijadanas.hr/jeste-li-ih-vidjeli-pronadena-ziva-periska-u-moru-kod-privlake-ronioci-ce-ju-ograditi-kavezom/>).

3. GAMETOGENEZA

Praćenja biologije razvoja ove vrste najbolje su opisana u *ex situ*, akvarijskim uvjetima. Poznavanje svih faza stadija oogeneze i spermatogeneze kao i najranijih stadija embriogeneze nužna su za bolje razumijevanje cjelokupne razvojne biologije. Spolna zrelost postiže se između jedne do dvije godine života (Richardson i sur. 1999).

Gonade u kojima se odvija gametogeneza su crvenkasto-narančaste do narančasto-bijele boje tijekom cijele godine i samim makroskopskim pregledom gonada nije moguće razlikovati spol, ni stupanj razvoja gonada (Deudero i sur. 2017, Acarli i sur. 2018).

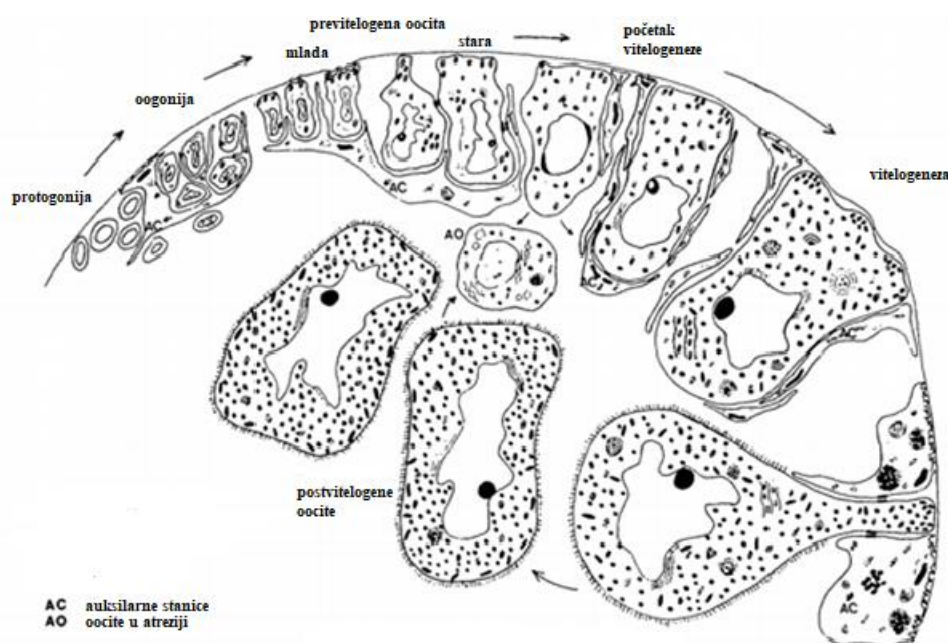
Istraživanja Acarli i sur. (2018) na plemenitim periskama u Egejskom moru pokazala su pozitivnu korelaciju gonadosomatskog indeksa koji je pokazatelj reproduktivne aktivnosti i saliniteta, čije mjesečne promjene potiču gametogenezu. Kao izvor energije za reproduktivni ciklus i gametogenezu vjeruje se da su zaslužni proteini pronađeni u mišiću aduktoru.

3.1 Oogeneza

Spolne žlijezde (gonade) plemenite periske grozdaste su morfologije (De Gaulejac i sur. 1995) i smještene su u utrobnoj vreći, u gonocelu ispod osrčja (Matoničkin i sur. 1998). Razvoj ženske gonade, usklađen s razvojem oocita, praćen je (Deudero i sur. 2017) kroz izduživanje stanica acinusa, redukciju vezikularnog vezivnog tkiva sa smeđim stanicama, pojavu eozinofilnih granula unutar acinusa, pa sve do samog kolapsa stanica acinusa i proliferacije vezivnog tkiva kao posljedice ovulacije (ispuštanja oocita). Stvaranje ženskih gameta poprilično je energetski skup proces (Marina i sur. 2020) što dodatno potvrđuje i sama činjenica da je zbog vanjske oplodnje i osiguravanja uspješnosti iste potrebo proizvesti veliki broj oocita.

De Gaulejac i sur. (1995) po prvi puta detaljno opisuju stadije folikularne oogeneze plemenite periske kojom se formiraju oocite (*Slika 2*). Na temelju sakupljenih uzoraka proučenih elektronskom mikroskopijom opisano je sedam stadija oogeneze. Protogonije se nalaze u grupama od po 5-6 stanica tik uz unutarnju stjenku gonade. Karakteriziraju ih velike okrugle jezgre i citoplazma bogata mitohondrijima, s Golgijevim aparatom i lipidnim kapljicama. Stanice se zaokružuju, izdužuju i razdvajaju auksilarnim stanicama. U stadiju previtelogene oocite, jezgra se izdužuje, a citoplazma povećava svoj volumen i stanice postaju vidljivo veće. U blizini membranskih vrećica Golgijevog kompleksa pojavljuje se prva žumanjčana vreća. U diplotenu mejotske diobe vidljiva je već vitelogena oocita. Kako vitelogeneza napreduje, vitelogeni omotač se odvaja od oocite čime se stvara perivitelini prostor. Posljednji stadij, stadij

postvitelogene oocite pojavljuje se u lumenu acinusa kao posljedica istiskivanja uslijed kontrakcije zrele gonade. Ne postoji više kontakt s auksilarnim stanicama, veliki je broj lipidnih kapljica, ali izostaje glikogen, uočljive su brojne kortikalne granule i homogena jezgrica. Auksilarne stanice vrlo su važne u oogenezi. Do stvaranja vitelogene ovojnice okružuju oocitu u nekoliko slojeva, a kasnije ostaju povezane preko dezmosoma. Sudjeluju u fagocitozi i unutarstaničnoj probavi produkata nastalih degeneracijom oocita kao što i sintetiziraju molekule za pohranu tj. akumuliraju glikogen i lipide u svojoj citoplazmi što kasnije može služiti vitelogenim oocitama (De Gaulejac i sur. 1995).



Slika 2. Sedam razvojnih stadija (od protogonije do postvitelogene oocite) oogeneze plemenite periske *Pinna nobilis*. Na shemi su vidljive promjene oocite uslijed sazrijevanja (Preuzeto i prilagođeno iz rada De Gaulejac i sur. 1995).

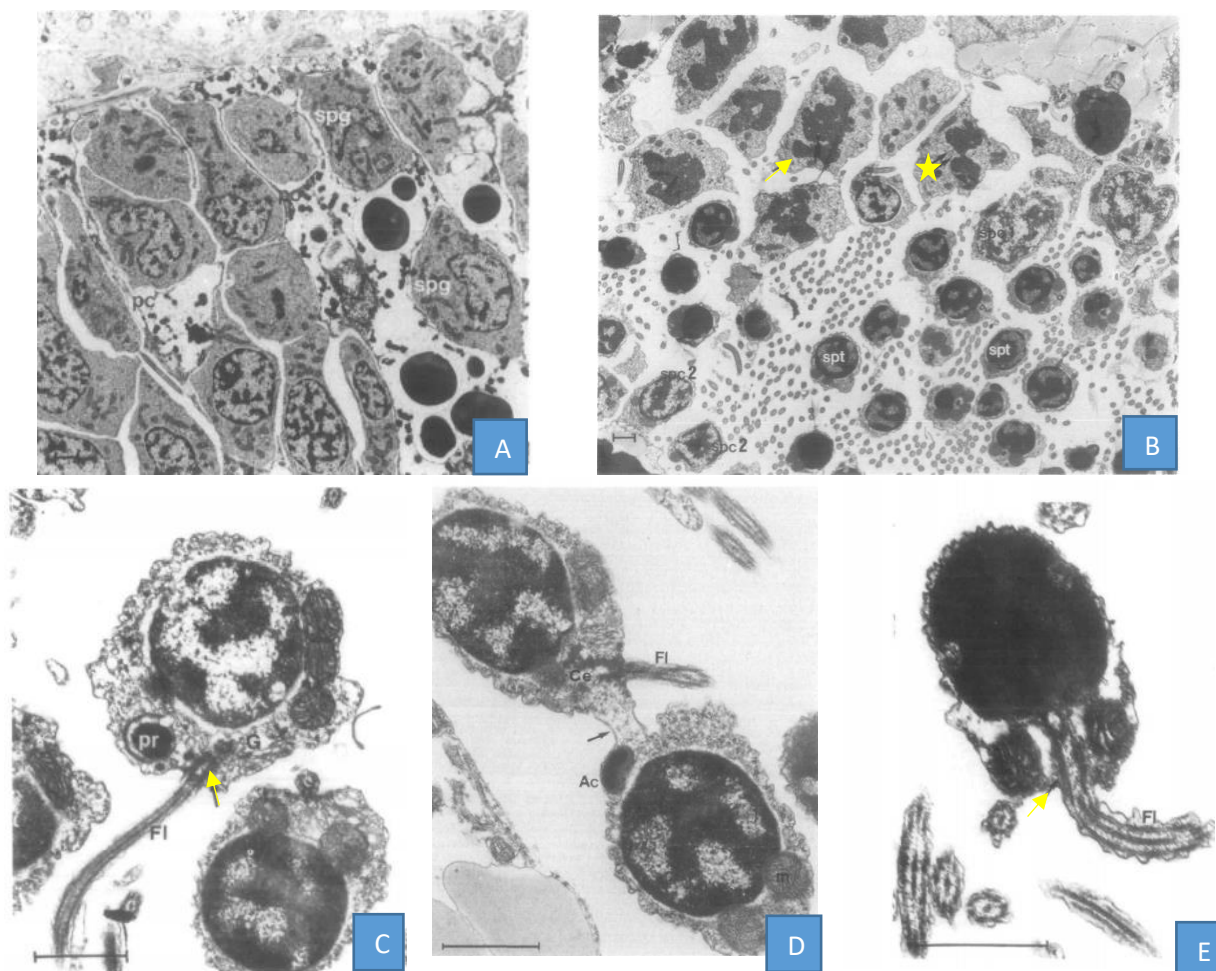
3.1.1 Atrezija

Pojava cjelokupnog propadanja oocite (De Gaulejac i sur. 1995, Camacho-Mondragón i sur. 2015), popraćena vakuoliziranjem citoplazme, degradacijom jezgre, raspadom citoplazmatske membrane i ispuštanjem staničnog sadržaja u lumen, karakterizira oocite plemenite periske u atreziji. Riječ je o prirodnom procesu autolize strukturno normalnih oocita koje nisu uspješno ispuštene za vrijeme reproduktivnog perioda (Beninger 2017). De Gaulejac i sur. (1995)

opisuju da se ovaj fenomen događa kontinuirano tijekom cijele godine, iako je najčešći kod stadija vitelogenih oocita smanjenog promjera. Povećani proces degradacije postivelogenih oocita zamijećen je i kod drugih vrsta (*Atrina maura*) razreda Pinnidae kao posljedica sezonalnog povećanja temperature mora (Camacho-Mondragón i sur. 2015).

3.2 Spermatogeneza

Promjene koje su vidljive za vrijeme razvoja muških gonada detaljno su opisane u radu Deudero i sur. (2017), a usklađene su sa sazrijevanjem spermija. Obzirom da su svi razvojni stadiji istovremeno prisutni u spolnoj žlijezdi, i to u rasponu od površine prema unutrašnjosti (lumen) kako sazrijevanje napreduje, spermatogeneza se opisuje kao centripetalna, tj. kao i kod drugih vrsta razred Pinnidae, koncentričnog rasporeda ovisno o stupnju razvoja (Camacho-Mondragón i sur. 2014). Stanice acinusa rastu i izdužuju se, a vezivno tkivo sa smeđim stanicama se smanjuje. Na *Slici 3* prikazani su razvojni stadiji spermatogeneze. Najraniji razvojni stadij, spermatogonija, nalazi se uz sam unutarnji rub gonade, u nakupinama od dvije do tri stanice, nepravilnih rubova i često povezanih intercelularnim mostićima (De Gaulejac i sur. 1995) koji omogućavaju međustaničnu komunikaciju. Samo su u ovom stadiju spermatogeneze prisutne auksilarne stanice, koje izgleda na početku imaju nutritivnu ulogu. Kako dolazi do napretka u razvoju, tako dolazi i do redukcije citoplazme i povećanja omjera volumena jezgre naspram citoplazme. Pa tako primarne spermatocyte svojim izgledom podsjećaju na spermatogonije, ali sa većom jezgrom. Primarne spermatocyte su također bolje proučene od sekundarnih jer je druga mejotička dioba kojom se sekundarne spermatocyte pretvaraju u spermatide vrlo brza. Spermatide svojim sazrijevanjem prolaze kroz proces zaobljivanja tj. postaju sferičnog izgleda, kao što se i jezgra zbog kondenzacije kromatina smanjuje i zaokružuje. Plazma membrana se jako savija, dolazi do formiranja akrosoma i elongacije biča (flageluma). Završni stadij, stadij spermija (spermatozoe) prilagođen je za plivanje prilikom vanjske oplodnje i poprima karakterističan oblik glave u kojoj se nalazi u potpunosti kondenzirana jezgra i stožasti akrosom, središnji dio s mitohondrijima koji osiguravaju energiju za pokretanje i metabolizam i rep (flagelum) s karakterističnih devet tripleta mikrotubula za pokretanje (De Gaulejac i sur. 1995).

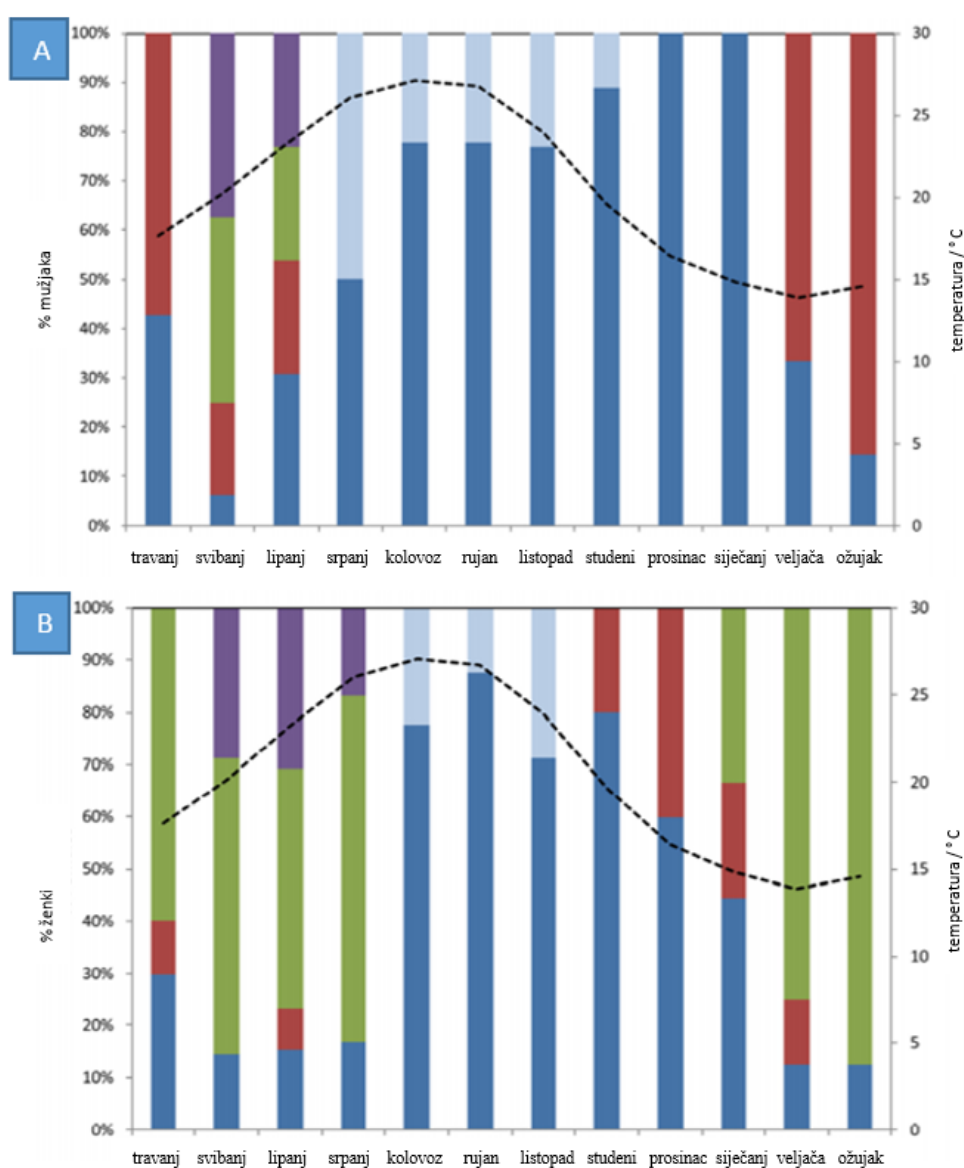


Slika 3. Prikaz spermatogeneze po stadijima razvoja snimljene elektronskim mikroskopom. A: Spermatogonije (spg) razdvojene auksilarnim stanicama (pc). B: Strelica pokazuje spermatocitu u metafazi, a zvjezdica u početku anafaze. Na snimci niže prikazane su još i stanice sekundarnih spermatocita (spc2) i spermatida (spt). C: Spermatida s bičem (flagelum) (Fl), proakrosomalnom granulom (pr), Golgijevim kompleksom (G) i distalnim centriolom (strelica). D: Spermatide spojene intercelularnim mostićem. E: Spermij s označenim distalnim centriolom (Preuzeto i prilagođeno iz rada De Gaulejac i sur. 1995).

Defektni i promjenjiv razvoj vidljiv je u raznim fazama spermatogeneze. Pa je tako moguće pronaći spermatogonije s više jezgara, fuzioniranje mitohondrija i redukciju citoplazme dok još kromatin nije kondenziran kao i pojavu proakrosomalne granule na bazalnom tj. distalnom položaju. Pokazano je da abnormalne stanice ne ometaju razvoj drugih stanica u blizini kao što je moguće i da abnormalne stanice predstavljaju zaostale spermije nakon mrijesta i da su za njihovu razgradnju zadužene auksilarne stanice (De Gaulejac i sur. 1995).

3.3 Utjecaj sezonalnosti na razvoj gonada

Razvoj gonada odražava se na period mrijesta. Sezona mrijesta vidljiva je jednom godišnje sa početkom porasta temperature mora u kasno proljeće (svibanj) i sa vrhuncem u ljetnim mjesecima (lipanj i srpanj). Već u kolovozu pa sve do listopada traje faza odmora (kod mnogih jedinki i do siječnja). Kroz veljaču i ožujak, kada opet započinje blagi porast temperature mora, traje rani i kasni razvoj ženskih gonada dok kod mužjaka u istom periodu traje rani razvoj. *Slika 4* pokazuje mjesečne varijacije sazrijevanja gonada kao i neusklađenost u razvoju obaju spolova. Pojava je normalna obzirom da je *P. nobilis* hermafrodit i da je jedan od spolova uvijek razvijeniji (Deudero i sur. 2017).



Slika 4. Prikaz mjesečnih varijacija u fazama sazrijevanja gonada. A: sazrijevanje gonada kod mužjaka. B: sazrijevanje gonada kod ženki. Iscrtkane krivulje predstavljaju promjene

temperature mora (temperature su prikazane na desnoj y osi). Bojama su prikazani različiti razvojni stadiji: rani razvoj (crveno), kasni razvoj (zeleno), mrijest (ljubičasto), nediferencirano (plava) i faza odmora (svijetlo plavo) (Preuzeto i prilagođeno iz rada Deudero i sur. 2017).

Zanimljiva je i povezanost veličine školjkaša sa razvojem gonada pa time i spola. Tako jedinke koje su male poprimaju muški spol, većina je ipak hermafrodit, a najveće jedinke razvijaju ženske gonade. Promjene spolova kod školjkaša uzrok su interakcije mnogih endogenih i egzogenih faktora (Deudero i sur. 2017) pa zbog te osjetljive faze životnog ciklusa, omjer ženskih, muških ili hermafroditnih stanja varira od populacije do populacije tj. staništa do staništa. Acarli i sur. (2018) doveli su u vezu razvoj gonada i reprodukciju s akumulacijom i potrošnjom energije. Naime, školjkaši nakupljaju lipide, proteine i glikogen u raznim tkivima od kuda ih koriste kao izvorište energije, a kod plemenite periske kao rezervoar energije služi mišić aduktor (Najdek i sur. 2012).

3.4 Mrijest

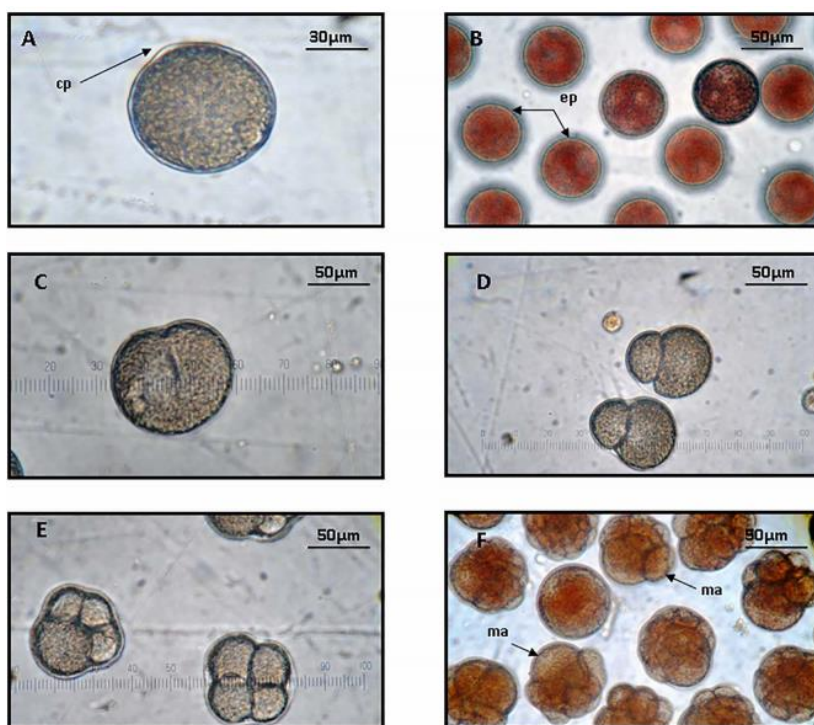
Plemenita periska, obzirom da je sukcesivni hermafrodit s asinkronim razvojem (u svrhu sprječavanja samooplodnje), prolazi kroz naizmjenični neprekinuti mrijest i brzu gametogenezu (De Gaulejac i sur. 1995). Period mrijesta poprilično je osjetljiv (Deudero i sur. 2017). Kako bi došlo do ispuštanja gameta u okolnu vodu, školjkašima je potreban svojevrsan poticaj izlaganjem termalnom šoku ($\approx 10-15^{\circ}\text{C}$) koji je u skladu s temperaturom mora u početku mrijesta. I promjene saliniteta mogu djelovati kako poticaj na gametogenezu, kao stimulans na promjene u mrijestu (Acarli i sur. 2018).

Osim toga, istraživanja su pokazala (Trigos i sur. 2018) pozitivnu korelaciju između veličine jedinke i broja ispuštenih oocita (jajnih stanica) za vrijeme mrijesta.

Razmnožavanje je pod utjecajem međusobne interakcije endogenih (energetska rezerva, hormonalni ciklus, genotip) i egzogenih parametara (temperatura mora, salinitet, dostupna hrana, struje, mijene, svjetlost i dr.) (Acarli i sur. 2018).

4. OPLODNJA I EMBRIOGENEZA

Nakon mrijesta slijedi vanjska oplodnja za čiju je uspješnost važna blizina jedinki koje se mrijeste kao i pokretanje stupca morske vode (Butler i sur. 1993). Energija utrošena na reprodukciju (Basso i sur. 2015), od količine spermalnih stanica, broja i veličine jajnih stanica do veličine gonada, varira ovisno o veličini i starosti jedinke kao i ranije spomenutim okolišnim čimbenicima. Kontroliranu oplodnju u *in vitro* uvjetima po prvi je puta provela i detaljno opisala španjolska istraživačka skupina (Trigos i sur. 2018). Slika 5 prikazuje korake od oplodnje do kraja stanične diobe. Jajna stanica je veće gustoće od vode pa ima tendenciju tonjenja (De Gaulejac i sur. 1995), što može rasprostranjivanje učiniti težim (Tigos i sur. 2018).



Slika 5. Rani razvojni stadiji plemenite periske (embriogeneza) snimljeni u kontroliranim laboratorijskim *in vitro* uvjetima na temperaturi od 21°C, salinitetu 38, pH 8,5 i masenoj koncentraciji kisika 6,5 mg O₂ L⁻¹ u periodu od 4 sata i 30 minuta. A: pojava prvog polarnog tijela. B: oplodena oocita s perivitelinom membranom. C: početak sužavanja. D: prva dioba - dvostanični stadij. E: treća i četvrta dioba- četverostaničan i osmostaničan stadij. F: kraj stanične diobe s označenim makro i mikromerama (Preuzeto i prilagođeno iz rada Trigos i sur. 2018).

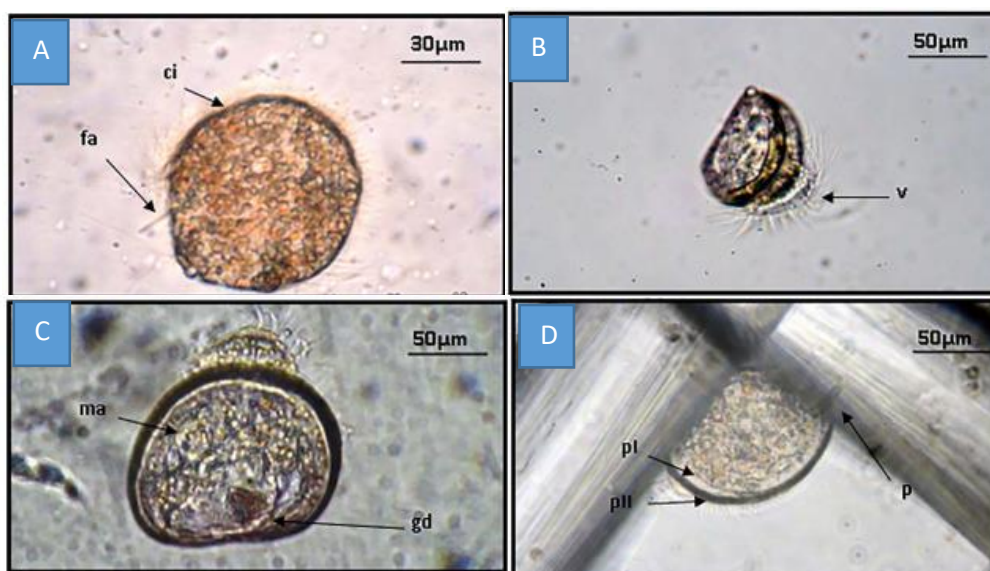
Jajnu stanicu (oocitu) okružuju spermiji (spermatozoe) i do oplodnje dolazi relativno brzo obzirom da se pojava prvog polarnog tijela nazire već nakon 15-30 minuta. Po završetku oplodnje, oplodenoj jajnoj stanici brzo se nazire i dvostruka membrana što je znak da je došlo do stvaranja periviteline ovojnice koja ne dozvoljava naknadnu oplodnju koja bi prouzrokovala polispermiju. Oplodena oocita prolazi narednih 4-5 sati kroz staničnu proliferaciju. Od dvostaničnog stadija po završetku prve stanične diobe (sat vremena nakon oplodnje), struktura nastavlja s povećanjem broja blastomera sve do kraja staničnih dioba i formiranja trepetljikave blastule.

5. RAZVOJNI STADIJI

5.1 Ličinačka faza

Razvojni stadiji kasnog embrija i ličinki smatraju se planktonskim (Trigos i sur. 2018) pa se nošeni strujom mogu transportirati na poprilično velike udaljenosti (Kersting i Hendriks 2019). Trigos i sur. (2018) po prvi puta opisuju ličinački razvoj u *in vitro* kontroliranim laboratorijskim uvjetima (Slika 6) s ciljem razvoja kultivacijskih tehnika u svrhu potencijalnog oporavka populacije. Rani ličinački stadij do formiranja veluma predstavlja trohoforu. Ličinka započinje stvarati svoju prvu, originalnu ljušturu (tzv. prodissoconch I). S formiranjem trepetljikave strukture tzv. veluma, započinje faza helikalnog pokretanja ličinke koje joj zbog strujanje vode omogućava optimalno hvatanje fitoplanktona, lebdećeg detritusa, drugih ličinaka i bičša u svrhu prehrane. Ličinka s vremenom reducira broj trepetiljki i započinje s isprekidanim rotacijama, luči sve više kalcijevog karbonata čime dolazi do učvršćivanja ljuštura. Umbonatna ličinka prestaje plivati (Trigos i sur. 2018) i iz izbočenja nastalog na trbušnoj strani nastaje stopalo. Procjenjuje se da ličinačka faza razvoja traje do deset dana (Butler i sur. 1993), iako su kasnija istraživanja pokazala i duži vremenski period (Trigos i sur. 2018), nakon čega slijedi smještanje na podlogu. Iz žlijezde na formiranom stopalu izlaze bisusne niti (Matonički i sur. 1998) koje su važne prilikom zakopavanja i učvršćivanja za sedimentnu podlogu. Te keratinozne strukture lijepe se za sitne čestice, korijenje i rizome cvjetnica što sve zajedno utječe na čvrstu stabilizaciju i bentičko smještanje jedinki (Garcia-March i Vicente 2007). Paralelno s razvojem stopala i redukcijom veluma dolazi do formiranja škrga. Daljnjim očvršćivanjem i rastom ljuštura, jedinke počinju poprimiti karakterističan „lepezasti“ izgled. Istraživanja Trigos i sur. (2018) pokazala su važnost pravilnog fotoperioda kao limitirajućeg čimbenika u ličinačkom razvoju. Naime ova istraživačka skupina smatra da je za potpuni i pravilni ličinački ciklus potrebno svjetlo za razliku od drugih istraživanja (Peharda i Vilibić 2008) koja pokazuju da su veliger ličinke negativno fototaksične pa da za vrijeme dana migriraju vertikalno u dubine, a noću se vraćaju u površinski stupac.

Da je ličinačka faza razvoja jedna od najosjetljivijih svjedoči i činjenica da je istraživanjima uočena velika smrtnost koja u normalnim uvjetima tijekom prvih dana razvoja može varirati čak između 25 i 80%. Uočena su različita patološka stanja: nekroza mekih tkiva i gubitak veluma (trepetljikave strukture), napad bakterija oko i unutar ličinke i stvaranje ličinačkih nakupina unutar izlučene mukoze (Trigos i sur. 2018).

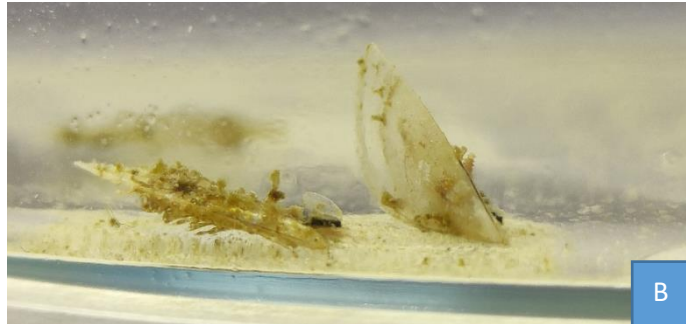
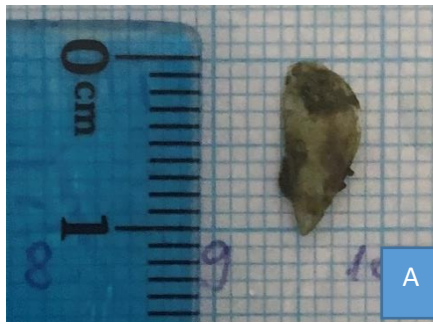


Slika 6. Ličinački stadiji plemenite periske u kontroliranim uvjetima na temperaturi od 21°C, pH 8,5, salinitetom 38 i masenom koncentracijom otopljenog kisika od 6,5 mg O₂ L⁻¹. A: rana trohofora s vidljivim apikalnim bičem (fa) i cilijama (ci). B: veliger ličinka s prikazanim velumom. C: umbonatna ličinka s prikazanim posteriornim aduktornim mišićem (ma) i probavnom žlijezdom (gd). D: pediveliger ličinka s primarnom (pI) i sekundarnom (pII) ljušturom (Preuzeto i prilagođeno iz rada Trigos i sur. 2018).

5.2 Juvenilna faza

Po završetku ličinačke faze, juvenilne se jedinke smještaju na pjeskovito dno što se smatra da ostaje njihovo stanište i u adultnoj fazi. Obzirom da je juvenilna jedinka u početku poprilično mala oko par milimetara (*Slika 7A*) izuzetno je krhka i prihvaćanje za podlogu je slabo (*Slika 7B*) radi čega postoje brojni rizici od predacije, loše opskrbe hranom u slučaju pomicanja sedimenta ili razrijeđenosti nutrijenata u stupcu morske vode (Butler i sur. 1993). Zakopanost u sedimentu može biti i prednost. Budući da u sedimentu zbog procesa razlaganja organskih tvari značajno raste količina ugljikovog dioksida (CO₂) tj. opada pH vrijednost, istraživanja Basso i sur. (2015) pokazala su da su juvenilne jedinke tolerantnije na promjenu pH vrijednosti tj. proces acidifikacije od organizama koji žive iznad sedimenta.

S druge strane, globalno zatopljenje s kojim se suočava današnjica obuhvaća i povišenje temperature mora (po zadnjoj procjeni UNEP-a procjenjuje se povećanje od 3°C do 2100. godine <https://theprint.in/environment/global-warming-likely-to-rise-to-3-degrees-celsius-by-2100-well-above-paris-accord-target-un/607941/>) na koje su raniji stadiji ove vrste pa i juvenilna faza razvoja dosta osjetljivi (Basso i sur. 2015).



Slika 7. Zdrave juvenilne jedinke plemenite periske *Pinna nobilis* u akvarijskim *ex situ* uvjetima. A: juvenilna jedinka veličine od svega 1 cm. B: dvije juvenilne jedinke u fazi polaganog uzdizanja i učvršćivanja za podlogu (Izvor fotografija: Aquarium Pula d.o.o. <http://aquarium.hr/projekti.html>).

Postavljanje kolektora za mlađ na koje se love ličinke i juvenilne jedinke omogućava vrijedan uvid u reproduktivni ciklus vrste, ponašanje i stopu preživljavanja (Garcia-March i Vicente 2007). Ova metoda predstavlja sve češći način sakupljanja jedinki, njihove zaštite, i kasnijeg nastavka rasta u kontroliranim uvjetima do, u budućnosti potencijalne reintrodukcije natrag u karakteristični morski okoliš.

5.3 Adultna faza

Jedinke su u adultnoj fazi kada je oko 10 centimetara školjke izdignuto iznad sedimenta (Butler i sur. 1993). Trigos i sur. (2014) su, proučavajući rast u kontroliranim laboratorijskim uvjetima tijekom početnih mjeseci života, došli do zaključka da najmanje jedinke u odnosu na one veće pokazuju tendenciju bržeg rasta. Sa rastom i starenjem jedinka postaje otpornija na vanjske stresore. Obzirom da se totalna mokra masa približno odnosi na 23,7% težine tijela, a preostalih 76,3% otpada na masu ljuštura, vidljivo je da je prioritet osiguravanje velikog i sigurnog prostora za život (Galinou-Mitsoudi i sur. 2006) radi čega je i razumljiv uočeni brzi oporavak ljuštura nakon oštećenja (Butler i sur. 1993).

Katsanevakis (2007) spominje da i sezonalnost utječe na rast pa je tako najniža stopa rasta zabilježena u najhladnijim mjesecima (studen i ožujak), ali i u kolovozu, dok je najbrži rast uočen u mjesecima kasnog proljeća i ranog ljeta.

Da je plemenita periska jedan od najvećih poznatih školjkaša dokazuje i činjenica da je uočen brži rast ljuštura u dužinu, nego u širinu (Galinou-Mitsoudi i sur. 2006).

6. GUSTOĆA POPULACIJE

Generalno gledano, gustoća populacija jedinki ove vrste je u odnosu na ostatak školjkaša dokazano niska (Garcia-March i Vicente 2007). Butler i sur. (1993) ukazuju na trend naseljavanja velikih prostora sa svega jednom jedinkom na 100 m² koji povremeno bivaju prekinuti raspršenom populacijom veće gustoće (većeg broja jedinki).

Dokazano brži rast mlađih jedinki, sposobnost brze regeneracije tijekom cijelog života, velika osjetljivost i riskantnost preživljavanja najranijih stadija kao i skup biotičkih i abiotičkih stresora koji su prijetnja preživljavanju svi zajedno utječu na limitiranu reproduktivnu stopu i stvaranje pomlatka. A upravo su pomladci tj. nove jedinke, ključna komponenta populacijske dinamike periske. Rabaoui i sur. (2011) smatraju da su za ovako primjetno siromašnu strukturu populacije odgovorni kombinacija sasilnog načina života i niskog potencijala raspršenosti populacije.

7. STARENJE I SMRT

Plemenita periska dugoživući je školjkaš (Butler i sur. 1993) s prosječnim životnim vijekom od maksimalno oko 20 godina (Butler i sur. 1993). Usprkos tome, novija istraživanja pokazala su i duži životni vijek, pa su tako Galinou-Mitsoudi i sur. (2006) zabilježili jedinku staru 27 godina dok su rezultati dugogodišnjeg monitoringa Rouanet i sur. (2015) u Nacionalnom parku Port-Cros (Francuska) pokazali dugovječnost i od 45-50 godina.

Kako bi se izbjeglo nepotrebno uklanjanje i manipulacija jedinkama, istraživanja koja se bave praćenjem starosti i sezonalnih varijacija rasta bilo bi dobro provoditi u *in situ* uvjetima kontinuiranim mjerenjima. Budući da takva istraživanja iziskuju puno vremena i resursa, mnoga istraživanja utvrđivanja starosti svode se na proučavanju površinskih prstena prirasta i unutarnjih linija rasta.

Istraživanja Richardson i sur. (1998) pokazala su da se prsteni kao ožiljci na mišiću pojavljuju sa zagrijavanjem vode u proljeće i početkom ljeta, a predstavljaju prekid u migraciji posteriornog aduktornog mišića. Također, prvi prsten na aduktornom mišiću je prsten koji odgovara drugoj godini života što indicira da periska ne stvara prsten za vrijeme prve godine rasta.

7.1 Uzroci povećane smrtnosti i konzervacijski naponi

Populacije plemenite periske u nekoliko su navrata u prošlosti bile pogođene padovima u brojnosti jedinka. Nažalost, osim prirodne smrti koja je učestalija u ranijim fazama životnog ciklusa zbog na primjer neuspješne oplodnje, manjka izvora hrane pa time i energije, nedostatka potrebnog supstrata za bentičko naseljavanje i dr. (Trigos i sur. 2018), danas svjedočimo i nizu antropogenih stresora koji utječu na preranu smrt ove vrste. Klimatske promjene (proces acidifikacije i zagrijavanja mora), prelov, povećani transport, uništavanja i gubitak staništa uslijed kočarenja i sidrenja, ilegalne eksploatacije samo su poneke od ugroza koje prijete opstanku ove vrste.

Procesu povećane smrtnosti dodatno je doprinio i masovni pomor plemenitih periski uzrokovan vrsno-specifičnim napadom kombinacije patogena (Cinar 2021) od kojih se posebno ističu parazit *Haplosporidium pinnae* iz skupine truskovaca (Sporozoa) i bakterija *Mycobacterium* sp. Započeo je na jesen 2016. godine na zapadu Mediterana i do danas zahvatio cijelo Sredozemlje sa prouzročenom visokom stopom smrtnosti. U Jadranu se pojava zamijetila 2019. godine, što

je potvrdila i studija od Čížmek i sur. (2020) gdje je zbog širenja patogena zabilježena smrtnost populacija od 36-100%.

Značajnim filtriranjem morske vode u kojoj se nalaze patogeni dolazi do napada probavnog sustava vrste (Čížmek i sur. 2020), blokiranja probavne žlijezde te značajnog sustavnog upalnog odgovora što sve zajedno rezultira otežanim daljnjim hranjenjem i u konačnici smrću od gladi.

Veliki broj znanstvenih institucija i akvarija diljem Europe angažirao se u svrhu spašavanja ove kritično ugrožene vrste. Aquarium Pula, institucije poput Udruga 20.000 milja pod morem i Sveučilište u Zadru, angažirali su se i kroz razne projekte pokrenuli inicijativu spašavanja preostalih zdravih jedinki ove vrste (Dokumentarni film „Plemenito utočište“, Aquarium Pula d.o.o.). Nadziranje još uvijek postojećih živih jedinki kao i njihovo prebrojavanje i monitoring uz praćenje i uginulih jedinki, nužni su za kontroliranje stanja pomora i širenja patogena u Jadranu.

U Aquariumu Pula u lipnju 2019. godine, uz dozvolu Ministarstva zaštite okoliša i energetike za vađenje, u karantenskim su uvjetima s tretiranom recirkulirajućom morskom vodom, čuvane 33 jedinke plemenite periske. Pokrenut je projekt „Utočište za plemenite periske“ s ciljem brige i skrbi oko zdravih, živih jedinki. Kako bi se periskama osigurao opstanak u akvarijskim uvjetima potrebno je kontrolirati i optimizirati parametre poput temperature mora, saliniteta, hrane, svjetlosti i dr. kao i sterilizirati morsku vodu u svrhu zaštite od potencijalnih kontaminacija. Cilj je osigurati uvjete što sličnije prirodnim. Aquarium Pula 2020. godine postaje glavna institucija u Hrvatskoj za održavanje plemenite periske u kontroliranim *ex situ* uvjetima (Aquarium Pula d.o.o.).

Postavljanje kolektora za prihvata mladih na različitim lokalitetima i dubinama, kao i nadzor odraslih živih jedinki koje reagiraju na vanjske podražaje u njihovom prirodnom staništu, važni su u svrhu razvoja novih konzervacijskih strategija kao i potencijalno boljeg razumijevanja veze širenja patogena u ovisnosti o okolišnim parametrima kao na primjer salinitetu i dubini (Čížmek i sur. 2020).

8. ZAKLJUČAK

Problem ugroženosti plemenite periske *Pinna nobilis* potaknuo je znanstvenike diljem Sredozemlja na dodatna istraživanja. Budući da je *Pinna nobilis* zakonom zaštićena vrsta svaki oblik njezinog uznemiravanja, pa i u svrhu znanstvenog istraživanja, je riskantan. Njezin status i ugroženost uvelike limitiraju ta prijeko potrebna istraživanja razvojne biologije.

Nekoliko preostalih živih jedinki zahtjeva posebnu pozornost i brigu oko konzervacije i ekološki važnog očuvanja. Održavanje živih juvenilnih jedinki u kontroliranim uvjetima, uz istraživanja i razvoj novih kultivacijskih tehnika koje bi pospješile ličinačko preživljavanje, potencijalne su solucije za eventualni oporavak i obnovu populacije. Ipak, uzgoj u kontroliranim uvjetima se za sada pokazao vrlo teškim i izazovnim. Prirodan oporavak ove populacije ovisi o količini zdravih ličinki i njihovom rasprostiranju na nezaražena mjesta kao i otpornim jedinkama sa zaraženih staništa i njihovom potencijalnom razmnožavanju (Kersting i sur. 2020).

Za kraj, ostalo je još puno nerazjašnjenih detalja u vezi reproduktivnog ciklusa i najranijih razvojnih stadija plemenite periske, pa su dodatna istraživanja u tom području važna i nužna u svrhu pravilnog postupanja u procesu efektivne zaštite i opstanka ove zabrinjavajuće ugrožene vrste. Osobno smatram da samo zajednička suradnja ribara, ronioca, kupaca i znanstvenika kao i edukacija šire javnosti o važnosti zaštite ove vrste, mogu popraviti trenutnu situaciju. Jesmo li bili dovoljno „plemeniti“ prema plemenitoj periski? Je li ovo samo još jedno u nizu izumiranja vrsta kao posljedice ekoloških promjena? Jesmo li opet kao populacija zakazali i zakasnili, ili ovu vrstu ipak čeka pozitivan završetak, ostaje vidjeti.

9. LITERATURA

Acarli S., Lok A., Acarli D., Kirtik A. (2018). Reproductive cycle and biochemical composition in the adductor muscle of the endangered species fan mussel *Pinna nobilis*, Linnaeus 1758 from the Aegean Sea, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(10), 6506–6518.

Ankon P. (2017) *Genetička i morfološka varijabilnost plemenite periske (Pinna nobilis Linnaeus, 1758) u Parku prirode Telašćica i Nacionalnom parku Mljet*. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet.

Basso L., Hendriks I. E., Duarte C. M. (2015). Juvenile Pen Shells (*Pinna nobilis*) Tolerate Acidification but Are Vulnerable to Warming. *Estuaries and Coasts*, 38(6), 1976–1985. <https://doi.org/10.1007/s12237-015-9948-0>

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*: A Review of Population Status and Recommended Research Priorities in the Mediterranean Sea. *Advances in Marine Biology*, 71, 109-160. <https://doi.org/10.1016/bs.amb.2015.06.002>

Beninger P. G. (2017). Caveat observator: the many faces of pre-spawning atresia in marine bivalve reproductive cycles. *Marine Biology*, 164(8), 163. <https://doi.org/10.1007/s00227-017-3194-x>

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

Byrne M., Przeslawski R. (2013). Multistressor impacts of warming and acidification of the ocean on marine invertebrates' life histories. *Integrative and Comparative Biology*, 53(4), 582-596.

Camacho-Mondragón M. A., Ceballos-Vázquez B. P., Uría-Galicia E., López-Villegas E. O., Pipe R., Arellano-Martínez M. (2015). Ultrastructural and histological study of oogenesis and oocyte degeneration in the penshell *Atrina maura* (Bivalvia: Pinnidae). *Malacologia*, 59(1), 1–12. <https://doi.org/10.4002/040.059.0102>

Camacho-Mondragón M. A., Ceballos-Vázquez B. P., Galicia E. U., Villegas E. O. L., Arellano-Martínez M. (2014). Ultrastructure of the spermatogenic process in the Penshell

Atrina maura (Bivalvia: Pinnidae). *Malacologia*, 57(2), 329–339.
<https://doi.org/10.4002/040.057.0206>

Carrier-Belleau C., Drolet D., McKindsey C. W., Archambault P. (2021). Environmental stressors, complex interactions and marine benthic communities' responses. *Scientific Reports*, 11(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83533-1>

Cinar M., Bilecenoglu M., Yokes M., Guclusoy H. (2021). *Pinna nobilis* in the south Marmara Islands (Sea of Marmara); it still remains uninfected by the epidemic and acts as egg laying substratum for an alien invader. *Mediterranean Marine Science*, 22(1), 161-168.
<https://doi.org/10.12681/mms.25289>

Council Directive 92/43/EEC on the Conservation of natural habitats and of wild fauna and flora (1992). *Official Journal L* 206, 7-50. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1992:206:0007:0050:EN:PDF>

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
<https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107388>

De Gaulejac B., Henry M., Vicente N. (1995). An ultrastructural study of gametogenesis of the marine bivalve *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) I. Oogenesis. *Journal of Molluscan Studies*, 61, 375-392.

De Gaulejac B., Henry M., Vicente N. (1995). An ultrastructural study of gametogenesis of the marine bivalve *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) II. Spermatogenesis. *Journal of Molluscan Studies*, 61(3), 393–403. <https://doi.org/10.1093/mollus/61.3.393>

Deudero S., Grau A., Vázquez-Luis M., Álvarez E., Alomar C., Hendriks I. E. (2017). Reproductive investment of the pen shell *Pinna nobilis* (Bivalvia, Pinnidae) Linnaeus, 1758 in Cabrera National Park, Spain. *Mediterranean Marine Science*, 18(2).
<https://doi.org/10.12681/mms.1645>

Galinou-Mitsoudi S., Vlahavas G., Papoutsi O. (2006). Population study of the protected bivalve *Pinna nobilis* (Linnaeus , 1758) in Thermaikos Gulf (North Aegean Sea). *Journal of Biological Research*, 5, 47–53.

García-March J. R., Vicente N. (2006). Protocol to study and monitor *Pinna nobilis* populations within marine protected areas. MedPAN- Interreg IIIC-project. Malta Environment and Planning Authority (MEPA), 62.
https://www.researchgate.net/publication/235963792_Protocol_to_study_and_monitor_Pinna_nobilis_populations_within_marine_protected_areas

Garcia-March J. R., Jiménez S., Sanchis M. A., Monleon S., Lees J., Surge D., Tena-Medialdea J. (2016). In situ biomonitoring shows seasonal patterns and environmentally mediated gaping activity in the bivalve, *Pinna nobilis*. *Marine Biology*, 163(2), 1–12.
<https://doi.org/10.1007/s00227-016-2812-3>

Giacobbe S. (2002). Epibiontic mollusc communities on *Pinna nobilis* L. (Bivalvia, Mollusca). *Journal of Natural History*, 36(12), 1385–1396. <https://doi.org/10.1080/00222930110056892>

Katsanevakis S. (2007). Growth and mortality rates of the fan mussel *Pinna nobilis* in Lake Vouliagmeni (Korinthiakos Gulf, Greece): A generalized additive modelling approach. *Marine Biology*, 152(6), 1319–1331. <https://doi.org/10.1007/s00227-007-0781-2>

Kersting D. K., Hendriks I. E. (2019). Short Guidance for the Construction, Instalation and Removal of *Pinna Nobilis* Larval Collectors. *IUCN*, 1–6.
<https://www.iucn.org/news/mediterranean/201907/mediterranean-noble-pen-shell>

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. (2019). *Pinna nobilis*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T160075998A160081499.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T160075998A160081499.en>

Kersting D. K., Vázquez-Luis M., Mourre B., Belkhamssa F. Z., Cortés E., Deudero S., García-March J. R., Giacobbe S. i sur. (2020). Recruitment Disruption and the Role of Unaffected Populations for Potential Recovery After the *Pinna nobilis* Mass Mortality Event. *Frontiers in Marine Science*, 7, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.594378>

Maeder F. 2016. Landscape of Sea-Silk: Traces of traditional production around Mediterranean Sea. U: Pietsch, J. (Ur.), Proceedings of the ICOM Costume Committee Annual Meeting, Milan 2016.

http://costume.mini.icom.museum/wp-content/uploads/sites/10/2018/12/Milan_2016_Proceedings_-_Maeder.pdf (pristupljeno 17. 8. 2021.)

Marina P., Urra J., Bueno J. de D., Rueda J. L., Gofas S., Salas C. (2020). Spermcast mating with release of zygotes in the small dioecious bivalve *Digitaria digitaria*. *Scientific Reports*, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69457-2>

Matonićkin I., Habdija I., Primc-Habdija B. (1998): Beskralješnjaci-biologija nižih avertebrata. Školska knjiga, Zagreb.

Najdek M., Blažina M., Ezgeta-Balić D., Peharda M. (2013). Diets of fan shells (*Pinna nobilis*) of different sizes: Fatty acid profiling of digestive gland and adductor muscle. *Marine Biology*, 160(4), 921–930. <https://doi.org/10.1007/s00227-012-2144-x>

Parker L. M., Ross P. M., O'Connor W. A., Pörtner H. O., Scanes E., Wright J. M. (2013). Predicting the response of molluscs to the impact of ocean acidification. *Biology*, 2(2), 651–692. <https://doi.org/10.3390/biology2020651>

Peharda M., Vilibić I. (2008). Modelling the recruitment effect in a small marine protected area : the example of saltwater lakes on the Island of Mljet (Adriatic Sea). *Acta Adriatica* 49(1), 25–35.

Rabaoui L., Tlig Zouari S., Katsanevakis S., Ben Hassine O. K. (2007). Comparison of absolute and relative growth patterns among five *Pinna nobilis* populations along the Tunisian coastline: An information theory approach. *Marine Biology*, 152(3), 537–548. <https://doi.org/10.1007/s00227-007-0707-z>

Rabaoui L., Mejri R., Tlig-Zouari S., Bahri L., Hassine O. K. Ben, Tsigenopoulos C. S. (2011). Genetic variation among populations of the endangered fan mussel *Pinna nobilis* (Mollusca: Bivalvia) along the Tunisian coastline. *Hydrobiologia*, 678(1), 99–111. <https://doi.org/10.1007/s10750-011-0827-9>

Richardson C. A., Kennedy H., Duarte C. M., Kennedy D. P., Proud S. V. (1999). Age and growth of the fan mussel *Pinna nobilis* from south-east Spanish Mediterranean seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows. *Marine Biology*, 133(2), 205–212.
<https://doi.org/10.1007/s002270050459>

Rouanet E., Trigos S., Vicente N. (2015). From youth to death of old age: the 50-year story of a *Pinna nobilis* fan mussel population at Port-Cros Island (Port-Cros National Park, Provence, Mediterranean Sea). *Scientific Reports of Port-Cros National Park*, 29, 209–222
<https://www.researchgate.net/publication/280620870>

Šiletić T., Peharda M. (2003). Population study of the fan shell *Pinna nobilis* L. in Malo and Veliko Jezero of the Mljet National Park (Adriatic Sea). *Scientia Marina*, 67(1), 91–98.
<https://doi.org/10.3989/scimar.2003.67n191>

Theodorou J. A., James R., Tagalis D., Tzovenis I., Hellio C., Katselis G. (2017). Density and size structure of the endangered fan mussel *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758), in the shallow water zone of Maliakos Gulf, Greece. *Acta Adriatica*, 58(1), 63–76.
<https://doi.org/10.32582/aa.58.1.5>

Trigos S., García-March J. R., Vicente N., Tena J., Torres J. (2014). Respiration rates of the fan mussel *Pinna nobilis* at different temperatures. *Journal of Molluscan Studies*, 81(2), 217–222.
<https://doi.org/10.1093/mollus/eyu075>

Trigos S., Vicente N., Prado P., Espinós F. J. (2018). Adult spawning and early larval development of the endangered bivalve *Pinna nobilis*. *Aquaculture*, 483, 102–110.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.10.015>

WoRMS Editorial Board (2021). World Register of Marine Species. Available from <https://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2021-08-16. doi:10.14284/170

9.1 Internetski izvori

Aquarium Pula d.o.o. <http://www.aquarium.hr/Periske.html> (pristupljeno 18. 8. 2021.)

“JESTE LI IH VIDJELI?” Pronađena živa periska u moru kod Privlake, ronioci će ju ograditi kavezom. Dalmacija danas. Dostupno na: <https://www.dalmacijadanas.hr/jeste-li-ih-vidjeli-pronadena-ziva-periska-u-moru-kod-privlake-ronioci-ce-ju-ograditi-kavezom/> (pristupljeno 17. 8. 2021.)

Krishnankutty P. (2021). Global warming likely to rise to 3 degrees Celsius by 2100, well above Paris accord target — UN. The Print. Dostupno na: <https://theprint.in/environment/global-warming-likely-to-rise-to-3-degrees-celsius-by-2100-well-above-paris-accord-target-un/607941/> (pristupljeno 10. 6. 2021.)

10. SAŽETAK

U posljednjih nekoliko desetljeća uočeno je zabrinjavajuće smanjenje populacije endemskog ujedno i najvećeg školjkaša Mediterana, plemenite periske. *Pinna nobilis* sukcesivni je hermafrodit s asinkronom gametogenezom kojom sprječava samooplodnju. Jedinka postaje spolno zrela između 1 i 2 godine života nakon čega je jednom godišnje sa početkom porasta temperature mora u kasno proljeće i s vrhuncem u ljetnim mjesecima vidljiva sezona mrijesta. Oplodnja je vanjska. Nakon ličinačke faze koja približno traje do deset dana, slijedi smještanje i učvršćivanje za sediment. Juvenilne jedinke su krhke i osjetljive radi čega se suočavaju s raznim prijetnjama kao što su predatorski organizmi, loša opskrba hranom ili zakopavanje. Jedinka se smatra adultnom kada dosegne veličinu od deset centimetara. Rastom i starenjem postaje sve otpornija na vanjske stresore. Plemenita periska dugoživući je školjkaš sa životnim vijekom i 45-50 godina.

Cilj ovog rada je sumirati dosadašnja saznanja o stadijima životnog ciklusa i razvojne biologije kao i ukazati na važnost poznavanja istih u svrhu pravilne brige, zaštite i potencijalno repopulacije ove kritično ugrožene, a biološki i ekološki važne vrste.

Ključne riječi: Jadransko more, endemska vrsta, razvojni stadiji, ugroženost

11. SUMMARY

In the last few decades there has been a noticeable decrease in the population of the Mediterranean's endemic and largest bivalve, the noble pen shell. *Pinna nobilis* is a successive hermaphrodite with asynchronous gametogenesis that prevents self-fertilization. The individual becomes sexually mature between 1 and 2 years, after which the spawning season is visible once a year with rising of the sea temperature in late spring and with peaking during the summer months. The fertilisation is external. After the larval phase, which lasts approximately ten days, the individual is situated at the sea bottom. Juveniles are fragile and sensitive and that's why they are facing a diverse collection of threats, such as predators, poor food supply or being covered by the sediment. The individual is considered as an adult when it reaches the size of 10 centimeters. With growth and aging it becomes more and more resistant to external threats. The noble pen shell is a long-living bivalve with a lifespan of up to 45-50 years.

The aim of this thesis is to sum up so far known information about stages of life cycle and developmental biology. Furthermore it may be used to point out the importance of correct care, protection and potential restocking of the critically endangered and biologically as well as ecologically important species.

Key words: Adriatic Sea, endemic species, developmental stages, endangerment



12. ŽIVOTOPIS

Vida Burić

Državljanstvo: hrvatsko

Spol: Žensko

✉ E-adresa: vida.buric@gmail.com

✉ E-adresa: yburic@stud.biol.pmf.hr



OBRAZOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE

Srednjoškolska diploma

Opća Gimnazija Pula [2014 – 2018]

Adresa: 52100 Pula (Hrvatska)

Sveučilišna prvostupnica molekularne biologije

Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Molekularna biologija [2018 –Trenutačno]

Adresa: 10000 Zagreb (Hrvatska)

SSI Open water diver

ORCA diving centre [2020]

Adresa: 52100 Pula (Hrvatska)

RADNO ISKUSTVO

Prodavačica

Div Planet d.o.o. [2018]

Mjesto: Pula

Zemlja: Hrvatska

Prodaja robe, rad na blagajni, vršenja narudžbi

Projekt "Partnerstvo između znanstvenika i ribara"

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli [Trenutačno]

Mjesto: Pula

Zemlja: Hrvatska

JEZIČNE VJEŠTINE

Materinski jezik/jezici: **hrvatski**

Drugi jezici: **engleski**

SLUŠANJE B2 ČITANJE B2 PISANJE B2

GOVORNA PRODUKCIJA B2 GOVORNA INTERAKCIJA B2

talijanski

SLUŠANJE A2 ČITANJE A2 PISANJE A1

GOVORNA PRODUKCIJA A1 GOVORNA INTERAKCIJA A1

njemački

SLUŠANJE A2 ČITANJE A2 PISANJE A1

GOVORNA PRODUKCIJA A1 GOVORNA INTERAKCIJA A1

DIGITALNE VJEŠTINE

Komunikacijski programi (Skype, Zoom, TeamViewer) / Iskustva u radu sa Microsoft Office paketom (PowerPoint, Excel, Word) / Informacije i komunikacija (internet, različite društvene mreže)

VOZAČKA DOZVOLA

Vozačka dozvola: B

KONFERENCIJE I SEMINARI

Dan i noć na PMF-u 2019.

[PMF Zagreb, 05/04/2019]

SISB (simpozij studenata bioloških usmjerenja) [Zagreb, 01/06/2019]

Seminar "Invazivne vrste Srbije"

[Novi Sad, 08/11/2019 – 10/11/2019]

Naučno-istraživačko društvo studenata biologije i ekologije "Josip Pančić" (Odjel za biologiju i ekologiju PMF Novi Sad)

Marine ecology- supplementary guided learning [online, 20/03/2021]

Marine Mammal Student Symposium [online, 09/04/2021]
NAMMCO

INNOVATIVE SOLUTIONS FOR SUSTAINABILITY OF ADRIATIC SEA

[online, 27/04/2021 – 28/04/2021]

InnovaMare

Sushi drop

SISB (simpozij studenata bioloških usmjerenja)

[Zagreb , 22/05/2021 – 23/05/2021]

SymBioSE-2021 [online, 27/07/2021 – 31/07/2021]

HOBIJI I INTERESI

Ples (balet, suvremeni, moderni) , planinarenje, ronjenje, putovanja

VOLONTIRANJE

Udruga cerebralne paralize Istarske

županije [Pula, 2015 – 2016]

Pomoć pri izvođenju likovnih radionica, animacija i njega djece.

Ljetni kamp "Sunce i avantura" (2015. i 2016.)

Zimski kamp (2015.)

Manifestacija "Svi smo mi jednaki" (2015.)

<https://hr-hr.facebook.com/pages/category/Nonprofit-Organization/Udruga-cerebralne-paralize-Istarske%C5%BEupanije-123475007838536/>

IRONMAN 70.3 PULA

[Vinkuran, 17/09/2017]

Pomoć oko provedbe aktivnosti utrke.

Udruga Morski obrazovni centar Pula (Aquarium Pula)

[Pula, 2019, 2020, trenutačno]

Provjera stanja životinja, pomoć pri čišćenju i održavanju nastambi, educiranje posjetitelja.

<http://aquarium.hr/index-cro.html>