Epizoičke i epifitske dijatomeje

Kanjer, Lucija

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:483036

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

BIOLOŠKI ODSJEK

EPIZOIČKE I EPIFITSKE DIJATOMEJE

EPIZOIC AND EPIPHYTIC DIATOMS

SEMINARSKI RAD

Lucija Kanjer

Preddiplomski studij biologije

(Undergraduate Study of Biology)

Mentorica: doc. dr. sc. Sunčica Bosak

Zagreb, 2017.

Sadržaj

1. UVOD 2

1.1. Frustula 2

1.2. Evolucija 3

1.3. Životni ciklus 4

1.4. Ekologija 5

2. ŽIVOT NA PODLOZI 6

2.1. Epizoički život 6

2.1.1. Morski sisavci 6

2.1.2. Kornjače 8

2.1.3. Ptice 9

2.1.4. Rakovi 10

2.1.5. Mekušci 10

2.1.6. Žarnjaci 10

2.1.7. Morski psi 11

2.2. Epifitski život 11

2.2.1. Makroalge 11

2.2.2. Morske cvjetnice 11

2.2.3. Ostale biljke 12

3. ZAKLJUČAK 12

4. LITERATURA 13

5. SAŽETAK 17

6. SUMMARY 17

1. UVOD

Dijatomeje ili alge kremenjašice su jednostanični fotosintetski eukarioti mikroskopskih dimenzija. Kao razred Diatomeae Durtmortier 1821 (= Bacillariophyta Haeckel 1878) spadaju u skupinu Stramenopiles unutar klastera SAR koji obuhvaća nadrazrede Stramenopiles, Alveolata i Rhizaria. Fotosintetski su organizmi čiji je plastid kompleksnog evolucijskog porijekla , nastao sekundarnom endosimbiozom crvene i zelene jednostanične alge.

Glavna karakteristika dijatomeja je posebno građena stanična stijenka od organskog matriksa i silicija, koju nazivamo frustula. Morfologija frustule bitna je za determinaciju vrsta, a vjerojatno je njena zaštitna uloga upravo razlog uspješnosti ove grupe u recentnim biotopima (Not *i sur*, 2012). Specifični pigmenti za dijatomeje su klorofil c1, klorofil c2, klorofil c3, ß-karoten, fukoksantin i neofukoksantin (Round *i sur*, 1990).

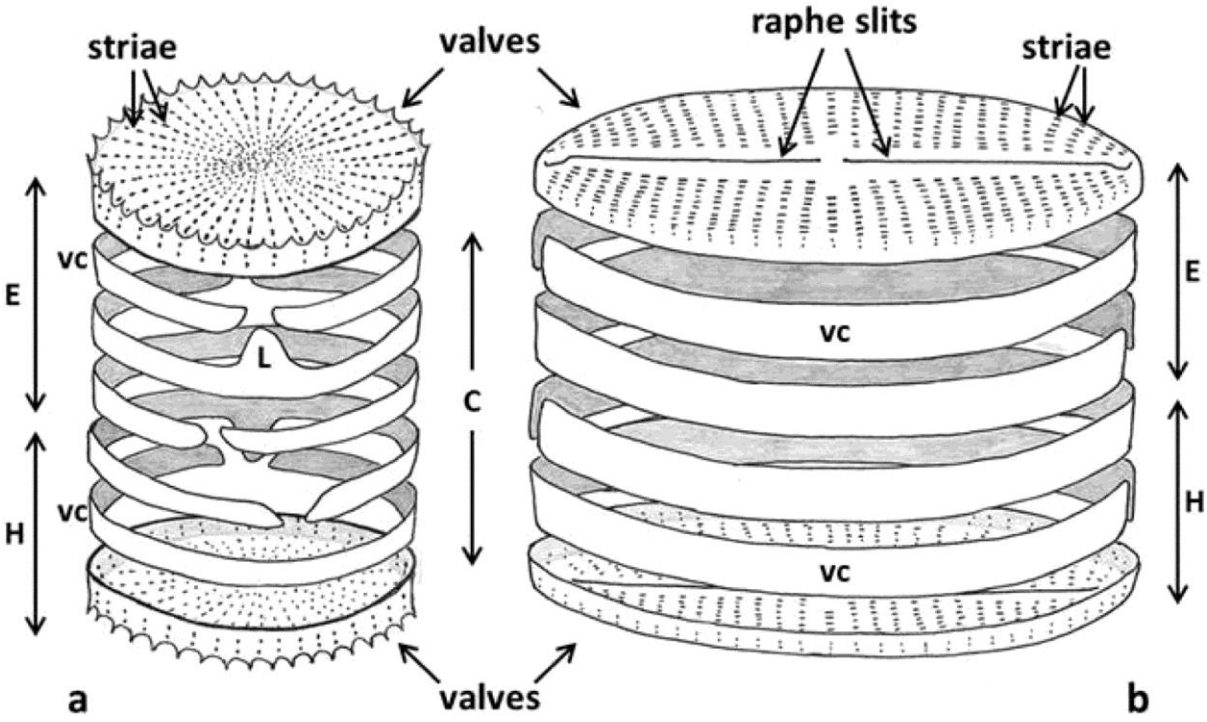
Dijatomeje su kao grupa kozmopolitski rasprostranjene. Kao primarni proizvođači zaslužne su za proizvodnju organske tvari i kisika, te čine temelj hranidbenih mreža u vodenim ekosustavima. Brojnost im je toliko velika da se računa kako svaki peti udah dugujemo upravo dijatomejama (Mann, 2010).

1.1. Frustula

Glavna osobina dijatomejskih stanica je staklena ljušturica građena od amorfnog silicijevog dioksida ($SiO_2 \times nH_2O$) koju nazivamo frustula (Slika 1.). Ona se sastoji od dva dijela, teke, koje se međusobno zatvaraju tako da je jedna, epiteka, malo veća od druge, hipoteke. Svaka teka je sastavljena sastoji od valve i više kopula, kopula koja se nalazi odmahnakon valve naziva se valvokopula. Sve kopule zajedno tvore pojas (mantelum). Valve imaju složeniju građu od manteluma. Sastoje se od središnjeg glatkog dijela ili anulusa te areola, tj. pora kroz koje je omogućena komunikacija između citoplazme i okoliša. Areole su organizirane u redove koji se nazivaju strije, a između njih su zadebljanja frustule koja se nazivaju rebra (virge, costae). Rafa je longitudinalna pukotina koja može biti različito smještena na valvi. Rafu posjeduju samo pripadnici skupine rafidnih penatnih dijatomeja. Pretpostavlja se da služi za izlučivanje sluzi pomoću koje se stanice drže ili kreću po supstratu, što je od posebne važnosti za život na biljnim i životinjskim površinama (Cox, 2014).

1.2. Evolucija

Dijatomeje dijelimo tradicionalno na centrice i penate prvenstveno s obzirom na simetriju stanice. Razlikujemo ih po obliku stanice i po položaju strija. Centrice su parafiletska skupina kao što je prikazano na Slici 2. Valve su većinom oblika diska a strije se pružaju radijalno iz središnjeg prstena. Penate su monofiletska skupina čije stanice posjeduju izduženi oblik s bilateralnom simetrijom. Paralelno s apikalnom osi kod rafidnih penata postavljeno je središnje rebro na kojem se nalazi otvor rafe, ili kod arafidnih penata, sustav kanala rafe nedostaje. Strije su postavljene okomito na središnje rebro. (Not *i sur*, 2012).

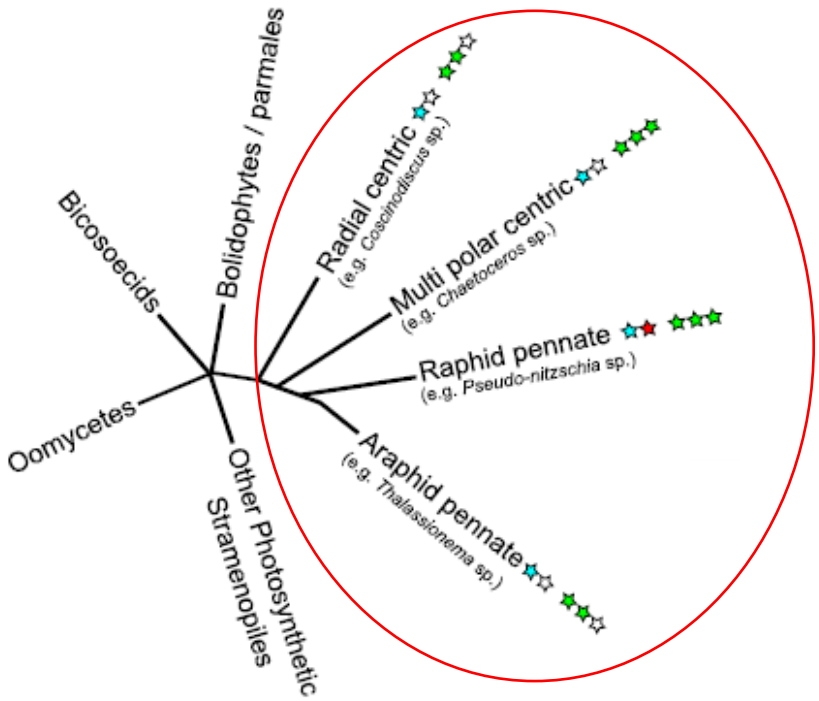


Slika 1. Morfologija frustule: a – centrica, b – penata; E = epiteka, H = hipoteka, C = kopule, VC = valvokopula, L = nastavci. (preuzeto iz Cox, 2014).

1.3. Životni ciklus

Dijatomeje su diploidni organizmi koji se primarno razmnožavaju nespolno tj. mitozom. Posjeduju životni ciklus koji se sastoji od duge vegetativne faze nespolnih mitotičkih dioba, koja može trajati i do nekoliko godina, te kratke faze od nekoliko dana, tijekom koje dolazi do stvaranja gameta mejozom i spolnog razmnožavanja. Prilikom svake diobe stanice moraju se stvoriti dvije nove teke. Nove teke moraju se stvoriti unutar frustule stanice majke. Stanica kćer koja će naslijediti majčinu epiteku stvoriti će hipoteku iste veličine i neće doći do smanjenja veličine stanice. Međutim, stanica kćer koja će naslijediti majčinu hipoteku koristit će ju kao svoju epiteku i stvorit će se manja hipoteka. Tijekom mnogo generacija veličina stanice će se smanjiti do razine gdje više nije funkcionalna za normalan život. Tada nastupa stvaranje gameta. Centrice posjeduju oogamno solno razmnožavanje, dok penate posjeduju izogamiju ili anizogamiju. Spajanjem muške i ženske gamete nastaje zigota koja se naziva auksospora. Nova stanica s frustulom se razvija unutar stijenka auksospore. Signal za spolno razmnožavanje, osim veličine stanice, dolazi i iz okoliša i kemijskih spojeva ostalih stanica (feromona) (Round *i sur*, 1990).

Neke centrice poput roda *Chaetoceros* stvaraju mirujuće spore u nepovoljnim uvjetima. Te spore mogu preživjeti dulja vremenska razdoblja. Treba naglasiti da mirujuće spore nisu auksospore koje su izrazito delikatno građene i ne mogu preživjeti u nepovoljnim uvjetima (Round *i sur*, 1990).



Slika 2. Prikaz filogenetskih odnosa unutar odjela Stramenopiles. Crveni krug predstavlja monofiletsku skupinu dijatomeja (prilagođeno iz Not *i sur*, 2012).

1.4. Ekologija

Dijatomeje možemo pronaći u gotovo svim staništima gdje je dostupna voda i svjetlost, u svim morima i kopnenim vodama.. Prema tipu staništa u vodi, dijatomeje se dijele na planktonske te na one koje žive na podlozi ili supstratu, koje se nazivaju i bentičke premda ne žive uvijek u bentosu. Dijatomeje mogu poslužiti kao podloga za rast drugim, manjim, jednostaničnim algama, choanoflagelatima i bakterijama, premda takvi odnosi nisu uobičajeni, vjerojatno zbog sluzavog omotača, egzopolisaharida tj. EPS-a (engl *exopolysaccharides*) koji izlučuju dijatomeje. Upravo izlučivanje EPS-a omogućuje dijatomejama rast na raznim površinama, pokretljivost te stvaranje složenih biofilmova (Shniukova i Zolotareva, 2015). Ulaze i u endosimbiontski odnos s cijanobakterijama u svrhu fiksacije dušika te i same dijatomeje mogu biti endosimbionti u nekim krednjacima (Foraminifera) i dinoflagelatima (Round *i sur*, 1990).

2. ŽIVOT NA PODLOZI

Bentičke dijatomeje se klasificiraju prema tipu podloge na kojoj žive pa razlikujemo epilitičke (na kamenju i stijenama), epipsamske (na/u pijesku), epifitske (na biljkama i algama), i epizoičke dijatomeje (na životinjama).

Premda su planktonske dijatomeje daleko najbolje istražene, veća raznolikost vrsta i životnih oblika skriva se među bentičkim dijatomejama (Round *i sur*, 1990). Moguće objašnjenje za zanemarivanje bentičkih dijatomeja leži u činjenici da je dijatomeje sa supstrata teže uzorkovati i obraditi uzorke. Različite vrste supstrata iziskuju različite načine obrade uzoraka koji ovise o kemijskoj prirodi supstrata npr. karbonati, silikati, organska tvar kad se radi o živom organizmu kao supstratu itd.

Po pokretljivosti, bentičke dijatomeje dijele se na one koje se mogu kretati i slobodno žive na supstratu te na one koje su pričvršćene za podlogu. Pokretljivost stanica je odgovor na različite ekološke pritiske kao što su *grazing*, borba za dovoljnu količinu svjetlosti, izmjena plime i oseke itd. Vrste koje žive pričvršćene za podlogu mogu biti priljubljene uz podlogu čitavom površinom valve ili mogu tvoriti različite vrste stalaka od organske tvari koje izlučuju. Vrste koje tvore stalke su često kolonijalne i stvaraju kompleksne zajednice (Round *i sur*, 1990).

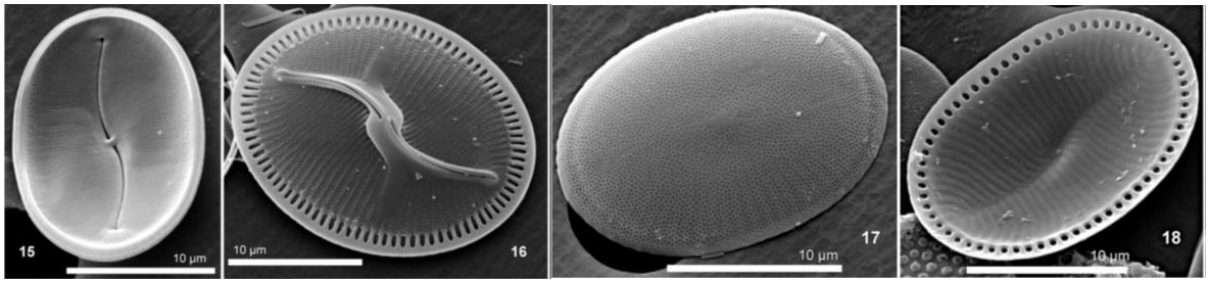
2.1. Epizoički život

2.1.1. Morski sisavci

Već su 1934. godine dijatomeje prvi put primijećene kao dio obraštaja koji živi na koži kitova (Hausman, 1934). Epizočki dijatomejski obraštaj na južnim čelastim kitovima (*Hyperoodon planifrons*) može biti toliko uznapredovao da izgleda kao da je cijela životinja smeđe-žute boje. Najrazvijenije dijatomejske prevlake su na leđima (zbog velike količine svjetlosti) i oko usta (veća količina nutrijenata) (Clarke, 2005). Na istraživanju pliskavica (*Phocoenoides dalli*) dijatomeje nisu prekrivale cijelo tijelo, već su nađene većinom na glavi, i urogenitalnom području. Kolonije dijatomeja imale su okrugli izgled i bile obojane-smeđe zeleno i crveno- narančasto (Holmes *i sur*, 1993).

Rodovi *Epipelis* Holmes i *Bennetella* Holmes opisani su 1985. kao rodovi koji žive epizoički na kitovima s vrstama kao što su: *Bennetella ceticola* (Nelson ex Bennett) Holmes,

Bennetella wheeleri (Hart) Holmes, *Bennetella constricta* (Nemoto) Holmes i *Epipellis oiketis* Holmes (Holmes, 1985) na Slici 3. Unutar te tri vrste smješteno je sedam vrsta koje su ranije pripadale u rod *Cocconeis* Ehrenberg. Tri nova monotipska roda su opisana 1993. godine, sa vrstama *Epiphalaina aleutica* (Nemoto) Holmes, Nagasawa & Takano, *Tursiocola olympica* (Hustedt) Holmes, Nagasawa & Takano, i *Tripterion kalamensis* Holmes, Nagasawa & Takano (Holmes *i sur*, 1993). Proučavajući dijatomejske zajednice sa nasukane ulješure *Physeter macrocephalus*, Denys je 1997. godine dodao još dvije nove vrste rodu *Tursiocola*. To su *Tursiocola omurai* (Nemoto) Denys i *Tursiocola staurolineata* Denys. Isti autor je tada opisao još jednu podvrstu vrste *Epiphalaina aleutica* (Nemoto) Holmes, Nagasawa & Takano (Denys, 1997).



Slika 3. *Epipelis oiketis*, epizoička dijatomeja s kože kitova. SEM prikaz obiju valvi s vanjske i unutarnje strane (preuzeto iz Denys i De Smet, 2010).

Istraživanjem sjevernoameričkih lamantina (*Trichechus manatus*) tri nove vrste iz roda *Tursiocola* su opisane, *Tursiocola ziemanii* Frankovich & Sullivan, *Tursiocola varicopulifera* Frankovich & Sullivan i *Tursiocola costata* Frankovich & Sullivan. Zanimljivo je da na lamantinima nije pronađena niti jedna vrsta dijatomeja ranije opisana kao epibiont kitova i dupina (Frankovich *i sur*, 2015a).

Različiti su načini života epizoičkih dijatomeja na koži kitova. Rodovi *Tursiocola* i *Epiphalaina* su jenim krajem frustuje ukopane u kožu tako da im drugi kraj stanice strši. *Bennetella* i *Epipelis* žive adnatno, priljubljenio uz kožu, a *Tripterion kalamensis* se usidri u kožu stalkom od organske tvari kojeg izlučuje (Holmes *i sur*, 1993). Opisane vrste su obligatni epibionti, te se u bentičkim uzorcima rijetko pojavljuju. Ako se pojavljuju vjerojatno su alohtonog podrijetla. Zbog toga pretpostavljeni način prijenosa dijatomejskih

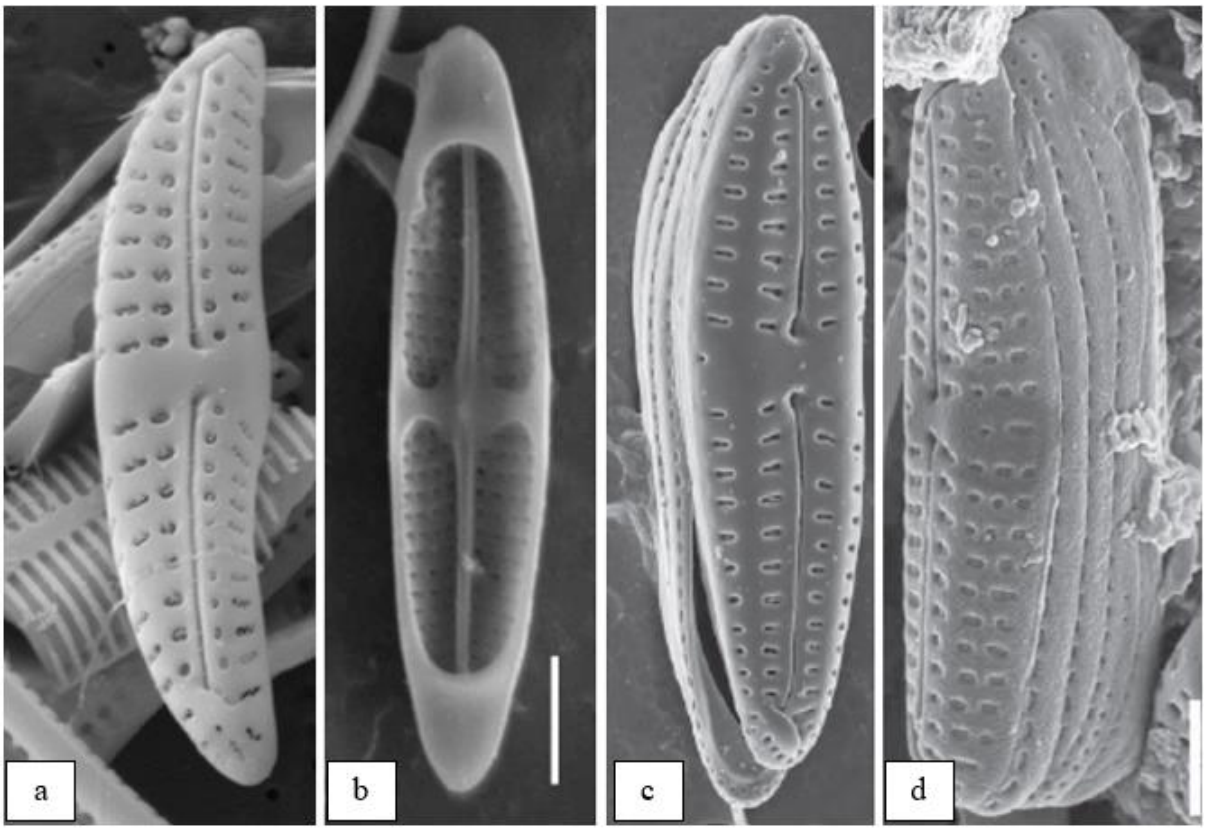
obraštaja je fizičkim kontaktom s majke na mladunca prilikom poroda i odrastanja (Nagasawa, 1993).

2.1.2. Kornjače

Prema dosadašnjim istraživanjima na kornjačama, dijatomeje su uzorkovane s području vrata (vjerojatno zbog zaštićenosti od mehaničkog otkidanja), području oklopa (dovoljna količina svjetlosti) te analnog i područja oko očiju i usta (više organskih i anorganskih nutrijenata). Većina istraživanja koja je dosada provedena na dijatomejama kornjača je taksonomske prirode. Smatra se da su obligatni epibionti koje nalazimo na kornjačama srodni onima sa kože kitova. Na kornjačama je posebno interesantan problem prijenosa dijatomeja. Za razliku od kitova, mlade kornjače se izlijegaju iz jaja te nikad ne dolaze u fizički kontakt sa svojim roditeljima. Ako je glavni način prijenosa dijatomeja fizičkim kontaktom, starije kornjače trebale bi imati i bogatije zajednice dijatomeja na svojim tijelima (Frankovich *i sur*, 2017). Točnost te hipoteze još treba dokazati

Prva opisana vrsta je *Luticola deniseae* Wetzel, Van de Vijver & Ector sa slatkovodne crvenoglave kornjače *Podocnemis erythrocephala* koja obitava u području rijeke Amazone (Wetzel *i sur*, 2010). Godine 2015. su opisane nove vrste iz dva potpuno nova roda koje žive isključivo na morskim kornjačama. To su *Chelonicola costaricensis* Majewska, De Stefano & Van de Vijver i *Poulinea lepidochelicola* Majewska, De Stefano & Van de Vijver (Slika 4.) s oklopa kornjače *Lepidochelys olivacea* (Majewska i sur, 2015). Kasnije su opisane još dvije vrste, a nađene su na glavatim želvama (*Caretta caretta*), a to su *Medlinella amphoroidea* Frankovich, Ashworth & Sullivan (Frankovich i sur, 2016) i *Tursiocola denysii* Frankovich & Sullivan (Frankovich *i sur*, 2015b) prikazane na Slici 4. Zajednice dijatomeja kasnije su nađene i na ostalim morskim kornjačama: ravnoleđa želva (*Natator depressus*), zelena želva (*Chelonia mydas*), karetna želva (*Eretmochelys imbricata*), Kempijeva želva (*Lepidochelys kempii*) i sedmopruga usminjača (*Dermochelys coriacea*) (Robinson *i sur*, 2016).

Većina vrsta koju nalazimo na morskim kornjačama nisu obligatni epibionti, već ih možemo naći i u drugim planktonskim i bentičkim staništima (Robinson *i sur*, 2016). Kod slatkovodnih kornjača to nije slučaj već dominiraju epibionti kao *Luticola* spp. koji su specijalizirani na često izlaženje slatkovodnih kornjača na sunčanje (Wu i Bergey, 2017).



Slika 4. SEM prikaz epizočkih dijatomeja s kornjača: *Medlinella amphoroidea* (a), *Tursiocola denysii* (b), *Poulinea lepidochelicola* (c) *i Chelonicola costaricensis* (d) (preuzeto i prilagođeno iz Frankovich *i sur*, 2015b, 2016; Majewska *i sur*, 2015).

2.1.3. Ptice

Ptice koje žive uz more i slatke vode često posjeduju epibiontske zajednice dijatomeja u perju na abdomenu te na analnom području. Upravo takvo stanište pogoduje razvoju zajednica dijatomeja jer je taj dio perja većinom u vodi, te je bogat organskim i anorganskim tvarima, pogotovo u analnoj regiji. Ponekad je gustoća populacije toliko velika da perje poprimi žuto zelenu boju, te mastan izgled. Na taj način ptice mogu prenositi dijatomeje s jedne vodene mase na drugu (Croll i Holmes, 1982).

Holmes i Croll (1984) istraživali su dijatomeje s tankokljunih njoraka (*Uria aalge*), srednjih plijenora (*Gavia arctica*) i crvenogrlih plijenora (*Gavia stellata*). Opisali novi rod arafidnih penata *Pteroncola* Holmes & Croll. Novoopisana vrsta *Pteroncola marina* Holmes & Croll kasnije je zbog prava prioriteta preimenovana u *Pteroncola inane* (Giffen) Round (Round *i sur*, 1990). Ta vrsta je zastupljena s 80-90% u ukupnom broju stanica na perju ali nije

obligatni epibiont na pticama jer je nađena i kao epifit morskih makroalgi uz europsku obalu (Almandoz *i sur*, 2014; Witkowski *i sur*, 2000).

2.1.4. Rakovi

Kopepodi, rakovi vitičari i rašljoticalci (Cladocera) su skupine rakova (Crustacea) na kojima su nađene epizoičke dijatomeje. Vrste koje uobičajeno obitavaju na kopepodima su *Falcula hyalina* Takano i *Pseudohimantidium pacificum* Hustedt & Krasske. Dijatomeje se nalaze većinom na nogama, ali ima ih i na oklopima životinje. Postoji mogućnost da dijatomeje usporavaju ove zooplanktonske životinje, no još nije utvrđena vrsta ovog suživota (Tiffany, 2011). Sa ciri rakova vitičara opisan je novi rod i vrsta *Licmosoma squamosa* Round & Alexander (Round i Alexander, 2002).

2.1.5. Mekušci

Različite vrste puževa (Gastropoda) nose na sebi različite zajednice dijatomeja. Po raznolikosti, vrste odgovaraju bentičkim vrstama koji žive u epilitonu te ne postoji specifičnosti između domaćina i epibionta na taj način. No, utvrđeno je da abundancija i raznolikost ovise ne samo o veličine puževe kućice, već i o morfologiji kućice jer tako nastaju različita mikrostaništa. Ovisno o načinu pričvršćivanja i pokretljivosti, dijatomeje imaju različite afinitete prema mikrostaništima (D'Alelio *i sur*, 2011).

Na školjkašima (Bivalvia) je također pronađena abundantna i raznolika flora dijatomeja, no ona se ni po čemu ne razlikuje od flore u okolnom bentosu te nije utvrđena veza između životinje i dijatomeja (Pantazidou *i sur*, 2006; Tiffany, 2011)

2.1.6. Žarnjaci

Bogata zajednica dijatomeja nađena je na vrsti *Eudendrium racemosum* (Hydrozoa). Primjećena je i razlika u sastavu zajednica ovisno o položaju na životinji. Na bazalnom i centralnom dijelu su se nalazile vrste iz rodova *Cocconeis* i *Amphora* koje su adnatne, tj.žive priljubljene uz podlogu. Na apikalnim dijelovima su se nalazile vrste koje grade stalke od organskih tvari, *Tabularia* i *Licmophora*, te rjeđe *Berkleya* i *Paribellus*. *Eudendrium racemosum* čini pogodan supstrat za dijatomeje jer jer primjećena veća abudancija na životinji nego na okolnim okolišnim uzorcima (Romagnoli *i sur*, 2007).

Na koraljima roda *Montipora* u Japanu primijećen je vrlo negativan efekt dijatomeja na životinje. Koralji su bili prekriveni dijatomejama u količinama vidljivim i golim okom kako sluzave smećkaste prevlake. Smatra se da je stres uzorkovan niskom temperaturom oslabio koralje koji su tada bili podložni infekciji dijatomejama. Dijatomeje su doslovno ugušile koralje sluzima koje ispuštaju. U normalnim uvjetima koralji najvjerojatnije izlučuju tvari koje sprječavaju rast dijatomeja na njima. (Yamashiro *i sur*, 2012). Ovo je vrlo rijedak slučaj gdje dijatomeje imaju toliko nepovoljan utjecaj na životinje.

2.1.7. Morski psi

Dijatomeje se na površini morskih pasa nalaze u vrlo malim abundancijama. Te količine nisu dovoljne za razvoj specifičnog odnosa između dijatoemja i morskih pasa. Smatra se da je to zbog morfologije kože morskih pasa tj. zbog plakoidnih ljuski, te mogućeg negativnog kemijskoj utjecaja njihove kože na rast dijatomeja (Nakachi *i sur*, 2015).

2.2. Epifitski život

2.2.1. Makroalge

Razlikujemo zelene, crvene i smeđe makroalge i na svima su nađene epifitske dijatomeje. Dijatomeje se mogu toliko razmnožiti na makroalgama da imaju nepovoljan utjecaj jer algi „kradu“ svjetlost i ugljikov dioksid potrebne za fotosintezu te ih uguše izlučivanjem sluzi. Primijećen je pozitivan utjecaj herbivora koje se hrane dijatomejama na makroalge (Ruesink, 2000). Neke makroalge zato izlučuju tvari bogate jodom i bromom koje potiču grazing njihovih obraštaja (Westlund *i sur*, 1981).

Vrste koje nalazimo na makroalgama ne razlikuju se od bentičkih vrsta koje nalazimo u njihovom okolišu. To su najčešće vrste iz rodova *Licmophora*, *Ardissonea*, *Climacosphenia*, *Gephyra*, *Melosira*, *Arachnosdiscus*, *Tabularia* i *Achnantes* (Tiffany, 2011).

2.2.2. Morske cvjetnice

Epifitske dijatomeje istraživane su na morskim cvjetnicama vrsta *Posidonia oceanica*, *Zoostera marina*, *Ruppia maritima*, *Thalassia testudinum* i *Phyllospadix* sp (Tiffany, 2011).

Epibionti dolaze iz sedimenta na kojem rastu morske cvjetnice *Ruppia maritima*. Kako listovi rastu tako se i koloniziraju. Prvi kolonizatori su adnatne vrste iz roda *Cocconeis* i slične, a kasnije se pojavljuju i uspravne vrste na stalcima poput roda *Biddulphia* (Ferreira i Seeliger,

1985). Pokazano je da postoji razlika u gustoći stanica između mladih i starih dijelova listova *Posidonia oceanica*, na mlađim su stanice rijetke, dok je na najstarijim velika abundancija dijatomeja, ipak Rod *Cocconeis* je najčešći na svim dijelovima lista (Mazzella i Spinoccia, 1992). Majewska i sur. (2013) su pronašli različite vrste roda *Coconeis* na različitim geografskim lokacijama livada posidonije što može ukazivati da su te livade genetski izolirane, te se to očituje i u raznolikosti vrsta epifitskih dijatomeja.

2.2.3. Ostale biljke

Dijatomeje nađene na korijenju i pneumatoforima mangrova su rijetke u ostatku bentosa na tim staništima. Također se smatra da epifitske dijatomeje mogu biti dobar pokazatelj ekološkog stanja voda u kojima rastu stabla mangrova (Beltrones and Fuerte, 2006; Chen *i sur*, 2010).

Subaeralne forme dijatomeja su one koje mogu podnijeti djelomično isušivanje a nalazimo ih na mahovinama i ostalom bilju u blizini voda koje je konstantno vlažno (Tiffany, 2011).

3. ZAKLJUČAK

Živi organizmi kao stanište za dijatomeje dugo su bili zanemarivani (Frankovich *i sur*, 2017). Različiti živi organizmi pružaju različite uvjete za život svojim epibiontima. Zato se na nekim organizmima zajednice dijatomeja ne razlikuju od okolnih bentičkih, neke životinje pružaju toliko specifična staništa da na njima nalazimo jedinstvene vrste koje žive isključivo tamo, druge životinje i alge pak luče različite kemijske tvari kako bi spriječile razvitak dijatomeja na njima.

Slabo je poznato kako točno dijatomeje kao epibionti utječu na svog domaćina, zašto neke vrste žive isključivo epizoički te na koji način se prenose dijatomeje s jednog organizma na drugog (posebno za životinje). Sve više istraživanja se provodi s takvim ciljem, te se nadamo brzom pronalasku odgovora na ta pitanja.

4. LITERATURA

Almandoz GO, Ferrario ME., Sullivan MJ, Ector LE, Schloss IR (2014). A new *Pteroncola* species (Bacillariophyceae) from the South Shetland Islands, Antarctica. *Phycologia* **53**: 188–194.

Beltrones DAS, Fuerte FOL (2006). Epiphytic diatoms associated with red mangrove (*Rhizophora mangle*) prop roots in Bahía Magdalena , Baja California Sur , Mexico. *Rev Biol Trop* **54**: 287–297.

Chen C-P, Gao Y-H, Lin P (2010). Geographical and seasonal patterns of epiphytic diatoms on a subtropical mangrove (*Kandelia candel*) in southern China. *Ecol Indic* **10**: 143–147.

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. *J Micropalaeontology* **33**: 111–120.

Croll DA, Holmes RW (1982). A note on the occurence of diatoms on the feathers of diving seabirds. *Short Commun* **99**: 765–766.

D'Alelio D, Cante MT, Russo GF, Totti C, Stefano M De (2011). Epizoic diatoms on gastropod shells. *Cell Orig Life Extrem Habitats Astrobiol* **16**: 345–364.

Denys L (1997). Morphology and taxonomy of epizoic diatoms (*Epiphalaina* and *Tursiocola*) on a sperm whale (*Physeter macrocephalus*) stranded on the coast of Belgium. *Diatom Res* **12**: 1–18.

Denys L, Smet WH De (2010). *Epipelis oiketis* (Bacillariophyta) on harbor porpoises from the North Sea Channel (Belgium). *Polish Bot J* **55**: 175–182.

Ferreira S, Seeliger U (1985). The colonization process of algal epiphytes on *Ruppia maritima* L. *Bot Mar* **28**: 245–249.

Frankovich TA, Ashworth MP, Sullivan MJ, Veselá J, Stacy I (2016). *Medlinella amphoroidea* gen. et sp. nov. (Bacillariophyta) from the neck skin of Loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *Phytotaxa* **272**: 101–114.

Frankovich TA, Stacy N, Ashworth M, Arendt M, Sullivan M (2017). Charismatic microflora: unique diatom assemblages on sea turtles. *Florida Environ Outreach* **9**: 6–7.

Frankovich TA, Sullivan MJ, Stacy NI (2015a). Three new species of *Tursiocola* (Bacillariophyta) from the skin of the west indian manatee (*Trichechus manatus*). *Phytotaxa* **204**: 33–48.

Frankovich TA, Sullivan MJ, Stacy NI (2015b). *Tursiocola denysii* sp. nov. (Bacillariophyta) from the neck skin of Loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *Phytotaxa* **234**: 227–236.

Hausman LA (1934). On the structure of the hair of the sei whale (*Balaenoptera borealis*). *Am Nat* **68**: 84–88.

Holmes RW (1985). The morphology of diatoms epizoic on Cetaceans and their transfer from *Cocconeis* to two new genera, *Bennettella* and *Epipellis*. *Br Phycol J* **20**: 43–57.

Holmes RW, Croll DA (1984). Initial observations on the composition of dense diatom growths on the body feathers of three species of diving seabirds. *Proc 7th Int Diatom Symp* 265–277.

Holmes RW, Nagasawa S, Holmes RW (1993). The morphology and geographic distribution of epidermal diatoms of the Dall' s porpoise (*Phocoenoicies dalli* True) in the Northern Pacific Ocean. *Bull Natl Sci Museum Tokyo Ser B* **19**: 1–18.

Majewska R, D'Alelio D, Stefano M De (2013). *Cocconeis* Ehrenberg (Bacillariophyta), a genus dominating diatomcommunities associated with *Posidonia oceanica* Delile (monocotyledons) in the Mediterranean Sea. *Aquat Bot* doi:10.1016/j.aquabot.2013.07.008.

Majewska R, Kociolek JP, Thomas EW, Stefano M De, Santoro M, Bolanos F, *i sur* (2015). *Chelonicola* and *Poulinea*, two new gomphonemoid diatom genera (Bacillariophyta) living on marine turtles from Costa Rica. *Phytotaxa* **233**: 236–250.

Mann DG (2010). Diatoms. Version 07 February 2010 (under construction). *Tree Life Web Proj* at <http://tolweb.org/Diatoms/21810>.

Mazzella L, Spinoccia L (1992). Epiphytic diatoms of leaf blades of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *G Bot Ital* **126**: 752–754.

Nagasawa S (1993). Cetacean diatoms from sediments at Ostuchi, Iwate-ken, Japan. *Bull Natl Sci Museum Tokyo Ser B* **19**: 91–97.

Nakachi K, Kevin A, Sweat LH (2015). The variation in the occurrence of diatoms in the

external mucus of Florida sharks. *Northrop Grumman Eng Sci Student Des Showcase, Florida Inst Technol Melbourne, FL* .

Not F, Siano R, Kooistra WHCF, Simon N, Vaulot D (2012). Diversity and ecology of eukaryotic marine phytoplankton. *Adv Bot Res* **64**: 1–64.

Pantazidou A, Louvrou I, Economou-Amilli A (2006). Euendolithic shell-boring cyanobacteria and chlorophytes from the saline lagoon Ahivadolimni on Milos Island, Greece. Eur. J. Phycol. 41: 189–200.No Title. *Eur J Phycol* **41**: 189–200.

Robinson NJ, Majewska R, Lazo-wasem EA, Nel R, Paladino F, Rojas L, *i sur* (2016). Epibiotic diatoms are universally present on all sea turtle species. *PLoS One* 1–8doi:10.1371/journal.pone.0157011.

Romagnoli T, Bavestrello G, Cucchiari EM, Stefano M De, Camillo CG Di, Pennesi C, *i sur* (2007). Microalgal communities epibiontic on the marine hydroid *Eudendrium racemosum* in the Ligurian Sea during an annual cycle. *Mar Biol* **151**: 537–552.

Round FE, Alexander CG (2002). *Licmosoma* - a new diatom genus growing on barnacle cirri. *Diatom* **17**: 319–326.

Round FE, Crawford RM, Mann DG (Camridge University Press: 1990). *The Diatoms: Biology and Morphology of the Genera*. .

Ruesink JL (2000). Intertidal mesograzers in field microcosms: linking laboratory feeding rates to community dynamics. *J Exp Mar Biol Ecol* **248**: 163–176.

Shniukova EI, Zolotareva EK (2015). Diatom exopolysaccharides: a review. *Int J Algae* **17**: 50–67.

Tiffany MA (2011). Epizoic and epiphytic diatoms. *Cell Orig Life Extrem Habitats Astrobiol* **19**: 195–209.

Westlund P, Roomans GM, Pedersen M (1981). Localization and quantification of iodine and bromine in the red alga *Phyllophora truncata* (Pallas) A.D. Zinova by electron microscopy and X-ray microanalysis. *Bot Mar* **24**: 153–153.

Wetzel CE, Vijver B Van de, Ector L (2010). *Luticola deniseae* sp. nov. a new epizoic diatom from the Rio Negro (Amazon hydrographical basin). *Vie Milieu - Life Enviroment* **60**: 177–184.

Witkowski A, Lange-Bertalot H, Metzeltin D (2000). Diatom flora of marine coasts. *Iconogr Diatomol* **7**: 1–925.

Wu SC, Bergey EA (2017). Diatoms on the carapace of common snapping turtles: *Luticola* spp. dominate despite spatial variation in assemblages. *PLoS One* 1–11doi:10.1371/journal.pone.0171910.

Yamashiro H, Mikame Y, Suzuki H (2012). Localized outbreak of attached diatoms on the coral *Montipora* due to low-temperature stress. *Sci Rep* **2**: 1–4.

5. SAŽETAK

Dijatomeje su jednostanični, fotosintetski eukarioti sa silikatnom ljušturicom koje nalazimo široko rasprostranjene u svim vodenim staništima. U posljednje vrijeme posebno su zanimljive zajednice dijatomeja koje se nalaze na drugim živim organizmima. Istraživanja su pokazala da se dijatomeje nalaze na životinjama (morski sisavci, kornjače, rakovi, mekušci, žarnjaci, ptice koje žive uz vodu), makroalgama, morskim cvjetnicama i ostalom vodenom bilju. Epifitske dijatomeje se po taksonomskoj pripadnosti ne razlikuju puno od bentičkih dijatomeja koje žive u okolnoj vodi. Ipak različiti domaćini pružaju različite uvjete mikrostaništa te postoje razlike između zajednica. Epizoičke dijatomeje su mnogo raznolikije od epifitskih. Na mekušcima, rakovima i žarnjacima zajednice dijatomeja su također slične bentičkima. Međutim, epibionti na morskim sisavcima, kornjačama i pticama koje žive uz vodu pokazuju veliku specifičnost ovisno o domaćinu, te su opisane mnoge nove vrste koje žive kao isključivi epibionti na tim životinjama. Na mnoga pitanja o fiziologiji i ekologiji odnosa između epibionta i domaćina nema odgovora, te je ovo područje zanimljivo za nova istraživanja.

6. SUMMARY

Diatoms are unicellular, photosynthesising eukaryotes with a silica shell. They can be found in large variety of aquatic habitats. Recently there is a lot of interest in diatoms living on the surface of living organisms. Studies have shown that diatoms can live on animals (sea mammals, turtles, crustaceans, molluscs, hydrozoan, birds that live near water), macroalgae, seagrasses, and other submersed plants. Epiphytic diatoms do not have larger taxonomic diversity than benthic ones. However, different hosts provide different microhabitats and there are differences found between various host-specific communities. Epizoic diatoms are more diverse than epiphytic. On molluscs, crustastaceans and hydrozoans diatom communities are similar to benthic ones. Epibionts on sea mammals, turtles and birds that live near water show greater specificity towards the host. Many new species have been described that live exclusively on these species. Many questions about physiology and ecology of these host-epibiont relationships remain unanswered, so this interesting area is open for future research.