



1949 - 2019

SEDAMDESETA  
GODIŠNICA  
INSTITUTA U  
DUBROVNIKU



**SVEUČILIŠTE  
U DUBROVNIKU**  
INSTITUT  
ZA MORE  
I PRIOBALJE

**UREDNICI**  
prof. dr. sc. Nenad Jasprica  
dr. sc. Mirna Batistić

**RECENZENTI**  
Akademik Mladen Juračić  
Akademik Frano Kršinić  
Akademik Mirko Orlić

**IZDAVAČ**  
Sveučilište u Dubrovniku

**ZA IZDAVAČA**  
prof. dr. sc. Nikša Burum

**LEKTORICA**  
dr. sc. Samanta Paronić

**AUTOR FOTOGRAFIJE NA NASLOVNICI**  
Klaudio Pozniak

**GRAFIČKO OBLIKOVANJE**  
Katarina Banović, mag. oec.

**PRIJEVOD SAŽETKA**  
Steve Latham

**PRIPREMA I TISAK**  
Tiskara Zelina d.d.

**NAKLADA**  
200 komada

Odlukom Senata Sveučilišta u Dubrovniku od 27. listopada 2021. ova je monografija prihvaćena za tisak.

CIP zapis je dostupan u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 581187048.

ISBN 978-953-7153-59-5



# SEDAMDESETA GODIŠNICA INSTITUTA U DUBROVNIKU

Monografija

Dubrovnik, 2021.

# RIJEČ UREDNIKA

Poštovani čitateljice i čitatelji,

zadovoljstvo nam je predstaviti monografiju pripremljenu u povodu sedamdesete obljetnice utemeljenja Instituta u Dubrovniku koju smo svečano obilježili u travnju 2019.

Hrvatski narod urastao je i usidrio se u Mediteran, stekavši tako veze s cijelim svijetom, najviše preko Dubrovčana. Zaplovili smo i zavoljeli more kao malo koji narod, prigrili smo njegovu ljepotu i veličinu. Bez mora hrvatska povijest i kultura, život uopće, ne bi danas bio toliko prepoznatljiv. More je učitelj i branitelj, more je život za jadransku, ali i kontinentalnu Hrvatsku.

Država smo koja ima suverena prava na 54 000 km<sup>2</sup> morskoga dna u usporedbi s oko 57 000 km<sup>2</sup> kopnenog teritorija. Danas imamo mogućnost za potpunu iskoristivost mora i svih njegovih prednosti. Kako bismo mogli gospodariti morem te njegova prirodna bogatstva ostaviti onima koji dolaze nakon nas, neophodno je njegovo poznavanje i razumijevanje procesa koji se u njemu odvijaju. Danas znamo da je odluka tadašnje Akademije znanosti i umjetnosti (Zagreb) iz 1949. da na obali južnoga Jadrana, u Dubrovniku, utemelji znanstvenu instituciju koja će proučavati prirodne značajke obale i mora, bila nužna i opravdana.

Kao i obično, svi su početci bili teški. Bez obzira na čestu promjenu unutarnje organizacije, naziva ili čak sjedišta uprave, Institut u Dubrovniku je od najranijeg razdoblja pa sve do danas ostao prepoznat kao jedno od nekoliko središta na Mediteranu u kojem se sveobuhvatno istražuje plankton. Planktonski organizmi jesu temelj života u moru jer imaju utjecaja na funkcioniranje čitave Zemljine biosfere.

Pred vama je monografija u kojoj predstavljamo Institut u Dubrovniku od utemeljenja do danas te njegovu ulogu u znanstvenoj zajednici i društvu općenito. Imajući u vidu da je Jadransko more, a poglavito otvoreno more južnoga Jadrana, ekosustav koji značajno utječe na njegov preostali dio, još uvijek nedovoljno istražen dio Hrvatske, pred nama i nasljednicima još je puno posla. Potreba za takvim istraživanjima posebno je naglašena u uvjetima klimatskih i drugih promjena koje su, velikim dijelom, posljedica ljudskog djelovanja. Korištenje jadranskim resursima hrvatski je gospodarski prioritet, a isto tako strateški nacionalni znanstveno-istraživački prioritet.

U Dubrovniku 20. prosinca 2020.

*Nenad Jasprica*

*Mirna Batistić*





Djelatnici Instituta za more i priobalje u danima obilježavanja 70. obljetnice utemeljenja u dubrovačkom akvariju (2019.). Slijeva nadesno: Nenad Antolović, Božo Grmoljez, Jakša Bolotin, Igor Brautović, Nenad Jasprica, Mirna Batistić, Davor Lučić, Valter Kožul, Barbara Gangai Zovko, Katija Dolina, Marijana Hure, Svjetlana Bobanović-Ćolić, Jele Martinović, Iris Dupčić Radić, Nikša Glavić, Nenad Gledić  
(Foto Tonči Plazibat/Cropix).

# SADRŽAJ

**10**

Povijest institucije za istraživanje mora i priobalja u Dubrovniku (*D. Viličić, N. Jasprica*)

**36**

Mjerenje fizikalno-kemijskih parametara u Institutu u Dubrovniku (*I. Dupčić Radić*)

**44**

Istraživanja mikroorganizama u Institutu u Dubrovniku (*S. Bobanović-Čolić*)

**50**

Istraživanja fitoplanktona u Institutu u Dubrovniku (*N. Jasprica*)

**58**

Istraživanja bentoskih dijatomeja u Institutu u Dubrovniku (*A. Car*)

**66**

Istraživanja zooplanktona u Institutu u Dubrovniku (*J. Njire, I. Brautović, M. Hure, D. Lučić*)

**82**

Želatinozni zooplankton u Jadranskom moru – nove spoznaje i smjerovi u istraživanju (*M. Batistić, R. Garić*)

**92**

Marikultura na istočnoj obali južnog Jadrana i istraživanja u Institutu u Dubrovniku (*V. Kožul*)

## **108**

Doprinos Instituta u Dubrovniku poznavanju i zaštiti  
Malostonskog zaljeva (*N. Jasprica, M. Batistić*)

## **114**

Doprinos Instituta u Dubrovniku utemeljenju Botaničkog vrta  
na Lokrumu i razvoju botaničke znanosti (*K. Dolina*)

## **126**

Doprinos Instituta u Dubrovniku podučavanju (*N. Jasprica*)

## **128**

U spomen (*N. Jasprica*)

## **132**

Znanstvenici Instituta u Dubrovniku

## **134**

Obrađeni kvalifikacijski radovi u Institutu u Dubrovniku

## **140**

Drugi o nama

## **147**

Summary

# POVIJEST INSTITUCIJE ZA ISTRAŽIVANJE MORA I PRIOBALJA U DUBROVNIKU

Damir Viličić, Nenad Jasprica

Kratice:

IRB – Institut Ruđer Bošković

BZIOR – Biološki zavod Instituta za oceanografiju i ribarstvo

HHI – Hrvatski hidrografski institut

PMF – Prirodoslovno matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

U ovom kronološkom prikazu analiziramo razvoj istraživanja mora u Dubrovniku te botanička i ornitološka istraživanja koja se obavljaju u ustanovi koja je više puta mijenjala naziv i lokaciju u Dubrovniku u posljednjih 70 godina. Uz istraživače koji se spominju u tekstu citiramo njihove najvažnije radevine koji te pojedince određuju u vremenu koje se opisuje.

## Istraživanja mora na istočnoj obali Jadrana do Drugog svjetskog rata

O povijesti istraživanja na Jadranu pisali su Zavodnik (2002), Casellato (2008), Orlić (2011), Dulčić i Kršinić (2012) te Viličić (2015). Istraživanja Jadranskoga mora počinju u 15. i 16. stoljeću, kada je Venecija dominantna ekonomска sila, a u 16. i 17. stoljeću značajna je i Dubrovačka Republika. Pomorskom prijevozu i ratnoj mornarici trebao je podatak o fizikalnim svojstvima mora i atmosfere te pomorska kartografija. Zbog toga je 1684. u Veneciji osnovana *Accademia degli cosmographica degli argonauti*, gdje se proučavaju kartografija, morske struje i mijene.

Ozbiljnija istraživanja Jadranskog mora počinju u sjevernom Jadranu pod upravom Italije i Austro-Ugarske Monarhije, u 19. stoljeću. Otvara se željeznička pruga prema

Rijeci 1873., što pridonosi razvoju pomorstva i privrede. Nakon osnivanja Zoološke postaje u Trstu 1875., prirodoslovci iz različitih europskih zemalja dolaze na sjeverni Jadran.

Oceanografska opažanja u Jadransku počinju nakon pokretanja prve oceanografske ekspedicije na svijetu istraživačkim jedrenjakom *Challenger* u razdoblju od 1872. do 1876. Istraživanja uz istočnu obalu Jadrana vezana su za nekoliko ekspedicija pod talijansko-njemačkom i mađarskom upravom u razdoblju od 1872. do 1933., od kojih neke sežu i do južnog Jadrana. Tada su istraživanja uglavnom kvalitativna i vezana za upoznavanje sastava bentoskih i planktonskih organizama. U takvom okruženju djelovali su i hrvatski prirodoslovci. Prvo Hrvatsko znanstveno istraživanje Jadranskog mora obavljeno je brodom *Zvonimir* 1893., a glavni istraživač na tom putovanju bio je Lazar Car (Orlić 1997). Godine 1894. malakolog Spiridion Brusina, prvi profesor zoologije na zagrebačkom sveučilištu, brodom *Margita* organizirao je drugo znanstveno istraživanje Jadranskog mora. Brusina je promicao Darwinove evolucionističke ideje i utemeljio mnoge muzejske zbirke.

Najstarija ustanova za istraživanje mora na našoj istočnoj obali Jadrana utemeljena je u Rovinju kao Zoološka postaja berlinskog akvarija (*Zoologische Station des Berliner Aquarium*) 1891. Godine 1918. ustanova prelazi pod talijansku upravu (*Stazione Zoologica*, kasnije *Istituto di Biologia Marina per l'Adriatico-Rovigno*), a u razdoblju od 1937. do 1940. pod zajedničkom je talijansko-njemačkom upravom (*Deutsch-Italienisches Institut für Meeresbiologie zu Rovigno*, odnosno *Istituto Italo-Germanico di Biologia Marina di Rovigno d'Istria*). Nakon Drugog svjetskog rata, od 1948., institucija u Rovinju radi pod nadležnošću Ministarstva za znanost i kulturu Narodne Republike Jugoslavije, a administrativno postaje odjel Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu (Institut za ribarstvenu ekologiju). Od 1951. do 1968. Institut prelazi u nadležnost Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti pod nazivom Institut za biologiju mora.

Nakon osnivanja Države Srbia, Hrvata i Slovenaca te Kraljevine Jugoslavije, 1930. ustanovljen je Institut za oceanografiju i ribarstvo u Splitu. Prvi ravnatelj Instituta bio je profesor Hjalmar Broch iz Oslo koji je na temelju norveških iskustava na području oceanografije organizirao znanstveno-

istraživački rad u Institutu. Ante Ercegović vraća se iz Francuske i uvodi metodu za kvantitativna istraživanja fitoplanktona mikroskopom.

### Istraživanja u Dubrovniku do Drugog svjetskog rata

Dubrovačko područje i južni Jadran je u 19. i u prvoj polovini 20. stoljeća dalek prostor i isključen iz istraživanja mora, ali je još godine 1894. hrvatski prirodoslovac Spiridion Brusina predlagao istraživačku stanicu u Južnom Jadranu.

### Istraživanja u Dubrovniku od Drugog svjetskog do Domovinskog rata

#### Stanica u Gružu

Godine 1946. Ministarstvo ribarstva tadašnje Narodne Republike Hrvatske osniva u Dubrovniku Ribarstveno biološku stanicu (Slika 1). (Prva istraživanja obavili su Kirinčić i Lepetić.) Intenzivnija istraživanja mora u Dubrovniku pokreće Tomo Gamulin, koji dolazi u Stanicu iz Rovinja 1951. Stanica se ukida 1956., Tomo Gamulin odlazi na Sveučilište u Zagreb, a akademije iz Zagreba i Beograda usmjeravaju ribarstvenu djelatnost u Institut u Splitu. U Dubrovniku egzistira Prirodoslovni muzej, osnovan još 1872. kao Dubrovački domorodni muzej koji čuva



Slika 1. Ribarstvena stanica na južnoj obali Gruškog zaljeva otvorena 1946.  
(Foto Arhiv Instituta).

zbirke zaslužnih Dubrovčana, ljekarnika i brodovlasnika Antuna Drobca te profesora crtanja Balda Kosića. Godine 1949. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti (JAZU) inicira i 1950. uspijeva osnovati Biološki institut u Dubrovniku nakon što Vlada ustupa zemljište i zgradu na južnoj obali luke Gruž (JAZU 1952). Institut je organizirao Stanko Karaman koji započinje istraživanja podzemne faune.

### **Institut JAZU u Tvrđavi sv. Ivana**

Predsjednik JAZU Andrija Štampar ugovara 1957. s dubrovačkom općinom selidbu Biološkog instituta iz Gruža na otok Lokrum (cijeli Lokrum sa zgradama dodijeljen je tadašnjem Institutu). U tvrđavi sv. Ivana je zaslugom obrtnika Krstića 1953. uspostavljen morski akvarij. Biološkom Institutu JAZU dodijeljene su kulturno-prosvjetne ustanove, Prirodoslovni muzej i Akvarij te je stvorena jedinstvena ustanova. Za ravnatelja Instituta dolazi Tomo Gamulin koji prihvata ideju Andrije Štampara i osmišljava znanstveni sadržaj na otoku Lokrumu organizirajući Botanički vrt i botanička istraživanja na otoku Lokrumu. Tomo Gamulin se već za boravka u Oceanografskom institutu u Splitu bavi zooplanktonom. Tada sudjeluje u ekspediciji Hvar koju Institut organizira u razdoblju 1948. – 1949. Zooplankton sagledava u cjelini povezujući mriješćenje pelagičkih riba, posebno srdele s njihovom prehranom. Istraživanja zooplanktona nastavlja nakon dolaska u Dubrovnik zajedno s Jurom Hure, gdje povezuju zooplankton i mriješćenje srdele u Jadranu (Gamulin i Hure 1955). Istraživanja i otkrića vezana za mrijest srdele u Jadranskom moru objavili su 1956. u najprestižnom znanstvenom časopisu *Nature* (Gamulin i Hure 1956).

Godine 1960. JAZU je objedinila svoje ustanove u Rovinju, Trstenom i Dubrovniku pod vodstvom Tome Gamulina sa sjedištem u Rovinju. Taj je ustroj napušten 1963., kada se ustanove u Rovinju i Trstenom izdvajaju u zasebne cjeline (Kršinić 1989).

Uz prvo bitno financiranje iz JAZU, ravnatelj Tomo Gamulin (Slika 2) postupno uspijeva organizirati akvarij i financirati istraživanja velikim dijelom prihodom iz akvarija. Godine 1961. nabavlja brod – manju drvenu koćaricu *Baldo Kosić* i 1965. uređuje laboratorije u prizemlju tvrđave sv. Ivana.



Slika 2. Tomo Gamulin 1979.  
(Foto Arhiv Instituta).

Nakon doktorata 1965., Jure Hure i Tomo Gamulin stvaraju osnovu za ozbiljnija istraživanja zooplanktona u Dubrovniku (Slika 3). Ravnatelj Instituta Tomo Gamulin surađuje s kolegama iz Francuske (*Observatoire Océanologique de Villefranche-sur-Mer*), Italije (*Stazione Zoologica di Napoli, Università degli Studi di Trieste*) i Austrije (*Universität Wien*). Još za vrijeme boravka u Rovinju, Tomo Gamulin surađuje s Rupertom Riedlom, profesorom zoologije s bečkog sveučilišta, kojemu je istraživanje na Jadranu velikim dijelom bila osnovica za objavljivanje prvog izdanja priručnika o fauni i flori Jadrana te kasnije Sredozemnog mora (Riedl 1983). Gamulin je organizirao suradnju s Pietrom Dohrnom, direktorom Zoološke stanice u Napulju, i započeo komparativna istraživanja zooplanktona u južnom Jadranu i Napuljskom zaljevu (Gamulin i sur. 1968).



Slika 3. Jure Hure i Tomo Gamulin na 1. simpoziju Jugoslavenskih oceanografa u Splitu 1962. Slijeva nadesno (gore): Tamara Vučetić, Jure Hure, Otmar Karlovac; dolje: Ante Škrivanić, Stefan Gelineo, Šime Županović, Tomo Gamulin (Foto M. Alajbeg).



Slika 4. Studentska nastava na otoku Bobari 1982. Studente predvode njihov profesor Milan Meštrović i botaničar Stipe Hećimović (Foto D. Viličić).

Suradnju s Prirodoslovno-matematičkim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu (PMF) Tomo Gamulin iskoristio je za dovođenje mladih kadrova pa se od 1967. stvaraju obrisi buduće organizirane znanstvene ustanove. Studenti četvrte godine Biologije na PMF-u borave na terenskoj nastavi u Dubrovniku, a smješteni su u bivšem Benediktinskom samostanu na otoku Lokrumu (Slika 4). Nakon dubrovačkog potresa 1979., prekida se terenska nastava na Lokrumu.

Ravnatelj Tomo Gamulin poticao je disciplinu i interes za more među mladim asistentima i uvjerenje da rezultate rada treba objavljivati u kvalitetnim znanstvenim časopisima. O metodici istraživanja, potrebama za opremom, prezentaciji rezultata na kongresima i objavljivanju radova redovito se u Institutu raspravljalio. Gamulin je asistente od početka uključivao u projekte i suradnju s drugim domaćim i inozemnim institutima. Jure Hure specijalist je za planktonske kopepode (Hure i sur. 1980), a Adam Benović (Slika 5) usmjerava svoja istraživanja na meduze (Benović 1973, Benović i sur. 1987) i biomasu mrežnog zooplanktona (Benović i sur. 1984). Tomo Gamulin osmišljava prvi put u Jadranu istraživanja mikrozooplanktona koja preuzima Frano Kršinić 1972. i uhodava metodiku za uzorkovanje Van Dorn crpcem (Slika 6) (Kršinić 1980), a kasnije konstruira novi alat za uzorkovanje, mrežu Adriatic (Kršinić



Slika 5. Adam Benović 1978.  
(Foto D. Viličić).



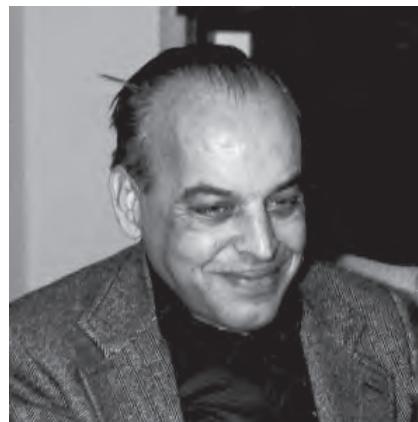
Slika 6. Istraživači na palubi broda Baldo Kosić 1979. Slijeva nadesno: Frano Kršinić, Damir Mušin, Vladimir Onofri, Radimir Balenović i mornar Mirko Udženija (Foto D. Viličić).

1990). Kršinić se usavršava u Njemačkoj, u *Biologische Anstalt Helgoland, Litoralstation List/Sylt*, i svoja iskustva primjenjuje u Međunarodnom projektu praćenja zagađenja u Mediteranu (UNEP MED POL projekti), na kojem Institut sudjeluje od 1978. do 1989. u suradnji s Institutom Ruđer Bošković (IRB) iz Zagreba. Nabavom inverznog mikroskopa počinju istraživanja fitoplanktona. Od fizikalno-kemijskih svojstava tada se prate samo temperatura i salinitet Nansenovim crpcem (Viličić i Balenović 1982). Sastav asistenata u Institutu se mijenja, popis ljudi u Institutu pokazuje tablica objavljena u ovoj monografiji (Jasprica i Batistić 2021).

U okviru Botaničkog vrta na otoku Lokrumu, Lav Rajevski započinje botanička istraživanja 1960. (Rajevski 1969), bavi se prilagodbom i uvođenjem stranih vrsta u dubrovačko područje te uspostavlja zbirku eukaliptusa i kaktusa (Slika 7). Istraživanja flore i vegetacije dubrovačkog područja nastavlja Vladimir Birač (Birač 1973); nakon njegova odlaska, 1977. dolaze Marija i Stipe Hećimović (Hećimović M. 1981, Hećimović S. 1982), a nakon njihova odlaska 1991., ostaju stručni suradnici koji se brinu o Botaničkom vrtu. Više informacija o Vrtu donosi u ovoj monografiji Dolina (2021). U razdoblju od 1951. do 1985. u Institutu i u okviru Muzeja djeluje ornitolog Ivan Tutman (Slika 8).



Slika 7. Zbirka kaktusa Lava Rajevskog u stakleniku  
(vrtlar Mirko Šiljeg i Frano Kršinić 1979.)  
(Foto D. Viličić).



Slika 8. Ornitolog Ivan Tutman 1979.  
(Foto D. Viličić).

## Biološki zavod Instituta za oceanografiju i ribarstvo

Godine 1976. Biološki institut u Dubrovniku postaje Zavod Instituta za oceanografiju i ribarstvo (BZIOR) s administrativnom upravom u Splitu. Nakon odlaska Tome Gamulina u mirovinu, predstojnik dubrovačke jedinice postaje Adam Benović. Veza sa središnjicom Instituta u Splitu bila je uglavnom administrativna. Institut u Splitu okupiran je brojnim privrednim projektima u kojima Dubrovčani uglavnom ne sudjeluju. Bez obzira na činjenicu što je u ono vrijeme za napredovanje u istraživačka zvanja trebalo manje publikacija nego danas, Dubrovčani su bili orientirani na znanstvena istraživanja i objavljivanje u kvalitetnim znanstvenim časopisima. U Dubrovniku su asistenti relativno brzo magistrirali i doktorirali te je rastao broj istraživača sa znanstvenim zvanjima, a to je bio jedan od razloga zašto je ustanova u Dubrovniku priključena zajedničkom Institutu za oceanografiju i ribarstvo.

U razdoblju od 1965. do Domovinskog rata 1990. istraživanja planktona provode se u obalnom i otvorenom moru južnog Jadrana (Slike 9, 10, 11). Novi i veći brod istog imena (*Baldo Kosić*) izgrađen je 1987. (Slika 12). Zanimljivo je jednogodišnje komparativno istraživanje taksonomskog sastava i ekoloških svojstava planktona u 11 zaljeva uz istočnu obalu Jadrana (uzorkovanje jednom mjesечно) koje je bilo organizirano automobilom i privatnim ribarskim barkama (Kršinić 1987, Viličić 1989, Viličić i sur. 1989a, 1995a). U Malostonskom zaljevu provode se istraživanja planktona i školjkaša (Kršinić 1987, Viličić i sur. 1994a, Lučić i Kršinić 1998). U Mljetskim jezerima određuje se sezonska i fina vertikalna raspodjela mikrozooplanktona (Kršinić i Lučić 1994).



Slika 9. Planktonske mreže za lov mezozooplanktona na palubi broda *Baldo Kosić* 1979.; Vladimir Onofri i Damir Mušin (Foto D. Viličić).



Slika 10. Rad sa sondom u Župskom zaljevu 1983.; Davor Lučić i Damir Mušin (Foto D. Viličić).



Slika 11. Krojenje planktonske mreže u Institutu u Dubrovniku – Frano Edl 1986. (Foto D. Viličić).



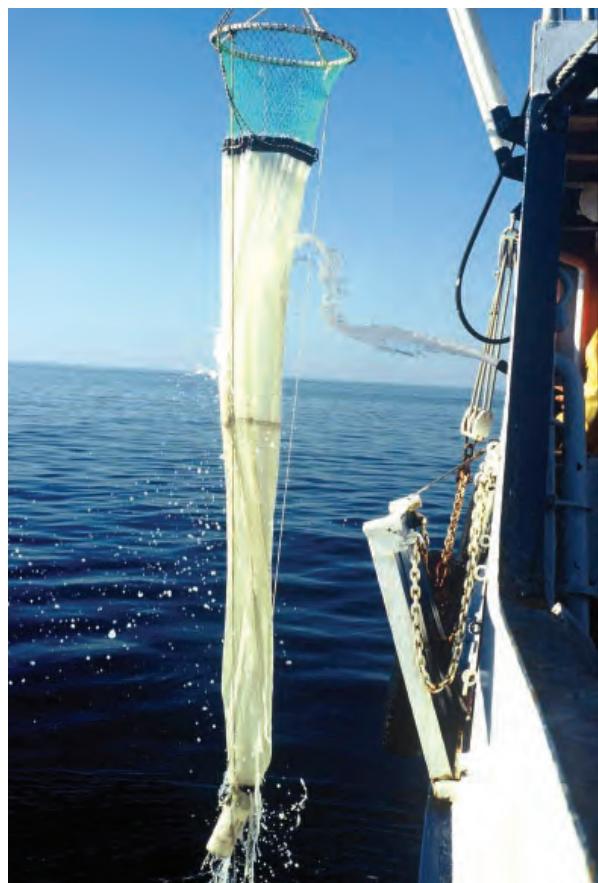
Slika 12. Brod Baldo Kosić – svečano isplovljavanje 1987. (Foto D. Viličić).

Zooplanktonolozi iz Dubrovnika sudjeluju u istraživanjima sjevernog Jadrana (Kršinić 1995, Benović i Lučić 1996).

Oceanografska mjerena i istraživanja planktona na otvorenome moru Jadrana uspostavljena su u razdoblju od 1974. do 1990. hidrografskim brodom Jugoslavenske ratne mornarice *Andrija Mohorovičić*, jedinim brodom pogodnim za takav rad (Slike 13, 14, 15). Istraživači iz Dubrovnika sudjeluju u svim krstarenjima duž poprečnih profila Jadrana i prate sve veličinske i taksonomske frakcije planktona (Kršinić 1998, Viličić i sur. 1989b, 1994b, 1995b). Prve rezultate o kopepodima s tih krstarenja objavljuje Jure Hure sa suradnicima iz Napulja (Hure i sur. 1980).



Slika 13. Uzorkovanje mezozooplanktona mrežom na zatvaranje ( $\phi 250 \mu\text{m}$ ) 1985. (Foto D. Viličić).



Slika 14. Ispiranje planktonske mreže za lov mikrozooplanktona i mikrofitoplanktona ( $\phi 53 \mu\text{m}$ ) 1980. (Foto D. Viličić).



Slika 15. Frano Kršinić i Alenka Malej (Inštitut za Biologijo Piran, Slovenija) na brodu *Andrija Mohorovičić* 1985. (Foto D. Viličić).

Istraživanja Južnojadranske kotline Institut kasnije obavlja brodom *Bios* (1993. – 1994.) i *Naše more* te u okviru projekta Ministarstva znanosti „Distribucija planktona, produkcijski i regenerativni odnosi“ (1992. – 1995.). Započinje eksperimentalni rad s uzgojem riba i kulturama za prehranu njihovih ličinki (Slike 16, 17).



Slika 16. Mali betonski bazeni za uzgoj ribe u Institutu (Foto D. Viličić).



Slika 17. Uzgoj fitoplanktona za prehranu ribljih ličinki 1984. (Foto D. Viličić).



Slika 18. Neki sudionici na terenskim istraživanjima u estuariju Krke. Slijeva na desno: Zvonko Gržetić (HHI), Nenad Jasprica (BZIOR), Ante Škrivanić (IRB), Vera Žutić (IRB) i Mladen Ferenčak (HHI), 1985.  
(Foto D. Viličić)

Pojedinci sudjeluju u istraživanjima estuarija Krke koja vodi IRB (Viličić i sur. 1989a, Legović i sur. 1994) (Slika 18).

Ratno razaranje Dubrovnika u razdoblju od 1990. do 1992. (Slika 19) prekinulo je istraživanja u tvrđavi sv. Ivana, a uništen je i istraživački brod. Na Lokrumu je teško oštećen Botanički vrt te su veći dio stručne i znanstvene literature, kao i cijelokupna dokumentacija o biljkama u vrtu izgorjeli u požaru. Nepovratno je izgubljena projektna dokumentacija krajobraznog uređenja Vrta u Centru za povijesne vrtove i razvoj krajobraza u zgradici Interuniverzitetskog centra u Dubrovniku. Profesor Milan Meštrov, koji je godinama vodio terensku nastavu studenata PMF-a, nastoji obnoviti samostan za potrebe Znanstveno-nastavne stanice Sveučilišta u Zagrebu (Meštrov 1989). Započetnu obnovu prekinuo je Domovinski rat, a zamisao se do danas nije ostvarila (Viličić 2004).



## Istraživanja nakon završetka Domovinskog rata

### Proširenje prostora i izgradnja novog broda

Nakon završetka Domovinskog rata i stabiliziranja političkih prilika, inicijativom Adama Benovića i Boška Skaramuce uređuje se novi radni prostor u bivšoj slanici Tvrđave sv. Ivana.

U razdoblju 1998. – 2011. organiziran je Nacionalni program praćenja mora „Sustavno istraživanje Jadranskog mora kao osnova održivog razvijeta Republike Hrvatske“ (projekt „Jadran“), koji je omogućio nabavu opreme i interdisciplinarni rad na cijelom Jadranu.

Nastavljaju se istraživanja planktona u otvorenim vodama južnog Jadranu (Benović i sur. 2005, Lučić i sur. 2005, Batistić i sur. 2007), Malostonskom zaljevu (Jasprica i Carić 1997), Mljetskim jezerima (Benović i sur. 2000, Alvarez Colombo i sur. 2009) i u drugim obalnim vodama (Carić i sur. 2012) (Slika 20). Uspostavlja se znanstvena suradnja s PMF-om, IRB-om, Hrvatskim hidrografskim institutom iz Splita (HHI) na istraživanjima estuarija Zrmanje, Velebitskog i Paškog kanala

Slika 19. Organiziranje skloništa za civile u Akvariju Instituta – u tvrđavi sv. Ivana, u studenome 1991. (Izvor: Zbirka fotografija Muzeja Domovinskog rata, Dubrovnik; foto B. Gjukić).

(Slike 21, 22) (Burić i sur. 2007, Viličić i sur. 2008). U potopljenim spiljama otkrivene su nepoznate endemične vrste organizama (Kršinić 2005a,b).

Unovim prostorima obavljaju se ekološka i eksperimentalna istraživanja riba za marikulturu (Kožul i sur. 2001) (Slika 23).



Slika 20. Članovi Laboratorija za istraživanje planktona BZIOR u Dubrovniku 1995. Damir Viličić (1), Jakica Sanko (2), Marina Carić (3), Frano Kršinić (4), Nenad Jasprica (5), Mirna Batistić (6), Josip Mikuš (7), Igor Brautović (8) (Foto D. Viličić, objavljeno u Viličić 2015).



Slika 21. Suradnja u istraživanju Velebitskog kanala 2002. Slijeva nadesno: Zrinka Burić (PMF), Božo Grmoljez (BZIOR), Marina Carić (BZIOR), Ivona Cetinić (PMF), Goran Olujić (HHI) (Foto D. Viličić).



Slika 22. Istraživanje Velebitskog kanala 2002.; konzervacija uzoraka za analizu hranjivih tvari (Foto D. Viličić).



Slika 23. Valter Kožul i prikupljanje organizama za istraživanja u marikulturi (Foto N. Glavić).

## Institut za more i priobalje Sveučilišta u Dubrovniku

Godine 2003. utemeljeno je dubrovačko sveučilište koje je trebalo kadrovsku i infrastrukturnu podršku. Tadašnje vodstvo Sveučilišta je 2005. tražilo od Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske priključenje dubrovačkom sveučilištu dvaju laboratorija splitskog Instituta za oceanografiju i ribarstvo (IOR) koja su djelovala u tvrđavi sv. Ivana u Dubrovniku – Laboratorija za ekologiju planktona te Laboratorija za ekologiju i uzgoj morskih organizama. Na Sveučilištu bilo je tek desetak doktora znanosti, a Institut donosi u sastav Sveučilišta 12 doktora i dva magistra znanosti te tri znanstvena novaka. Frano Kršinić ostaje zaposlenik Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu, a Damir Viličić prelazi na Biološki odsjek PMF-a u Zagrebu. Prethodnu suglasnost za odvajanje dubrovačkih laboratorija iz sastava IOR-a izglasali su članovi Znanstvenoga vijeća IOR-a na sjednici 2. studenoga 2005., a odluku je izglasalo i njegovo Upravno vijeće 4. studenoga 2005. Senat Sveučilišta u Dubrovniku je 15. studenoga 2005. osnovao Institut za more i priobalje kao svoju znanstvenu jedinicu. Ravnatelj organizira unutarnji ustroj Instituta koji se

dijeli na četiri laboratorija (Laboratorij za ekologiju planktona i populacijsku genetiku, Laboratorij za oceanologiju, Laboratorij za akvakulturu i akvaristiku, Laboratorij za floru i faunu kopna). Utemeljeno je Znanstveno vijeće i Institut počinje djelovati 1. siječnja 2006. kao pravni sljedbenik Biološkog zavoda IOR-a, ali ulaskom u sastav dubrovačkog sveučilišta gubi pravnu osobnost. Istraživanja se proširuju na kopnenu floru i vegetaciju (Jasprica 2016, Jasprica i sur. 2007, 2016, 2018, i dr.).

U ožujku 2009. Institut dobiva novi istraživački brod *Baldo Kosić II*, čiju izgradnju sufinanciraju Ministarstvo znanosti i Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture za potrebe znanstvenih istraživanja i stručnih zadataka u obalnom moru u blizini Dubrovnika. Tako je Institut nakon 17 godina dobio novi brod kao zamjenu za onaj koji je bio mobiliziran za obranu i uništen u Domovinskom ratu u studenome 1991. (Slika 24). Istraživanja se također provode većim brodom Naše more u vlasništvu Sveučilišta u Dubrovniku i u suradnji s drugim znanstvenim ustanovama u Hrvatskoj.

U novom ustroju (uz ravnatelje Nenada Jaspricu, Valtera Kožula, Nenada Antolovića) Institut je zadržao svoju glavnu djelatnost – istraživanje planktona – zooplanktona (Batistić i sur. 2007, 2012, 2013, 2014, 2016, 2019, Lučić i sur. 2009, 2015,



Slika 24.Brodica *Baldo Kosić II* porinuta je u pulskom brodogradilištu Tehnomont 2009. (Izvor: Motortech Consulting d.o.o.).

2017, 2019, Garić i Batistić 2011, 2016, Gangai i sur. 2012, 2018, Hure i sur. 2018, Miloslavić i sur. 2015, 2016, Njire i sur. 2019), fitoplanktona (Carić i sur. 2011, 2012, Jasprica i sur. 2012, Čalić i sur. 2013, 2018, Ljubimir i sur. 2017) te istraživanja riba i drugih morskih organizama za marikulturu (Kožul i sur. 2012, 2013, Glavić i sur. 2018a, b, Antolović i sur. 2010, 2012), uz finansijsku potporu Ministarstva znanosti Republike Hrvatske, Hrvatske zaklade za znanost, Nacionalnog međusveučilišnog konzorcija za istraživanje mora Republike Italije – CONISMA, poljskog Ministarstva za znanost i visoko obrazovanje i dr. Godine 2007. utemeljen je novi laboratorij za ekologiju planktona i populacijsku genetiku pod vodstvom dr. sc. Mirne Batistić. Molekularne metode služe za opisivanje nepoznatih planktonskih organizama (Garić i Batistić 2011, 2016, Batistić i Garić 2016).

U rujnu 2008. Institut je bio domaćin i glavni organizator međunarodnog simpozija dijatomologa ( $20^{\text{th}}$  International Diatom Symposium) na kojemu je nazočilo više od 200 znanstvenika iz 41 zemlje svijeta (Slika 25). Tada je dogovorena međunarodna suradnja u istraživanju bentoskih dijatomeja (Car i sur. 2012, 2019).

Slika 25. Sudionici  $20^{\text{th}}$  International Diatom Symposium održanog u Dubrovniku u rujnu 2008. u organizaciji Instituta u Dubrovniku (Foto N. Jasprica).



Institut organizira skupove, popularizira i promovira znanost (Slika 26). U suradnji sa strukovnim udrugama, Prirodoslovnim muzejom u Dubrovniku i drugima, organizira izložbe, predavanja i promocije knjiga. Institut sudjeluje u pripremi Direktive EU u oblasti iskorištavanja i zaštite mora u postupku pristupanja Hrvatske Europskoj uniji te priprema prijedloge ekološke mreže NATURA 2000 na kopnu i u moru, a u koordinaciji s tadašnjim Državnim zavodom za zaštitu prirode.



Slika 26. S otvorenja izložbi fotografija u organizaciji Instituta u Dubrovniku: A – skupna izložba više autora „Bioraznolikost u fotografiji“ u Prirodoslovnom muzeju u Dubrovniku 2010. (Foto Arhiv Hrvatskog prirodoslovnog muzeja Dubrovnik), B – izložba autorice Dubravke Šoljan „Biljke i planine“ u kampusu Sveučilišta u Dubrovniku 2015. (Foto I. Brautović).

## Literatura

- Alvarez Colombo, G., Benović, A., Malej, A., Lučić, D., Makovec, T., Onofri, V., Acha, M., Madirolas, A., Mianzan, H., 2009: Acoustic survey of a jellyfish-dominated ecosystem (Mljet Island, Croatia). *Hydrobiologia* 616, 99–111.
- Antolović, N., Kožul, V., Safner, R., Glavić, N., Bolotin, J., 2010: Embryonic and yolk-sac larval development of saddled bream, *Oblada melanura* (Sparidae). *Cybium* 34, 381–386.
- Antolović, N., Kožul, V., 2012: First documented occurrence of *Hoplostethus mediterraneus* Cuvier, 1829 in the Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology* 28, 829–830.
- Batistić, M., Jasprica, N., Carić, M., Lučić, D., 2007: Annual cycle of the gelatinous invertebrate zooplankton of the eastern South Adriatic coast (NE Mediterranean). *Journal of Plankton Research* 29, 671–686.
- Batistić, M., Jasprica, N., Carić, M., Čalić, M., Kovačević, V., Garić, R., Njire, J., Mikuš, J., Bobanović-Ćolić, S., 2012: Biological evidence of a winter convection event in the South Adriatic: A phytoplankton maximum in the aphotic zone. *Continental Shelf Research* 44, 57–71.

- Batistić, M., Lučić D., Carić, M., Garić, R., Licandro, P., Jasprica, N., 2013: Did the alien calycophoran *Muggiaeae atlantica* outcompete its native congeneric *M. kochi* in the marine lakes of Mljet Island (Croatia)? *Marine Ecology* 34, S1, 3–13.
- Batistić, M., Garić, R., Molinero, J. C., 2014: Interannual variations in Adriatic Sea zooplankton mirror shifts in circulation regimes in the Ionian Sea. *Climate Research* 61, 231–240.
- Batistić, M., Garić, R., 2016: The case of *Bougainvillia triestina* Hartlaub 1911 (Hydrozoa), a 100-year-long struggle for recognition. *Marine Ecology* 37, 145–154.
- Batistić, M., Garić, R., Jasprica, N., Ljubimir, S., Mikuš, J., 2019: Bloom of heterotrophic dinoflagellate *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid et Swezy and tunicates *Salpa fusiformis* Cuvier, 1804 and *Salpa maxima* Forskål, 1775 in the open southern Adriatic in 2009. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 99, 1049–1058.
- Benović, A., 1973: Diurnal vertical migration of *Solmissus albescens* (Hydromedusae) in southern Adriatic. *Marine Biology* 18, 29–301.
- Benović, A., Fonda-Umani, S., Malej, A., Specchi, M., 1984: Net-zooplankton biomass of the Adriatic Sea. *Marine Biology* 79, 209–218.
- Benović, A., Justić, D., Bender, A., 1987: Enigmatic changes in the hydromedusan fauna of the northern Adriatic Sea. *Nature* 6113, 587–600.
- Benović, A., Lučić, D., 1996: Comparison of hydromedusae findings in the northern and southern Adriatic Sea. *Scientia Marina* 60, 12–135.
- Benović, A., Lučić, D., Onofri, V., Peharda, M., Carić, M., Jasprica, N., Bobanović-Ćolić, S., 2000: Ecological characteristics of the Mljet Island seawater lakes (South Adriatic Sea) with special reference to their resident populations of medusae. *Scientia Marina* 64, 197–206.
- Benović, A., Lučić, D., Onofri, V., Batistić, M., Njire, J., 2005: Bathymetric distribution of medusae in the open waters of the middle and south Adriatic Sea during spring 2002. *Journal of Plankton Research* 27, 7–89.
- Birač, V., 1973: Vegetacija Srđa i okolice Dubrovačke rijeke. *Acta Botanica Croatica* 32, 135–170.
- Burić, Z., Cetinić, I., Viličić, D., Caput Mihalić, K., Carić, M., Olujić, G., 2007: Spatial and temporal distribution of phytoplankton in a highly stratified estuary (Zrmanja, Adriatic Sea). *Marine Ecology* 28 (Suppl. 1), 169–177.
- Car, A., Witkowski, A., Dobosz, S., Burfeind, D.D., Meinesz, A., Jasprica, N., Ruppel, M., Kurzvbowski, K.J., Plocinski, T., 2012: Description of a new marine diatom, *Cocconeis caulerpacola* sp. nov. (Bacillariophyceae), epiphytic on invasive *Caulerpa* species. *European Journal of Phycology* 47, 433–448.

- Car, A., Witkowski, A., Dobosz, S., Jasprica, N., Ljubimir, S., Zgłobicka, I., 2019: Epiphytic diatom assemblages on invasive algae *Caulerpa taxifolia* and autochthonous *Halimeda tuna* and *Padina* sp. from the Adriatic Sea-summer/autumn aspect. Oceanological and Hydrobiological Studies 48, 1-17.
- Carić, M., Jasprica, N., Čalić, M., Batistić, M., 2011: Phytoplankton response to high salinity and nutrient limitation in the eastern Adriatic marine lakes. Scientia Marina 75, 493–505.
- Carić, M., Jasprica, N., Kršinić, F., Vilibić, I., Batistić, M., 2012: Hydrography, nutrients and plankton along the longitudinal section of the Ombla Estuary (south-eastern Adriatic). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 92, 1227–1242.
- Casellato, S., 2008: Marine biology in the Adriatic Sea: An historical review. Proceedings of the California Academy of Sciences 59, Supplement I, 191–203.
- Čalić, M., Carić, M., Kršinić, F., Jasprica, N., Pečarević, M., 2013: Controlling factors of phytoplankton seasonal succession in oligotrophic Mali Ston Bay (south-eastern Adriatic). Environmental Monitoring and Assessment 185, 7543–7563.
- Čalić, M., Ljubimir, S., Bosak, S., Car, A., 2018: First records of two planktonic Indo-Pacific diatoms: *Chaetoceros bacteriastroides* and *C. pseudosymmetricus* in the Adriatic Sea. Oceanologia 60, 101–105.
- Dolina, K., 2021: Doprinos Instituta utemeljenju Botaničkog vrta na Lokrumu i razvoju botaničke znanosti. U: Jasprica, N., Batistić, M. (ur.), Sedamdeseta godišnjica Instituta u Dubrovniku, 114–125. Sveučilište u Dubrovniku, Dubrovnik.
- Dulčić, J., Kršinić, F., 2012: Povijest prirodoznanstvenih istraživanja Jadranскoga mora. Hrvatska Akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb; Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split.
- Gamulin, T., Hure, J., 1955: Contribution a la connaissance de l'ecologie de la ponte de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) dans l'Adriatique. Acta Adriatica 7, 1–23.
- Gamulin, T., Hure, J., 1956: Spawning of the sardine at a definite time of day. Nature 177, 193–194.
- Gamulin, T., Hure, J., Scotto di Carlo, B., 1968: Comparazione tra lo zooplancton del Golfo di Napoli e dell'Adriatico meridionale presso Dubrovnik. Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli 36, 8–20.
- Gangai, B., Lučić, D., Morović, M., Brautović, I., Miloslavić, M., 2012: Population structure and diel vertical migration of the euphausiid larvae in the open southern Adriatic Sea (July 2003). Crustaceana (Leiden) 85, 659–684.

- Gangai Zovko, B., Lučić, D., Hure, M., Onofri, I., Pestorić, B., 2018: Composition and diel vertical distribution of euphausiid larvae (calyptopis stage) in the deep southern Adriatic. *Oceanologia* 60, 128–138.
- Garić, R., Batistić M., 2011: *Fritillaria ragusina* sp. nov., a new species of Appendicularia (Tunicata) from the Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 90, 555–559.
- Garić, R., Batistić, M., 2016: Description of *Brooksia lacromae* sp. nov. (Tunicata, Thaliacea) from the Adriatic Sea. *European Journal of Taxonomy* 196, 1–13.
- Glavić, N., Vlašić, M., Bolotin, J., Dupčić Radić, I., Hrustić, E., 2018a: The size driven variations in physiological responses of the bearded Horse Mussel *Modiolus barbatus* and the Noah's Ark Shell *Arca noae*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 18, 1355–1362.
- Glavić, N., Vlašić, M., Hrustić, E., Bolotin, J., Dupčić Radić, I., 2018b: The effect of food quantity on physiological responses of the bearded horse mussel *Modiolus barbatus* and the Noah's ark shell *Arca noae*. *International Journal of Advanced Research* 6, 987–995.
- Hećimović, M., 1981: Prikaz i analiza flore otoka Šipana. *Acta Botanica Croatica* 40, 205–227.
- Hećimović, S., 1982: Flora otoka Lokruma, Bobare i Mrkana. *Acta Botanica Croatica* 41, 155–170.
- Hure, J., Scotto di Carlo, B., 1968: Two new species of *Scaphocalanus* (Copepoda: Calanoida) from the Mediterranean Sea. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli* 36, 152–166.
- Hure, J., Ianora, A., Scotto di Carlo, B., 1980: Spatial and temporal distribution of copepod communities in the Adriatic Sea. *Journal of Plankton Research* 2, 295–317.
- Hure, M., Mihanović, H., Lučić, D., Ljubešić, Z., Kružić, P., 2018: Mesozooplankton spatial distribution and community structure in the south Adriatic Sea during two winters (2015, 2016). *Marine Ecology-An Evolutionary Perspective* 39, e12488.
- Jasprica, N., 2016: *Tamaricion dalmaticae*, a new alliance from the eastern Adriatic. *Hacquetia* 15, 27–29.
- Jasprica, N., Carić, M., 1997: A comparison of phytoplankton biomass and their environmental correlates in the Mali Ston Bay (southern Adriatic). *Marine Ecology-Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli* 18, 35–50.
- Jasprica, N., Ruščić, M., Kovačić, S., 2007: The *Chrysopogono grylli-Nerietum oleandri* association in Croatia as compared to other *Rubo ulmifolii-Nerion oleandri* communities (*Tamaricetalia*, *Nerio-Tamaricetea*). *Plant Biosystems* 141, 40–50.

- Jasprica, N., Carić, M., Kršinić, F., Kapetanović, T., Batistić, M., Njire, J., 2012: Planktonic diatoms and their environment in the lower Neretva River estuary (Eastern Adriatic Sea, NE Mediterranean). *Nova Hedwigia* 141, 405–429.
- Jasprica, N., Škvorc, Ž., Dolina, K., Ruščić, M., Kovačić, S., Franjić, J., 2016: Composition and ecology of the *Quercus coccifera* L. communities along the eastern Adriatic coast (NE Mediterranean). *Plant Biosystems* 150, 1140–1155.
- Jasprica, N., Dolina, K., Milović, M., 2018: Botanical studies on the NE Mediterranean islet with a centuries-long human influences. *Acta Botanica Croatica* 77, 126–134.
- Jasprica, N., Batistić, M., 2021: Sedamdeseta godišnjica Instituta u Dubrovniku, Sveučilište u Dubrovniku, Dubrovnik.
- JAZU, 1952: Redovno godišnje zasjedanje Skupštine JAZU. Izvješće za 1949–1950. Ljetopis JAZU 56, 97–117.
- Kožul, V., Skaramuca, B., Glamuzina, B., Glavić, N., Tutman, P., 2001: Comparative gonadogenesis and hormonal induction of spawning of cultured, and wild mediterranean amberjack (*Seriola dumerili*, Risso 1810). *Scientia Marina* 65, 215–220.
- Kožul, V., Glavić, N., Bolotin, J., Antolović, N., 2012: Growth of the fan mussel *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Bivalvia) in experimental cages in the south Adriatic Sea. *Aquaculture Research* 44, 31–40.
- Kožul, V., Antolović, N., 2013: Occurrence of the false scad, *Caranx rhonchus* Geoffroy Saint-Hilaire, 1817 in the Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology* 29, 449–450.
- Kršinić, F., 1980: Kvalitativna i kvantitativna istraživanja tintinida uz istočnu obalu Jadranskog mora. *Acta Adriatica* 21, 19–104.
- Kršinić, F., 1987: On the ecology of tintinnines in the Bay of Mali Ston (eastern Adriatic). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 24, 401–418.
- Kršinić, F., 1989: Dubrovački prirodoslovni muzej. U: Meštrov, M. (ur.), *Zbornik radova Simpozija o otoku Lokrumu*, 311–328. Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb.
- Kršinić, F., 1990: A new type of zooplankton sampler. *Journal of Plankton Research* 12, 337–343.
- Kršinić, F., 1995: Changes in the microzooplankton assemblages in the northern Adriatic Sea during 1989 to 1992. *Journal of Plankton Research* 17, 935–953.

- Kršinić, F., 1998: Vertical distribution of protozoan and microcopepod communities in the South Adriatic Pit. *Journal of Plankton Research* 20, 1033–1060.
- Kršinić, F., 2005a: *Badijella jalzici* – a new genus and species of calanoid copepod (Calanoida, Ridgewayiidae) from an anchialine cave on the Croatian Adriatic coast. *Marine Biology Research* 1 (4), 281–289.
- Kršinić, F., 2005b: *Speleohvarella gamulini* gen. et sp. nov., a new copepod (Calanoida, Stephidae) from an anchialine cave in the Adriatic Sea. *Journal of Plankton Research* 27 (6), 607–615.
- Kršinić, F., Lučić, D., 1994: Mesozooplankton sampling experiments with the Adriatic sampler: differences of catch between 150 and 125 µm mesh netting gauze. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 38, 113–118.
- Legović, T., Žutić, V., Gržetić, Z., Cauwet, G., Precali, R., Viličić, D., 1994: Eutrophication in the Krka estuary. *Marine Chemistry* 46, 203–215.
- Lučić, D., Kršinić, F., 1998: Annual variability of mesozooplankton assemblages in Mali Ston Bay (Southern Adriatic). *Periodicum Biologorum* 100, 43–52.
- Lučić, D., Benović, A., Batistić, M., Njire, J., Onofri, V. 2005: Calycophorae (Siphonophora) in the open waters of the central and southern Adriatic Sea during spring 2002. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 85, 495–501.
- Lučić, D., Benović, A., Morović, M., Batistić, M., Onofri, I., 2009: Diel vertical migration of medusae in the open Southern Adriatic Sea over a short time period (July 2003). *Marine Ecology – An Evolutionary Perspective* 30, 16–32.
- Lučić, D., Hure, M., Bobanović-Ćolić, S., Njire, J., Vidjak, O., Onofri, I., Gangai Zovko, B., Batistić, M., 2019: The effect of temperature change and oxygen reduction on zooplankton composition and vertical distribution in a semi-enclosed marine system. *Marine Biology Research* 15, 325–342.
- Lučić, D., Ljubešić, Z., Babić, I., Bosak, S., Cetinić, I., Vilibić, I., Mihanović, H., Hure, M., Njire, J., Lučić, P., Kružić, P., 2017: Unusual winter zooplankton bloom in the open southern Adriatic Sea. *Turkish Journal of Zoology* 41, 1024–1035.
- Lučić, D., Mozetić, P., France, J., Lučić, P., Lipej, L., 2015: Additional record of the non-indigenous copepod *Pseudodiaptomus marinus* (Sato, 1913) in the Adriatic Sea. *Acta Adriatica* 56, 275–282.
- Ljubimir, S., Jasprica, N., Čalić, M., Hrustić, E., Dupčić Radić, I., Car, A., Batistić, M., 2017: Interannual (2009–2013) variability of winter-spring phytoplankton in the open South Adriatic Sea: Effects of deep convection and lateral advection. *Continental Shelf Research* 143, 311–321.

- Meštrov, M., 1989: Znanstveno-nastavna stanica Sveučilišta u Zagrebu na Lokrumu. U: Meštrov, M., (ur.), Zbornik radova Simpozija o otoku Lokrumu, 479–485. Hrvatsko Ekološko Društvo, Zagreb.
- Miloslavić, M., Lučić, D., Žarić, M., Gangai, B., Onofri, I., 2015: The importance of vertical habitat gradients on zooplankton distribution in an enclosed marine environment (South Adriatic Sea). *Marine Biology Research* 11, 462–474.
- Miloslavić, M., Garić, R., Lučić, P., Maguire, I., Lučić, D., 2016: Ecology and population structure of the hyperbenthic copepod *Mesaiokeras hurei* Kršinić, 2003 (Calanoida: Mesaiokeratidae) from an isolated marine lake (Mljet island, Southern Adriatic Sea, Croatia). *Journal of Crustacean Biology* 36, 295–302.
- Njire, J., Batistić, M., Kovačević, V., Garić, R., Bensi, M., 2019: Tintinnid ciliate communities in pre- and post-winter conditions in the Southern Adriatic Sea (NE Mediterranean). *Water* 11, 2329.
- Orlić, M., 1997: Zagrebački prirodoslovci, a napose Josip Goldberg, i istraživanje Jadrana. *Geofizika* 14, 83–117.
- Orlić, M. (ur.), 2011: *Nulla dies sine observatione: 150 godina Geofizičkog zavoda u Zagrebu*. PMF Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Rajevski, L., 1969: Prilog poznavanju flore južnodalmatinskog primorja. *Acta Botanica Croatica* 28, 459–465.
- Riedl, R., 1983: Fauna und Flora der Adria. Paul Parey Verlag, Hamburg.
- Viličić, D., 1989: Phytoplankton population density and volume as indicators of eutrophication in the eastern part of the Adriatic Sea. *Hydrobiologia* 174, 117–132.
- Viličić, D., 2004: Spasimo bivši Benediktinski samostan na otoku Lokrumu, dodijeljen za potrebe Znanstveno-nastavne stanice Sveučilišta u Zagrebu. *Priroda* 928, 15.
- Viličić, D., 2015: Istraživanje mora u Hrvatskoj – sjećanje na jednu generaciju. *Hrvatske vode* 23, 295–310.
- Viličić, D., Balenović, R., 1982: Qualitative and quantitative analysis of the phytoplankton in the southern Adriatic, September-October 1979. *Acta Adriatica* 23, 75–88.
- Viličić, D., Mušin, D., Jasprica, N., 1994a: Interrelations between hydrographic conditions, nanoplankton and bivalve larvae in the Mali Ston Bay (southern Adriatic). *Acta Adriatica* 34, 55–64.
- Viličić, D., Kršinić, F., Bićanić, Z., 1994b: The diatom *Nitzschia sicula* (Castr.) Hust. and naupliar faecal minipellets in the Adriatic Sea. *P. S. Z. N. I.: Marine Ecology* 15, 27–39.

Viličić, D., Kršinić, F., Carić, M., Jasprica, N., Bobanović-Ćolić, S., Mikuš, J., 1995a: Plankton and hydrography in a moderately eutrophic eastern Adriatic bay (Gruž Bay). *Hydrobiologia* 304, 9–22.

Viličić, D., Leder, N., Gržetić, Z., Jasprica, N., 1995b: Microphytoplankton in the Strait of Otranto (eastern Mediterranean). *Marine Biology* 123, 619–630.

Viličić, D., Legović, T., Žutić, V., 1989a: Vertical distribution of phytoplankton in a stratified estuary. *Aquatic Sciences* 51, 31–46.

Viličić, D., Vučak, Z., Škrivanić, A., Gržetić, Z., 1989b: Phytoplankton blooms in the oligotrophic open south Adriatic waters. *Marine Chemistry* 28, 89–107.

Viličić, D., Terzić, S., Ahel, M., Burić, Z., Jasprica, N., Carić, M., Caput-Mihalić K., Olujić, G., 2008: Phytoplankton abundance and pigment biomarkers in the oligotrophic, eastern Adriatic estuary. *Environmental Monitoring and Assessment* 142, 199–218.

Zavodnik, D., 2002: The 110<sup>th</sup> anniversary of the marine research station at Rovinj (Adriatic Sea, Croatia). *Periodicum Biologorum* 104, 235–247.

# MJERENJE FIZIKALNO-KEMIJSKIH PARAMETARA MORA U INSTITUTU U DUBROVNIKU

Iris Dupčić Radić |

U kemijskom laboratoriju Instituta (Slika 1) analiziraju se i istražuju fizikalno-kemijski parametri mora. To su osnovni parametri koji karakteriziraju fizikalna svojstva i utječu na raspodjelu živog svijeta u moru. Njihovim praćenjem saznaće se o procesima izmjene topline između mora i atmosfere, miješanju vodenih masa i utjecaju dotoka slatkih voda na morske ekosustave. U svojim početcima kemijski laboratorij nalazio se izvan tvrđave sv. Ivana, u Ulici od Pustijerne. Bio je skromno opremljen pa su se mogli mjeriti samo osnovni hidrografske i kemijske parametre, temperatura, salinitet, gustoća, pro-



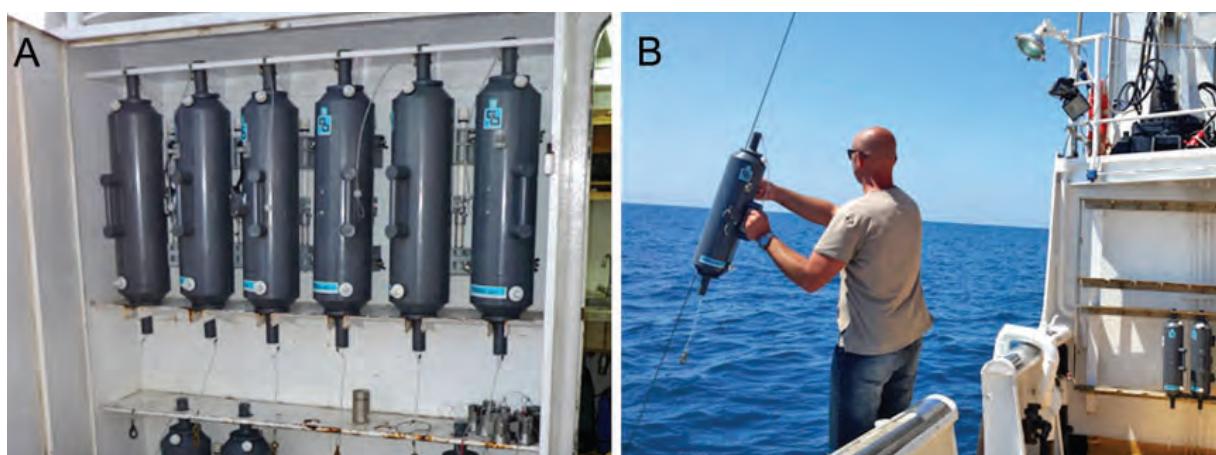
Slika 1. Iris Dupčić Radić i Božo Grmoljez pripremaju uzorke za analizu hranjivih soli u kemijskom laboratoriju (Foto I. Brautović).

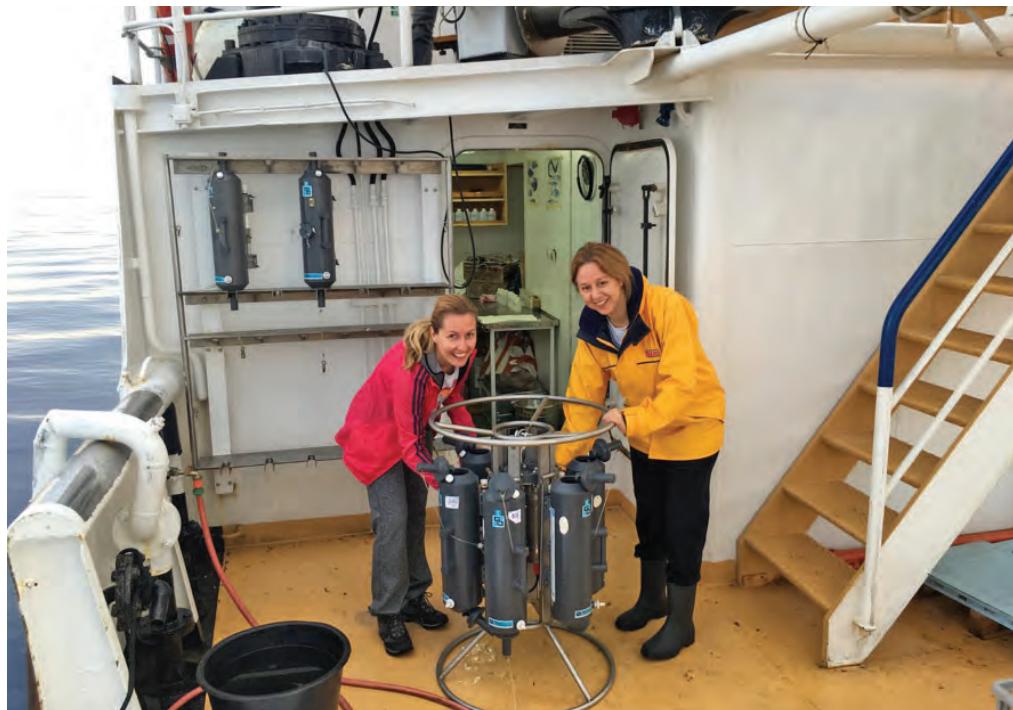
zirnost i otopljeni kisik. Istraživanja fizikalno-kemijskih parametara započeo je Radimir Balenović (Balenović 1981). Krajem osamdesetih godina 20. stoljeća laboratorij se opremio novim instrumentima, a počinju se određivati i drugi parametri: koncentracije hranjivih soli u moru, aktivnost alkalne fosfataze te biokemijski sastav planktona i školjkaša. Suvremena istraživanja, nakon odlaska Balenovića, započela je Marina Carić. Početkom devesetih godina uredio se prostor za kemijski laboratorij u tvrđavi sv. Ivana. Istraživanja se provode na različitim područjima duž jadranske obale (priobalje, otvoreno more, estuariji i morska jezera), surađuje se s kolegama iz drugih znanstvenih institucija i publiciraju znanstveni radovi. Za prikupljanje i analizu fizikalno-kemijskih parametara koriste se standardne oceanografske metode i oprema (Slike 2, 3, 4).



Slika 2. Mjerenje saliniteta, temperature i gustoće mora CTD (Conductivity-Temperature-Depth) sondom (Foto R. Garić).

Slika 3. Niskinovi crpcí (A) i uzorkovanje mora za analizu hranjivih soli i otopljenog kisika Niskinovim crpcem (B) na istraživačkom brodu *Naše more* (Foto R. Garić).





Slika 4. Ana Car i Iris Dupčić Radić  
pripremaju rozetu s Niskinovim  
crpcima za uzorkovanje na  
istraživačkom brodu *Naše more*  
(Foto R. Garić).

Glavna je aktivnost kemijskog laboratorija određivanje koncentracije hranjivih soli dušika, fosfora i silicija u morskim uzorcima. Hranjive su soli, uz sunčevu svjetlost, ugljikov dioksid i vodu, neophodne tvari potrebne za odvijanje procesa fotosinteze, a budući da su u moru prisutne u niskim koncentracijama, mogu biti ograničavajući faktori rasta fitoplanktonskih organizama. Tijekom procesa fotosinteze fitoplanktonske stanice koriste se otopljenim hranjivim solima za stvaranje nove organske tvari (primarna proizvodnja organske tvari) te tako ulaze u lanac ishrane počevši od fitoplanktona, preko zooplanktona, do školjkaša i riba. Povećanjem koncentracije hranjivih soli raznim kemijskim i biološkim procesima, donosima s kopna i izmjenom vodenih masa, povećava se i abundancija fitoplanktona i proizvodnja organske tvari, ponekad iznad granice mogućnosti razgradnje. Intenzitet tih procesa određuje stupanj eutrofikacije. Eutrofikacija je proces povećanja primarne proizvodnje organske tvari (u odnosu na uobičajenu) zbog povećanog unosa hranjivih soli u površinski sloj mora. Na razgradnju organske

tvari troši se kisik, što dovodi do smanjenja (hipoksija) ili nestasice (anoksija) otopljenog kisika u pridnenim slojevima, promjena u sastavu životnih zajednica i pomora morskih organizama. Do eutrofikacije može doći prirodnim putem, ali najčešće nastaje djelovanjem čovjeka (antropogena eutrofikacija) zbog ispuštanja otpadnih voda i ispiranja poljoprivrednih zemljišta tretiranih umjetnim gnojivima.

Otvorene vode hrvatskog dijela Jadrana uglavnom su malo produktivne, a i obalne, osim pojedinih područja koja su pod utjecajem izraženijeg donosa hranjivih soli rijekama, podzemnim vodama ili kanalizacijskim ispustima. U južnom Jadranu povećan stupanj eutrofikacije povremeno je izražen na području ušća rijeke Neretve za vrijeme povećanog dotoka riječne vode (Dupčić Radić 2012).

Od 1994. do danas znanstvenici kemijskog laboratorija, kao suradnici Instituta Ruđer Bošković, sudjeluju u sustavnom istraživanju Rogozničkog jezera. To je prirodno eutroficirano morsko jezero s pojavom anoksije na dubini većoj od 9 m i predstavlja jedinstveni vodeni sustav ne samo na obali Jadrana već i cijelog Mediterana. U donjem dijelu vodenog stupca bez kisika akumuliraju se sumporni spojevi i povišene su koncentracije hranjivih soli fosfata, silikata i amonijevih soli kao rezultat intenzivnih procesa mikrobiološke razgradnje organske tvari koja je glavni izvor prirodne eutrofikacije u Rogozničkom jezeru (Ciglenečki i sur. 2005, Čanković i sur. 2019). Početkom jeseni uz atmosferski pad temperature obično dolazi do miješanja vodenog stupca pa uslijed oksidacije visoke pridnene koncentracije sulfida može doći do nagle potrošnje kisika i pojave anoksije u cijelom vodenom stupcu (Ciglenečki i sur. 2013) (Slika 5).

Znanstvenici s Instituta dugi niz godina provode istraživanja u Malostonskom zaljevu. To je ekološki stabilan, oligotrofan, dobro prozračen zaljev s visokom prozirnošću mora i bioraznolikošću fitoplanktona te niskom koncentracijom hranjivih soli (Čalić i sur. 2013). Pojačanim dotokom slatke vode rijekom Neretvom, aktivnošću podzemnih izvora vrulja i oborinskim ispiranjem strmih okolnih padina oko zaljeva, more



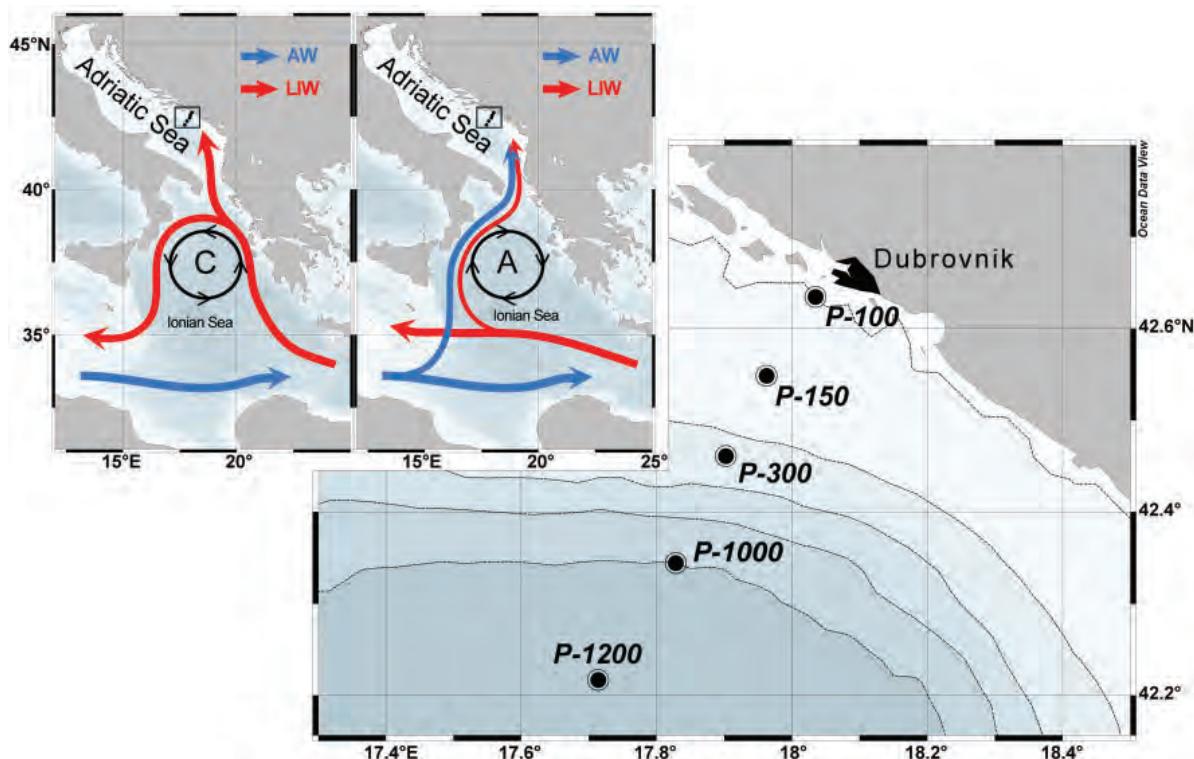
Slika 5. Površina Rogozničkog jezera u uvjetima bez anoksije (A) te za vrijeme anoksije (B) (HRZZ projekt MARRES, IP-2018-01-1717, ustupila I. Ciglenečki).

se obogaćuje nitratima i silikatima, a salinitet mora se smanjuje (Dupčić Radić i sur. 2014.).

Posebna pozornost u Institutu pridaje se istraživanju otvorenog mora južnog Jadrana te se fizikalno-kemijski parametri i planktonske populacije kontinuirano istražuju od 1993. do danas na više postaja u južnom Jadranu u okviru znanstveno-istraživačkih projekata (Slika 6). Voden stupac dobro je prozračan na postajama u istraživanom profilu u južnom Jadranu. Koncentracije hranjivih soli u otvorenome moru južnog Jadrana tijekom višegodišnjeg istraživanja značajno variraju (Dupčić Radić i sur. 2017). Južni Jadran je pod utjecajem Bimodalnog oscilirajućeg sustava (BiOS) koji djeluje kao povratni mehanizam između Jadranskog i Jonskog mora te rezultira promjenama u cirkulaciji Sjevernojonskog vrtloga, čime utječe na advekciju (vodoravno miješanje vodenih masa) Atlantske vode (AW) ili Levantinske/Istočnomediterske vode (LIW) u Jadran (Slika 6). Tijekom anticiklonalne cirkulacije (A) izraženija je advekcija AW iz zapadnog dijela Sredozemnog mora koja dovodi do smanjenja saliniteta, temperature i gustoće, a porasta koncentracije hranjivih soli. Za vrijeme ciklonalne cirkulacije (C) dolazi do advekcije LIW-a iz istočnog dijela Sredozemnog mora povećanja saliniteta, temperature i

gustoće, a smanjenja koncentracije hranjivih soli. U zimskim se mjesecima površinski sloj mora ohladi, povećava mu se gustoća i spušta se prema dnu, a toplija, rjeđa voda iz većih dubina podiže se prema površini (konvekcijski procesi). Vodeni stupac tako se miješa i obogaćuje se površinski sloj hranjivim tvarima iz dubine, što u proljeće uzrokuju cvjetanje fitoplanktona. Ponekad, u ekstremno hladnim zimskim uvjetima (niska temperatura zraka i jaka bura), vertikalno miješanje vodenog stupca doseže do dubine veće od 800 m (Ljubimir i sur. 2017). Prema tome, primarna produkcija u južnom Jadranu ponajviše ovisi o zimskim klimatskim uvjetima i snazi konvektivnog miješanja vodenog stupca. Tijekom proljeća hranjive soli se uz površinu iscrpljuju pa njihova koncentracija ostaje niska do sljedećega razdoblja miješanja. U razdoblju od 2014. do 2017. za vrijeme ciklonalne cirkulacije na otvorenome moru južnog Jadrana koncentracije nitrata bile su snižene, a fosfata povećane u odnosu na razdoblje od 1993. do 2013.

Slika 6. Istraživačke postaje na profilu u južnom Jadranu s prikazom različitih tipova cirkulacija Sjevernojonskog vrtloga (C - ciklonalne, A - anticiklonalne) i vodenih masa (AW - Atlantska voda, LIW - Levantinska/Istočnomediterranska voda (Batistić i sur. 2014).



Južni Jadran je od izrazite važnosti za dinamiku Jadrana i dijelom Mediterana, a izrazita sezonska i međugodišnja kolebanja fizikalno-kemijskih i bioloških parametara čine ga izvrsnim područjem za znanstvena istraživanja. Proučavajući duge vremenske nizove podataka, dolazimo do novih znanstvenih spoznaja te je njihovo postojanje neizmjerno važno za razumijevanje tog dijela Jadrana, kao i Jadranskog bazena u cjelini.

## Literatura

- Balenović, R., 1981: Hidrografske prilike u Malostonskom zaljevu i Malom moru. U: Roglić, J., Meštrović, M. (ur.), Zbornik radova savjetovanja Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje, 66–76. JAZU, Znanstveni savjet za zaštitu prirode, Zagreb.
- Batićić, M., Garić, R., Molinero, J. C., 2014: Interannual variations in Adriatic Sea zooplankton mirror shifts in circulation regimes in the Ionian Sea. Climate Research 61, 231–240.
- Ciglenečki, I., Carić, M., Kršinić, F., Viličić, D., Čosović, B., 2005: The extinction by sulfide-turnover and recovery of a naturally eutrophic, meromictic seawater lake. Journal of Marine Systems 56, 29–44.
- Ciglenečki, I., Bura-Nakić, E., Marguš, M., 2013: Rogozničko jezero jedinstveni anoksični sustav na jadranskoj obali. Hrvatske vode 86, 295–302.
- Čalić, M., Carić, M., Kršinić, F., Jasprica, N., Pećarević, M. 2013: Controlling factors of phytoplankton seasonal succession in oligotrophic Mali Ston Bay (south-eastern Adriatic). Environmental Monitoring and Assessment 185, 7543–7563.
- Čanković, M., Žučko, J., Dupčić Radić, I., Janeković, I., Petrić, I., Ciglenečki, I., Collins, G., 2019: Microbial diversity and long-term geochemical trends in the euxinic zone of a marine, meromictic lake. Systematic and Applied Microbiology 42, 126016.
- Dupčić Radić, I., 2012: Biokemijski sastav kućice *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) na ušću Neretve. Doktorski rad. Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Dupčić Radić, I., Carić, M., Najdek, M., Jasprica, N., Bolotin, J., Peharda, M., Bratoš Getinić, A., 2014: Biochemical and fatty acid composition of *Arca noae* (Bivalvia: Arcidae) from the Mali Ston Bay, Adriatic Sea. Mediterranean Marine Science 15, 520–531.

Dupčić Radić, I., Carić, M., Hrustić, E., Ljubimir, S., Garić, R., 2017: Long-term (1993–2016) variability of physical-chemical parameters in the South Adriatic under the different circulation regimes in the East Mediterranean. Geophysical Research Abstracts 19, EGU2017–4986.

Ljubimir, S., Jasprica, N., Čalić, M., Hrustić, E., Dupčić Radić, I., Car, A., Batistić, M., 2017: Interannual (2009–2013) variability of winter-spring phytoplankton in the open South Adriatic Sea: Effects of deep convection and lateral advection. Continental Shelf Research 143, 311–321.

# ISTRAŽIVANJA MIKROORGANIZAMA U INSTITUTU U DUBROVNIKU

Svetlana Bobanović-Ćolić

Mikroorganizmi imaju važnu ulogu u životu u vodenim ekosustavima. Ekologija morskih mikroorganizama obuhvaća istraživanje strukture mikrobnih zajednica te uloge mikrobne hranidbene mreže u protoku tvari i energije u pelagičkom ekosustavu. Autohtno žive u moru: virusi, autotrofni i heterotrofni prokarioti (bakterije i cijanobakterije), autotrofni i heterotrofni eukarioti (alge, fagotrofni protisti, filamentne gljive i kvasci).

S obzirom na važnost bakterija u biogeokemijskim procesima u moru, u posljednje se vrijeme istraživanja abundancije i biomase bakterija provode najčešće u planktonu. Bakterioplankton čine bakterije koje žive u planktonu te sudjeluju u svim važnim procesima, vrlo su metabolički aktivne, brzo se razmnožavaju, sudjeluju u procesima proizvodnje i razgradnje organske tvari. Bakterioplankton je najveća biološki aktivna površina u moru, a njihova je biomasa tolika da je temelj morskih hranidbenih lanaca. Zbog toga je bakterioplankton dobar pokazatelj stupnja trofije područja na prostornoj ili vremenskoj ljestvici.

Osim istraživanja autohtonih mikroorganizama, u Institutu se istražuju i prisutnosti indikatora fekalnog onečišćenja u morskoj vodi i organizmima (posebice školjkašima), a povremeno i neke skupine patogenih mikroorganizama. Rezultati tih istraživanja neophodni su za procjenu sanitarne kakvoće mora i morskih organizama i potencijalnih rizika za ljudsko zdravlje. Također se istražuju i preživljavanja mikroorganizama i drugih onečišćivača u morskom okolišu te brzine njihova koncentriranja u

školjkašima u različitim ekološkim uvjetima u okolišu. Zbog velikog antropogenog utjecaja te globalnih klimatskih promjena, proučavanja morskih mikroorganizama izuzetno su važna.

Razvoj i usavršavanje mikrobioloških tehnika povećala su znanja o mikrobiologiji mora na području južnog Jadrana (Slike 1, 2). Na području južnog Jadrana prva hrvatska istraživanja objavljena su 1955., kad je začetnik morske mikrobiologije na Jadranu Vlaho Cvijić istraživao pojavu sumpornih bakterija u Mljetskim jezerima (Cvijić 1955). Također je napravio prva istraživanja raspoljive bakterije te odredio njihovu biomasu mikroskopskom metodom na području južnog Jadrana (Cvijić 1963).

U Institutu u Dubrovniku pionirska istraživanja bakterija izravnom metodom na agaru proveo je Damir Viličić u Malostonskom zaljevu prilikom izrade disertacije (Viličić 1983).

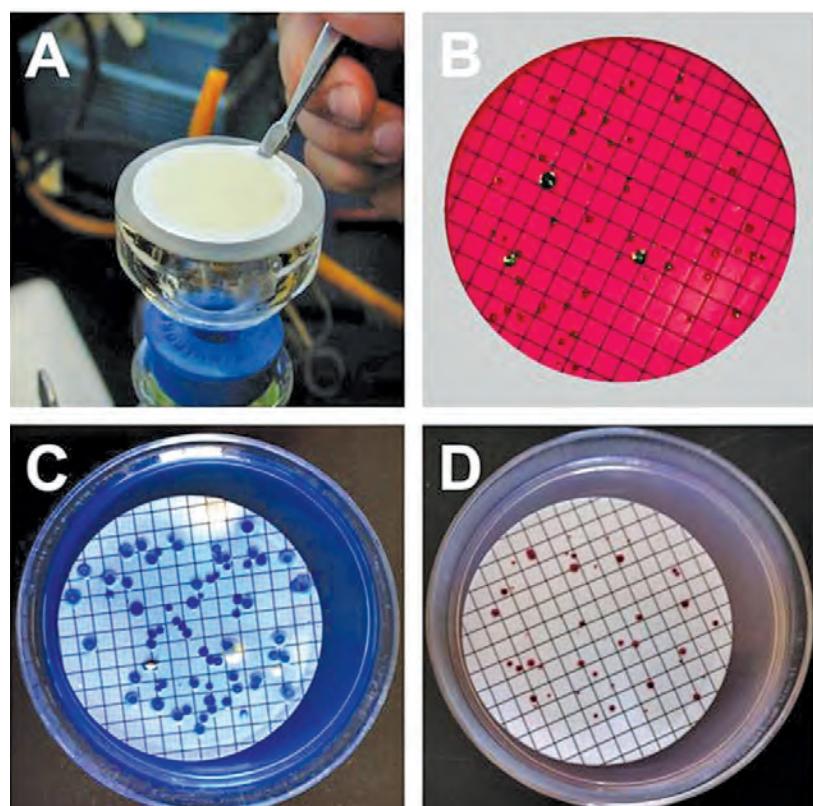
U početku rada u mikrobiološkom laboratoriju (1986.) bilo je potrebno opremiti laboratorij osnovnim priborom. Laboratorij je bio smješten u podrumskom prostoru Biskupijske palače, a preseljen je na prvi kat tvrđave sv. Ivana, nakon što je taj prostor uređen 1995.



Slika 1. Heterotrofne bakterije na Zobell marine agaru za vrijeme istraživanja na postaji ispred otoka Lokruma (Foto S. Bobanović-Ćolić).

Za uzorkovanje koristio se m/b *Baldo Kosić* koji se dodatno opremao i za mikrobiološki rad, a kasnije su se na otvorenome moru južnog Jadrana koristili m/b *Bios* splitskog Instituta za oceanografiju te m/b *Naše more* Sveučilišta u Dubrovniku i brodica *Baldo Kosić II*.

Mikrobiološka istraživanja u Institutu u Dubrovniku započela su 1988., utvrđivanjem indikatora fekalnog onečišćenja (Šoša i Radoničić 1990) (Slika 2).



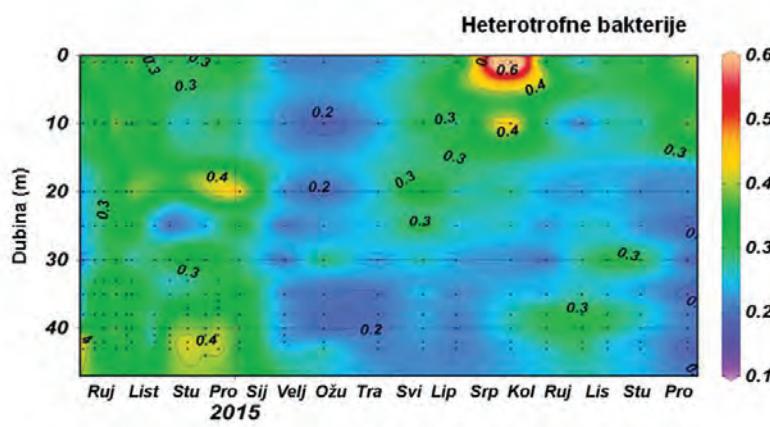
Slika 2. Određivanje indikatora fekalnog onečišćenja u okolini grada Dubrovnika. A – metoda membranske filtracije, B – ukupni fekalni koliformi, C – fekalni koliformi, D – fekalni streptokoki (Foto S. Bobanović-Čolić).

Nabavom epifluorescentnog mikroskopa 1987., počinju istraživanja i prirodnih populacija bakteriplanktona u sklopu istraživanja planktona u okviru nekoliko projekata. U okviru projekta „Jadran“ (od 1998.) utvrđivao se stupanj eutrofikacije obalnog i otvorenog mora te se pratilo stanje ribogojilišta od Zadra do Dubrovnika.



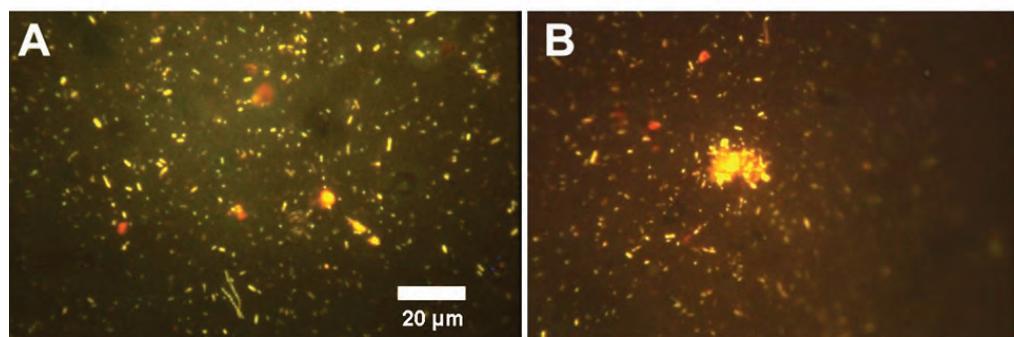
Slika 3. Metoda određivanja koncentracije patogene bakterije *Escherichia coli* u školjkašima (Foto S. Bobanović-Ćolić).

U južnom Jadranu se, također, tijekom višegodišnjih istraživanja dobio uvid u ekologiju pikoplanktona od obale do otvorenog mora. Otvoreno more izrazito je oligotrofno (Radoničić 1990). Na otvorenome moru južnog Jadrana u pojavama tonjenja površinskih voda zabilježeno je i tonjenje pikoplanktona (Batistić i sur. 2012). S druge strane, pokazalo se da su Gruški zaljev (Viličić i sur. 1995) i estuarij Omble (Bobanović-Ćolić 2011) pod značajnim antropogenim utjecajem. U Velikom jezeru na otoku Mljetu u razdoblju 2015. – 2016. zabilježena je povećana abundancija heterotrofnih bakterija ( $> 10^6$  stanica  $\text{mL}^{-1}$ ) (Slika 4) (Lučić i sur. 2019). Dodatno, istražena je pojava hipoksije u jezerima i uloga bakterioplanktona u ishrani meduza (Hrustić i Bobanović-Ćolić 2017).



Slika 4. Raspodjela abundancije ( $10^6$  stanica  $\text{mL}^{-1}$ ) heterotrofnih bakterija u Velikom jezeru na otoku Mljetu (prilagođeno prema Lučić i sur. 2019).

Najvećim su dijelom bakterijske stanice slobodne u stupcu morske vode. Veći udio stanica pričvršćenih na suspendirane čestice nalazimo u estuarijima, obalnome moru i pridnenim slojevima. Stanice pričvršćene na čestice imaju i drugačiju enzimatsku aktivnost prema slobodnim. Sposobnost bakterijskih stanica za pričvršćivanje preduvjet je za stvaranje biofilma. U biofilmu može se istraživati i povezanost bakterija i diatomeja kao prvih i dominatnih članova pričvršćenih na podlogu (Slika 5).



Slika 5. Pikoplankton u Gruškom zaljevu (A) i bakterije pričvršćene na čestice detritusa na postaji Usko u Malostonskom zaljevu (B). Snimljeno je s pomoću epifluorescentnog mikroskopa (Foto S. Bobanović-Ćolić).

## Literatura

- Bastić, M., Jasprica, N., Carić, M., Čalić, M., Kovačević, V., Garić, R., Njire, J., Mikuš, J., Bobanović-Ćolić, S., 2012: Biological evidence of a winter convection event in the south Adriatic: A phytoplankton maximum in the aphotic zone. *Continental Shelf Research* 44, 57-71.
- Bobanović-Ćolić, S., 2011: Ekologija pikoplanktona u estuariju rijeke Omble. Doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- Cvijić, V., 1955: Red water in the lake „Malo jezero“ (island of Mljet). *Acta Adriatica* 6 (2), 1-15.
- Cvijić, V., 1963: Rasprostranjenost bakterija i bakterijske biomase u južnom Jadranu. *Acta Adriatica* 10 (7), 1-15.
- Hrustić, E., Bobanović-Ćolić, S., 2017: Hypoxia in deep waters of moderately eutrophic marine lakes, Island of Mljet, eastern Adriatic Sea. *Scientia Marina* 81, 431-447.

- Lučić, D., Hure, M., Bobanović-Ćolić, S., Njire, J., Vidjak, O., Onofri, I., Gangai Zovko, B., Batistić, M., 2019: The effect of temperature change and oxygen reduction on zooplankton composition and vertical distribution in a semi-enclosed marine system. *Marine Biology Research* 15, 325–342.
- Radoničić, S., 1990: Procjena gustoće populacija bakteriplanktona na otvorenom moru južnog Jadrana. U: Stilinović, B. (ur.), *Zbornik radova II. Jugoslavenskog simpozija mikrobne ekologije*, 99–104. JAZU, Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb.
- Šoša, I., Radoničić, S., 1990: Medicinski aspekti i sanitarna kontrola kvalitete mora u turističkoj sezoni 1988. godine na području Dubrovnika. *Pomorska Medicina* 39, 505–508.
- Viličić, D., 1983: Fitoplankton u južnom Jadranu i njegova ekološka svojstva. Doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- Viličić, D., Kršinić, F., Carić, M., Jasprica, N., Bobanović-Ćolić, S., Mikuš, J., 1995: Plankton and hydrography in an moderately eutrophic eastern Adriatic bay (Gruž Bay). *Hydrobiologia* 304, 9–22.

# ISTRAŽIVANJA FITOPLANKTONA U INSTITUTU U DUBROVNIKU

Nenad Jasprica

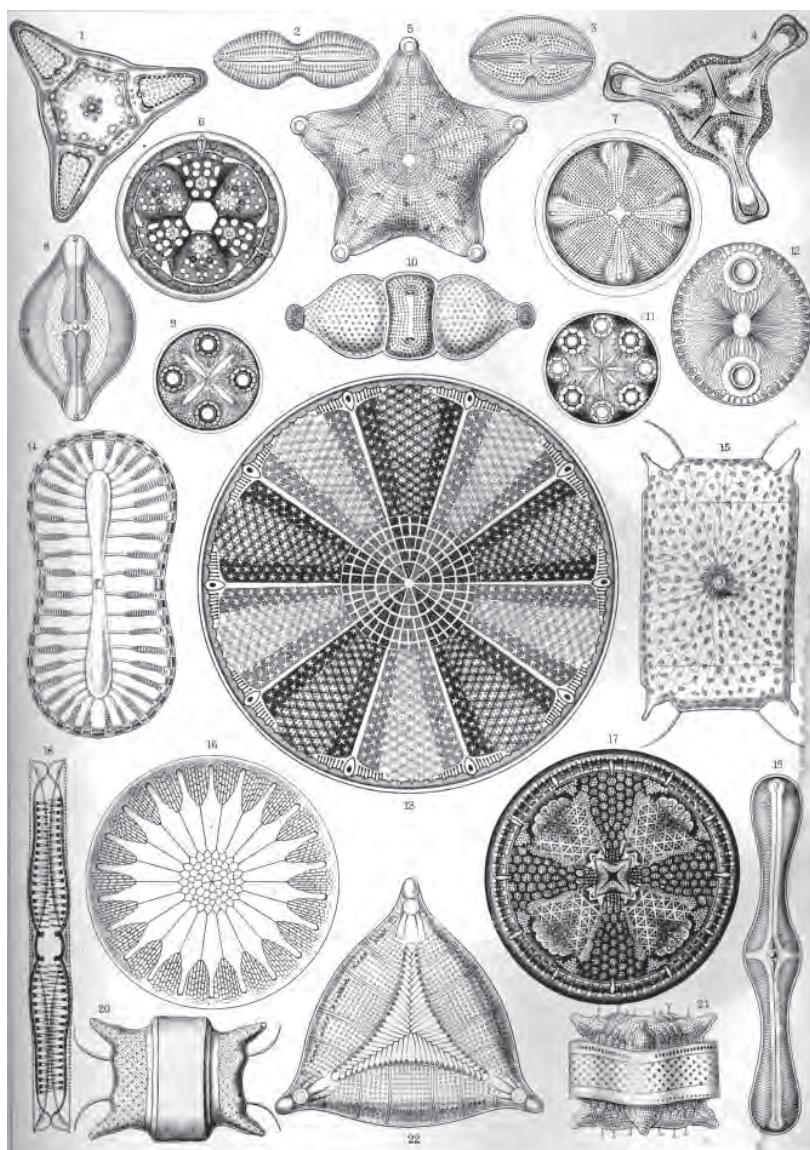
## Važnost istraživanja fitoplanktona

Fitoplankton (grč. *phyton* – ‘biljka’, *planktos* – ‘putnik, latalica’) oblik je života u stupcu mora koji obuhvaća organizme mikroskopske veličine, uglavnom s pasivnim načinom kretanja (strujama). Pripada različitim taksonomskim skupinama koje se razlikuju u građi stanica. Među glavnim skupinama fitoplanktona u moru jesu dijatomeje, čije su stanice obložene ljušturicama od opala (hidratiziranog amorfognog silicijevog dioksid-a) (Slike 1, 2). Stanice oklopljenih dinoflagelata pokrivene su celuloznim pločama, dok su stanice kokolitoforda (kokosfere) obložene kalcitnim pločicama (kokolitima) različite veličine i oblika.

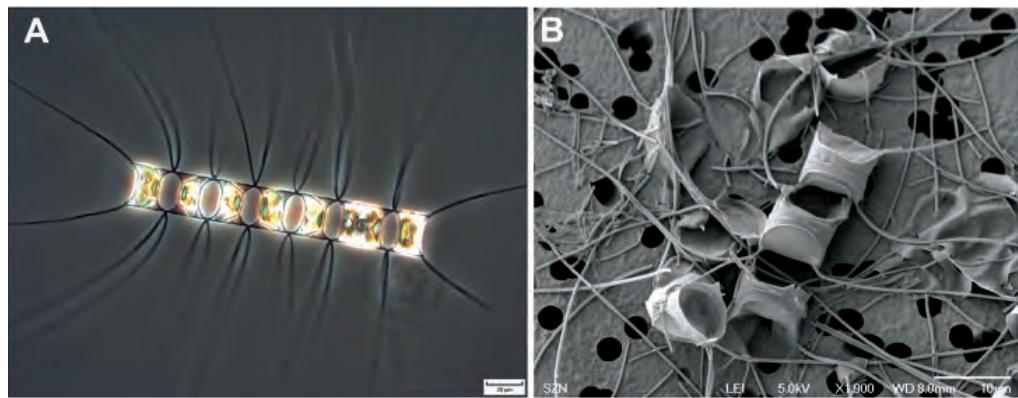
Najvažnija značajka fitoplanktonskih stanica jest posjedovanje plastida (kloroplasta) u kojima se nalazi pigment klorofil. Klorofil je sposoban apsorbirati plavi i crveni dio spektra Sunčeve svjetlosti, što stanicama fitoplanktona omogućuje da u procesu fotosinteze proizvedu organsku tvar te oslobode kisik. Fitoplanktonske skupine nalaze se na mnogim evolucijskim linijama u filogenetskim stablima, uključujući bakterije (cijanobakterije) i više eukariotskih linija koje su sposobnost fotosintetiziranja stekle procesom endosimbioze. Razvoj fitoplanktona postupno je utjecao i na sastav Zemljine atmosfere i njezin redoks status. Tako je fitoplankton tijekom geološke povijesti oblikovao život na Zemlji.

Morski fitoplankton sudjeluje s više od 45% fotosintetske primarne proizvodnje na Zemlji, temelj je morskih hranidbenih mreža te zbog toga ima ogroman utjecaj na čitav Zemljin sustav (Field i sur. 1998). Osim što oslobađa kisik, izvor je organskog ugljika te omogućuje život većini morskih organizama. U cijelosti pridonosi biološkoj pumpi jer se ugljikov dioksid iz atmosfere skladišti u dubokom oceanu. Mineralne strukture

(npr. ljušturice opala, kalcitne ploče i dr.) taložile su se i stvarale naslage tijekom geološke prošlosti. Spoznaja o važnosti fitoplanktona u Zemljinoj hidrosferi pojavila se tek nakon otkrića mikroskopa i mikroorganizama početkom 18. stoljeća. Rast fitoplanktona ovisi o dostupnosti ugljičnog dioksida, sunčeve svjetlosti i hranjivih tvari (nutrijenata). Ostali čimbenici koji utječu na rast i razvoj fitoplanktona, uz temperaturu i salinitet, jesu dubina mora, vjetar, predatori i dr. Katkad se fitoplanktonske stanice masovno razvijaju pa uzrokuju cvjetanje fitoplanktona mora (Slika 3).



Slika 1. Dijatomeje (alge kremenjašice) u Haeckelovim litografijama (Haeckel 1899).  
(Dostupno na: <http://algorithmic-worlds.net/Haeckel/haeckel.php>, preuzeto 24. 2. 2019.).



Slika 2. Stanice dijatomeja: A – lanac stanica vrste *Chaetoceros brevis* F.Schütt snimljen svjetlosnim mikroskopom, B – stanice vrste *Chaetoceros anastomosans* Grunow snimljen elektronskim mikroskopom (Foto S. Bosak).

## Kratak pregled istraživanja fitoplanktona u Institutu

Fitoplankton se u Institutu u Dubrovniku počeo izučavati od 1977. dolaskom Damira Viličića koji je utemeljio laboratorij za fitoplankton. Prva istraživanja taksonomije i ekologije fitoplanktona započeta su 1979./1980. Uzorkovalo se u 11 zaljeva uzduž obale (Viličić i Jasprica 2021). U istom razdoblju uzorkovalo se brodom *Baldo Kosić* na otvorenome moru južnoga Jadrana; rezultati analize materijala s tog uzorkovanja prikazani su u doktorskoj disertaciji Damira Viličića, a kasnije su objavljeni u radovima (npr. Viličić 1985, 1989, 2002, 2004, 2014, i dr.).

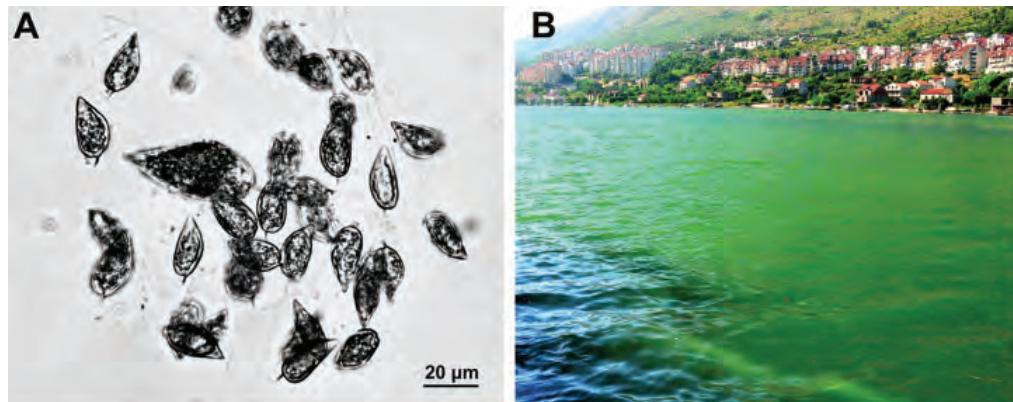
Istraživanja fitoplanktona provedena su, također, u okviru ekspedicije „A. Mohorovičić“ u razdoblju od 1974. do 1990. Velik dio podataka prikupljen je u okviru projekta „Distribucija planktona, trofički i regenerativni odnosi“ (1991. – 1997., voditelj F. Kršinić), kada su prvi put na dubokomorskom profilu Južnojadranske kotline, uporabom suvremenih metoda istraživanja, obuhvaćene sve skupine planktona. Od 1998. do 2006. provodio se veliki multidisciplinarni i međuinstitutski projekt „Sustavno istraživanje Jadranskog mora kao osnova održivog razvitka Republike Hrvatske“ (projekt „Jadran“). U tom su razdoblju u nekoliko publikacija objavljene dopune taksonomiji fitoplanktona Jadranskog mora (Viličić 1998), opisana je raspodjela abundancije i biomase fitoplanktona izražene kao volumen, organski ugljik (Jasprica 1994) i koncentracija klorofila *a* u obalnom i otvorenome moru južnoga Jadrana (Jasprica i Carić 2001) te pojava potpovršinskog

maksimuma klorofila *a* (Jasprica i sur. 2001). Na osnovi abundancije i volumena fitoplanktona kategorizani su morski ekosustavi na istočnoj obali Jadrana (Viličić 1989). Utvrđeni su ekološki odnosi u Malostonskom zaljevu (Jasprica i sur. 1997, Čalić i sur. 2013) i u Mljetskim jezerima (Benović i sur. 2000). Raspoljela fitoplanktona u hiperhalinim morskim jezerima (Mala i Velika Solina), estuarijima Omble, Neretve (jezero Vlaška), Zrmanje i Krke tumači se specifičnom raspodjelom fizikalno-kemijskih parametara u svakom od tih ekosustava (Viličić i Jasprica 2021).

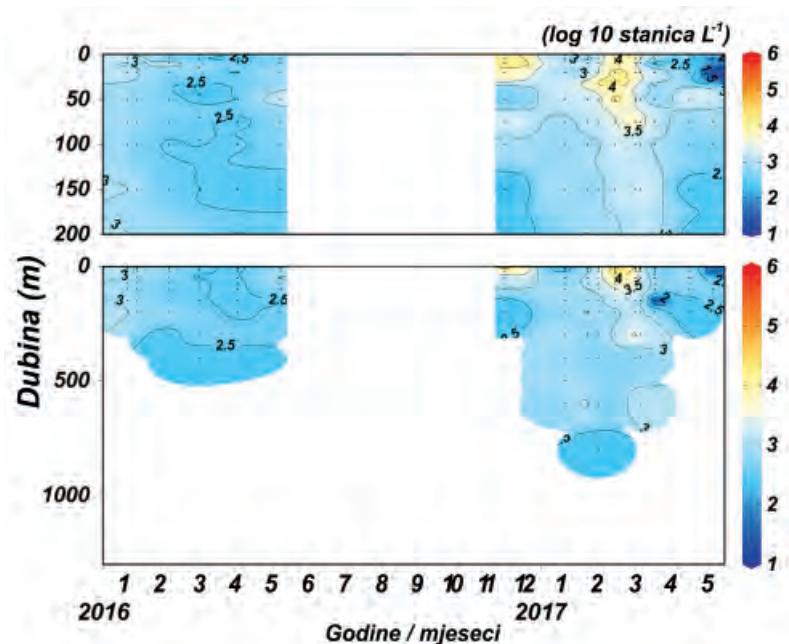
Nakon Damira Viličića, u Institut u Dubrovnik u svojstvu asistenata za fitoplankton dolaze Nenad Jasprica (1984.), Marijeta Čalić (2003.) i Stijepo Ljubimir (2011.).

Istražujući fitoplankton na otvorenome moru južnoga Jadrana posljednjih godina u okviru projekta Hrvatske zaklade za znanost „Utjecaj promjena termohaline cirkulacije u istočnom Mediteranu na planktonske zajednice u južnom Jadranu: ekološki i genetički pristup“ (2014. – 2019., voditeljica M. Batistić) došlo se do novih spoznaja, poglavito o njegovoj raspodjeli tijekom zimsko-proljetnog razdoblja. Utvrđeno je kako je zimsko cvjetanje fitoplanktona česta pojava na otvorenome moru južnoga Jadranu, javlja se u anticiklonalnoj i u ciklonalnoj fazi cirkulacije u sjevernom Jonskom moru, ali ta je pojava uvjetovana različitim mehanizmima (Batistić i sur. 2019). Pokazano je kako otvoreni južni Jadran nije isključivo oligotrofni ekosustav (Viličić i sur. 1989, 1995), a intenzitet zimskog cvjetanja ovisi o specifičnim hidroklimatskim uvjetima (Batistić i sur. 2012, Ljubimir i sur. 2017) (Slika 4).

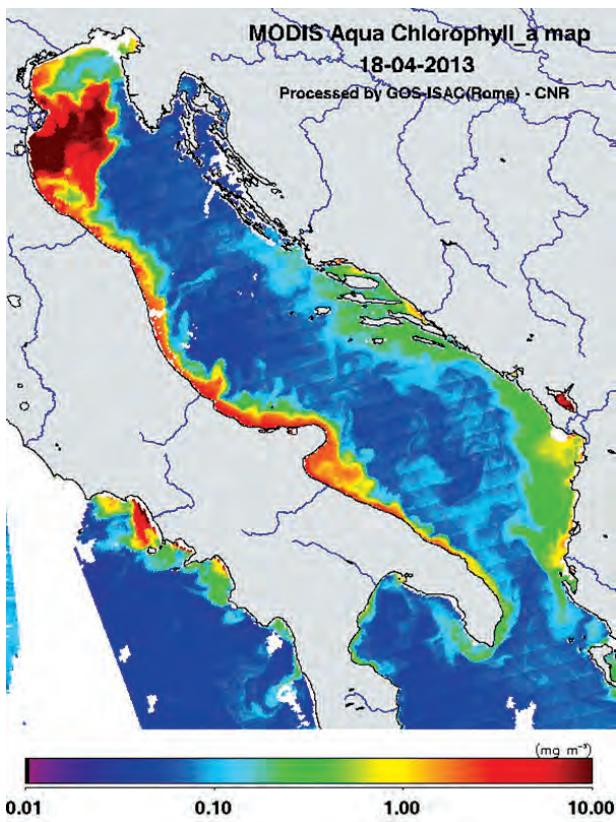
Osim klasične i još uvjek nezamjenjive metode mikroskopiranja uzorka s ciljem utvrđivanja strukture fitoplanktonskih populacija, danas se u istraživanjima fitoplanktona koriste i druge suvremene metode, kao npr. molekularne metode, satelitske snimke koncentracije klorofila *a* (Slika 5), kontinuirana mjerenja senzorima priključenim na plutače, biooptička mjerenja pigmenata biomarkera i dr. Pojavu cvjetanja štetnih vrsta fitoplanktona moguće je odrediti brzom detekcijom molekula toksina u vodi senzorom i satelitskim prijenosom informacije u laboratorij na kopnu i uzgajivačima školjkaša (Viličić i Ljubešić 2017).



Slika 3. Intenzivan razvoj (cvjetanje fitoplanktona) dinoflagelata *Prorocentrum triestinum* Schiller (A, snimljeno svjetlosnim mikroskopom) u estuariju Omble u kolovozu 2010. (B). More je poprimilo intenzivnu svijetlozelenu boju, a prozirnost mora bila je svega 0,5 metra (Foto N. Jasprica).



Slika 4. Raspodjela abundancija dijatomeja u otvorenome moru južnoga Jadrana (postaja P-1200) u zimsko-proljetnom razdoblju 2016. i 2017. Intenzivni razvoj stanica dijatomeja ( $> 10^5$  stanica  $L^{-1}$ ) bio je u ožujku 2017. u eufotičkom stupcu mora (Izvor: N. Jasprica).



Slika 5. Koncentracije klorofila *a* ( $\text{mg m}^{-3}$ ) u Jadranskom moru 18. travnja 2013. dobivene satelitskim promatranjem površine mora. Vidljivi su gradjenci u koncentracijama klorofila *a* od najniže u otvorenom sjevernom Jadranu (tamnoplava boja) do najviše (tamnocrvena) uzduž talijanske obale (Izvor: Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale, Trst, Italija).

## Literatura

- Bastić, M., Jasprica, N., Carić, M., Čalić, M., Kovačević, V., Garić, R., Njire, J., Mikuš, J., Bobanović-Ćolić, S., 2012: Biological evidence of a winter convection event in the south Adriatic: A phytoplankton maximum in the aphotic zone. *Continental Shelf Research* 44, 57–71.
- Bastić, M., Viličić, D., Kovačević, V., Jasprica, N., Garić, R., Lavigne, H., Carić, M., 2019: Occurrence of winter phytoplankton bloom in the open southern Adriatic: Relationship with hydroclimatic events in the Eastern Mediterranean. *Continental Shelf Research* 174, 12–25.
- Benović, A., Lučić, D., Onofri, V., Peharda, M., Carić, M., Jasprica, N., Bobanović-Ćolić, S., 2000: Ecological characteristics of the Mljet island seawater lakes (South Adriatic Sea) with special reference to their resident populations of medusae. *Scientia Marina* 64 (Suppl. 1), 197–206.
- Čalić, M., Carić, M., Kršinić, F., Jasprica, N., Pećarević, M., 2013: Controlling factors of phytoplankton seasonal succession in oligotrophic Mali Ston Bay (south-eastern Adriatic). *Environmental Monitoring and Assessment* 185, 7443–7563.

- Field, C.B., Behrenfeld, M.J., Randerson, J. T., Falkowski, P.G., 1998: Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science* 281, 237–240.
- Haeckel, E., 1899: *Kunstformen der Natur*. Verlag des Bibliografischen Instituts, Leipzig.
- Jasprica, N., 1994: An estimation of the phytoplankton carbon biomass in the Mali Ston and Gruž bays (the southern Adriatic). *Acta Adriatica* 34, 45–53.
- Jasprica, N., Carić, M., Bolotin, J., Rudenjak-Lukenda, M., 1997: The Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) growth rate response to phytoplankton and microzooplankton densities in the Mali Ston Bay (Southern Adriatic). *Periodicum Biologorum* 99, 255–264.
- Jasprica, N., Carić, M., 2001: Planktonic diatoms and their relation to environmental factors at three stations in the Southern Adriatic, Mediterranean Sea. U: Jahn, R., Kocielek, J.P., Witkowski, A., Compère, P. (ur.), *Lange-Bertalot-Festschrift: Studies on diatoms*, 513–536. Gantner, Ruggell, Berlin.
- Jasprica, N., Carić, M., Viličić, D., 2001. Relationships of subsurface chlorophyll maximum to diatoms and other microphytoplankton in the southern Adriatic Sea. U: Economou-Ammilli, A. (ur.), *The Proceedings of the 16<sup>th</sup> International Diatom Symposium*, 365–379. Amvrosiou Press, Athens, Greece.
- Ljubimir, S., Jasprica, N., Čalić, M., Hrustić, E., Dupčić Radić, I., Car, A., Batistić, M., 2017: Interannual (2009-2013) variability of winter-spring phytoplankton in South Adriatic Sea: effects of deep convection and lateral advection. *Continental Shelf Research* 143, 311–321.
- Viličić, D., 1985: Phytoplankton study of southern Adriatic waters near Dubrovnik for the period from June 1979 to July 1980. *CENTRO* 1/2, 35–56.
- Viličić, D., 1989: Phytoplankton population density and volume as indicators of eutrophication in the eastern part of the Adriatic Sea. *Hydrobiologia* 174, 117–132.
- Viličić, D., 1998: Phytoplankton taxonomy and distribution in the offshore southern Adriatic. *Natura Croatica* 7, 127–141.

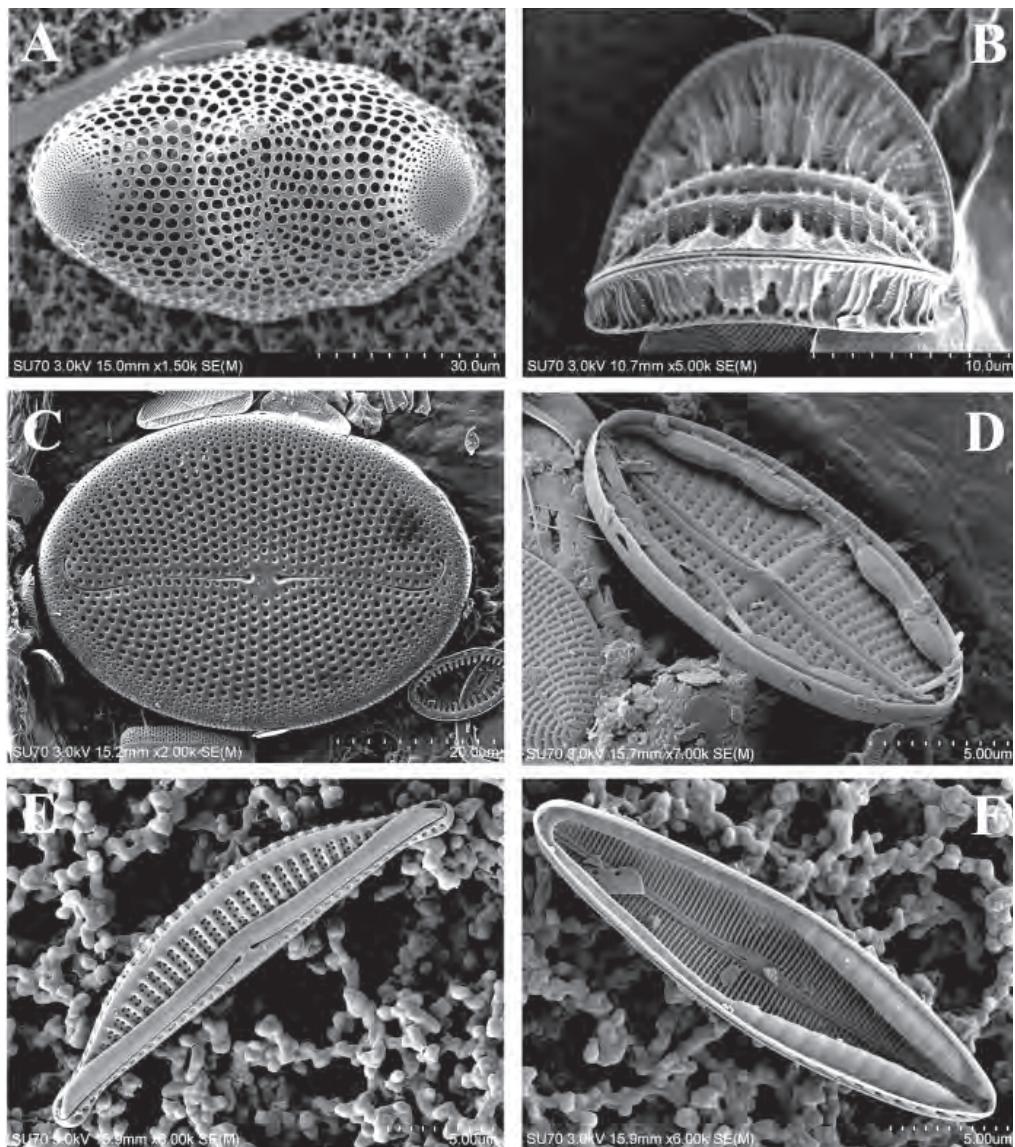
- Viličić, D., 2002: Fitoplankton Jadranskoga mora - Biologija i taksonomija. Školska knjiga, Zagreb.
- Viličić, D., 2004: Fitoplankton u ekološkom sustavu mora. Školska knjiga, Zagreb.
- Viličić, D., 2014: Ecology and composition of phytoplankton in the Adriatic Sea. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- Viličić, D., Vučak, Z., Škrivanić, A., Gržetić, Z., 1989: Phytoplankton blooms in the oligotrophic open South Adriatic waters. *Marine Chemistry* 28, 89–107.
- Viličić, D., Leder, N., Gržetić, Z., Jasprica, N., 1995: Microphytoplankton in the Strait of Otranto (eastern Mediterranean). *Marine Biology* 123, 619–630.
- Viličić, D., Ljubešić, Z., 2017: Razvoj metoda istraživanja fitoplanktona u Jadranskom moru. *Hrvatske vode* 25 (99), 49–58.
- Viličić, D., Jasprica, N., 2021: Povijest institucije za istraživanje mora i priobalja u Dubrovniku. U: Jasprica, N., Batistić, M. (ur.), Sedamdeseta godišnjica Instituta u Dubrovniku, 10–35. Sveučilište u Dubrovniku, Dubrovnik.

# ISTRAŽIVANJA BENTOSKIH DIJATOMEJA U INSTITUTU U DUBROVNIKU

Ana Car

U Institutu se od 2008. proučavaju morski bentoski (pridneni) organizmi mikroskopskih veličina iz skupine dijatomeja koji su još uvjek slabo istraženi u Jadranskoj moru. Dijatomeje (alge kremenjašice) su jednostanični autotrofni organizmi (Round i sur. 1990); odgovorne su za 25% svjetske primarne proizvodnje. Nalazimo ih na svim vlažnim mjestima, u moru, bočatoj i slatkoj vodi. Njihova je najprepoznatljivija karakteristika građa „kućice“ (*frustule*) građene od opala (hidratizirani amorfni silicijev dioksid;  $\text{SiO}_2 \times \text{nH}_2\text{O}$ ) s dvjema „ljušturicama“ (*thaecae*) koje se preklapaju poput kutije i poklopca. S obzirom na ravninu simetrije, razlikujemo dvije glavne skupine dijatomeja: *Centrales* (radikalna simetrija stanica) i *Penales* (bilateralna simetrija stanica). Posebna je osobina dijatomeja građa njihovih frustula koje mogu imati razne oblike (Slika 1). Rast dijatomeja ovisi o fizikalno-kemijskim čimbenicima kao što su svjetlost i hranjive tvari.

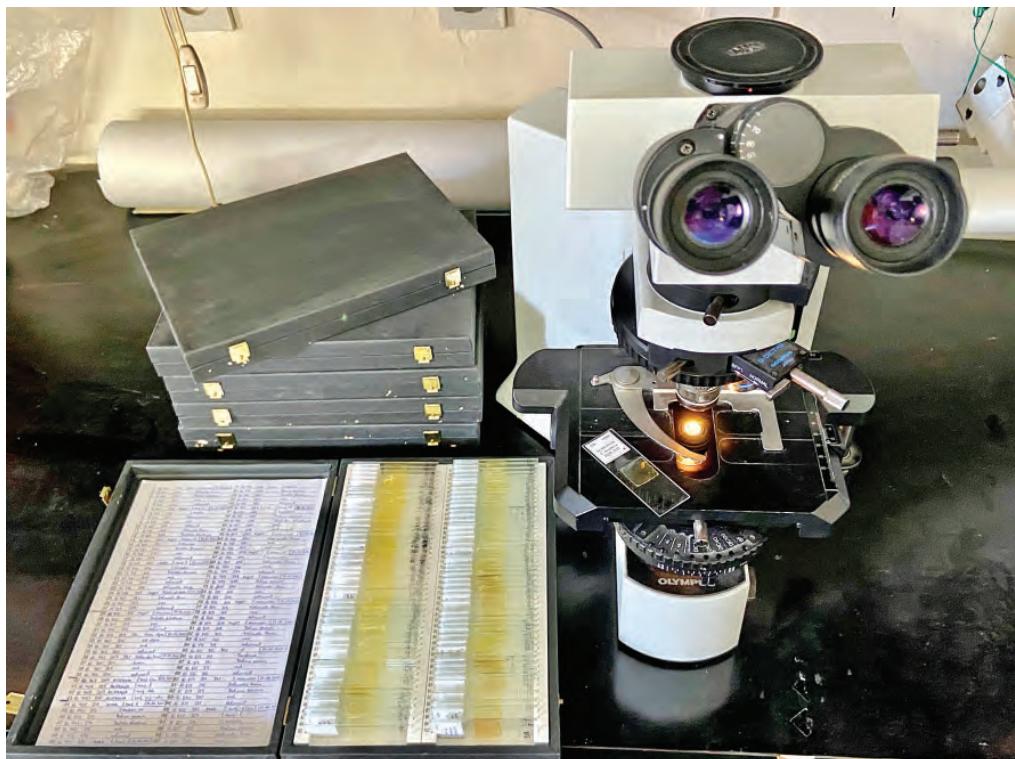
Na temelju procjene ukupne biomase i sastava zajednice može se procijeniti stabilnost ekosustava i njegova osjetljivost na prirodne i antropogene fizikalno-kemijske promjene. Iako je najveći broj kozmopolitskih vrsta, biogeografska klasifikacija dijatomeja na regionalne skupine pokazuje postojanje vrsta karakterističnih za određeno područje. Iako su se u Jadranu temeljito istraživale zajednice fitoplanktona, do 2008. pridnene mikroalge bile su općenito izuzetno slabo poznate, a istraživanja, većinom znanstvenika iz Italije, usmjereni su na istraživanje dijatomeja sjevernog Jadrana.



Slika 1. Ljušturice bentoskih dijatomeja snimljene s pomoću elektronskog mikroskopa, nađene na invazivnoj makroalgi *Caulerpa cylindracea* Sonder u Dubrovniku u proljeće 2009.: A - *Biddulphia*, B - *Campylodiscus*, C, D, F - *Mastogloia*, E - *Amphora* (Foto A. Car).

U razdoblju od 2008. do 2019. uzorci za istraživanje dijatomeja prikupljali su se na području južnog i srednjeg Jadrana, a naročito u okolini Dubrovnika, poluotoka Pelješca, otoka Korčule, Mljetu i Hvara. U suradnji s kolegama iz Poljske (*University of Szczecin, Warsaw University of Technology*), Australije (*Griffith University*), Francuske (*University of Nice-Sophia Antipolis, Université du Maine*), Njemačke (*Goethe-University, Forschungsinstitut Senckenberg*), Kine (*South China*

*Normal University), SAD (University of Guam, University of Texas) i Turske (Istanbul University, Dumlupinar University) istražuje se taksonomija, ekologija i genetika dijatomeja (Lobban i sur. 2015, Witkowski i sur. 2016, Hafner i sur. 2018a, b, Li i sur. 2019).*



Slika 2. Trajni preparati pohranjeni u zbirci dijatomeja u Institutu za more i priobalje (Foto A. Car.).

Trajni preparati pohranjeni su u Institutu (Slika 2), a pripremaju se tretiranjem uzorka 10% kloridnom kiselinom (HCl) i 30% vodikovim peroksidom ( $H_2O_2$ ). S pomoću svjetlosne (Slika 2) i elektronske mikroskopije određuje se taksonomski sastav dijatomeja, opisuje morfologija i ultrastruktura pojedinih vrsta te se utvrđuje sezonska dinamika na finoj vremenskoj ljestvici.

Prilikom taksonomskih analiza dijatomeja 2012. znanstvenici Instituta (Slika 3) zajedno s kolegama sa Sveučilišta u Szczecinu (Poljska), Andrzejem Witkowskim i Sławomirem Doboszem, otkrili su i opisali novu vrstu *Cocconeis caulerpacola* Witkowski, Car et Dobosz (Car i sur. 2012) (Slika 4). Naziv *caulerpacola* (= na kaulerpi) dobila je jer je prvi put opisana na uzorcima zelene alge kaulerpe (*Caulerpa taxifolia* (M.

Wahl) C. Agardh) s otoka Hvara (Slika 5). Nova vrsta dijatomeje utvrđena je također i na površini druge invazivne makroalge u Mediteranu – *Caulerpa cylindracea* Sonder, i to u uzorcima s otoka Mljeta i iz okolice Dubrovnika. Glavna značajka kaulerpa jest prisutnost sekundarnih metabolita kaulerpenina, čija je glavna uloga kemijska obrana protiv predavatora te kolonizatora poput te novoopisane vrste. Vrsta *C. taxifolia* (kolokvijalno „alga ubojica“) slučajno je dospjela u Mediteran 1984. ispred Monaka nakon slučajnog ispuštanja iz akvarija Oceanografskog muzeja, vjerojatno prilikom čišćenja, nakon čega se počela vrlo brzo širiti. Godine 1994. otkrivena je u Starogradskom zaljevu na otoku Hvaru, gdje se i danas može pronaći. Alga *C. taxifolia* uzgaja se kao ukrasna alga morskih akvarija još od početka sedamdesetih godina prošlog stoljeća. Nedavno je utvrđeno kako genetički, morfološki i fiziološki vrlo slična populacija alga obitava u umjereno toplim morima Australije, u zaljevu Moreton pored Brisbanea, te je to najvjerojatnije područje gdje je za potrebe akvaristike prikupljena početkom sedamdesetih. Interesantno je da je nova vrsta dijatomeje nađena i u uzorcima kaulerpa prikupljenih ispred grada Cannesa (južna Francuska) te u zaljevu Moreton (istočna obala Australije).

Slika 3. Znanstvenici Instituta, Ana Car i Nenad Jasprica, ostvarili su uspješnu suradnju s kolegama Sveučilišta u Szczecinu (Poljska), što je rezultiralo otkrićem nove vrste dijatomeja (Foto I. Brautović).





Slika 4. Stanica dijatomeje *Coccconeis caulerpacola* Witkowski, Car et Dobosz snimljena svjetlosnim (A) i elektronskim (B) mikroskopom (Foto A. Car).



Slika 5. Zelena alga *Caulerpa taxifolia* (M. Wahl) C. Agardh, Stari Grad, otok Hvar, 2012. (Foto A. Car).

Radi mogućnosti usporedbe epifitskih dijatomeja na invazivnim kaulerpama s epifitskim dijatomejskim zajednicama na autohtonim makroalgama – što je dosad u Jadranu slabo istraženo – bilo je potrebno dodatno na istim postajama istovremeno prikupljati i uzorke za analizu taksonomskog sastava dijatomeja na smeđim (*Padina* sp.) i zelenim algama (*Halimeda tuna* (J. Ellis et Solander) J.V. Lamouroux), kao i na listovima morske cvjetnice *Posidonia oceanica* (L.) Delile u obalnom području istočnog Jadrana. To je omogućilo analizu odnosa epifitskih dijatomeja i domaćina (Car i sur. 2019a, Kanjer i sur. 2019).



Uz epifitske dijatomeje, analiziraju se i epilitski oblici (Car i sur. 2019b), kako na prirodnim podlogama (npr. kameni oblutci, pijesak) tako i na umjetnim (obraštaj na staklu i pleksiglasu), što se istraživalo u razdoblju travanj – listopad 2016. u Mrtvome moru na otoku Lokrumu kod Dubrovnika (Slika 6) te tijekom istraživanja započetog 2019.) u Nacionalnom parku Mljet (Slika 7). S obzirom na vremensku učestalost uzorkovanja te uzimanje uzoraka za analizu fizikalno-kemijskih parametara, prvi put u Jadranu donose se spoznaje o sukcesiji dijatomeja u

Slika 6. Uzorkovanje na morskom jezeru na otoku Lokrumu ispred Dubrovnika 2016.: A – položaj istraživane postaje (crvena točka), B – ploča s mikroskopskim stakalcima uronjena u jezero na dubini 1 m, C – E – postupak izvlačenja ploče s mikroskopskim stakalcima kako bi se prikupio uzorak za analizu dijatomeja (Foto S. Ljubimir).



Slika 7. Prikupljanje uzoraka mora Niskinovim crpcem za analizu fizikalno-kemijskih parametara tijekom istraživanja bentoskih dijatomeja u morskim jezerima u Nacionalnom parku na Mljetu (Foto S. Ljubimir).

jasno definiranim okolišnim uvjetima. Rezultati istraživanja pokazat će afinitet morskih dijatomeja za proučavane materijale (staklo, pleksiglas), otkriti brzinu kolonizacije novih supstrata u moru te ishod zagađenja stakлом i plastikom u moru.

Saznanja o taksonomskom sastavu dijatomeja u području južnog i srednjeg Jadrana pridonose saznanju o globalnoj biogeografskoj raspodjeli dijatomeja te su neophodna za procjenu bioraznolikosti i što učinkovitiju zaštitu Jadrana i Mediterana.

## Literatura

- Car, A., Witkowski, A., Dobosz, S., Burfeind, D.D., Meinesz, A., Jasprica, N., Ruppel, M., Kurzydlowski, K.J., Plocinski, T., 2012: Description of a new marine diatom, *Cocconeis caulerpacola* sp. nov. (Bacillariophyceae), epiphytic on invasive *Caulerpa* species. European Journal of Phycology 47, 433–448.

- Car, A., Witkowski, A., Dobosz, S., Jasprica, N., Ljubimir, S., Zgłobicka, I., 2019a: Epiphytic diatom assemblages on invasive algae *Caulerpa taxifolia* and autochthonous *Halimeda tuna* and *Padina* sp. from the Adriatic Sea – summer/autumn aspect. Oceanological and Hydrobiological Studies 48, 1–17.
- Car, A., Witkowski, A., Jasprica, N., Ljubimir, S., Čalić, M., Dobosz, S., Dupčić Radić, I., Hrustić, E., 2019b: Epilithic diatom communities from areas of invasive *Caulerpa* species (*Caulerpa taxifolia* and *Caulerpa cylindracea*) in the Adriatic Sea, NE Mediterranean. Mediterranean Marine Science 20, 151–173.
- Hafner, D., Jasprica, N., Car, A., 2018a: Taxonomic survey of benthic diatoms in Neum Bay, southeastern Adriatic. Natura Croatica 27, 1–26.
- Hafner, D., Car, A., Jasprica, N., Kapetanović, T., Dupčić Radić, I., 2018b: Relationship between marine epilithic diatoms and environmental variables in oligotrophic bay, NE Mediterranean. Mediterranean Marine Science 19, 223–239.
- Kanjer, L., Mucko, M., Car, A., Bosak, S., 2019: Epiphytic diatoms on *Posidonia oceanica* (L.) Delile leaves from eastern Adriatic Sea. Natura Croatica 28, 1–20.
- Li, C., Gastineau, R., Turmel, M., Witkowski, A., Otis, C., Car, A., Lemieux, C., 2019: Complete chloroplast genome of the tiny marine diatom *Nanofrustulum shiloi* (Bacillariophyta) from the Adriatic Sea. Mitochondrial DNA Part B: Resources 4, 3374–3376.
- Lobban, C.S., Ashworth, M.P., Car, A., Herwig, W., Ulanova, A., 2015: *Licmosphenia* revisited: transfer to *Licmophora*, redescription of *L. clevei* Mereschkowsky and descriptions of three new species. Diatom Research 30, 227–236.
- Round, F.E., Crawford, R.M., Mann, D.G., 1990: The Diatoms: Biology & morphology of the genera. University Press, Cambridge.
- Witkowski, A., Li, C., Zgłobicka, I., Yu, S., Ashworth, M., Dabek, P., Qin, S., Tang, C., Krzywda, M., Ruppel, M., Theriot, E.C., Jansen, R.K., Car, A., Płociński, T., Wang, Yin-Chu, Sabir, J.S.M., Daniszewska-Kowalczyk, G., Kierzek, A., Hajrah, N.H., 2016: Multigene assessment of biodiversity of diatom (Bacillariophyceae) assemblages from the littoral zone of the Bohai and Yellow Seas in Yantai Region of northeast China with some remarks on ubiquitous taxa. Journal of Coastal Research: Special Issue 74 – Environmental Processes and the Natural and Anthropogenic Forcing in the Bohai Sea, Eastern Asia, 166–195.

# ISTRAŽIVANJA ZOOPLANKTONA U INSTITUTU U DUBROVNIKU

Jakica Njire, Igor Brautović, Marijana Hure, Davor Lučić

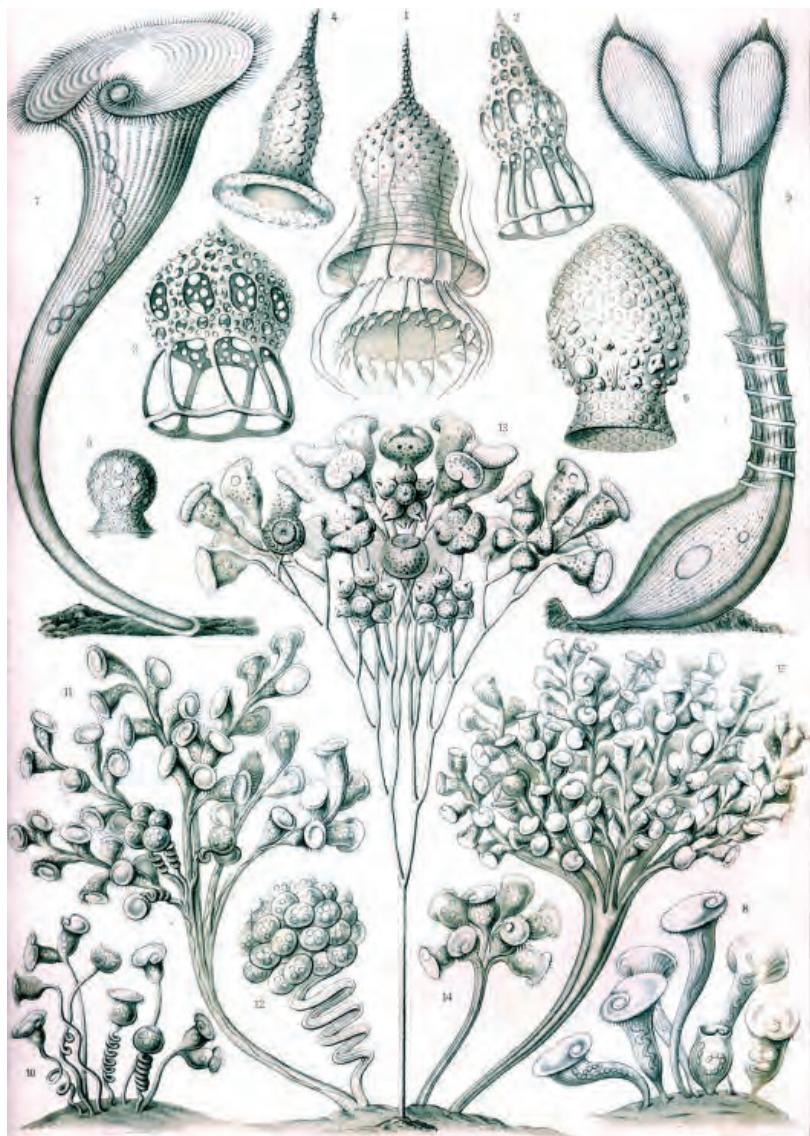
Kada pogledom zaronite u more ispred vas, otvara vam se slika iznimne ljepote oblika, raznolikosti, strukture i veličine morskih organizama. Međutim, jedan posebno čaroban svijet nije dostupan ljudskom oku bez pomoći mikroskopa, što je povlastica planktonologa koji svakodnevno istražuju i otkrivaju nešto novo u prostranome modrom svijetu. Plankton predstavlja jednu od najvećih životnih zajednica u moru i čini temelj morske hranidbene mreže.

Jedna od osnovnih djelatnosti Instituta za more i priobalje jest istraživanje zooplanktona Jadranskoga mora koje ima tradiciju od osnutka institucije do danas. Zooplankton je zajednica životinjskih organizama koji žive u cijelom vodenom stupcu mora. Premda mogu plivati, njihovo kretanje u velikoj mjeri ovisi o morskim strujama. Zooplankton uključuje organizme koji pripadaju mnogim taksonomskim skupinama. Neki od njih cijeli život provode u stupcu morske vode (holoplankton), dok drugi žive planktonskim načinom života u početnim stadijima razvoja (meroplankton). To su jaja i ličinke riba (ihtioplankton) te ličinke organizama mnogih drugih taksonomskih skupina, npr. puževa, školjki, rakova, morskih ježeva i drugih bentoskih organizama. Meroplankton povremeno čini velik dio zooplanktona, naročito u obalnom pojasu, dok je u otvorenome moru značajno veći udio holoplanktonskih organizama. Takva biološka raznolikost unutar planktonske zajednice ogleda se i u morfološkoj raznolikosti. Budući da su slabi plivači, evolucijski su razvili mnoge prilagodbe koje im olakšavaju kretanje i lebdjenje. Brojnim raznolikim izbočinama i antenama povećavaju površinu tijela, a neki imaju i kapljice ulja te tako povećavaju uzgon.

Zooplanktonski organizmi hrane se fitoplanktonom ili drugim zooplanktonskim organizmima pa tako u složenoj pelagičnoj prehrambenoj mreži predstavljaju važnu poveznicu

između fitoplanktona i organizama na višim trofičkim razinama, od riba do sisavaca. Zooplankton je važan izvor hrane za mnoge ličinke gospodarski važnih vrsta riba. Stoga je, pored fitoplanktona, ključni element koji utječe na produktivnost i zdravlje morskih ekosustava. Promjene u biomasi i sastavu zooplanktona imaju značajan utjecaj na prehrambenu mrežu u moru pa je biomasa zooplanktona dobar pokazatelj stanja okoliša.

Mikrozooplankton je najmanja veličinska frakcija zooplanktona. Vrlo velika raznolikost, prikazana već u Haeckelovim litografijama (Slika 1), vidljiva je u načinu ishrane: od fagotrofije



Slika 1. Raznolikost mikrozooplanktona prikazana na Haeckelovoj litografiji, Giltsch i Haeckel (1904). (Dostupno na <https://www.loc.gov/item/2015647734>, preuzeto 18. 2. 2019.)

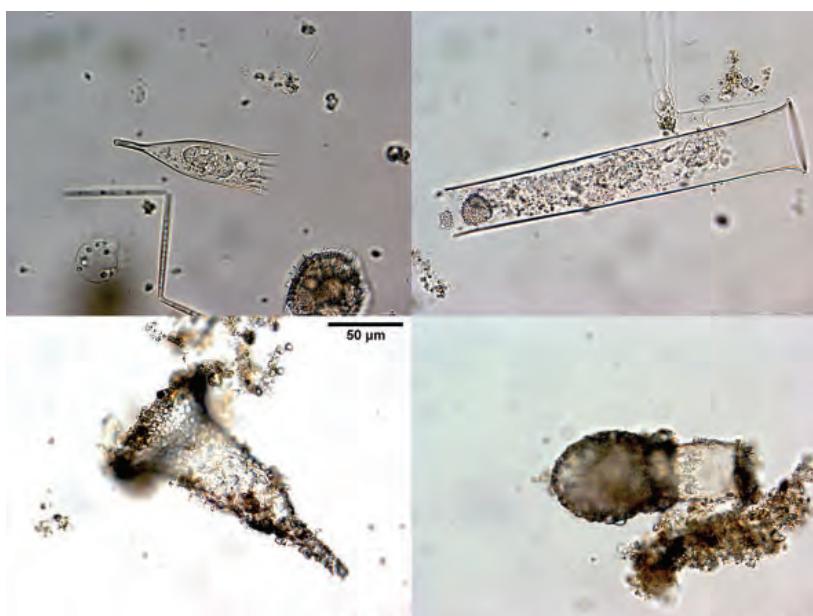
čestica kod dinoflagelata do hvatanja i unošenja plijena u usta s pomoću člankovitih nastavaka kod planktonskih rakova. Njihov je plijen raznolik i karakterističan za svaku skupinu, zbog čega imaju osobito važno značenje u morskim ekosustavima.

Uzorkovanja mikrozooplanktona uvjetovana su područjem istraživanja. Za obalna istraživanja najčešće se koristi Niskin crpac volumena 5 L. Prethodno konzerviran formaldehidom, uzorak se sedimentacijom svodi na volumen od 30 mL potreban za mikroskopiranje. Institut posjeduje nekoliko suvremenih istraživačkih mikroskopa koji omogućuju detaljni pregled i analizu planktonskih uzoraka (Slika 2). Na otvorenome moru uzorci se prikupljaju Nansenovom planktonskom mrežom gustoće tkanja 53 µm. Na vrlo dubokim postajama, s pomoću mehanizma za zatvaranje, uzorak se uzima unutar određenog sloja vodenog stupca. To su standardni načini i koriste se u svim svjetskim institucijama koje istražuju mikrozooplankton. Međutim, višegodišnje uzorkovanje pokazalo je i nedostatke tih planktonskih alata: mrežom su se gubili organizmi manji od 50 µm, a Niskin crpac često nije bio volumno reprezentativan. Stoga je krajem osamdesetih godina Frano Kršinić izradio prototip nove planktonske mreže za kvantitativna prikupljanja uzoraka u slojevima nazvan *Adriatic trap* (Kršinić i Lučić 1994). Izradom ove mreže omogućilo se potpunije i detaljnije istraživanje vertikalne raspodjele ukupnog zooplanktona i mikrozooplanktona u plitkim područjima.



Slika 2. Istraživački mikroskop Olympus IX-73 (Foto I. Brautović).

Mikrozooplankton se sastoji od dviju skupina organizama, odijeljenih prema veličini i staničnoj organizaciji: protozoa i mikrometazoa. Protozoa su veličinski manji jednostanični organizmi, a čine ih trepetljikaši ili cilijati. Potonji se dijele na nelorikatne trepetljikaše i tintinide. Udio nelorikata puno je veći, a oni se odlikuju nježnom strukturom, nedostatkom skeleta i sposobnošću brzog razmnožavanja (1 – 2 diobe u 24 sata). Drugi su dio miksotrofi i oni se koriste plastidima, svojima ili iz progutanog plijena alga, za proces fotosinteze. Oni su plijen za veće protozoe i mnoge metazoe (osobito kopepode) te riblje ličinke. Vrlo su brojni u obalnom sustavu i estuarijima pa je u pravilu najveća abundancija u eutrofiziranim područjima, bogatim organskim detritusom i otopljenom organskom tvari. Druga su skupina trepetljikaši, lorikatni trepetljikaši ili tintinidi. Sadrže loriku ili kućicu koja je taksonomski kriterij u identifikaciji tintinida (Slika 3). Izgled loriike, ponekad u obliku cijevi ili vase, mnogi znanstvenici, ali i umjetnici smatraju mikroskopskim umjetničkim djelima prirode, a što se spominje u klasičnom djelu Ernsta Haeckela *Oblici umjetnosti u prirodi*. Tintinidi su, općenito, brojčano manja skupina u usporedbi s nelorikatnim cilijatima, ali njihova hranidbena aktivnost (ishrana nanofitoplanktonom), s vremenom na vrijeme, dominira nad ostalim skupinama mikrozooplanktona. Značajan broj radova u Institutu odnosi se na skupinu tintinida (Kršinić 1982, 1987a, 1988, Kršinić and Precali 1997, Njire i sur. 2019).



Slika 3. Različite vrste lorikatnih trepetljikaša (tintinida) (Foto P. Lučić).

Drugu, veličinski veću i stanično složeniju skupinu mikrozooplanktona čine mikrometazoi. Najbrojniji su prvi razvojni stadiji naupliji (Slika 4), a u ukupnom mikrozooplanktonu manje su zastupljeni od nelorikatnih cilijata. Dostižu do 60% udjela u ukupnom broju mikrometazoa. Kopepoditi i odrasli kopepodi hrane se filtriranjem fitoplanktona, karnivornim načinom ili su omnivori i detritovori. Svakako su glavni zooplanktonski organizmi koji reguliraju veličinu fitoplanktonske produkcije.



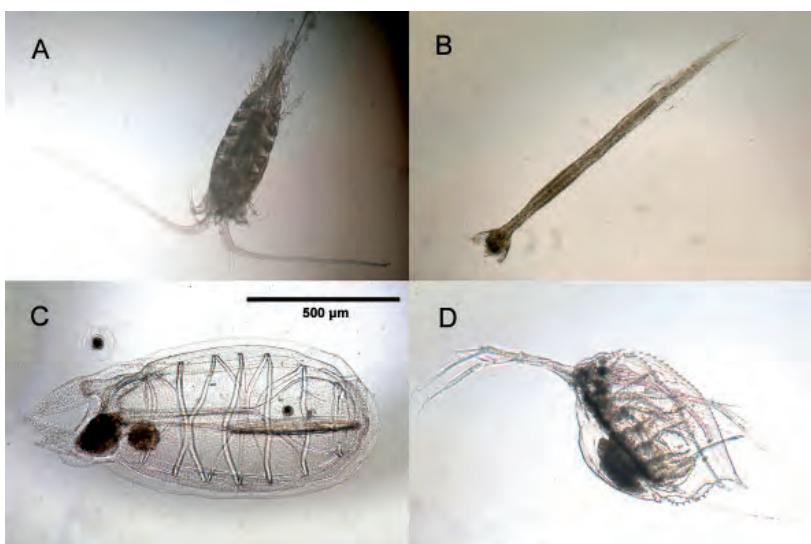
Slika 4. Naupliji su raniji razvojni stadiji kopepoda (Foto P. Lučić).

Istraživanja većih organizama obavljaju se prvenstveno planktonskim mrežama gustoće tkanja  $200 \mu\text{m}$  za mezozooplankton te  $500 \mu\text{m}$  i  $1 \text{ mm}$  za makrozooplankton. Mreža se uroni do određenih dubina i polako povlači prema površini. Svila kroz koju voda curi zadržava sve zarobljene organizme veće od očica mreže. Oni su koncentrirani u spremniku za uzorkovanje na dnu mreže. Uzorcima se najčešće dodaje fiksator, formalin ili alkohol, koji sprječava razgradnju, a zatim se pažljivo promatraju u laboratoriju pod binokularnom lupom i mikroskopom. Megaplankton, kao što su to npr. velike meduze (Slika 5), najčešće nije moguće prikupiti planktonskim mrežama pa se ta skupina promatra uglavnom *in situ* priručnim povećalima, autonomnim ronjenjem ili različitim plovilima. Također, mnoge vrste zbog krhkog tijela oštećuju se do neprepoznatljivosti u mreži ili se potpuno raspadaju, a u spremniku ostaje samo želatinozna masa.



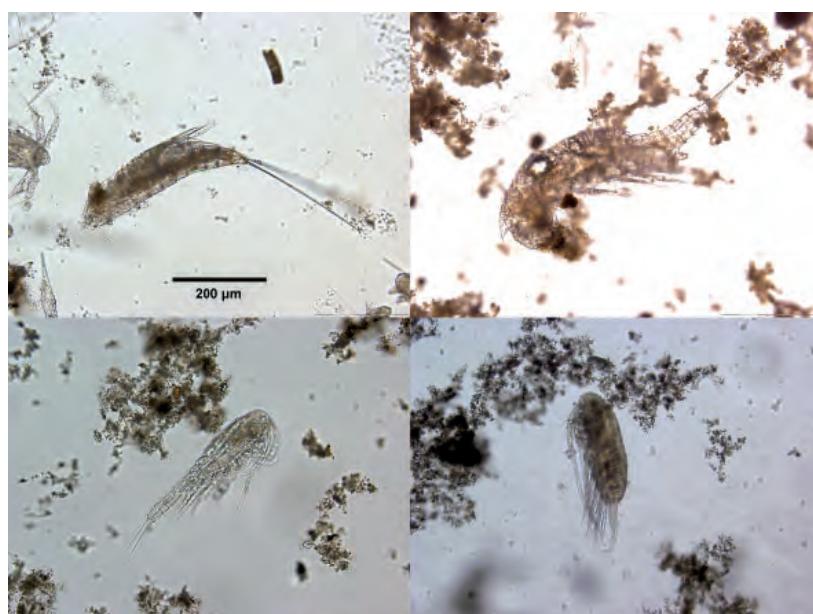
Slika 5. Primjer megaplanktona, mediteranska meduza *Cotylorhiza tuberculata* (Foto M. Babić).

Među spomenutim veličinskim frakcijama, najveća pozornost posvećena je skupini mezozooplanktona (Slika 6), kao skupini koja ima osobito veliku važnost u hranidbenoj mreži morskih ekosustava i protoku energije prema višim karikama hranidbenog lanca – ribama i morskim sisavcima. Mezozooplankton je u morskim ekosustavima zastupljen sa svim poznatim predstavnicima životinjskog carstva, od žarnjaka do svitkovaca.



Slika 6. Primjeri mezozooplanktona: A – veslonožac (kopepod), B – četinočeljust (hetognat), C – salpa (planktonski tunikat), D – vodena buha, rašljoticalac (kladocera) (Foto I. Brautović).

Među njima, zbog biološke raznolikosti, brojnosti i važnosti za protok energije prema višim karikama hranidbenog lanca – ribama, posebice izdvajamo veslonošce, popularnog naziva kopepodi prema znanstvenom nazivu *Copepoda* (Slika 7). Kopepodi se prvenstveno hrane fitoplanktonom, ali i mikrozooplanktonom, a njima se hrane sve vrste riba barem u jednom razvojnem stadiju svojeg života. Npr. „mala plava riba“, kao što je srdela i inćun, hrani se kopepodima cijelog vijeka, dok se glavnina drugih riba njima hrani tijekom juvenilnog razvoja.

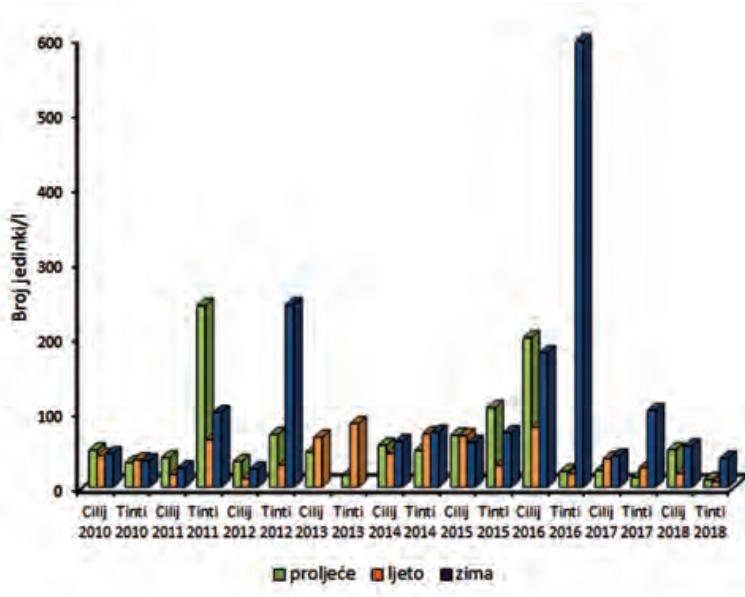


Slika 7. Mikrometazoe najvećim dijelom čine mali kopepodi i njihovi kasniji razvojni stadiji  
(Foto P. Lučić).

U dubrovačkom Institutu istražuje se sastav, abundancija, biomasa te odnosi između vrsta i glavnih skupina zooplanktona. Temeljna istraživanja problematike zooplanktona te mrijesta pelagične vrsta riba (sardele) objavili su Tomo Gamulin i Jure Hure u prestižnim internacionalnim znanstvenim časopisima (*Nature*). Njihova djelatnost ujedno je uvelike odredila budući rad Instituta, a nastavili su je Adam Benović i Frano Kršinić. Istraživanja dubrovačkih zooplanktonologa obuhvatila su cjelokupni Jadran, mnogobrojne zaljeve, uvale i estuarije, ali i otvoreno more od Otranta do Tršćanskog zaljeva. U dalnjem tekstu prikazane su specifičnosti strukture i uloga zooplanktona u pojedinim morskim ekosustavima Jadranskog mora, a kojima su znanstvenici dubrovačkog Instituta posvetili osobitu pozornost.

## Malostonski zaljev

Malostonski zaljev se tijekom duge povijesti sve do današnjih dana očuvao kao područje uzgoja malostonske kamenice. Posebni ekološki uvjeti u zaljevu bili su razlog interesa dubrovačkih znanstvenika i temeljnih istraživanja tog područja koja su započeta još 1967., a kontinuirano traju i danas. Već prva istraživanja pokazala su da se zbog neprestanog dotoka hraničivih tvari s kopna, jakih strujanja, utjecaja vjetrova i termohalinskih svojstava, u zaljevu razvija specifična zooplanktonska zajednica. Najbrojnija skupina bili su protozoi. Iako su njihove velike gustoće zabilježene tijekom cijele godine, najveće vrijednosti bile su zimi i početkom proljeća (Slika 8). Ta zimsko-proljetna dominacija, u pravilu, slijedila je nakon pojave i razvoja gustih populacija fitoplanktona (Lučić i Kršinić 1998, Kršinić i sur. 2016). Tako je zooplankton imao dvojaku ulogu: zajedno s fitoplanktonom služio je u ishrani uzgojnih školjkaša, ali je i svojom filtracijom reducirao velike količine novonastale primarne produkcije. Posebnu važnost u ishrani kamenica tijekom jesensko-zimskog razdoblja imaju lorikatni cilijati, u vremenu kada se ova školjka priprema za proljetni mrijest. Kamenica je tada najkvalitetnija za ljudsku prehranu radi povećane količine glikogena, što je uvjetovano kvalitetnim sastavom tintinida, ali i ostalog planktona (Kršinić 1987a,b).

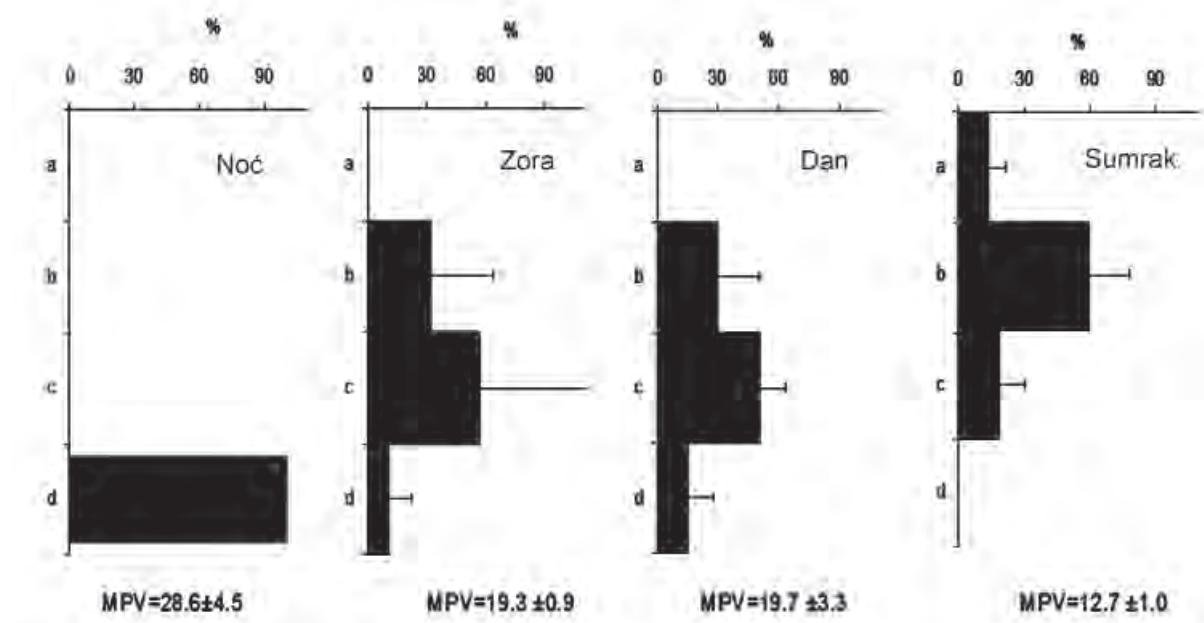


Slika 8. Raspodjela cilijata u Malostonskom zaljevu u razdoblju od 2010. do 2018. Zimska i proljetna dominacija tih organizama posebno je važna u ishrani kamenica, kada se pripremaju za mrijest. Cilij – nelorikatni cilijati, tinti – tintinidi (Institut za more i priobalje, Monitoring Malostonskog zaljeva, 2010. – 2018.).

## Mljetska jezera

Svojom konfiguracijom, modelskim oblikom zatvorenih svjetskih mora te pogodnim položajem, udaljenošću od većih urbanih sredina i zagađenja te visokim stupnjem zaštite prirode, Mljetska jezera primjer su idealnog objekta proučavanja morske ekologije i biologije. Stoga su znanstvenici Instituta od polovine 1980-ih započeli kontinuirana hidrografska i planktonološka istraživanja toga jedinstvenog morskog područja. Dobiveni rezultati objavljeni su u oko 50 znanstvenih radova i prezentacija te su ukazali na ekološke osobitosti Mljetskih jezera koje ih znatno razlikuju od drugih zaljeva Jadranskog i Sredozemnog mora (Benović i sur. 2000, Malej i sur. 2007). Uz utjecaj čimbenika okoliša na vertikalnu raspodjelu zooplanktona, posebna pozornost posvećena je istraživanju jedinstvene meduze *Aurelia relictus*, koja nastanjuje isključivo taj akvatorij u cijelom svijetu (Scorrano i sur. 2017). Ta velika zooplanktonska vrsta se u Velikom jezeru stalno nalazi u golema plovama u kojima abundancija prelazi sve do sada poznate vrijednosti. Njezine dnevno-noćne vertikalne migracije, reprodukcija, način ishrane i plivanja posebice su zainteresirale znanstvenike cijelog svijeta (Slika 9).

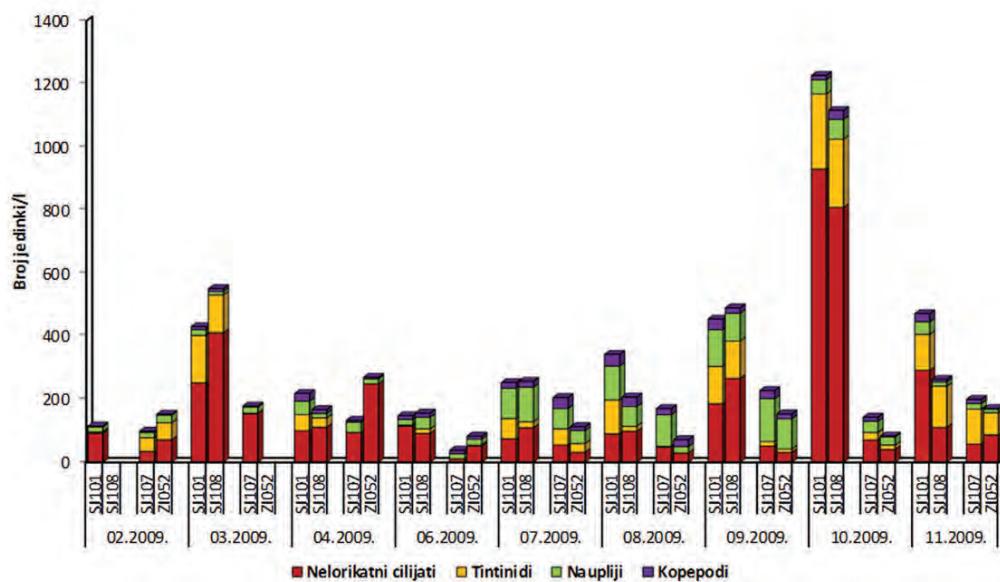
Slika 9. Vertikalna raspodjela populacija meduze roda *Aurelia* tijekom dnevног ciklusa migracije. Slojevi: a - iznad sloja termokline, b - sloj termokline, c - ispod sloja termokline, d - duboki sloj (> 25 m). MPV - prosječna dubina zadržavanja populacija u vodenom stupcu, (m) (Malej i sur. 2007).



Danas je poznato da u Velikom jezeru postoji stalna hidrografska, kemijska i biološka dvoslojnost s granicom na oko 20 m dubine, a koja je osobito izražena tijekom ljetne temperaturne stratifikacije. U dubljem sloju, gdje su tijekom cijele godine temperature u granicama najnižih vrijednosti dubokih voda Sredozemnog mora, nalazimo zooplanktonske vrste koje nikad ili vrlo rijetko (zimi) dolaze u vodenim stupacima iznad 20 m tijekom dana. Slična pojava bilježi se jedino u dubokim brazdama Sredozemnog mora. U najdubljim dijelovima jezera nađen je jedinstveni primjerak na svijetu malog planktonskog račića veslonošca *Mesaiokeras hurei*, koji ujedno pripada vrlo rijetkoj porodici sa svega nekoliko poznatih vrsta (Kršinić 2003, Miloslavić i sur. 2016). Ponukana novim spoznajama, istraživanja se nastavljaju s ciljem prikazivanja modela jezera i primjene rezultata za predviđanje i objašnjenje globalnih procesa većih zatvorenih ili poluzatvorenih morskih ekosustava kao što su Crno more ili Sredozemlje u cjelini.

## Sjeverni Jadran

Posebno je područje istraživanja sjeverni Jadran. Iako su početci planktonskih istraživanja Jadrana vezani za to područje, nakon pojave masovnog nastanka sluzavih nakupina (cvjetanje mora) između 1988. i 1991., znanstvena zajednica, uključujući i dubrovački Institut, intenzivirala je istraživanja tog fenomena. Sjeverni Jadran jedno je od najproduktivnijih područja Sredozemnog mora te je pod jakim utjecajem svih čimbenika okoliša s kopna, ali i antropogenog djelovanja (Slika 10). Kako je to jedno od najviše istraživanog područja europskih mora, brojni povijesni zapisi sastava i abundancije zooplanktona te hidrografskih parametara izuzetno su pogodni materijal za usporedbu sa suvremenim rezultatima istraživanja. Stoga su djelatnici Instituta već od početka 1980-ih intenzivno sudjelovali u planktonološkim istraživanjima sjevernog Jadrana (Kršinić 1995, Kršinić i Precali 1997, Kršinić i Njire 2001, Lučić i sur. 2003, Kraus i sur. 2015). Osim sastava i abundancija svih skupina, pozornost je posvećena ulozi zooplanktona unutar hranične mreže s ciljem primjene rezultata na ribarstvo, posebice na reproduktivnu biologiju inčuna i njegove gustoće populacija. Budući da je sjeverni Jadran akvatorij s najvećim lučkim kapacitetima i brodskim prometom, istraživanja su



Slika 10. Raspodjela mikrozooplanktonskih skupina (nelorikatni cilijati, tintinidi, naupliji i kopepodi) u sjevernom Jadranu na dvije zapadne (SJ101 i SJ108) i dvije istočne postaje (SJ107 i ZI052) u 2019. Sjeverni je Jadran najproduktivnije područje Jadranskog mora. Dominiraju nelorikatni cilijati i tintinidi, posebno u proljeće i jesen. Značajno je veća abundancija na zapadnim postajama (SJ101 i SJ108) koje su pod jakim utjecajem rijeke Po (Izvor: J. Njire).

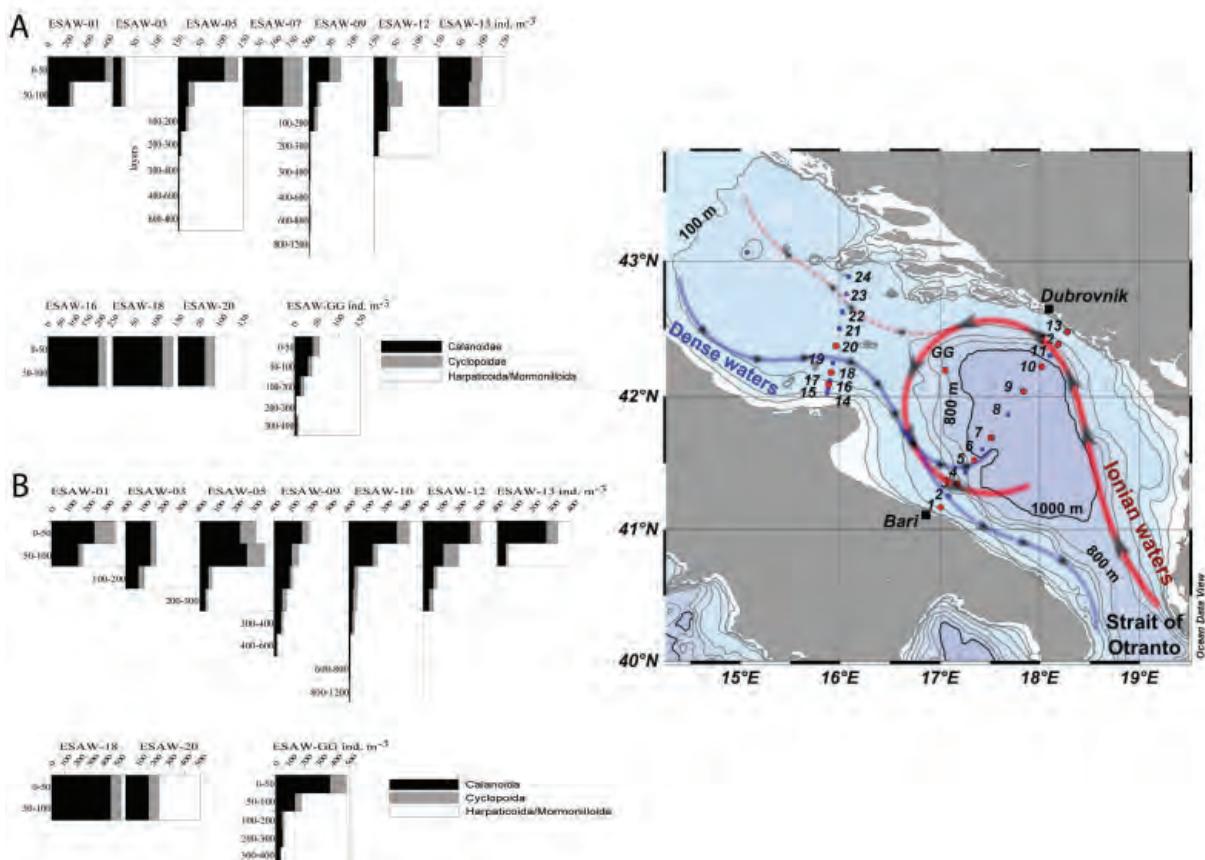
bila usmjerena i na otkrivanje invazivnih (stranih) vrsta zooplanktona koje bi se mogle unijeti balastnim vodama te njihovim utjecajem na prirodne populacije i ekosustav u cjelini.

### Južnojadranska kotlina

Jedinstveni akvatorij Jadranskog mora smješten je u južnom području između Otrantskih vrata, Palagruškog praga, južnog dijela Hrvatske te obale južne Italije. S najvećom dubinom od oko 1233 m to je najdublji dio Jadrana, gdje se od 300 m dubine dno naglo spušta oblikujući udubinu – Južnojadransku kotlinu. To je jedino područje na kojem nalazimo kontinentski slaz u Jadranu. Stoga, već od samih početaka znanstvene djelatnosti Instituta ta je cjelina plijenila pozornost zooplanktonologa. Nakon početnih, ali izuzetno temeljitim istraživanja veslonozaca (*Copepoda*) (Hure 1961, Hure 1965, Hure i Scotto di Carlo 1968, 1970, 1974, Hure i sur. 1980, Hure i Kršinić 1998) i planktonskih žarnjaka (Benović 1973, 1976, 1991, Benović i sur. 1987, Gamulin i Kršinić 2000) obuhvaćene su sve skupne zooplanktona. Opisan je sastav i abundancija vrsta među kojima su i nove vrste za Jadransko more, horizontalna i vertikalna raspodjela zooplanktona s obzirom na utjecaj čimbenika okoliša: promjene režima dnevne svjetlosti, sezonske promjene temperature, raslojavanje vodenog stupca te

utjecaj vertikalnih i horizontalnih gibanja uzrokovanih vjetrom i/ili morskim strujama (Kršinić i Grbec 2002, Batistić i sur. 2004, 2007, 2012, 2014, Benović i Lučić 1996, Benović i sur. 2005, Brautović i sur. 2018, Lučić i sur. 2005, 2009, Garić i Batistić 2011, Gangai Zovko i sur. 2018, Miloslavić i sur. 2015). Također, opisani su inter- i intraspecijski odnosi između planktonskih skupina, što je pridonijelo boljem poznavanju procesa u hranidbenoj mreži oceanskih ekosustava općenito. Na Slici 11. prikazani su rezultati za najbrojniju mezozooplanktonsku skupinu veslonošce u južnom Jadranu na postajama od Dubrovnika do Barija (Italija). Brojem vrsta dominira red *Calanoida*, a njihov broj generalno opada s dubinom. Obalna područja (posebno zapadna strana Jadrana) gušće su naseljena ovom planktonskom skupinom. U oligotrofnom srednjem dijelu Jadrana tijekom kasne zime/ranog proljeća može doći do povećanja brojnosti veslonožaca te u tom razdoblju često možemo naći, osim vrsta otvorenog mora, i površinske obalne vrste.

Slika 11. Horizontalna i vertikalna raspodjela veslonožaca na dva transekta u srednjem i južnom Jadranu u prosincu 2015. (A) i travnju 2016. (B) (Izvor: M. Hure).



Predstavljeni rezultati i izdvojeni znanstveni radovi nastali su u istraživanjima dubrovačkih zooplanktonologa: Tomo Gamulin (1951. – 1979.), Jure Hure (1949. – 1985.), Andro Marchi (1967. – 1972.), Adam Benović (1968. – 2011.), Frano Kršinić (1972. – 2005.), Velimir Šipoš (1974. – 1977.), Ivan Katavić (1974. – 1977.), Vladimir Onofri (1978. – 2020.), Damir Mušin (1979. – 1993.), Ankica Bender (1982. – 1987.), Davor Lučić (1983. – danas), Marina Rudenjak Lukenda (1983. – 1986.), Jakica Njire (1985. – danas), Mirna Batistić (1990. – danas), Josip Mikuš (1990. – 1999.), Igor Brautović (1994. – danas), Dubravka Bojanić Varezić (2001. – 2011.), Barbara Gangai Zovko (2006. – danas), Marijana Hure (2007. – danas), Rade Garić (2007. – danas) i Ivona Onofri (2008. – danas), započetim 50-ih godina prošlog stoljeća, a traju sve do danas. Istraživanja su obuhvatila sva područja Jadranskog mora, od zaljeva, kanala i estuarija na istočnoj obali do otvorenih voda južnog, srednjeg i sjevernog dijela. Prikupljeno je mnoštvo podataka iz područja temeljnih istraživanja biologije zooplanktona, što je dovelo do novih spoznaja na području sistematike i ekologije mnogih skupina zooplanktona. Otkrilo se postojanje ekološki vrlo specifičnih područja. Skrenula se pozornost na negativne promjene strukture zooplanktona uslijed antropogenog utjecaja. Istaknuta se uloga pojedinih vrsta kao indikatora vodenih masa u otvorenim vodama Jadrana. Nađeni su odgovori na niz znanstvenih pitanja o zooplanktonskim populacijama, ali preostale su još mnoge zagonetke na koje djelatnici Instituta trebaju naći odgovore u svojim budućim istraživanjima.

## Literatura

- Batistić, M., Kršinić, F., Jasprica, N., Carić, M., Viličić, D., Lučić, D., 2004: Gelatinous invertebrate zooplankton of the South Adriatic: species composition and vertical distribution. *Journal of Plankton Research* 26, 459–474.
- Batistić, M., Jasprica, N., Carić, M., Lučić, D., 2007: Annual cycle of the gelatinous invertebrate zooplankton of the eastern South Adriatic coast (NE Mediterranean). *Journal of Plankton Research* 29, 671–686.
- Batistić, M., Jasprica, N., Carić, M., Čalić, M., Kovačević, V., Garić, R., Njire, J., Mikuš, J., Bobanović-Ćolić, S., 2012: Biological evidence of a winter convection event in the South Adriatic: A phytoplankton maximum in the aphotic zone. *Continental Shelf Research* 44, 57–71.
- Batistić, M., Garić, R., Molinero, J. C., 2014: Interannual variations in Adriatic Sea zooplankton mirror shifts in circulation regimes in the Ionian Sea. *Climate Research* 61, 231–240.

- Benović, A., 1973: Diurnal vertical migration of *Solmisus albescens* (Hydromedusae) in the southern Adriatic. *Marine Biology* 18, 298–301.
- Benović, A., 1976: Hydromedusae (Cnidaria) from two stations in the southern Adriatic and Tyrrhenian Sea in the year 1967-1968. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli - Marine Ecology* 40, 1-10.
- Benović, A., 1991: The aspect of jellyfish distribution in the Adriatic Sea. *UNEP-MAP Technical Reports Series* 47, 41-50.
- Benović, A., Justić, D., Bender, A., 1987: Enigmatic changes in the hydromedusan fauna of the Northern Adriatic Sea. *Nature* 326, 597-600.
- Benović, A., Lučić, D., 1996: Comparision of hydromedusae findings in the northern and southern Adriatic Sea. *Scientia Marina* 60, 129–135.
- Benović, A., Lučić, D., Onofri, V., Peharda, M., Carić, M., Jasprica, N., Bobanović-Ćolić, S., 2000: Ecological characteristics of the Mljet Island seawater lakes (South Adriatic Sea) with special reference to their resident populations of medusae. *Scientia Marina* 64, 206–206.
- Benović, A., Lučić, D., Onofri, V., Batistić, M., Njire, J., 2005: Bathymetric distribution of medusae in the open waters of the middle and south Adriatic Sea during spring 2002. *Journal of Plankton Research* 27, 79–89.
- Brautović, I., Bojanić, N., Vidjak, O., Grbec, B., Gangai Zovko, B., 2018: Composition and distribution patterns of marine planktonic ostracods (Crustacea, Ostracoda) in the Adriatic Sea - a historical perspective. *Acta Adriatica* 59, 71–90.
- Gamulin, T., Kršinić, F., 2000: Calyphophores (Siphonophora, Calyphophorae) of the Adriatic and Mediterranean Seas. *Natura Croatica* 9 (Suppl. 1), 1-198.
- Gangai Zovko, B., Lučić, D., Marijana, H., Onofri, I., Pestorić, B., 2018: Composition and diel vertical distribution of euphausiid larvae (calyptopis stage) in the deep southern Adriatic. *Oceanologia* 60, 128–138.
- Garić, R., Batistić, M., 2011: *Fritillaria ragusina* sp. nov., a new species of Appendicularia (Tunicata) from the Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 91, 555–559.
- Giltsch, A., Haeckel, E., 1904: Ciliata – Wimperlinge. Photograph: Verlag des Bibliographischen Instituts, Leipzig und Wien.
- Hure, J., 1961: Daily migration and seasonal vertical distribution of zooplankton in the depths of the Adriatic. *Acta Adriatica* 9, 1-60.
- Hure, J., 1965: Annual vertical distribution of zooplankton at a station in the southern Adriatic. *Acta Adriatica* 7, 1-72.
- Hure, J., Scotto di Carlo, B., 1968: Comparazione tra lo zooplancton del Golfo di Napolie dell' Adriatico meridionale presso Dubrovnik. I. Copepoda. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli* 36, 21-102.

- Hure, J., Scotto di Carlo, B., 1970: Distribuzione e frequenza delle specie del genere *Clausocalanus* Giesbrecht, 1888 (Copepoda: Calanoida) nel Golfo di Napoli e nell'Adriatico meridionale. Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli 38, 289–304.
- Hure, J., Scotto di Carlo, B., 1974: New patterns of diurnal vertical migration of some deepwater copepods in the Tyrrhenian and Adriatic Seas. Marine Biology 28, 173–184.
- Hure, J., Scotto di Carlo, B., Ianora, A., 1980: Spatial and temporal distribution of copepod communities in the Adriatic Sea. Journal of Plankton Research 2, 295–316.
- Hure, J., Kršinić, F., 1998: Planktonic copepods of the Adriatic Sea. Natura Croatica 7 (Suppl. 2), 1–135.
- Kraus, R., Supić, N., Lučić, D., Njire J., 2015: Impact of winter oceanographic conditions on zooplankton abundance in northern Adriatic with implications on Adriatic anchovy stock prognosis. Estuarine, Coastal and Shelf Science 167, 56–66.
- Kršinić, F., 1982: On vertical distribution of Tintinnines (*Ciliata*, *Oligotrichida*, *Tintinnina*) in the open waters of the southern Adriatic. Marine Biology 68, 8390.
- Kršinić, F., 1987a: On the ecology of tintinnines in the Bay of Mali Ston (Eastern Adriatic). Estuarine, Coastal and Shelf Science 24, 401–418.
- Kršinić, F., 1987b: Tintinnines (*Ciliophora*, *Oligotrichida*, *Tintinnina*) in Eastern Adriatic Bays. Estuarine, Coastal and Shelf Science 24, 527–538.
- Kršinić, F., 1988: The family *Xystonellidae* (*Ciliophora*, *Tintinnina*) in the Adriatic Sea. Journal of Plankton Research 10 (3), 413–429.
- Kršinić, F., 1995: Changes in the microzooplankton assemblages in the northern Adriatic Sea during 1989 to 1992. Journal of Plankton Research 17, 935–953.
- Kršinić, F., 2003: *Mesaiokeras hurei* n. sp. (Copepoda, Calanoida, Mesaiokeratidea) from the Adriatic Sea. Journal of Plankton Research 25, 939–948.
- Kršinić, F., Lučić, D., 1994: Mesozooplankton sampling experiments with the Adriatic Sampler: Differences of catch between 250 and 125 micrometer mesh netting gauze. Estuarine, Coastal and Shelf Science 38, 113–118.
- Kršinić, F., Precali R., 1997: On the occurrence of oceanic tintinnines with particular consideration of the species *Amphorides laackmanni* (Jörgensen, 1924) (*Ciliophora*, *Oligotrichida*, *Tintinnina*) in the northern Adriatic Sea. P.S.Z.N.I. Marine Ecology 18, 67–81.
- Kršinić, F., Njire, J., 2001: An invasion by *Muggiaea atlantica* Cunningham 1892 in the northern Adriatic Sea in the summer of 1997 and the fate of small copepods. Acta Adriatica 42, 49–59.

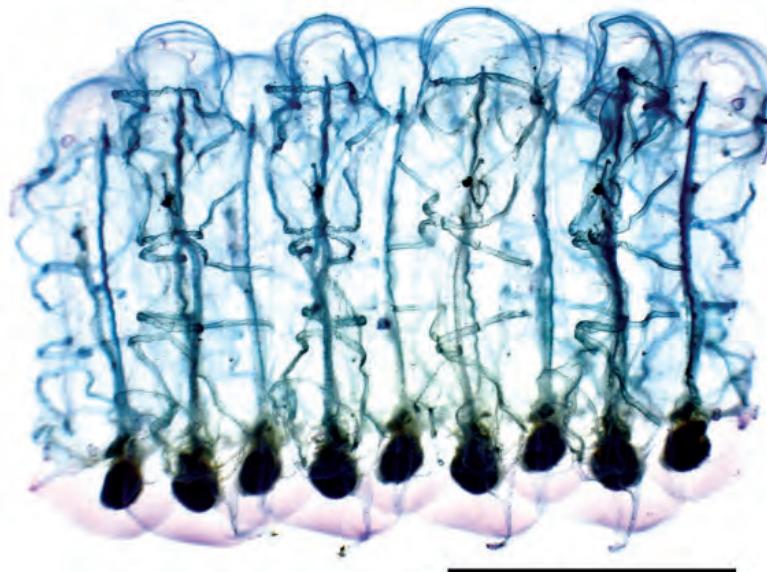
- Kršinić, F., Grbec, B., 2002: Some distributional characteristics of small zooplankton at two stations in the Otranto Strait (Eastern Mediterranean). *Hydrobiologia* 482, 119–136.
- Kršinić, F., Čalić, M., Carić, M., 2016: The population structure of planktonic protists and small metazoans in Mali Ston Bay (Adriatic Sea) - implications for determination of trophic state and shellfish culturing potential. *Acta Adriatica* 57, 17–38.
- Lučić, D., Kršinić, F., 1998: Annual variability of mesozooplankton assemblages in Mali Ston Bay (Southern Adriatic). *Periodicum Biologorum* 100, 43–52.
- Lučić, D., Njire, J., Morović, M., Precali, R., Fuks, D., Bolotin, J., 2003: Microzooplankton in the open waters of the northern Adriatic Sea from 1990 to 1993: The Importance of copepod nauplii densities. *Helgoland Marine Research* 57, 73–81.
- Lučić, D., Benović, A., Batistić, M., Njire, J., Onofri, V., 2005: Calycophorae (Siphonophora) in the open waters of the central and southern Adriatic Sea during spring 2002. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 85, 495–501.
- Lučić, D., Benović, A., Morović, M., Batistić, M., Onofri, I., 2009: Diel vertical migration of medusae in the open Southern Adriatic Sea over a short time period (July 2003). *Marine Ecology - An Evolutionary Perspective* 30 (1), 16–32.
- Malej, A., Turk, V., Lučić, D., Benović, A., 2007: Direct and indirect trophic interactions of *Aurelia* sp. (Scyphozoa) in a stratified marine environment (Mljet Lakes, Adriatic Sea). *Marine Biology* 151 (3), 827–841.
- Miloslavić, M., Lučić, D., Žarić, M., Gangai, B., Onofri, I., 2015: The importance of vertical habitat gradients on zooplankton distribution in an enclosed marine environment (South Adriatic Sea). *Marine Biology Research* 11 (5), 462–474.
- Miloslavić, M., Garić, R., Lučić, P., Maguire, I., Lučić, D., 2016: Ecology and population structure of the hyperbenthic copepod *Mesaiokeras hurei* Kršinić, 2003 (Calanoida: Mesaiokeratidae) from an isolated marine lake (Mljet island, Southern Adriatic Sea, Croatia). *Journal of Crustacean Biology* 36, 295–302.
- Njire, J., Batistić, M., Kovačević, V., Garić, R., Bensi, M., 2019: Tintinnid ciliate communities in pre- and post- winter conditions in the Southern Adriatic Sea (NE Mediterranean). *Water* 11, 2329.
- Scorrano, S., Aglieri, G., Boero, F., Dawson, M.N., Piraino, S., 2017: Unmasking *Aurelia* species in the Mediterranean Sea: an integrative morphometric and molecular approach. *Zoological Journal of the Linnean Society* 180, 243–267.

# ŽELATINOZNI ZOOPLANKTON U JADRANSKOM MORU – NOVE SPOZNAJE I SMJEROVI U ISTRAŽIVANJU

Mirna Batistić, Rade Garić

## Novoprdošle vrste želatinoznog zooplanktona i hidroklimatske promjene

Želatinozni zooplankton, kao i ostali zooplankton, lebdi ili se ograničeno kreće u morskoj vodi te, nošen valovima i strujama, širi svoju rasprostranjenost. Zbog toga je dobar indikator morskih struja, kao i promjena u morskom okolišu. Želatinoznom zooplanktonu pripadaju predstavnici mnogih skupina zooplanktona (meduze, cijevnjaci, rebraši, plaštenjaci, strijeličari, mnogočetinaši, puževi), a zajednička

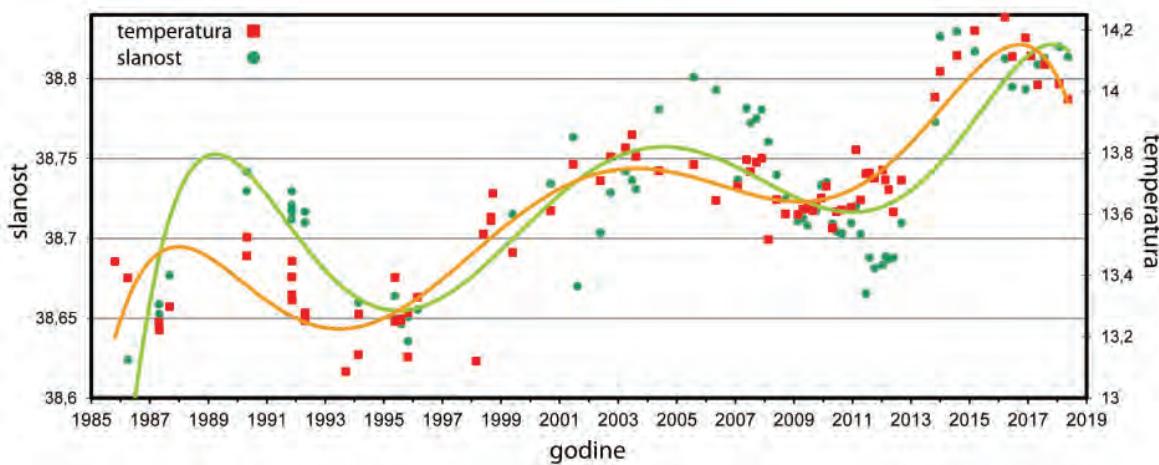


Slika 1. Jedinke vrste planktonskog plaštenjaka *Pegea bicaudata* povezane u lanac (Foto R. Garić).

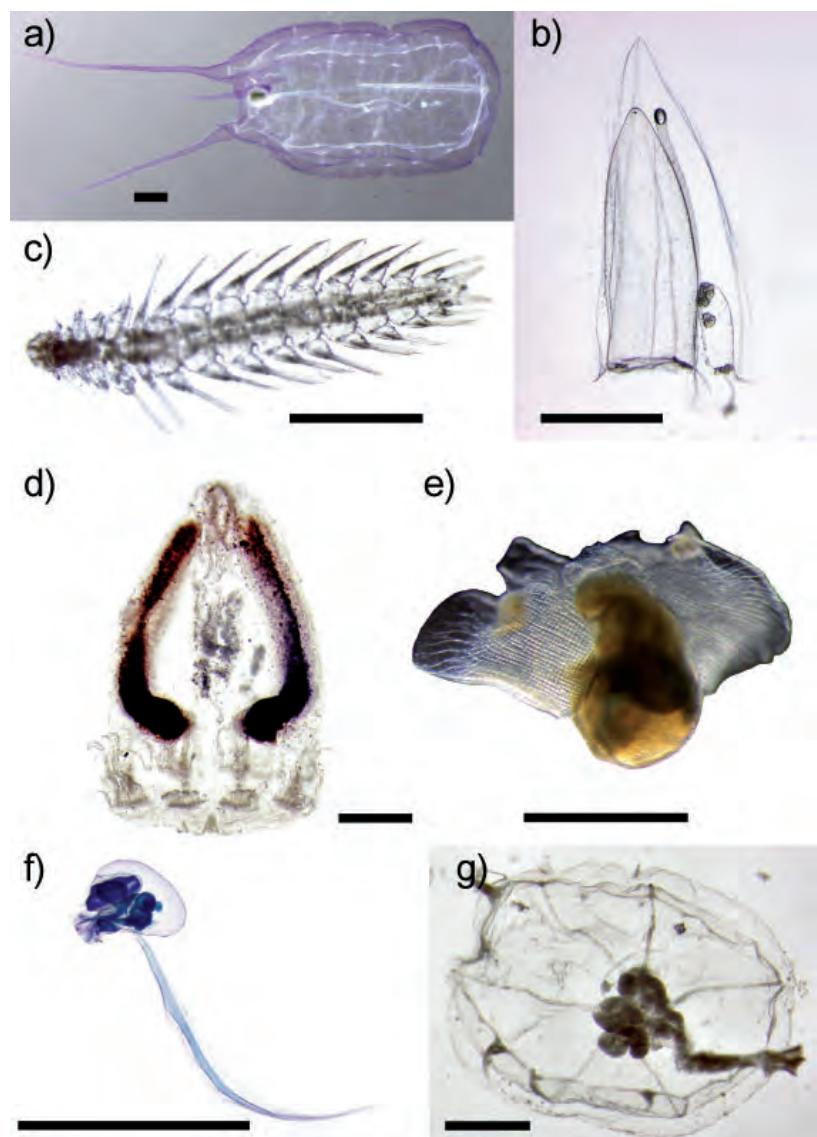
im je značajka prozirno mekano tijelo bez unutarnjeg skeleta, s visokim udjelom vode. Većinom su veličine od nekoliko milimetara, ali mogu biti i do nekoliko metara dužine kao npr. planktonski plaštenjaci koji se vežu u lance (Slika 1).

Znanstvenici Instituta su u posljednja tri desetljeća zabilježili ulazak 17 novih vrsta želatinoznog zooplanktona u Jadransko more te utvrdili povezanost njihova podrijetla i tipa struje koja ulazi u Jadran, što ovisi o smjeru vrtloga u Jonskom moru (anticiklonalni ili ciklonalni). Izmjena cirkulacijskih režima može se pratiti na temelju promjene temperature i saliniteta u Jadranskome moru u dubokom sloju od 200 do 800 m dubine (Slika 2). Za vrijeme anticiklonalnog vrtloga u Jadran ulazi hladnija i manje slana Atlantska struja (*Atlantic Water - AW*) koja donosi vrste zapadnomediterskog/atlantskog podrijetla, a u slučaju ciklonalnog vrtloga u Jadran ulazi toplija i slanija istočno-mediterska struja (*Levantine Intermediate Water - LIW*) koja donosi vrste iz tog dijela Sredozemnog mora (Batistić i sur. 2014) (Slika 3). Dio vrsta koje ulaze istočno-mediterskom strujom, a koje su nove za Jadransko more, toplovodne su Indo-pacifičke vrste. One iz Crvenog mora ulaze u istočni Mediteran kroz Sueski kanal, a nazivaju se lesepsijski migranti prema Ferdinandu de Lessepsu (1805. – 1894.), zaslužnom za izgradnju kanala (1869.). Neke od tih novoprdošlih vrsta prilagodile su se uvjetima u Jadranskom moru i udomaćile se.

Slika 2. Dugoročne promjene temperature i saliniteta u dubokom južnom Jadranu. Točke predstavljaju prosječnu temperaturu ili salinitet od 200 do 800 m dubine. (Medatlas baza: MEDAR Group, 2002; Institut za more i priobalje).



Među udomaćenim vrstama zooplanktona nijedna nije tropska, što znači da je Jadransko more, unatoč trendu povećanja temperature posljednjih nekoliko desetljeća, još uvijek nedovoljno toplo za njihov razvoj, tj. za uspostavljanje trajnih populacija. Naprotiv, u Jadranskom moru udomaćila se vrsta žarnjaka, *Muggiaea atlantica* (Siphonophora, Calycophorae) (Slika 3b), koja je atlantskog podrijetla i vrsta umjereno hladnijih voda. Općenito uzevši, Jadran je more s relativno velikom bioraznolikošću, tj. velikim brojem domaćih vrsta koje sprječavaju strane vrste da se namnože u velikom broju i možebitno naštete ekosustavu.

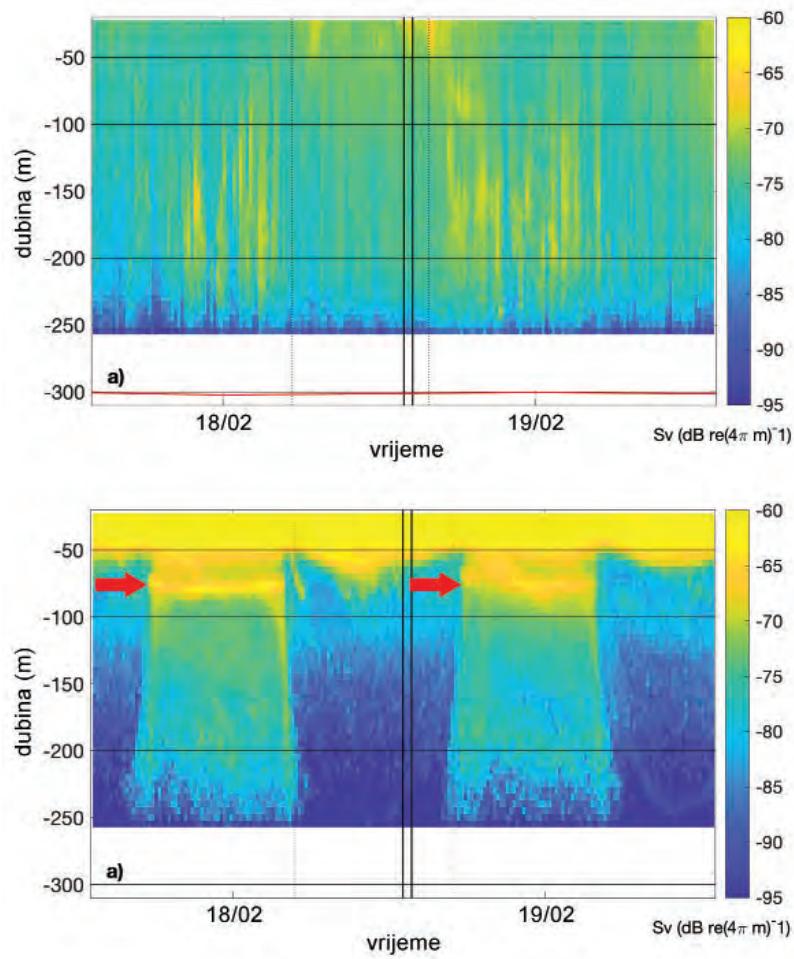


Slika 3. Neke od novoprdošlih vrsta zooplanktona zabilježenih zadnjih 30-ak godina u Jadranskom moru: a) *Thalia orientalis* (plaštenjak), b) *Muggiaea atlantica* (cijevnjak), c) *Pelagobia longicirrata* (mnogočetinaš), d) *Charistephane fugiens* (rebraš), e) *Desmopterus papilio* (puž), f) *Kowalevskia oceanica* (repnjak), g) *Niobia dendrentaculata* (hidromeduza) (Foto R. Garić). Mjerilo: 1 mm.

Od davnina poznate su pojave povremenog izrazitog povećanja abundancije želatinoznog zooplanktona, osobito meduza, međutim, posljednjih se desetljeća značajno povećala učestalost takvih pojava kako u Jadranskom moru tako i u drugim morima i oceanima. Razlozi češće masovne pojave želatinoznog zooplanktona još nisu potpuno jasni, ali istraživanja ukazuju na značajan utjecaj klimatskih promjena. Brzim množenjem želatinoznog zooplanktona stvaraju se opsežne i guste nakupine njihovih jedinki, čime značajno utječu na strukturu i funkcioniranje morskog ekosustava. Periodične masovne pojave želatinoznog zooplanktona, bilo filtratora (planktonski plaštenjaci) ili grabežljivaca (npr. rebraši ili meduze), mogu promjeniti klasičan trofički slijed u hranidbenoj mreži u moru (fitoplankton – zooplankton – planktivorne ribe – velike karnivorne ribe). Posljednjih nekoliko desetljeća raste biomasa meduza, ali i rebaraša i planktonskih plaštenjaka, što je često praćeno istodobnim padom u ribljim resursima. Osim što se ti želatinozni organizmi hrane istim plijenom (zooplanktonom), kao i planktivorne ribe, konzumiraju također riblje ličinke i mlađ te tako značajno smanjuju riblji fond. Potpuna devastacija ribljeg fonada dogodila se 90-ih godina prošlog stoljeća u Crnome moru kada se vrsta rebaraša *Mnemiopsis leidyi* namnožila u iznimno velikom broju te uništila tamošnje ribarstvo. Osim toga, velike nakupine želatinoznog zooplanktona mogu utjecati i na ostale ljudske djelatnosti poput turizma. Zbog toga je važno stalno praćenje abundancije i sastava populacija želatinoznog zooplanktona u Jadransko moru, što se kroz različite projekte provodi u Institutu za more i priobalje.

Od 2008. u Institutu za more i priobalje intenzivno se istražuje zooplankton otvorenih voda južnog Jadrana u okviru projekta Ministarstva znanosti i obrazovanja (Struktura planktonskih populacija u trofičkom gradijentu u južnom Jadranu, 2008. – 2013.) te projekta Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ; AdMedPlan, 2014. – 2019.). U tim interdisciplinarnim istraživanjima, osim utjecaja promjene cirkulacijskih režima u Jonskom moru na ulaz novih vrsta u Jadran, istražen je i fenomen zimskog vertikalnog miješanja vodenih masa i njegov utjecaj na promjene u pelagijalu otvorenih voda južnog Jadrana. Zimi bura uzrokuje evaporaciju i hlađenje površinskog sloja mora koji postaje gušći od dubljeg sloja te počne tonuti, dok

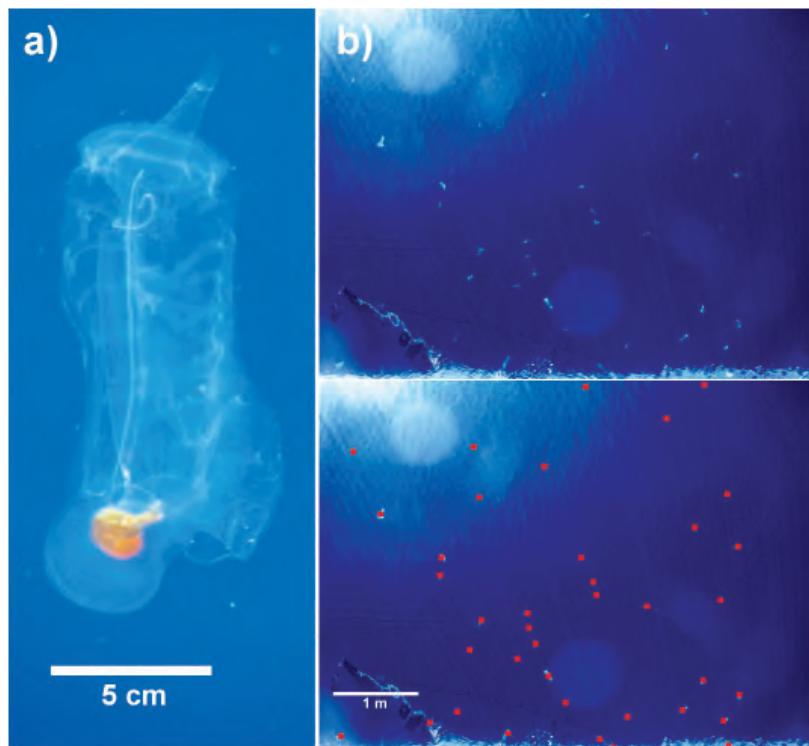
voda iz dubljih slojeva dolazi na površinu. Dostatno je samo nekoliko burnih dana kako bi se promiješao vodeni stupac na otvorenome moru od površine do više od 800 m dubine. U takvim okolnostima duboka voda bogata hranjivim tvarima dolazi do površine i u mirnijim vremenskim uvjetima može uzrokovati intenzivni razvoj fitoplanktona, tj. zimsko cvjetanje (*phytoplankton bloom*) na otvorenome moru. Osim toga, događa se i tonjenje planktonskih organizama te je zabilježena i objašnjena netipična pojавa maksimuma fitoplanktona u dubokomorskom afotičkom sloju južnoga Jadrana (Batistić i sur. 2012). Utvrđeno je i tonjenje zooplanktona u dublje slojeve, ali se ipak glavnina populacije zadržava u površinskim slojevima, što dokazuje da se zooplankton svojim aktivnim kretanjem odupire vertikalnom transportu vode prema dnu. Ujedno, rezultati mjerjenja akustičnim uređajem ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler)



Slika 4. Rezultati istraživanja dnevno-noćne vertikalne migracije zooplanktona akustičnim uređajem ADCP-om, zimi i u jesen: a) povratno raspršenje zvuka do 250 m u otvorenom južnom Jadranu u veljači 2008. Dnevno-noćni signal izgubio se i cijeli stupac ima sličan odziv tijekom dana i noći, b) povratno raspršenje zvuka do 250 m u otvorenom južnom Jadranu u rujnu 2008. Uočava se daleko veći odaziv tijekom noći, kada plankton iz dubine dolazi na površinu radi hranjenja. Crvene strjelice označavaju duboki maksimum klorofila *a* (Chl *a*), gdje je veće nakupljanje zooplanktona noću (Ursella i sur. 2018).

nakon vertikalnog miješanja pokazali su odsutnost intenzivnije vertikalne migracije zooplanktona koji se obično tijekom noći iz dubljih slojeva kreće prema površini radi hranjenja. To je vjerojatno zbog dovoljno hrane (fitoplanktona) koja tonjenjem dospije u dubinu te njihovo kretanje prema površini izostaje ili je manjeg obima (Batistić i sur. 2012, Ursella i sur. 2018) (Slika 4a). Nasuprot tomu, u toplijem dijelu godine visoke vrijednosti povratnog raspršenja (ADCP) u potpovršinskom sloju (Slika 4b) podudaraju se s maksimumom klorofila *a* (Chl *a*) i povećanjem abundancije zooplanktona u istom sloju otvorenog mora.

Isto je zabilježeno tijekom masovne pojave želatinoznog zooplanktona, najčešće planktonskih plaštenjaka, tijekom ljeta u otvorenim vodama južnog Jadrana (Batistić i sur. 2019) (Slika 5). Na temelju tih istraživanja kojima se fenomen dnevno-noćne vertikalne migracije zooplanktona (DVM) u Jadranskom moru prvi put pratio ADCP uređajem, a u kombinaciji s podacima za zooplankton iz mrežnih uzoraka, dobivene su nove spoznaje ali su se pojavila i nova znanstvena pitanja. Stoga će se ta istraživanja nastaviti u okviru HRZZ projekta (DiVMAd, IP-2019-04-9043) koji je odobren 2019., a u kojem će još biti uključeno

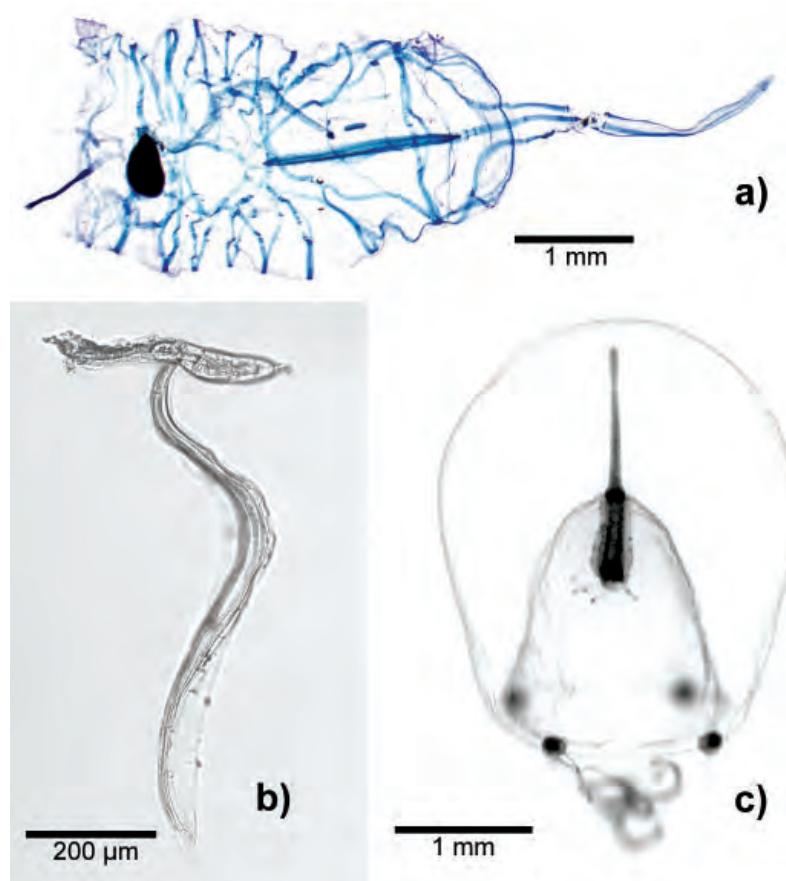


Slika 5. Masovna pojava vrste *Salpa maxima* (planktonski plaštenjak) na otvorenome moru južnog Jadrana: a) spolni oblik vrste *S. maxima*, b) brojne jedinke vrste *S. maxima* snimljene s palube broda. Crvene točke predstavljaju jedinku (Foto R. Garić).

i istovremeno snimanje zooplanktona u stvarnom vremenu ronilicama i JellyCo instrumentom. JellyCo sustav razvijen u Morskoj biološkoj postaji u Piranu (Slovenija) (Makovec i Salvi 2012) posebno se pokazao učinkovit za proučavanje želatinoznih organizama (korišten u otvorenom vodama Sredozemnog mora i Mljetskim jezerima) koji se u mreži mogu oštetiti do neprepoznatljivosti.

### Novootkrivene vrste želatinoznog zooplaktona

Taksonomska istraživanja koja se provode u Institutu uključuju integrativnu (morphološki i genetički pristup) taksonomiju. Genetičke metode u istraživanju zooplanktona u Institutu uvedene su 2007. utemeljenjem Laboratorija za ekologiju planktona i populacijsku genetiku. Značajna dostignuća u posljednjih nekoliko godina jesu otkrića za znanost dvije nove vrste želatinoznog zooplanktona, dva planktonska plaštenjaka:



Slika 6. Novootkrivene vrste *Brooksia lacromae* (a) i *Fritillaria ragusina* (b) te ponovno uspostavljena vrsta *Bougainvillia triestina* (c) (Foto R. Garić).

*Brookssia lacromae* Garić et Batistić 2016 (Garić i Batistić 2016) (Slika 6a) i *Fritillaria ragusina* Garić et Batistić 2010 (Garić i Batistić 2011) (Slika 6b), nazvanih prema Dubrovniku i otoku Lokrumu.

Genetičke metode korisne su pri otkrivanju kriptičkih vrsta zooplanktona, dokazivanju jesu li morfološke razlike između planktonskih populacija posljedica okolišnih razlika ili imaju genetičku podlogu, te kod proučavanju stupnja izoliranosti između raznih populacija iste vrste. Uz klasičnu taksonomiju, genetičkim metodama također dobivamo odgovor odakle dolaze strane vrste usporedbom njihova genetičkog profila s jedinkama iz ostalih mora i oceana.

Kriptičke vrste međusobno se ne razlikuju morfološki ili su te razlike izrazito male. Da bi se takve vrste otkrile, sekvenciraju se fragmenti referentnih gena, kao što su npr. mitohondrijski gen za podjedinicu I citokrom oksidaze (COI), geni za ribosomske RNA (16S, 18S, 28S) ili jako varijabilne ITS regije. Ako rezultati sekvenciranja pokažu da se sekvence među nekim populacijama iste vrste zasebno grupiraju i da je razlika u sekvenci referentnih gena veća od određenog „praga za vrstu“, možemo tvrditi da se radi o zasebnim vrstama. Kod nekih planktonskih rakova veslonožaca varijabilnost u sekvenci gena COI iznosi oko 3% unutar vrste, dok je među vrstama ta razlika 8 – 10%. Zanimljiv je slučaj vrste *Bougainvillia triestina* (Slika 6c), meduze koja je prvi put za znanost opisana 1911. u Tršćanskem zaljevu, da bi se ubrzo pokazala nevažećom jer se smatralo kako je samo jedan od oblika vrste *Bougainvillia muscus* koja je poznata kao polimorfna, ovisno o ekološkim uvjetima. Znanstvenici Instituta su 100 godina nakon opisa *B. triestina* dokazali genetičkim metodama da su *B. triestina* i *B. muscus* dvije različite vrste te kako *B. triestina* treba u nomenklaturu vratiti kao validnu vrstu (Batistić i Garić 2016).

U Jadranu imamo i primjere korištenja genetičkim metodama za otkrivanje stupnja izoliranosti između raznih populacija iste zooplanktonske vrste. Sekvenciranjem gena COI otkriveno je da u Mljetskim jezerima žive zasebne populacije vrsta *Calanus helgolandicus* (račić veslonožac) i *Sagitta setosa* (četinočeljusti). Te su populacije u ograničenom kontaktu s populacijama svojih vrsta na otvorenome moru, stoga su se vremenom razvile zasebne genetičke značajke koje se odlikuju

u jedinstvenim mutacijama u sekvenci gena u odnosu na vrste otvorenog mora. Zbog uskog Solinskog kanala kojim su Mljetska jezera povezana s otvorenim morem, ograničen je ulaz planktonskih vrsta s otvorenog mora.

Genetičke metode još se mogu koristiti za određivanje rodoslovnog stabla raznih skupina organizama. U Institutu koristile su se za određivanje filogenetičke pozicije planktonskih plaštenjaka iz razreda repnjaka (*Appendicularia*) u odnosu na ostale plaštenjake. Smatra se da su plaštenjaci, kojima pripadaju repnjaci, mješićnice i dvootvorke, sestrinska grupa kralježnjaka. Suvremene genetičke metode koriste se za određivanje sastava populacije zooplanktona u cijelom uzorku. Nakon uzorkovanja planktonskom mrežom, izolira se DNA iz cijelog uzorka i umnoži se fragment istoga gena iz svih skupina i vrsta zooplanktona u uzorku. Taj se fragment umnoži u milijunima kopija, od čega se dobiju stotine tisuća sekvenca s pomoću metoda sekvenciranja visoke propusnosti (*next generation sequencing*). Te se sekvene analiziraju i na temelju njih dobije se sastav vrsta u zooplanktonskom uzorku.

Istraživanja koja uključuju suvremene genetičke metode visokopropusnog sekvenciranja započeta su u Institutu 2018. godine i intenzivno će se koristiti tijekom budućih istraživanja koja će osim planktonskih plaštenjaka uključivati i rakove veslonošce.

## Literatura

- Batistić, M., Jasprica, N., Carić, M., Čalić, M., Kovačević, V., Garić, R., Njire, J., Mikuš, J., Bobanović-Ćolić, S., 2012: Biological evidence of a winter convection event in the South Adriatic: A phytoplankton maximum in the aphotic zone. *Continental Shelf Research* 44, 57–71.
- Batistić, M., Garić, R., Molinero, J.C., 2014: Interannual variations in Adriatic Sea zooplankton mirror shifts in circulation regimes in the Ionian Sea. *Climate Research* 61, 231–240.
- Batistić, M., Garić, R., 2016: The case of *Bougainvillia triestina* Hartlaub, 1911 (Hydrozoa, Cnidaria), a 100-year-long struggle for recognition. *Marine Ecology* 37, 145–154.

Batistić, M., Garić, R., Jasprica, N., Ljubimir, S., Mikuš, J., 2019: Bloom of heterotrophic dinoflagellate *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid et Swezy and tunicates *Salpa fusiformis* Cuvier, 1804 and *Salpa maxima* Forskål, 1775 in the open southern Adriatic in 2009. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 99, 1049–1058.

Garić, R., Batistić, M., 2011: *Fritillaria ragusina* sp. nov., a new species of Appendicularia (Tunicata) from the Adriatic Sea. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 90, 555–559.

Garić, R., Batistić, M., 2016: Description of *Brooksia lacromae* sp. nov. (Tunicata, Thaliacea) from the Adriatic Sea. European Journal of Taxonomy 196, 1–13.

Makovec, T., Salvi, E., 2012: System and method of submerged organism detection by rotational laser light: United States Patent application publication. Publication No.: US 2012/0140082 A1.

Ursella, L., Cardin, V., Batistić, M., Garić, R., Gačić, M., 2018: Evidence of zooplankton vertical migration from continuous Southern Adriatic buoy current-meter records. Progress in Oceanography 167, 78–96.

# MARIKULTURA NA ISTOČNOJ OBALI JUŽNOG JADRANA I ISTRAŽIVANJA U INSTITUTU U DUBROVNIKU

Valter Kožul

## Uvod

Živeći uz more, ljudi su oduvijek dio svojih potreba za hranom ostvarivali ribolovom, a kasnije i marikulturom. Na istočnoj obali Jadrana duga je tradicija pomorstva, ribarstva i uzgoja organizama iz mora. Prvi podaci o uzgoju organizama iz mora govore o uzgoju školjkaša i datiraju iz rimskih vremena, kada se spominje uzgoj kamenice na istočnoj obali Jadrana. I danas je na Južnom Jadranu, točnije, u Malostonskom zaljevu koncentrirana najveća proizvodnja školjkaša na istočnoj obali Jadrana. Kao i školjkarstvo, uzgoj ribe ima svoju dugu povijest. Početci uzgoja ribe datiraju u 19. stoljeće, kada su se u ribnjacima ekstenzivno održavale neke vrste riba. Slijede i prvi pokušaji lagunarnog uzgoja ribe na našem dijelu Jadrana nakon Drugog svjetskog rata, ali ovaj ekstenzivni način uzgoja nije zaživio. Ipak, sredinom 70-ih godina 20. stoljeća započinje kavezni uzgoj lubina, komarče i cipla, što je uspješno i ekonomski isplativo. Da bi takav uzgoj u potpunosti bio isplativ, bilo je potrebno znanstveno objasniti i ovladati ciklusom uzgoja od mrijesta do konzumnog proizvoda. Važna karika u tom krugu uzgoja svakako je proizvodnja dovoljne količine mlađi za kavezni uzgoj. Rane faze uzgoja nose sa sobom mnoge zamke i nepoznanice koje je trebalo rješavati, a tehnologiju uzgoja neprestano usavršavati. Problemi s kojima su se znanstvenici susretali u vezi s vrstama koje su se tada istraživale bili su visoka smrtnost ranih stadija, veličina i kvaliteta hrane za ličinačke stadije, uzgoj žive hrane i osiguravanje kvalitetnih uvjeta u mrijestilištima. Ovo je tada rezultiralo prvim pokusima mrijesta lubina, šarga, komarče te konstruiranjem i organiziranjem prvih mrijestilišta.

## Uzgoj planktonskih organizama

Tijekom 80-ih godina 20. stoljeća hrvatski znanstvenici svojim su istraživanjima bili uz bok europskim kolegama koji su radili na istim problemima u marikulturi. U Institutu se od kraja osamdesetih pa do danas proučavanju morski organizmi zanimljivi za uzgoj, ponajprije alge i zooplanktonski organizmi koje se koriste za ishranu ranih razvojnih stadija riba, rakova, glavonožaca i školjkaša. U početcima rada na ovoj problematici znatan doprinos dali su Boško Skaramuca (Slika 1), Ivica Prtenjača i Ivan Katavić. U Laboratoriju za ekologiju, uzgoj morskih organizama i akvaristiku u drugoj polovini 80-ih organizirana su prva istraživanja uzgoja fitoplanktona i zooplanktona koji se koriste u procesu uzgoja ranih razvojnih stadija organizama u marikulturi.

Fitoplanktonske kulture (*Phaeodactylum tricornutum*, *Dunaliella* sp., *Chlorella* sp., *Tetraselmis* sp. i dr.) održavamo na hranjivim podlogama i za potrebe pokusa rasađujemo i uzbogajamo u dovoljnim količinama u laboratoriju za uzgoj fitoplanktona i zooplanktona. Uz potrebnu količinu svjetla i zadovoljavajuću temperaturu, dodavali su se hranjivi mediji koji su se pripremali u našim laboratorijima. Osim uzgoja za ishranu zooplanktona, pokušno se razvijala tehnika uzgoja planktona s ciljem postizanja većih koncentracija u kraćim vremenskim razdobljima, ali jednako se tako istraživalo načine konzerviranja visokih koncentracija fitoplanktona na niskim temperaturama (Kožul i Skaramuca 1998, Skaramuca i Kožul 1998). Uzgoj i pokuši u našem laboratoriju davali su dobre rezultate koji su se učinkovito koristili za uzgoj zooplanktona hranjenog ovim algama.

Usporedno s pokušnim mrijestom lubina istraživao se i uzgoj kolnjaka (*Brachionus plicatilis*). Budući da je tehnika uzgoja na osnovi iskustava drugih znanstvenika iz svijeta brzo savladana, pokuši su u našem laboratoriju bili usmjereni na učinkovitiji uzgoj nespolnih generacija koje su davale velik broj ženki s puno jaja, što je ubrzavalo rast populacije. Istraživali su se tehnički problemi u uzgojnim tankovima, količina i vrsta hrane koja je trebala biti uravnotežena kako bi se abundancija organizama povećavala, ali i zadržala čistoću kulture. Istraživanja abiotskih i biotskih čimbenika na kolnjake organizirali su Boško Skaramuca, Jakica Njire i Valter Kožul.



Slika 1. Boško Skaramuca bio je višegodišnji voditelj Laboratorija za ekologiju, uzgoj morskih organizama i akvaristiku (Foto Arhiv Instituta).

## Ribe

Istraživanja na usavršavanju procesa kontroliranog mrijesta lubina (*Dicentrarchus labrax*) i komarče (*Sparus aurata*) zahtijevala su organiziranje njihovih matičnih jata. Stokovi su se uspješno održavali u akvariju koji je sastavni dio Instituta i koji ima važnu ulogu u našim znanstvenim istraživanjima. Svaki akvarijski bazen isječak je prirodne sredine u kojoj se simuliraju prirodni uvjeti kako bi ponašanje i čitav životni ciklus organizama bili kao u prirodi. Pojedini bazeni prilagodili su se istraživačkom radu tako da je pristup organizmima ili oplođenoj ikri bio olakšan pa su se produkti nakon spontanog mrijesta prikupljali u posebnim kolektorima.

Kako bi se takva istraživanja moglo kvalitetno provesti, nisu bili dovoljni samo akvarijski bazeni, već je preuređen prostor iznad strojarnice s crpkama za opskrbu akvarija morskom vodom, gdje se izgradilo pokusno mrijestilište sa sustavom za filtraciju. U ovom mrijestilištu tijekom devedesetih godina 20. stoljeća istraživale su se brojne vrste riba, školjkaša, glavonožaca i rakova. Rezultati istraživanja bili su zapaženi u znanstvenoj zajednici izvan naše zemlje jer je u to vrijeme

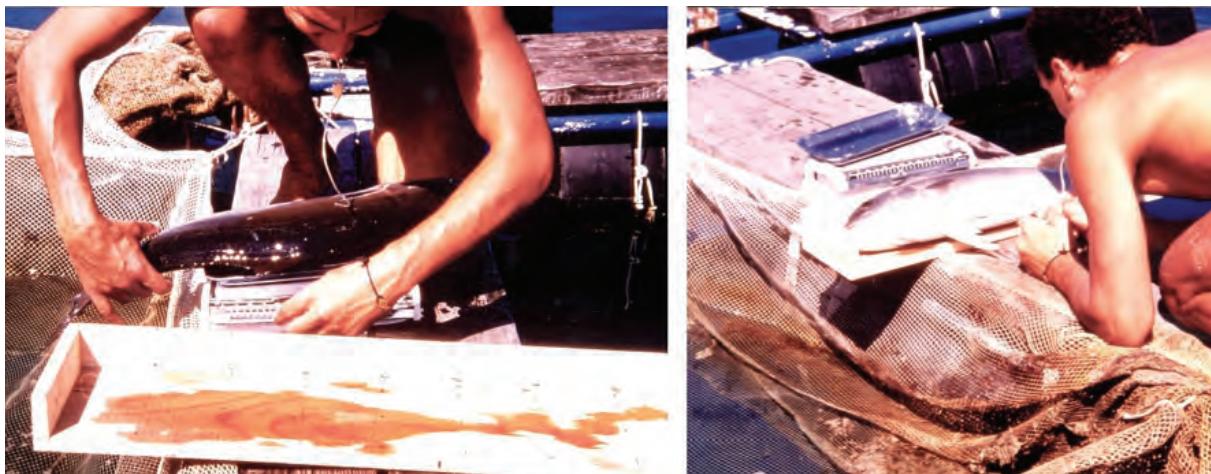
tematika istraživanja novih vrsta na Mediteranu bila slična. Prije svega, ovdje se misli na pokušni rad s vrstama kao što su kirnja (*Epinephelus marginatus*) i gof (*Seriola dumerili*).

Kirnju (*Epinephelus marginatus*) istraživali smo tijekom 90-ih godina (Slika 2). Kao vrsta koja postiže visoku tržišnu cijenu, interesantna je za marikulturu. Objavljeni rezultati opisuju oblikovanje matičnog stoka koji se djelomično sastojao i od organizama koje smo već imali u akvariju (Glamuzina i sur. 1998a, b, c, 1999). Pokušno se radilo i s velikim primjercima kirnji između 15 i 25 kg koje su dugi niz godina živjele u akvariju. Pokušni rad obuhvatilo je hormonski inducirani mrijest, promjene spola hormonskim tretmanima među mlađim primjercima, ishranu i preživljavanje ranih razvojnih stadija. Istraživanja su u laboratoriju obuhvatila i druge vrste kirnji, njihov rast u kontroliranim uvjetima, način prilagodbe na bazenski uzgoj i mrijest.

Druga posebno interesantna vrsta za marikulturu koja se u isto vrijeme istraživala u našem laboratoriju jest gof (*Seriola dumerili*). Istraživanja su obuhvatila populacijsku dinamiku na južnom Jadranu, spolno sazrijevanje, formiranje matičnih stokova u bazenskom i kaveznom uzgoju, rast u kavezima i bazenima, hormonske tretmane i mrijest. Rezultati su bili posebno značajni u kontroliranom uzgoju do spolne zrelosti jer ta vrsta pokazuje znatno brži rast od svih do sada uzgajanih riba u marikulturi. Primjerice, u šest mjeseci uzgoja postižu se težine od kilograma, dok lubin i komarča u 24 mjeseca uzgoja dostižu 0,3 kg (Slika 3). Rezultati istraživanja objavljeni su u nekoliko radova (Kožul i sur. 2001a, b, Skaramuca i sur. 2001).

Slika 2. Branko Glamuzina prilikom kontroliranog mrijesta kirnje, 1996. (Foto V. Kožul).





Slika 3. Pokusni rad na kontroliranome mrijestu gofa (*Seriola dumerili*), uzorkovanje tkiva iz gonada i kontrola rasta u kaveznom uzgoju, 1996.  
(Foto J. Bolotin).

Usporedno s laboratorijskim radom, terenska istraživanja uz obalu južnog Jadrana davala su značajan doprinos u spoznajama ne samo o gospodarski zanimljivim vrstama nego i o svim drugim morskim organizmima. Od kraja 90-ih godina do danas intenzivno su se istraživala naselja riblje mlađi, što je objavljeno u nizu publikacija (Tutman i sur. 2002, 2003, 2004a, 2007a, b). Takva istraživanja otkrila su posebno značajne lokalitete bogate populacijama različitih vrsta u ranijim razvojnim stadijima i dala mogućnost redovitih kontrola i zaštite.

Značajan doprinos mogućem kontroliranom uzgoju riba iz porodice sparida dala su istraživanja na ušati (*Oblada melanura*) provedena u našem laboratoriju krajem prve dekade ovog stoljeća. U istraživanjima je obuhvaćen mrijest te rane razvojne faze života i ishrane ušate (Antolović i sur. 2009, 2012).

Od drugih vrsta riba koje smo pokušno mrijestili ili uzgajali u našem mrijestilištu, treba spomenuti: drozda (*Labrus viridis*) (Kožul i sur. 2011a), vranu (*Labrus merula*) (Dulčić i sur. 1999), iverku (*Placihtis flesus*) (Kožul i sur. 2002), bilizmu (*Trachinotus ovatus*) (Tutman i sur. 2004b) i licu (*Lichia amia*). Od glavonožaca, uspješni rezultati mrijesta i održavanja mlađi postignuti su sa sipom kada se tijekom niz pokusa razvoja ranih faza organizma ispitivao i metabolizam potrošnje kisika. Istraživali su se i rakovi hlap (*Homarus gammarus*), jastog (*Palinurus vulgaris*) i baba (*Scyllarides latus*), poglavito njihovi rani razvojni stadiji i prilagodba na kontrolirani uzgoj uz različito djelovanje abiotskih čimbenika (Glavić i sur. 2001).

Terenskim radom, uzorkovanjem iz ribarskih lovina, ribolovom s vlastitim alatima i kočom te u suradnji s ribarima i lokalnim stanovništvom znanstvenici našeg laboratorija u proteklih 30-ak godina zabilježili su niz novih organizama u južnom Jadranu (Slika 4). Tako smo u našim vodama zabilježili nove vrste kirnji, škarma, neke rakove i školjkaše, pa tako i alge. Širenje vrsta prema sjevernim morima svakako je pod značajnim utjecajem klimatskih promjena. Ljudske aktivnosti kao marikultura, akvaristika i pomorski promet također su uzrok širenja alohtonih vrsta.



## Školjkarstvo

Školjkaši zauzimaju posebno mjesto u istraživačkom radu našeg Instituta. Malostonski zaljev kao akvatorij u kojem se njeguje duga tradicija uzgoja školjkaša izazov je za sve znanstvenike Instituta, pa tako i za članove Laboratorija za ekologiju, uzgoj morskih organizama i akvaristiku (Slika 5).

Prvi dostupni arhivski zapis o načinu prikupljanja kamenice s prirodnih rastilišta i poluuzgoju u Malostonskom zaljevu datira iz 1573., međutim, već je 1333. važnost uvale Bistrina u tom pogledu uočila i Dubrovačka Republika.

Slika 4. Terenski rad često je povezan s pronašćima i pregledima uzoraka rijetkih, novih ili zaštićenih organizama. Na slici je Vladimir Onofri s jedinkom sedmoprugaste usminjače (*Dermochelys coriacea*), studeni 2005. (Foto N. Glavić).

Specifične prirodne karakteristike Malostonskog zaljeva osamdesetih godina prošlog stoljeća dolaze u žarište znanstvenog interesa. Zbog osobitih prirodnih uvjeta potvrđenih prvenstveno brojnim istraživanjima znanstvenika Instituta, područje mora i kopna Malostonskog zaljeva zaštićeno je 1983. Danas je to razina zaštite „Posebni rezervat u moru“ i to je područje u kojem je izražen jedan ili više elemenata prirode, a od posebnog je značenja i namjene. Treba naglasiti kako je zaštićen i pripadajući kopneni dio oko zaljeva jer kopno i more ondje funkcionalno predstavljaju jedinstvenu cjelinu.

Prirodne značajke akvatorija Malostonskog zaljeva te tradicionalan način uzgoja i proizvodnje ogledaju se i u izvrsnoj kakvoći malostonske kamenice s obzirom na količinu mekog tkiva tijekom cijele godine. Istraživanja malostonske kamenice, ali i dagnje kao drugog važnog školjkaša koji se uzgaja u zaljevu, dugi niz godina znanstveni su interes naših istraživača (Bolotin i sur. 1993, 2005). Istraživanja dagnji obuhvatila su stopu rasta i smrtnosti po dubini, indeks kondicije i prihvata mlađi, dok su istraživanja na kamenicama obuhvatila rast po dubini, indeks kondicije, kao i sezonske varijacije u biokemijskom sastavu mekog tkiva kamenice. Istraživana je također prostorno-vremenska raspodjela ličinki u Malostonskom zaljevu od 1985., uz povremene prekide, do 2019., kao pomoć školjkarima u preciznijem određivanju mjesta i vremena postavljanja kolektora za uspješno prikupljanje mlađi.

Sredinom osamdesetih godina prošlog stoljeća znanstvenici su Instituta u Malostonskom zaljevu započeli s testiranjem novih tipova kolektora za prikupljanje mlađi kamenice koji se temelje na različitim plastičnim podlogama. Ta istraživanja rezultirala su potpunim napuštanjem tradicionalnog

Slika 5. Pokusni rad i uzorkovanje u Malostonskom zaljevu, 2005. Uzorkuju Jakša Bolotin i Nikša Glavić (Foto V. Kožul).



prikupljanja mlađi snopovima granja, uglavnom česvine (*Quercus ilex*) i tršlje (*Pistacia lentiscus*).

Malostonski zaljev idealno je stanište i za druge vrste školjkaša pa se u Laboratoriju istraživao inducirani mrijest nekih od njih ili načini prikupljanja mlađi, stope rasta i smrtnosti po dubini, reproduktivni ciklusi, populacijske strukture, starost, metaboličke aktivnosti, indeks kondicije i gonadni indeksi male kapice (*Chlamys varia*), bijele dagnje (*Modiolus barbatus*), kunjke (*Arca noae*) i plemenite periske (*Pinna nobilis*). Značajni rezultati postignuti su istražujući strogo zaštićenu perisku, koja je danas pred izumiranjem (Slika 6). Naš laboratorij prvi je na Mediteranu uzgajao perisku onako kako se to radi s kamenicom i dagnjom. Postignuti su odlični rezultati koji su pokazali kako u tim djelomično kontroliranim uvjetima, jednako kao na morskom dnu, ovaj školjkaš raste vrlo brzo, uz minimalan mortalitet (Kožul i sur. 2011b).



Slika 6. Pokusni rad s plemenitom periskom u Malostonskom zaljevu na uzgojnim parkovima 2005. Na slici su Nikša Glavić, Valter Kožul i Nenad Antolović (Foto J. Bolotin).

## Institutski akvarij, znanstvena uloga i doprinos popularizaciji znanosti

Rast ljudske populacije i njezine aktivnosti narušavaju okoliš, a time i bioraznolikost pa brojni organizmi postaju ugroženi ili izumiru. Akvariji imaju važnu ulogu u očuvanju prirode na temelju edukacije i istraživanja usmjerenih na održavanje organizama u kontroliranim uvjetima.

Dubrovački akvarij dio je Instituta od kraja pedesetih godina prošlog stoljeća. Smješten je u zaštićenom spomeniku kulture tvrđavi sv. Ivan i prikazuje život u Jadranskome moru (Slike 7, 8). Prizemni dio tvrđave prilagođen je na način da su ondje smješteni akvarijski bazeni (Slika 9). Dio njih napravljen je u otvorima u kojima su u vrijeme Republike bili topovi za obranu grada.



Slika 7. Tvrđava sv. Ivana u čijem je prizemlju smješten Institut u Dubrovniku i njegov akvarij (Foto V. Kožul).



Slika 8. Ulaz u Institut i akvarij u ulici Kneza Damjana Jude, 2009. (Foto V. Kožul).

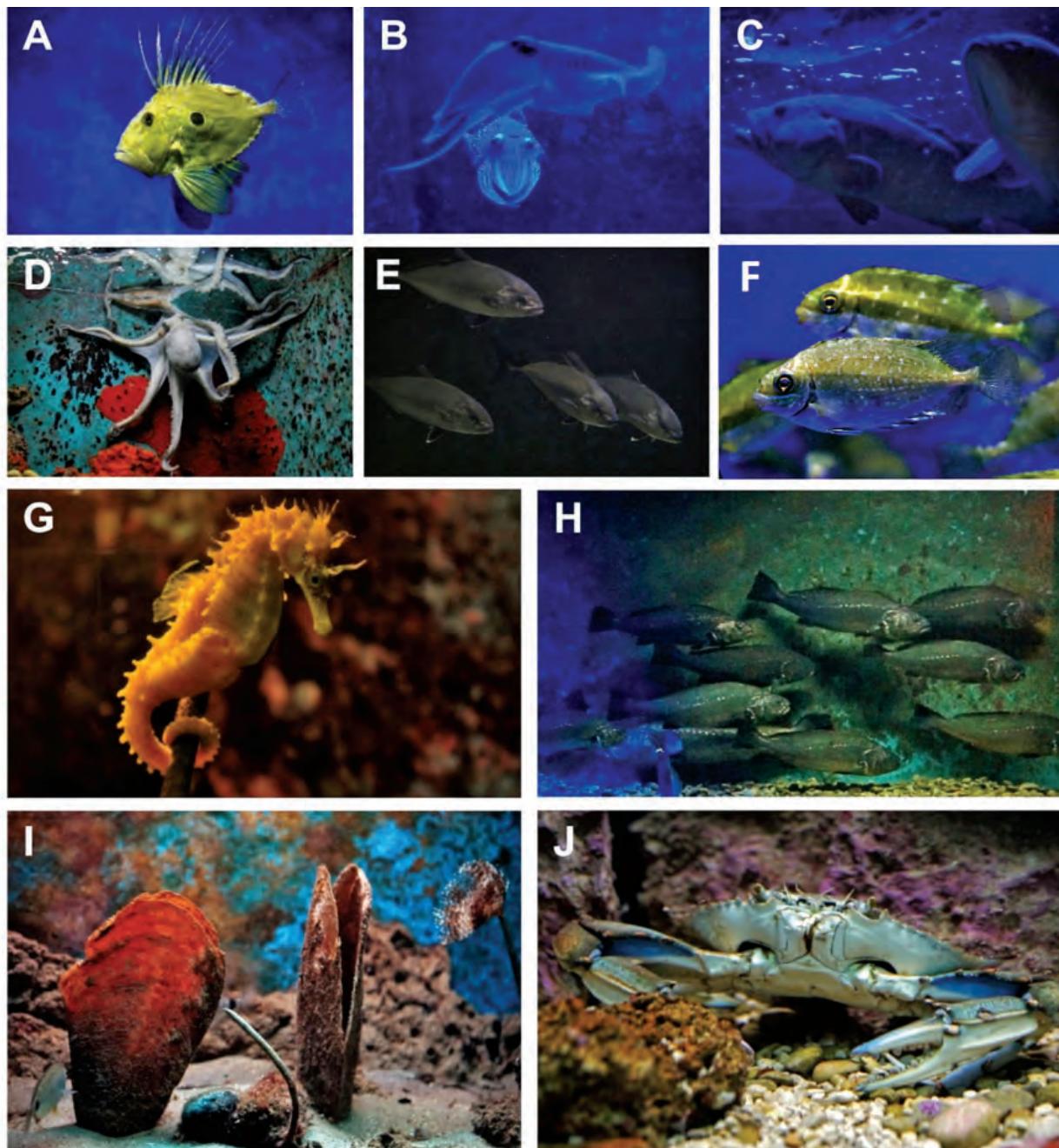


Slika 9. Unutrašnjost akvarija s bazenima smještenima u otvorima u kojima su nekad bili smješteni topovi za obranu Dubrovačke Republike, 2012. (Foto V. Kožul).

Opskrba morskom vodom danas je osigurana iz podzemlja ispod akvarija (Slika 10). Prethodno se morska voda crpila izravno iz okolnog mora, ali zbog učestalih onečišćenja i osobito visokih ljetnih temperatura, to je promijenjeno. Sada se voda crpi iz bušotine na dubini 50 m s pomoću cijevi promjera 12 cm. Napravljena je 2016. i omogućila je stalan dotok čiste morske vode stabilne temperature.



Slika 10. Izrada bušotine za opskrbu akvarija morem s dubine od 50 m, 2016. (Foto V. Kožul).

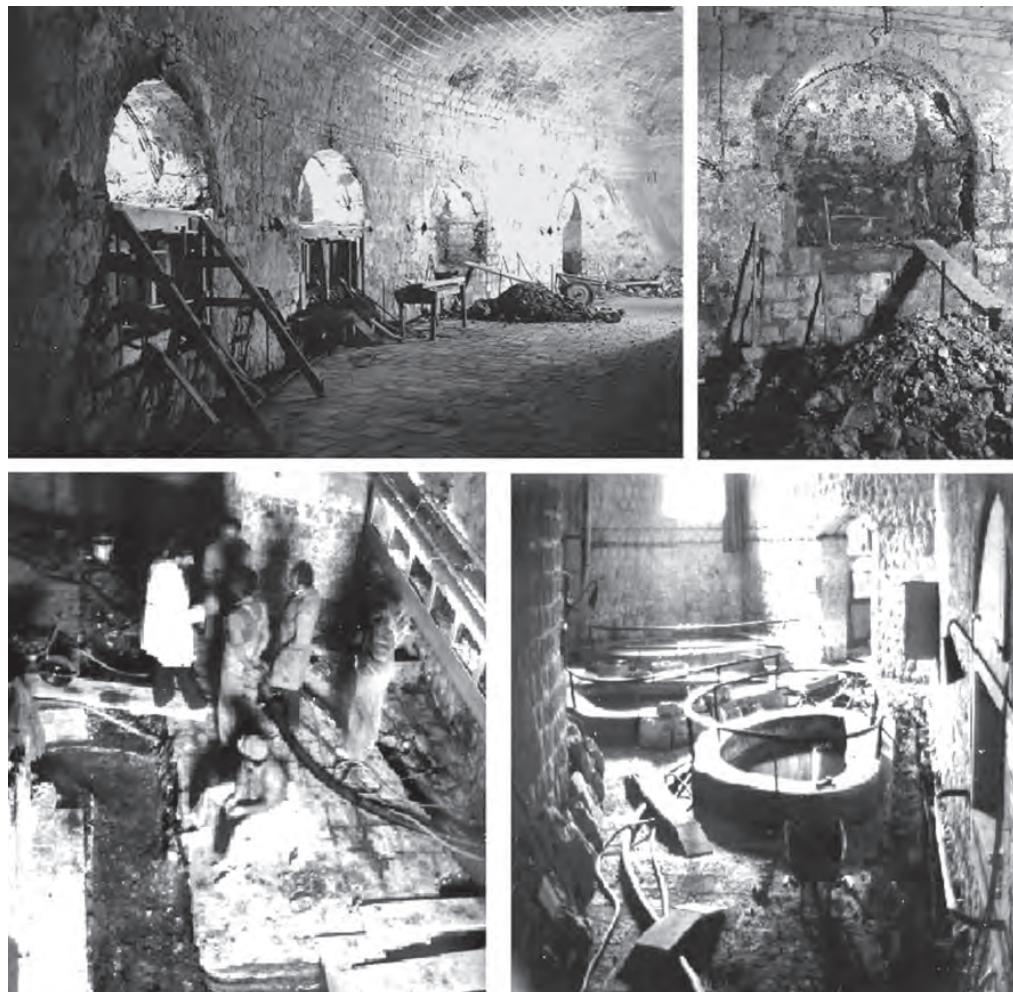


Slika 11. Organizmi u akvarijskim bazenima: A – kovač (*Zeus faber*), B – sipa (*Sepia officinalis*), C – kirnja (*Epinephelus marginatus*), D – hobotnica (*Octopus vulgaris*), E – gof (*Seriola dumerili*), F – tamna mramornica (*Siganus luridus*), G – morski konjić (*Hippocampus hippocampus*), H – hama (*Argyrosomus regius*), I – periska (*Pinna nobilis*), J – plavi rak (*Callinectes sapidus*) (Foto I. Brautović).

Brojne vrste riba, rakova, glavonožaca i drugih organizama uspješno se održavaju u dubrovačkom akvariju. Osim zaštićenih vrsta kao što su morski konjić (*Hippocampus romulus*), drozd (*Labrus viridis*), periska (*Pinna nobilis*), triton (*Charonia tritonis*), puž bačvaš (*Tonna galea*) i glavata želva (*Caretta caretta*), u akvariju se uspješno održavaju neke alohtone vrste koje su se pojavile u našim vodama: plavi rak (*Callinectes sapidus*) i tamna mramornica (*Siganus luridus*) (Slika 11).

U ishrani izloženih organizama u akvariju koristi se živa i neživa hrana. Organizmi za akvarij nabavljaju se vlastitim ulovom, otkupom od ribara ili s uzgajališta te razmjenom s drugim akvarijima.

Slika 12. Izgradnja akvarija i povremene rekonstrukcije (Foto Arhiv Instituta).



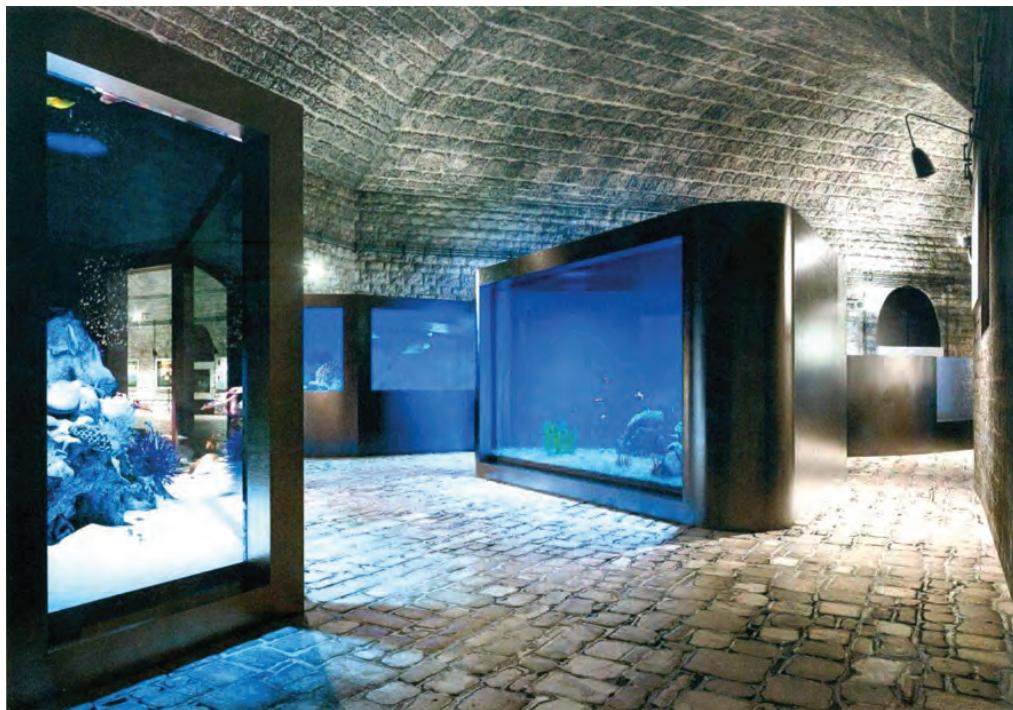


Slika 13. Unutrašnjost akvarija prije rekonstrukcije podnih bazena, rujan 2015. (Foto V. Kožul).

Institutski akvarij ima 32 bazena koji prikazuju podmorje Jadrana. Taj broj bazena mijenjao se od osnutka i, dakako, povećavao, ali uvijek u skladu s mogućnostima koje zadaje prostor zaštićenog spomenika kulture (Slika 12). Prvom velikom rekonstrukcijom akvarija (1958. – 1959.) napravljeni su podni bazeni i gotovo je udvostručena ukupna zapremina morske vode (Slika 13).

Do danas napravljen je i niz drugih bazena smještenih uz zid tvrđave. Tijekom 2019. odobren je za financiranje IPA projekt „Exchange“ u sklopu kojeg će se izvršiti rekonstrukciju podnih bazena. Predviđeno je da se ti bazeni iz podnih rekonstruiraju u nadzemne bazene koji će omogućiti kvalitetniju prezentaciju organizama (Slika 14).

Tijekom proteklih godina istraživanja u akvariju usmjereni su prema uzgoju i održavanju zaštićenih vrsta, prilagodbi novih vrsta akvarijskim uvjetima i praćenju pojave novih vrsta u Jadranskoj moru koje se nastoje održavati u akvariju. Svakako treba naglasiti dvojaku ulogu akvarija koja je prije svega znanstvena,



Slika 14. Izgled unutrašnjosti akvarija nakon rekonstrukcije podnih bazena prema projektu projektantskog ureda "Studio presjek d.o.o."

osobito u našem Institutu, a tek onda ulogu u popularizaciji znanosti i upoznavanju građanstva s problematikom velikih ekoloških problema koji prijete ukupnom čovječanstvu. Također, akvarij ima i rekreativnu ulogu, pri čemu se obilaskom omogućava opuštanje i uživanje posjetitelja prilikom promatranja organizama, bazena i ukupnog ambijenta. Budućnost akvaristike i akvarija jest u svladavanju održavanja novih vrsta, uzgoju zaštićenih, ugroženih i rijetkih vrsta, istraživanju na vrstama interesantnima za marikulturu i prilagodbi ponude s obzirom na zahtjeve posjetitelja i resurse kojima se raspolaze.

## Literatura

- Antolović, N., Kožul, V., Glavić, N., Bolotin, J., 2009: The use of LHRH-a hormone for ovulation in saddled bream (*Oblada melanura*) L., 1758. U: Kontautas, A., Gaisiunaite, Z., Virbickas, T., Kaupinis, A., Nijole, E., Jurgita, M., Mikelenaitė, M., Samuiloviene, A., (ur.), Proceedings of the 13<sup>th</sup> European Congress of Ichthyology, 63–64. Klaipedos Universitetas, Klaipėda.
- Antolović, N., Kožul, V., Glavić, N., Antolović, M., Bolotin, J., 2012: Effects of partial replacement of fish meal by soybean meal on growth of juvenile saddled bream (Sparidae). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 12, 247–252.

- Bolotin, J., Skaramuca, B., Onofri, V., 1993: The impact of hydrographic conditions on the possibilities of rearing the mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*, Lmk) in the Rijeka dubrovačka estuary. *Acta Adriatica* 34, 77–87.
- Bolotin, J., Hrs-Brenko, M., Tutman, P., Glavić, N., Kožul, V., Skaramuca, B., Lučić, D., Dulčić, J., 2005: First record of *Idas simpsoni* (Mollusca, Bivalvia: Mytilidae) in the Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 85, 977–978.
- Dulčić, J., Kožul, V., Kraljević, M., Skaramuca, B., Glamuzina, B., Re, P., 1999: Embryonic and larval development of the brown wrasse *Labrus merula* (Pisces: Labridae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 79, 327–332.
- Glamuzina, B., Skaramuca, B., Glavić, N., Kožul, V., 1998a: Preliminary studies on reproduction and early life stages in rearing trials with dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). *Aquaculture Research* 29, 769–771.
- Glamuzina, B., Skaramuca, B., Glavić, N., Kožul, V., Dulčić, J., Kraljević, M., 1998b: Egg and early larval development of laboratory reared dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pices, Serranidae). *Scientia Marina* 62, 373–378.
- Glamuzina, B., Glavić, N., Skaramuca, B., Kožul, V., 1998c: Induced sex reversal of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). *Aquaculture Research* 29, 563–567.
- Glamuzina, B., Kožul, V., Tutman, P., Skaramuca, B., 1999: Hybridization of Mediterranean groupers: *Epinephelus marginatus* female × *E. aeneus* male and early development. *Aquaculture Research* 30, 625–628.
- Glavić, N., Kožul, V., Tutman, P., Glamuzina, B., Skaramuca, B., 2001: Morphological characteristic of Mediterranean slipper lobster, *Scyllarides latus* (Latreille, 1803) (Decapoda: Scyllaridae) stage I phyllosoma. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée* 36, 271.
- Kožul, V., Skaramuca, B., 1998: The appearance of hormesis effect at sudden temperature changes during the rearing of the phytoplankton algae *Chlorella* sp. *Periodicum Biologorum* 100, 113–118.
- Kožul, V., Skaramuca, B., Glamuzina, B., Glavić, N., Tutman, P., 2001a: Comparative gonadogenesis and hormonal induction of spawning of cultured and wild mediterranean amberjack (*Seriola dumerili*, Risso 1810). *Scientia Marina* 65, 215–220.
- Kožul, V., Skaramuca, B., Kraljević, M., Dulčić, J., Glamuzina, B., 2001b: Age, growth and mortality of the Mediterranean amberjack *Seriola dumerili* (Risso 1810) from the south-eastern Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology* 17, 134–141.
- Kožul, V., Glavić, N., Tutman, P., Glamuzina, B., Skaramuca, B., Grubišić, L., 2002: Study on the early development of laboratory-

- reared flounder *Platichtis flesus* (Linnaeus, 1758) from south Adriatic Sea. U: Basurco, B., Saroglia, M. (ur.), Seafarming today and tomorrow, 281–282. European Aquaculture Society, Belgium.
- Kožul, V., Glavić, N., Tutman, P., Bolotin, J., Onofri, V., 2011a: The spawning, embryonic and early larval development of the green wrasse *Labrus viridis* (Linnaeus, 1758) (Labridae) in controlled conditions. Animal Reproductions Science 125, 196–203.
- Kožul, V., Glavić, N., Bolotin, J., Antolović, N., 2011b: Growth of the fan mussel *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Bivalvia) in experimental cages in the South Adriatic Sea. Aquaculture Research 42, 1786–1795.
- Skaramuca, B., Kožul, V., 1998: Algae freezing and longterm storing for usage in aquaculture. Periodicum Biologorum 100, 119–122.
- Skaramuca, B., Kožul, V., Teskeredžić, Z., Bolotin, J., Onofri, V., 2001: Growth rate of tank-reared Mediterranean amberjack, *Seriola dumerili* (Risso 1810) fed on three different diets. Journal of Applied Ichthyology 17, 130–133.
- Tutman, P., Glavić, N., Kožul, V., Glamuzina, B., Skaramuca, B., 2002: Preliminary information on growth and feeding of pompano, *Trachinotus ovatus* (Linnaeus, 1758) in captivity. U: Basurco, B., Saroglia, M. (ur.), Seafarming today and tomorrow, 512–514. European Aquaculture Society, Belgium.
- Tutman, P., Glavić, N., Kožul, V., Skaramuca, B., Glamuzina, B., 2003: Occurrence of juvenile Atlantic Lizardfish, *Synodus saurus* (Linnaeus, 1758) (Pisces: Synodontidae) in the southeastern Adriatic Sea. Acta Adriatica 44, 21–26.
- Tutman, P., Glavić, N., Kožul, V., Skaramuca, B., 2004a: Short-term investigation of the fish community in Mali Ston Bay reservation, Croatia, Southern Adriatic. Rapports et Procès-Verbaux des Réunions de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée 37, 451.
- Tutman, P., Kožul, V., Glavić, N., Skaramuca, B., Glamuzina, B., 2004b: Preliminary information on feeding and growth of pompano, *Trachinotus ovatus* (Linnaeus, 1758) (Pisces, Carangidae) in captivity. Aquaculture International 12, 387–393.
- Tutman, P., Glavić, N., Kožul, V., Antolović, N., 2007a: Long-term catch variations of the shallow-water fish assemblage in the southern Adriatic Sea, Croatia. U: Buj, I., Zanella, L., Mrakovčić, M., (ur.), Book of Abstracts of the 12<sup>th</sup> Europaeaean Congress of Ichthyology, 250. Faculty of Science, University of Zagreb.
- Tutman, P., Glavić, N., Kožul, V., Antolović, N., Skaramuca, D., Skaramuca, B., 2007b: Diel fluctuations of shallow-water fish assemblage in Prapratna Bay (Southern Adriatic, Croatia). Rapports et Procès-Verbaux des Réunions de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée 38, 251.

# DOPRINOS INSTITUTA U DUBROVNIKU POZNAVANJU I ZAŠTITI MALOSTONSKOG ZALJEVA

Nenad Jasprica, Mirna Batistić

Utrenutku kada su 1950. uspostavljeni temelji Biološkog instituta u Dubrovniku, a prema zamisli Odjela za prirodne i medicinske nauke tadašnje JAZU, cilj je bio baviti se istraživanjem kopna, u prvom redu faune podzemlja, flore i vegetacije obalne zone te jadranskog neistraženog otočja u vezi s „praktičnim potrebama gospodarstva“ (JAZU 1952). Ta institucija trebala je u neku ruku biti komplementarna splitskom Institutu za oceanografiju koji je namjenjen istraživanju mora. Međutim, sukladno s tadašnjim općim prilikama, ali i entuzijazmom i znanstvenim interesima ljudi koji su imali zadatak organizirati znanstveni rad u Institutu, započeto je s istraživanjem planktona. Svakako, jedan od razloga utemeljenja takve znanstvene ustanove na južnom Jadranu bila je potreba za istraživanjem, zaštitom i praćenjem stanja u Malostonskom zaljevu.

Bez obzira na to pod kojom su upravom i unutarnjom organizacijskom strukturu radili, znanstvenici Instituta su još 60-ih godina prošloga stoljeća počeli intenzivno istraživati Malostonski zaljev i područje koje ga okružuje. Višedesetljetno stjecanje znanja, iskustvo i izravan doprinos učinkovitoj zaštiti Malostonskog zaljeva danas ih kvalificiraju da s najvećim kompetencijama raspravljaju o tom području.

Malostonski zaljev i Malo more relativno su plitko područje, okruženi niskim, rjeđe strmim, obalama s razvijenom vazdazelenom vegetacijom (Jasprica i Kovačić 1997a, 2000). Najvažniji čimbenici (temperatura, salinitet, hranjive tvari) koji utječu na ekološke uvjete u Malostonskom zaljevu ovise

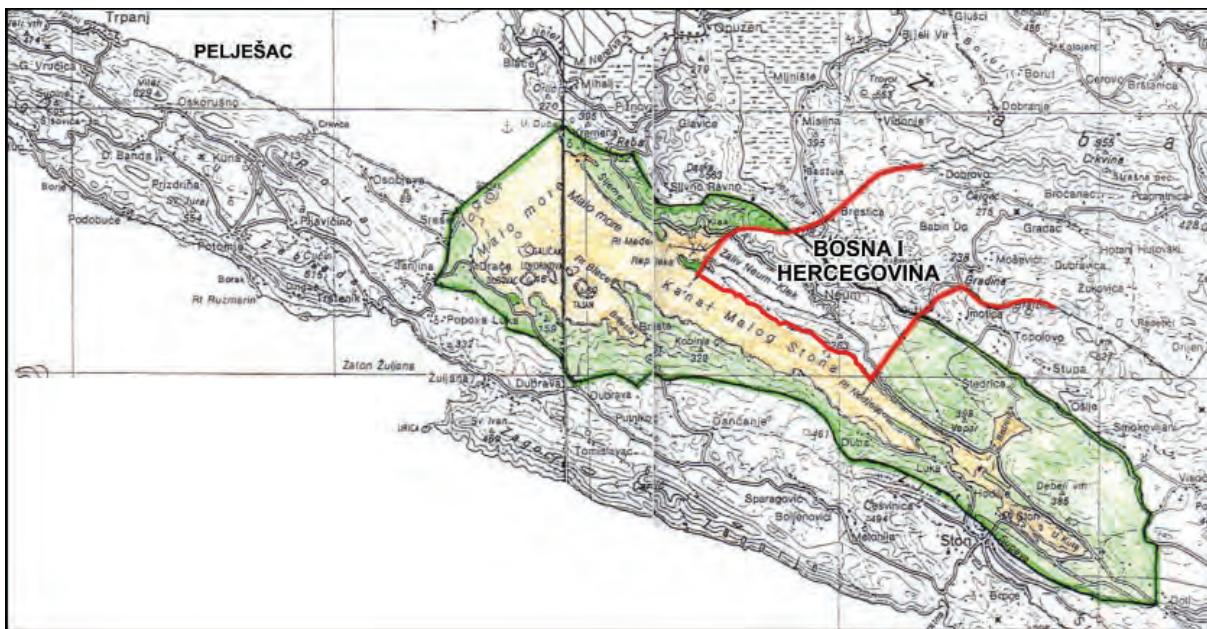
o povremenim dotocima slatke vode iz Neretve u vanjski dio zaljeva te znatnije iz podmorskih izvora (vrulja) u unutarnji dio. Poznavanje strukture i dinamike planktonskih populacija te prirodnih i uzgojnih populacija školjkaša i riba, ciklusa hranjivih soli i stupnja eutrofikacije (npr. Viličić i sur. 1994, 1998, Jasprica i sur. 1994, 1997b, 2012, Čalić i sur. 2013, Kršinić i sur. 2016, i mnogi drugi) omogućilo je sagledavanje toga složenog ekološkog sustava, kao i moguće negativne utjecaje na život u moru. Stjecanje znanstvenih magisterija i doktorata većine znanstvenika iz Instituta ostvareno je istraživanjima i na materijalu iz Malostonskog zaljeva. Ta su otkrića kasnije objavljena u znanstvenim časopisima.

Institut je sudjelovao u izradi studija (npr. *Studija utjecaja na okoliš za most kopno – Pelješac s pristupnim cestama* 2015.) i dokumenata značajnih za procjenu stanja u Malostonskom zaljevu (Benović i sur. 2005), a od 2005. redovito prati stanje u moru Malostonskog zaljeva (monitoring). Mirna Batistić i Nenad Jasprica, uz Vinicija Lupisa, članovi su Glavnog odbora udruge „Pelješki most“ iz Dubrovnika, koja je od 2012. radila na osvješćivanju znanstvene, stručne i najšire javnosti o potrebi i značenju nastavka izgradnje Pelješkog mosta za državu Hrvatsku i njezinu teritorijalnu cjelovitost (Batistić i sur. 2014) (Slika 1).

Slika 1. Znanstvenici Instituta sudjelovali su u izradi *Studije utjecaja na okoliš za most kopno – Pelješac s pristupnim cestama* 2015. Pelješki most u fazi izgradnje (Foto I. Brautović).



Prvo znanstveno vrednovanje vrijednog prostora Malostonskog zaljeva (Roglić i Meštrov 1981) poslužilo je za proglašenje zaštite zaljeva u kategoriji posebnog rezervata u moru. Zbog opasnosti od onečišćenja, a poglavito zbog razvoja grada Neuma (Bosna i Hercegovina) i planiranih turističkih aktivnosti, bivše općine Dubrovnik i Metković proglašile su Malostonski zaljev zaštićenim područjem 1983., a Državna uprava za zaštitu prirode uvrstila ga je u kategoriju „Specijalnog rezervata u moru“. Status zaštite Malostonskog zaljeva promijenjen je 1998. odlukom Skupštine Dubrovačko-neretvanske županije u „strogji rezervat“, a 2002. u „posebni rezervat u moru“ (Slika 2).



Slika 2. Granice zaštićenog područja u Malostonskom zaljevu (Dostupno na: [https://hr.wikipedia.org/wiki/Posebni\\_rezervat\\_prirode\\_Malostonski\\_zaljev\\_i\\_Malo\\_more](https://hr.wikipedia.org/wiki/Posebni_rezervat_prirode_Malostonski_zaljev_i_Malo_more), preuzeto 14. 12. 2019., priredio N. Jasprica).

Rasprave o zaštiti prirodne baštine ponekad se svode samo na Ekološku mrežu RH; mrežu NATURA 2000 – dijelove kopna i mora u kojima se štite značajne vrste i staništa od interesa za Europsku uniju (npr. Jasprica i Kovačić 2010). Uzgajališta kamenice u Malostonskom zaljevu najveće su blago koje je poznato još iz srednjeg vijeka pa je važna i zaštita kopnenih staništa o kojemu ovisi razvojni ciklus kamenica (Carić i sur. 2000, Viličić 2017). Stanovništvo toga kraja čitavo se vrijeme skrbilo o racionalnom gospodarenju cjelinom toga prostora.

Danas, općenito, pa tako i u Malostonskom zaljevu poseban utjecaj na ekosustav ima antropogeni čimbenik, tj. čovjek. Plan i odluku o uvrštanju izgradnje dvaju izdvojenih građevinskih područja izvan naselja, ugostiteljsko-turističke namjene na području Dube Stonske (ukupne površine 13 ha i kapaciteta 550 postelja) iz 2013., Institut u Dubrovniku ocijenio je izuzetno štetnim. Na inicijativu Instituta i u suradnji s HAZU, znanstvena i stručna javnost okupila se 2014. na okruglom stolu u HAZU s temom „Turistička izgradnja u Malostonskom zaljevu – posebnom rezervatu na moru“. Glavni zaključci s okruglog stola bili su kako je Malostonski zaljev izuzetno vrijedna prirodna baština Republike Hrvatske, a predložena izgradnja izuzetno štetna za ekosustav mora u Malostonskom zaljevu te suprotna Zakonu o zaštiti prirode.

Nigdje na istočnoj obali Jadrana more i kopno ne čine tako jedinstvenu cjelinu kao u Malostonskom zaljevu, što je bila jedna od polaznih točaka u trenutku kad je donesena odluka o zakonskoj zaštiti toga prostora (Slika 3). Naime, marikultura počiva na prirodnim značajkama mora, prvenstveno planktonu, a njegov razvoj najvećim dijelom ovisi upravo o aktivnostima na kopnu. Urbanizacija područja i povećana aktivnost na kopnu i

Slika 3. Obalu u Malostonskom zaljevu okružuje bujna vegetacija te povezuje kopneni i morski dio u neraskidivu ekološki funkcionalnu cjelinu (Foto N. Jasprica).



moru (prometovanje ljudi i plovila morem) povećavaju opasnost od unošenja te razvoja otrovnih i potencijalno štetnih vrsta, ne samo alga nego i drugih organizama koji mogu promijeniti sadašnju strukturu živoga svijeta u moru i na kopnu. Jedan od mogućih ishoda jest i potpuno zatvaranje uzgajališta. Ulaganja u izgradnju bila bi puno manja nego moguća šteta koja bi nastala takvim aktivnostima. Pelješke bi općine svoj razvoj i ulaganja u turističku infrastrukturu trebale imati na južnim obroncima poluotoka, čije su obale za takvu vrstu djelatnosti atraktivnije, a šteta za ekosustav puno manja.

Vrijednost Malostonskog zaljeva nadilazi granice naše države i postaje pitanje zaštite europskog kulturnog i prirodnog nasljeđa. Iako smo turistička zemlja, ne vidimo razloga razvijati turizam pod svaku cijenu i u svakom kutku te ugrožavati gospodarsku granu koja stanovništvu ondje omogućava život stoljećima. Ne smijemo jednu profitabilnu i jedinstvenu gospodarsku granu s višestoljetnom tradicijom (školjkarstvo), vezanu za rijetku i vrijednu prirodnu baštinu, zamijeniti drugom sveprisutnom (turističkom), kojoj ondje nikako nije mjesto.

## Literatura

- Bastić, M., Jasprica, N., Lupis, V., 2014: Pelješki most i sve njegove zamke ili historijat jedne udruge. Hrvatski neretvanski zbornik 6, 358–392.
- Benović, A. (ur.), 2005: Strateška procjena Studija utjecaja na okoliš u Malostonskom zaljevu. Laboratoriji Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Dubrovniku, Dubrovnik.
- Carić, M., Jasprica, N., Kršinić, F., 2000: Kamenica u Malostonskom zaljevu. Dubrovnik (Matica hrvatska) 1-2, 217–226.
- Jasprica, N., Carić, M., Bobanović-Ćolić, S., 1994: Relationships between phytoplankton and bacterioplankton biomass in the Mali Ston Bay (southern Adriatic). Periodicum Biologorum 96, 480–482.
- Jasprica, N., Kovačić, S., 1997a: Flora šire okolice Malostonskog zaljeva. Zbornik Dubrovačkog primorja i otoka 6, 241–262.
- Jasprica, N., Carić, M., Bolotin, J., Rudenjak-Lukenda, M., 1997b: The Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) growth rate response to phytoplankton and microzooplankton densities in the Mali Ston Bay (southern Adriatic). Periodicum Biologorum 99, 255–264.
- Jasprica, N., Kovačić, S., 2000: Florističke i vegetacijske značajke Stona i okolice. Dubrovnik (Matica hrvatska) 1-2, 199–214.

Jasprica, N., Kovačić, S., 2010: Pelješac. U: Nikolić, T., Topić, J., Vuković, N. (ur.), Botanički važna područja Hrvatske, 335–340. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Školska knjiga d. o. o, Zagreb.

Jasprica, N., Carić, M., Kršinić, F., Kapetanović, T., Batistić, M., Njire, J., 2012: Planktonic diatoms and their environment in the lower Neretva River estuary (Eastern Adriatic Sea, NE Mediterranean). *Nova Hedwigia* 141, 405–430.

JAZU, 1952: Redovno godišnje zasjedanje Skupštine JAZU. Izvješće za 1949.-1950. Ljetopis JAZU 56, 97–117

Kršinić, F., Čalić, M., Carić-Glunčić, M., 2016: The population structure of planktonic protists and small metazoans in the Bay of Mali Ston (Adriatic Sea): implications for determination of trophic state and shellfish culturing potential. *Acta Adriatica* 57, 17–38.

Roglić, J., Meštrov, M. (ur.), 1981: Savjetovanje Malostonski zaljev, prirodna podloga i društveno valoriziranje. JAZU, Zagreb.

Viličić, D., 2017: Zaštita uzgajališta kamenica od antropogenog utjecaja u Malostonskom zaljevu. *Hrvatske vode* 25, 59–64.

Viličić, D., Mušin, D., Jasprica, N., 1994: Interrelations between hydrographic conditions, nanoplankton and bivalve larvae in the Mali Ston bay (the southern Adriatic). *Acta Adriatica* 34, 55–64.

Viličić, D., Jasprica, N., Carić, M., Burić, Z., 1998: Taxonomic composition and seasonal distribution of microphytoplankton in Mali Ston Bay (eastern Adriatic). *Acta Botanica Croatica* 57, 29–48.

# DOPRINOS INSTITUTA U DUBROVNIKU UTEMELJENJU BOTANIČKOG VRTA NA LOKRUMU I RAZVOJU BOTANIČKE ZNANOSTI

Katija Dolina

## Utemeljenje Botaničkog vrta

Na temelju višestoljetne tradicije uspješnog uzgoja stranih biljnih vrsta na Lokrumu rodila se ideja o osnivanju aklimatizacijskog vrta za proučavanje i proizvodnju egzotičnog bilja. Ideju je još 1911. dao poznati botaničar Dubrovčanin Lujo Adamović (1864. – 1935.) u knjizi *Die Pflanzenwelt Damatiens* (Adamović 1911), gdje kao prednosti otoka Lokruma ističe pozitivne karakteristike klime i smještaja te vrtno-arhitektonsko nasljeđe.

Adamovićeva ideja o osnivanju vrta egzota na Lokrumu ostvarila se tek 1959., kad je na inicijativu direktora Biološkog instituta tadašnje JAZU Tome Gamulina donesena odluka o utemeljenju Botaničkog vrta. Za njegove potrebe izdvojena je zapuštena poljoprivredna površina nekadašnjeg benediktinskog imanja te prostor unutar Maksimiljanovog ljetnikovca u kojem su bili smješteni uredi, alat i druga oprema tadašnjeg institutskog Odjela za botaniku kopna.

Radovi na uređenju Vrta započeli su 1960., kada je na mjesto voditelja postavljen botaničar iz Beograda Lav Rajevski (1910. – 2001.). Vrt je prostorno podijeljen na četiri dijela. U prvom i najvećem dijelu bio je predviđen park egzota, odnosno izložbeni dio namijenjen posjetiteljima. Preostala tri dijela, namijenjena stručnom i znanstvenom radu, odnosila su se na: (1) staklenik i rasadnik, (2) eksperimentalne plohe s četinjačama te (3) površine s mediteranskim biljkama koje ne rastu na Lokrumu. Idejni i izvedbeni projekt uređenja izložbenog dijela

Botaničkog vrta izradio je poznati dubrovački krajobrazni arhitekt Bruno Šišić. U okviru izvedbenog projekta detaljnije je obrađena samo vrtnogradbena komponenta, dok je biljni materijal naznačen i raspoređen na razini idejnog projekta, uglavnom po porodicama, jer je to ovisilo o mogućnostima nabave reproduktivnog materijala te uspjehu proizvodnje i aklimatizacije (Šišić 2010). Pri izboru biljaka posebna pozornost posvećena je vrstama važnima za šumarstvo, hortikulturu i farmaciju. Također, budući da je osnovna namjena Vrta bila unos i aklimatizacija suptropskog bilja, vodilo se računa da odabrane vrste budu podrijetlom iz ostalih područja s mediteranskim klimom, kao što su središnji Čile, južna i jugozapadna Australija, središnja i južna Kalifornija te južna Afrika. Radovi na izvedbi staza i uređenju vrtnih polja trajali su gotovo cijelo desetljeće pa je Vrt službeno otvoren tek 29. svibnja 1967. (Kovačić 1994-1995).

## Povijest Botaničkog vrta i obnova nakon Domovinskog rata

Lav Rajevski je od utemeljenja Vrta do svojega umirovljenja 1981. uspješno obnašao funkciju voditelja Vrta. Nastavio je raditi i nakon odlaska u mirovinu, sve do početka Domovinskog rata 1991. Zahvaljujući njegovu golemom trudu i entuzijazmu, to je najproduktivnije razdoblje u cjelokupnoj povijesti Vrta. Lav Rajevski je 1989. objavio popis biljnog fonda Botaničkog vrta u kojem navodi 389 vrsta drveća i grmlja te 81 vrstu mesnatica koje se uzgajaju na izložbenim površinama Vrta. Također, navodi impresivan broj mesnatica koje se uzgajaju u stakleniku (195 vrsta kaktusa i oko 60 drugih vrsta mesnatica).

U razdoblju od sedamdesetih godina prošlog stoljeća do početka Domovinskog rata značajan doprinos razvoju Vrta dali su Vladimir Birač, Petar Đurasović, Marija i Stipe Hećimović te vrtlar Mirko Šiljeg.

Botanički vrt teško je stradao tijekom Domovinskog rata, kada su samo na izložbenu površinu Vrta pale 42 granate s agresorskih položaja oko Dubrovnika (Viličić 1992). Dio biljnog materijala nepovratno je oštećen i uništen. Veći dio stručne i znanstvene literature te cjelokupna dokumentacija o biljkama u vrtu izgorjele su u požaru, zajedno sa stanom Lava Rajevskog,

u povijesnoj jezgri Dubrovnika. Nepovratno je izgubljena i projektna dokumentacija krajobraznog uređenja Vrta kada je za vrijeme bombardiranja Dubrovnika potpuno izgorio Centar za povijesne vrtove i razvoj krajobraza, smješten u zgradu Interuniverzitetskog centra u Dubrovniku.

Prva faza obnove Vrta započela je krajem 1993., zahvaljujući finansijskoj potpori Ministarstva znanosti i tehnologije RH, uz veliku naklonost pomoćnice ministra Grete Pifat-Mrzljak. Radove su izvodili zaposlenici Rezervata Lokrum. Uklonjeno je i odvezeno uništeno drveće i grmlje te su uklonjeni eksplodirani i neeksplodirani projektili. Ljeti 1994., zapošljavanjem stručne suradnice Sanje Kovačić, u Botaničkom vrtu započinje druga faza obnove (Slika 1). Trebalo je nanovo kartirati Vrt, determinirati i popisati preostale biljne vrste te sastaviti popis potrebnih popravaka. Uz ogromnu volju i trud ostvareni su kontakti s mnogim botaničkim vrtovima u svijetu te se brojnim donacijama nabavio dio najnužnije stručne literature, sjemenski materijal, alat te ostali potrebni materijal i pribor. Odlični odnosi ostvareni su s Botaničkim vrtom Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u kojem su se uzgajale biljke iz dobivenog sjemena (Kovačić 1994-1995). U travnju 1997. na radno mjesto stručne suradnice u Botaničkom vrtu dolazi Tatjana Lasić Kapetanović. U listopadu 2003. isto radno mjesto popunjava Katija Dolina te se nastavlja raditi na kartiranju, determinaciji, održavanju i obnovi Vrta. Od početka Domovinskog rata do 2005. posao vrtlara obavlja honorarno zaposlen umirovljeni vrtlari, a od veljače 2005. vrtlari je Mario Marlais.

Slika 1. Stručne suradnice u Vrtu nakon Domovinskog rata i razdoblje provedeno na radu u Vrtu (slijeva nadesno): Sanja Kovačić (1994. – 1996.), Tatjana Lasić Kapetanović (1997. – 2001.) i Katija (Đevojić) Dolina (2003. – danas) (Foto N. Jasprica).



## Vrt danas

Botanički vrt na otoku Lokrumu nalazi se uz padinu između lučice Portoč i Dumanjskih banja te zauzima površinu od 33 000 m<sup>2</sup>. Ulaznica u Vrt ne naplaćuje se, a otvoren je za javnost od travnja do studenoga, ovisno o odluci Javne ustanove Rezervat Lokrum, čijim plovilima posjetitelji dolaze na otok. O Vrtu se danas skrbi dvoje djelatnika – jedna botaničarka i jedan vrtlar, koji djeluju u okviru Laboratorija za kopnenu floru i faunu Instituta za more i priobalje Sveučilišta u Dubrovniku.

Izložbena površina Botaničkog vrta izgrađena je u engleskom (pejzažnom) stilu i razdijeljena na 13 polja ukupne površine 16 120 m<sup>2</sup>. Dijelovi vrtne površine oblikovani su tako da se na istome prostoru predstave srodne biljke (npr. pripadnici istih biljnih porodica). Danas se na izložbenoj površini uzbajaju 462 svojte, uglavnom drveća i grmlja. Najveći broj vrsta pripada porodici mirti (*Myrtaceae*). U Vrtu dominiraju vrste roda *Eucalyptus*, a od ostalih predstavnika porodice mirti dobro uspijevaju vrste roda *Callistemon* i *Melaleuca* (Slike 2, 3). Od četinjača po broju vrsta najzas-tupljeniji su borovi, i to uglavnom američki i sredozemni, a manjim dijelom azijski. Palme su također dobro prilagođene lokrumskom podneblju pa tijekom zime ne trebaju zaštitu, iako ljeti zahtijevaju obilno zalijevanje (Slika 4). Posjetiteljima je najzanimljiviji dio zbirke na malim brežuljcima s mesnaticama. Iako su neke mesnatice oštećene i uginule zbog eks-tremno niske temperature tijekom pre-thodnih zima, i danas se u izložbenom dijelu Vrta užgaja oko 50 vrsta. Posebno treba istaknuti zbirku dvjestotinjak kak-tusa koja je smještena u derutnom stakleniku izvan izložbene zone Vrta (Slika 5). Navedeni staklenik trenutno je jedini natkriveni radni prostor za djelatnike Vrta jer su se prije nekoliko godina prostorije namijenjene djelatnicima u Maksi-milianovu samostanu prestale koristiti iz sigurnosnih razloga.

Slika 2. Eukaliptusi su najviše kritosjemenjače na planetu (Foto K. Dolina).





Slika 3. Prašničke niti predstavnika roda *Callistemon* daju cvatovima posebnu boju i izgled nalik na „četke za boce“ (Foto K. Dolina).



Slika 4. Polje s palmama (Foto K. Dolina).

Iako Botaničkim vrtom od njegova utemeljenja upravlja Institut za more i priobalje, odnosno njegovi pravni prethodnici, od 2011. je cijeli otok Lokrum, uključujući Botanički vrt, u vlasništvu Javne ustanove „Rezervat Lokrum“. Dominantne vrste u Vrtu (npr. eukaliptusi, akacije) uglavnom su posađene prije 30 – 60 godina, a budući da je riječ o biljkama relativno kratkog životnog vijeka,

pojedini primjeri ugibaju od starosti te to također utječe na vizuru Vrta. Ekstremni vremenski i klimatski događaji, pojava invazivnih štetnika (npr. crvena palmina pipa) te neprimjereni uvjeti za uzgoj i razmnožavanje biljaka, uz kontinuirani manjak finansijskih sredstava i radne snage, negativno su utjecali na raznolikost i brojnost biljnih vrsta u Vrtu (Slike 6, 7). Potpuna devastacija nastala je uslijed zakonski nedopuštenog unosa kunića (*Oryctolagus cuniculus*) na otok (Jasprica i Dolina 2016).

Budući da je Botanički vrt dio ponude JU Rezervata Lokrum, koja jednim dijelom na račun Vrta ostvaruje određen prihod, a ujedno je njegov vlasnik, 2018. je suradnjom JU Rezervat Lokrum i Instituta za more i priobalje Sveučilišta u Dubrovniku pokrenut projekt obnove izložbenog dijela Botaničkog vrta. Tijekom izrade dokumentacije napravljena je analiza prostornih vrijednosti: inventariziran je i analiziran biljni



Slika 5. Dio zbirke kaktusa u stakleniku (Foto K. Dolina).



Slika 6. Učestale vjetroizvale u Botaničkom vrtu (Foto K. Dolina).



Slika 7. Rijedak prizor snijega (zbirka mesnatica) u Botaničkom vrtu, veljača 2012. (Foto K. Dolina).

fond, mikroklimatski uvjeti, topografska i pedološka podloga, ambijentalne vrijednosti, ali i struktura posjetitelja te njihove potrebe (Slika 8). Na osnovi dobivenih podataka izrađeno je rješenje prostora za koje se koristila prvenstveno metoda rekonstrukcije te mjestimično interpolacija s novim elementima (Dolina i sur. 2019). Radovi na obnovi su počeli u listopadu 2019. (Slike 9, 10), a njihovom izvedbom će se povećati standard materijalne opremljenosti Botaničkog vrta te broj educiranih i informiranih posjetitelja kojima će se pružiti dodatne informacije o zbirci Botaničkog vrta.



Slika 8. Zračni snimak Botaničkog vrta prije obnove 2019. (Normala d.o.o.).



Slika 9. Radovi na sanaciji staza u Vrtu započeti 2019. (Foto K. Dolina)



Slika 10. Izgled ulaza u Botanički vrt na Lokrumu prema projektu (arhitektura: Normala d.o.o., dizajn: Šesnić & Turković d.o.o.).

## Doprinos botaničkim istraživanjima i edukacija

U kasnim 60-im godinama 20. stoljeća, planirajući botanička istraživanja u dubrovačkom kraju i graničnim područjima, Biološki institut JAZU u Dubrovniku pošao je od pretpostavke kako flora i vegetacija tog područja nisu još dovoljno proučene. Zbog udaljenosti od postojećih znanstvenih centara, sustavna istraživanja na tom znanstvenom polju nisu se obavljala nekoliko desetljeća pa se raspolagalo samo rezultatima višemanje sporednih i kratkotrajnih promatranja. Opravdanost te pretpostavke pokazali su i prvi radovi koje je poduzeo Institut kada je Stjepan Horvatić izvršio prikupljanje florističkog materijala te proučio i kartirao vegetaciju na otoku Lokrumu. U prikupljenom materijalu utvrđeno je nekoliko novih biljnih varijeteta i oblika te nekoliko vrsta do tada nepoznatih za to područje (Horvatić 1960). Polazeći od tih činjenica, Botanički odjel Instituta postavio je kao svoj prvi zadatak proučavanje flore dubrovačkog kraja i susjednih područja te stvaranje osnovnog herbarija.

Nakon toga pristupilo se istraživanju flore Pelješca, Dubrovačkog primorja, Konavala i Bokokotorskog zaljeva (Rajevski 1969) te flore i vegetacije Srđa i Rijeke dubrovačke

(Birač 1973), Elafitskog otočja, Lokruma, Bobare i Mrkana (npr. Hećimović 1984, Hećimović i Hećimović 1989). Ostvaren je značajan doprinos poznavanju flore i vegetacije dubrovačkog područja, a posebno treba istaknuti opis nove endemične asocijације grebenjača iz južnog dijela istočnojadranskog primorja, *Limonietum anfracti* (Ilijanić i Hećimović 1982).

U istom razdoblju, također tijekom terenskih istraživanja, prikupljen je herbarijski materijal. Lav Rajevski te Marija i Stipe Hećimović prikupili su oko 7000 herbarijskih listova biljaka južnojadranskog primorja. Zbog radova na obnovi Maksimilianovog ljetnikovca, a na zahtjev JU Rezervat Lokrum, herbarijska je zbarka 2019. privremeno izmještena u zgradu kampusa Sveučilišta u Dubrovniku. Herbarij Instituta za more i priobalje ima veliku znanstvenu i edukativnu vrijednost te je vrijedan izvor podataka, kako za stručnjake tako i za širu javnost, zbog čega ga je potrebno sustavno obraditi i zaštititi.

U poratnom razdoblju malobrojni botaničari Instituta veoma aktivno sudjeluju u istraživanju sredozemne flore i vegetacije, invazivnih i rijetkih biljnih vrsta te upotrebi samoniklih biljaka u svakodnevnom životu ljudi. Istraživanja koja se provode u Institutu predstavljaju značajan doprinos poznavanju hrvatske, balkanske i sredozemne flore i vegetacije te očuvanju duge i bogate tradicije upotrebe samoniklog bilja na području istočnojadranskog primorja. Više od 20 godina, u suradnji s Državnim hidrometeorološkim zavodom, obavljaju se fenološka opažanja biljaka u Botaničkom vrtu.

Uz sudjelovanje na domaćim i međunarodnim, znanstvenim i stručnim skupovima, aktivno se provodi edukacija u svrhu promidžbe botanike, prirodoslovlja te zaštite prirode i okoliša. Edukacijska djelatnost provodi se na temelju stručnih vođenja, radionica, terenske nastave studenata, obilježavanja prigodnih datuma značajnih za zaštitu prirode i dr. (Slika 11). U sklopu manifestacije Tjedan botaničkih vrtova, arboretuma i botaničkih zbirki Hrvatske organiziraju se izložbe, predavanja, radionice, stručna vođenja, botanički izleti, čitanje u prirodi itd.

Iako je doprinos djelatnika Instituta hrvatskoj botanici značajan, znanstveni rad u Botaničkom vrtu nakon Domovinskog rata nije nastavljen. Budući da botanički vrtovi imaju značajnu



Slika 11. Edukacija stručnim vođenjima u Vrtu (Foto K. Dolina).

ulogu u zaštiti prirode, posebice rijetkih i ugroženih biljaka, u suradnji sa Zavodom za mediteranske kulture Sveučilišta u Dubrovniku provode se istraživanja ekoloških uvjeta potrebnih za uzgoj nekih biljnih vrsta dubrovačkog područja, uključujući i hrvatske strogo zaštićene biljke. Uspješno uzgojene vrste prezentirat će se u Botaničkom vrtu na Lokrumu te će imati značajnu ulogu u edukaciji posjetitelja Vrta. Također, uzgojem strogo zaštićenih vrsta stvorit će se *ex situ* populacije koje će služiti kao matičnjaci, odnosno izvor za daljnje razmnožavanje te vrste u prirodi. Tako ćemo pokušati pridonijeti ostvarenju Cilja br. 8 Globalne strategije očuvanja biljaka 2011. – 2020., prema kojem barem 75% ugroženih biljnih vrsta treba čuvati u *ex situ* zbirkama botaničkih vrtova, po mogućnosti unutar zemlje njihova podrijetla. Kako bi se ponovo pokrenula znanstvena istraživanja u Vrtu, potrebno je uključiti ga u znanstvene projekte vezane za samoniklu floru Hrvatske ili aklimatizaciju egzota te, uz postojećeg botaničara koji se brine o održavanju, uposliti barem jednog znanstvenika. Također, preduvjet za znanstveni rad jest izgradnja klijališta, oblikovanje rasadnika, obnova staklenika i druge infrastrukture neophodne za rani uzgoj biljaka, čime bi se poboljšao i stručni rad u Vrtu.

## Literatura

- Adamović, L., 1911: Die Pflanzenwelt Damatiens. Werner Klinkhardt, Leipzig.
- Birač, V., 1973: Vegetacija Srđa i okolice Dubrovačke rijeke. Acta Botanica Croatica 22, 135–170.
- Dolina, K., Hrdalo, I., Šilje, R., 2019: Obnova Botaničkog vrta na Lokrumu. U: Crnčević, M., Bratoš Cetinić, A. (ur.), Zbornik sažetaka znanstveno-stručnog skupa Otok Lokrum: Od znanstvenih spoznaja do upravljanja zaštićenim područjem, 98–99. Javna ustanova Rezervat Lokrum, Dubrovnik.
- Hećimović, M., Hećimović, S., 1989: Flora otoka Dakse. Acta Botanica Croatica 48, 129–139.
- Hećimović, S., 1984: Vegetation der inseln Bobara und Mrkan. Acta Botanica Croatica 43, 109–118.
- Horvatić, S., 1960: Prilog poznavanju vegetacije južnohrvatskog primorja. Ljetopis JAZU 66, Zagreb.
- Ilijanić, Lj., Hećimović, S., 1982: Das *Limonietum anfracti*, eine neue Assoziation des Verbandes *Crithmo-Limonion* Molinier 1934. Acta Botanica Croatica 41, 87–92.
- Jasprica, N., Dolina, K., 2016: The invasion of the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus* L., 1758) on the Lokrum island – an example of poor management of the protected area. In: Jelaska, S. (ed.), The Abstract Book of the Second Croatian Symposium on invasive species with international participation, 69. Croatian Ecological Society, Zagreb.
- Kovačić, S., 1994-1995: Dubrovački botanički vrt – Lokrum: flora, vegetacija i introducirane biljke. Ekološki glasnik 3-4, 27–31.
- Rajevski, L., 1969: Prilog poznavanju flore južnojadranskog primorja. Acta Botanica Croatica 28, 459–465.
- Rajevski, L., 1989: Botanički vrt na Lokrumu. U: Meštrov, M. (ur.), Otok Lokrum – Zbornik radova sa simpozija održanog od 8.-11. 9. 1987. u Dubrovniku, 217–238. Hrvatsko ekološko društvo, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Šišić, B., 2010: Botanički vrt egzota – Uz pedesetu obljetnicu botaničkog vrta na otoku Lokrumu. Dostupno na: <https://www.matica.hr/hr/360/BOTANI%C4%8CKI%20VRT%20EGZOTA%20-%20Uz%20pedesetu%20obljetnicu%20botani%C4%8Dkog%20vrta%20na%20otoku%20Lokrumu/> (preuzeto 21. 12. 2020.).
- Viličić, D., 1992: Ratno pustošenje otoka Lokruma. Priroda 82 (1-2), 7–8.

# DOPRINOS INSTITUTA U DUBROVNIKU PODUČAVANJU

Nenad Jasprica

Podučavanje je sastavni dio svake znanstvene institucije, a ogleda se u sustavnom prenošenju znanja i iskustava na temelju znanstvenog rada. Znanstvenici u Institutu u Dubrovniku, bez obzira na to jesu li bili formalno izabrani u neko od znanstveno-nastavnih zvanja, bili su mentori u izradi mnogih diplomskih i znanstvenih magistarskih radova te doktorskih disertacija (vidi poglavlje „Obranjeni kvalifikacijski radovi u Institutu u Dubrovniku“).

U Institut u Dubrovniku već su kao sveučilišni nastavnici došli raditi Tomo Gamulin (profesor) i Lav Rajevski (docent). U znanstveno-nastavnim zvanjima redovitih sveučilišnih profesora tijekom svoje znanstvene karijere bili su Adam Benović, Frano Kršinić, Nenad Jasprica, Davor Lučić i Boško Skaramuca, a svoja znanja i iskustva prenosili su studentima diplomskih i poslijediplomskih studija na sveučilištima u Splitu, Zagrebu, Dubrovniku te Mostaru i Sarajevu (Bosna i Hercegovina) (Slika 1).

U Institutu se godinama organizirala edukacija studenata završnih godina diplomskog studija biologije iz Zagreba, ali i iz ostalih sveučilišnih centara iz zemlje i svijeta, koji su dolazili na terensku nastavu, izradu seminarских i diplomskih radova i dr. Za njih je organiziran rad u laboratorijima (npr. mikroskopiranje, determinacija organizama), odlazak na teren brodom *Baldo Kosić*, obilazak Botaničkog vrta na Lokrumu i botaničke ekskurzije na dubrovačkim otocima, posjet prirodoslovnoj zbirci itd. Posebno treba istaknuti doprinos dubrovačkog akvarija edukaciji, promicanju i popularizaciji znanosti ne samo među studentima nego i među učenicima svih uzrasta i najšire javnosti.

Institut je jedan od organizatora interdisciplinarnog poslijediplomskog studija Oceanologije, danas doktorskog



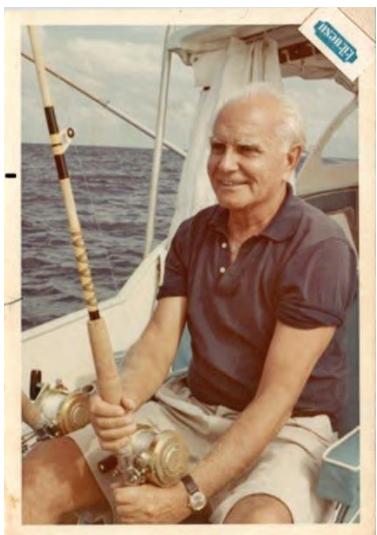
Slika 1. Znanstvenici Instituta, osim na doktorskom studijima, uključeni su u nastavu na preddiplomskim i diplomskim studijima: A - studenti iz Francuske upoznavaju metode uzorkovanja planktona na brodu *Naše more* u okviru institutskih projekata, 2019., B - studenti pripremaju preparate za mikroskopiranje fitoplanktona u Laboratoriju za ekologiju planktona i populacijsku genetiku u Institutu u Dubrovniku, 2012., C - D - studenti na terenskoj nastavi iz geobotanike i sistematike biljaka. Studente biologije predvode njihovi profesori Nenad Jasprica te Paula Durbešić i Ilija Rozić s PMF-a Sveučilišta u Mostaru (Bosna i Hercegovina), 2011. – 2012. (Foto R. Garić, N. Jasprica, A. Mijatović).

studija Oceanologije, koji je započeo i odvija se neprekinuto od 1971. na Sveučilištu u Zagrebu, a u zajedničkoj organizaciji Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zavoda za istraživanje mora (ondašnjeg Centra za istraživanje mora u Zagrebu) i Centra za istraživanje mora u Rovinju Instituta „Ruđer Bošković“ u Zagrebu te Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu. Program doktorskog studija Oceanologije, koji se provodi od 2009., primjer je međuinstitucijskog povezivanja s ciljem izvođenja kvalitetnog studija na razini države Hrvatske. Znanstvenici Instituta u Dubrovniku završavali su poslijediplomski magisterski (znanstveni) studij, a kasnije i stjecali doktorate na doktorskom studiju Oceanologije. Danas su znanstvenici Instituta u Dubrovniku predavači na doktorskom studiju Oceanologije te aktivni članovi Vijeća tog studija.

U vezi s organizacijom i izvođenjem studija, Oceanologija je uvedena 1997. kao posebna znanstvena (interdisciplinarna) grana u polju geoznanosti, u području prirodnih znanosti u klasifikaciju Znanstvenih područja ondašnjeg Ministarstva znanosti i tehnologije.

# U SPOMEN

Nenad Jasprica



Slika 1. Tomo Gamulin  
(Izvor: F. Kršinić).

## Tomo Gamulin (28. 4. 1906. – 4. 6. 1991.)

Tomo Gamulin rođio se u Jelsi na otoku Hvaru. U Jelsi započeo je osnovnu školu koju je završio u Splitu. U Splitu završio je gimnaziju. Na Filozofskom fakultetu u Ljubljani diplomirao je zoologiju, botaniku i geologiju. Godine 1939. doktorirao je na planktonskim veslonošcima (*Copepoda*). Bio je učitelj, gimnazijski i sveučilišni profesor. Predavao je zoologiju na zagrebačkom Prirodoslovno-matematičkom fakultetu. Radio je kao znanstveni suradnik u Oceanografskom institutu u Splitu (1945. – 1947.) i Instituta za biologiju mora u Rovinju. Nakon toga dolazi u Dubrovnik, gdje se najduže i zadržao. Od 1958. bio je ravnatelj Biološkog instituta sve do 1977., u okviru kojeg je utemeljio Akvarij. U Dubrovniku organizirao je istraživanje zooplanktona otvorenog mora južnoga Jadrana. Glavni znanstveni interesi Tome Gamulina bili su mriješćenje male plave ribe, ekologija zooplanktona i ihtioplanktona. Bio je vrsni poznavatelj populacijske strukture ukupnog zooplanktona u Jadranskome moru. Time je pridonio istraživanju Jadrana jer je riješio mnoge probleme biologije male plave ribe, osobito srdele u Jadranu. Proučavao je život srdele u Jadranu: ovisnost količine planktona i njegove hranjive vrijednosti na njenu migraciju, tj. povlačenje srdele za vrijeme mrijesta u područja bogatija zooplanktonom, glavna područja mriješćenja srdele, osjetljivost na ekološke čimbenike, definirao doba dana kad ona ispušta spolne produkte te je studirao embrijski razvitak srdelinih jaja u ovisnosti o temperaturi mora. Rezultate tih istraživanja objavio je 1956. zajedno s dr. sc. Jurom Hure u najprestižnijem znanstvenom časopisu *Nature*. Uz to, također je radi zaštite jastoga želio proučiti njegov život, odnosno utvrditi doba razmnožavanja i zadržavanja ličinke u planktonu. Bio je i vrsni stručnjak za kalikoforne sifonofore. Bio je, također, i povjesničar znanosti. Proučavao je povijest istraživanja svjetskih mora. Uređivao je časopis *Thalassia Jugoslavica* četiri godine. Godine

1964. dobio je godišnju Nagradu grada Dubrovnika za osobit doprinos istraživanju Jadranskoga mora, a 1989./1990. nagradu Slobodne Dalmacije za životno djelo. Hrvatsko prirodoslovno društvo mu je 1985. dodijelilo Plaketu Brusina zbog osobitog doprinosa popularizaciji znanosti o moru. Za dopisnog člana HAZU izabran je 1968. Umro je u Dubrovniku i pokopan na dubrovačkom groblju Boninovo.

### Lav Rajevski (20. 11. 1910. – 7. 3. 2001.)

Lav Rajevski rođio se u Izmailu (Odeška oblast, Ukrajina). Doktorirao je biologiju na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Beogradu (Srbija) 1958. Od 1945. do 1959. bio je asistent na Veterinarskom fakultetu u Beogradu. Od 1959. docent je na istom fakultetu, koji napušta u siječnju 1960., a već u veljači 1960. dolazi u Dubrovnik. Pedesetih godina 20. stoljeća istraživao je floru planina jugoistočne Srbije. Njegova bogata herbarijska zbirka nalazi se herbariju Botaničkog vrta u Beogradu. Bio je voditelj Botaničkoga vrta na otoku Lokrumu od njegova osnutka 1959. pa sve do umirovljenja 1981. Zaslužan je za izgradnju vrta i uvođenje mnogih biljnih vrsta iz topnih područja, osobito australskih akacija i eukaliptusa te sukulentnih biljaka i četinjača, zbog čega je vrt poznat mnogim stranim botaničarima i turistima. Bavio se i proučavanjem autohtone sredozemne hrvatske flore. Dana 6. prosinca 1991., tijekom najžešćeg bombardiranja Dubrovnika i njegove povijesne jezgre, izgorjela je dokumentacija Botaničkog vrta zajedno sa stanom dr. Rajevskoga u dubrovačkoj staroj gradskoj jezgri. Nakon te tragedije, supružnici Rajevski smješteni su u umirovljenički dom u Veneciji (Italija), gdje je Lav Rajevski umro 2001.



Slika 2. Lav Rajevski i supruga Ksenija 1988. u Botaničkom vrtu na Lokrumu (Foto Arhiv Instituta).



Slika 3. Jure Hure  
(Izvor: privatna zbirka obitelji Hure).

### Jure Hure (9. 2. 1918. – 21. 8. 2011.)

Jure Hure bio je jedan od osnivača organiziranog znanstvenog istraživanja mora u Dubrovniku. Studij biologije završio je 1946. na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Od 1946. do 1948. bio je gimnazijski profesor u Osijeku. Koncem 1948. počeo je raditi u tek utedjenoj Oceanografskoj stanici u Dubrovniku, gdje je u svojstvu asistenta radio sve do njezina ukidanja 1956. Kraće vrijeme (1956. – 1958.) radio je kao kustos u Državnomu muzeju te bio upravitelj Prirodoslovno-znanstvene ustanove u Dubrovniku. Doktorirao je 1958., u zvanje znanstvenog suradnika izabran je 1959., višeg znanstvenog suradnika 1969. te znanstvenog savjetnika 1978. Od 1958., nakon pripajanja Prirodoslovne znanstvene ustanove Dubrovnika Biološkom institutu JAZU, pa sve do umirovljenja koncem 1984. bio je zaposlenik prednika današnjeg Instituta za more i priobalje. Najvažnije teme kojima se Jure Hure bavio u svojim istraživanjima jesu zooplankton te mriješćenje male plave ribe. Zajedno s profesorom Tomom Gamulinom objavio je 1956. otkrića o razmnožavanju srdele u najprestižnijem znanstvenom časopisu *Nature*. Bio je specijalist za planktonske račice veslonošce (*Copepoda*). Njegovi radovi o toj tematiki i danas se citiraju u prestižnim svjetskim znanstvenim časopisima. Od 1965., kad je Institut uspostavio suradnju sa *Stazione Zoologica di Napoli*, Jure Hure već je afirmirani znanstvenik. Ravnopravno je održavao kontakte s kolegama iz talijanskih i francuskih oceanografskih instituta.



Slika 4. Ivan Tutman  
(Izvor: P. Tutman).

### Ivan Tutman (26. 10. 1924. – 5. 6. 1985.)

Ivan Tutman rođen je u Dubrovniku, gdje je završio osnovno i gimnazijsko školovanje. Nakon završetka općega poljoprivrednog tečaja u Splitu 1945., počinje raditi u Odjelu poljoprivrede pri Okružnom odboru u Dubrovniku. Godine 1951. zapošljava se u Biološkom institutu Dubrovnik na radnome mjestu preparatora. Studij biologije završio je na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu (Bosna i Hercegovina) 1965., gdje je i doktorirao 1981. Iste je godine izabran u zvanje znanstvenog savjetnika. Rezultate višegodišnjih istraživanja objavio je u 33 znanstvena rada i 59 stručno-popularnih članaka. Tijekom svojega predanog znanstvenog rada održavao je kontakte s domaćim i

stranim ornitoložima te bio član mnogih ornitoloških društava. Od 1980. bio je član britanskog Kraljevskog društva za zaštitu ptica. Aktivno je sudjelovao u javnom životu i održao niz javnih predavanja o životu i migracijama ptica, a dobitnik je i više nagrada.

### **Adam Benović (10. 4. 1943. – 6. 12. 2011.)**

Adam Benović rođen je u Osijeku. Osnovnu i srednju školu završio je u Dubrovniku, a studij biologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu 1967. Magistrirao (mr. sc.) je 1971., a doktorirao 1977. na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Godine 1970. zaposlio se u tadašnjem Biološkom institutu. U razdoblju od 1977. do 1990. obavljao je dužnost voditelja Instituta. U zvanje znanstvenog asistenta izabran je 1972., znanstvenog suradnika 1978., višeg znanstvenog suradnika 1985., znanstvenog savjetnika 1989. te u trajno zvanje znanstvenog savjetnika 1998. Najznačajnija znanstvena otkrića objavio je u najprestižnijem znanstvenom časopisu *Nature*, a pisao je članke i u stručno-popularnim časopisima. Njegovo najznačajnije znanstveno postignuće jest otkriće novih vrsta meduza u Kvarneru i Mljetskim jezerima, ali i pronalazak uzročnog mehanizma nestanka mnogih vrsta meduza u sjevernom Jadranu. Potvrđio je hipotezu o meduzama kao evolucijski najstarijim vrstama te njihovim prihvaćanjem kao pokazatelja stabilnosti u morskim ekosustavima, osobito u promjenama uvjetovanima posljedicama globalnog zagrijavanja. Zaslужan je za zaštitu i održivi razvitak Malostonskog zaljeva kao posebnog rezervata u moru te Nacionalnog parka Mljet. Osobno je odigrao vrlo značajnu ulogu u izgradnji regionalnog kanalizacijskog sustava Neum (BiH) – Mljetski kanal. Svojim je angažmanom pridonio utemeljenju dubrovačkog veleučilišta, a zatim i sveučilišta, posebno osnivanju studija akvakulture na Sveučilištu, rekonstrukciji ribarskog broda za rad na moru te reorganizaciji Instituta za more i priobalje. Bio je predavač na sveučilištima u Zagrebu, Dubrovniku i Mostaru (BiH). Za svoj rad dobio je više priznanja i nagrada. Predsjednik Republike Hrvatske dr. sc. Franjo Tuđman odlikovao ga je Redom Danice hrvatske s likom Ruđera Boškovića za osobite zasluge u znanosti 1996., a 2009. dobio je Državnu nagradu za znanost za značajno znanstveno dostignuće u istraživanju ekologije mora, posebno meduza.



Slika 5. Adam Benović  
(Foto Arhiv Instituta).

# ZNANSTVENICI INSTITUTA U DUBROVNIKU

Prezime, ime	Razdoblje
Antolović, Nenad	2005. –
Balenović, Radimir	1978. – 1981.
Batistić, Mirna	1990. –
Bender (Pojatina), Ankica	1982. – 1987.
Benović, Adam	1968. – 2011.
Birač, Vladimir	1966. – 1971.
Bobanović-Ćolić (Radoničić), Svjetlana	1986. –
Bojanić Varezić, Dubravka	2001. – 2011.
Bolotin, Jakša	1983. –
Brautović, Igor	1994. –
Car, Ana	2008. –
Carić-Glunčić, Marina	1986. – 2011.
Dolina (Đevojić), Katija	2003. –
Čalić, Marijeta	2003. – 2018.
Dupčić Radić, Iris	2009. –
Đurasović, Pero	1968. – 1971.
Gangai Zovko, Barbara	2006. –
Gamulin, Tomo	1951. – 1979.
Garić, Rade	2007. –
Hećimović, Marija	1978. – 1991.

Tablica 1. Popis znanstvenika (abecednim redoslijedom) u Institutu u Dubrovniku i razdoblje provedeno na radu u ustanovi.

Hećimović, Stipe	1977. – 1991.
Hrustić, Enis	2007. – 2018.
Hure, Jure	1949. – 1984.
Hure, Marijana	2007. –
Jasprica, Nenad	1984. –
Katavić, Ivan	1974. – 1977.
Kožul, Valter	1991. –
Kovačić, Sanja	1994. – 1996.
Kršinić, Frano	1972. – 2005.
Lasić (Kapetanović), Tatjana	1997. – 2001.
Lučić, Davor	1983. –
Ljubimir, Stijepo	2011. – 2017.
Marchi, Andro	1967. – 1972.
Mikuš, Josip	1990. – 1999.
Mušin, Damir	1979. – 1993.
Njire (Sanko), Jakica	1985. –
Onofri, Ivona	2008. –
Onofri, Vladimir	1978. – 2020.
Peharda, Melita	1998. – 2001.
Prtenjača, Ivica	1981. – 1984.
Rajevski, Lav	1960. - 1981.
Rudenjak Lukenda, Marina	1983. – 1986.
Skaramuca, Boško	1970. – 2006.
Šipoš, Velimir	1974. – 1977.
Tutman, Ivan	1951. – 1985.
Tutman, Pero	1998. – 2003.
Viličić, Damir	1977. – 1996.

# OBRANJENI KVALIFIKACIJSKI RADOVI U INSTITUTU U DUBROVNIKU

## Znanstveni magistarski radovi

**Batistić, Mirna** 1994. Ekologija planktonskih *Chaetognatha* u Jadranskom moru. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Frano Kršinić).

**Bender, Ankica** 1984. Kladoceri otvorenih voda Jadranskog mora. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Adam Benović).

**Birač, Vladimir** 1971. Biljni pokrov Srđa i okolice Dubrovačke rijeke. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Stjepan Horvatić).

**Bojanić, Dubravka** 2005. Struktura populacija kalanoidnih kopepoda u otvorenim vodama Srednjeg Jadrana. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Frano Kršinić).

**Bolotin, Jakša** 1988. Prilog poznavanju uzgoja dagnji (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck) na dubrovačkom području. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentorkica Mirjana Hrs-Brenko).

**Brautović, Igor** 1998. Planktonski ostrakodi i kladoceri Južnojadranske kotline. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Frano Kršinić).

**Čalić, Marijeta** 2009. Sastav i ekološke značajke fitoplanktona u hiperhalinim ekosustavima srednjeg Jadrana. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Nenad Jasprica).

**Dolina, Katija** 2010. Sezonske varijacije peludnih alergena u gradu Dubrovniku. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentorkica Božena Mitić).

**Glavić, Nikša** 2003. Utjecaj temperature i slanosti na veličinu kolnjaka *Brachionus plicatilis* O.F. Muller. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Boško Skaramuca).

**Hećimović, Marija** 1980. Biljni pokrov otoka Šipana. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentorka Ljerka Marković).

**Hećimović, Stipe** 1981. Biljni pokrov otoka Lokruma te školjeva Bobare i Mrkana s posebnim obzirom na dinamiku vegetacije. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Ljudevit Ilijanić).

**Jasprica, Nenad** 1987. Procjena i ekološki značaj biomase fitoplanktona izražene kao količina organskog ugljika u obalnom području južnog Jadrana. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Damir Viličić).

**Katavić, Ivan** 1976. Kvalitativni i kvantitativni sastav *Taliacea jadranskog mora* u jesen 1974. g. i u proljeće 1975. g. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Tomo Gamulin).

**Kožul, Valter** 1995. Utjecaj naglih promjena temperature na populacije fitoplanktona i zooplanktona u uzgoju. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Boško Skaramuca).

**Kršinić, Frano** 1974. Problemi i pokušaj određivanja reprezentativnog uzorka mikrozooplanktona u neritičkim vodama južnog Jadrana. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Tomo Gamulin).

**Lučić, Davor** 1985. Dano-noćni mezozooplankton i makrozooplankton u Malostonskom zaljevu. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Frano Kršinić).

**Marchi, Andro** 1970. Kvalitativna i kvantitativna istraživanja važnijih zooplanktonskih skupina u južnom dubokom Jadranu s posebnim osvrtom na eufauzide. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Tomo Gamulin).

**Mikuš, Josip** 1995. Struktura populacija mezozooplanktona u epipelagijalu Jadranskog mora. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Frano Kršinić).

**Mušin, Damir** 1984. Metazojska frakcija mikrozooplanktona u Malostonskom zaljevu. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Frano Kršinić).

**Onofri, Vladimir** 1984. Mrežni zooplankton Malostonskog i Neretvanskog kanala u godini 1979-1980. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Tomo Gamulin).

**Peharda, Melita** 2000. Školjkaši (Bivalvia, Mollusca) Malog jezera otoka Mljeta. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentorkica Mirjana Hrs-Brenko).

**Radoničić, Svjetlana** 1992. Procjena gustoće populacija i ekološka svojstva bakterioplanktona u široj okolini Dubrovnika. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Damir Viličić).

**Rudenjak Lukenda, Marina** 1985. Vertikalna i vremenska raspodjela mikrozooplanktona Malostonskog zaljeva. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Frano Kršinić).

**Sanko, Jakica** 1989. Utjecaj nekih biotskih i abiotiskih faktora na rast populacije rotarorija (*Brachionus plicatilis* Muller). Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Boško Skaramuca).

**Skaramuca, Boško** 1975. Usporedba zooplanktona neritičkog područja sjevernog i južnog Jadrana s posebnim osvrtom na mikrozooplankton. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Tomo Gamulin).

**Šipoš, Velimir** 1977. Eufauzidi Jadranskog mora. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Tomo Gamulin).

**Tutman, Pero** 2002. Riblja mlađ u plitkim dijelovima uvala Gornji i Donji Molunat. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Boško Skaramuca).

**Viličić, Damir** 1977. Prilog poznavanju heterotrofne ishrane nekih vrsta zelenih alga. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentorkica Elena Marčenko).

## Doktorske disertacije

**Antolović, Nenad** 2011. Kontrolirano mriješćenje, razvojni stadiji i rast ušate (*Oblada melanura*, Linnaeus, 1758.) u zatočeništvu. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Roman Safner).

**Batistić, Mirna** 1999. Makrozooplankton južnojadranske kotline. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Frano Kršinić).

**Benović, Adam** 1977. Biomasa mrežnog planktona Jadranskog mora s posebnim osvrtom na neka područja istočne obale. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Tomo Gamulin).

**Bobanović-Ćolić, Svjetlana** 2011. Ekologija pikoplanktona u estuariju rijeke Omble. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentorka Jasna Hrenović).

**Bojanić Varezić, Dubravka** 2011. Ekološka uvjetovanost prostorne raspodjele brojnosti kalanoidnih kopepoda u Jadranskom moru. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Frano Kršinić).

**Bolotin, Jakša** 1998. Ekološki i genetski aspekti prirodnih i uzbajanih populacija dagnji (*Mytilus* ssp.) na istočnoj obali Jadrana. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentorka Mirjana Hrs-Brenko).

**Brautović, Igor** 2003. Ekologija planktonskih ljuškara (Ostracoda, Crustacea) u Jadranskom moru. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Frano Kršinić).

**Car, Ana** 2014. Taxonomic composition of epiphytic diatoms (Bacillariophyta) from areas affected by invasive macroalgae *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh and *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (Adriatic Sea, Croatia). Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentori Andrzej Witkowski i Nenad Jasprica).

**Čalić, Marijeta** 2010. Utjecaj ekoloških čimbenika na sukcesiju fitoplanktona u Malostonskom zaljevu. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Nenad Jasprica).

**Dolina, Katija** 2012. Predviđanja peludnih sezona mediteranskog područja Hrvatske. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentorica Božena Mitić).

**Dupčić Radić, Iris** 2012. Biokemijski sastav prirodne populacije kućice *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) na ušću Neretve. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentorice Marina Carić-Glunčić i Marija Bujan).

**Gangai, Barbara** 2013. Prostorna i vremenska raspodjela ličinki eufauzida dubokog južnog Jadrana. Sveučilište u Splitu i Sveučilište u Dubrovniku (Mentor Davor Lučić).

**Garić, Rade** 2013. Ekologija i filogenija repnjaka (Appendicularia) u južnom Jadranu. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentorica Mirna Batistić).

**Glamuzina, Branko** 1998. Umjetno mriješćenje i karakteristike ranih razvojnih stadija kirnje goleme, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Boško Skaramuca).

**Glavić, Nikša** 2007. Biologija i ekologija sipe (*Sepia officinalis*, L.) i mogućnost njenog uzgoja. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Boško Skaramuca).

**Hrustić, Enis** 2013. Aktivnost alkalne fosfataze u južnom Jadranu. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentorica Marina Carić).

**Hure, Jure** 1958. Dnevna migracija i sezonska vertikalna raspodjela zooplanktona dubljeg mora. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Tomo Gamulin).

**Jasprica, Nenad** 1994. Biomasa fitoplanktona obalnog i otvorenog mora južnoga Jadrana. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Damir Viličić).

**Kožul, Valter** 1999. Biološke i ekološke karakteristike populacije gofa (*Seriola dumerili*, Risso) i mogućnost njegova uzgoja u južnom Jadranu. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentori Tomislav Treer i Boško Skaramuca).

**Kršinić, Frano** 1977. Kvalitativna i kvantitativna istraživanja tintinida uz istočnu obalu Jadranskog mora. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Tomo Gamulin).

**Lučić, Davor** 1996. Mikrodistribucija kopepoda u obalnom području južnog Jadrana. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Frano Kršinić).

**Mikuš, Josip** 2011. Struktura populacija kalanoidnih kopepoda u južnom Jadranu. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentorka Mirna Batistić).

**Miloslavić, Marijana** 2012. Dinamika zooplanktona u zatvorenim morskim ekosustavima (Mljetska jezera, NP „Mljet“): Sezonske i dugoročne promjene. Sveučilište u Splitu i Sveučilište u Dubrovniku (Mentori Adam Benović i Davor Lučić).

**Njire, Jakica** 1999. Ekologija nauplija kopepoda u sjevernom Jadranu. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Frano Kršinić).

**Onofri, Ivona** 2014. Sastav zajednica hidroida u obalnom području južnog Jadrana i istočnog Sredozemlja. Sveučilište u Splitu i Sveučilište u Dubrovniku (Mentor Davor Lučić).

**Onofri, Vladimir** 2003. Utjecaj ekoloških čimbenika na rast i raspodjelu ličinki kamenica u Malostonskom zaljevu. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Adam Benović).

**Peharda, Melita** 2003. Rasprostranjenost i sastav prirodnih populacija školjkaša (Mollusca, Bivalvia) u Malostonskom zaljevu. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Adam Benović).

**Skaramuca, Boško** 1980. Kvalitativno i kvantitativno rasprostranjenje populacija apendikularija u Jadranskom moru. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Jure Hure).

**Tutman, Ivan** 1981. Sastav i dinamika mješovitih populacija ptica dubrovačkog područja. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu (Mentor Tonko Šoljan).

**Tutman, Pero** 2006. Dnevno-noćne i sezonske promjene strukture i gustoće ihtiofaune u priobalnom području južnog Jadrana. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentor Boško Skaramuca).

**Viličić, Damir** 1983. Fitoplankton u južnom Jadranu i njegova ekološka svojstva. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (Mentorka Tereza Pucher-Petković).

# DRUGI O NAMA

Slobodna Dalmacija,  
7.9.2017.

**SPEKTAR**  
PRILOG SLOBODNE DALMACIJE SUBOTA, 7. RUJNA 2017.

DUBROVACKI  
DOKTORI  
VINICIJE LUPIS,  
MIRNA BATISTIC I  
NENAD JASPRICA:  
**BAGERE NA  
PELJEŠKOM  
MOSTU TREBA  
UPALITI SUTRA!**

Slobodna Dalmacija,  
21.6.2012.

Slobodna Dalmacija DALMACIJA.15  
ČETVRTAK 21.6.2012

**Udruga: Most je jamstvo budućnosti**  
izgradnja Pelješkog mosta jamstvo je budućnosti hrvatskog juga, projekt od iznimnog  
geografskog značaja. Trajekti koji bi mogli uzrokovati ekološku katastrofu Malostonskog  
zaljeva nisu rješenje - odjemo je Lopis, a druga rješenja su skupa i nepraktična.

**NA NAJVIŠE ADRESE** UDRUGA DUBROVACKIH ZNANSTVENIKA UPUTILA ON-LINE PETICIJU  
**Za pelješki most 6600 potpisa**

• Tekst o-line peticije je 6600  
potpisa potpore Izgradnji pelješ-  
koga mosta istomjena dubro-  
vacka udruga šale predsjednik  
RH Iv. Josipović, premjeru  
Zoranu Milanoviću, te pred-  
snicima Europejske komisije Josè  
Manuelu Barrosu, Evropskog  
vijeća Hermanu van Rompuyu

i Europskog parlamenta Marti-  
nu Schulzu.

Najavili su to u srijedu u Dubro-  
vniku predstavnici Udruga  
"Pelješki most", dubrovački  
znanstvenici Nenad Jasprica,  
Vinje Lopis i Mirna Batistić.

Peticija je prema njihovu umi-  
šljenju svojevrstan potpisac ko-

ji potvrđuje išček stupanj infor-  
matičko pismenosti stanovnika  
krajeva juga, te nadasve njih-  
vo podršku izgradnji mosta kao  
najefektivnijeg rješenja za izlazak  
Dubrovačko neretvansko zupa-  
nije iz prometne izolacije.

- Poduzali su na većinom  
judi koji nisu članovi politič-  
kih stranaka, od intelektual-  
aca iz zemlje i inozemstva, preko  
uglednih akademika do pred-  
stavnika vjerskih institucija.  
Zahvaljujemo svima koji su po-  
kazali gles hrabrosti i potpisali  
peticiju - istaknuo je Lopis, pa-  
pomenjući kako okačja nema po-  
litičku pozadinu.

## Znanstvenici protiv trajekta uzaljevu

• Protiv kontroverznog pri-  
jedloga trajektnog poveziva-  
anja Komarje i Brijestje usta-  
li su i znanstvenici s juga Hr-  
vatske:

- Ako postoji jednakoprav-  
nost spolova, mi gradani hrvat-  
skog juga tražimo da Hrvatski  
sabor donese Deklaraciju o jednakopravnosti  
gradana hrvatskog juga s  
ostalim gradanima Hrvatske,  
jer smo samo ravnopravni  
u plaćanju poreza, troša-  
riva za gorivo, putarina, ali  
ne i u slobodi kretanja ljudi  
i robe - smatraju u Inicijativnom  
odboru Udruge "Pelješki most" koji nedavno po-  
krenula internetsku peticiju  
za nastavak gradnje "mosta  
nade" kako najjeftinijeg traj-  
ektnog rješenja promete izoli-  
ranosti.

Celnici udruge dr. Vinici-  
je Lopis, dr. Mirna Batistić  
i dr. Nenad Jasprica trajek-  
te smatraju promašenim rje-  
šenjem koje bi naškodilo za-  
štićenom Malostonskom za-  
ljevu.

Na potencijalne opasnosti  
za Malostonski zaljev upozo-  
rava i ravnatelj Instituta za  
more i priobalje Sveučilišta  
u Dubrovniku Valter Kožul.

Izražava nadu da nadležni

neće poduzimati ishtrene

ne zahvate bez znanstvene

podloge koji bi mogli ozbiljno

narušiti ekološku ravnoprav-  
tenu i ugroziti tradicionalan

uzgoj školjkaša po kojem

je Malostonski zaljev jedin-  
stven u svijetu.

Ravnatelj Kožul pojašnjava  
kako su unutar Malostonskog  
zaljeva kao "posebnog rezervata u moru" zabranjene  
radnje koje mogu narušiti  
svostva zbog kojih je proglašen  
rezervatom, a dopušteni  
su samo zahvati kojima se  
održavaju ili poboljšavaju  
uvjeti u rezervatu.

GABRIJELA BIJELIĆ

Slobodna Dalmacija, 8.6.2012.

Župan Dobroslavić s predstavnicima Instituta za more i priobalje

EKOLOGIJA SASTANAK O ZAŠTITI MALOSTONSKOG ZALJEVA

## More se štiti ina kopnu

• Župan Nikola Dobroslavić  
sastao se s predstavnicima In-  
stituta za more i priobalje Sve-  
učilišta u Dubrovniku i pred-  
sjednikom Ceha za ribarstvo  
i marmariku Hrvatske obri-  
tičnike komore Dubrovnik Ant-  
onom Pavlovićem kako bi  
raspravio daljnje potuze u re-  
alizaciji odluke Županijske  
skupštine oko Malostonskog  
zaljeva. Vlječnici su ocijenili  
kako u morskom pojasu treba  
zadržati istu razinu zaštite,

dok su za zaštitu kopnenog  
područja Malostonskog za-  
ljeva pokrenuli mjeru za izme-  
nu režima zaštite. Smanjenje  
zaštite kopnenog područja  
pokrenuto je potrebama sta-  
novništva Malostonskog za-  
ljeva koje u velikoj većini živi  
od ribarstva. Na sastanku se  
razgovaralo i o primjedbama

na Zakon o zaštiti prirode, na  
koje će se pokušati utjecati jer  
"neka rješenja ne odgovaraju  
potrebljima ljudi koji žive u Ma-  
lostonskom zaljevu".

Predstavnici sveučilišnog  
Instituta ukazali su na važ-  
nost aktivne zaštite Malo-  
stonskog zaljeva, te ustvrdili  
kako smatraju da je najbolje  
zadržati istu razinu zaštite na  
kopnu.

No, iskazali su spremljnost  
na razgovore oko drugih mo-  
daliteta i to same u slučaju ako  
oni ne bi ni na koji način ugro-  
žavali more u zaljevu. Zaklju-  
čeno je kako će Odjel za pro-  
storno uredjenje, zaštitu okoli-  
ša i graditeljstvo će razraditi  
prijedloge o mjerama za oču-  
vanje kvalitete malostonskog  
mora, o kojima će se potom oći-  
tovati Institut.

Slobodna Dalmacija, 18.12.2012.

HNOL UŽIVANJU KAMERICA, A MALO TEK IN ŽELJU ZAŠTITI  
**Malostonski zaljev nije  
pitanje politike, već  
razuma i budućnosti!**

Du list, 21.3.2018.

Valter Kožul s primjerkom  
zmije Zubuše, malo poznate  
vrste ribe u Jadranu

Dubrovački list, 5.7.2007.

140

Sedamdeseta godišnjica Instituta u Dubrovniku





Dr. Nenad Jasprica, prvi ravnatelj sveučilišnog instituta

## OTVORENE DODATNE MOGUĆNOSTI ZA ISTRAŽIVANJE MORA

Početkom godine Sveučilište u Dubrovniku je utemeljilo Institut za more i priobalje kojeg čine zaposlenici bivša dva laboratorija Instituta za oceanografiju i ribarstvo. Senat Dubrovačkog sveučilišta je prvi ravnatelj

Instituta nedavno izabrao dr. sc. Nenad Jaspricu, jednog od znanstveno najproduktivnijih hrvatskih botaničara. Novim uslovjem, Institutu su otvorene dodatne mogućnosti za istraživanje mora i priobalja.

Dubrovački vjesnik,  
22.7.2006.

56

## Kultura

ŠEST DESETLJEĆA INSTITUTA ZA MORE I PRIORITY I PET BOTANIČKOG VRTA NA LOKRUMU

# Svečanost u Kazalištu Marina Držića



Slobodna Dalmacija, 18.9.1997.

**DUBROVNIK: FOTOGRAFIJE PLANTAE RAGUSINA**

# SOS za floru

Izložba radova petorice dubrovačkih fotografija u prostoru Lože s primjerima rijetkih biljaka sa dubrovačkoga područja iz Crvene knjige, postavljena je s ciljem da se jedinstvenim kulturnim činom javnosti skrene pozornost na nužnost čuvanja biljnoga svijeta, kojemu zbog ugroženosti prijeti izumiranje.

Nenad Jasprica, Sanja Kovačić, ujedno i autori tekstova, kao i autorica Niko Sudarević.

• Izložba se održava s ciljem da se svekolikoj javnosti skrene pozornost na potrebno čuvanje biljnoga svijeta, poglavito ovih vrsta koje su u opasnosti i mogile bi isčešnuti. Ukupno 40 prikazanih biljnih vrsta na izložbi koje rastu na sitem dubrovačkom području njih 19 ih je trenutno uvedeno u Crvenu knjigu biljnih vrsta Hrvatske, a od ukupnoga broja ugroženih biljnih vrsta na dubrovačkom području ih je čak 62. Osim ugroženih i osjetljivih vrsta na izložbi je također prikazan stanovit broj hrvatskih endemičnih vrsta koje su, doduse, manje ugrožene, ali je zbog njihove prijerenjenosti u stanju

stima njihov opstanak doveden u opasnost – kazuje autorka izložbe Niko Sudarević, dodajući kako je izložbu u samo dva dana postava pogledalo šestotinjak ljudi.

Izložba *Plantae Ragusinae* konceptciji je podijeljena na kategorije: ugrožene biljne vrste, osjetljive (ranjive) biljne vrste i rijetke biljne vrste, i šesta je po redu u nizu izložaba koja organizira Gradska odjel za obnovu, prostorno uređenje i zaštitu okoliša. Izložba će, prema najavama, u Dubrovniku biti otvorena do 9. listopada, kada slijedi njezino postavljanje u svim većim hrvatskim gradovima, da bi se na kraju za kolor-fotografije nasao stalni postav u cilju ekološke edukacije djece i odraslih.

Paulina PEKO



### Program proslave 70. obljetnice

Institut će sljedeći tjedan u nekoliko posebnih aktivnosti obilježiti sedamdesetu obljetnicu utemeljenja. U četvrtak, 4. travnja organizira se Dan otvorenih vrata Instituta. Ulaz u Akvarij za domaće posjetitelje je besplatan. Taj dan u sveučilišnom kampusu održat će se međunarodni okrugli stol na temu "Istraživanje Jadranskog mora". Moderatori su dr. sc. Mirna Batistić i prof. dr. sc. Nenad Jasprica.

Postupljepodne od 17 do 17.30 sati na sveučilišnom kampusu predavanje za javnost pod nazivom "Udahnjimo duboko" održat će dr. sc. Nikša Glavić. Navečer, u 19 sati u Akvariju će se otvoriti izložba dubrovačkih slikara na temu "Tajne morskih dubina". U petak, 5. travnja, u 10 sati upriličit će se svečanost obilježavanja 70. obljetnice Instituta u Kazalištu Marina Držića.

DUBROVNIK: FOTOGRAFIJE PLANTAE RAGUSINA

Slobodna Dalmacija, 11.9.2000.

NA MEĐUNARODNOM SIMPOZIJU DIJATOMOLOGA

## Dubrovački znanstvenici u Grčkoj i Turskoj

Znanstvenici dubrovačkog Instituta za oceanografiju i ribarstvo dr. sc. **Marina Čarić** i dr. sc. **Nenad Jasprica** boravili su prostoga tijekom simpozija u grčkoj, gdje su kao jedini predstavnici Hrvatske sudjelovali u radu 16. međunarodnog simpozija diatomologa.

Susret je okupio više od dvjesto znanstvenika iz čitavog svijeta koji se bave diatomologijom, odnosno skupinom sičušnih algi koje obitavaju u moru, slatkim voda-

ma ili u tlu. Skupina broji oko 20 tisuća različitih vrsta, od kojih neke uzrokuju "cvjetanje" mora, dok druge pak mogu sadržavati posebne sastojke koji mogu biti toksični a sve oni imaju odgovarajući ulogu u funkcionaliranju ekosustava čiji su sastavni dijelovi.

Plenarni dio simpozija održan je u Ateni, dok se rad u sekocijama odvijao na putničkom brodu koji je obilazio grčke otote i tursku obalu. Dubrovački znanstvenici

prezentirali su tom prigodom svoje radove iz područja ekologije i toksonomije, sudjelovali u radu više okruglih stolova i skupštini Međunarodnog diatomoloskog društva. Sudionici simpozija odvojeno su primili i građanačelu Atene i rektora Atene i Dr. Zavodnog sveučilišta, a imali su mogućnost upoznati se i s kulturno-povijesnim i prirodnim znamenitostima zemalja domaćina skupštine.

A. MARUNIĆ-LISIĆ

16. Slobodna Dalmacija  
UTORAK 19.1.2010.

Slobodna Dalmacija, 19.1.2010.

# DUBROVNIK

dubrovnik@slobodnadalmacija.hr

POVIJESNO OTKRICE ZNANSTVENICI PREDSTAVILI NOVOOTKRIVENI PUČINSKI ZOOPLANKTON

## 'Dubrovnik' velik milimetar

Riječ je o prvoj, ikada u povijesti otkrivenoj vrsti pučinskog zooplanktona u Jadranu. Živi u otvorenim vodama južnog Jadranu na udaljenosti većoj od šest nautičkih milja od kopna, hrani se bakterijama i alagama mikroskopske veličine.

PISÉ  
PAULINA PEKO / EPA/H

Znanstvenici Institut za more i priobalje Svjetskog Dubrovniku u ponedjeljak su prvi put slikom i riječju predstavili javnosti novootkriveni vrstu planktona o kojoj smo pisali. Riječ je, naime, o vrsti zooplanktona pod imenom *Fritillaria Ragusina*, prema latinskom imenu Dubrovnik - Ragusa. Riječ je, naglasili su dubrovčki znanstvenici, o prvoj, ikada u povijesti otkrivenoj vrsti pučinskog zooplanktona u Jadranu.

Znanstvenici dubrovčkog Instituta, ujedno i voditelji projekta, dr. Mira Batistić znanstvenica suradnica i dipl. ing. Rade Garic, asistenti, su u otvorenim vodama južnog



CROPIX

Jadranu tijekom istraživanja prepoznali i objećuju novu vrstu istraživanim brodom "Naše more". Istraživanje je provodeno u sklopu projekta "Struktura planktonskih populacija u trofickom gradijenzu u Južnom Jadranu".

Otkrivena vrsta je rečeno je pripada skupini reprapaka (Appendicularia). Živi u otvorenim vodama južnog Jadranu na udaljenosti većoj od šest nautičkih milja od kopna, u stope mora od površine do maksimalno tri stotine metara dubine. Veličine je do

milimetra, a hrani se bakterijama i alagama mikroskopske veličine. To je jedna od najmanjih vrsta reprapaka i prva opisana pučinska vrsta zooplanktona. Prva pisanica ovoga otkrića, oktanj, je navratajne i Nenad Jaspric, profesor na dubrovačkoj muzeološkoj i arheološkoj fakulteti.

Istraživanje je u potpunosti uspješno i potvrdilo da je

zadnjih desetak godina, pretpostavlja se zbg klimatskih promjena, u Jadranu pojavljuju novi organizmi, a posebice u području Indijskog oceana. Novi vrste, naime, nisu prije obitavale u Jadranu, već su u njega došle preko Sueskog kanala, no sad u Jadranu nemas naznaka o eventualnim promjenama, odnosno utjecaju novih vrsta na postojeći morski svijet.

Istražen. Prema istraživanjima koje već dugo vremena provodi dr. Mira Batistić i njeni kolege, evidentno je da se zadnjih desetak godina, pretpostavlja se zbg klimatskih promjena, u Jadranu pojavljuju novi organizmi, a posebice u području Indijskog oceana. Novi vrste, naime, nisu prije obitavale u Jadranu, već su u njega došle preko Sueskog kanala, no sad u Jadranu nemas naznaka o eventualnim promjenama, odnosno utjecaju novih vrsta na postojeći morski svijet.

Dubrovački vjesnik, 22.11.2014.

# zadnja

MIJENJA SE MORE, A I PESKARIJA

## Daj mi po kila, kako se ono zove...

PIŠE: Maja Rilović Koprić

Dugesperma papilio, Mugglaea atlantica, Protaglans souleyeti, Lensis subtiloides, samo neke od novih morskih organizama u Jadranskom moru, a čiji je dolazak posljedica klimatskih promjena. Znanstvenici Instituta za more i priobalje Svjetskog Dubrovniku, doktori Mira Batistić i Rade Garic u suradnji s kolegama Juan Carlos Molinero i Ivom Šimacem objavili su rezultate novih istraživanja o utjecaju klimatskih promjena na pojавu novih vrsta planktonskih organizama u Jadranu. U sklopu istraživanja novim znanstvenim časopisom Climate Research koji objavljuje rezultate istraživanja o utjecaju klimatskih promjena na organizme i ljudsko društvo općenito. Dubrovački znanstvenici su dokazali da podrijetlo stranih vrsta koje uključuju i novu vrstu morskog vrfljiga (kazaljke na sati ili obrnuti) u Jadranskom moru, a koji utječe na život u Sredozemlju i Atlantskom oceanu. Ovisno o vremenu vrtloga, u Jadran ulazi voda kao i vrste podrijetlom iz Atlantskog ocean-a, ili istočnog Mediterana.

U sklopu istraživanja o utjecaju novih vrsta na vode u Jadranu ulazi voda s više toploplodnih vrsta što je u skladu s povećanjem temperature mora zadnjih godina.

— U Jadranu, od 1993., zabilježeno je ukupno 11 novoprivedljivih vrsta zooplanktona, a 3 vrste su novoprivedljive vrste koju već godina nisu bile prisutne u pelagiju Jadran. Ove promjene u pojedinim vrstama, takođe, u sklopu istraživanja u istočnom Mediteranu dogodile promjene u cirkulacijskom režimu, a što je vezano za vodu, a time i vrste različitog potporijeta u Jadranskom moru,



Nove vrste planktona u Jadranu dovedu i nove vrste riba i ribolova

• Tko zna što ćemo sutra sve kupovati na peskariji? Hoće li stare i nove vrste riba jesti neke nove uvezene morske trave i organizme? Koliko na more utječe čovjek, kroz unos vrsta balastrom vodom ili utjecajem na promjenu klime?

Novoprivedljene vrste do- ušte preko Sueskog kanala – pojasjava dr. Mira Batistić i upozorava ka- mo značajni učinci ovih novih vrsta na vodama su skada s trendom pove- canja temperature mora u Jadranu u zadnjih dvadeset godina. Ove promjene u pojedinim vrstama, takođe, u sklopu istraživanja u istočnom Mediteranu dogodile promjene u cirkulacijskom režimu, a što je vezano za vodu, a time i vrste različitog potporijeta u Jadranskom moru,

– Osim toga, ove promjene mogu utjecati na vrelu ili manju brojniju planktonu što može značajno utjecati na brojnost ekosustava, ekonomsku razinu pre-

gicke ribe u Jadranu. Stoga rezultati istraživanja mogu biti korisni u svrhu prognoze rizika toranj u istočnom Mediteranu. Zbog toga sada s kolegama fizicarima Talljanima radimo na izazdi rizika od 100 godina, ali i na 1000 godina, jer mogu- li je se promjene u nekav- plivom periodu, ili se promjene strujanja pa time i ulazak tih vrsta u Jadran, a takođe i u skladu s 30 godina stvarno zbog ve- cih promjena temperature – govori dr. Batistić.

Kontinuirano pratjenje novih vrsta i novih promjena u okolišu nužno je, iako znanstvenici institu- ta, međutim, nova istraži- vanja oviče da tako i novi-

Tunisa, Pirana, Villefranche i Palma de Mallorce.

Pri sastanak sudionika projekta održan je upravo u Tvrđavi sv. Ivana u kojem su smješteni Institut za more i njegov akvarij. Cilj projekta je utvrditi indikatore, odnosno vrste koje će ukazivati na određene promjene.

— Istražiti je da nove vrste osim povećanja raznolikosti ekosustava Jadranu prouzroče veću šte- tu, ali je svaka ko

n u n o njihovo kontinu- irano pra-

ćenje i zbog novih pro-

mjena u okoli-

su ne bi došlo do poreme-

ćaja životnih zajednica mora

i uslijed toga poremećaja

cjelokupnog ekosustava Ja- drana.

### Zadnji 15 godina znanstvenici

#### dubrovačkog Instituta za

#### more i priobalje utvrdili

#### su promjene u planktonu

#### i ulazak stranih vrsta

#### koje su se s vremenom

#### udomačile u plitkom

#### sjevernom Jadranu i već

#### postale dominantne

PISÉ AHMET KALAJDŽIĆ

U natoč pojavu novih, stranih morskih organizama u akvatoriju južnog Jadranu, još uvek nema razloga za paniku zbog mogućeg poremećaja ekološke ravnoteže. "Crveno svjetlo" je ipak upaljeno, osobito za sjeverni Jadran kojem iz Dubrovnika slijuti upozorenje zbog pojave planktonskih organizama koji imaju sličnu sličnost s vrstama kojima su učinjeni ovi novi primjeri. Poznavanje ekologije i biloraznolikosti južnog Jadranu temelji su predviđanja pojava i promjena cijelog Jadranu, tvrde u dubrovačkom Institutu za more i priobalje.

— Zadnjih 15 godina smo utvrdili promjene u planktonu i ulazak stranih vrsta koje su vremeno udomaćile u plitkom sjevernom Jadranu i već postale dominantne. Planktonski žarnjak Muggia-

atlantica, organizam sredan međuzarna, živi u Atlantiku i zapadnom Sredozemlju, otvoren je 1995. na jugu Jadranu. Oko Istra u Trčkanskom zaljevu je vrlo brzo potpuno zamje- nio domaćeg žarnjaka Maggi-

lone. Otkriveni su mnogi novi organizmi, a posebice u Jadranu, a to je bio i novi ekosustav.

— Istražiti je da nove vrste osim povećanja raznolikosti ekosustava Jadranu prouzroče veću šte- tu, ali je svaka ko

n u n o njihovo kontinu- irano pra-

ćenje i zbog novih pro-

mjena u okoli-

su ne bi došlo do poreme-

ćaja životnih zajednica mora

i uslijed toga poremećaja

cjelokupnog ekosustava Ja- drana.

## Dubrovnik prvi doznaće

• Istraživačka postaja Institut za more i priobalje na Lokrumu nalazi se "na adaru" ulaznih mediteranskih morskih struja koje "pampaju sjeću vodu" u Jadran. To je prava, idealna pozicija zahtijevajući kojog znanstvenici dubrovačkog Instituta za more i priobalje prvi na Jadranu uopće mogu utvrditi nove organizme i da zborog toga odmah svim ostalima poslati alarm za oprez.

Plankton Koweleskia oceanica

### NOVI PLANKTONI REZULTATI NOVIH ZNANSTVENIH ISTRAŽIVANJA JUGA JADRANA

## S Lokruma alarm sjevernom Jadranu



Slobodna Dalmacija, 26.1.2008.



Brod »Baldo Kosić« pogoden granatom izgorio 1991.

[Podvodni.hr](#) > [More](#) > [Ekologija](#) > Promjena klime donosi nove vrste planktona

## Promjena klime donosi nove vrste planktona



[www.podvodni.hr](#)

Znanstvenici Instituta za more i priobalje Sveučilišta u Dubrovniku, doktori Mira Batistić i Rade Garić u suradnji s kolegom Juan Carlos Molineroom, objavili su najnovije rezultate istraživanja o utjecaju klimatskih promjena na pojavu novih vrsta planktonskih organizama u Jadranu. Rad je objavljen u prestižnom znanstvenom časopisu Climate Research s faktorom odjeka 2,7 u 2013./2014. Climate Research objavljuje rezultate istraživanja o utjecaju klime na organizme, okoliš i ljudsko društvo općenito. Dubrovački znanstvenici su dokazali da podrijetlo stranih vrsta koja ulaze u Jadran ovisi o smjeru morskog vrtloga (kazaljke na satu ili obrnuto) u Jonskom moru, inače uvjetovanog klimom iz Sjevernog Atlantika. Ovisno o smjeru vrtloga, u Jadran ulazi voda kao i vrste podrijetlom iz Atlantskog oceana ili Istočnog Mediterana. Vrste iz Istočnog Mediterana, a nove za Jadransko more, su većinom toplovodne vrste ušle preko Sueskog kanala iz Crvenog mora ili su Indo-pacifičkog podrijetla. U ovom radu pokazano je da u Jadran ulazi sve više toplovodnih vrsta što je u skladu s povećanjem temperature mora zadnjih godina. Rezultati istraživanja, također, mogu biti korisni u svrhu procjene ribljeg fonda u Jadranu. Zajednički učinci ovih procesa i trend povećanja temperature mora u Jadranu mogu dovesti do značajnih promjena u bioraznolikosti Jadranu. (HRT)

Copyright © 2016 Podvodni.hr

Večernji list, 23.12.2015.

Hrvatska FC

Hrvatska - Večernji.hr

## Dubrovački biolozi potvrdili postojanje zasebne vrste meduze u Jadranu

Hrvatska imena za meduzu također pokazuju njezinu neobičnu povijest: na jednom dijelu Jadranu zovu je klobuk, na drugom mješčina, na trećem pizdurinka, na četvrtom zlogodina, uključujući još niz drugih imena.

23. PROSINCA 2015. U 14:31 | 3 KOMENTARA | 1085 PRIKAZA



PODIJELITE ČLANAK

**Dubrovački biolozi** genetičkim su metodama konačno potvrdili postojanje zasebne vrste meduze u Jadranu, nakon više od stotinu godina znanstvenih polemika.

Kako su priopćili sa **Sveučilišta u Dubrovniku**, meduza "Bougainvillia triestina", velika **do jedan centimetar**, pronađena je do sada u Malostonskom zaljevu, Pločama, Hvarskom kanalu i Tršćanskom zaljevu.

Meduze su zvonolike morske životinje iz velike skupine žarnjaka za koje se zna da nastanjuju svjetska mora duže od pola milijarde godina. Dobile su ime po liku iz grčke mitologije, tijepoj djevojci Meduzi kojoj je božica Atena prekrasnu kosu pretvorila u zmje otrovnice.

Hrvatska imena za meduzu također pokazuju njezinu neobičnu povijest: na jednom dijelu Jadranu zovu je **klobuk**, na drugom **mješčina**, na trećem **pizdurinka**, na četvrtom **zlogodina**, uključujući još niz drugih imena.

Nedugo nakon što je prvi put opisana, znanstvenici su odbacili da se radi o novoj vrsti "Bougainvillia triestina", nego o već postojećoj vrsti "Bougainvillia muscus" za koju je poznato da je sklona promjenama izgleda jer se vješto prilagođava okolišu.

To se opet ponovilo tijekom 20. stoljeća s drugim vrstama, te neposredno prije nego su znanstvenici Instituta za more i priobalje Mirna Batistić i Rade Garić objavili znanstveni članak u međunarodnom znanstvenom časopisu "Marine Ecology - an evolutionary perspective", u kojem su genetičkim metodama sekvenciranja DNA dokazali da je to zasebna vrsta. Najблиži živući srodnik joj je, tvrde ti znanstvenici, vrsta "B. carolinensis" koja živi uz atlantske obale Sjeverne i Južne Amerike.

Dubrovački institut je poznat po svom istraživanju planktona i morske ekologije. Prije nekoliko godina bili su domaćini velikom međunarodnom projektu tijekom kojeg su primjenjivali cijeli niz metoda, a iz kojeg je nastao veliki broj znanstvenih radova.

Početkom prošlog desetljeća istaknuti dubrovački morski biolog Adam Benović (1943 – 2011) otkrio je u Mljetskim jezerima jednu iz skupine meduza *Aurelia*, čiji se najbliži srodnici nalaze u Arktiku, Pacifiku i Atlantiku.

Benović je uspio dokazati da meduze mogu poslužiti kao indikator stabilnosti tzv. oligotrofnog pelagičkog ekosustava.

Dubrovački vjesnik, 25.7.2015.

16

reportaža

dubrovački vjesnik | 25.07.2015. | 3364 | www.dubrovački.hr

DUBROVAČKI AKVARIJ

## SVIJET JADRANSKOG PODMORJA U TVRĐAVI SV. IVANA

● **Osim što je otvoren za posjetitelje i prezentaciju, služi i u znanstvene svrhe pa se tako tamo - doduše, iza zatvorenih vrata - mogu vidjeti laboratorijski gdje se uzgajaju fitoplankton i zooplankton, tu je i pokusno mrijestilište, ali i karantena za nove primjerke u akvariju**



# Boka News



Znanstvenici Institut za more i priobalje Sveučilišta u Dubrovniku, doktori Mira Batistić i Radom Garić u suradnji s kolegom Juan Carlos Molineroom, objavili su najnovije rezultate istraživanja o utjecaju klimatskih promjena na pojavu novih vrsta planktonskih organizama u Jadranskom moru. Dubrovački znanstvenici su dokazali da porijeklo stranih vrsta koje ulaze u Jadran ovisi o smjeru morske vrtloga (kazaljke na satu ili obrnuto) u Jonskom moru, inače uvjetovanog klimom iz Sjevernog Atlantika. Ovisno o smjeru vrtloga, u Jadran ulazi voda kada je vrste podrijetlom iz Atlantskog oceana ili istočnog Mediterana. Vrste iz istočnog Mediterana, a nove za Jadransko more, su većinom toplovodne vrste ušle preko Sueskog kanala iz Crvenog mora ili su Indo-pacifičkog podrijetla. U ovom radu pokazano je da u Jadran ulazi sve više toplovodnih vrsta što je u skladu s povećanjem temperature mora zadnjih godina. Rezultati istraživanja, također, mogu biti korisni u svrhu procjene rizika fonda u Jadranu. Zajednički učinci ovih procesa i trend povećanja temperature mora u Jadranu mogu dovesti do značajnih promjena u bioraznolikosti Jadranu.

Rad je objavljen u prestižnom znanstvenom časopisu Climate Research s faktorom odjeka 2,7 u 2013./2014.

Climate Research objavljuje rezultate istraživanja o utjecaju klime na organizme, okoliš i ljudska društvo općenito.

10 Aktualno

RAZGOVOR S DR. SC. RADOM GARIĆEM S INSTITUTA ZA MORE I PRIOBALJE

26. STUDENOG 2012. • DULIST

## Dosta će vrsta izumrijeti i prije nego ih opišemo



Talijani imaju jako dobre stručnjake za meduze, ali nemaju stručnjaka za repnjake, skupinu kojom se ja bavim. Repnjaci pripadaju skupini Tunicata ili pllaštenjaka. **Oni u biti nama dodu rodaci jer smo i mi i oni u koljenu svitkovaca.** Rani svitkovci su imali taj svitak koji je kasnije postao kralježnica...

DU list, 29.11.2017.

Frucanil PRIJAVI SE  
ZNANOST

[www.net.hr](http://www.net.hr), 18.1.2010.

## U Dubrovniku otkrivena nova vrsta zooplanktona

Autor: Net.hr | 18.01.2010.  
16:47

Znanstvenici Institut za more i priobalje Sveučilišta u Dubrovniku otkrili su za znanost novu vrstu zooplanktona, nazvanu po latinskom imenu Dubrovnika (*Ragusa*) *Fritillaria ragusina*.

Zooplankton je otkriven u otvorenim vodama južnog Jadrana u tijeku istraživanja u siječnju 2008. brodom "Naš more", u okviru projekta "Struktura planktonskih populacija u trofičkom gradijentu u južnom Jadranu".

Taj projekt vodi znanstvena suradnica **Mirna Batistić**, koja je zajedno s kolegom Radom Garićem danas na konferenciji za novinare predstavila to otkriće.

Istaknuto je kako ta vrsta pripada skupini repnjaka i nazvana je po latinskom imenu Dubrovnika – Ragusa. Živi u otvorenim vodama južnog Jadrana, na udaljenosti šest nautičkih milja od kopna, veličine jedan milimetar, a hrani se bakterijama i algama mikroskopske veličine. Ravnatelj instituta **Nenad Jasprica** kazao je kako otkriće te vrste pokazuje kako još nedostatno poznamo Jadransko more, a prva pohrana tog otkrića bit će u Muzeološkoj zbirci u Dubrovniku.

## FOTO/ DULIST NA 'NAŠEM MORU' U čarobnom svijetu morskih bića

Dulist 29.1.2015.  
PODIJELJUO

**ZG-magazin**

[www.zg-magazin.com.hr](http://www.zg-magazin.com.hr),  
29.1.2016.

## Bastić i Garić dokazali postojanje nove vrste meduze u Jadranu

ZNANOST

Foto: *Bougainvilia triestina*

Kao glavni razlog zbog kojeg sve do sada znanstvenici nisu otkrili kako je rječ o novoj vrsti meduze je nedostupnost genetičke analize, koja se u prošlosti nije primjenjivala. Upravo je genetička analiza pomogla našim znanstvenicima da rješe ovu stoljetnu dvojbu.

Prošlo je više od sto godina kada je njemački morski biolog Clemens Hartlaub pronašao dotad neotkrivenu vrstu meduze u uzorcima Tršćanskog zaljeva. Bio je to davne 1911. godine, a Hartlaub je dao ime meduzi *Bougainvilia triestina*. No već dvije godine poslije njegovog otkrića, točnije 1913. godine biolozi Neppi i Stasny su objavili znanstveni članak u kojem su opovrgnuli Hartlaubove zaključke. Tada su navele kako je meduza, koju je on opisao pod imenom *Bougainvilia triestina*, zapravo već poznata vrsta *Bougainvilia muscus*. Smatrali su da je to zapravo njezin nerazvijeni oblik.

"S obzirom na činjenicu da je Jadransko more relativno dobro istraživano more i da se ne radi o nekom nedostupnom zatvorenom ekosustavu, otkriće do sada nepoznate vrste govori o tome koliko još uvijek imamo nepoznаница koje treba istražiti", smatra Batistić.

Slovenska znanstvenica Polonca Babnik 1943. godine ponovno je pronašla ovu vrstu u uzorcima iz Hvarskog kanala i ne znajući za Hartlaubov rad, opisuje ju kao *Bougainvilia autumnalis var. magna*. Schmidt i Benović zatim 1977. godine ponovno uklidaju vrstu, smatrajući da se radi o vrsti *Bougainvilia muscus*. Vrsta je tako bila ukinuta sve do

# SUMMARY

## Seventieth anniversary of the Institute in Dubrovnik

Organized research work in the fields of oceanography and fishery began in Dubrovnik after World War II with the founding of the Fishery Centre in 1946 and with the establishment of the Biological Institute of the Yugoslav Academy of Sciences and Art (JAZU) in 1949. They formed the basis for the present scientific research work of the Institute for Marine and Coastal Research of the University of Dubrovnik. The task of the Fishery Centre was to promote fishery in the deep southern Adriatic waters, whereas the Biological Institute was founded for the study of subterranean organisms in our karstic region. In this respect, this region represents one of the most interesting in the world. The Fishery Centre was located on the leased manor property owned by Capt. Pitarević, and JAZU was located in the home of Sorkočević-Jordan. Later on, the Fishery Centre was taken over by the "Academic Counselling Centre" in Belgrade and annexed to the Oceanographic Centre of the Split Oceanographic Institute. Plankton research commenced with the arrival of Professor Tomo Gamulin from Rovinj in 1951. The Oceanographic Centre was shut down in 1956. Andrija Štampar, the JAZU president at the time, contracted an agreement with the Municipality of Dubrovnik in order to further the work of the Biological Institute. By this agreement, the Biological Institute abandoned its base in Lapad and took over Lokrum Island, which it aimed to promote and preserve. This same contract allowed the Biological Institute to also take over two municipal institutions – the Museum of Natural Sciences (founded in 1872) and the Marine Aquarium in St. John's Fortress. On 28<sup>th</sup> December 1956, the Dubrovnik City Council supported the merging of the Dubrovnik natural science institutions with the JAZU Biological Institute.

The first reconstruction of the aquarium (1958 – 1959) and the start of a project for the creation of a Botanical Garden (1959), with the aim of introducing acclimatized tropical and sub-tropical plants, as well as the renovation of the natural

science exhibition, birds and fish in particular, together formed the basis for the growing significance of the research work done by this center in the southern Adriatic. In 1960, JAZU united its institutes in Rovinj, Trsteno and Dubrovnik under the leadership of Professor Gamulin, with the headquarters in Rovinj. This set-up was abandoned in 1963 when the Rovinj and Trsteno institutes split into separate units. The Biological Institute continued with its scientific activities, particularly in the research of plankton. The Academy provided the financial support needed for scientific research in the Institute, and the research vessel *Baldo Kosić* was purchased. Also, the laboratory for marine research located on the premises of the marine aquarium was renovated. At the same time, the Institute strengthened its staffing by awarding scholarships for the specializations of its young assistants. The Institute then had strong connections and collaborated with many similar Mediterranean institutes, particularly with the Stazione Zoologica Anton Dohrn in Naples, Italy. Initially the scientific research work of the Institute was based only on plankton research. Later on, the arrival of botanists and work on the botanical garden intensified research on the vascular flora and vegetation of the Dubrovnik region. This was the set-up of the Biological Institute (Croatian: Biološki institut) when it joined the Institute of Oceanography and Fishery in Split as the Biological Institute (Croatian: Biološki zavod) in 1977. From 1993 until the end of 2005, the scientific centre in Dubrovnik functioned with two laboratories: the Laboratory of Plankton Ecology, and the Laboratory for the Ecology and Rearing of Marine Organisms. These were two of the overall ten laboratories of the Institute of Oceanography and Fishery Split-Dubrovnik. During this period, the Dubrovnik laboratories of the Institute of Oceanography and Fishery achieved some excellent scientific results. Even though the number of scientists in the Dubrovnik laboratories accounted for less than one third of the total number of scientists in the entire Institute, they contributed 40% of the overall scientific production of the Institute.

The process of joining the Dubrovnik laboratories of the Institute of Oceanography and Fishery to the University of Dubrovnik commenced with the Rulings passed on 2<sup>nd</sup> November 2005 by the Scientific Council of the Institute of Oceanography and Fishery, and on 4<sup>th</sup> November 2005 by the Board of

Directors. On 15<sup>th</sup> November 2005, the Senate of the University of Dubrovnik established the Institute for Marine and Coastal Research as part of its organization, and the Institute started to operate on 1<sup>st</sup> January 2006.

The activities of the Institute are basic and concern the research of natural features in the Adriatic Sea and its coastline, particularly research into the taxonomy and ecology of most planktonic groups and their size-fractions. The Institute carries out investigations of the structure and function of the coastal and open sea ecosystems. It also offers interpretation of scientific information in the service of developing and furthering the cooperation of research scientists with similar institutes and scientific groups, both nationally and abroad, education and cultural activity, as well as the provision of professional services to interested users.

The Institute, in accordance with scientific progress and economic opportunities, also develops other activities, such as: monitoring living marine and land resources, monitoring sea quality, experimental breeding of plant and animal species with the aim of acquiring fundamental knowledge, and studying the various stages of natural processes, maintenance and popularization of aquariums, maintenance and popularization of the Botanical Garden on Lokrum, the formation of scientific and specialised collections, as well as the organization of courses and lectures that reflect the Institute's fundamental activities.