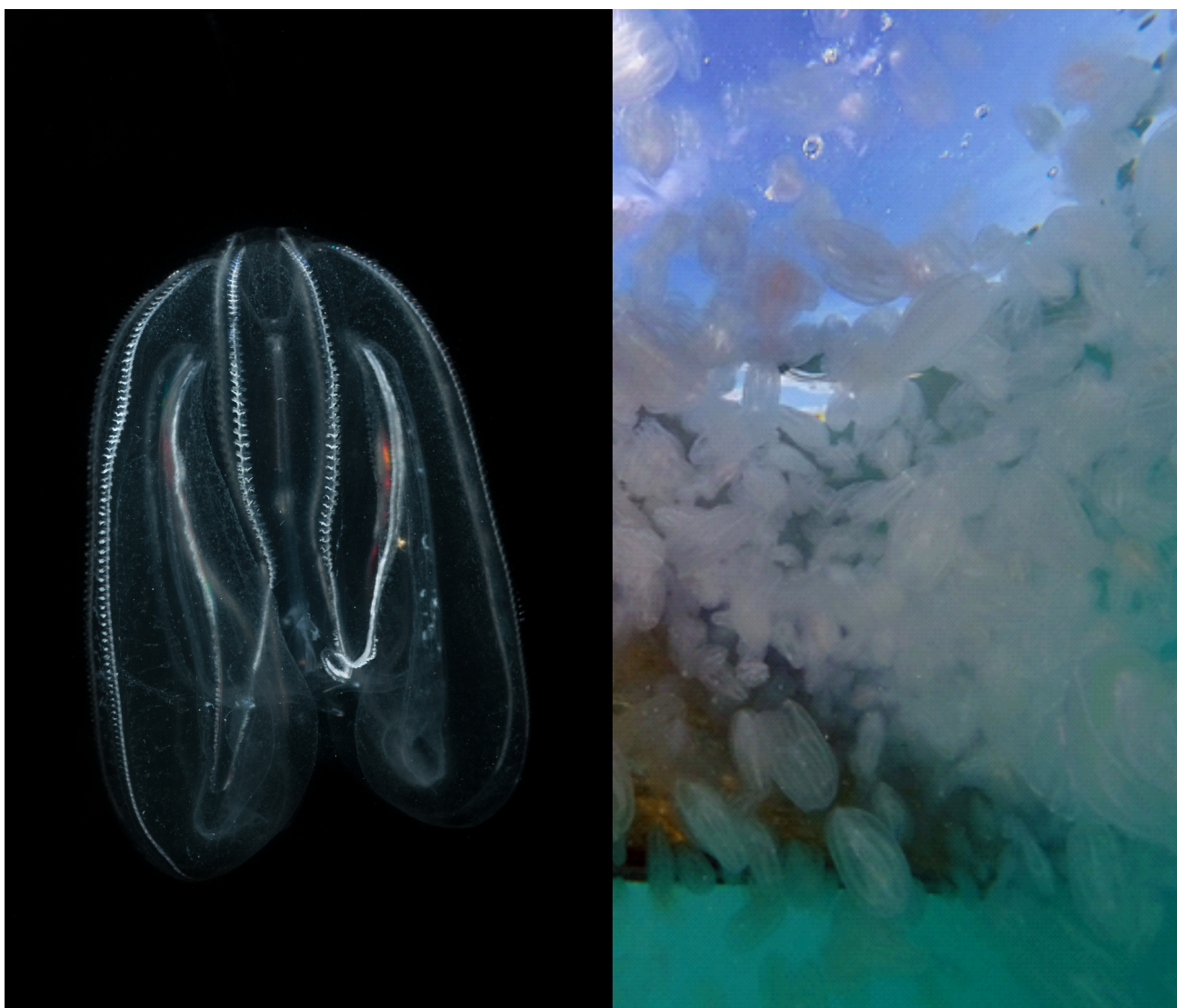


PREGLED STANJA, OVREDNOTENJE VPLIVA NA OKOLJE TER PREGLED MOŽNIH UKREPOV ZA OBVLADOVANJE POPULACIJE TUJERODNE VRSTE REBRAČE *MNEMIOPSIS LEIDYI* V SLOVENSKEM MORJU



Evropska unija



Evropski sklad za
pomorstvo in ribištvo



Republika Slovenija



PREGLED STANJA, OVREDNOTENJE VPLIVA NA OKOLJE TER
PREGLED MOŽNIH UKREPOV ZA OBVLADOVANJE POPULACIJE
TUJERODNE VRSTE REBRAČE *MNEMIOPSIS LEIDYI* V
SLOVENSKEM MORJU

Končno poročilo



Evropska unija



Evropski sklad za
pomorstvo in ribištvo



Republika Slovenija

NASLOV PROJEKTNE NALOGE: Pregled stanja, ovrednotenje vpliva na okolje ter pregled možnih ukrepov za obvladovanje populacije tujerodne vrste rebrače *Mnemiopsis leidyi* v slovenskem morju

ŠIFRA PROJEKTNE NALOGE: 430-79/2018

NAROČNIK: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

NOSILEC NALOGE: dr. Borut Mavrič

AVTORJI: Borut Mavrič, Lovrenc Lipej, Milijan Šiško in Tjaša Kogovšek

DATUM ODDAJE POROČILA: 20.11.2019

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

[COBISS.SI-ID=303179008](#)

ISBN 978-961-6761-73-4 (pdf)

KAZALO

1. OPIS TUJERODNE VRSTE REBRAČE <i>MNEMIOPSIS LEIDYI</i> S SLIKOVNIM MATERIALOM	1
2. POROČILO O OPRAVLJENEM TERENSKEM IN LABORATORIJSKEM DELU	6
Spremljanja prostorske razširjenosti in številčnosti rebrače <i>Mnemiopsis leidyi</i>	6
Merjenje reproduktivne sposobnosti rebrače <i>Mnemiopsis leidyi</i> v odvisnosti od temperature	8
Slika 7. Prikaz ročnega lova rebrače <i>Mnemiopsis leidyi</i> v slovenskem morju. Foto: Tina Mirt.....	8
Pregled simbiotov oz. organizmov povezanih z rebračo <i>Mnemiopsis leidyi</i>	8
Ocena metabolne aktivnosti rebrače vrste <i>Mnemiopsis leidyi</i>	9
Prehrana rebrače <i>Mnemiopsis leidyi</i> v slovenskem morju.....	10
3. REZULTATI OBDELAVE TERENSKEGA IN LABORATORIJSKEGA DELA.....	13
Prostorska razširjenost in številčnost rebrače <i>Mnemiopsis leidyi</i>	13
Merjenje reproduktivne sposobnosti rebrače <i>Mnemiopsis leidyi</i> v odvisnosti od temperature	18
Ocena metabolne aktivnosti rebrače vrste <i>Mnemiopsis leidyi</i>	20
Pregled simbiotov oz. organizmov povezanih z rebračo <i>Mnemiopsis leidyi</i>	21
Analiza prehrane	23
4. INTERPRETACIJA VPLIVA TUJERODNE VRSTE NA DOMORODNE VRSTE IN EKOSISTEME TER NA RIBOLOVNE IN MARIKULTURNE VIRE.....	32
5. PREDLOG PROTOKOLA ZA SPREMLJANJE STANJA VRSTE IN NJENIH VPLIVOV NA BIOTSKO RAZNOVRSTNOST IN NARAVNE VIRE.....	35
6. GLAVNI ZAKLJUČKI.....	37
7. LITERATURA.....	38
ZAHVALA	43

SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC

WORMS – Svetovni register morskih vrst (**World Register of Marine Species**)

ŠT. – število

OS. – osebek

NM – navtična milja

MBP – Morska biološka postaja

NIB – Nacionalni inštitut za biologijo

WMD – utežena srednja globina (anfl. **Weighted Mean Depth**)

MN – črkovna oznaka postaj za vzorčenje rebrače *MNemiopsis leidyi*. Črkovni kodi MN sledi še dvoštevlična oznaka (01-06)

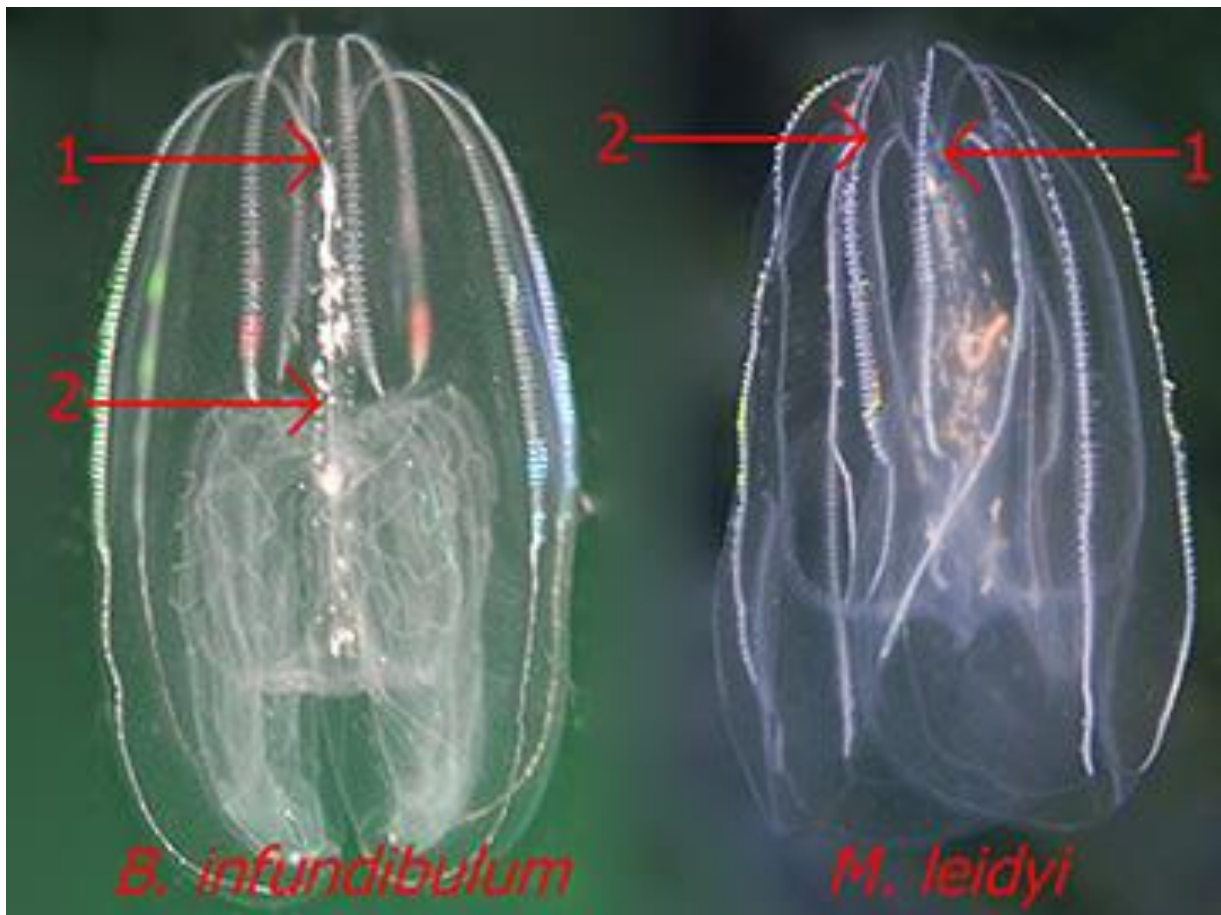
1. OPIS TUJERODNE VRSTE REBRAČE *MNEMIOPSIS LEIDYI* S SLIKOVNIM MATERIALOM

Mnemiopsis leidyi Agassiz 1865 uvrščamo med rebrače (deblo Ctenophora). Nadaljna sistematika še ni popolnoma dorečena. Po sistemu, ki ga je predstavila Mills (1998) jo uvrščamo v razred Cyclocoela Ospovat 1985 (po WORMS (WoRMS Editorial Board, 2019) razred Tentaculata), v red Lobata Eschscholtz 1825 in družino Bolinopsidae Bigelow 1912. Na podlagi morfoloških študij je bilo v rodu *Mnemiopsis* opisanih več vrst (*M. leidyi*, *M. mccradyi*, *M. gardeni*), vendar danes, tudi na podlagi fizioloških in genetskih študij, prevladuje mnenje, da v tem rodu obstaja zgolj ena sama vrsta, *M. leidyi*.



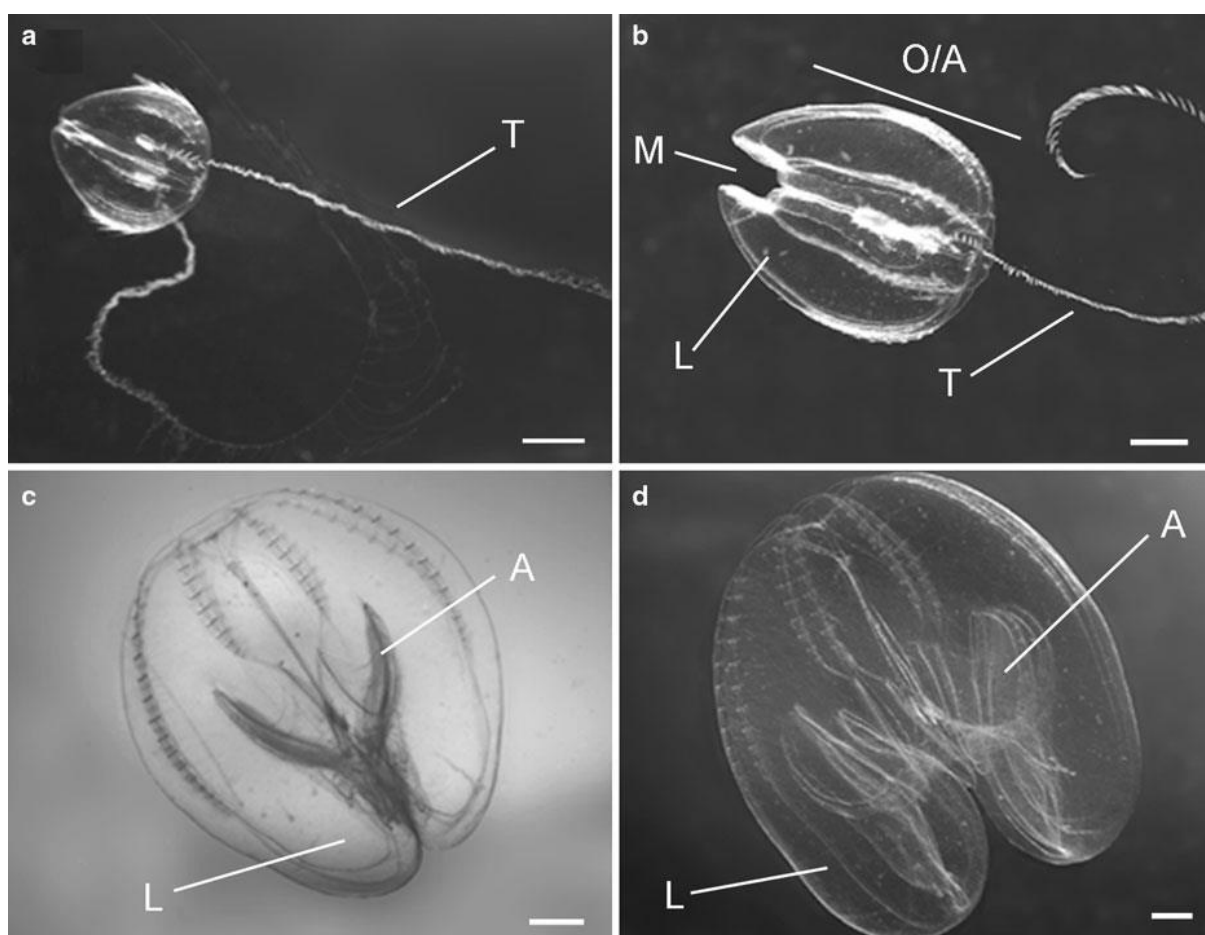
Slika 1. Primerek rebrače *Mnemiopsis leidyi*. Foto: Borut Mavrič.

M. leidyi je zelo polimorfna vrsta, ki je v osnovi transparentna in ovalne, lateralno sploščene oblike (Slika 1) in lahko zraste tudi preko 12 cm dolžine in premera 2,5 cm. Vertikalno vzdolž telesa poteka osem vrst (4 dolge in 4 kratke) številnih majhnih omigetalčenih glavnikov, ki lahko občasno žarijo v različnih barvah (zeleno, modro, rdeče). Odrasli osebki imajo 2 velika oralna lobula, pod katerima se nahajajo še štiri manjši lobuli (auriculi). Lobuli tvorijo štiri opazne globoke brazde, ki so značilne za ta rod. Notranja struktura lobulov izhaja blizu vrha rebrače, kjer se nahaja tudi apikalni ravnotežnostni organ (statocista oznaka 1 na Sliki 2). Na podlagi te značilnosti lahko rebračo *M. leidyi* ločimo do morfološko precej podobne vrste *Bolinopsis infundibulum* (Slika 2) (Hansson, 2006).



Slika 2. Fotografiji dveh morfološko podobnih rebrač, *Bolinopsis infundibulum* (levo) in *Mnemiopsis leidyi* (desno) z označenimi morfološkimi značilnostmi (1 – statocista, 2 – izraščanje oralnih lobulov), na podlagi katerih jih lahko najlažje ločimo med seboj. (vzeto iz spletnega vira: <http://www.seawater.no/fauna/ctenophora/infundibulum.html>)

Kot vse rebrače imajo direktni razvoj iz jajc preko larvalnih stadijev v odraslo žival. *M. leidy* je hermafrodit z ovariji in testisi, ki so postavljeni izmenično vzdolž osmih meridionalnih kanalov gastrovaskularnega sistema (Baker and Reeve, 1974). Razmnoževanje je možno tudi že v larvalnih stadijih (dissogony), normalno pa ko osebek preseže dolžino 2 cm (Martindale, 1987). Po oploditvi se embrijo hitro razvija v notranjosti jajčeca, po približno 24 urah pa se izleže prosto plavajoča cidipidna (angl. cydippid) larva. Ta je podobne oblike kot odrasla žival, iz nje pa izraščata tudi dva tentakla, ki tekom nadaljnega razvoja izgineta (Slika 3).



Slika 3. Posamezni stadiji v življenjskem ciklu rebrače *Mnemiopsis leidy*. a – cidipidna larva z dvema tentakloma (T). b – prehoden larvalni stadij s tentakli in manjšimi oralnimi lobuli (L). O/A oralno-aboralna os; M usta. c – Lobatni larvalni stadij z razvijajočimi aurikli (A) in oralnimi lobuli. d – Rebrača s popolnoma razvitimi aurikli in oralnimi lobuli. Velikostno merilce (bela črta) je v velikosti 1.0 mm (iz Sullivan & Gifford, 2004).

M. leidy je omnivorni plenilec, ki naj bi se hranil z zooplanktonom in kategorično zavračal fitoplankton (Sullivan and Gifford, 2004). Colin in sod. (2010) navajajo, da je rebrača *M. leidy*

sposobna loviti svoj plen podobno hitro in učinkovito kot bolj sofisticirani plenilski ceponožni raki ali planktivore ribe, ter so tako sposobni spreminjati sestavo obalnih planktonskih združb. Obravnavajo jih kot predatorske generaliste, ki plenijo tako mikroplankton (50 μm), ceponožne rake (1 mm) in ribje larve (>3 mm).

Rebrača *Mnemiopsis leidy* je že več desetletij prepoznana kot zelo uspešen naseljevalec. Njeno domače okolje so obalna morja in estuariji atlantske obale severne in južne Amerike (Kremer, 1994). Od osemdesetih let 20. stoletja, ko je bila prvič zabeležena v Črnem morju (Shiganova, 1997; Shiganova et al., 2004), se je razširila v praktično vsa evropska obalna morja. Najverjetnejši vektor vnosa so balastne vode. V severnem Jadranu je bila rebrača prvič zabeležena v oktobru 2005 (Shiganova and Malej, 2008). Poleti 2016 je prvič prišlo do masovnega pojavljanja na več lokacijah v Severnem Jadranu (Sliki 4, 5). Kratek pregled tega fenomena je objavljen v članku Alenke Malej in sodelavcev (Malej et al., 2017).



Slika 4. Od leta 2016 se v toplejšem delu leta rebrače *Mnemiopsis leidy* močno namnožijo, tako da jih velikokrat najdemo tudi v zelo gostih rojih. Foto: Borut Mavrič.



Slika 5. Med množico rebrač *Mnemiopsis leidyi*, smo v letu 2017 in 2018 našli tudi rebreče *Leucothea multicornis* (na sliki vidni kot osebki oranžno rdeče barve). Foto: Borut Mavrič.

2. POROČILO O OPRAVLJENEM TERENSKEM IN LABORATORIJSKEM DELU

Spremljanja prostorske razširjenosti in številčnosti rebrače *Mnemiopsis leidy*

V dvanajstih izhodih z raziskovalnim plovilom MBP NIB (4. 7., 6. 8., 14. 9., 10. 10., 7. 11. in 7. 12. v letu 2018, ter 7. 2., 20. 2., 19. 4., 17. 5., 12. 6. in 12. 7. 2019) smo na vsaki izmed šestih vzorčevalnih postaj (Tabela 1, Slika 6) s standardno metodo vzorčili vodni stolp z namenom spremljanja prostorske razširjenosti in sezonskega nihanja številčnosti tujerodne invazivne rebrače *Mnemiopsis leidy*. Na vsaki postaji smo naredili po tri potege s standardno planktonsko mrežo z odprtino okenc 0,2 mm in prešteli zajete primerke rebrače. Upoštevali smo zgolj organizme večje od 2 cm, saj manjši še nimajo razvitih morfoloških oblik, po katerih bi z visoko zanesljivostjo določili vrsto. Rezultate smo predstavili kot povprečje treh potegov na določeni vzorčevalni postaji in izrazili kot število osebkov*10⁻¹ v enem kubičnem metru (os*10⁻¹/m³), saj so bile povprečne vrednosti <1. Prostorsko porazdelitev in številčnost v danem vzorčevalnem obdobju smo ponazorili s slikami (Sliki 11, 12). Pri izdelavi slik za prikaz prostorske porazdelitve gostote rebrače smo za interpolacijo med vrednostmi izmerjenimi na vzorčnih lokacijah uporabili metodo "enostavni kriging" (ang. "simple kriging"). Na takšen način lahko prikažemo oceno vrednosti gostote za celotno območje slovenskega morja.

Sočasno s potegi mrež smo po vodnem stolpu spuščali kamero z obročem znane površine in merilcem globine, ter nato iz posnetkov določili vertikalno distribucijo rebrače. Na podlagi dobljenih podatkov smo s pomočjo Enačbe 1 izračunali uteženo srednjo globino WMD, kjer je n_i število rebrač in d_i srednja globina izbranega sloja (sloj za vsake 5m globine). Z namenom, da bi ugotovili ali je prostorska porazdelitev rebrač odvisna od izbrane vzorčevalne postaje, smo izračunali frekvenco pojavljanja rebrače (f ; v %); in sicer kot število posnetkov, ki beležijo pojav ene ali več rebrač v primerjavi s celotnim številom posnetkov ene vzorčevalne postaje.

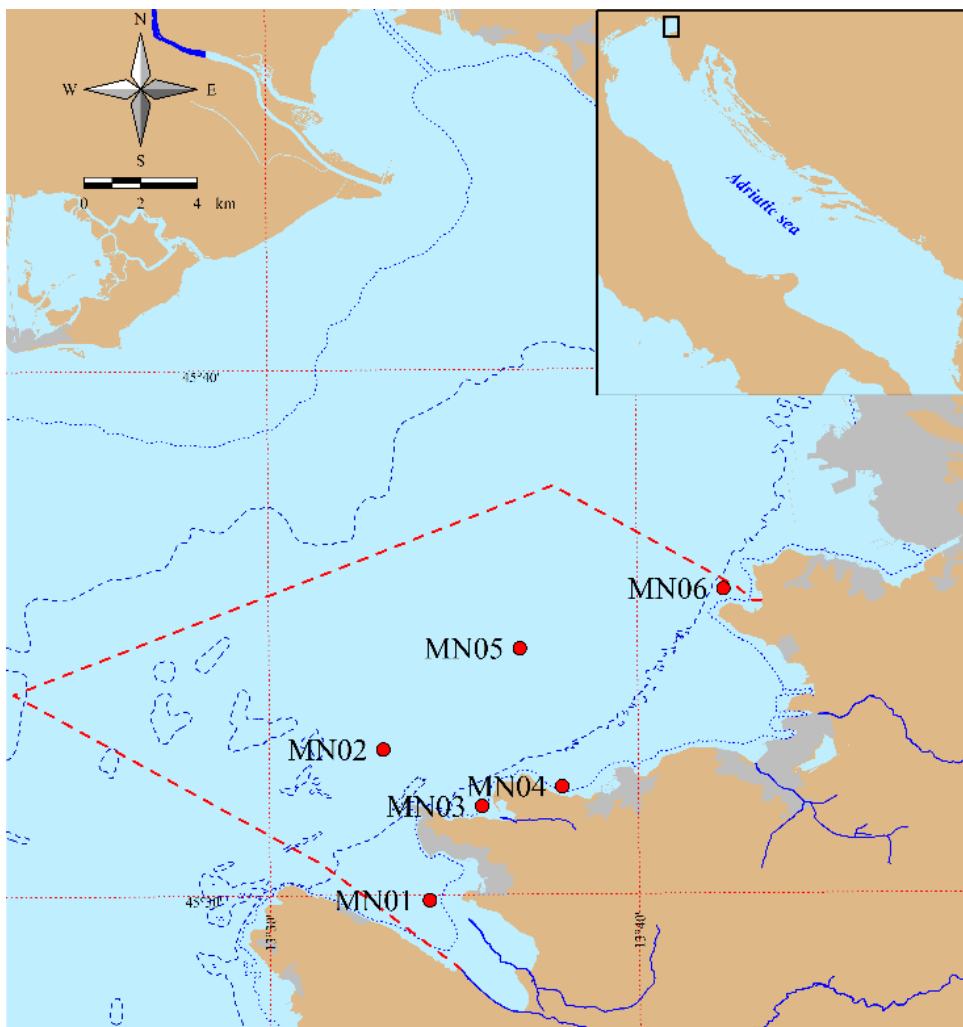
Enačba 1: Izračun utežene srednje globine (WMD)

$$WMD = \frac{\sum n_i d_i}{\sum n_i}$$

Tabela 1. Koordinate šestih vzorčevanih mest, kjer se izvaja mesečno vzorčenje rebrač z namenom ugotavljanja razširjenosti in številčnosti rebrače *Mnemiopsis leidyi* v slovenskem morju.

MESTO	LONGITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	LATITUDE
MN01	45°30,009	13°34,326	13,572	45,500
MN02	45°32,883	13°33,087	13,551	45,548
MN03	45°31,796	13°35,751	13,596	45,530
MN04	45°32,164	13°37,926	13,632	45,536
MN05	45°34,799	13°36,809	13,613	45,580
MN06	45°35,911	13°42,338	13,706	45,599

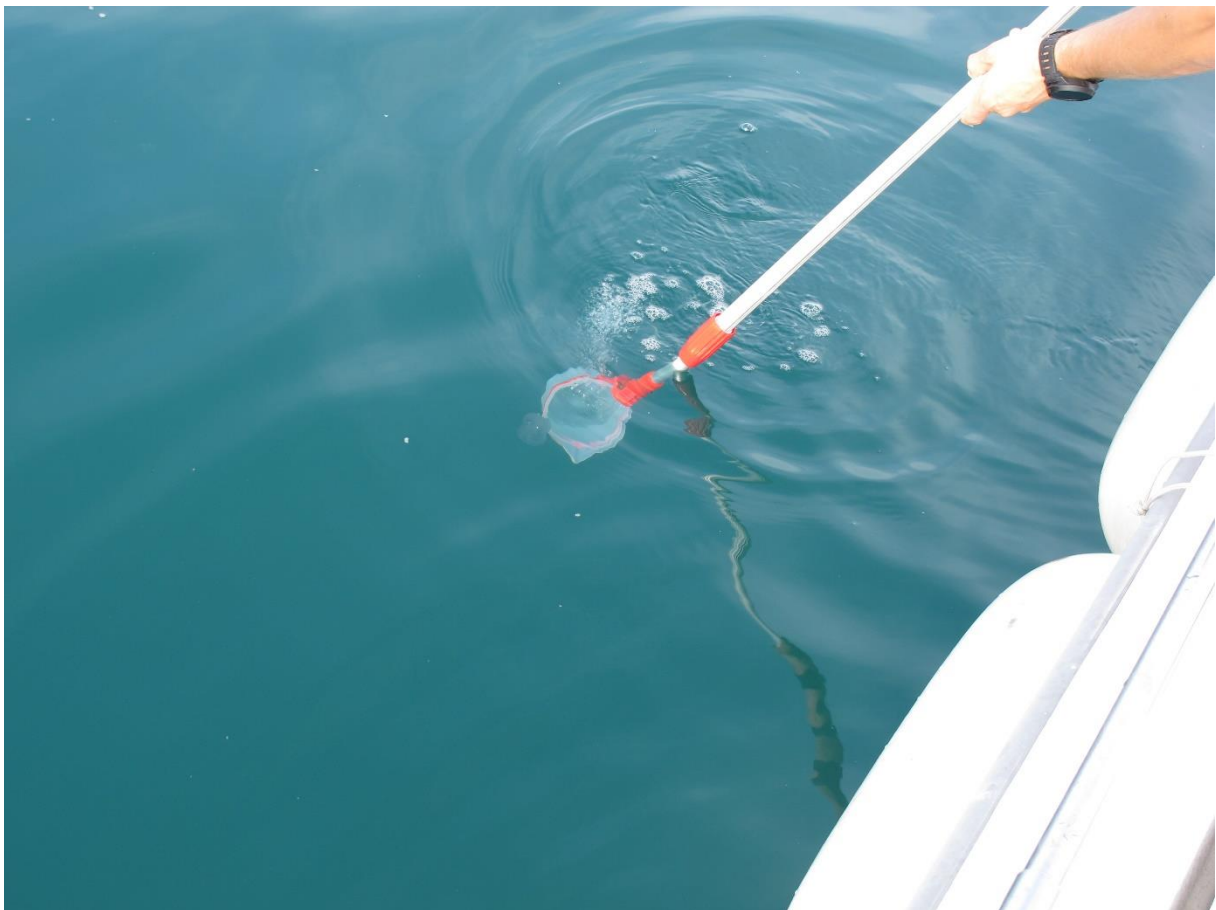
Ob različnih priložnosti, smo naključno z lovilom ali ročno mrežo iz obale ali raziskovalnega plovila, poskusili zajeti reprezentativen vzorec populacije in izmerili velikost posameznih organizmov na milimeter natančno. Variabilnosti velikosti posameznih osebkov v določeni populaciji smo predstavili s škatlastim diagramom (Slika 14).



Slika 6. Prikaz šestih območij, kjer se izvaja mesečno vzorčenje rebrač z namenom ugotavljanja razširjenosti in številčnosti rebrače *Mnemiopsis leidyi* v slovenskem morju.

Merjenje reproduktivne sposobnosti rebrače *Mnemiopsis leidyi* v odvisnosti od temperature

Rebrače smo zajeli z lovilom iz obale ali raziskovalnega plovila (Slika 7) in jih shranili posamično v posodah do prihoda v laboratorij. V laboratoriju smo rebrače inkubirali posamično v 1L posodi s 0,5 L filtrirane morske vode (stekleni filtri Whatman z velikostjo por cca 0,8 μm) za 24 ur pri dnevno/nočnem režimu 12/12ur. Organizme (N=80) smo inkubirali pri 6, 8, 10, 12, 20, 24 in 28°C, da bi določili reproduktivno sposobnost rebrače v odvisnosti od temperature morja. Po koncu inkubacije smo organizem odstranili iz posode, izmerili celotno dolžino telesa na milimeter natančno in prešteli jajca in ličinke v celotnem volumnu (500mL) vzorca. Reprodukativno sposobnost rebrače smo izrazili kot število jajc, ki jih je en osebek izločil v 24 urah (št jajc/os./dan).



Slika 7. Prikaz ročnega lova rebrače *Mnemiopsis leidyi* v slovenskem morju. Foto: Tina Mirt.

Pregled simbiotov oz. organizmov povezanih z rebračo *Mnemiopsis leidyi*

Rebrače smo zajeli posamično z lovilom, in jih tudi posamično shranili v plastičnih posodah do prihoda v laboratorij. Organizme smo previdno položili na steklene petrijevke, jih izmerili in

natančno pregledali pod lupo. Mnogocelične organizme, ki smo jih opazili na ali v tkivu rebrače (Slika 8) smo določili do najnižje možne taksonomske enote. Za vsako taksonomsko enoto smo izračunali prevalenco (P; %) oziroma delež »okuženih« rebrač od celotnega števila pregledanih rebrač, ter maksimalno intenziteto (I_{max}), oziroma največje število organizmov določene taksonomske enote, ki smo jih prešteli v oziroma na eni rebrači. Skupno smo pregledali 167 rebrač zajetih med julijem in februarjem.



Slika 8. Hiperidni rak na površini *Mnemiopsis leidyi*. Foto: Tihomir Makovec.

Ocena metabolne aktivnosti rebrače vrste *Mnemiopsis leidyi*

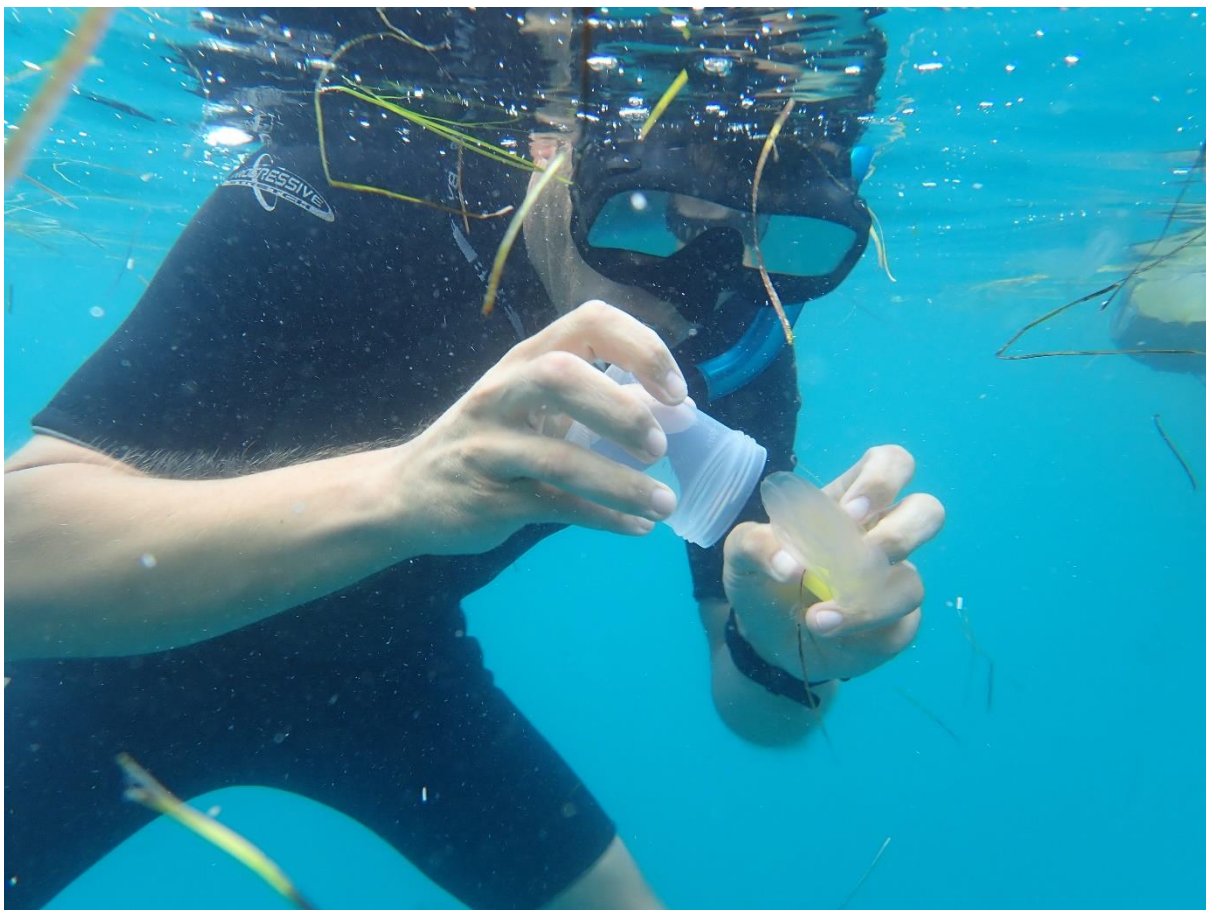
Nepoškodovane rebrače, ki smo jih zajeli z lovilom, smo v laboratoriju inkubirali posamično v neprodušno zaprti 1L posodi z 1L filtrirane morske vode (stekleni filtri Whatman z velikostjo por cca 0,8 μm) v temi pri 20°C. V dve posodi nismo dodali organizmov in ti sta služili kot kontrola. Na začetku in na koncu inkubacije smo s sondo izmerili količino raztopljenega kisika v morski vodi. Razlika med začetno in končno koncentracijo, ki smo jima odšteli vrednosti kontrole, nam poda porabo kisika posamezne rebrače.

Prehrana rebrače *Mnemiopsis leidyi* v slovenskem morju*Terensko delo*

V obdobju do novembra 2019 smo v 17 vzorčevalnih nizih polovili več kot 500 primerkov rebrač (Tabela 2). Najmanjši niz je štel 10 primerkov, največji pa 70 primerkov. Za izlov smo uporabili avtonomno potapljaško opremo ali pa smo vzorčili s potapljanjem na vdih. Vsak primerek smo posamično ujeli pod vodo v posebno plastično posodico in jo takoj po zajetju zaprli s prilegajočim se navojnim zamaškom (Slika 9). Glavnino prostornine posodice je zajemala rebrača, manjši del pa okoliška voda. Rebrača je v posodici (zaradi stresa) izbljuvala črevesno vsebino.

Tabela 2. Vzorčenja rebrače *Mnemiopsis leidyi* v slovenskem morju za potrebe ugotavljanja njene prehrane.

datum	obdobje dneva	lokacija
23.08.2017	dan	pred MBP
29.09.2017	noč (6:00)	pred MBP
29.09.2017	dan (13:00)	pred MBP
2.10.2017	dan (12:00)	2 NM severno od Belih skal
2.10.2017	dan (11:00)	školjčičišče strunjan
19.07.2018	dan (13:00)	Piran, pod cerkvijo
19.07.2018	dan	Pirna pod cerkvijo
30.08.2018	dan	pred MBP
12.09.2018	dan (14:00)	Boja Vida
11.10.2018	dan (14:00)	pred Pacugom
30.07.2019	dan	pred Punto nad jarkom
22.08.2019	dan	pred MBP
28.08.2019	dan	Boja Vida proti Strunjanu
29.08.2019	dan (11:00)	pod Pi stadionom, II. stopničkePi-Fiesa
5.09.2019	dan (10:00)	pred MBP
14.10.2019	dan (13-14:00)	pred MBP
24.10.2019	dan (10-11:00)	pred MBP



Slika 9. Posamično nabiranje rebrač za analizo prehrane. Foto: T. Mirt.

Laboratorijsko delo

V laboratoriju smo v karseda katkem času po izlovu (1-2 uri po vzorčenju) iz prosodic odstranili izbljuvano vsebino želodca in jo shranili v 4% raztopini nevtraliziranega formalina in morske vode. Rebračam smo izmerili tudi maksimalno dolžino v naravni obliki (plavajoči v vodi). Vsebino želodca rebrač smo analizirali z uporabo stereo-mikroskopa. Za preiskavo vsebine želodcev smo uporabili petrijevke z označenimi kvadrati za lažje štetje zooplanktonskih organizmov. Petrijevko smo tako po sektorjih (nizi kvadratov) pregledali v celoti. Vse opažene organizme smo prešteli in jih poskušali določiti do najmanjše taksonomske kategorije. Pri tem smo uporabljali določevalne priročnike in ključe (Trégouboff & Rose, 1957; Newell & Newell, 1963; Thomson, 1976; Lipej, 1992; Kršinić, 2010). Določevanje do najnižjega možnega taksonomskega nivoja je bilo pogosto oteženo zaradi dejstva, da so bili primerki plena ujeti v sluz. Poskusi ločevanja posameznih primerkov iz sluzi so bili pogosto neuspešni, zato nekaterih razmeroma lahko prepoznavnih vrst (npr. vrste iz rodu *Centropages*, *Podon*, *Oikopleura*) ni bilo

možno določiti do vrste. Še težje je bila determinacija do vrste pri nekaterih kalanoidnih rodovih (*Paracalanus*, *Clausocalanus*).

Vse primerke posameznega taksona smo prešteli. Pri tem smo uporabili nekaj različnih merili in sicer:

a. smo šteli primerke, ki so bili bolj ali manj dobro ohranjeni. Tak pristop upošteva plen, ki je šele vstopil v prebavni proces rebrače ali pa je bil v njem krajši čas, preden je bila ujeta rebrača.

b. šteli smo tudi primerke plena, ki so ohranjeni le v obliki (praznih) oklepov (karapaksov) različnih skupin rakov (Cirripedia, Calanoida, Cyclopoda, Harpacticoida, Decapoda) ali praznih lupin mehkužcev (Bivalvia, Gastropoda). Tak pristop smo upoštevali na podlagi sugestij priznanega planktologa prof dr. Davorja Lučića. Prazni karapaksi in lupine odsevajo polpreteklo prehrano rebrače.

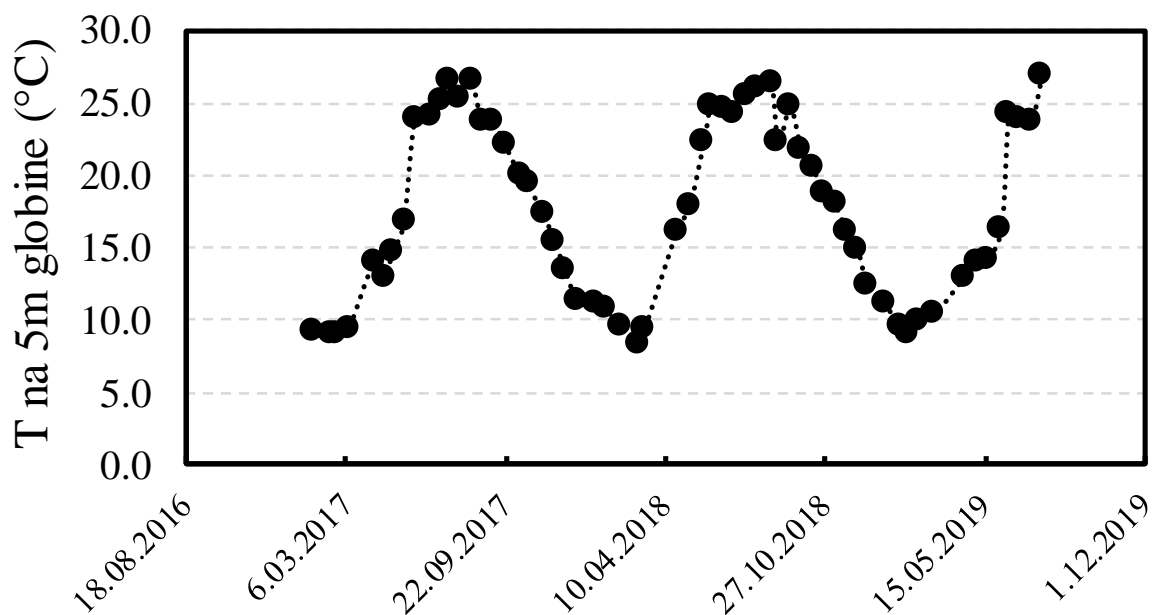
c. šteli smo ostanke rebrače *M. leidy*, predvsem nosilce z migetalkami. V velikem številu želodcev so se pojavljali ostanki rebrače, predvsem omenjeni, zato smo jih prešteli. Obstaja možnost, da je do zajema omenjenih delov rebrač prišlo pri procesu zajetja rebrače pod vodo ali pri rokovanju z njimi. Obenem pa ne moremo zanemariti možnosti, da gre pri rebrači *M. leidy* za kanibalizem ali vsaj saprofagijo. Nekateri želodci rebrač so vsebovali zelo veliko ostankov rebrač, v enem primeru tudi do 50 kosov, obenem pa so se ostanki pojavljali v velikem številu želodcev. Ker nismo mogli kvantificirati, kolikšnemu številu rebrač pripadajo ostanki, smo se odločili za minimalno število 1, kar po našem mnenju tudi odraža število primerkov. Ne nazadnje obstajajo novejši viri, ki dokazujejo, da je kanibalizem pri rebrači možna prehranjevalna strategija (npr. Javidpour s sod., 2009).

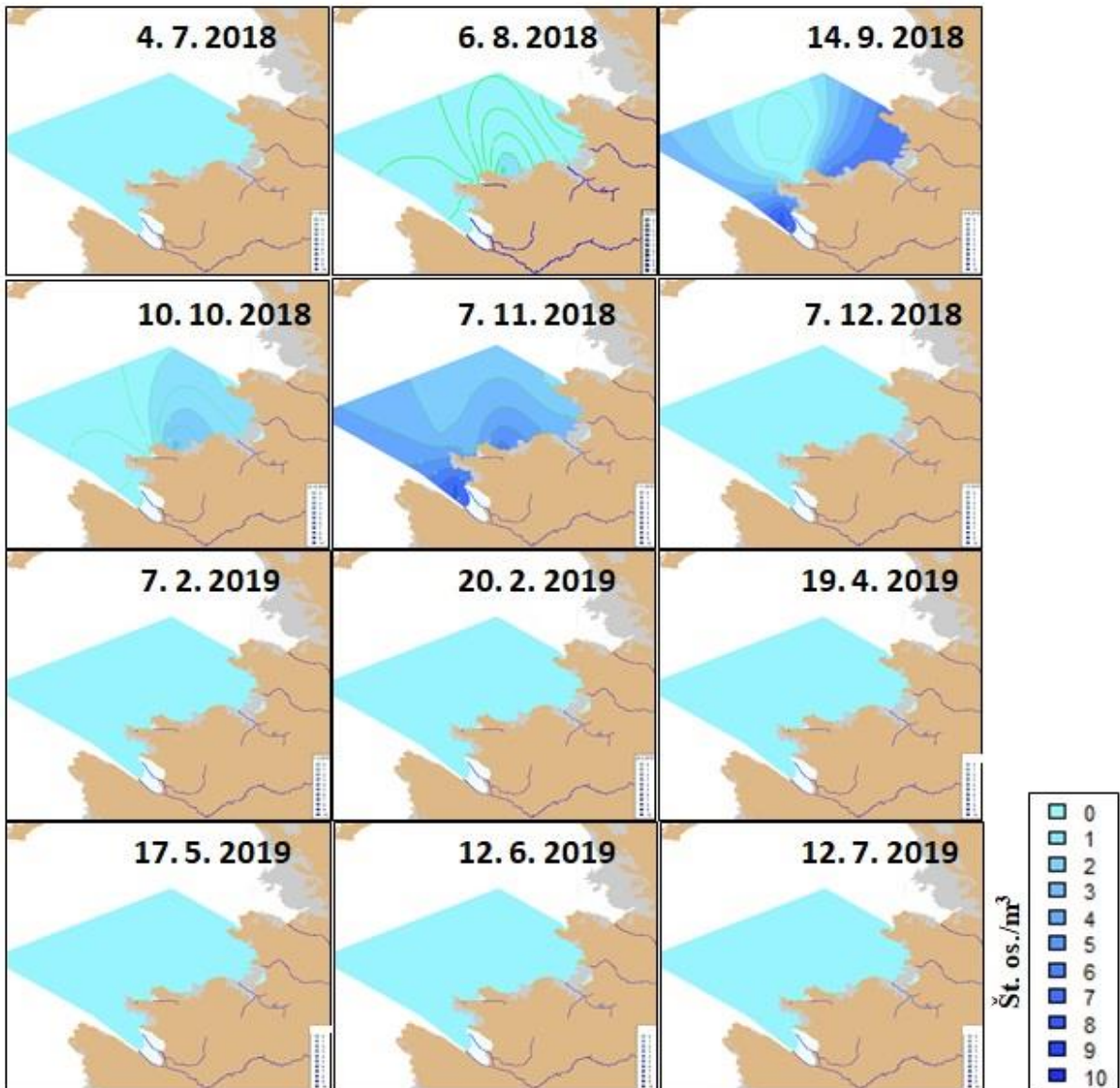
Na podlagi vsega napisanega smo obravnavali prehranjevalno ekologijo tujerodne rebrače iz vseh treh omenjenih vidikov.

3. REZULTATI OBDELAVE TERENSKEGA IN LABORATORIJSKEGA DELA

Prostorska razširjenost in številčnost rebrače *Mnemiopsis leidyi*

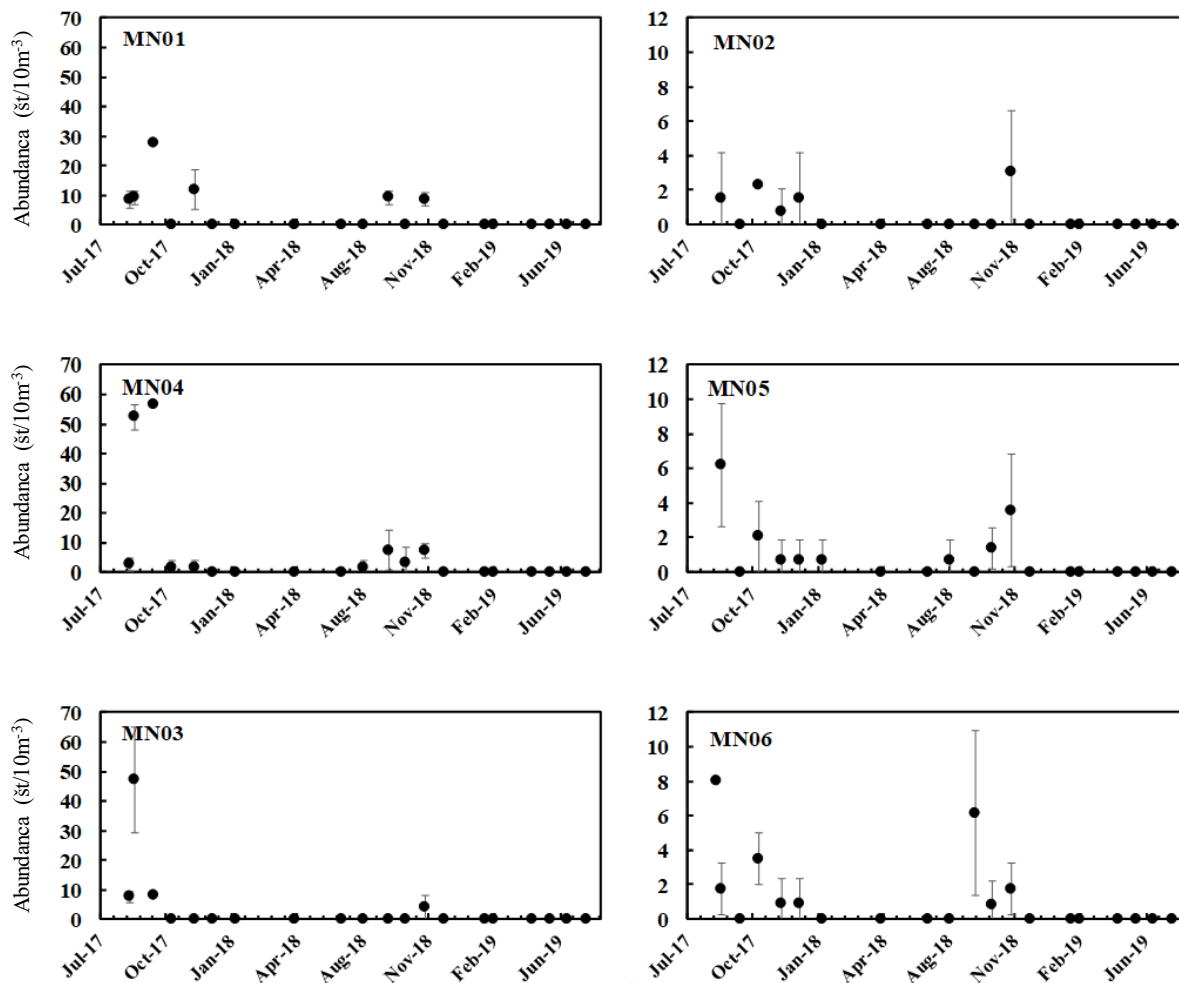
Na podlagi opazovanj lahko zaključimo, da je rebrača v Tržaškem zalivu prisotna skozi vse leto. Najbolj številčna je bila v poletnih in jesenskih mesecih, od avgusta do novembra 2018 (Slika 11), ko je bila temperatura morja merjena na 5 m globine med 15 in 25°C (Slika 10), nato pa je gostota organizmov upadla do te mere, da je, čeprav smo posamezne primerke opazili v vseh mesecih (t.i. »citizen science« in preverjena terenska opazovanja kolegov raziskovalcev), s standardnimi vzorčevalnimi metodami nismo zajeli. V 2019 se je sezonska dinamika ponovila, saj smo jo to leto prvič opazili v večjem številu konec julija, ko je temperatura morja skokovito narasla (Slika 10), v avgustu pa smo opazili že večje agregacije (ni prikazano v nalogi). Sezonska dinamika, ki smo jo beležili v času trajanja projektne naloge je v skladu z opazovanji MBP NIB iz preteklih dveh let (baza podatkov NIB MBP in opazovanja objavljena v delu Malej in sod., 2017).





Slika 11. Prostorska razširjenost in številčnost rebrače *Mnemiopsis leidyi* za dvanajst mesečnih vzorčenj na 6 vzorčnih postajah. Območja obarvana z isto bravo označujejo območja istih gostot (legenda na levi strani slike), ki jih ločujejo izolinije zelene barve.

Najvišje gostote rebrače so bile zabeležene na vzorčevalnih postajah, ki so nekoliko bližje obali. To so postaje MN01, MN03 in MN04. V letu 2018 so bile najvišje gostote nekoliko nižje kot v letu prej; in sicer 57 os./10 m³ 20. 9. 2017 (pri izmerjeni temperaturi morja na 5 m globine 22,2°C) na postaji MN04 v primerjavi z maksimumom 9,0 os./10 m³ zabeleženim 14. 9. in 7. 11. 2018 na postaji MN01 (pri temperaturi morja 24,7 in 18,0°C) (Slika 12).

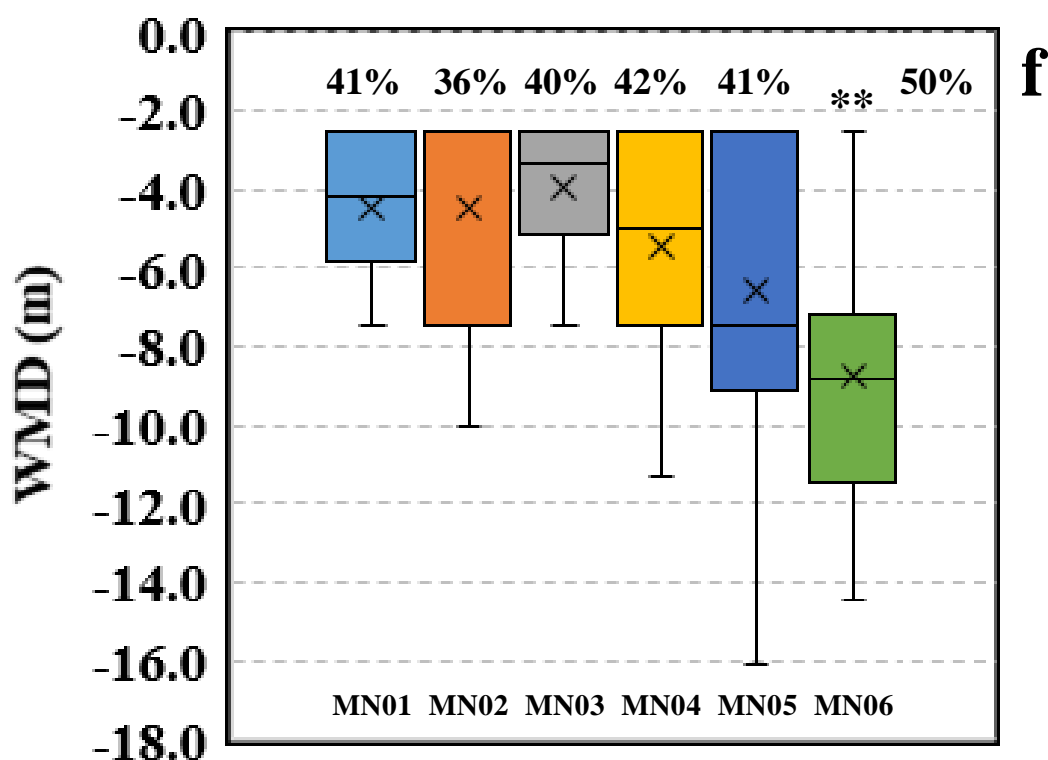


Slika 12. Gostota rebrače na šestih vzorčevalnih postajah v obdobju med 16. 8. 2017 in 12. 7. 2019 (baza podatkov NIB MBP in ta študija).

Narava želatinoznega planktona, kamor uvrščamo tudi rebrače, je, da se združuje v masovne agregacije (Sliki 4, 5). Te agregacije se proti ali vzdolž obale premikajo zaradi valovanja, plimovanja ali delovanja tokov in jih tako pogosto opazimo ob zaprtih predelih obalnih območji, kot so marine in mandračji. V sklopu projektne naloge smo vzorčevali na vnaprej skrbno izbranih postajah, ki skupaj najbolje ponazarjajo povprečno stanje v slovenskem morju, zato zabeležene gostote rebrače ne ponazarjajo številčnosti tujerodne rebrače v masovnih agregacijah. Maksimalna gostota rebrače bi lahko bila tudi višja, če bi potege mrež naredili v območju agregacij.

Iz posnetkov vodnega stolpa je razvidno, da so bile rebrače prisotne na vseh globinah (Slika 13), a najpogosteje v zgornjih 10m vodnega stolpa, kar potrjuje tudi povprečna vrednost MWD

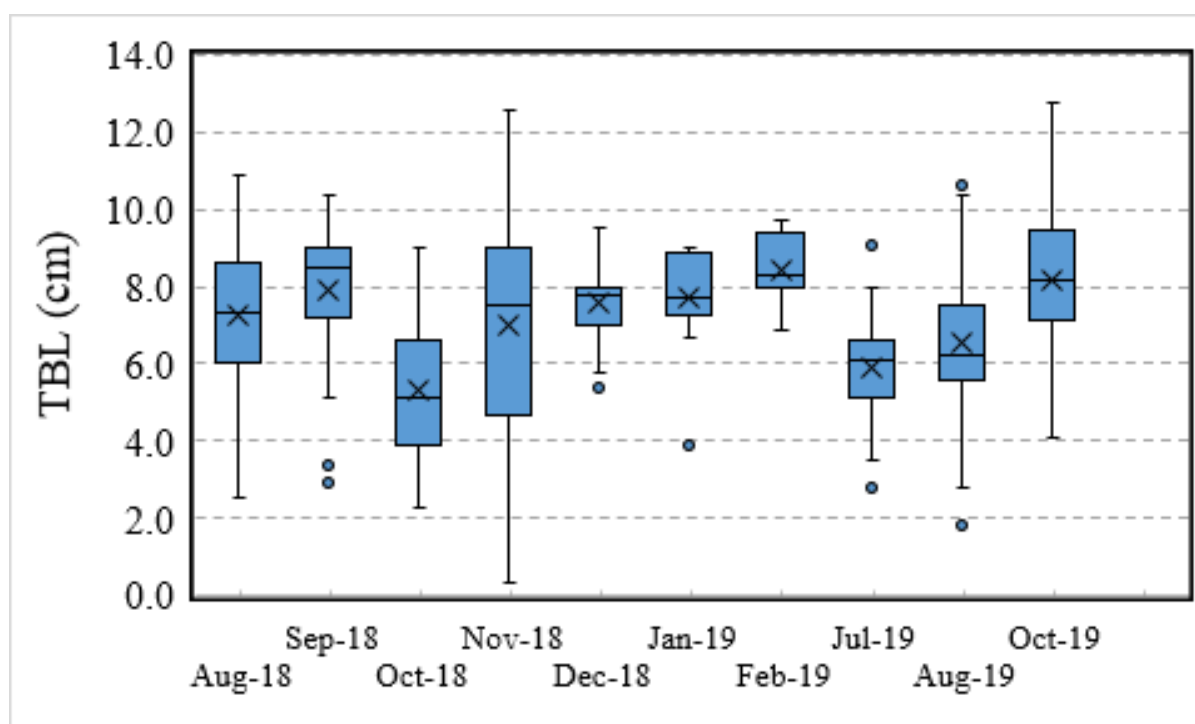
izračunana za celotno obdobje, ki znaša -5,7m. Statistično značilno ($p < 0,001$) se razlikuje zgolj vzorčevalna postaja MN06, kjer so bile rebrače po vodnem stolpu v povprečju porazdeljene globlje kot na ostalih postajah. Porazdelitev rebrače v vodnem stolpu v največji meri zavisi od slanosti (Spearmanov neparametrični korelacijski koeficient; $r = 0,54085$; $p = 0$), nekoliko manj od raztopljenega kisika (Spearmanov neparametrični korelacijski koeficient; $r = 0,27257$; $p = 0,01112$) ter je obratno sorazmeren s temperaturo (Spearmanov neparametrični korelacijski koeficient; $r = -0,38771$; $p = 0,00023$).



Slika 13. Utežena srednja globina in frekvenca (f) pojavljanja rebrače na izbranih vzorčevalnih postajah v obdobju med 2017 in 2018 prikazana s škatlastim diagramom (»x« - povprečna vrednost; »-» mediana; ** označuje postajo, ki se statistično značilno razlikuje od ostalih ($p < 0,01$)).

Najpogosteje so bile rebrače opažene na postaji MN06 (50 %) in najmanj na postaji MN02 (36 %), medtem ko so bile na ostalih postajah rebrače opažene z enako frekvenco (med 40 in 42 % vseh posnetkov vertikalnih profilov) (Slika 13).

V mesecih, ko je bila rebrača prisotna v večjem številu, da smo lahko zajeli reprezentativen podvzorec populacije, smo določili tudi velikost posameznih osebkov. Razpon velikosti v posameznih obdobjih meritev nam namreč posredno nakazuje na razmnoževanje rebrače, velikostni spekter pa je pomemben tudi pri oceni vpliva te tujerodne vrste na ekosistem preko plenjenja. Največji razpon velikosti populacije smo zabeležili v mesecih, ki označujejo obdobje največjih gostot (avgust – november) (Slika 14). To nakazuje na to, da so v vodnem stolpu v omenjenem obdobju prisotne juvenilne rebrače (TBL<2cm) kot tudi spolno zreli osebki, ki se uspešno razmnožujejo. V obdobju ki sledi (december – februar), pa se povprečna velikost osebkov postopoma veča in hkrati je v populaciji prisotnih vse manj manjših organizmov. Podoben trend se pokaže tudi v letu 2019.

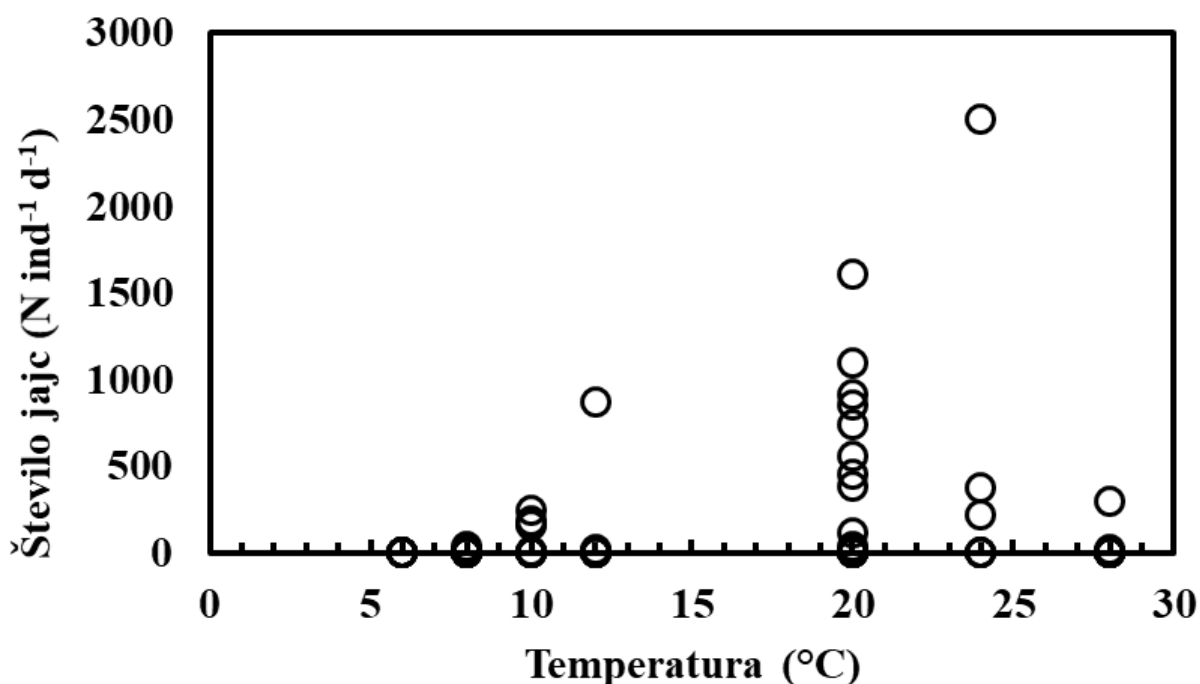


Slika 14. Razpon velikosti rebrač (TBL-celotna dolžina telesa) v posameznih mesecih prikazan v obliki škatlastih diagramov, kjer je "x" povprečna vrednost in "-" mediana.

Velikostni spekter rebrač izlovljenih v slovenskem delu Tržaškega zaliva znatno presega velikost osebkov, ki poseljujejo npr. lagune vzdolž južne francoske obale (Delpy in sod., 2016), obale danske (Riisgard in sod., 2012) in so celo v povprečju večje od osebkov iz avtohtonega območja (npr. zaliv Chesapeake, ZDA; Purcell in sod., 2001). Zanimivo pa je, da so povprečne velikosti rebrač Tržaškega zaliva primerljive s tistimi iz Črnega morja (podatki NIB MBP).

Merjenje reproduktivne sposobnosti rebrače *Mnemiopsis leidy* v odvisnosti od temperature

Laboratorijski poizkusi so pokazali, da je reproduktivna sposobnost rebrače *Mnemiopsis leidy* pri različnih temperaturah statistično značilno različna. Najvišja zabeležena reproduktivna sposobnost je bila med 20 in 24°C, izražena kot število sproščenih jajc ene rebrače v 24h (Slika 15) in tudi kot delež rebrač, ki so se pri dani temperaturi razmnoževale (Tabela 3). Največje število sproščenih jajc pri 24°C je bilo 2506/os./dan, pri 20°C pa 1610/os./dan. Prav tako je bil najvišji delež rebrač, ki so se razmnoževale določen za temperaturo morja 24°C in je znašal 86%. Nekoliko nižji delež rebrač, 81%, pa se je razmnoževal pri temperaturi 20°C. Reprodukativna sposobnost se je v laboratorijskih poizkusih z znižanjem temperature zmanjšala. Rebrače so se pri 12, 10 in 8 °C še razmnoževale, vendar je bil tako delež rebrač, ki so se razmnoževale nižji, kot je bilo nižje tudi maksimalno število sproščenih jajc. Pri 6°C se je razmnoževala zgolj ena rebrača, ki je sprostila le eno samo jajce, zato smo zaključili, da predstavlja 6°C mejno temperaturo morja, ko se rebrače ne razmnožujejo več.



Slika 15. Reprodukcijska sposobnost rebrače *M. leidy* prikazano kot število jajc, ki jih je ena rebrača sprostila v 24 urah pri izbranih temperaturah inkubacije (6, 8, 10, 12, 20, 24 in 28°C).

Z izbranim temperaturnim intervalom laboratorijskih inkubacij smo želeli določiti zgornjo in spodnjo temperaturo, ki še omogoča rebrači da bi se razmnoževala. Maksimalno in minimalno

temperaturo v naših poizkusih smo določili na podlagi dolgoletnih meritev vrednosti morja Tržaškega zaliva. Iz podatkov lahko zaključimo, da je pri visokih poletnih temperaturah morja (pri 28°C) reproduktivna sposobnost rebrač sicer nekoliko nižja, a se rebrače še vedno razmnožujejo, medtem ko predstavlja temperatura 6°C ali manj, mejo, ki onemogoča razmnoževanje invazivne rebrače *Mnemiopsis leidy*.

Tabela 3. Razmnoževanje rebrače *Mnemiopsis leidy* določeno v laboratorijskih poizkusih. T – temperatura v °C; N – število rebrač, ki smo jih inubirali posamično pri določeni T; TBL – povprečna vrednost celotne dolžine rebrač inkubiranih pri izbrani T v cm (SD – standardna deviacija); %prod – delež organizmov, ki so sprostili jajca; N_{max} jajc – največje število jajc, ki jih je ena rebrača proizvedla v 24h pri izbrani temperaturi.

T (°C)	N	TBL (SD) cm	% _{prod}	N _{max} jajc
6	10	8.2 (1.4)	10	1
8	12	8.5 (0.9)	33	35
10	13	7.7 (1.4)	69	246
12	9	6.8 (1.4)	56	873
20	16	6.7 (1.2)	81	1610
24	7	5.6 (0.8)	86	2506
28	11	5.1 (1.6)	18	299

Ocena metabolne aktivnosti rebrače vrste *Mnemiopsis leidyi*

V procesu respiracije organizmov se hrana (npr. ogljikovi hidrati, maščobe in beljakovine) v prisotnosti kisika razgradi na ogljikov dioksid, vodo in energijo, ki je potrebna za opravljanje različnih življenjskih aktivnosti. Tako lahko z merjenjem porabe kisika zelo hitro in enostavno pridobimo oceno metabolnega in fiziološkega stanja organizma, oziroma ocenimo koliko energije (kot ogljik) potrebuje za osnovne življenjske funkcije. Izmerjena povprečna vrednost porabe kisika ene rebrače velikosti med 7,2 in 10,5 cm je pri 20°C znašala 1,58 mlO₂ na dan, pri čemer se je porabilo v povprečju 0,721 mgC/os./dan. Če privzamemo najvišjo gostoto rebrač, ki smo jo zabeležili v slovenskem delu Tržaškega zaliva, septembra 2017, in je znašala 6,7 os./m³, potem znaša dnevna poraba rebrač, ki zasedajo 1 kubični meter vodnega stolpa 4,8 mgC. Drugače povedano, v času največje gostote, bi rebrače morale zaužiti vsaj za 4,8 mgC/m³/dan, da bi zadostile dnevni potrebi energije za opravljanje življenjskih funkcij. Na podlagi dolgoročnega niza podatkov NIB MBP (2004 – 2018) vemo, da je dolgoročna povprečna vrednost suhe mase mezozooplanktona (planktonski organizmi >0,2 mm) v mesecu septembru v povprečju 16,05 mg/m³ in vsebuje v povprečju 41 %C. Tako lahko ocenimo, da je v septembru v vodnem stolpu 6,5 mgC/m³. Primerjava z izračunano potrebo rebrače *M. leidyi* (4,8 mgC) pokaže, da bi ob odsotnosti drugih virov hrane, pretežni del (skoraj 75 %) razpoložljivega C potrebovale rebrače same. Seveda se je pri tem izračunu potrebno zavedati dejstva, da se je v našem primeru, kot najbolj pomemben plen, pokazal mikrozooplankton (planktonski organizmi do velikosti 0,2 mm), za katerega pa ni podatkov o biomasi. Bi p alahko s temi podatki in na ta način lahko ugotovili vlogo kompeticije in vpliva na prehranski režim drugih planktonskih plenilcev, kot so na primer inčuni in sardele. To velja predvsem za širše področje severnega Jadrana, kjer je pomembno območje hranjenja ali, v primeru inčuna, predstavlja eno izmed pomembnih področje drstitve v Jadranu. Iz literature je poznano tudi, da so rebrače iz reda Lobata, v katerega spada tudi *M. leidyi*, zmožne prenažiranja (excessive feeding), pri čemer lovijo ves čas in želodce ob napolnjenju izpraznijo skupaj z neprebavljeno ali delno prebavljeno vsebino (Harbison in sod., 1978). Na tak način lahko polovijo še precej več zooplanktona, kot je njihova potreba.

Pregled simbiotov oz. organizmov povezanih z rebračo *Mnemiopsis leidy*

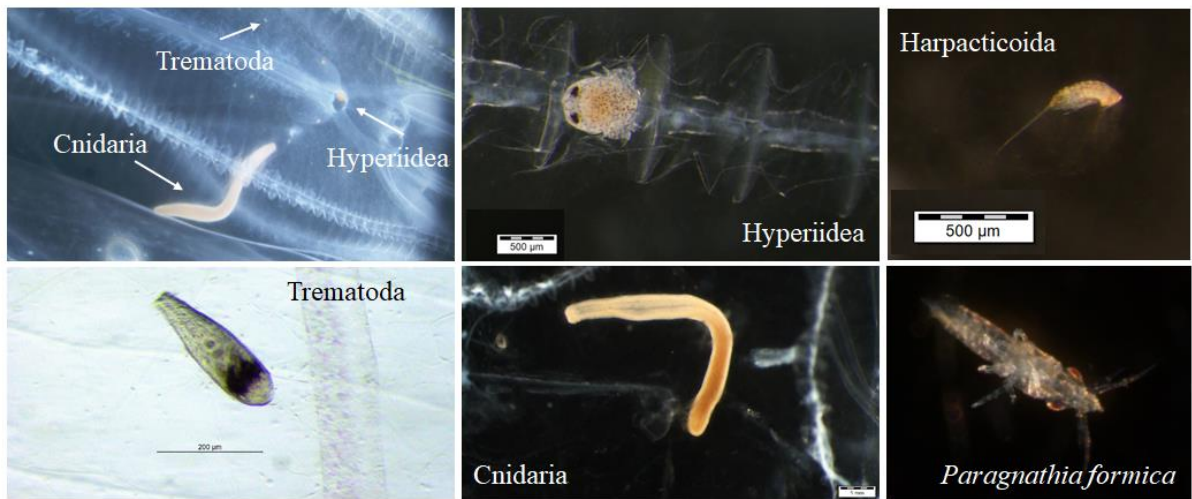
Med organizmi, ki so poseljevali površino ali notranjost *M. leidy* smo prepoznali 6 različnih taksonov (osredotočili smo se zgolj na mnogoceličarje) (Slika 16, Tabela 4). Tujerodne vrste imajo v novem okolju po številčnosti in po vrstni pestrosti manj simbiotov oziroma zajedavcev kot osebkovi iste vrste v njihovem naravnem okolju, zato je presenetljivo, da smo odkrili takšno pestrost in zastopanost organizmov, ki poseljujejo tujerodno rebračo *Mnemiopsis leidy* v Tržaškem zalivu. Najbolj zastopani organizmi, ki poseljujejo rebračo so ploski črvi (Trematoda, Digenea). Kar 85 % vseh pregledanih rebrač je gostilo vsaj enega zajedavca te taksonomske skupine. Tudi največja gostota osebkov daleč presega gostoto druge najbolj zastopane taksonomske skupine organizmov, postranic (Amphipoda, Hyperideia). Največja gostota infestacije s ploskimi črvi je bila 118 osebkov na eni rebrači v primerjavi z 79 postranicami, ki so poseljevali eno rebračo. Ploske črve smo na rebračah opazili skozi vse leto (ni statistično značilne sezonskosti), medtem ko so postranice prisotne v obdobju med septembrom in februarjem, z najvišjima vrednostma P in I_{max} novembra.

Poleg ploskih črvov in postranic smo zabeležili še prisotnost vrste ceponožcev (*Microsetella norvegica*), ličinke morske vetrnice, raka desetonožca in raka enakonožca (vrste *Paragnathia formica*). Zanimivo je, da so juvenilni osebkovi enakonožcev iz družine Gnathiidae znani ektoparaziti, ki se prehranjujejo s krvjo in telesnimi sokovi organizmov, po večini rib.

Tabela 4. Seznam organizmov, ki smo jih opazili na ali v rebrači *Mnemiopsis leidy* (P – prevalenca; I_{max} – največja incidenca oziroma največje število osebkov določenega taksona na eni rebrači).

Phylum, Subphylum	Class, Subclass	Order, Suborder	Family	Genus	Species	P (%)	I _{max}
Arthropoda, Crustacea	Hexanauplia, Copepoda	Harpacticoida				11.4	6
		Malacostraca	Amphipoda, Hyperideia				53.9
	Decapoda		Alpheidae				*1
			Isopoda	Gnathiidae	<i>Paragnathia</i>	<i>P. formica</i>	1.2
Cidaria	Anthozoa	Actiniaria	Edwardsiidae	Edwardisia		*5	1
Platyhelminthes	Trematoda, Digenea					85.0	118

* zabeleženo ob naključnih opazovanjih in ne ob pregledu ene izmed 167 rebrač



Slika 16. Fotografije različnih vrst organizmov, ki smo jih zasledili na površini ali v notranjosti rebrače *Mnemiopsis leidy*. (Foto: Tjaša Kogovšek)

Analiza prehrane

V želodčnih vsebinah, izoliranih iz ulovljenih rebrač, smo pregledali primerke plena, ki se v njih pojavljajo. Poleg tega smo vsako vsebino ovrednotil tudi z vidika navzočnosti velikih količin algalnih ostankov ali organskega detrita in v vzorcih prešteli nitke antropogenega izvora. Plastične nitke smo našli v vsakem četrtem vzorcu želodčne vsebine oziroma v vsaki četrti rebrači. V 3,3 % želodčnih vsebin rebrač je bilo najdeno veliko organskega detrita, v 1 % pa so bili ostanki rastlinskih delov (Tabela 5).

Tabela 5. Podatki o številu in frekvenci pojavljanja plastičnih niti, večjih količin organskega detrita in rastlinskih ostankov v prehrani vrste *Mnemiopsis leidy* v obdobju 2017-2019. Legenda: n - število, F - frekvenca pojavljanja.

serija	datum	n	število niti		Ogromno org. detrita	rast. ostanki
			n	F		
1	23.8.2017	20	1	1	0	0
2	2.10.2017	18	0	0	0	0
3	12.9.2018	29	0	0	1	1
4	30.7.2019	28	2	2	0	1
5	28.8.2019	39	8	8	2	3
6	11.10.2018	29	3	2	4	0
7	19.7.2018	35	16	14	0	0
8	4.10.2019	30	28	12	1	0
9	29.9.2017	17	1	1	4	0
10	5.9.2019	48	21	13	0	0
11	2.10.2017	16	8	6	0	0
12	30.8.2018	13	10	7	0	0
13	22.8.2019	10	3	3	0	0
14	29.8.2019	41	10	10	0	0
15	24.10.2019	28	20	14	0	0
16	22.8.2019	74	31	21	0	0
17	29.9.2017	31	24	15	5	0
suma		506		129		

Celovit pregled prehrane

Pregledali smo vsebino želodca 506 primerkov rebrače *M. leidy*, v katerih smo prepoznali 5665 primerkov plena (Tabela 6). Povprečno število plena na želodec je bilo od 1 do 96 primerkov plena, v povprečju 15,78. Če ne upoštevamo hitinskih ostankov, lupin in rebrač,

potem je bilo vseh primerkov plena 3020, število plena na želodec med 1 in 84 primerki plena na želodec, povprečno število plena pa potemtakem 7,30 plena na želodec. Od 506 želodcev jih je bilo povsem praznih 8,58 %.

Tabela 6. Osnovni podatki o prehrani vrste *Mnemiopsis leidyi* v obdobju 2017-2019. Legenda: A – število pregledanih želodcev, B – število povsem praznih želodcev, C V število želodcev le z ostanki karapaksov in lupin, D – želodci le z deli rebrač, E – število plena v vseh pregledanih vzorcih, F – število plena v vseh pregledanih vzorcih brez hitinskih ostankov in lupin mehkužcev v vseh pregledanih vzorcih, G – število plena v vseh pregledanih vzorcih brez hitinskih ostankov in lupin mehkužcev ter ostankov rebrač v vseh pregledanih vzorcih, E/A – povprečno število celotnega plena v vseh pregledanih vzorcih, F/A – povprečno število plena brez hitinskih ostankov in lupin mehkužcev ter ostankov rebrač v vseh pregledanih vzorcih in F/(A-B) V povprečno število plena brez hitinskih ostankov in lupin mehkužcev ter ostankov rebrač v polnih želodcih.

Serija	datum	A	število želodcev			Skupno število plena			Število plena na želodec		
			B	C	D	E	F	G	E/A	F/(A)	F(A-B)
1	23.8.2017	20	1	2	0	305	152	152	15,25	7,60	8,00
2	2.10.2017	18	0	0	0	174	158	158	8,7	7,90	8,78
3	12.9.2018	29	8	3	0	101	79	78	5,05	3,95	3,76
4	30.7.2019	28	11	1	1	55	42	39	2,75	2,10	2,47
5	28.8.2019	39	13	6	1	118	67	64	5,9	3,35	2,58
6	11.10.2018	29	2	5	0	162	86	84	8,1	4,30	3,19
7	19.7.2018	35	14	16	0	76	53	51	3,8	2,65	2,52
8	14.10.2019	30	0	2	0	185	149	142	9,25	7,45	4,97
9	29.9.2017	17	0	0	0	178	153	142	8,9	7,65	9,00
10	5.9.2019	48	1	1	0	1320	633	623	66	31,65	13,47
11	2.10.2017	16	0	0	0	249	132	131	12,45	6,60	8,25
12	30.8.2018	13	2	3	0	142	99	97	7,1	4,95	9,00
13	22.8.2019	10	0	0	0	310	223	220	15,5	11,15	22,30
14	29.8.2019	41	1	4	3	283	167	147	14,15	8,35	4,18
15	24.10.2019	28	2	1	0	480	211	207	24	10,55	8,12
16	22.8.2019	74	4	6	1	750	370	362	37,5	18,50	5,29
17	29.9.2017	31	0	0	0	500	351	335	25	17,55	11,32

V prehrani so se med holoplanktonskimi vrstami pojavljale značilne vrste za poletno obdobje kot so na primer *Penilia avirostris* in druge vrste morskih bolh (Cladocera), poletne vrste tintinidov, trdoživnjaške meduze, planktonske vrste polžev zaškrjarjev (Pteropoda) in repati plaščarji (Appendicularia) (Tabela 7; slika 17).

Med planktonskimi zaškrjarji smo prepoznali vrste pteropodov kot so *Creseis clava*, *Limacina trochiiiformis* in *Heliconoides inflatus*. Poleg omenjenih holoplanktonov se je pojavljalo veliko primerkov rakov ceponožcev (skupine Calanoida, Cyclopoida in Harpacticoida).

Med merozooplanktonskimi vrstami so se pojavljale ličinke rakov deseteronožcev (Decapoda), mnogoščetincev (Polychaeta), bogomoljčarjev (Stomatopoda), iglokožcev (Echinodermata), školjk (Bivalvia) in bentoških požev (Gastropoda). Edini predstavnik skupine bogomoljčarjev je bila ličinka pseudozoëa morske bogomoljke *Squilla mantis*.

Najmanjši organizmi v prehrani rebrač so bili manjši od 100 μm (*Dictyocista elegans*, najmanjši navpliji ceponožcev), največji organizmi (ličinka pseudozoëa morske bogomoljke *Squilla mantis*) pa izjemoma do 5 mm v dolžino. Ti rezultati dobro sovpadajo z ugotovitvami Javidpour s sod. (2009).

Število plena

Sumarno so bili najbolj zastopani raki ceponožci z deležem, večjim od 70 % (Slika 18). Nobena od ostalih skupin ni preseгла 10 %. Druga najbolj zastopana skupina so bili raki veslonožci (Cladocera) z 8,18 %, sledile so školjke (Bivalvia) s 6,66 % in raki vitičnjaki (Cirripedia) z 4,47 %. Druge skupine so bile zastopane v manjših deležih.

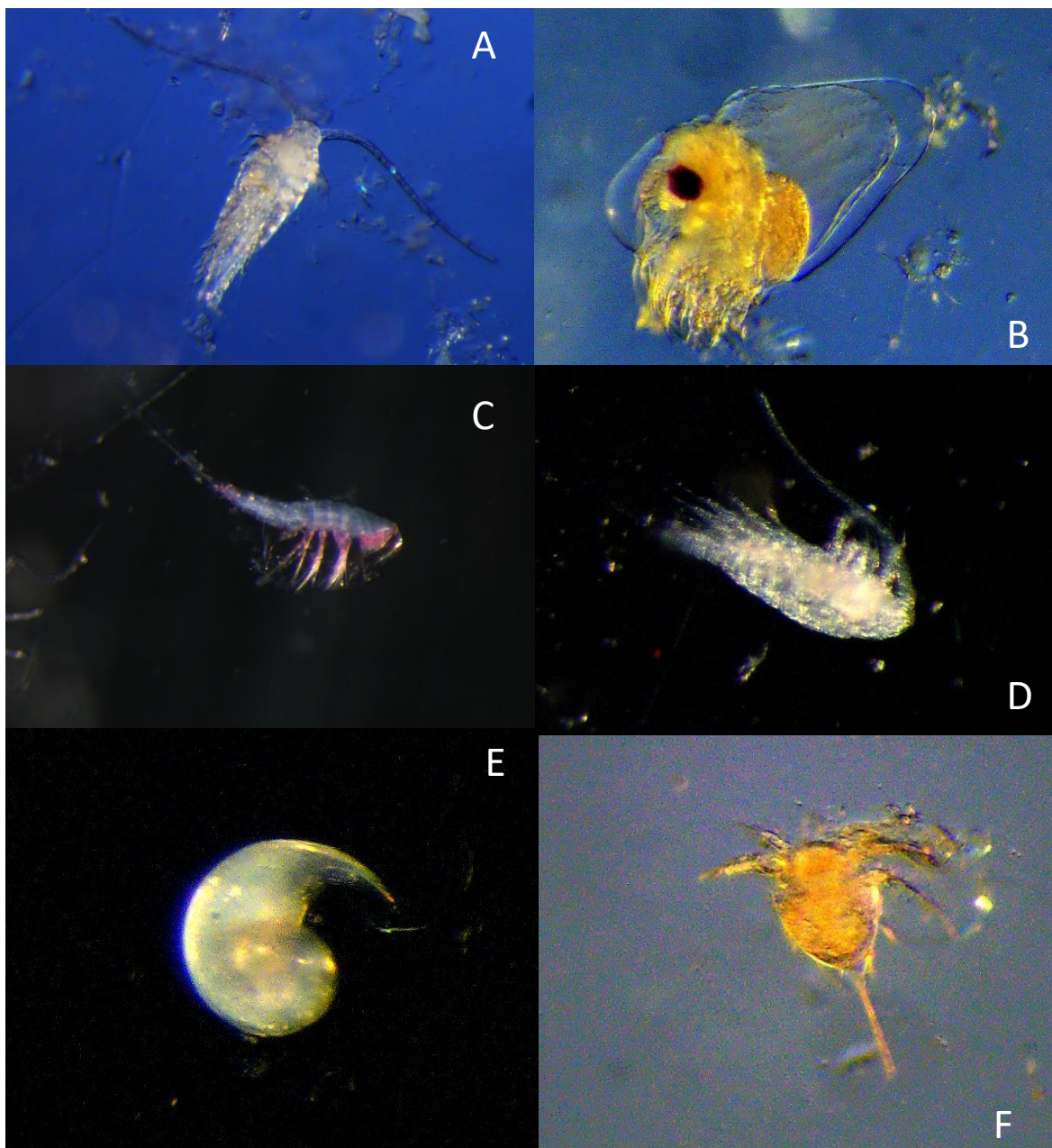
Med ceponožci so prevladovali kalanoidi (Copepoda Calanoida) z 18,2 %, sledili so harpaktikoidi (Copepoda Harpacticoida) z 9,3 % in ciklopoidi z 6,82 %. Najbolj pogosta vrsta ceponožcev je bila *Microsetella norvegica* z 9,2 % vsega plena. Ti deleži so le ilustrativni, saj smo pri štetju upoštevali tudi jajca in larvalne stadije - navplije in kopepodite. Navpliji ceponožcev so predstavljali 27,65 % vsega plena. Primerjava pojavljanja ceponožnih navplijev v prehrani rebrače v 17 različnih serijah vzorcev v letih, 2017, 2018 in 2019 pokaže, da gre v vseh serijah za pomembno kategorijo plena, ki lahko predstavlja od 7 % do 74 % vsega plena,

oz. v povprečju, že omenjenih, 27,65% vsega plena. Če upoštevamo tudi ostanke hitinskih karapaksov (in v manjši meri lupin mehkužcev), potem je delež le-teh 35,5 %.

Tabela 7. Sumarni pregled kategorij plena v prehrani rebrače *Mnemiopsis leidyi* v obdobju 2017-2019 v slovenskem delu Jadranskega morja.

višji takson	Takson (slovensko)	Takson (latinsko)	n	%
fitoplankton	Diatomeje	Ochrophyta	39	1,23
	Dinoflagelati	Dinophyta	59	1,92
migetalkarji	tintinidi	Tintinnina	28	0,93
celenterati	ožigalkarji	Cnidaria	16	0,53
kolobarniki	mnogoščetinci	Polychaeta	21	0,70
raki	vitičnjaki	Cirripedia	140	4,47
	veslonožci	Cladocera	249	8,18
	ceponožci	Copepoda	2145	70,40
	deseteronožci	Decapoda	4	0,17
	bogomoljčarji	Stomatopoda	1	0,03
	mizidni raki	Mysidacea	6	0,20
	postranice	Amphipoda	6	0,20
mehkužci	školjke	Bivalvia	202	6,66
	polži	Gastropoda	82	2,68
iglokožci	iglokožci	Echinodermata	38	1,26
plaščarji	repati plaščarji	Appendicularia	9	0,30
vretenčarji	ihtioplankton	Pisces	7	0,23

Delež kopepodnih jajc, ki so jih v največji meri predstavljale odpadle jajčne vrečke ciklopidov, so predstavljale 4,1 % celotnega plena. Med ceponožci smo uspeli določiti vrste kot so *Centropages kroyeri*, *C. typicus*, *Oithona similis*, *O. nana* in *O. plumifera* in *Microsetella norvegica*. Ker je plen v želodčni vsebini ujet v sluz skupaj z raznim detritom in odmrliimi organizmi, je določevanje vrst zelo težavno, saj ga je pogosto nemogoče odstraniti iz sluzaste prevleke, če pa je možno, pa je zelo zamudno.



Slika 17. Nekatere pogoste vrste in taksoni zooplanktonskih organizmov v želodčni vsebini tujerodne rebrače *Mnemiopsis leidy*. Legenda: A - *Centropages typicus*, B - *Evadne tergestina*, C - *Microsetella norvegica*, D - kalanoidni ceponožec, E - planktonski pteropodni polž zaškrGAR *Heliconoides inflatus* in F - navplijska ličinka. (Foto: D. Trkov)

Frekvenca pojavljanja

Med 447 polnimi pregledanimi želodci rebrače ni bilo nobenega plena, ki bi se pojavil v vseh želodcih (Tab. 8). Med najbolj pogostimi vrstami plena, ki so se pojavljali v želodcih rebrače so bili navpliji ceponožcev, ki so se pojavljali v vsakem drugem želodcu (Slika 18). V nekoliko manj

kot tretjini vseh želodcev so se pojavljali harpaktikoidni ceponožec *Microsetella norvegica* in kalanoidni ceponožci. Ličinke školjk so se pojavljale v dobri petini vseh preiskanih želodčnih vsebin rebrače.

Če upoštevamo tudi ostanke hitinskih karapaksov (in v manjši meri lupin mehkušcev), potem je frekvenca pojavljanja ceponožcev 59,1 %. Tudi s tega vidika lahko ugotovimo, da so ceponožci glavni vir hrane za rebrače.

Če upoštevamo dejstvo, da so v želodčni vsebini najdeni kosi rebrače *M. leidy*, predvsem nosilci ciliarnega aparata, dejansko uplenjeni primerki in ne napaka pri rokovanju v procesu izlova rebrače, potem znaša rekvenca pojavljanja sovrstnikov v želodčni vsebini okoli 20 %, kar pomeni, da je vsaka peta rebrača plenila pripadnike svoje vrste. V nadaljevanju (glej poglavje Prehranjevalne navade) komentiramo doslej znane primere kanibalizma pri vrsti *M. leidy*.

Tabela 8. Frekvenca pojavljanja in število plena v prehrani tujerodne rebrače *Mnemiopsis leidy* v obdobju 2017 do 2019. V tabeli niso upoštevane rebrače ali ostanki plena (hitinski karapaksi, lupine mehkušcev).

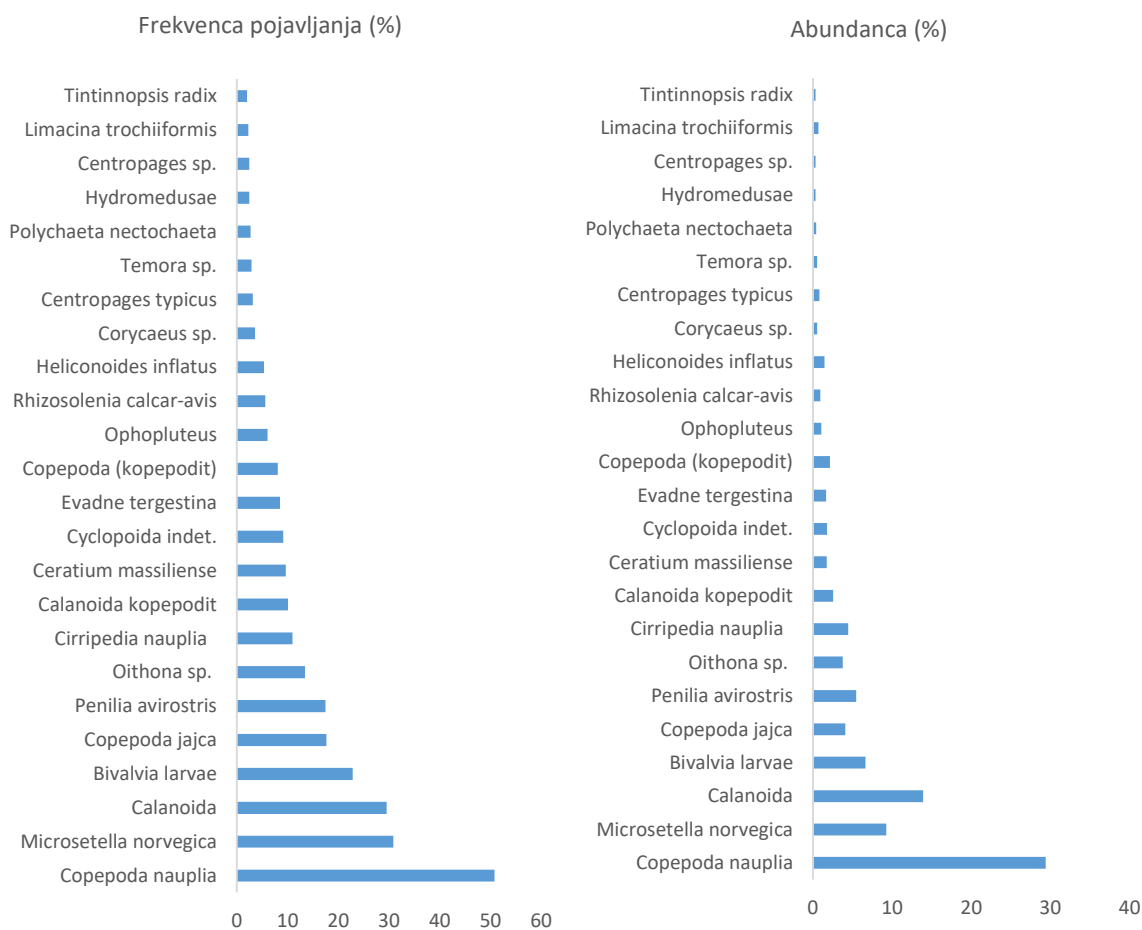
taxa	F	F%	N	N%
Copepoda nauplia	227	50,78	889	29,44
<i>Microsetella norvegica</i>	138	30,87	280	9,27
Calanoida	132	29,53	421	13,94
Bivalvia larvae	102	22,82	201	6,66
Copepoda jajca	79	17,67	124	4,11
<i>Penilia avirostris</i>	78	17,45	165	5,46
<i>Oithona</i> sp.	60	13,42	114	3,77
<i>Cirripedia nauplia</i>	49	10,96	135	4,47
Calanoida kopepodit	45	10,07	77	2,55
<i>Ceratium massiliense</i>	43	9,62	53	1,75
Cyclopoida indet.	41	9,17	54	1,79
<i>Evadne tergestina</i>	38	8,50	50	1,66
Copepoda (kopepodit)	36	8,05	65	2,15
<i>Ophopluteus</i>	27	6,04	32	1,06
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>	25	5,59	29	0,96
<i>Heliconoides inflatus</i>	24	5,37	44	1,46
<i>Corycaeus</i> sp.	16	3,58	16	0,53
<i>Centropages typicus</i>	14	3,13	25	0,83
<i>Temora</i> sp.	13	2,91	16	0,53
Polychaeta nectochaeta	12	2,68	13	0,43
Hydromedusae	11	2,46	11	0,36
<i>Centropages</i> sp.	11	2,46	11	0,36
<i>Limacina trochiiiformis</i>	10	2,24	21	0,70
<i>Tintinnopsis radix</i>	9	2,01	11	0,36

Gastropoda (bentoške) larvae	9	2,01	14	0,46
<i>Evadne spinifera</i>	8	1,79	9	0,30
<i>Podon</i> sp.	8	1,79	14	0,46
<i>Eutintinnus fraknoi</i>	7	1,57	7	0,23
<i>Oikopleura</i> sp.	7	1,57	7	0,23
Harpacticoida (benthic)	6	1,34	6	0,20
<i>Echinopluteus</i>	6	1,34	6	0,20
Annelida indeterminata	5	1,12	5	0,17
Hyperiididae	5	1,12	6	0,20
Mysidacea	5	1,12	6	0,20
<i>Oithona plumifera</i>	5	1,12	8	0,26
<i>Codonellopsis schabi</i>	4	0,89	4	0,13
Decapoda larvae	4	0,89	4	0,13
ihtoplankton jajca	4	0,89	4	0,13
<i>Eutintinnus lusus undae</i>	3	0,67	3	0,10
Polychaeta trochophora	3	0,67	3	0,10
<i>Oithona nana</i>	3	0,67	3	0,10
ihtoplankton ličinke	3	0,67	3	0,10
<i>Ceratium extense</i>	3	0,67	4	0,13
<i>Podon intermedius</i>	3	0,67	5	0,17
<i>Corycaeus</i> sp.	3	0,67	7	0,23
<i>Thalassionema</i> sp.	3	0,67	8	0,26
<i>Muggiaea kochi</i>	2	0,45	2	0,07
<i>Centropages kroyeri</i>	2	0,45	2	0,07
<i>Creseis clava</i>	2	0,45	2	0,07
Cnidaria indeterminata	2	0,45	3	0,10
<i>Podon polyphemoides</i>	2	0,45	4	0,13
<i>Oithona similis</i>	2	0,45	4	0,13
<i>Protopteridium</i>	1	0,22	1	0,03
<i>Dictyocista elegans</i>	1	0,22	1	0,03
<i>Tintinnopsis campanula</i>	1	0,22	1	0,03
<i>Tintinnopsis cylindrica</i>	1	0,22	1	0,03
<i>Oncaea</i> sp.	1	0,22	1	0,03
<i>Euterpina acutifrons</i>	1	0,22	1	0,03
<i>Monstrilla</i> sp.	1	0,22	1	0,03
Stomatopoda larvae	1	0,22	1	0,03
<i>Oikopleura longicauda</i>	1	0,22	1	0,03
<i>Oikopleura fusiformis</i>	1	0,22	1	0,03

Razen kosov rebrače so večji primerki plena kot so ličinke rakov deseteronožcev (Decapoda), bogomoljčarjev (Stomatopoda), ličink rib in njihovih jajc, cevkašev (Siphonophora, vrsta *Muggiaea kochi*) in trdoživnjaških meduz plenjeni le v manjšem številu primerov, poleg tega pa je tudi njihova abundanca nizka in v primerjavi z drugimi skupinami zanemarljiva.

Prehranjevalne navade

Na podlagi preiskave nekaj več kot 500 vsebin želodcev tujerodne rebrače lahko sklepamo, da se v njeni prehrani odraža stanje zooplanktonskih populacij v okolju v danem času in prostoru. Za potrditev te hipoteze bi morali sočasno z izlovom rebrač analizirati tudi vzorce mikro- in mesozooplanktona v okolju. Vsekakor pa so ugotovljene vrste plena v prehrani značilne poletne vrste oziroma vrste, ki se pojavljajo v toplem delu leta. Glavi vir prehrane so raki ceponožci, ki so tudi sicer zastopani v velikem številu v planktonu. Poleg ceponožcev, ki so prevladovali v večini od 17 serij vzorcev, so v nekaterih serijah predstavljali največji delež plena morske bolhe (predvsem vrste *Penilia avirostris*) ali raki vitičnjaki (*Cirripedia*). Prevladovanje kalanoidnih ceponožcev, pa tudi veslonožcev in ličink školjk sovпада z drugimi raziskavami te vrste (Purcell s sod., 2001; Javidpour s sod., 2009; Kellnreiter, 2012).



Slika 18: Najpomembnejše kategorije plena tako z vidika frekvence pojavljanja kot tudi številčnosti.

Zaključek

Tujerodna rebrača *M. leidy* se prehranjuje z zooplanktonom, meroplanktonom ter manjšimi pelaškimi ribami in ribjimi jajci (Costello et al., 2012). V pričujoči preiskavi prehranjevalnih navad rebrače se je izkazalo, da se hrani z vsem, kar se v danem obdobju pojavlja v planktonu, od večjih diatomej in dinoflagelatov, tintinidov ter mesozooplanktona. V prehrani so v največji meri prevladovali mikrozooplanktonski navpliji rakov ceponožcev. Na podlagi preiskave več kot 500 vsebin prebavnega trakta lahko zaključimo, da je *M. leidy* prehranski oportunist. V njeni prehrani se odraža stanje zooplanktonskih populacij v vodnem stolpcu v danem časovnem obdobju. V veliki večini serij vzorcev so prevladovali kalanoidi ceponožci ali navplijske ličinke, v nekaterih pa tudi raki vitičnjaki in morske bolhe (vrsta *Penilia avirostris*). Najmanjši organizmi v prehrani rebrač so bili manjši od 100 μm (npr. navpliji ceponožcev), največji organizmi pa tudi do 5 mm v dolžino, kar se sklada z drugimi raziskavami te vrste.

Metoda izlova rebrače z majhno posodico ob uporabi avtonomne potapljaške opreme ali z potapljanjem na vdih se je izkazala kot zelo uporabna. Vsebina, ki jo rebrača (verjetno) ob šoku izloči v posodico, vsebuje plen, hitinske ostanke in lupine plena ter kose rebrač. Velika večina preiskanih vsebin želodcev je vsebovala sluz razen tistih vsebin, ki so bile povsem brez ostankov plena.

Za ugotavljanje prehranjevalne ekologije rebrače smo uporabili tri različne pristope štetja. Pri vseh treh se je izkazalo, da so raki ceponožci daleč najpomembnejša kategorija plena v prehrani rebrače. Če upoštevamo, da velika frekvenca pojavljanja kosov rebrač, predvsem nosilcev migetalk, ni posledica poškodb, ki so nastale pri ulovu posamezne rebrače, potem predstavljajo rebrače pomemben delež v njeni prehrani. Možnost kanibalizma potrjujejo tudi nekatere raziskave iz drugih okolij.

4. INTERPRETACIJA VPLIVA TUJERODNE VRSTE NA DOMORODNE VRSTE IN EKOSISTEME TER NA RIBOLOVNE IN MARIKULTURNE VIRE

Rebračo *M. leidy* najdemo v zelo različnih okoljih (od morskih do lagunskih in estuarijskih; v Severnem, Baltskem, Črnem in Sredozemskim morju), kar kaže na to, da je rebrača sposobna izredno velike adaptacije oz. aklimatizacije na zelo različne okoljske pogoje. Sposobna je tolerirati velika nihanja temperature (2-31°C) in slanosti (2-38 psu) (Purcell T.A. Shiganova, M.B. Decker, and E.D. Houde. (2001). Poleg tega je izredno uspešen in prilagodljiv plenilec z visoko stopnjo reprodukcije in velikim regeneracijskim potencialom (Deason and Smayda, 1982; Henry and Martindale, 2000; Javidpour et al., 2006; Mills, 1995; Pang and Martindale, 2008; Shiganova, 1998). Te lastnosti se odražajo kot velik invazivni potencial, kar tej vrsti omogoča, da je močan kompetitor domorodnim vrstam. Dosedanji rezultati spremljanja rebrače kažejo, da se je ta vrsta v slovenskem morju ustalila. Njeno vsakoletno množično pojavljanje bi tako lahko imelo značilen vpliv na naš morski ekosistem.

Na podlagi dosedanjega spremljanja rebrače *M. leidy* in pridobljenih rezultatov smo določili 3 možne skupine pritiskov na ekosistem slovenskega morja oz. severnega Jadrana:

- kompeticij za hrano,
- direktna predacija in
- vnos in vmesna gostitev (rezervar) parazitov.

Ti pritiski bi se lahko odrazili v spremenjeni strukturi tako planktonskih kot tudi bentoških združb.

Kompeticija

Velika številčnost osebkov v času namnožitve (poletje-jesen) in velika stopnja predacije pomenita, da se je v tem obdobju pojavil nov, potencialno precej velik kompeticijski pritisk za planktonsko hrano med rebračo *M. leidy* in drugimi zooplanktivori. Ličinke in mladi osebki rebrače naj bi bili kompetitorji mezozooplanktonu in drugim mikroplanktivorom, večji odrasli primerki pa mezoplanktivorom, kot so med drugim klobučnjaške meduze in planktivore ribe (Walraven in sod., 2018). V literaturi lahko zasledimo primere kompeticije z uhatim klobučnjakom (*Aurelia aurita* s.l.) v Črnem morju (Shushkina in sod. 2000) in Limskem fjordu

(Limfjorden) na Danskem (Riisgård in sod., 2007). Prva tako so poznani primeri kompeticije s planktivorimi ribami, npr. papalina (*Sprattus sprattus*) in atlantska sled (*Clupea harengus*) v danskem morju (Riisgård, 2017), sledi (*Clupeonella spp.*) in čepe (*Alosa spp.*) v Kaspijskem morju (Kamaki in Khodorevskaya, 2018). V slovenskem morju je v obdobju namnožitve možna predvsem kompeticija z mladnicami in nekaterimi planktivorimi pelaškimi ribami (npr. mali gavun (*Atherina boyeri*), sardonom (*Engraulis encrasicolus*) in sardela (*Sardina pilchardus*)). Sardon se v tem obdobju v severnem Jadranu drsti, sardele pa nabirajo zalogo energije za drstitev. Med želatinoznim planktonom, bi bila možna kompeticija z morskimi cvetačo (*Cotylothiza tuberculata*), ki se kot edina množično pojavlja v približno istem obdobju leta. Po drugi strani ne moremo izključiti niti možnosti, da je rebrača zasedla izpraznjeno oz. neizkoriščeno nišo in da ni izrazite kompeticije z drugimi vrstami. Koncept po katerem tujerodne vrste zasedejo predhodno izpraznjene niše je v invazivni ekologiji dobro poznan (Wilson and Turelli 1986; Hierro et al. 2005). Do izpraznenja niše lahko pride zaradi različnih razlogov, med drugim tudi zaradi prelova vrst, ki so to nišo zasedali predhodno.

Predacija

Zaradi namnožitve, se poleg kompeticije lahko poveča tudi celokupna predacija zooplankotna. Ta se lahko odrazi v spremenjeni abundanci in strukturi planktona. Kamaki in Khodorevskaya (2018) tako poročata o izrazito zmanjšani abundanci zooplanktona (4 do 10-krat) in spremenjeni vrstni strukturi v Kaspijskem morju (izginotje vrst, drugačne dominance), ki je posledica prisotnosti in velike gostote rebrače *M. leidy*. Riisgård in sodelavci (2007) iz Limskega fjorda poročajo o zmanjšanju količine zooplanktona in posledičnem povečanju količine fitoplanktona (t.i. kaskadni efekt). Ker se med plenom pojavljajo tudi meroplanktonske ličinke nektonskih in bentoških organizmov, bi se vpliv lahko pojavil tudi pri teh organizmih. V Kaspijskem morju so tako ugotovili zmanjševanje biomase nekaterih vrst školjk in mnogoščetincev, ki imajo v larvalnem razvoju planktonske oblike, posledično pa se je vpliv odrazil tudi na pridnenih vrstah rib (Kamaki in Khodorevskaya, 2018). Kakšen je vpliv na strukturo planktonskih in bentoški združb v slovenskem morju in na širšem področju masovnega pojavljanja rebrače za enkrat še ni znano. Problem tu predstavljajo tudi baze podatkov. Enega od pomembnih manjkajočih členov predstavlja zooplankton, še posebej mikrozooplankton, katerega stanje se v slovenskem morju ne spremlja.

Nekateri viri med pomemben plen rebrače *M. leidy* navajajo tudi jajca in ličinke rib. Pri nas bi lahko bil potencialni konflikt tudi s komestibilno vrsto, sardonom, ki se v času namnožitve rebrač drsti. Naši rezultati pregleda prehrane rebrače *M. leidy* plenjenja njihovih jajc in ličink ne dokazujejo. To je verjetno predvsem zaradi odsotnosti oz. majhne številčnosti le-teh v okolju, saj območje drstiča sardona obsega predvsem obalne vode zahodnega dela severnega Jadrana in le deloma sega še do zunanega dela odprtih voda Tržaškega zaliva.

Vnos in vmesna gostitev (rezervar) parazitov

Želatinozni makroplankton, kamor uvrščamo tudi tujerodno rebračo, predstavlja vmesnega gostitelja v življenjskem ciklu ploskih črvov. Z večanjem števila možnih vmesnih gostiteljev, predvsem ko so ti tako številčno zastopani, bi se lahko povečala tudi celokupna prevalenca teh zajedavcev v bazenu Tržaškega zaliva, kar bi zagotovo imelo posledice tudi na druge vmesne (školjke) ter končne gostitelje (ribe). Dejstvo je, da zajedavci lahko vplivajo na fiziologijo in obnašanje gostitelja. Tematika je na področju celotnega Jadrana zelo slabo raziskana in potrebne bi bile dodatne študije, da bi lahko ugotovili morebitne vplive na marikulturo in ribištvo.

Vpliv biomase rebrače v času velike abundance

V času velikih namnožitev rebrače, je biomasa lahko zelo velika. Po analogiji z meduzami bi večji del razgradnje te organske mase verjetno potekal v mikrobni zanki. Nekatere preliminarne raziskave kažejo, da je mikrobna razgradnja tkiv rebrače *Mnemiopsis leidy* zelo hitra (vir: NIB MBP). Kakšeno vlogo bi ta biomasa in njena razgradnja imela na prehranski splet in morski ekosistem trenutno ne moremo oceniti.

5. PREDLOG PROTOKOLA ZA SPREMLJANJE STANJA VRSTE IN NJENIH VPLIVOV NA BIOTSKO RAZNOVRSTNOST IN NARAVNE VIRE

Dosedanji rezultati spremljanja rebrače kažejo, da se je tu udomačila. Na območju severnega Jadrana ima rebrača *M. leidy* nekaj plenilcev, ki bi potencialno lahko omejevali velikost in dinamiko njene populacije (npr. vrste rebrač iz rodu *Beroe*, klobučnjaške meduze *Chrysaora hysoscella* in *Pelagia noctiluca*), vendar tudi o velikostih in dinamiki teh populacij vemo premalo, da bi lahko dogodke bolj natančno ovrednotili in predvideli. Ima pa tudi sama rebrača *M. leidy* različne regulatorne mehanizme s katerimi lahko uravnava velikost svoje populacije (npr. kanibalizem). Možnost eradikacije naturaliziranih tujerodnih vrst v morskih okoljih je skorajda nična, bi pa bilo kljub temu v slovenskem morju in širše v severnem Jadranu zagotovo potrebno spremljati njihov status in vplive. Še posebej potencialno invazivnih vrst kot je rebrača *M. leidy*, ki lahko, predvsem v mesecih, ko se pojavlja v večjem številu, pomembno vpliva na celotno prehransko verigo ali na posamezne vrste. Samo z organiziranim spremljanjem bomo lahko pravilno ovrednotili in interpretirali dogajanja v prehranski verigi (npr. spreminjanje biomase določenih vrst in skupin organizmov in diverzitete) in omogočili izvajanje pravih in učinkovitih ukrepov.

Pri rebrači *M. leidy* bi bilo zaradi njene invazivnosti in številnih po svetu zaznanih vplivov na morski ekosistem, vzpostaviti sistem za celovito in kontinuirano spremljanje stanja te vrste in njenih vplivov. Predlagamo spremljanje prisotnosti, abundance in velikostne strukture rebrače *Mnemiopsis leidy* enkrat mesečno na 6 območjih v slovenskem morju iz te naloge ali pa mogoče v sklopu ARSO monitoring kar na postajah, kjer se že izvaja redni mesečni monitoring kakovosti obalnega morja. Vzorčenje naj se izvaja z zooplantonsko mrežo velikosti okenc 200 μm , po protokolu iz te projektne naloge. Vzpostaviti bi bilo potrebno tudi mesečno vzorčenje zooplanktona (vključno z mikrozooplanktonsko frakcijo manjšo od 200 μm) po standardni metodologiji (vertikalni poteg od pridna do površine in fiksiranje svežega vzorca s 4% nevtraliziranim formalinom), ki bi se ga izvajalo istočasno z vzorčenjem rebrače. Spremljati bi bilo potrebno tako biomaso, kot tudi vrstno in številčno strukturo. Spremljanje fitoplanktona se že izvaja, tako da bi bilo potrebno te rezultate uporabiti pri interpretaciji vplivov. Za ugotavljanje vplivov, bi bili prav tako potrebni podatki o stanju ostalih glavnih zooplanktonskih plenilcev (npr. papalina, sardela, sardon, gavun).

V prihodnjih letih bi bilo prav tako smiselno še nekoliko bolj natančno raziskati prehranjevalno ekologijo. Tako bi lahko bolj natančno opredeliti katere vrste bentoških ličink so najštevilčnejše v prehrani, tako da bi se lahko bolj osredotočeno spremljalo tudi vpliv na pridneni del ekosistema. Pri tem bi si lahko pomagali z molekularnimi metodami. Prav tako bi bilo potrebno primerjati prehrano s stanjem zooplanktona v identičnem okolju in času. In nenazadnje, bi bilo smiselno ugotoviti tudi prehrano v drugih obdobjih leta, ko vladajo v vodnem stolpcu drugačni pogoji (drugačna struktura zooplanktona, drugi zooplanktivori).

6. GLAVNI ZAKLJUČKI

- Rebrača *Mnemiopsis leidyi* je prisotna vse leto in vzdolž celotne obale.
- Višje gostote smo zabeležili na priobalnih postajah kot na postajah bolj odprtih voda.
- Zadržuje se pretežno v zgornjem sloju vodnega stolpa, vendar morebitne migracije (znotraj dneva) ne poznamo.
- Masovne agregacije se pojavljajo od konca avgusta do novembra.
- Največje gostote so v avgustu in septembru, torej v obdobju, ko je temperatura vode med 22 in 24°C, kar sovpada s temperaturnim intervalom najvišje stopnje razmnoževanja.
- Združba simbiotov je relativno pestra, še posebej veliko je parazitskih trematodov.
- Na podlagi preiskave nekaj več kot 500 vsebin želodcev tujerodne rebrače med leti 2017 in 2019 v obdobju od julija do oktobra lahko sklepamo, da se v njeni prehrani odraža stanje zooplanktonskih populacij v okolju v danem času in prostoru → prehranski oportunist.
- V prehrani so v največji meri prevladovali raki ceponožci, pomembne pa so bile tudi ličink školjk.
- Velikostni razpon plena je med organizmi > 100 μm in 5 mm, vendar prevladujejo primerki, ki spadajo v mikrozooplanktonsko frakcijo (< 200 μm , predvsem navpliji rakov ceponožcev).

7. LITERATURA

- Baker, L.D., Reeve, M.R., 1974. Laboratory culture of the lobate ctenophore *Mnemiopsis mccradyi* with notes on feeding and fecundity. *Mar. Biol.* 26, 57–62. <https://doi.org/10.1007/BF00389086>
- Bilio, M., Niermann, U., 2004. Is the comb jelly really to blame for it all? *Mnemiopsis leidyi* and the ecological concerns about the Caspian Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 269, 173–183. <https://doi.org/10.3354/meps269173>
- Colin, S.P., Costello, J.H., Hansson, L.J., Titelman, J., Dabiri, J.O., 2010. Stealth predation and the predatory success of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 107, 17223–7. <https://doi.org/10.1073/pnas.1003170107>
- Costello, J.H., Bayha, K.M., Mianzan, H.W., Shiganova, T.A. & Purcell, J.E., (2012): Transitions of *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora: Lobata) from a native to an exotic species: a review. *Hydrobiologia* 690, 21–46 2012.
- Deason, E.E., Smayda, T.J., 1982. Experimental evaluation of herbivory in the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* relevant to ctenophore-zooplankton-phytoplankton interactions in Narragansett Bay, Rhode Island, USA. *J. Plankton Res.* 4, 219–236. <https://doi.org/10.1093/plankt/4.2.219>
- Delpy, F., Albouy-Boyer, S., Pagano, M., Thibault, D., Blanchot, J., Guilhaumon, F., Molinero, J.C. and Bonnet, D., 2016. Identifying the drivers of abundance and size of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in Northwestern Mediterranean lagoons. *Marine environmental research.* 119, 114-125.
- Gucu, A.C., 2002. Can Overfishing be Responsible for the Successful Establishment of *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea? *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 54, 439–451. <https://doi.org/10.1006/ECSS.2000.0657>
- Hansson, H.G., 2006. Ctenophores of the Baltic and adjacent seas - The invader *Mnemiopsis* is here! *Aquat. Invasions* 1, 295–298. <https://doi.org/10.3391/ai.2006.1.4.16>
- Harbison, G.R., Madin, L.P., Swanberg, N.R., 1978. On the natural history and distribution of oceanic ctenophores. *Deep Sea Research*, Volume 25, Issue 3, 233-236.
- Henry, J.Q., Martindale, M.Q., 2000. Regulation and Regeneration in the Ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. *Dev. Biol.* 227, 720–733. <https://doi.org/10.1006/dbio.2000.9903>
- Hierro, J.I., Maron, J.I., Callaway, R.M., 2005. A biogeographical approach to plant invasions:

- the importance of studying exotics in their introduced and native range. *Journal of Ecology*, 93, 5–15
- Javidpour, J., Sommer, U., Shiganova, T., 2006. First record of *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz 1865 in the Baltic sea. *Aquat. Invasions* 1, 299–302. <https://doi.org/10.3391/ai.2006.1.4.17>
- Javidpour, J., J. C. Molinero, A. Lehmann, T. Hansen & U. Sommer (2009): Annual assessment of the predation of *Mnemiopsis leidyi* in a new invaded environment, the Kiel Fjord (Western Baltic Sea): A Matter Of Concern? *J. Plankton Res.*, 31, 7 : 729–738.
- Kamakin, A. M., & Khodorevskaya, R. P. (2018). Impact of the Alien Species *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 on Fish of the Caspian Sea. *Inland Water Biology*, 11(2), 173-178. doi:10.1134/s1995082918020062
- Kellnreitner, F. (2012): The trophic structure of a Wadden Sea fish community and its feeding interactions with alien species. Universität zu Kiel. PhD thesis, pp. 1-150.
- Kideys, A.E., 2002. Ecology: Fall and rise of the Black Sea ecosystem. *Science* (80-). 297, 1482–1484. <https://doi.org/10.1126/science.1073002>
- Kogovšek, T, Lucić, D., Borme, D., Tirelli, V., Malej, A. 2018a. Do parasites act as a natural control in regulating the non-native *Mnemiopsis leidyi* population from the northern Adriatic Sea?. V: BORTOLUS, Ale (ur.), SCHWINDT, Evan (ur.), YAGUI (ur.). Abstract ebook. [S. l.,: s. n.]. str. 102. <http://www.marinebioinvasions.info/abstract-book>.
- Kogovšek, T., Polajnar, G., Klun, K. 2018b. The potential of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* as a source of protein in fish feed. V: BORTOLUS, Ale (ur.), SCHWINDT, Evan (ur.), YAGUI (ur.). Abstract ebook. [S. l.,: s. n.]. str. 103. <http://www.marinebioinvasions.info/abstract-book>.
- Kogovšek, T., Fonda, I., Klun, K. 2018c. The potential of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* as a source of protein in fish feed. V: Fish Forum 2018 : forum on fisheries science in the Mediterranean and the Black Sea, 10-14 December 2018, Rome, Italy. [S. l.,: s. n. 2018]. <http://www.fao.org/gfcm/fishforum2018/presentations/en/>.
- Kršinić, F. (2010): Tintinnids (Tintinnida, Choreotrichia, Ciliata) in the Adriatic Sea, Mediterranean Part I. Taxonomy. *Acta Adriatica - Monographies and serials*, Institute of Oceanography and Fisheries Split.

- Lipej, L. (1992): The Tintinnid Fauna (Tintinnina, Choreotrichida, Ciliophora) in Slovenian Coastal Waters. *Razprave IV. Razreda Sazu* 33: 93–113.
- Malej, A., Tirelli, V., Lučić, D., Paliaga, P., Vodopivec, M., Goruppi, A., Ancona, S., Benzi, M., Bettoso, N., Camatti, E., Ercolessi, M., Ferrari, C.R., Shiganova, T., 2017. *Mnemiopsis leidyi* in the northern Adriatic: here to stay? *J. Sea Res.* 124, 10–16. <https://doi.org/10.1016/J.SEARES.2017.04.010>
- Martindale, M.Q., 1987. Larval reproduction in the ctenophore *Mnemiopsis mccradyi* (order Lobata). *Mar. Biol.* 94, 409–414. <https://doi.org/10.1007/BF00428247>
- Mavrič, B., L. Lipej, M. Šiško in T. Kogovšek (2018): Pregled stanja, ovrednotenje vpliva na okolje ter pregled možnih ukrepov za obvladovanje populacije tujerodne vrste rebrače *Mnemiopsis leidyi* v slovenskem morju. *Fazno poročilo*.
- Mills, C., 1995. Medusae, siphonophores, and ctenophores as planktivorous predators in changing global ecosystems. *ICES J. Mar. Sci.* 52, 575–581. [https://doi.org/10.1016/1054-3139\(95\)80072-7](https://doi.org/10.1016/1054-3139(95)80072-7)
- Monti-Birkenmeier M, Diociaiuti T, Umani SF (2019) Long-term changes in abundance and diversity of tintinnids in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). In: Mazzocchi MG, Capotondi L, Freppaz M, Lugliè A, Campanaro A (Eds) *Italian Long-Term Ecological Research for understanding ecosystem diversity and functioning. Case studies from aquatic, terrestrial and transitional domains. Nature Conservation* 34: 373–395.
- Newell, G.E. & Newell, R.C. (1963): *Marine plankton, a practical guide*. London, Hutchinson, 207 pp.
- Oguz, T., Fach, B., Salihoglu, B., 2008. Invasion dynamics of the alien ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and its impact on anchovy collapse in the Black Sea. *J. Plankton Res.* 30, 1385–1397. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbn094>
- Pang, K., Martindale, M.Q., 2008. Developmental expression of homeobox genes in the ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. *Dev. Genes Evol.* 218, 307–319. <https://doi.org/10.1007/s00427-008-0222-3>
- Purcell T.A. Shiganova, M.B. Decker, and E.D. Houde. (In press., J.E., 2001. The ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in native and exotic habitats: U.S. estuaries vs. the Black Sea basin. *Hydrobiologia*. 145–176.
- Riisgard, H.U., Bottiger, L., Madsen, C.V. and Purcell, J.E. (2007) Invasive Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in Limfjorden (Denmark) in Late Summer 2007—Assessment of

- Abundance and Predation Effects. *Aquatic Invasions*, 2, 395-401.
<https://doi.org/10.3391/ai.2007.2.4.8>
- Riisgård, H.U., Madsen, C.V., Barth-Jensen, C. and Purcell, J.E., 2012. Population dynamics and zooplankton-predation impact of the indigenous scyphozoan *Aurelia aurita* and the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in Limfjorden (Denmark). *Aquatic Invasions*. 7, 147-162.
- Riisgard, H.U., 2017. Invasion of Danish and Adjacent Waters by the Comb Jelly *Mnemiopsis leidyi*—10 Years After. *Open Journal of Marine Science*, 7, 458-471.
- Shiganova, T., Malej, A., 2008. Native and non-native ctenophores in the Gulf of Trieste, Northern Adriatic Sea. *J. Plankton Res.* 31, 61–71. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbn102>
- Shiganova, T.A., 1997. *Mnemiopsis Leidyi* Abundance in the Black Sea and Its Impact on the Pelagic Community, in: *Sensitivity to Change: Black Sea, Baltic Sea and North Sea*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 117–129. https://doi.org/10.1007/978-94-011-5758-2_10
- SHIGANOVA, T.A., 1998. Invasion of the Black Sea by the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and recent changes in pelagic community structure. *Fish. Oceanogr.* 7, 305–310. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2419.1998.00080.x>
- Shiganova, T.A., Dumont, H.J., Sokolsky, A.F., Kamakin, A.M., Tinenkova, D., Kurasheva, E.K., 2004. Population dynamics of *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea, and effects on the Caspian ecosystem, in: *Aquatic Invasions in the Black, Caspian, and Mediterranean Seas*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 71–111. https://doi.org/10.1007/1-4020-2152-6_3
- Shiganova, T.A., U. Sommer, J. Javidpour, J.C. Molinero, A. Malej, A.S. Kazmin, M. Isinibilir, E. Christou, I. Siokou- Frangou, M. Marambio, V. Fuentes, Z.A. Mirsoyan, N. Gülsahin, F. Lombard, M.K.S. Lilley, D.L. Angel, B.S. Galil, D. Bonnet, F. Delpy (2019): Patterns of invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi* distribution and variability in different recipient environments of the Eurasian seas: A review. *Marine Environmental Research*, <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2019.104791>
- Shushkina, E.A., Musaeva, E.I., Anochina, L.L., et al. (2000) Role of the jellyfish macroplankton: Siphonophore *Aurelia aurita*, ctenophores *Mnemiopsis leidyi* and *Beroe ovata* in the planktonic community of the Black Sea. *Oceanologiya*, 40, 859-861.
- Sullivan, L.J., Gifford, D.J., 2004. Diet of the larval ctenophore *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz

(Ctenophora, Lobata). J. Plankton Res. 26, 417–431.
<https://doi.org/10.1093/plankt/fbh033>

Thompson, T.E. (1976). Biology of opisthobranch molluscs. Volume I, London: Ray Society, Monograph no. 151, 207 pp.

Trégouboff, G. & Rose, M. (1957): Manuel de Planctologie Méditerranéenne, Paris, Centre National de la Recherche Scientifique, volume 1, 587 pp.; volume 2, 207 pls.

van Walraven L., Daan, R., Langenberg, V.T., van der Veer, H.W., 2018. Species composition and predation pressure of the gelatinous zooplankton community in the western Dutch Wadden Sea before and after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865. Aquatic Invasions, vol. 12, Issue 1: 5–21.

Waggett, R. and Costello, J. H. (1999): Capture mechanisms used by the lobate ctenophore, *Mnemiopsis leidyi*, preying on the copepod *Acartia tonsa*. J. Plankton Res., 21, 2037–2052.

Wilson, D.S. and Turelli, M. (1986) Stable Underdominance and the Evolutionary Invasion of Empty Niches. The American Naturalist, 127, 835-850.

<https://doi.org/10.1086/284528>

WoRMS Editorial Board. 2019. World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2019-03-20. doi:10.14284/170

ZAHVALA

Zahvaljujemo se prof. dr. Alenki Malej za posredovano strokovno literaturo in komentarje, prof. dr. Davorju Lučiću iz dubrovniškega Inštituta za morje in priobalje za strokovno pomoč in nasvete glede preiskave prehranjevalnih značilnosti rebrače ter mag. Domnu Trkovu za fotografiranje nekaterih zooplanktonskih organizmov. Prav tako hvala drugim članom terenske ekipe Tihomirju Makovcu, Mateju Marincu, Marku Tadejeviču, Leonu Lojzetu Zamudi in Tini Mirt.