Mogućnost uključivanja inovativnih tehnoloških rješenja u svrhu povećanja brojnosti populacije morske mačke iz porodice Scyliorhinidae

Bence, August

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:425431

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Agriculture

Mogućnost uključivanja inovativnih tehnoloških rješenja u svrhu povećanja brojnosti populacije morske mačke iz porodice Scyliorhinidae

DIPLOMSKI RAD

August Bence

Zagreb, rujan, 2021.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

Diplomski studij:

Ribarstvo i lovstvo

Mogućnost uključivanja inovativnih tehnoloških rješenja u svrhu povećanja brojnosti populacije morske mačke iz porodice Scyliorhinidae

DIPLOMSKI RAD

August Bence

Mentor:
Izv. prof. dr. sc. Ana Gavrilović
Neposredni voditelj:
Gerwin Gretschel, mag. biol.

Zagreb, rujan, 2021.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **August Bence**, JMBAG 0178110867, rođen/a 29. 8. 1997. u Čakovcu, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

Mogućnost uključivanja inovativnih tehnoloških rješenja u svrhu povećanja brojnosti populacije morske mačke iz porodice Scyliorhinidae

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

_____
Potpis studenta / studentice

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **August Bence**, JMBAG 0178110867, naslova

Mogućnost uključivanja inovativnih tehnoloških rješenja u svrhu povećanja brojnosti populacije morske mačke iz porodice Scyliorhinidae

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo: potpisi:

1. izv.prof.dr.sc. Ana Gavrilović, mentor _____
2. izv. prof. dr. sc. Tea Tomljanović, član _____
3. prof. dr. sc. Marina Piria, član _____

Zahvala

Hvala mentorici izv.prof.dr.sc. Ana Gavrilović na savjetima i uputama prilikom izrade diplomskog rada.
Zahvaljujem Meereshule Pula na potpori i smještaju tokom istraživanja, Gerwinu Gretchelu na stručnom vođenju i savjetima tokom istraživanja te ustupljenim fotografijama.
Nevenu Iveši, dipl. ing. biol., zahvaljujem za pomoć pri prikupljanju jajčanih vrećica i analizi rezultata ribarskog ulova-
Također sponzoru „Mares“, Ronilačkoj bazi Rovinj, Akvariju u Puli, „Dive dictu“ na velikoj pomoći i davanju sredstava potrebnih u istaživanju.
Veliko hvala studentima Anamariji Šiljeg, Ricardi Breitenstein, Marie Ritter, Rebecci Gahr, Emanuelu Rumpf, Pii Plakolm, Benedicti Opis, Martinu Ladneru te Franzu Baueru na pomoći tokom provedbe istraživanja.
Također, zahvaljujem svim svojim prijateljima, koji su uvijek bili uz mene, s kojima je vrijeme studiranja bilo uvijek zabavno i veselo.

Posebnu zahvalnost iskazujem obitelji na bezrezervnoj podršci tijekom studiranja koja je bila neprocjenjiva.

Veliko HVALA svima!

Sadržaj

1. Uvod 1

1.1. Cilj rada 2

2. Pregled literature 3

2.1. Biologija morske mačke 3

2.1.1. Klasifikacija 3

2.1.2. Stanište i rasprostranjenost 4

2.1.3. Izgled i građa tijela 5

2.1.4. Način života i hranidba 6

2.1.5. Specifičnosti porodice i ponašanje 7

2.1.6. Reprodukcija 8

2.1.7. Opis i funkcija jaja morske mačke 10

2.1.8. Embrionalni razvoj 14

2.1.9. Uvjeti za razvoj jaja morske mačke 16

3. Materijali i metode 17

3.1. Kvantitativna zastupljenost vrsta iz porodice Scyliorhinidae u prilovu ribara .. 17
3.2. Određivanje faza embrionalnog razvoja i praćenje preživljavanja embrija tijekom inkubacije u različitim sustavima 17
3.3. Ocjena efikasnosti uređaja za inkubaciju vlastitog dizajna i praćenja preživljavanja i razvoja embrija u ambijentalnim uvjetima 21

4. Rezultati 27

4.1. Kvantitativna zastupljenost vrsta iz porodice Scyliorhinidae u prilovu ribara .. 27
4.2. Faze embrionalnog razvoja 28
4.3. Razvoj i preživljavanje embrija tijekom inkubacije u recirkulacijskom sustavu 32
4.4. Ocjena efikasnosti uređaja, razvoja i preživljavanja embrija u ambijentalnom moru 34
4.5. Detektirani problemi i pogreške tijekom istraživanja 35

5. Rasprava 38

6. Zaključak 41

7. Literatura 42

Životopis 46

Sažetak

Diplomskog rada studenta/ice **August Bence**, naslova

Mogućnost uključivanja inovativnih tehnoloških rješenja u svrhu povećanja brojnosti populacije morske mačke iz porodice Scyliorhinidae

U posljednje vrijeme se sve više naglašava negativni učinak ribolova na brojnost ribljih vrsta iz skupine hrskavičnjača, gdje spadaju i morske mačke iz porodice Scyliorhinidae. Cilj ovog rada bio je pored istraživanja kvantitativne zastupljenosti dvije najzastupljenije vrste u prilovu hrvatskih ribara (mačka blijedica, *Scyliorhinus canicula*, i mačka mrkulja, *Scyliorhinus stellaris*), istražiti i mogućnosti njihove zaštite s obzirom na specifičnost embrionalnog razvitka koji se odvija u jajčanim vrećicama koje je moguće izvaditi s vitalnim embrijem iz mrtvih riba mačaka nakon ulova. U tu svrhu je pored opisa svih faza embrionalnog razvitka istražena i inkubacija embrija u dva različita dizajna recikulacijskog sustava (bez kontrole temperature i pri konstantnoj temperaturi od 17,5˚C) te u ambijentalnom moru na različitim dubinama i pri različitim temperaturama. Za inkubaciju u ambijentalnom moru je izrađen inovativni uređaj vlastitog dizajna, čija je efikasnost također ispitana. Rezultati su pokazali da se embriji morske mačke uspješno razvijaju na temperaturi do 24˚C te da je inovativni uređaj u potpunosti efikasan za inkubaciju jedinki mačke blijedice, *S. canicula*.

Ključne riječi: *Scyliorhinus canicula*, *Scyliorhinus stellaris,* embrionalni razvoj, hrskavičnjače

Summary

Of the master's thesis - student **August Bence,** entitled

Potential of including innovative technological solutions in order to increase the population of the catsharks from the family Scyliorhinidae

Recently, the negative effect of fishing on the abundance of cartilage fish species, which includes catsharks from the family Scyliorhinidae, has been increasingly emphasized. The aim of this study was to investigate the quantitative representation of the two most common species in the by-catch of Croatian fishermen (small-spotted catshark, *Scyliorhinus canicula*, and lesser spotted dogfish, *Scyliorhinus stellaris*) and to investigate the possibilities of their protection given the specificity of embryonic development that takes place in egg sacs which can be removed from dead cat fish after capture, together with a vital embryo. For this purpose, in addition to describing all phases of embryonic development, embryo incubation was investigated in two different designs of the recycling system (without temperature control and at a constant temperature of 17.5˚C) and in the ambient sea at different depths and at different temperatures. An innovative device of its own design was developed for incubation in the ambient sea, the efficiency of which was also tested. The results showed that catshark embryos successfully develop at temperatures up to 24˚C, and that the innovative device is fully effective for incubating individuals of *S. canicula*.

Keywords: *Scyliorhinus canicula*, *Scyliorhinus stellaris,* embryonal development, cartilaginous fish

1. Uvod

Jedan od razloga sve učestalijeg naglašavanja potrebe za konzervacijom i očuvanjem ribljih vrsta je i ribolov. Taj negativni učinak se ovoj gospodarskoj djelatnosti pripisuje najčešće zbog primjene neselektivnih ribolovnih alata, uslijed čega brojne vrste postaju slučajni ulov, odnosno prilov (Stergiou i sur., 2006; Batista i sur., 2009.). Skupina riba koja se u posljednje vrijeme često spominje kao ugrožena su i hrskavičnjače. Prema statističkim podatcima Svjetske organizacije za hranu i poljoprivredu (FAO), njihov je prijavljeni ulov dostigao maksimum 2003. godine, da bi se narednih godina počeo smanjivati (FAO, 2010.). Međutim, u mnogim zemljama Mediterana, hrskavičnjače kao skupina nisu zakonski regulirane te se količina i vrste ove skupine ne uključuju u nacionalnu i međunarodnu statistiku (GFCM, 2014). Unatoč brojnim naporima da se različitim mjerama smanji količina hrskavičnjača u prilovu, to je i dalje globalni problem. Donošenje odgovarajućih mjera otežava i kvantitativnih i kvalitativnih podataka o vrstama i količini u pojedinim ribolovnim alatima (FAO, 2019.).

U ovu skupinu spadaju i morske mačke iz porodice Scyliorhinidae. U Hrvatskoj su najrasprostranjenije dvije vrste morskih mačaka. Mačka blijedica, *Scyliorhinus canicula,* te mačka mrkulja, *Scyliorhinus stellaris.* To su bentoske vrste što znači da žive pri dnu mora. Mačka blijedica je brojačano nešto zastupljenija u prilovu ribara (Iveša, 2021).

Morske mačke u mrežama već budu iznemogle ili mrtve te ih se ne može spasiti. Međutim kod ženki, s obzirom na specifičnost embrionalnog razvoja, embriji u utrobi mogu preživjeti i 12 sati nakon smrti jedinke. S tim u vezi je i novija inicijativa vezana za vađenje razvijenih jajčanih vrećica iz ulovljenih morskih mačaka prikupljenih na ribarnicama te njihova naknadna inkubacija u moru. Zato je potrebno poznavati karakteristike embrionalnog razvoja ove vrste i uvjete potrebne za uspješnu inkubaciju te razviti uređaje na kojima bi se embrionalne (jajčane) vrećice mogle fiksirati za dalju inkubaciju u moru. Pored toga, kako bi se pri vađenju embrija iz majke očuvala vitalnost embrija, vjerojatno je učinkovitiji način njihovo prikupljanje u suradnji s ribarima neposredno nakon ulova. Optimalno bi bilo razviti napravu koja će biti jednostavna za upotrebu i ribarima lako dostupna te ih educirati o postupku, kako bi sami mogli doprinijeti očuvanju populacije morskih mačaka.

1.1. Cilj rada

Cilj ovog istraživanja bio je:

1. Pregledom literature opisati specifičnosti embrionalnog razvoja mačka blijedica, *Scyliorhinus canicula*, i mačka mrkulja, *Scyliorhinus stellaris*
2. Istražiti kvantitativnu zastupljenost vrsta iz porodice Scyliorhinidae u prilovu ribara te utvrditi mogućnost prikupljanja jajčanih vrećica u suradnji s ribarima.
3. Ispitati mogućnosti inkubacije jaja pri različitim uvjetima u zatvorenom recirkulacijskom sustavu
4. Ispitati efikasnost uključenja vlastitog inovativnog tehnološkog rješenja (uređaja za inkubaciju jaja) na embrionalni razvitak morske mačke
5. Opisati i pokušati objasniti neke od problema koje se dešavaju tokom istraživanja.

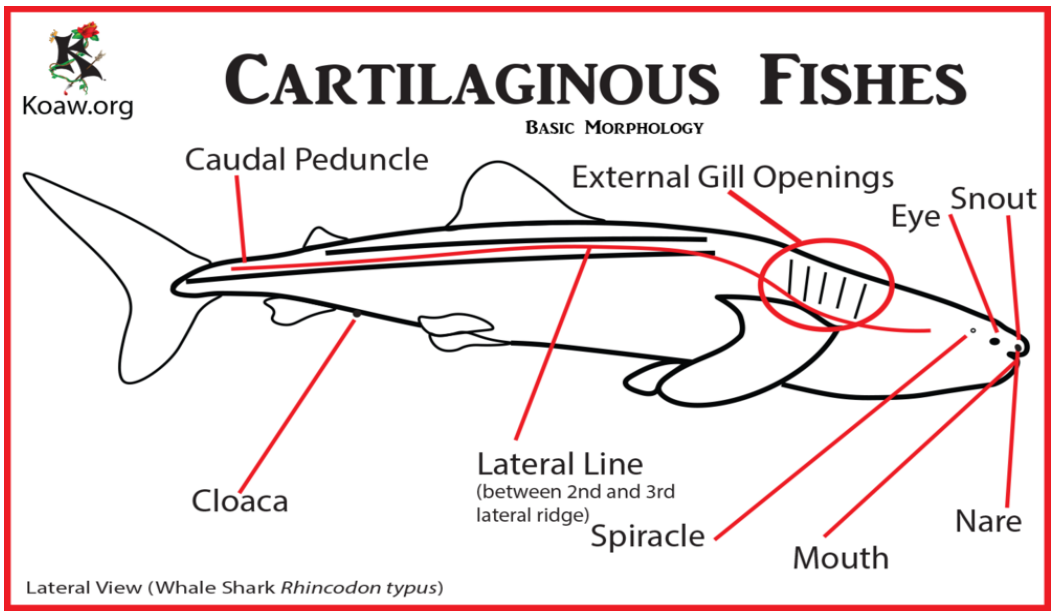
2. Pregled literature

2.1. Biologija morske mačke

2.1.1. Klasifikacija

Ribe se dijele na hrskavičnjače (Chondrichthyes) koje ne razvijaju pravi kostur već cijeli život njihov skelet hrskavičan (Slika 1.). i koštunjače (Osteichthyes). Sve hrskavičnjače filogenetski su grupirane u dva razreda: prečnouste (Elasmobranchii) i cjeloglavke (Holocephali), odnosno u 15 redova (Helfman i sur., 2004.). Tu spadaju i raže, morski psi te morske mačke.

Scyliorhinidae je najveća porodica morskih pasa, s najmanje 15 rodova i preko 100 vrsta. Njihovo ime, morske mačke, vjerojatno potječe od njihovih izduženih očiju nalik mačkama. Njihovo se znanstveno ime temelji na grčkim riječima "Scylla", što znači "morski pas" i „rhino“ odnosno "nos". Predstavnici ove porodice obično su mali, kraći od 1 m te nisu opasni za ljude (Compagno, 1988., Froese i Pauly, 2004., Last i Stevens, 1994.).



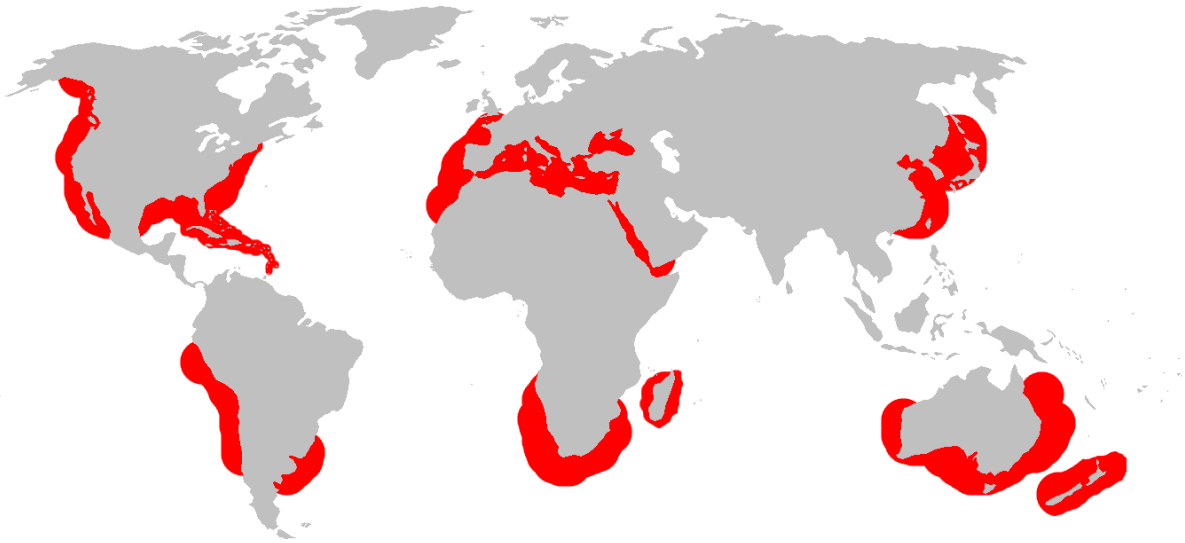
Slika 1. Prikaz ribe hrskavičnjače

(Izvor: https://www.koaw.org/sharks)

2.1.2. Stanište i rasprostranjenost

Morske mačke žive u toplim i tropskim morima, obično u pridnenim područjima, u plićim, priobalnim dijelovima, ali i na dubinama od 2000 metara. Zbog njihovog specifičnog staništa, često ih je teško proučavati. Mnoge vrste su endemične za određena područja, poput mora uz Australiji i Južnu Afriku. Mogu naseljavati spilje, šume kelpa, bilo pjeskovito ili kamenito dno. Neke vrste mogu živjeti u bentosnim područjima, koja su izrazito nepovoljna za život većine drugih riba zbog niske koncentracije kisika i visoke slanoće (Compagno, 1988., Last i Stevens, 1994.). Često im je stanište usko povezano s mjestima gdje se razmnožavaju odnosno liježu jaja (Reichert, 2020.). Neke možemo naći čak u Arktičkom oceanu, ali uglavnom nastanjuju područja između 40° sjeverne i južne geografske širine (Slika 2.) (Froese i Pauly, 2004., Musick i sur., 2004.).

Scyliorhinus cannicula ili mačka bljedica jedna je od najčešćih hrskavičnjača koje obitavaju u Atlantskom području i Mediteranskom moru, kod Britanskog otočja južno od Sengala te je česta vrsta koju nalazimo u prilovu ribara (Luis, 2014.).



Slika 2. Rasprostranjenost ribe mačke u svijetu

(Izvor: https://sites.google.com/site/carcharodonformidulosus/ecology-evolution-1/habitiat)

2.1.3. Izgled i građa tijela

Ribe mačke obično su manjih dimenzija , do 80 cm dužine, ali neke vrste mogu narasti i više od 1,6 metara (Bleckmann i Hofmann, 1999.).

Tijelo im je izduženo i vretenasto, a glava tupasto zašiljena Na glavi se nalaze rostrum (vršni dio glave ispred očiju), oči sa slobodnim kapcima, štrcala (modificirani škržni otvori koji služe za ulaz vode dok se životinja hrani). U ustima se nalazi više redova zubi (modificirane plakoidne ljuske). Na glavi se još nalazi pet pari škržnih otvora (Restović, 2015.). Kod ove porodice specifična je pojava hrskavične kralježnice, a kroz nju prolazi leđna moždina. Također nalazimo i bočnu prugu koja omogućuje detekciju strujanja i vibraciju vode (Restović, 2015.).

Često postoji spolni dimorfizam i očituje se u različitom obliku zubi (Compagno, 1999.). Na trupu se nalaze peraje, nečisnica i kopulatorni organ kojeg imaju samo mužjaci. Baza prve dorzalne peraje nalazi se nasuprot ili iza baze prve podrepne peraje. Dorzalne peraje su dvije i nemaju hrskavice odnosno šipčice. Imaju još podrepnu i repnu peraju. Najveći dio životinje je rep građen od snažnih mišića. Boja varira od sive do tamno smeđe, a mogu imati i uzorke u obliku mrlja i točaka (Slika 3.). Kao i svi morski psi, morske mačke imaju plakoidne ljuske pa im je koža gruba i hrapava (Restović, 2015.).



Slika 3. Vanjski izgled mačke blijedice

(Izvor: Smallspotted%20Catshark%20ST%20Factsheet.PDF)

2.1.4. Način života i hranidba

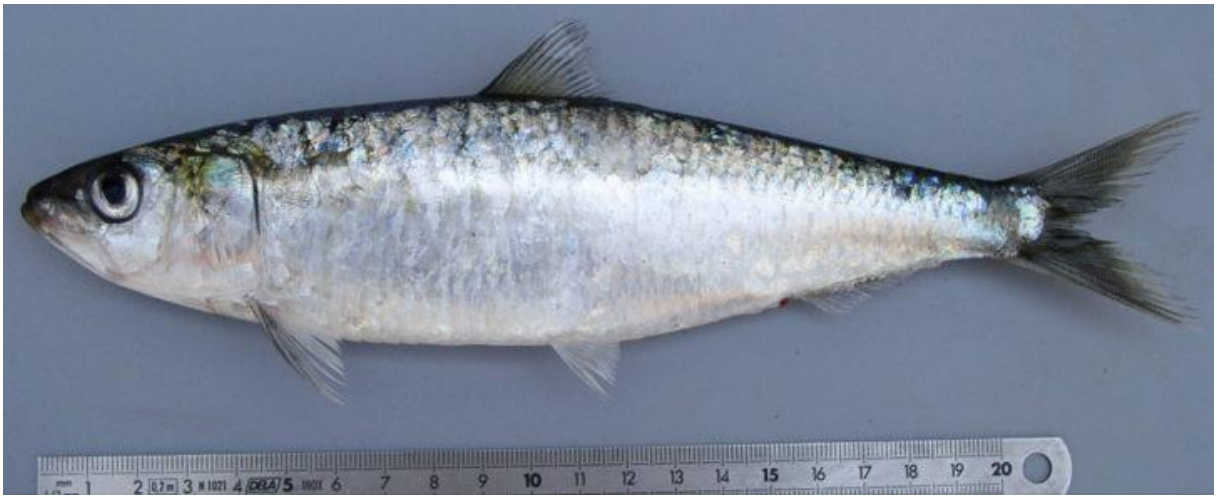
Morske mačke su spore i nemigratorne vrste. Neki primjerci aktivni su noću. Morski psi općenito polako sazrijevaju i dugovječni su (Moyle i Cech, 2004.). Stalni su grabežljivci i većinom se hrane rakovima, malim ribama i glavonošcima odnosno lignjama. Nema dokaza da su to teritorijalne vrste, vjerojatno jer je njihov plijen teško obraniti. Manji primjerci morske mačke služe većim morskim psima i drugim grabežljivcima kao hrana (Heithaus, 2004., Helfman i sur., 1997.).

Postoje razni načini i tehnike lova, neke ribe love mrtvu ili usnulu ribu odnosno rakove. Druge imaju aktivniju taktiku hvatanja plijena. Na primjer, skrivaju se među jajima liganja te čekaju da se odrasla lignja navikne na morskog psa među jajima, a zatim je uhvati i pojede (Heithaus, 2004., Last i Stevens, 1994., Last i Stevens, 1998.).

Kod morskih mačaka prisutan je i kanibalizam, te također postoje različite hranidbene navike između muških i ženskih jedinki te različitih kategorija unutar vrste (Gravino i sur., 2010.).

Kod vrste *Scyliorhinus canicula* dominantna hrana koja je nađena u želucu bili su kralježnjaci a zatim rakovi te glavonošci. Najčešća vrsta ribe koja je pronađena u želucu bila je Sardina pilchardus (Slika 4.) (Mnasr i sur., 2012.).

Mačka blijedica, *Scyliorhinus canicula* koja je i stanovnik Jadranskog mora najviše se hranila u kolovozu a najveći postotak praznog želuca imala je u veljači (48,0%). Najniža učestalost hranjenja povezana je s niskim temperaturama mora tijekom zime (Šantić i sur., 2012.).

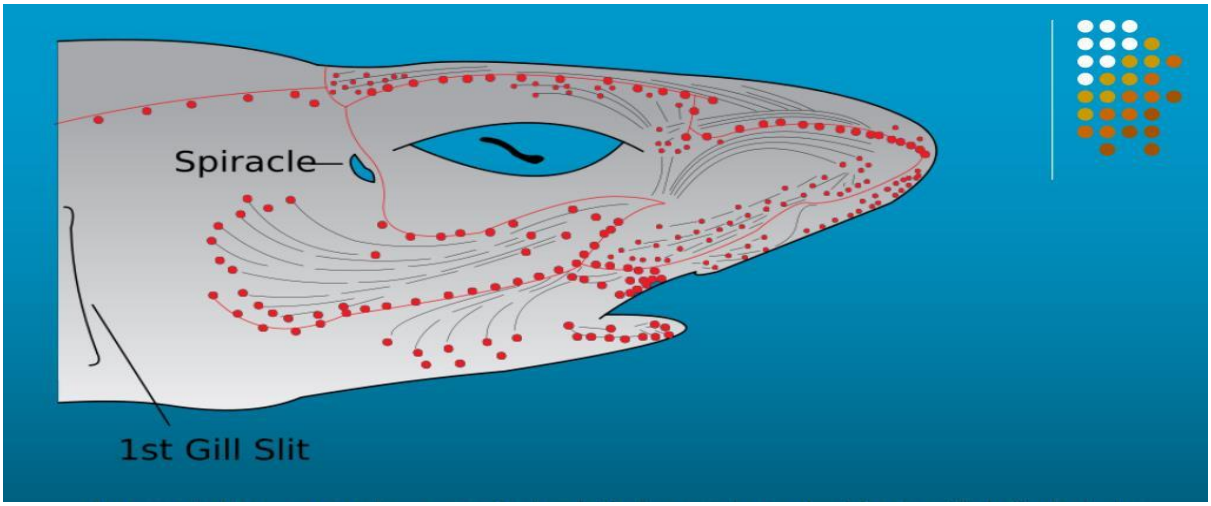


Slika 4. Sardina pilchardus- najčešći plijen morske mačke

(Izvor: https://adriaticnature.com/archives/297)

2.1.5. Specifičnosti porodice i ponašanje

Morske mačke kao i druge hrskavičnjače osjetljive su na električne impulse stvorene kretanjem vode, drugim ribama pa čak i samim kretanjem Zemlje. Ova sposobnost nužna je kako bi detektirali svoj plijen. Na glavi se nalaze Lorenzinijeve ampule – elektroreceptori koji služe za detekciju elektroimpulsa drugih životinja (Slika 5.) (Restović, 2015.). Također osjećaju strujanje vode s pomoću bočne pruge. Članovi iz porodice *Scyliorhinidae* izraziti su grabežljivci te s toga imaju izrazito izražena osjetila sluha, njuha i okusa. Neki eksperimenti na vrstama iz porodice *Scyliorhinidae* sugeriraju da epifiza u mozgu može poslužiti kao svjetlosni senzor koji signalizira ponašanje ribe povremenim promjenama svjetlosti (Bleckmann i Hofmann, 1999., Moyle i Cech, 2004.).



Slika 5. Lorenzinijeve ampule kod morske mačke

(Izvor: https://www.slideserve.com/jacqui/kralje-njaci-vertebrata)

2.1.6. Reprodukcija

Kod riba mačaka specifična je unutarnja oplodnja kao kod sisavaca. Mužjaci spolno dozrijevaju kada su većih dimenzija od ženki (Ebert i sur., 2006.).

Kada su ženke spremne za oplodnju mužjacima šalju kemijske signale ili određene specifične znakove ponašanja. Mužjaci često tijekom kopulacije grickaju ženke. Sam akt parenja traje od 15 do 20 minuta. Kako bi oplodio žensku jedinku, mužjak pliva oko ženke te izbacuje posebne hvataljke iz kojih se izlijevaju spermatozoidi. Hvataljke su obložene mekim tkivom te formiraju otvor kroz koji izlaze spermatozoidi. Kod mačke blijedice *Scyliorhinus canicula* ženka može sačuvati spermu i odgoditi oplodnju (Compagno, 1988., Hamlett i Koob,1999., Pratt, 1993., Wourms i Demski, 1993.).

Čak 90% riba mačaka je oviparno odnosno ženke liježu jaja. Većina njih liježe jaja tokom cijele godine sa sezonskim oscilacijama. *Scyliorhinus stellaris* liježe jaja tokom cijele godine osim u prosincu i siječnju (Capape i sur., 2006.) Također kod njih se javlja jednostruka oviparnost odnosno jaje se razvija unutar svakog jajovoda te se nakon toga pričvrsti za određeni supstrat u okolini izvan majčine utrobe te tamo i dolazi do izlijeganja. Vrijeme izlijeganja može biti manje od mjesec dana pa skoro do godinu dana. Ne postoji stadij ličinke.

Jaja se nalaze u „torbicama“ koje su građene od materijala sličnog keratinu odnosno kolagena, pravokutna su oblika s zaobljenim rubovima i viticama na krajevima te one služe kako bi se jaje odnosno embrij pričvrstio za određenu podlogu. Jaja odnosno „torbice“ luči posebna nidamentalna žlijezda (Slika 6.) koja se nalazi u ženskih jedinki (Compagno, 1988., Hamlett i Koob, 1999.,Last i Stevens, 1994.). Ženske jedinke *Scyliorhinus stellaris* liježu svoja jaja na kamenitim područjima na *Paramuricea clavata*, spužvama, mrežama, olupinama i to obično na dubinama od 30 do 50 metara (Sabata, 2013.).

Iako „torbice“ u kojima se nalaze embriji služe kao zaštita od vanjskih utjecaja, embriji su i dalje pod utjecajem predacije drugih organizama. Kako bi zaštitili svoje mlade, neke vrste evoluirale su te su razvile sustav oviviparnosti odnosno one rađaju žive mlade. Jajašce se zadržava unutar maternice te se embrio razvija unutar majke i rađa se sasvim sposoban za život u vodi i izgleda kao „minijaturna verzija“ odrasle jedinke. Samo se jedan mladi razvija unutar maternice u određenom vremenskom razdoblju (Compagno, 1988., Hamlett i Koob, 1999.,Last i Stevens, 1994; Wourms i Demski, 1993.).

Muške jedinke morske mačke postižu spolnu zrelost kad su njihove hvataljke (muški organ za interno oplodnju ženke) postale kalcificirane i krute, a ne male, mekane i fleksibilne kao kod nezrelih jedinki. Prisutnost velikih jajnika s folikulom označava odraslu dob u ženki. (Compagno, 1988.). *S. canicula* imala je najviše jajašaca u tijelu kod jediniki dužine tijela od 36 do 52 cm odnosno najviše jaja pronađeno je u ženkama dužine tijela od 41 do 47 cm (Koehler, 2018.). Što se tiče dužine tijela između mužjaka i ženki, muške jedinke su uvijek većih dimenzija odnosno dužine tijela (Cabello i sur., 1998.).

Kod morskih mačaka nije uočena briga o mladima. Majke doprinose zaštiti tako što drže jaja u maternici tijekom razvoja i na način da luče sekrete koji imaju nutritivnu vrijednost (Moyle i Cech, 2004.).



Slika 6. Prikaz nidamentalne žlijezde te drugih reproduktivnih organa odrasle ženske jedinke *S. canicula*

(Izvor: vlastita slika)

2.1.7. Opis i funkcija jaja morske mačke

Embrio se razvija unutar jajčane torbice (Slika 7.). Jajčana torbica je u unutrašnjem dijelu ispunjena želeom. Žumanjčana vrećica služi kao izvor hrane embriju te je ona povezana s embrijem unutar jajčane torbice. Vitice se nalaze na krajevima torbice i njihova je funkcija da se povežu na neku strukturu odnosno koralje, morsku travu itd. Jajčana torbica varira u veličini, ona može biti žućkasto zelenkaste ili smeđe boje, odnosno tamnijih varijacija ako je izvađena izvan vode. Jaje također sadrži četiri otvora za ulaz morske vode te tako ona cirkulira kroz jaje te mu dovodi potreban kisik i oksigenira embrio (Musa i sur., 2018.).

Različite vrste hrskavičnjača imaju specifične vanjske karakteristike jaja, one variraju u veličini, izgledu, i morfologijskim strukturama (Cox i sur., 1987., Ishiyama, 1958.).

Razlike u izgledu jaja pomažu mu da se prilagodi na specifične uvjete u različitom okolišu (Ebert, 2005., Ebert i Davis, 2007.).



Slika 7. Prikaz jajčane torbice s embrijem i žumanjčanom torbicom

(Izvor: Ricarda Breitenstein)

Funkcija jajčane torbice

Jajčana torbica od *S. stellaris* služi za zaštitu embrija u ekstremnim uvjetima okoliša gdje je ono izliježeno. Čvrsta jajčana torbica služi kao primarna zaštita embrija od morskih predatora i parazita (Cox i Koob, 1993., Harahush i sur., 2007.; Last i Stevens, 1994.) te pruža zaštitu od ulaska morske vode u unutrašnjost tijekom ranog embrionalnog razvoja (faze od 1-4) (Ballard i sur., 1993.).

Ona također služi kao kamuflaža (Compagno, 1984., Orton, 1926.). Vitice na jajčanoj torbici su jako fleksibilne te se brzo i lako zapletu. Njihova funkcija je da se povežu za određenu strukturu te samim time osiguravaju da jaje ne migrira dalje usred jakih morskih struja (Orton, 1926., Rodda, 2000.). Jaje ponekad može doživjeti velik stres kada naprimjer bude izloženo zraku usred nasukavanja na obalu. Usred utjecaja zraka na jaje ono se može smežurati na 30% od prvotne veličine i tada umire (Treloar i sur., 2006.). Jaje je također dizajnirano na način da olakša izlaz mladim morskim mačkama pri izlijeganju.

Embrionalni žele

Unutar jajčane torbice također se nalazi embrionalni žele. On služi kao sekundarna zaštita u unutrašnjosti torbice. Njegova je funkcija kao amortizer, odnosno on štiti od fizičkih trauma kao što su naprimjer valovi (Koob i Straus, 1998., Rodda i Seymour, 2008.).

Slojevi želea su drugačijeg uglikohidratnog sastava (Koob i Straus, 1998.). Vanjski slojevi želea su čvršće građe te samim time zatvaraju i štite jaje od vanjskih utjecaja u ranijim stadijima razvoja. Unutrašnji dio želea je mekaniji te djeluje kao jastučić protiv utjecaja valova.

Otvori za ulaz morske vode

Membrana žumanjčane vrećice vrlo je tanka i lomljiva u najranijim stadijima razvoja (1-3). Tijekom četvrte faze žumanjčana vrećica postaje čvršća te se na kraju ove faze otvori za ulaz morske vode otvaraju. Ako dolazi do ulaska morske vode u ranijim fazama razvoja embrija vrlo je vjerojatno da će doći do bakterijske infekcije i embrij može uginuti (Ballard i sur., 1993.).

Tijekom četvrte faze razvoja enzimi razgrađuju žele. Razgradnja se događa od središta prema periferiji u blizini otvora za morsku vodu (Ballard i sur., 1993.). Samim time, otvori za morsku vodu se otvaraju pro kraju četvrte faze kad je žele koji je u blizini otvora razgrađen te se sluzni čepovi otvaraju te morska voda slobodno ulazi u torbicu.

.Žumanjčana vrećica

Funkcija žumanjčane vrećice je da hrani embrio koji je unutar jajčane torbice, to je elipsoidna ili jajolika tvorba koja je žućkaste do zelenkaste boje. Žumanjčana vrećica ima sve potrebne nutriente koji su nužni za rast i razvoj embrija tijekom svih 7 stadija razvoja te također nakon izlijeganja, mlada morska mačka može iskorištavati nutriente i par dana.

Tijekom prvih par dana u razvojnom stadiju embrija nije vidljivo iskorištavanje žumanjčane vrećice. U ranom stadiju ona je elipsoidnog oblika (Ballard i sur., 1993.). Kroz razvoj ona može mijenjati oblik od elipsoidnog do sferoidnog te se također povećava volumen zbog razvoja krvnih žila. U četvrtoj fazi razvoja žumanjčana masa se prebacuje iz vanjske žumanjčane vreće u onu unutarnju koja se nalazi u embriju te ona biva probavljena. U ovoj fazi promjena u volumenu žumanjčane vrećice još nije vidljiva (Ballard i sur., 1993.; Hamlett i sur., 1993.; Lechenault i sur., 1993.). Smanjenje volumena vrećice već je vidljivija u petoj fazi ali najviše se smanjuje u šestoj fazi razvoja. Kada je žumanjčana vrećica potpuno nestala i prebačena je u embrio , odnosno ne može se vidjeti golim okom tada se jaje nalazi u sedmoj fazi razvoja (Ballard i sur., 1993.; Hamlett i sur., 1993.; 2005.; Lechenault i sur., 1993.).

Žumanjčana masa još uvijek može biti uskladištena u mladoj morskoj mački nakon izlijeganja te može koristiti kao izvor hrane sve dok morska mačka ne bude uspješna u lovu (Lechenault i sur., 1993.).

2.1.8. Embrionalni razvoj

Embrionalni razvoj je ključna, ali i osjetljiva faza razvoja morske mačke. O njemu ovisi brojnost i struktura populacije (Pimentel i sur., 2014.). Postoji 34 stadija embrionalnog razvoja *Scyliorhinus canicula* koje su opisali Ballard i suradnici. Za identifikaciju tih stadija nužno je izvaditi embrio iz jajčane torbice, odnosno eutanizirati. Zbog toga je embrionalni razvoj funkcionalno podijeljen na 7 stadija koji se mogu proučavati i razlikovati na živućim embrijima (Ballard i sur., 1993.). Zdravlje jajčanih vrećica provjerava se pomoću izvora svijetla, kako bi se provjerilo stanje žumanjka a ponekad i embrija (Pimentel i sur., 2014.).

Tijekom prve faze razvoja embrija u jajčanoj torbici vidljiva je elipsoidna žumanjčana vrećica ali embrij još nije vidljiv. Ako se izgled jajčane torbice nije promijenio nakon četiri tjedana to znači da jaje obično nije oplođeno (Musa, 2019.).

U ovoj fazi embrio se razvija vrlo brzo, na vrhu žumanjčane vrećice može se vidjeti mala crna točka i to je blastocita. Promjene koje se događaju u prvoj fazi razvoja nisu vidljive golim okom. Kako se s razvojem gastrulacija događa, stanice migriraju u unutrašnji dio embrija (Ballard i sur., 1993.).

Već u drugoj fazi razvoja može se vidjeti embrij. On je povezan s žumanjčanom vrećicom te je ona ujedno i izvor hane te je bitna za razvoj samog embrija. Kod starosti od tri tjedna embrio ulazi u drugu fazu te njegova dužina varira od 0.31 cm do 0.98 cm za jaje od S. stellaris (Musa, 2019.). Također već se tad može primijetiti kretanje samog embrija u torbici.

Kada jaje navrši oko četiri tjedna ono ulazi u treću fazu razvoja te ima dug repni dio te tijelo koje 60% nije povezano s membranom od žumanjćane vreće (Musa, 2019.). Dužina tijela varira od 0.97 cm do 3.39. cm te se većina organa i dijelova tijela počinje razvijati (Musa, 2019.). Embriji imaju repni dio s donjim krajem koji je savinut te okrenut prema dolje, on raste i postaje veći i ravniji tijekom ove faze razvoja te je samim time pokret embrija povećan. Vidljiv je i otvor dijamantnog oblika koji će se kasnije razviti u usta u kasnijim stadijima. Filamenti škrga također kreću s razvojem. Krvne žile mijenjaju boju od naranđaste prema crvenoj zbog svog intenzivnijeg razvoja.

Četvrta faza razvoja pojavljuje se od sedmog do desetog tjedna razvoja (Musa, 2019.). Za ovu fazu karakteristična je vidljivost vanjskih škržnih filamenata crvene boje, no oni se smanjuju na kraju ove faze razvoja. Duljina tijela embrija varira od 3. 24cm do 8.32 cm u embrija *S. stellaris* (Musa, 2019.). Boja embrija se mijenja od prozirnog do ružićastog zbog naglog razvoja krvnih žila. Vidljiva su i usta, peraje se razvijaju te također srce koje je vidljivo golim okom. Vanjska žumanjčana vrećica mijenja oblik zbog toga što ga embrio sve više koristi za svoj razvoj. Pokretljivost embrija se još više pojačava te se samim time žele u jajčanoj torbici smanjuje i troši. Otvori za ulaz morske vode u jajčanu torbicu također se otvaraju na kraju ove faze te je samim time embrio u doticaju s okolinom te voda cirkulira kroz torbicu.

Kada je jaje S. stellaris staro od četrnaest do sedamnaest tjedana pro temperaturi od 15 °C ono kreće u petu fazu razvoja (Musa, 2019.). Veličina embrija varira od 6.37 cm do 10.26 cm (Musa, 2019.). Embrio izgledom već podsjeća na odraslu jedinku morske mačke. U ovoj fazi smanjenje veličine žumanjčane vrećice znatno je vidljivije. Embrio je probavio velik dio žumanjčane vreće te je to vidljivo u želucu embrija. Usta su skoro potpuno razvijena. Oči imaju tamniju pigmentaciju, par nosnih otvora također su vidljiva. Koža postaje čvršća te se samim time boja mijenja od svijetle ružićaste prema tamnijoj nijansi iste.

Kada embrij navrši od osamnaest do dvadeset tjedana na 15°C on ulazi u šestu fazu razvoja, veličina tijela S. stellaris varira od 8.84 cm do 17.02 cm (Musa, 2019.). Zbog toga što je sada embrio limitiran prostorom u jajčanoj torbici tijelo mu je savijeno. Žumanjčana vreća se još više smanjuje zbog velike konzumacije embrija. Škržni otvori su potpuno razvijeni. Boja embrija se još više promijenila te je sada smeđkasta do žućkasta. Usta su potpuno razvijena te imaju zube, vidljive su i Lorenzinijeve ampule. Otkucaji srca više nisu vidljivi. Tijelo embrija je potpuno prekriveno plakoidnim ljuskama.

Sedma faza, ujedno i posljednja faza razvoja prije izlijeganja embrija pojavljuje se između 26 i 29 tjedna razvoja, veličina tijela varira od 14.48 cm do 17.72 cm (Musa, 2019.). Žumanjčana vrećica skoro potpuno nestaje zbog toga što je sada u unutarnjoj vreći u tijelu embrija te ona potpuno nestaje na kraju ove faze. Tijelo embrija prožeto je mnogim tamnim i svjetlijim mrljama , oči su potpuno razvijene. Žele je potpuno degradiran. Spljošten dio jajčane torbice oslabljuje te ga je vrlo lako otvoriti zbog toga što iz tog dijela dolazi do izlijeganja mlade morske mačke.

2.1.9. Uvjeti za razvoj jaja morske mačke

Brojni ambijentalni uvjeti su važni za uspješno izvaljivanje embrija ribe mačke. Jedan od najvažnijih je temperatura, iako različiti autori pri pokusima inkubacije u akvarijima koristili su različit raspon temperatura, od 15-22,5 ˚C (Capapé i sur., 2006.). Od ovog čimbenika svakako ovisi dužina trajanja inkubacije (Musa i sur., 2018.; Musa, 2019).

Pored temperature, važan je i kisik, posebno nakon četvrte faze embrionalnog razvoja (Musa i sur., 2018.; Musa, 2019). Capapé i sur. (2006.) spominju i salinitet, i to u granicama 28-33 psu.

Također je u akvarijskim uvjetima potrebno voditi računa o osvjetljenju, s obzirom da morske mačke polažu jaja u intertidalnoj zoni, gdje je jačina svjetlosti slabija (Musa i sur., 2018.; De Sabata i sur., 2013.). Capapé i sur., (2006) su u akvarijskim uvjetima koristili svijetlo s fluorescentnim cijevima jačine 36 W.

Detaljno poznavanje optimalnih uvjeta sredine nužno je za uspjeh inkubacije embrija morske mačke kako u umjetnim uvjetima tako i u vanjskoj sredini.

3. Materijali i metode

3.1. Kvantitativna zastupljenost vrsta iz porodice Scyliorhinidae u prilovu ribara

Za utvrđivanje kvantitativne zastupljenosti morske mačke u ulovu ribara analizirani su podatci o ulovu ribara prikupljeni u razdoblju od studenog 2020. godine do rujna 2021. godine u sklopu tri projekata. Suradnja znanstvenika i ribara iz mjere 1.3. Operativnog programa za pomorstvo i ribarstvo EU 2014.-2020. koja se provode na području Istre i Dalmacije: Ribarsko-znanstvena mreža Grada Ploča (podatci prikupljeni od strane Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta), Ribarsko-znanstvena suradnja u općini Gradac (podatci prikupljeni od strane Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta) i Partnerstvo ribara i znanstvenika Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli. Analiziran je ulov ukupno 51 ribolovne operacije provedene mrežama stajaćicama i 8 povlačnom ribarskom mrežom koćom. Rezultati su obrađeni u programu Excel te je ukupna zastupljenost prikaza grafički kao maseni udio mačke u ukupnom ulovu.

3.2. Određivanje faza embrionalnog razvoja i praćenje preživljavanja embrija tijekom inkubacije u različitim sustavima

Eksperimentalni dio, tijekom kojeg su određivane i fotografirane faze embrionalnog razvitka te praćeno preživljavanje embrija koji su prikupljeni u suradnji s ribarima, proveden je od polovice svibnja do kraja kolovoza 2021. godine. Sastojao se od tri dijela:

a) Ispitivanje mogućnosti inkubacije jaja u zatvorenom recirkulacijskom sustavu u kojem nije kontrolirana temperatura
b) Ispitivanje uspješnosti inkubacije jaja u zatvorenom recirkulacijskom sustavu pri konstantnoj temperaturi od 17,5˚C
c) Ispitivanje preživljavanja embrija, odnosno efikasnosti uređaja za inkubaciju jaja koja su prebačena nakon mjesec dana iz recirkulacijskih sustava u ambijentalne uvjete

Pokusi u zatvorenom recirkulacijskom sustavu

Pokusi su provedeni u prostoru Morske škole u Puli. Prije samog početka pokusa, sva oprema (sustavi) je očišćena i dobro oprana. Obje faze istraživanja u recirkulacijskom sustavu provedene su u dva akvarija, od kojih je jedan bio volumena 40 L, a drugi 55 L. Za prvu fazu pokusa sustav se sastojao od akvarija, recirkulacijske pumpe i aeratora, dok je u drugoj fazi u sustav uveden rashlađivač kako bi se u ljetnim uvjetima temperatura održala konstantnom.

Nakon pripreme sustava, jajčane vrećice prikupljene od ribara (ukupno 20 komada) su stavljene u sustave na inkubaciju. U prvoj fazi je je prikupljeno 9, a u drugoj 11 embrija.

U prvom dijelu pokusa u recirkulacijskom sutavu, koji je trajao od polovice svibnja do polovice lipnja, inkubirana su četiri embrija u akvariju veličine 40 litara, dva mačke mrkulje i 2 mačke blijedice. U drugom akvariju držano je preostalih pet jajčanih vrećica, jedna mačke mrkulje i četiri mačke blijedice (Slika 8.). Izmjena vode u sustavu vršila se svaki peti dan i to 100%, pri čemu je punjenje obavljano s ambijentalnim morem. Tokom izmjene vode vršila se veoma pažljiva aklimatizacija jaja na promjenu temperature i saliniteta. Razlike između vode u akvariju i svježe vode koja je uzeta direktno iz mora ponekad je bila veoma velike, posebno u drugom dijelu pokusa, koji se odvijao na konstantnoj temperaturi od 17,5°C (Slika 9.). Tijekom cijelog pokusa, svjetlost je bila prirodna. Temperatura je u početku pokusa iznosila 18°C da bi se kasnije zbog utjecaja zatopljenja vanjskih uvjeta u prostoriji koja nije klimatizirana povećala na 26°C u manjem akvariju te do 24°C u većem.



Slika 8. Inkubacija embrija u zatvorenom recirkulacijskom sustavu

(Izvor: vlastita slika)



Slika 9. Prikaz aklimatizacije embrija tijekom izmjene vode u akvariju (Izvor: vlastita slika)

Tijekom drugog dijela pokusa koji je odrađen od sredine srpnja do sredine kolovoza korišteno je 11 jaja, jedno mačke mrkulje i 10 mačke blijedice. Inkubacija je obavljana u istim uvjetima kao i u prvoj fazi pokusa, s tim da je temperatura vode održavana na konstantnih 17,5 °C.

U sustavima su tijekom mjesec dana praćeni preživljavanje i vitalnost embrija pomoću metode osvjetljavanja te određivane su faze embrionalnog razvitka. Svaki stadij razvoja je fotografiran i objašnjen na temelju znanja iz prethodno korištene literature. Također su svakodnevno mjereni temperatura i salinitet te bilježeni i svi problemi koji su se pojavili tijekom provođenja ovog dijela istraživanja.

Nakon mjesec dana, preživjeli embriji iz oba pokusa su prebačeni u ambijentalno more i na uređaju za inkubaciju. Svega dva embrija iz drugog pokusa ostavljena su u akvariju, kako bi se pratio dalji razvoj i izlijeganje u akvarijskim uvjetima.

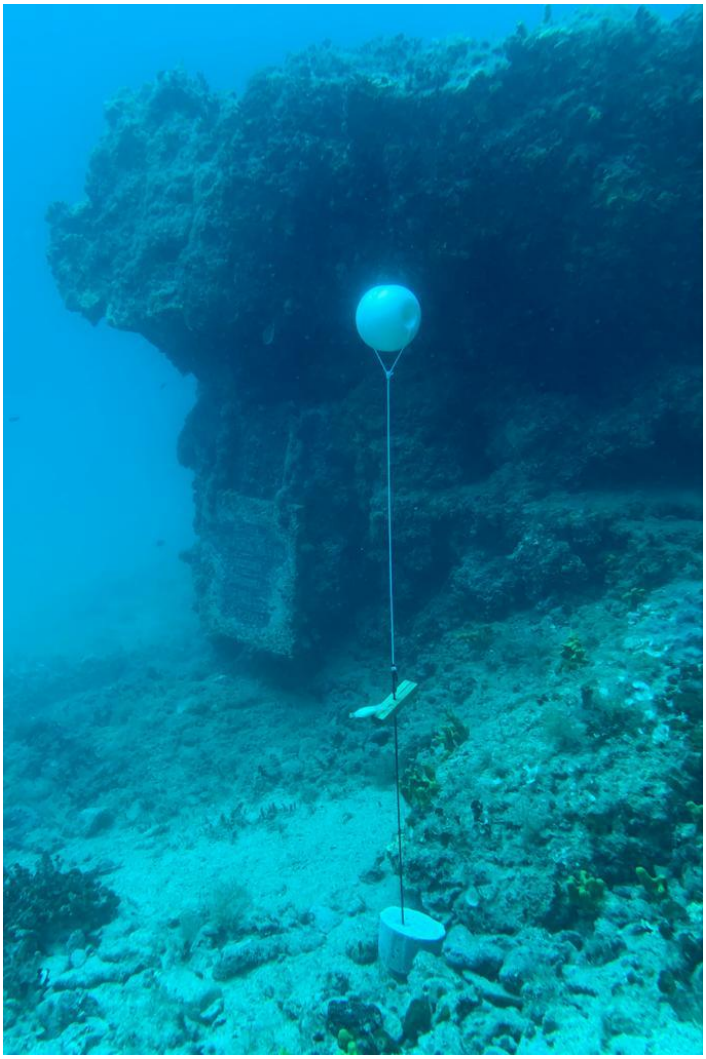
3.3. Ocjena efikasnosti uređaja za inkubaciju vlastitog dizajna i praćenja preživljavanja i razvoja embrija u ambijentalnim uvjetima

Konstrukcija prototipa uređaja za inkubaciju embrija morske mačke

Prototip uređaja za inkubaciju jaja morskih mačaka (Slika 10.) osmišljen je na način da pomaže u spašavanju ovih vrsta riba. Pri osmišljavanju se vodilo računa da bude jednostavan za upotrebu ribarima, kako bi ga samostalno mogli koristiti. Uz vrlo jednstavnu građu, izrađen je i od jeftinog materijala. Osmišljen je na način da imitira prirodne uvjete za rast i razvoj jaja. Za pravilan rast i razvoj embrija nužna je konstantna cirkulacija, odnosno protok vode te se vrećice moraju nalaziti u stupcu vode, a ne na dnu gdje bi bile prekrivene supstratom. I u prirodnim uvjetima jajčane vrećice se pomoću vitica uhvate za koralje ili morsko bilje te se tamo razvijaju do izlijeganja.

Kako bi se jajčane vrećice održale u stupcu vode, za gornji dio uređaja je korištena ribarska bova volumena 0.1626 litara i gustoće od 0.1476 g/cm3. Drugi dio uređaja na koji se zakače vitice jajčane torbice izrađene su od drvenog materijala s prorezima, odnosno utorima. Za sidrenje uređaja koristio se betonski blok različitih dimenzija kako bi se provjerilo koji bolje odgovara u određenim uvjetima.

Jedan blok je volumena 349 cm^3 dok je drugi, veći 770 cm^3. Navedeni dijelovi uređaja povezani su užetom, a brzina potonuća ispitana je prije pokusa i bila je za onaj s manjim betonskim blokom je 0,5 m/s, a kod onog s većim blokom 1 m/s.

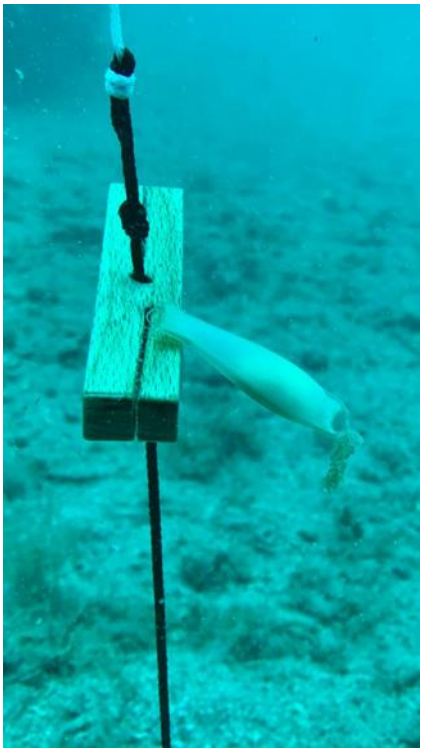


Slika 10. Prikaz uređaja za inkubaciju jaja s jajčanom vrećicom *S. canicula*
(Izvor: vlastita slika)

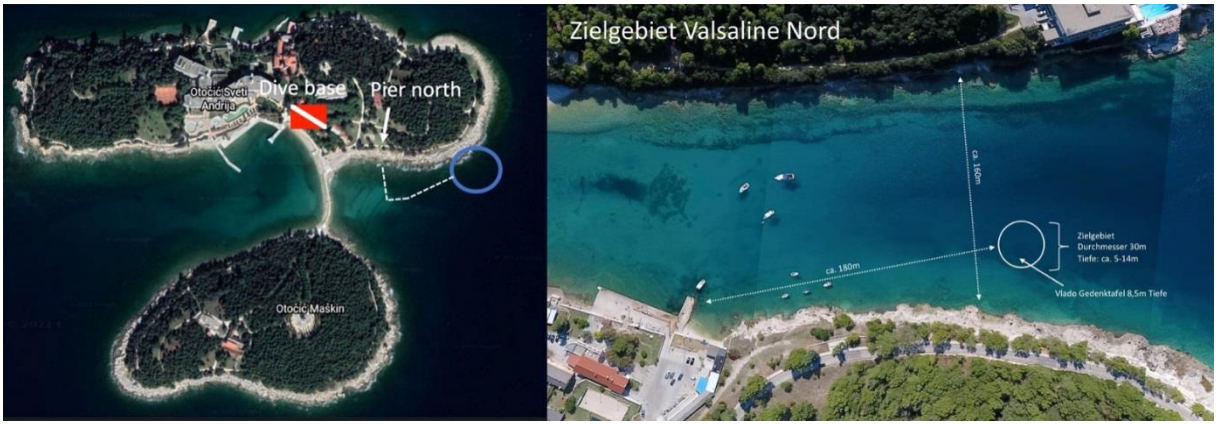
Praćenje embrionalnog razvoja i preživljavanja u ambijentalnim uvjetima

Prije postavljanja na inkubaciju u more, jajčane torbice su postavljane pojedinačno na uređaj, na način da se uvijek zakače na strani torbice s trokutastim krajem. Ako bi se postavljale na strani s ravnim krajem, bio bi otežan ili čak onemogućen izlazak (izlijeganje) mlađi iz torbice.

Postavljanje uređaja s jajčanim torbicama iz prvog i dijela drugog pokusa u recirkulaciji obavljeno je u uvali Valsaline u Puli, dok je dio embrija iz drugog pokusa u recirkulaciji postavljen na Crvenom otoku kod Rovinja (slike 11. i 12.). Kako bi se ispitao utjecaj dubine i temperature mora na preživljavanje embrija i ujedno ispitala efikasnost uređaja embriji su postavljeni na različite dubine (u uvali Valsaline: nakon prvog recirkulacijskog pokusa na 9 m pet jedinki, a nakon drugog na 13m i 25m po dvije vrećice; na Crvenom otoku na 13m dvije, 17m jedna i na 18m dvije).



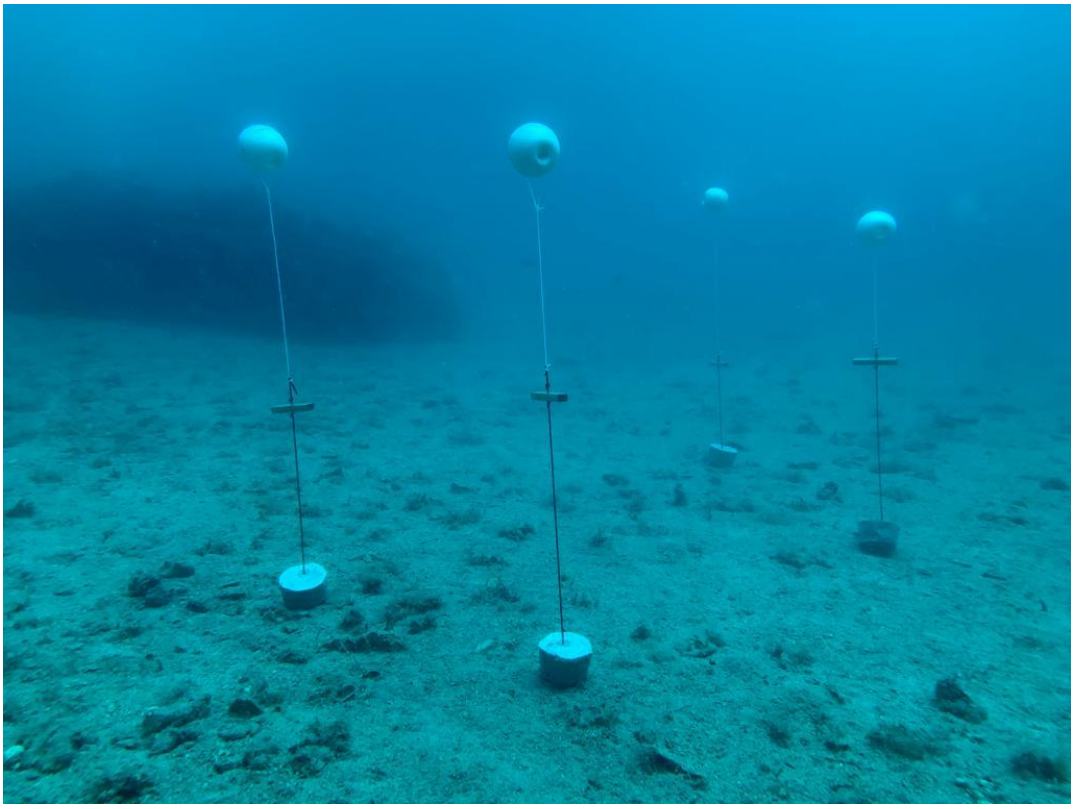
Slika 11. Prikaz jajčane torbice s embrijem na uređaju za inkubaciju u uvali Valsaline, Pula (Izvor: vlastita slika)



Slika 12. Prikaz mjesta postavljanja uređaja za inkubaciju: uvala Valsaline, Pula i Crveni otok, Rovinj

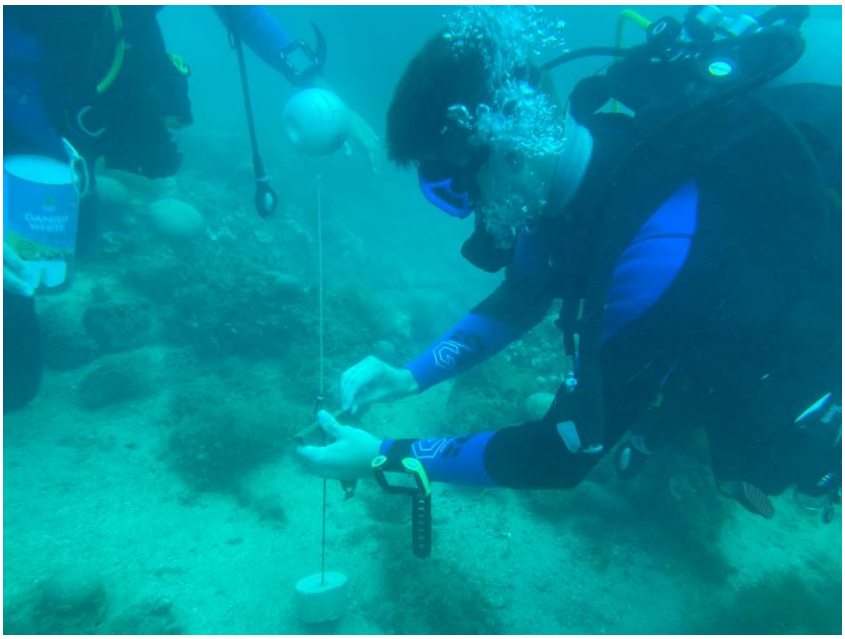
(Izvor: Gerwin Gretchel)

Prije postavljanja embrija na inkubaciju, obavljena je aklimatizacija na vanjsku temperaturu mora. Postupak postavljanja uređaja s pričvršćenim embrijima morske mačke vršen je kombinacijom ronjenja s bocom i direktnog bacanja uređaja s čamca, pri čemu jedna osoba roni i prati položaj postavljanja uređaja, a druga je na čamcu (Slike 13 i 14.).



Slika 13. Prikaz uređaja za inkubaciju nakon bacanja s čamca

(Izvor: vlastita slika)

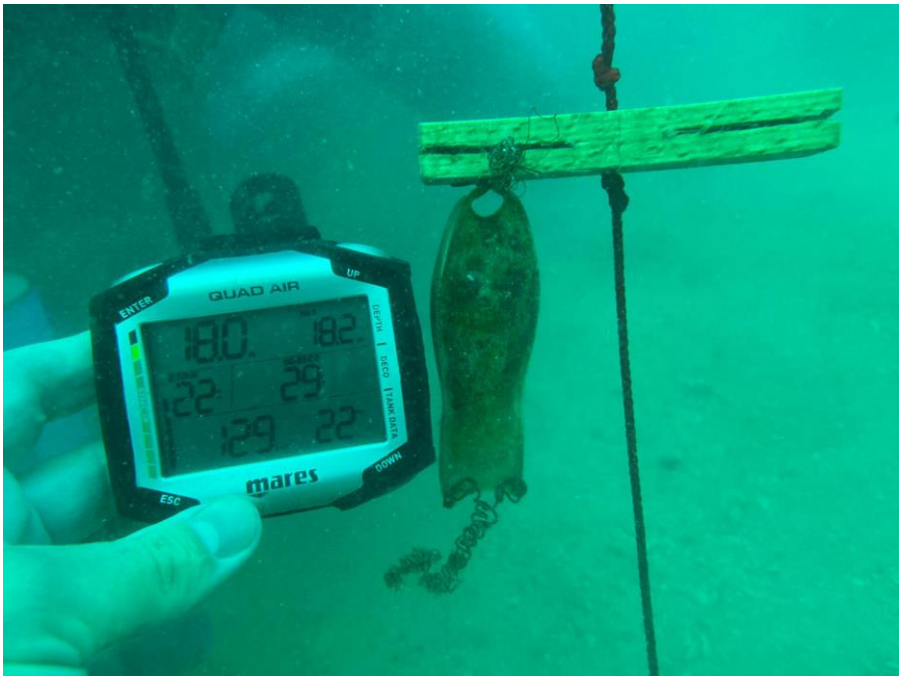


Slika 14. Prikaz postavljanja jaja na uređaj za inkubaciju, Crveni Otok, Rovinj

(Izvor: vlastita slika)

Razvoj i vitalnost embrija te temperatura i obraštaj praćeni su jednom tjedno ronjenjem. Tijekom ronjenja podatci su uzimani pomoću ronilačkog kompjutera te slikanjem svakog embrija pojedinačno (Slika 15.). Na Crvenom otoku kod sakupljanja podataka pružena je pomoć Ronilačke baze Rovinj.

Kao i u recirkulacijskom sustavu, i tijekom ove faze pokusa bilježene su pogreške i problemi koji su se pojavili.

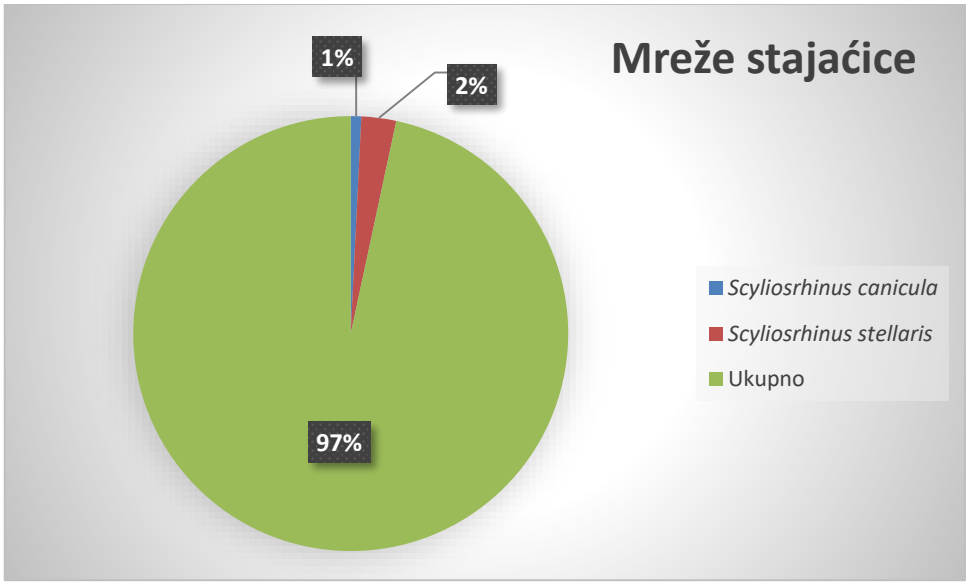


Slika 15. Slikanje embrija ronilačkim kompjuterom kako bi se provjerili uvjeti za razvoj (Izvor: vlastita slika)

4. Rezultati

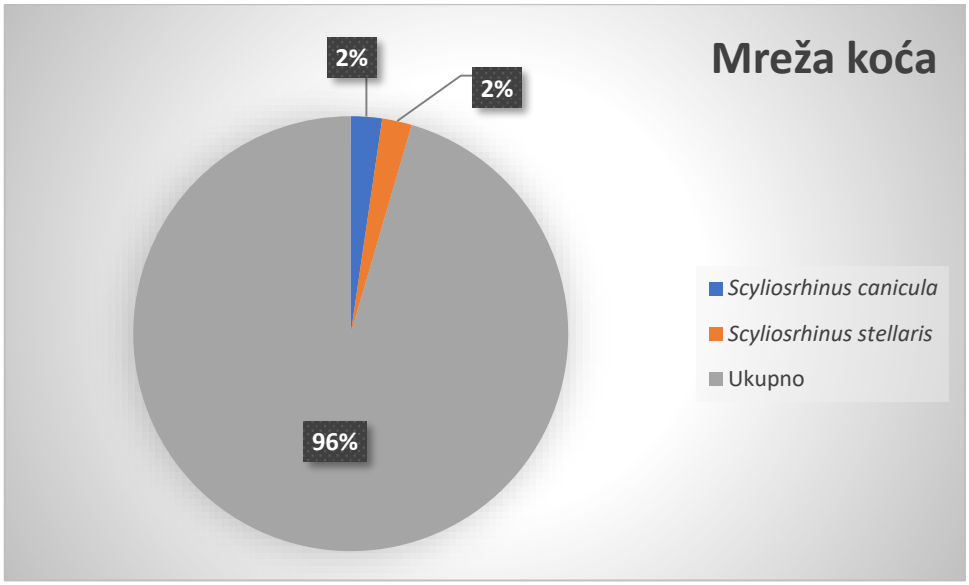
4.1. Kvantitativna zastupljenost vrsta iz porodice Scyliorhinidae u prilovu ribara

U 51 ribolovnoj operaciji obavljenoj mrežama stajaćicama ulovljeno je ukupno devet jedinki mačke blijedice, *S. canicula*, i sedam jedinki mačke mrkulje, *S. Stellaris.* Na grafu 1. je prikazan maseni udio u ukuplnom ulovu. Mačka mrkulja bila je zastupljena s 2%, dok je mačka blijedica zastupljena s 1%.



Graf. 1. Masena zastupljenost morske mačke u ukupnom ulovu stajaćica na području Istre i Dalmacije u razdoblju studeni 2020. – rujan 2021.

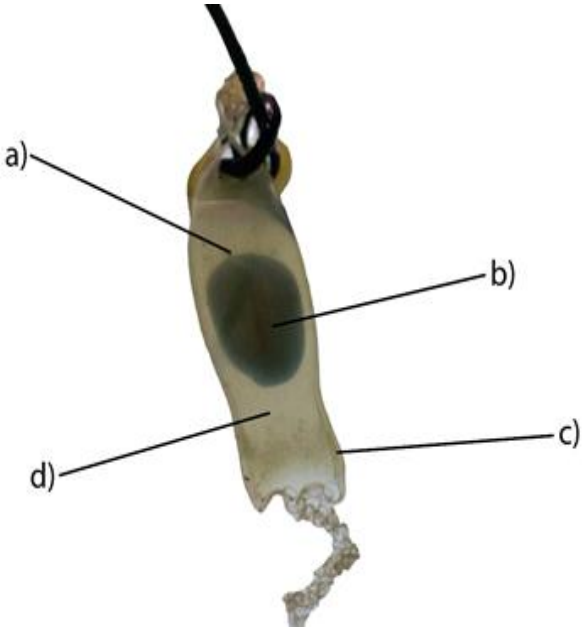
Tijekom osam koćarskih operacija ulovljeno je 75 jedinki morke mačke, od čega 45 blijedice i 30 mrkulje. Obje vrste su maseno bile jednako zastupljene u ukupnom ulovu s 2% (Graf 2).



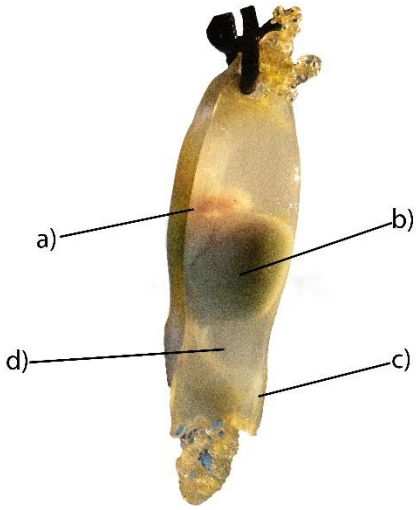
Graf. 2. Masena zastupljenost morske mačke u ukupnom ulovu povlačne mreže koće na području Istre i Dalmacije u razdoblju studeni 2020. – rujan 2021.

4.2. Faze embrionalnog razvoja

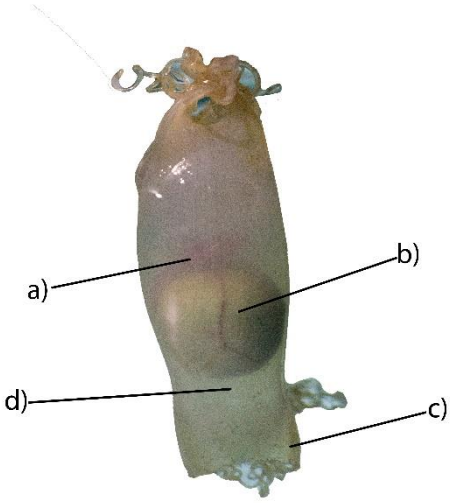
Od ukupno 20 jajčanih vrećica s embrijima koje su prikupljene od ribara, većina ih je bila u ranijim faza (od prve do četvrte), a svega dva u šestoj fazi na početku inkubacije u oba pokusa u recirkulacijskom sustavu. Uspješnom inkubacijom, uspjeli smo dobiti sve faze i snimiti fotografije. Fotografije s objašnjenjima razvojnih faza, odnosno prikazanim dijelovima tijela važnim za determinaciju svake pojedinačne faze prikazane su slikama od 16 do 22.



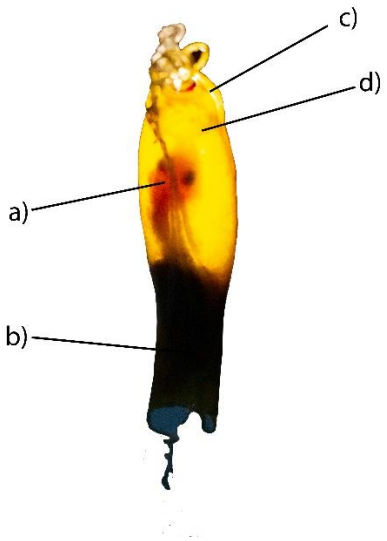
Slika 16. Prikaz jajčane torbice u prvoj fazi razvoja embrija: a) Blastocita na vrhu žumanjčane vrećice, b) Elipsoidna žumanjčana vrećica, c) Zatvoreni otvori za ulaz morske vode, d) Embrionalni žele prisutan u cijeloj unutrašnjosti torbice
(Izvor: vlastita slika)



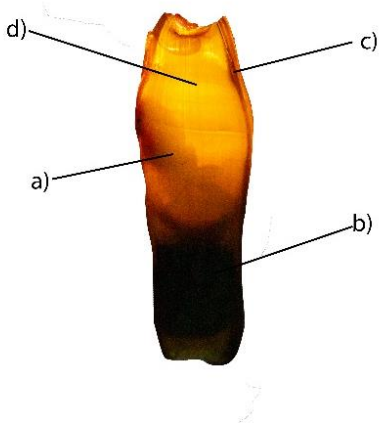
Slika 17. Prikaz jajčane torbice u drugoj fazi razvoja embrija: a) Embrio povezan s žumanjčanom vrećicom, b) Elipsoidna žumanjčana vrećica s vidljivim krvnim žilama c) Zatvoreni otvori za ulaz morske vode, d) Embrionalni žele
(Izvor: vlastita slika)



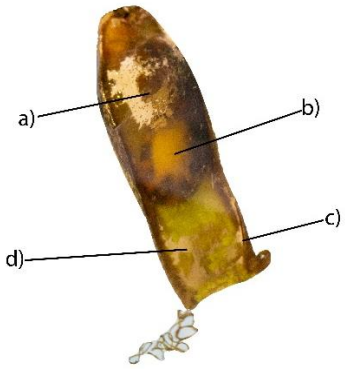
Slika 18. Prikaz jajčane vrećice u trećoj fazi razvoja embrija: a) Embrio s dugim repnim dijelom, b)Elipsoidna žumanjčana vrećica s vidljivim krvnim žilama, c) Zatvoreni otvori za ulaz morske vode, d) Embrionalni žele
(Izvor: vlastita slika)



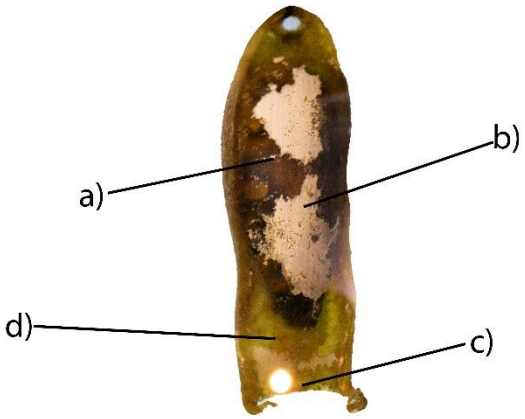
Slika 19. Prikaz jajčane torbice u četvrtoj fazi razvoja: a) Ružičasti embrio s vidljivim vanjskim škrznim filamentima i očima koje se počinju razvijati, b) Žumanjčana vrećica koja se zbog apsorpcije spustila i smanjila, c) Otvoreni otvori za ulaz morske vode, d) Embrionalni žele koji se smanjuje zbog kretanja embrija unutar torbice
(Izvor: vlastita slika)



Slika 20. Prikaz jajčane torbice u petoj fazi razvoja embrija: a) Embrio koji već izgledom nalikuje odrasloj jedinki, b) Žumanjčana vrećica kojoj se volumen jos više smanjuje, c) Otvoreni otvori za ulazak morske vode, d) Ostatak embrionalnog želea
(Izvor: vlastita slika)



Slika 21. Prikaz jajčane torbice u šestoj fazi razvoja: a) Savijen embrio koji sve više priliči odrasloj jedinki, vidljivog razvoja plakoidnih ljusaka i boje odrasle jedinke, b) Veoma mala žumanjčana vrećica koja jos uvijek hrani embrio, c) Otvoreni otvori za ulaz morske vode, d)Embrionalni žele gotovo pa nije prisutan
(Izvor: vlastita slika)



Slika 22. Prikaz jajčane torbice u sedmoj fazi razvoja embrija: a) Embrio koji potpuno liči na odraslu jedinku, s glavom okrenut prema dolje, savijen zbog premalog prostora u torbici, b) žumanjčana vrećica vise nije prisutna u torbici već je apsorbirana u embriju, c) Spljošten kraj torbice gdje ce doći do izlaska embrija odnosno izlijeganja, d) Embrionalni žele nije prisutan već je torbica ispunjena morskom vodom

(Izvor: vlastita slika)

4.3. Razvoj i preživljavanje embrija tijekom inkubacije u recirkulacijskom sustavu

U prvoj fazi pokusa u recirkulacijskom sustavu, embriji držani u akvariju bez rashladnog uređaja razvijali su se normalno. Nakon postepenog povećanja temperature, odnosno kod temperature 24°C u manjem akvariju, embriji su se počeli ubrzano razvijati i potom ugibati. Smrtnost u manjem akvariju nakon što su se otvorili otvori za ulaz morske vode i kod povećanja temperature od 24 pa do 26°C bila je 100% (Slika 23.). U isto vrijeme u većem akvariju voda je tek dostigla 24°C te su svi preostali embriji (pet jedinki) prebačeni na uređaj za inkubaciju i smješteni u uvalu Valsaline na dubinu od 9m.



Slika 23. Prikaz mrtvog jajeta s embrijem *S. canicula*
(Izvor: vlastita slika)

U drugom dijelu pokusa u recirkulacijskom sustavu, u razdoblju srpanj-kolovoz, korišten je rashladni uređaj kako bi temperatura vode bila održavana konstantno na 17,5˚C. Salinitet u recirkulacijskim uvjetima varirao je od 34,6-37,9 ppt, ali na embrijima pri tim varijacijama nisu utvrđene promjene u razvoju. Nakon mjesec dana, s obzirom da su svi embriji preživjeli, samo dva embrija *S. canicula* ostavljena su u akvarijskim uvjetima, dok su ostali, s obzirom da je preživljavanje bilo 100%, postavljeni na uređaje za inkubaciju u uvalu Valsaline i Crveni otok. Nakon prolaska svih faza embrionalnog razvoja, početkom rujna ova dva embrija su se izlegla (izašla iz jajčane vrećice) (Slika 24.). Nakon izlijeganja je započelo hranjenje te je kada ojačaju planirano njihovo puštanje u more.



Slika 24. Novo izliježene mlade morske mačke *S. canicula* u akvarijskim uvjetima (Izvor: vlastita slika)

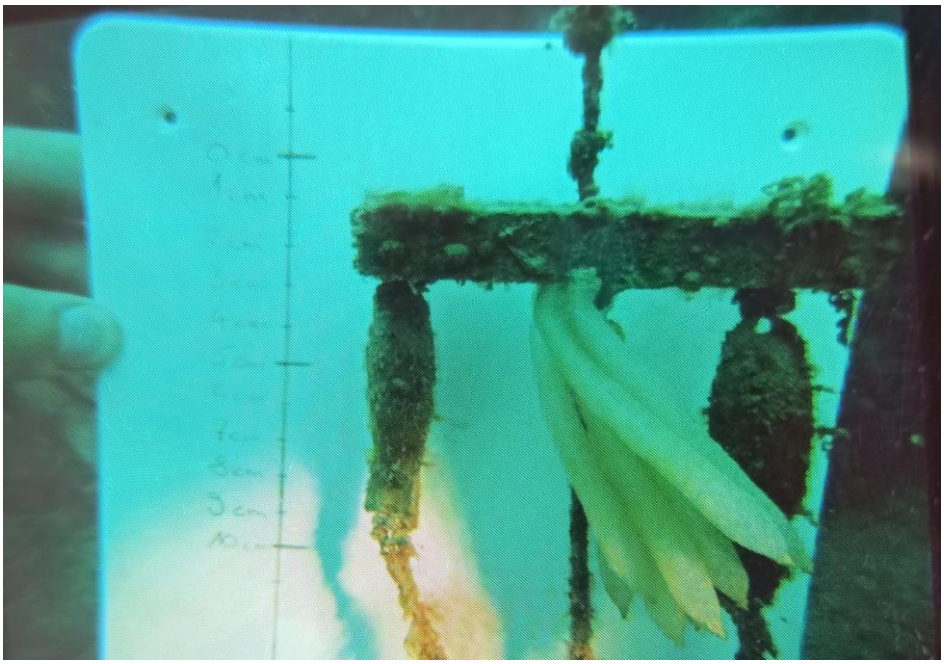
4.4. Ocjena efikasnosti uređaja, razvoja i preživljavanja embrija u ambijentalnom moru

Embriji koji su tijekom drugog pokusa u recirkulaciji bili prebačeni u uvalu Valsaline na dubinu od 13m su uginuli kada je došlo do naglog povećanja temperature na 24˚C. Isto se dogodilo i s embrijima iz prve faze pokusa u recirkulaciji, koji su bili postavljeni u ovoj uvali na dubini od 9m. Embriji na dubini 25 m, temperatura je bila relativno konstantna s laganim varijacijama od 18 do 22°C te su se embriji normalno razvijali.

Razvoj embrija prebačenih na Crveni otok kraj Rovinja prva dva tjedna je bio kontinuiran i normalan. Kasnije je, kao i uvali Valsaline na 9m i 13m, došlo do uginuća na 13m dubine kada je temperatura dostigla 24°C. Na 17m i 18m dubine, pri prilično konstantnom rasponu temperatura embriji su se normalno razvijali do kraja pokusa.

Svi embriji *S. Canicula* do kraja pokusa ostali su pričvršćeni za uređaj, koji je time pokazao efikasnost za ovu vrstu. Jajčane vrećice *S. stellaris,* iako samo dvije, odvojile su se od uređaja te su uzorci izgubljeni.

Pregledom jajčanih vrećica, odnosno embrija, tijekom pokusa u moru na uređaju su pronađena jaja od *Loligo vulgaris* odnosno obične lignje (Slika 25.). Također je utvrđen razvitak obraštaja na samim vrećicama, ali su se embriji normalno razvijali.



Slika 25. Prikaz uređaja za inkubaciju s jajima *Loligo vulgaris*
(Izvor: vlastita slika)

4.5. Detektirani problemi i pogreške tijekom istraživanja

1. Tokom istraživanja došlo je do nekoliko nepredviđenih grešaka i situacija. Tokom prvog postavljanja embrija s uređajem, kada su jaja stavljena na 9 metara dubine u uvalu Valsaline, u određenom razdoblju došlo je do naglog povećanja temperature vode na 24˚C te potom do uginuća embrija. Kako bi se to spriječilo, poduzete su korektivne mjere te su jajčane vrećice u kasnijem dijelu istraživanja stavljena su u dublje dijelove mora.
2. Uređaji za inkubaciju s manjim dimenzijama cementnih blokova nisu toliko stabilni kao oni s većim blokovima, međutim uređaji s manjim blokovima sporije tonu pa su se pokazali povoljniji za korištenje i pružaju bolju mogućnost adaptacije jaja na pritisak vode.

3. Ribarske bove koje su korištene kao plutajući dio uređaja u dubljim dijelovima mora smežurale su se zbog pritiska vode, međutim nije došlo do gubljenja funkcije istih (Slika 26.).



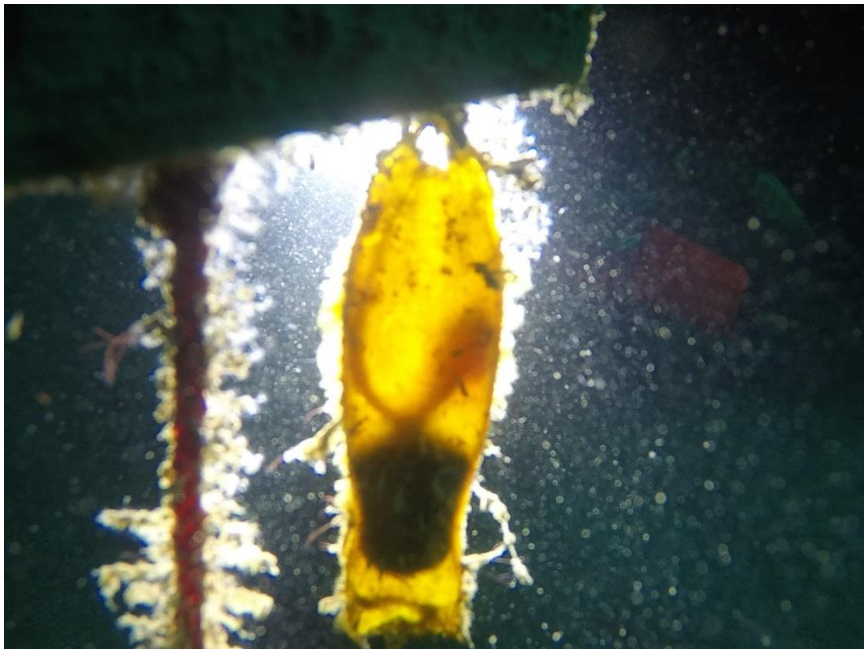
Slika 26. Smežurana bova na uređaju za inkubaciju
(Izvor: vlastita slika)

4. Kod rukovanja s jajčanim vrećicama kasnijih stadija razvoja (od 4 do 7 faze razvoja) došlo je do nakupljanja mjehurića zraka u jajčanoj torbici tokom izlaganja zraku (Slika 27.). Problem je riješen na način da se fizički laganim pritiskom prsta na jajčanu torbicu zrak istisnuo i vrećice su prestale plutati te su se embriji dalje normalno razvijali



Slika 27. Prikaz embrija *S. canicula* koji plutaju zbog ulaska zraka u torbicu
(Izvor: vlastita slika)

5. Prikupljanje podataka na Crvenom otoku i pomoć vršila se s ljudima iz ronilačke baze Rovinj. Slikanje jaja metodom osvjetljavanja nije bilo od značajnog uspjeha zbog neiskustva i neznanja ronioca (Slika 28.)



Slika 28. Prikaz osvjetljene jajčane torbice s embrijem, Crveni otok, Rovinj
(Izvor: vlastita slika)

5. Rasprava

Rezultati analize ribarskog ulova 51 ribolovne operacije mrežama stajaćicama pokazali su da je u prilovu na području Istre i Dalmacije maseno zastupljenija mačka mrkulja (2%), dok je mačka blijedica zastupljena s 1%. Ova je vrsta u razdoblju svibanj - rujan 2018 također bila zastupljenija u ulovu poponica u Medulinskom zaljevu 2018. godine (Iveša i sur., 2020.). Za razliku od masenog udjela, u ovom istraživanju je brojčano bila zastupljenija blijedica, pri čemu je u mrežama stajaćicama ulovljeno 9 jedinki, a mrkulje 7. Slično pokazuju i rezultati Iveša i sur. (2021.) za lovine mreže poponice na području Istre, gdje je mačka blijedica bila zastupljena s 1,49% a mačka mrkulja s 0,99%. Rezultati analize lovina povlačne mreže koće pokazali su podjednaku masenu zastupljenost u ovom istraživanju, jer su obje vrste maseno bile zastupljene s 2%, iako je brojčano ponovno bila zastupljenija blijedica, i to s 45 primjeraka u odnosu na 30 ulovljenih primjeraka mrkulje.

U pokusima obavljenim u svrhu praćenja razvoja i preživljavanja korišteno 20 jajčanih vrećica s embrijima morske mačke. Od toga su bila svega tri embrija mačke mrkulje i 17 mačke blijedice. Pokusi obavljeni s devet jedinki u recirkulacijskom sustavu bez kontrole temperature (prva faza istraživanja u zatvorenom recirkulacijskom sustavu) pokazali su da se obje vrste uspješno razvijaju do temperature od 24˚C. Kada je ova temperatura postignuta za vrijeme pokusa u manjem akvariju, sve prisutne jedinke su uginule. U drugom akvariju, vjerojatno zbog većeg volumena, ova temperatura je postignuta tek nakon nekoliko dana te smo, poučeni prethodnim iskustvom, pokušali spasiti jedinke prebacivanjem na uređaj za inkubaciju u ambijentalnim uvjetima. Jedinke su prebačene u uvalu Valsaline, na 9m dubine. Tu se razvijale normalno, dok ponovno nije postignuta temperatura od 24˚C, kada su nastupila uginuća. Zbog navedenih razloga, u drugoj fazi pokusa u recirkulacijskom sustavu jedinke su konstantno držane na temperaturi od 17,5 ˚C, što se pokazalo uspješnim te je preživljavanje bilo 100%. Isto je potvrđeno i u ambijentalnim uvjetima, pri testiranju uređaja za inkubaciju, gdje su jedinke na manjim dubinama (13 m) kada je postignuta temperatura od 24 ˚C također uginule. Za razliku od ovoga, jedinke na većim dubinama (17m, 18m i 25m) preživjele su i razvijale se normalno sve do kraja pokusa u ambijentalnim uvjetima.

U literaturi nema podataka o praćenju embrionalnog razvoja obje vrste istraživane mačke u ambijentalnim uvjetima. Određeni broj pokusa proveden je u laboratorijskim, odnosno akvarijskim uvjetima te je rezultate ovog istraživanja moguće usporediti jedino s takvim pokusima. Pri tome su različiti autori koristili su različit raspon temperatura. Capapé i sur. (2006.) uspješno su proveli pokus i i navede da su uspješno izvaljivanje postigli pri rasponu temperature od 15-22,5 °C i salinitetu 28-33 psu. Musa i sur. (2018.) su postigli uspješan razvoj i valjenje *S. canicula* 16°C s vodom zasićenom kisikom > 95 %. Musa (2019.) bilježi uspješan uzgoj embrija na 20°C te smatra da se na ovoj temperaturi ubrzava razvoj embrija i konzumacija žumanjčane vrećice, ali se samim time smanjuje postotak preživljavanja embrija i veličina odnosno vitalnost mladunčadi. Isti autor ustvrdio je da količina zasićenosti kisikom nije imala utjecaj na rast i razvoj embrija na 20°C te također kako embriji *S. canicula* imaju veću toleranciju na hipoksičnu sredinu. Iako veća temperatura ubrzava rast i razvoj embrija ona je u korelaciji sa većom smrtnosti embrija prema ovom autoru. Kombinacija hipoksične sredine s visokim temperaturama izaziva veliku smrtnost embrija, ali temperatura od 20°C nije dovoljno visoka da bi bila izvan optimalnih granica za ovu vrstu (Musa, 2019.). U ovom istraživanju, pri povećanju temperature, embriji su se brže razvijali, ali očigledno da i u ambijentalnim uvjetima i u akvarijskim uvjetima ne preživljaju temperaturu od 24°C.

Morske mačke liježu jaja u intertidalnoj zoni u kojoj su prisutne razne fluktuacije temperature i saliniteta (Musa i sur., 2018.). Dubina na kojoj morske mačke polažu jajčane vrećice s embrijem razlikuje se od vrste do vrste. Mačke mrkulje polažu jaja do 90 metara dubine, obično od 35 do 50 metara (De Sabata i sur., 2013.). I u našem istraživanju u ambijentalnim uvjetima se pokazalo 100%-tno preživljavanje na većim dubinama, što bi se ponovno moglo povezati s temperaturom, dovoljnom količinom kisika, adekvatnim strujanjem vode te adekvatnom količinom svjetla. Capapé i sur. (2006.) navode osvjetljenje kao jedan od elemenata važnih za preživljavanje embrija, pri čemu su koristili svijetlo s fluorescentnim cijevima jačine 36W. U ovom istraživanju u recirkulacijskim sustavima korišteno je ambijentalno svjetlo, koje je bilo slabije s obzirom na mali broj prozora. S obzirom na dubine na kojima mačke polažu jajčane vrećice (De Sabata i sur., 2013.), može se pretpostaviti da svjetlo ne smije biti prejako.

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da je za mačku blijedicu uređaj za inkubaciju jaja u potpunosti efikasan, međutim kod mačke mrkulje, iako se radilo o svega tri uzorka, došlo je do gubitka sva tri embrija. Vrećice ove vrste su većih dimenzija te su njihove vitice deblje i manje elastične što je mogući razlog za odvajanje embrija od uređaja i gubitak istih. Iz navedenih razloga, čini se da bi uređaj trebalo izmijeniti za mačku mrkulju na način da čvršće drži jajčane vrećice mrkulje.

Uz dokazanu potpunu efikasnost za inkubaciju mačke bijelice, iako se uređaj sastoji od neekoloških materijala, on je siguran za okoliš jer dolazi do pojave obraštaja algama i drugih organizama na uređaju. Kroz određeni period, zbog rasta algi i drugih organizama na uređaju, on potone i s vremenom tvori koraljni greben pa samim time i pozitivno utječe na druge organizme u moru. Iako kao što je navedeno, uređaj ima i pozitivan učinak na druge organizme, potrebno je duže vrijeme da bi došlo do razgradnje pa je u budućnosti uz razvitak suradnje s ribarima u svrhu zaštite populacije morske mačke, u planu i dizajniranje uređaja koji se sastoji od više ekoloških materijala kako bi utjecaj na okoliš bio još bolji.

6. Zaključak

Kroz ovo istraživanje dokazano je da su embriji osjetljivi na visoke temperature mora. Iako dolazi do bržeg rasta zbog ubrzanja metabolizma, pri stalnoj izloženosti visokim temperaturama, embriji ugibaju. Uređaj za inkubaciju je efikasan, ali na većim dubinama te za vrstu *S. canicula*.

Što je embrij u ranijoj fazi razvoja, pokazalo se da je manje osjetljiv na utjecaje okoline pa je samim time i najpovoljniji za stavljanje na uređaj. Korištenjem ovog uređaja može se povećati brojnost populacije morskih mačaka.

Prototip uređaja za inkubaciju potrebno je doraditi kako bi on bio još više ekološki prihvatljiv te da bi se razgradnja istog još više ubrzala.

Kod držanja embrija u akvarijskim uvjetima potrebno je održavati temperaturu vode do maksimalno 20°C kako bi razvitak embrija bio pravilan i konstantan.

7. Literatura

1. Ballard, W. W., Mellinger, J., Lechenault, H. (1993.). A series of normal stages fordevelopment of *Scyliorhinus canicula*, the lesser spotted dogfish (Chondrichthyes: Scyliorhinidae). Journal of Experimental Zoology, https://doi.org/10.1002/jez.1402670309

2. Batista, M. I., Teixeira, C. M., Cabral, H. N. (2009). Catches of target species and bycatches of an artisanal fishery: the case study of a trammel net fishery in the Portuguese coast. Fisheries Research, 100(2): 167–177.

3. Bleckmann, H., Hofmann H. (1999.). Sharks, Skates, and Rays. Baltimore.

4. Cabello, C., Velasco F., Olaso I. (1998.). Reproductive biology of lesser spotted dogfish *Scyliorhinus canicula* (L., 1758) in the Cantabrian Sea. Scientia Marina 62(3):187-191.

5. Capapé C., Vergne Y., Vianet R., Guelorget O., Quignard J.P. (2006.). Biological observations on the nursehound, *Scyliorhinus stellaris* (Linnaeus, 1758) (Chondrichthyes: Scyliorhinidae) in captivity. Acta Adriatica : International Journal of Marine Sciences, 47: 29-36.

6. Compagno, L. (1988.). Sharks of the Order Carcharhiniformes. Princeton.

7. Compagno, L. (1999.) Systematics and Body Form. In: W Hamlett, ed. Sharks, Skates, and Rays. Baltimore. str. 1-19

8. Compagno, LJ. (1984.). FAO Species Catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. II. Carcharhiniformes. Rome, Italy.

9. Cox, D. L., Koob, T. J. (1993.). Predation on elasmobranch eggs. In: The reproductionand development of sharks, skates, rays and ratfishes. U.S.

10. Cox, D. L., Mecham, R. P., Koob, T. J. (1987.). Site specific variation in amino acidcomposition of the skate egg capsule *Raja erinucea*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 107(1): 71-74.

11. Ebert, D. A. (2005.). Reproductive biology of skates, Bathyraja (Ishiyama), along theeastern Bering Sea continental slope. Journal of fish biology. https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2005.00628.x.

12. Ebert, D. A., Davis, C. D. (2007.). Descriptions of skate egg cases (Chondrichthyes:Rajiformes: Rajoidei) from the eastern North Pacific. Zootaxa 1393 :1-18.
13. Ebert, D., Compagno L., Cowley, P. (2006.). Reproductive biology of catsharks (Chondrichthyes: Scyliorhinidae) off the west coast of southern Africa. South Africa.
14. FAO. (2010), The state of world fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 197 pp.
15. FAO. (2019), Monitoring the incidental catch of vulnerable species in Mediterranean and Black Sea fisheries: Methodology for data collection - FAO Fisheries and Aquaculture Technical paper No. 640, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 81 pp.
16. Froese, R., Pauly D. (2004.) "FishBase" (On-line). FishBase World Wide Web electronic publication. Pristupljeno 20. travanj, 2021. http://www.fishbase.org/.
17. GFCM. (2014), Report of the Workshop on elasmobranch conservation in the Mediterranean and Black Sea. Scientific Advisory Committee of the General Fisheries Commission for the Mediterranean, Sète, France, 26 pp.
18. Gravino, F., Dimech, M., Schembri, P. (2010.). Feeding Habits of the small-spotted catshark *Scyliorhinus canicula* (L., 1758) in the central Mediterranean. Malta.
19. Hamlett W.C., Eulitt A. M., Jarrell R.L., Kelly M.A. (1993.) Uterogestation and placentation in elasmobranchs. France.
20. Harahush, Blake & Fischer, A. & Collin, Shaun. (2007.). Captive breeding and embryonic development of Chiloscyllium punctatum Muller & Henle, 1838 (Elasmobranchii : Hemiscyllidae). Australia.
21. Heithaus, M. (2004.). Predator-Prey Interactions. Pp. 487-522 in J Carrier, J Musick, M Heithaus, eds. Biology of Sharks and Their Relatives. Boca Raton.
22. Helfman, S. G., Collette, B. B., Facey E. D., Bowen W. B. (2009). The Diversity of Fishes; Biology, Evolution and Ecology. Drugo izdanje. Oxford: Wiley- Blackwell. 736 str.
23. Helfman, G., Collete B. Facey D. (1997.). The Diversity of Fishes. Malden, Blackwell.
24. Ishiyama, R. (1958). Observations on the egg-capsules of skates of the family Rajidae, found in Japan and its adjacent waters. Japan.

25. Iveša, N., Buršić, M., Gelli, M., Barić, O., Filipas, R., Castellicchio, A.,Gavrilović, A. (2021). Implications of small scale fisheries in Istraian waters on cartilaginous species. 1st - 5th September, Athens, Greece. Proceedings (in press).
26. Iveša,N., Špelić I., Gelli M., Castellicchio A., Piria M., Gavrilović A. (2020). Fish catch analysis of the „poponica“ net in Bay of Medulin. 55th Croatian and 15th International Symposium of Agriculture, 16. – 21. February 2020., Vodice, Croatia. Proceedings, 328 – 333.
27. Koehler, L., Smith, L., Nowell, G. (2018.). Recovered and released – A novel approach to oviparus shark conservation. Malta.
28. Koob TJ, Straus JW. (1998.) On the role of egg jelly in Raja erinacea egg capsule. U.S.
29. Last, P. R., & Stevens, J. D. (1994). Longtail carpet sharks. Sharks and rays of Australia. Australia.
30. Last, P., Stevens J. (1994.). Sharks and Rays of Australia. Australia
31. Last, P., Stevens J. (1998.). Sharks, Rays, and Chimaeras. Pp. 60-69 in J Paxton,
32. W. Eschmeyer, eds. Encyclopedia of Fishes – second edition. San Diego.
Luis, P. (2014.). Variability in Life History and Population Structure in a Model Shark Species, Scykiorhinus canicula (Linnaeus 1758). Bristol.
33. Mnasr, N., Olfa, E., Boumaiza, M., Reynaud, C. (2012.). Food and feeding habits of the small-spotted catshark, Scyliorhinus canicula (Chondrichthyes : Scyliorhinidae) from the northern coast of Tunisia (central Mediterranean). Tunisia.
34. Moyle, P., Cech J. (2004.). Fishes: An introduction to ichthyology – fifth edition. Upper Saddle River.
35. Musa M. (2019.). The effect of climate change on developement, growth and metabolism of embryonic elasmobranch, Scyliorhinus sp. Manchester.
36. Musa, S. M., Czachur, M. V., & Shiels, H. A. (2018). Oviparous elasmobranch development inside the egg case in 7 key stages. Manchester.
37. Musick, J., Harbin M., Compagno L. (2004.). Historical Zoogeography of the Selachii. Pp. 33-78 in J Carrier, J Musick, M Heithaus, eds. Biology of Sharks and Their Relatives. Boca Raton.
38. Orton, J. H. (1926). A breeding ground of the nursehound (Scyliorhinus stellaris) in the Fal Estuary. Plymouth, England.

39. Pimentel MS, Faleiro F, Dionísio G, Repolho T, Pousão-Ferreira P, Machado J, Rosa R. (2014.). Defective skeletogenesis and oversized otoliths in fish early stages in a changing ocean. J Exp Biol 217 (12): 2062–2070.
40. Reichert, N. (2020.). Habitat Associations of Catshark Egg Cases (Chondrichthyes: Carcharhiniformes: Pentanchidae). Master's tesis. California State Univ California State University.
41. Restović, I. (2015.). Imunohistokemijske i ultrastrukturne značajke svitka morske mačke Scyliorhinus canicula L. Doktorska disertacija. Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet.
42. Rodda K. R. (2000.). Development in the Port Jackson shark embryo. Thesis (Ph.D.). University of Adelaide Australia.
43. Rodda, K. R., Seymour, R. S. (2008.). Functional morphology of embryonic development in the Port Jackson shark Heterodontus portusjacksoni (Meyer). Journal of Fish Biology 72(4):961-984.
44. Sabata, E., Clò S. (2013.). Some breeding sites of the nursehound (Scyliorhinus stellaris) (Chondrichthyes, Scyliorhinidae) in Italian waters as reported by divers. Stellaris project. Genova.
45. Stergiou K.I., Moutopoulos D.K., Soriguer M.C., Puente E., Lino P.G., Zabala C., Monteiro P., Errazkin L.A., Erzini K. (2006), Trammel net catch species composition, catch rates and métiers in southern European waters: a multivariate approach. Fisheries Research, 79, 170–182.
46. Šantić, M., Rađa B., Pallaro A. (2012.). Feeding habits of small-spotted catshark (Scyliorhinus canicula Linnaeus, 1758) from the eastern central Adriatic Sea. Marine Biology Research 8(10):1003-1011.
47. Treloar, M. A., Laurenson, L.J. B., Stevens, J. D. (2006.). Descriptions of rajid egg cases from southeastern Australian waters. Zootaxa 1231(1231):53-68.
48. Wourms, J., Demski L. (1993.) The reproduction and development of sharks, skates, rays, and ratfishes: introduction, history, overview, and future prospects. In L Demski, J. Wourms, eds. The Reproduction and Development of Sharks, Skates, Rays, and Ratfishes. Dordrecht, The Netherlands. str. 1-19

Životopis

August Bence rođen je 29.8.1997. u Čakovcu. Pohađao je srednju veterinarsku školu „Arboretum Opeka“ Marčan nakon koje upisuje Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu smjer Animalne znanosti. Od malena se aktivno bavi sportom te je trenirao gimnastiku sedam godina tijekom osnovnoškolskog obrazovanja. Također, bavio se tri godine i veslanjem. Unazad devet godina bavi se dresurnim jahanjem i aktivan je natjecatelj Hrvatskog konjičkog saveza sa osvojenim mnogobrojnim nagradama.

U sklopu srednjoškolskog obrazovanja bio je na državnom natjecanju ˝Veterinarski tehničar˝. Po završetku srednje škole boravio je dva mjeseca u Njemačkoj, gdje je radeći u štali koja se bavi uzgojem i treningom preponskih konja stekao brojna iskustva, posebice u radu s mladim konjima.

Kao student sudjelovao je u aktivnostima korespodencije na 69. međunarodnom Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP) u Dubrovniku 2018. godine.

Pri završetku studija radio je u Morskoj školi u Puli, gdje je stekao mnoga znanja o morskoj biologiji te je također u sklopu istraživanja položio ronilački ispit te dobio licencu.

Aktivno govori engleski jezik (B2) u razumijevanju, govoru i pismu.

Poznaje rad na računalu (MS Office).