

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

BIOLOŠKI ODSJEK

EPIZOIČKE ZAJEDNICE MORSKIH KRALJEŠNJAKA

EPIZOIC COMMUNITIES OF MARINE VERTEBRATES

SEMINARSKI RAD

Tina Zorić

Preddiplomski studij znanosti o okolišu

(Undergraduate Study of Environmental Science)

Mentorica: doc. dr. sc. Sunčica Bosak

Zagreb, 2018.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. BIOFILMOVI NA MORSKIM ORGANIZMIMA.....	2
3. ALGE KAO EPIZOIČKE ZAJEDNICE.....	2
3.1. Dijatomeje na morskim kralješnjacima.....	3
3.1.1. Dijatomeje na kornjačama.....	3
3.1.2. Dijatomeje na morskim sisavcima.....	5
3.2. Makroalge na morskim kralješnjacima.....	7
4. ŽARNJACI KAO EPIZOIČKE ZAJEDNICE.....	7
5. KOLUTIĆAVCI KAO EPIZOIČKE ZAJEDNICE.....	8
6. MEKUŠCI KAO EPIZOIČKE ZAJEDNICE.....	8
7. RAKOVI KAO EPIZOIČKE ZAJEDNICE.....	9
7.1. Rakovi vitičari.....	9
7.2. Ostali morski rakovi.....	10
8. RIBE PRILJEPUŠE KAO EPIZOIČKE ZAJEDNICE.....	11
9. ZAKLJUČAK.....	12
10. LITERATURA.....	13
11.SAŽETAK.....	17
12.SUMMARY.....	17

1. UVOD

Epibiont je organizam koji živi na površini nekog drugog organizma, nema štetan utjecaj na njega, već se njihov odnos može opisati kao neutralizam ili komenzalizam. Točnije, epibiont i njegov domaćin imaju neutralan odnos, odnos koji ne doprinosi, ali ni ne odmaže ni jednom ni drugom organizmu ili je pak od koristi za jedan organizam, a da pritom drugome ne šteti. Svojstva površine tijela imaju ključnu ulogu u većini interakcija morskih organizama. Često postoje neizravni učinci koji proizlaze iz interakcije s epibiontom u obliku promjena na površini domaćina. To je posebno važno za morske organizme i vodene ekosustave općenito jer utječe na nužne ekološke funkcije kao što su kretanje, apsorpcija sunčevog zračenja, unos hranjivih tvari i slično. Svojstva i funkcije površine organizma mogu se bitno mijenjati pod utjecajem epibiontskih zajednica. To može dovesti do znatnih promjena u interakciji između organizama koji nose epibionte i okoline, s posljedicama za relativnu sposobnost organizma domaćina, tzv. basibionta i njegovih interaktora. Epibioza može djelovati kao ekološka poluga preko tih neizravnih učinaka, uvelike pojačavajući ili ublažavajući biotički i abiotički stres (Wahl, 2008).

Epibiontski organizmi koji žive ne-parazitski na površini životinja nazivaju se epizoičkim organizmima. Primjeri takvih organizama su rakovi, mekušci, ribe priljepuše (*Echeneidae*), bakterije te razne alge koji žive na površinama većih morskih organizama poput kitova, dupina, lamantina i morskih kornjača. Upravo ovi morski kralješnjaci dobri su domaćini zbog iznimne veličine koju mogu dostići, pružajući epizoičkim zajednicama dovoljno prostora za njihov život. Općenito se epibionti mogu podijeliti na sesilne, semi-sesline i pokretne. Sesilni kada jednom zauzmu mjesto na tijelu domaćina, više ga ne mijenjaju. Semi-seslini kreiraju strukture, poput cijevi, koje pričvršćuju za tijelo domaćina, dok je jedinka unutar tih struktura pokretna. Pokretni epibionti se nikada ne pričvršćuju za domaćina i u svakom trenutku ga mogu napustiti (Wyneken i sur, 2013).

2. BIOFILMOVI NA MORSKIM ORGANIZMIMA

U vodenom mediju, biofilmovi na čvrstim površinama su česta pojava, a nalazimo ih i na vanjskoj površini tijela morskih organizama gdje utječu na protok informacija, energije i tvari. Imaju veliku ulogu u modulaciji interakcije domaćina s njegovom okolinom na način da ograničavaju količinu svjetlosti, plinova ili nutrijenata koji dolaze do domaćina (Wahl i sur, 2012).

Biofilmovi se razvijaju vrlo lako na čvrstim površinama ili u tekućem mediju, a sastoje se od jedne ili više vrsta bakterija. Slobodne bakterije, odnosno one koje su prisutne u moru, privučene su organskom tvari na površini organizma nakon čega dolazi do njihovog vezivanja i fizioloških promjena. Bakterije u biofilmovima komuniciraju intenzivnije, pokazuju intenzivniju enzimatsku aktivnost, rast i produkciju, a i lateralni prijenos gena je u ovakvoj zajednici brži (Wahl i sur, 2012).

Sastav epibiotskih bakterijskih zajednica na morskim organizmima je pod utjecajem povremenih promjena u okolišu, no pojedine bakterije su neprestano prisutne na određenim morskim organizmima i ne nalaze se slobodne u stupcu vode niti na drugim organizmima. Različiti biofilmovi razlikuju se po svojoj fizičkoj strukturi, funkciji i metaboličkoj aktivnosti, pa tako svaki biofilm različito djeluje na domaćina. Također, razlikuju se i po gustoći ali i vrstama bakterijskih zajednica. Općenito, predstavljaju fizičku barijeru između organizma i okoliša što može biti pozitivno kada se radi o faktorima koji mogu potencijalno nauditi organizmu domaćinu poput toksina patogena ili UV zračenja. Način na koji biofilmovi funkcioniraju još uvijek nije u potpunosti poznat i radi se na otkrivanju osobina ovih zadivljujućih bakterijskih udruženja (Wahl i sur, 2012).

3. ALGE KAO EPIZOIČKE ZAJEDNICE

U alge ubrajamo raznolike skupine fotosintetskih autotrofnih organizama koji predstavljaju glavne primarne proizvođače u morskim ekosustavima. Mogu biti različitih veličina, od vrlo sitnih jednostaničnih mikroalgi, promjera stanice manjeg od jednog milimetra, pa do višestaničnih makroalgi koje mogu doseći duljinu i od 100 metara. Prema tipu staništa, alge se dijele na planktonske i bentičke, a bentičke alge, u koje spadaju sve makroalge, se zatim klasificiraju prema tipu podloge na kojoj žive. Tu nailazimo na epizoičke alge, odnosno one koje žive na životinjama.

3.1. Dijatomeje na morskim kralješnjacima

Dijatomeje ili alge kremenjašice su jednostanični fotosintetski organizmi čije je osnovno obilježje stanična stijenka od organskog matriksa i silicija zvana frustula. Kao razred svrstane su u skupinu Stramenopiles unutar klastera SAR. Sveprisutne su u morskim i slatkovodnim staništima, stoga ne čudi što njihovo proučavanje seže daleko u prošlost sve do otkrića mikroskopa (Not i sur, 2012).

Frustula dijatomeja sastoji se od dva dijela, dviju teka, jedne veće zvane epiteka i jedne manje zvane hipoteka. Svaka teka sastoji se od valve i više kopula, a sve kopule zajedno čine pojas ili mantelum. Valve se sastoje od središnjeg glatkog dijela ili anulusa, te areola, pora koje omogućuju komunikaciju između citoplazme i okoliša. Areole čine redove ili strije, a između njih nalaze se zadebljanja, rebra ili costae. Rafidne penatne dijatomeje sadrže longitudinalnu pukotinu koja se naziva rafa i može biti na različitim mjestima na valvi. Pretpostavlja se da se kroz rafu izlučuje sluz koja omogućuje kretanje ili pričvršćivanje za supstrat, što je vrlo bitno kod epizoičkih dijatomeja jer se na taj način mogu održati na površini životinje (Cox, 2014).

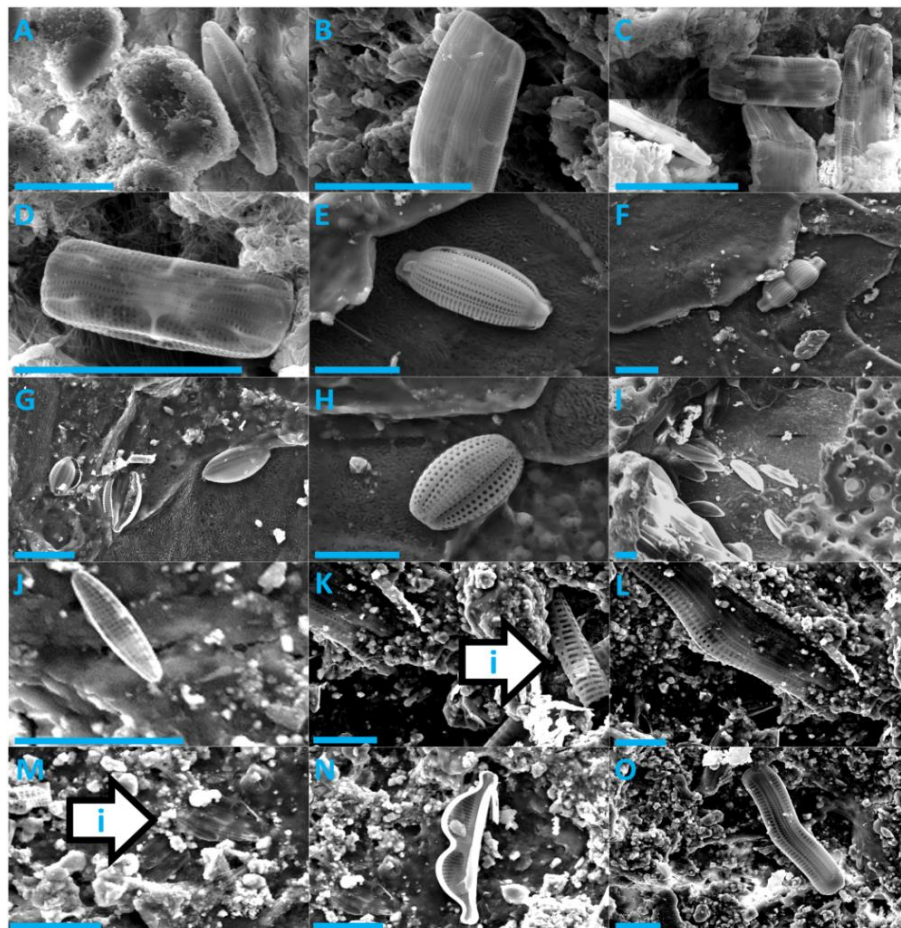
3.1.1. Dijatomeje na kornjačama

Morske kornjače široko su rasprostranjeni organizmi u umjerenim i tropskim morima. Njihov karapaks, tj. leđni dio oklopa, često je koloniziran različitim algama, ali dijatomeje se mogu naći i na koži kornjača, sudeći po dosadašnjim istraživanjima u kojima su uzorci uzimani s područja vrata, područja oko očiju i usta, peraja, te analnog područja. Dosadašnja istraživanja dijatomeja na kornjačama su sva taksonomske prirode. Cilj im je prije svega odrediti koje su vrste prisutne kako bi ih kasnije mogli uspoređivati međusobno ali i s onim vrstama na drugim morskim organizama poput kitova.

Uzorkovanjem karapaksa pacifičke maslinaste želve (*Lepidochelys olivacea*) 2015. godine otkrivene su dvije vrste dijatomeja koje nalazimo samo na morskim kornjačama, a to su *Chelonicola costaricensis* Majewska, De Stefano & Van de Vijver i *Poulinea lepidochelicola* Majewska, De Stefano & Van de Vijver (Majewska i sur, 2015). Iste godine opisana je *Tursiocola denysii* Frankovich & Sullivan koja je otkrivena uzorkovanjem glavate želve (*Caretta caretta*) u području vrata (Frankovich i sur, 2015a). Godinu kasnije opisana je vrsta *Medlinella amphoroidea* Frankovich, Ashworth & Sullivan koja je također otkrivena uzorkovanjem vrata glavate želve (Frankovich i sur, 2016). Osim ovih dijatomeja na morskim

kornjačama možemo naći i vrste poput *Cocconeis sp.*, *Amphora sp.*, *Achnanthes sp.*, *Navicula sp.*, *Diploneis sp.* i *Nitzchia sp.* i to na, uz već navedene, i drugim vrstama kornjača poput goleme želve (*Chelonia mydas*), karetno želve (*Eretmochelys imbricata*), ravnoleđe želve (*Natator depressus*), kempijeve želve (*Lepidochelys kempii*) i sedmopruge usminjače (*Dermochelys coriacea*). Većina vrsta koje nalazimo na morskim kornjačama nisu obligatni epibionti, već ih nalazimo slobodne u planktonu i bentosu (Robinson i sur, 2016). Neke od navedenih dijatomeja prikazane su na Slici 1.

Postavlja se pitanje, na koji način se dijatomeje prenose između jedinki s obzirom da se mlade kornjače izlijeću iz jaja na kopnu pri čemu ne dolaze u fizički kontakt sa svojim roditeljima. Ako se ipak prenose fizičkim kontaktom, mogli bi zaključiti kako starije kornjače imaju bogatije zajednice dijatomeja na svojim tijelima. To je hipoteza koju bi trebalo istražiti.

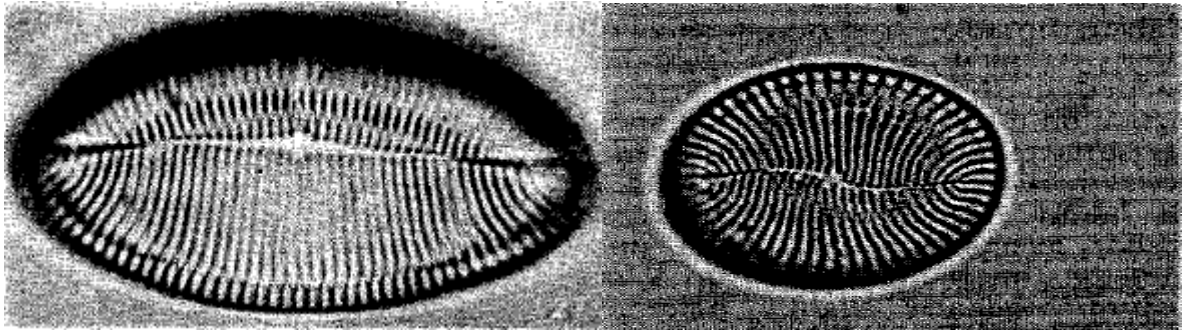


Slika 1. SEM fotografija epizoičkih dijatomeja pronađenih na sedmoprugoj usminjači, glavatoj želvi i pacifičkoj maslinastoj želvi: A-*Navicula sp.*, B,C,D-*Tursiocola sp.*, E,F,G,H-*Amphora sp.*, I- *Diploneis sp.*, J- *Nitzchia sp.*, K-dio frustule *Achnanthes sp.*, M-*Poulinea sp.*, N-*Amphora sp.*, O-*Achnanthes sp.* (mjerilo: 10 μ m) (preuzeto i prilagođeno iz Robinson i sur, 2016).

3.1.2. Dijatomeje na morskim sisavcima

Kolonije dijatomeja na koži kitova proučavali su mnogi znanstvenici. Već 1900-tih godina predloženo je da su žute ili smeđe prevlake na koži ovih morskih sisavaca posljedica dijatomejske kolonizacije (Holmes, 1985). Prilikom pregledavanja južnog čelastog kita (*Hyperoodon planifrons*) uočena je neuobičajena boja kože za ovu vrstu. Umjesto uobičajene sivkaste boje, leđa ovog kita bila su žuto-smeđe boje, a peraje nešto svjetlije, ali ipak prekrivene kolonijama dijatomeja. Uočeno je da se mladunci razlikuju po boji od odraslih jedinki, vjerojatno zato što ih dijatomeje nisu stigle kolonizirati u tolikoj mjeri kao odrasle jedinke (Clarke, 2005). Slične prevlake uočene su i na kitu perajaru (*Balaenoptera physalus*) i plavetnom kitu (*Balaenoptera musculus*), te je utvrđeno da je riječ o dijatomejama (Holmes, 1985). Epizoičke dijatomeje pojavljuju se i na koži malih kitova poput La Plata riječnog dupina (*Pontoporia blainvillei*), Dalijeve pliskavice (*Phocoenoides dalii*), obalnog dupina (*Phocoena phocoena*) i oceanskog dupina (*Lagenorhynchus obliquidens*). Na ovim vrstama kolonije dijatomeja ne prekrivaju cijelo tijelo već su nađene većinom na glavi i urogenitalnom području.

Kao najčešća vrsta dijatomeje na promatranim životinjama istaknula se *Bennettella ceticola* (Nelson ex Bennet) Holmes. Općenito, rodovi *Bennettella* i *Epipellis* opisani su kao epizoički rodovi na kitovima 1985. godine. Osim već navedene, najčešće vrste, tu se još nalaze vrste *Bennettella wheeleri* (Hart) Holmes, *Bennettella constricta* (Nemoto) Holmes i *Epipellis oiketis* Holmes. Do tada ove vrste bile su pogrešno svrstane u rod *Cocconeis* zbog određenih sličnosti sa vrstama koje pripadaju tom rodu kao što su: jedna valva konveksna i bez rafe, druga valva konkavna i posjeduje rafu, konkavna valva sa rafom prihvaća se za supstrat. Međutim, kasnije je uočeno kako epizoičke dijatomeje pronađene na kitu ipak imaju određene karakteristike koje ostali pripadnici roda *Cocconeis* nemaju. Primjerice, valva bez rafe kod vrsta svrstanih u rod *Bennettella* ima cjelovite strije, a prisutan je samo mali ovalni otvor na ovoju valve, a posebnost vrsta iz roda *Epipellis* je izmjena lateralnih poprečnih produžetaka interstrija pa odaje dojam pocijepanosti stanice što se može vidjeti na Slici 2 (Holmes, 1985).



Slika 2. SEM fotografija: *Bennettella wheeleri* (lijevo) i *Epipellis oiketis* (desno) (preuzeto i prilagođeno iz Holmes, 1985).

Tri nova roda, *Epiphalaina*, *Tursiocola* i *Tripterion* opisana su 1993. godine sa vrstama *Epiphalaina aleutica* (Nemoto) Holmes, Nagasawa & Takano i *Tursiocola olympica* (Hustedt) Holmes, Nagasawa & Takano, *Tripterion kalamensis* Holmes, Nagasawa & Takano. Navedene vrste otkrivene na Dalijevoj pliskavici mogu biti smeđe, zeleno-smeđe, ponekad crveno-narančaste boje. *Tursiocola* i *Epiphalaina* pričvršćene su za kita na način da jedan kraj frustule prodire u kožu, *Bennettella* i *Epipellis* priljubljene su uz kožu cijelom površinom valve, a *Tripterion kalamensis* usidri se u epidermu stalkom od organske tvari (Holmes i sur, 1993). Opisane vrste rijetko se pojavljuju u bentičkim uzorcima zbog čega se pretpostavlja da se prenose fizičkim kontaktom jedinki (Nagasawa, 1993).

Epizoičke dijatomeje pronađene su i na sjevernoameričkim lamantinima (*Trichechus manatus*). Opisane su tri nove vrste: *Tursiocola ziemanii* Frankovich & M.J. Sullivan, *Tursiocola varicopulifera* Frankovich & M.J. Sullivan i *Tursiocola costata* Frankovich & M.J. Sullivan. Na koži lamantina nije pronađena niti jedna vrsta dijatomeja ranije opisana kao epibiont kitova i dupina, a prisutnost novootkrivenih vrsta na lamantinima dovodi do pretpostavke da je za razvoj ovih dijatomeja potreban poseban okoliš. Navedene epizoičke dijatomeje podnose veliki raspon saliniteta s obzirom da sjevernoamerički lamantini migriraju iz slatkih u slane vode. Postavlja se pitanje jesu li ove vrste prisutne isključivo kao epibionti na lamantinima. Da bi na njega mogli odgovoriti trebali bi uzorkovati i ostale morske životinje (Frankovich i sur, 2015b).

3.2. Makroalge na morskim kralješnjacima

Najviše je istraživanja epizoičkih makroalgi na morskim kornjačama. Njihov karapaks pruža stanište kako mikro tako i makroalgama, ali i drugim epizoičkim zajednicama. Još 1999. godine opisano je 37 vrsta algi koje žive na glavatoj želvi uzorkovanoj na obalama Meksika (Senties i sur, 1999). Zatim je od 2000. do 2004. godine otkriveno i opisano još 12 vrsta makroalgi, epibionata glavatih želvi u SAD-u, a još 28 vrsta opisano je u Omanu. Na glavatim želvama u Atlantskom oceanu pronađene su 33 vrste, a na onima u Sredozemnom moru pronađeno je 20 vrsta makroalgi (Battelli i sur, 2016). Osim glavate želve uzorkovana je i golema želva na kojoj su također primjećene epizoičke makroalge (Abel Senties i sur, 1999).

Uglavnom se radi o malim, filamentoznim algama budući da se njihov „supstrat“ neprestano kreće čime se mijenja temperatura i količina svjetlosti koja im je prijeko potrebna za fotosintezu (Abel Senties i sur, 1999). Kao najčešća vrsta ističe se *Polysiphonia carettia*, crvena alga, nježne teksture koja je za karapaks pričvršćena kratkim, jednostaničnim, prstolikim rizoidima (Battelli i sur, 2016).

Spominje se i pronalazak makroalgi na kitovima. Prvenstveno se radi o zelenim algama koje su nađene u području u blizini usta (Foskolos i sur, 2017).

4. ŽARNJACI KAO EPIZOIČKE ZAJEDNICE

Na glavatoj želvi, kao epibionti, mogu se pronaći i žarnjaci i to razredi Hydrozoa i Anthozoa, odnosno obrubnjaci i koralji. Žarnjaci su seslini epibionti, koji kada se jednom pričvrste za tijelo kornjače više se ne premještaju. Uzorkovanjem glavatih želvi na obalama SAD-a pronađene su čak četiri vrste obrubnjaka i to *Halocordyle disticha*, *Hydractinia echinata*, *Obelia dichotoma* i *Tubularia crocea*. Koralji su bili nešto brojniji, naime pronađeno je šest vrsta: *Aiptasia pallida*, *Anemonia sargassiensis*, *Bunodosoma cavernata*, *Calliactis tricolor*, *Halliplanella luciae* i *Leptogorgia virgulata*. Odnos između epizoičkih žarnjaka i kornjača, na žalost još uvijek nije razjašnjen (Frick i sur, 1998).

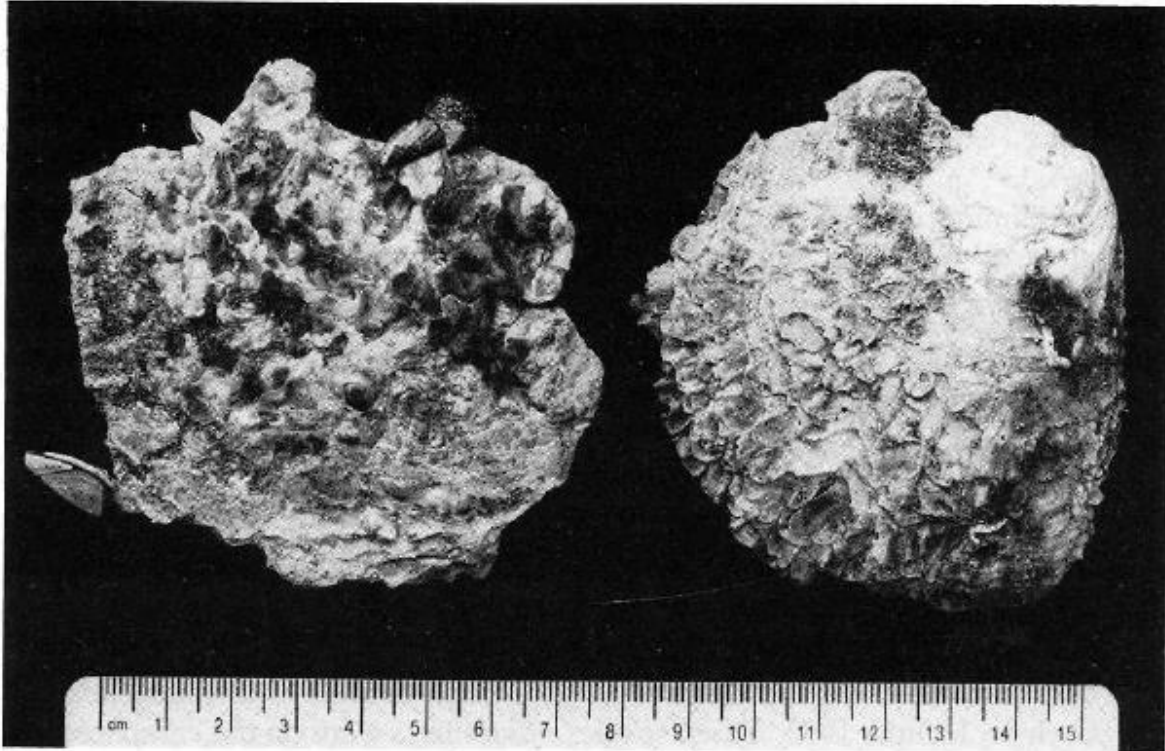
5. KOLUTIĆAVCI KAO EPIZOIČKE ZAJEDNICE

Kolutićavci (Annelida) uočeni su kao epizoičke zajednice morskih kornjača. Pripadnici razreda mnogočetinaša (Polychaeta) i pijavica (Hirudinea) pronađeni su uzorkovanjem glavate želve. Neki mnogočetinaši tvore cijevi od kalcijevog karbonata koje onda pričvrste za tijelo kornjače kao npr. *Serpula vermicularis*, dok drugi mogu tvoriti cijevi od zrnaca pijeska ili fragmenata ljuštura školjkaša kao npr. *Sabellaria vulgaris* i *Sabellaria floridensis*. Mnogočetinaši poput vrsta *Syllis spongicola*, *Nereis falsa* i *Podarke obscura* ne grade cijevi, već se slobodno kreću po tijelu kornjače (Frick i sur, 1998, Habdija i sur, 2011).

Pijavice *Ozobranchus margo* i *Ozobranchus branchiatus* česti su epibionti morskih kornjača. Na jednoj kornjači može biti više od sto jedinki. Pronađene su na glavatim želvama i golemim želvama u području peraja. Navedene pijavice se u mnogo radova naziva parazitima morskih kornjača, a ne njihovim epibiontima budući da odnos između njih nije nipošto neutralan, već pijavica preživljava hraneći se krvlju kornjače. Otkriveno je i kako pijavice uzrokuju lezije na koži kornjače, povrede očiju, razvoj tumora ili pak zarazu virusom herpesa, a ponekad čak i smrt (Rodenbusch i sur, 2012).

6. MEKUŠCI KAO EPIZOIČKE ZAJEDNICE

Epibionti na morskim kornjačama mogu biti različiti školjkaši i puževi. Školjkaši (Bivalvia) su sesilni epibionti i pronađeni su na glavatoj želvi, karetnoj želvi, pacifičkoj maslinastoj želvi (*Lepidochelys olivacea*) i golemoj želvi. Najviše se ističe *Ostrea edulis* ili kamenica, prikazana na Slici 3, koja je pronađena u najvećem broju na istraživanim kornjačama, a ona je i najveća od svih pronađenih epizoičkih školjkaša. Iznimno su čvrsto prihvaćene za karapaks kornjače i vrlo ih je teško skinuti, čak i uz najveći napor dijelovi ljuštura ipak ostanu na karapaksu (Frazier i sur, 1985).



Slika 3. Lijeva i desna ljuštura kamenice (*Ostrea edulis* L.) sa glavate želve *Caretta caretta* (preuzeto i prilagođeno iz Frazier i sur, 1985).

Osim školjkaša na navedenim kornjačama pronađeno je i pet vrsta morskih puževa (Gastropoda), a u daljnjim istraživanjima otkriveno je i više vrsta koji žive na morskim kornjačama. Puževi su pokretni epibionti, stoga mogu mijenjati položaj na tijelu kornjače (Wyneken i sur, 2013). Mogu imati kućicu ili biti bez nje. Oni s kućicom, poput *Crepidula fornicata* i *Crepidula plana*, su većinom vrlo sitni i smještaju se u uske prostore između drugih epizoičkih zajednica. Puževi bez kućice mogu narasti nešto veći, a pronađeni su *Doriopsilla phalpa*, *Doris verrucosa* i *Cratena pilata* (Frick i sur, 1998).

7. RAKOVI KAO EPIZOIČKE ZAJEDNICE

7.1. Rakovi vitičari

Poznato je više vrsta rakova vitičara (Cirripedia) koji su prisutni kao epibionti na kitovima, dupinima, morskim kornjačama, a pronađeni su i na morskim zmijama. Na kitovima i dupinima vitičari se obično nalaze pričvršćeni za prednje peraje ili dorzalnu peraju, a neki se mogu naći u području oko usta te rijetko po ostatku tijela. Još 1828. godine na

pravim kitovima (*Eubalaena glacialis*) primijećene su tri vrste: *Coronula diadema*, *Coronula reginae* i *Cetopirus complanatus* (Van Waerebeek i sur, 1828). Vrsta prisutna na velikim pliskavicama i crnom dupinu je *Xenobalanus globicipitis*. Zanimljivo je kako je ova vrsta u oba slučaja pronađena isključivo na perajama. Na kitovima su česti epibionti *Balaenoptera musculus* i *Balaenoptera borealis* (Karuppiah i sur, 2004). Prošle godine na Cuvierovom kljunastom kitu (*Ziphius cavirostris*) po prvi puta je kao epibiont pronađen vitičar *Conchoderma auritum*. Bio je pričvršćen u području usta, a nekoliko jedinki pronađeno je pričvršćeno po ostatku tijela (Foskolos i sur, 2017).

Morske kornjače, također su vrlo često kolonizirane vitičarima i gotovo da nema dijela tijela gdje se oni ne pričvršćuju. Proučavane su epizoičke zajednice na glavatoj želvi i golemoj želvi i nađen je velik broj različitih vrsta rakova vitičara, na jednoj kornjači znale su biti prisutne više od tri različite vrste (Bugoni i sur, 2001). Najčešće porodice su *Chelonibidae*, *Lepadidae*, *Platylepadidae* i *Balanidae*. Za tijelo kornjače pričvršćeni su na različite načine. Neke vrste na rubu oklopa imaju ornamente koji prodru ili uštipnu kožu kornjače i tako se ustabile. Drugi pak prodiru u kožu kornjače toliko duboko, ponekad i do kosti, a kornjačino tijelo ih obloži vezivnim tkivom i tako učvrsti (Karaa i sur, 2012). Vrlo često vitičari uzrokuju lezije na mekim dijelovima tijela kornjača (Bugoni i sur, 2001). Na pacifičkoj maslinastoj želvi, 2012. godine po prvi puta je pronađena vrsta *Stephanolepas muricata* (Sosa Cornejo i sur, 2012).

Prilikom uzorkovanja morskih zmija u području Pacifika, kao epibionti pronađene su vrste *Lepas anatifera* i *Conchoderma virgatum* (Pfaller i sur, 2012).

7.2. Ostali morski rakovi

Osim vitičara, kao epibionti na morskim kralješnjacima mogu se naći i pripadnici razreda Malacostraca. Na morskoj zmiji *Pelamis platurus* pronađeni su rakovi iz reda Decapoda i to čak dva podreda, Caridea i Brachyura. Navedena morska zmija je jedina morska zmija koju možemo naći u pelagijalu toplih tropskih mora, a često se može vidjeti na komadima drveća ili drugih otpadaka koji plutaju na površini oceana gdje u zasjedi čeka plijen. Epizoički rakovi pronađeni na morskoj zmiji svi su bili u ličinačkoj fazi. Zbog toga se pretpostavlja da rakovi koriste površinu zmije kako bi sigurno prošli metamorfozu, budući da se ličinke ovih rakova mogu naći i na različitim otpacima na površini mora. Ekološki faktori

koji bi mogli potaknuti simbiozu su zaštita rakova od predatora ili pak ličinke rakova mogu pomoći zmijski riješiti se neželjenih parazita (Pfaller i sur, 2012).

Na morskim kornjačama može se naći iznimno velik broj vrsta rakova. Osim već spomenutih rakova vitičara na glavatoj želvi su pronađeni rakovi iz redova Decapoda, Tanaidacea, Isopoda, te najviše vrsta iz roda Amphipoda (Frick i sur, 1998). Na pacifičkoj maslinastoj želvi pronađeni su, također, predstavnici roda Amphipoda i to *Podocerus chelonophilus*, te *Gammarus sp.* i *Planes mayor* koje ubrajamo u red Decapoda (Sosa-Cornejo i sur, 2012).

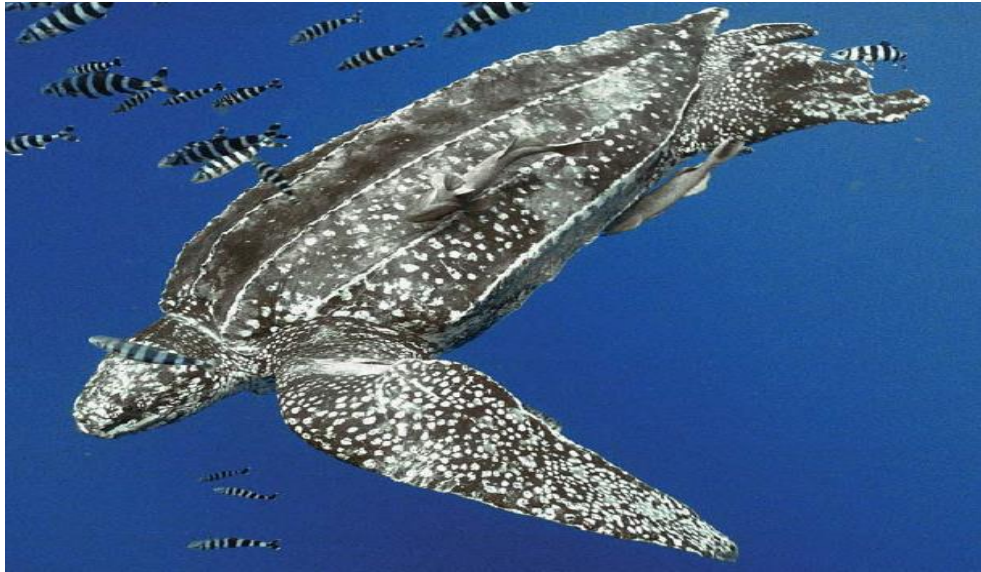
Na koži lamantina pronađene su jedinke iz reda Tanaidacea i to vrsta *Hexapleomera robusta* koju se može naći i na morskim kornjačama. Ovaj sitni rak formira strukture poput cijevi kojima se pričvrsti za kožu sjevernoameričkog lamantina. Pronađeni su na različitim dijelovima tijela, ali uglavnom uzduž kralježnice i na kaudalnom dijelu te ponekad na bočnim stranama tijela. Zanimljivo je da su te cijevaste strukture kod nekih lamantina pronađene uklopljene u zajednice rakova vitičara. Pretpostavlja se da se rak hrani česticama hrane koje se oslobode u vodu prilikom hranjenja lamantina (Morales-Vela i sur, 2008).

8. RIBE PRILJEPUŠE KAO EPIZOIČKE ZAJEDNICE

Ribe priljepuše (*Echeneidae*) su porodica riba iz reda grgečki (Perciformes), a poznato je ukupno osam vrsta. Žive u tropskim i subtropskim morima i to kao obligatni epibionti na ostalim morskim kralješnjacima poput drugih riba koštunjača, hrskavičnjača, morskih kornjača, kitova i lamantina, zbog toga što su vrlo loši plivači. Imaju adhezivni disk na dorzalnoj strani tijela koji izgleda poput nabrane ploče. Priljublivanjem tog diska uz domaćina stvara se vakuum kojeg je vrlo teško oslabiti. Vrsta *Echeneis neucrates* pronađena je na više različitih vrsta morskih kralješnjaka, dok je vrsta *Remora australis* isključivo epibiont kitova. Na kornjačama se javlja uz vrstu *Echeneis neucrates* i vrsta *Remora remora* koju se može vidjeti na Slici 4. (Sazima i sur, 2006).

Morski kralješnjaci pružaju priljepušama zaštitu od predatora, omogućuju brže kretanje, bolji reproduktivni potencijal, bolju ventilaciju škrge, lakši pronalazak hrane, a priljepuše se hrane drugim organizmima koji se mogu naći pričvršćeni za morske kralješnjake, bilo da se radi o parazitima ili drugim epizoičkim zajednicama, i na taj način čiste svoje domaćine (Fertl, 2006, Sazima i sur, 2006). Negativne strane prisutnosti ovih epibionata su iritacija kože

koju uzrokuju, a otežavaju i plivanje domaćinu zbog čega je ponekad potrebna i ljudska intervencija kako bi se omogućilo normalno kretanje basibionata (Weihs, 2007).



Slika 4. *Dermochelys coriacea* sa priljepušama (*Remora remora*) na plastronu i karapaksu (preuzeto i prilagođeno iz Sazima i sur, 2006).

9. ZAKLJUČAK

Epizoičke zajednice morskih kralješnjaka zaista su raznolike. To mogu biti različite mikro i makro alge, beskralješnjaci, ali i kralješnjaci. Još uvijek nije u potpunosti odgonetnut odnos basibionta i epibionta, kao ni način na koji epibionti biraju određene domaćine za svoj život, budući da su neki obligatno prisutni na točno određenim vrstama kralješnjaka. Intrigantan je način na koji se epizoičke zajednice prenose na mlade jedinke, posebno kada je riječ o morskim kornjačama, budući da se mladi izlijevaju iz jaja na kopnu.

Svjesnost o postojanju epibionata mogla bi biti od koristi i svakako se ne bi trebala zanemariti prilikom istraživanja ekologije morskih kralješnjaka. Oni svojom prisutnošću utječu na interakciju između domaćina i okoline i samim time mogu utjecati na biotički i abiotički stres morskih kralješnjaka (Wahl, 2008). Mogao bi se i pobliže razmotriti odnos epibionata i basibionata i utvrditi je li on zaista neutralan ili ponekad prelazi u parazitizam, budući da postoje slučajevi u kojima epibiont izaziva kod domaćina neke neželjene posljedice.

10. LITERATURA

- Abel Senties G, Espinosa-Avalos J, Zurita JC (1999). Epizoic algae of nesting sea turtles *Caretta caretta* (L.) and *Chelonia mydas* (L.) from the Mexican Caribbean. *Bulletin of Marine Science* **64**: 185-188.
- Baez JC, Caminas JA, Valerias J, Conde F, Flores-Moya A (2002). Preliminary Check-List of the Epizootic Macroalgae Growing on Loggerhead Turtles in the Western Mediterranean Sea. *Marine Turtle Newsletter* **98**: 1-2.
- Baez JC, Caminas JA, Valeiras J, Conde F, Flores-Moya A (2001). First record of the epizoic red seaweed *Polysiphonia caretta* Hollenberg in the Mediterranean sea. *Acta Botanica Malacitana* **26**: 197-201.
- Battelli C, Rindi F (2016). First report of the epizoic red alga *Polysiphonia caretta* (Hollenberg, 1971) on the loggerhead turtle *Caretta caretta* in the Adriatic Sea. *Acta Adriatica* **57**: 173-178.
- Bugoni L, Krause L, de Almeida AO, de Padua Bueno AA (2001). Commensal Barnacles of Sea Turtles in Brazil. *Marine Turtle Newsletter* **94**: 7-9.
- Clarke R (2005). A southern bottlenose whale examined in the Antarctic. *Lajam* **4**: 83-96.
- Cox EJ (2014). Diatom identification in the face of changing species concepts and evidence of phenotypic plasticity. *Journal of Micropalaeontology* **33**: 111–120.
- Denys L, De Smet WH (2010). *Epipelis oiketis* (Bacillariophyta) on the harbor porpoises from the North sea channel (Belgium). *Polish Botanical Journal* **55**: 175-182.
- Fertl D, Landry Jr. AM (2006). Sharksucker (*Echeneis naucrates*) on a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and a review of other cetacean-remora associations. *Marine Mammal Science* **15**: 859-863.
- Foskolos I, Tourgeli Provata M, Frantzis A (2017). First record of *Concoderma auritum* (Cirripedia:Lepadidae) on *Ziphus cavirostris* (Cetacea: Ziphiidae) in Greece. *Annales Series Historia Naturalis* **27**: 29-34.

- Frankovich TA, Ashworth MP, Sullivan MJ, Vesela J, Stacy NI (2016). *Medlinella amphoroidea* gen. et sp. nov. (Bacillariophyta) from the neck skin of Loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *Phytotaxa* **272**: 101-114.
- Frankovich TA, Sullivan MJ, Stacy NI (2015a). *Tursiocola denysii* sp. nov. (Bacillariophyta) from the neck skin of Loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *Phytotaxa* **234**: 227-236.
- Frankovic TA, Sullivan MJ, Stacy NI (2015b). Three New Species of *Tursiocola* (Bacillariophyta) from the Skin of the West Indian Manatee (*Trichechus manatus*). *Phytotaxa* **204**: 33-48.
- Frick MG, Williams K, Robinson M (1998). Epibionts Associated with Nesting Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*) in Georgia, USA. *Herpetological Review* **29**: 211-214.
- Frick MG, Williams KL, Veljacic DC (2002). New records of epibionts from loggerhead sea turtles *Caretta caretta* (L.). *Bulletin of Marine Science* **70**: 953-956.
- Guerrero-Ruiz M, Jorge Urban R (2000). First report of remoras on two killer whales (*Orcinus orca*) in the Gulf of California, Mexico. *Aquatic mammals* **26**: 148-150.
- Habdija I, Prime Habdija B, Radanović I, Špoljar M, Matoničkin Kepčija R, Vujčić Karlo S, Miliša M, Ostojić A, Sertić Perić M (2011). Protista-Protozoa Metazoa-Invertebrata. ALFA, Zagreb.
- Holmes RW, Nagasawa S, Takano H (1993). The Morphology and Geographic Distribution of Epidermal Diatoms of the Dall's Porpoise (*Phocoenoides dalii* True) in the Northern Pacific Ocean. *Bulletin of the National Science Museum* **19**: 1-18.
- Holmes RW (1985). The morphology of diatoms epizoic on cetaceans and their transfer from Cocconeis to two new genera, Bennettella and Epipellis. *British Phycological Journal* **20**: 43-57.
- Karaa S, Jribi I, Bouain A, Bradai MN (2012). The Cirripedia associated with Loggerhead Sea Turtles, *Caretta caretta*, in the Gulf of Gabes, Tunisia. *Cahiers de Biologie Marine* **53**: 169-176.
- Karuppiyah S, Subramanian A, Obbard JP (2004). The barnacle *Xenobalanus globicipitis* (Cirripedia, Coronulidae) attached to the bottle-nose dolphin, *Tursiops truncatus* (Mammalia, Cetacea) on the southeastern coast of India. *Crustaceana* **77**: 879-894.

- Kovačev A (2014). Zanimljiv svijet morskih algi. *Bioteka.hr*
- Lucero SO, Gariboldi MC, Bauni V, Meluso JM, del Castillo D, Agnolin FC, Bogan S (2018). Stranded humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) (Cetacea: Balaenopteridae) in Parana River Delta, Buenos Aires Province, Argentina. Comments on the occurrence of marine mammals in the La Plata River Basin. *Papeis Avulsos de Zoologia* **58**: 1-8.
- Majewska R, Kociolek JP, Thomas EW, de Stefano M, Santoro M, Bolanos F, van de Vijver B (2015). *Chenicola* and *Poulinea*, two new gomphonemoid diatom genera (Bacillariophyta) living on marine turtles from Costa Rica. *Phytotaxa* **233**: 236-250.
- Morales-Vela B, Suarez-Morales E, Padilla-Saldivar J, Heard RW (2008). The tanaid *Hexapleomera robusta* (Crustacea: Peracarida) from the Caribbean manatee, with comments on other crustacean epibionts. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **88**: 591-596.
- Nagasawa S (1993). Cetacean Diatoms from Sediments at Otsuchi, Iwate-ken, Japan. *Bulletin of the National Science Museum* **19**: 91-97.
- Nagasawa S, Holmes RW, Nemoto T (1990). The morphology of the cetacean diatom genus *Pulmosigma nemoto*. *Scientific Reports of the Cetacean Research* **1**: 85-91.
- Not F, Siano R, Kooistra WHCF, Simon N, Vaultot D, Probert I (2012). Diversity and Ecology of Eucaryotic Marine Phytoplankton. *Advances in Botanical Research* **64**: 1-52.
- Pfaller JB, Frick MG, Brischoux F, Sheehy CM, Lillywhite HB (2012). Marine Snake Epibiosis: A Review and First Report of Decapods Associated with *Pelamis platurus*. *Integrative and Comparative Biology* **52**: 296-310.
- Robinson NJ, Majewska R, Lazo-Wasem EA, Nel R, Paladino FV, Rojas L, Zardus JD, Pinou T (2016). Epibiotic Diatoms Are Universally Present on All Sea Turtle Species. *Plos One* **11**: 1-8.
- Rodenbusch CR, Marks FS, Wageck Canal C, Reck J (2012). Marine leech *Ozobranchus margo* parasitizing loggerhead turtle (*Caretta caetta*) in Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria* **21**: 301-303.
- Sazima I, Grossman A (2006). Turtle riders: remoras on marine turtles in Southwest Atlantic. *Neotropical Ichthyology* **4**: 123-126.

- Scarff JE (1986). Occurrence of the barnacles *Coronula diadema*, *C. reginae* and *Cetopirus complanatus* (Cirripedia) on right whales. *Science Report of the Whales Research Institute* **37**: 129-153.
- Sosa-Cornejo I, Montano-Valdez DI, Bucio-Pacheco M, Enciso-Saracho F, Sanchez-Zazueta JG, Fierros-Perez E (2012). Determination of Epibionts of the Marine Turtle *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) Nesting in Ceuta Beach, Sinaloa, Mexico. *Journal of Agricultural Science and Technology* **2**: 1190-1194.
- Sweeney JC, Ridgway H (1975). Common Diseases of Small Cetaceans. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **167**: 533-540.
- Tiffany MA (2011). Epizoic and Epiphytic Diatoms. *Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology* **19**: 195-209.
- Van Waerebbek K, Reyes JC, Alfaro J (1993). Helminth parasites and phoronts of dusky dolphins *Lagenorhynchus obscurus* (Gray, 1828) from Peru. *Aquatic Mammals* **19**: 159-169.
- Wahl M, Goecke F, Labes A, Dobretsov S, Weinberger F (2012). The second skin: ecological role of epibiotic biofilms on marine organisms. *Frontiers in microbiology* **3**: 1-21.
- Wahl M (2008). Ecological lever and interface ecology: epibiosis modulates the interactions between host and environment. *The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research* **24**: 427-438.
- Weihls D, Fish FF, Nicastro AJ (2007). Mechanics of remora removal by dolphin spinning. *Marine Mammal Science* **23**: 707-714.
- Wu SC, Bergey EA (2017). Diatoms on the carapace of common snapping turtles: *Luticola* spp. dominate despite spatial variation in assemblages. *Plos One* **12**: 1-11.
- Wyneken J, Lohmann KJ, Musick JA (2013). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, London.

11. SAŽETAK

Epibiontski organizmi koji žive ne-parazitski na površini životinja nazivaju se epizoički organizmi. Omiljeni domaćini takvih organizama su veliki morski kralješnjaci poput kitova, dupina, morskih kornjača i lamantina, no i morske zmije. Dijatomeje kao epizoičke zajednice uočene su na morskim kornjačama i morskim sisavcima poput kitova i lamantina. Zanimljivo je da su neke dijatomeje nađene isključivo kao obligatni epibionti i da te vrste ne nalazimo slobodne u planktonu ili bentosu. Zbog toga se postavlja pitanje na koji način se one prenose sa starijih jedinki na mlađe, je li u pitanju fizički kontakt ili pak neki drugi način prijenosa. Makroalge su također primjećene na kornjačama i kitovima i to većinom one male i filamentozne. Žarnjaci, kolutićavci i mekušci česti su epibionti morskih kornjača, osobito glavate želve. Rakovi su kao epizoičke zajednice vrlo raznoliki, a najčešći su svakako rakovi vitičari. Mogu se naći osim na morskim kornjačama, na kitovima, dupinima, lamantinima, pa čak i na morskim zmijama. Ribe priljepuše obligatni su epibionti na drugim morskim kralješnjacima jer su same vrlo loši plivači. Epibionti utječu na interakciju između domaćina i njegove okoline i kao takvi se ne bi trebali zanemarivati.

12. SUMMARY

Epibiotic organisms who live nonparasitically on the exterior of animals are called epizoic organisms. Their favourite hosts are big marine vertebrates like cetaceans, dolphins, sea turtles and manatees but also marine snakes. Diatoms as epizoic communities are recorded on sea turtles and marine mammals such as cetaceans and manatees. It is interesting that some diatoms are found exclusively as obligate epibionts and those species cannot be found either in plankton or benthos. So, the main question is how do they transfer from adult individuals to juvenile ones, is it with physical contact between them or there is some other way. Macroalgae are also noticed on sea turtles and cetaceans, and here we find small and filamentous species of algae. Cnidarians, annelids and mollusks are frequent epibionts on turtles, especially on loggerhead sea turtle. Crabs as epizoic communities are very diverse, but barnacles are most common. They can be found on turtles, cetaceans, dolphins, manatees and even marine snakes. Remoras are obligate epibionts on other marine vertebrates, because of their poor swimming capability. Epibionts affect the interaction between their host and its environment so their research should not be ignored.