Prisutnost termofilnih vrsta riba u Medulinskom zaljevu

Iveša, Neven

Doctoral thesis / Disertacija

2022

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:204:429004

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb



Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

Sveučilište u Zagrebu

Neven Iveša

PRISUTNOST TERMOFILNIH VRSTA RIBA U MEDULINSKOM ZALJEVU

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2022.



Sveučilište u Zagrebu

FACULTY OF AGRICULTURE

University of Zagreb

Neven Iveša

INCIDENCE OF THERMOPHILIC FISH SPECIES IN THE BAY OF MEDULIN

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2022.



Sveučilište u Zagrebu

AGRONOMSKI FAKULTET

Sveučilište u Zagrebu

Neven Iveša

PRISUTNOST TERMOFILNIH VRSTA RIBA U MEDULINSKOM ZALJEVU

DOKTORSKI RAD

Mentori: prof. dr. sc. Marina Piria

izv. prof. dr. sc. Ana Gavrilović

Zagreb, 2022.

Sveučilište u Zagrebu

FACULTY OF AGRICULTURE

Univerity of Zagreb

Neven Iveša

INCIDENCE OF THERMOPHILIC FISH SPECIES IN THE BAY OF MEDULIN

DOCTORAL DISSERTATION

Supervisors: Marina Piria, PhD, Full professor

Ana Gavrilović, PhD, Associate professor

Zagreb, 2022.

Bibliografska stranica

Bibliografski podaci:
Znanstvano područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Poljoprivreda (agronomija)
Znanstvena grana: Ribarstvo
Institucija: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za ribarstvo, pčelarstvoi, lovstvo i specijalnu zoologiju
Voditelji doktorskog rada: prof. dr. sc. Marina Piria i izv. prof. dr. sc. Ana Gavrilović
Broj stranica: 165
Broj slika: 8
Broj tablica: 45
Broj grafikona: 41
Broj literaturnih referenci: 262
Datum obrane doktorskog rada:
Sastav povjerenstva za obranu doktorskog rada:
1. Izv. prof. dr. sc. Tea Tomljanović
2. Prof. dr. sc. Tomislav Treer
3. Izv. prof. dr. sc. Jurica Jug-Dujaković

Rad je pohranjen u:
Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, Ulica Hrvatske bratske zajednice 4, p.p. 550, 10 000 Zagreb.
Knjižnici Sveučilišta u Zagrebu, Agronomskog fakulteta, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb.
Knjižnici Sveučilišta u Puli, Fakulteta prirodnih znanosti, Zagrebačka 30, 52 100 Pula.
Tema rada prihvaćena je na sjednici Fakultetskog vijeća Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 3. 10.2017. godine te odobrena na sjednici Senata Sveučilišta u Zagrebu, održanoj dana 8.12.2017. godine (KLASA: 643-03/17-12/2; URBROJ: 380-130/042-17-11).

AGRONOMSKI FAKULTET
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja**, Neven Iveša**, izjavljujem da sam samostalno izradio doktorski rad pod naslovom:

PRISUTNOST TERMOFILNIH VRSTA RIBA U MEDULINSKOM ZALJEVU

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedini autor ovog doktorskog rada
- da je doktorski rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istog nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedni
- da sam upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

Zagreb, _____ godine

_____

Potpis doktoranda

Ocjena doktorskog rada

Doktorski rad je obranjen na Sveučilištu u Zagrebu, Agronomskom fakultetu _____ godine pred povjerenstvom u sastavu:

1. Izv. prof. dr. sc. Tea Tomljanović _____
   Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

2. Prof. dr. sc. Tomislav Treer, *profesor emeritus* _____
   Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

3. Izv. prof. dr. sc. Jurica Jug-Dujaković _____
   Sustainable Aquaculture Systems Inc.

Zahvala

Iskrene zahvale i osobito poštovanje upućujem svojim mentoricama prof. dr. sc. Marini Piria i izv. prof. dr. sc. Ani Gavrilović na svom uloženom trudu, pomoći, podršci i strpljenju pri izradi ovog doktorskog rada.

Također, zahvaljujem se članovima povjerenstva izv. prof. dr. sc. Tei Tomljanović, izv. prof. dr. sc. Jurici Jug-Dujakoviću i prof. dr. sc. Tomislavu Treeru (profesoru emeritusu) na pristupačnosti i kostruktivnim prijedlozima čime su pridonijeli poboljšanju ovog rada.

Ovaj rad posvećujem svojoj tetki Snežani Tanasijević.

Informacije o mentorima

Marina Piria rođena je 22. rujna 1972. godine u Zagrebu. Na Agronomskom fakultetu u Zagrebu, 1997. godine je obranila diplomski rad, na istom fakultetu 2003. godine završava magistarski studij, te 2007. brani doktorsku disertaciju. Od 1998. godine zaposlena je na Zavodu za ribarstvo, pčelarstvo, lovstvo i spec. zoologiju pri Agronomskom fakultetu. Godine 2008. izabrana je za docenticu, 2012. za izvanrednu, a 2017. godine za redovitu profesoricu. Višegodišnja je voditeljica je modula Limnologija i Oceanologija, 2017. godine preuzima modul Ribolov, a od 2018. godine vodi i modul Ihtiologija na diplomskom studiju Ribarstvo i Lovstvo. U sklopu ERASMUS+ studentske razmjene uvela je modul na engleskom jeziku Limnology and Oceanology, a 2018. godine preuzela i modul Ichthyology. Od 2018. godine koordinira modulom Aquatic ecosystems and biodiversity na diplomskom studiju Agronomskog fakulteta Environment, agriculture and resource management (INTER-EnAgro). Utemeljila je modul Proizvodnja energije iz akvakulture i ribarstva na diplomskom studiju i Obnovljivi izvori energije i gospodarenje otpadom u poljoprivredi koji se izvodi od šk. god. 2018/19. Na preddiplomskom studiju voditeljica je modula Biodiverzitet Jadrana i kopnenih voda, a suradnica na modulima Ribarstvo i Uzgoj avertebrata. Na specijalističkom ribarskom studiju voditeljica je modula Hidrobiologija i zaštita voda u ribarstvu, Akvatični avertebrata i Slatkovodni ribolov te je na doktorskom studiju od 2018. godine voditeljica modula Metode ribarskih istraživanja u otvorenim vodama.

Aktivno sudjeluje u uređivanju znanstveno stručnog časopisa ‘Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo’ od 2003. godine. Tijekom mandata glavne urednice od 2013.-2015. godine izradila je online sistem za prijavu radova, promijenila, modernizirala dizajn časopisa i podijelila uloge associate editora (znanstvenih urednika) bivšem uredničkom odboru, proširila međunarodno uredništvo, uvrstila časopis u mnoge svjetske baze, te pokrenula inicijativu za uključenje časopisa u WoS core collection. Od 2016. obnaša ulogu znanstvene urednice za područje ihtiologije.

Od 2012. godine uključena je u međunarodnu organizaciju EIFAAC/FAO – Technical and scientific committee http://www.fao.org/fishery/rfb/eifaac/en kao aktivan član. Godine 2016. je preuzela i ulogu voditeljice EIFAAC projekta pod nazivom Management / Threat of Aquatic Invasive Species in Europe. Član je radne skupine East and South European Network for Invasive Alien Species (ESENIAS) i Danube Region Invasive Alien Species Network (DIAS) za Dunavski sliv i područje Balkanskog poluotoka.

Od 2015 do 2020. godine bila je nacionalni voditelj EU FP7 projekta, a vodila je još 2 međunarodna projekta, jedan s Kinom , a drugi s Crnom Gorom. Bila je suradnica na 5 međunarodnih i preko 20

domaćih projekata od čega je jedan u tijeku, a financiran je od strane Hrvatske Zaklade za Znanost.

Usavršavala se na slijedećim znanstvenim institucijama: Victoria University of Wellington, School of Biological Sciences, Wellington, New Zealand; Massey University Institute of Agriculture and Environment, Palmerston North, New Zealand; University of South Bohemia, Czeck Republic; University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Austria; Research Institute of Fish Culture and Hydrobiology in Vodňany, Czeck Republic; Academy of science, Czeck Republic; The National Prawn fry Production and Research center, Malaysia and Fish culture Research Institute, Malaysia.

Do sada je objavila preko 200 publikacija od čega 57 A1 radova indeksirana u WoS core collection, 50 radova indeksirana u A2 i A3 bazama, 40 stručnih studija, 50 kongresna sažetka i 22 ostala neindeksirana i stručna rada kao autor ili u koautorstvu.

Ana Gavrilović rođena je 1970. u Sarajevu, BiH. Na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Sarajevu je 1995. stekla diplomu. Za izvrstan prosjek ocjena osvojila je nagradu "Dr. Vaso Butozan". U 2000., na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, stječe diplomu doktora veterinarske medicine. Godine 2002, magistrira na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, s temom "Koncentracija kadmija, olova i cinka u kamenicama (*Ostrea edulis* L.) u Malostonskom zaljevu". Na istom fakultetu, 2011. doktorira s temom "Utjecaj planktona na morfohistokemijske i biokemijske osobine probavnog sustava kamenice *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) Malostonskog zaljeva".

U razdoblju 1995. – 2004., radila je kao granični veterinarski inspektor pri Federalnom ministarstvu poljoprivrede, BiH. Od listopada 2004. do travnja 2016. radi na Odjelu za akvakulturu Sveučilišta u Dubrovniku kao: znanstveni asistent (2004.-2006.), asistent (2006.-2011.), viši asistent (2011.), docent (od 2011). Na istom Odjelu bila je voditelj studija Marikultura te nositelj šest kolegija, od kojih je utemeljila dva. Uz spomenuto, od srpnja 2008 godine radi za Tehnologijski i poslovno-inovacijski centar za marikulturu - MARIBIC, Ston, Hrvatska, kao suradnik, vodeći Odjel za istraživanje i razvoj.

Od travnja 2016. do rujna 2018.godine radi na Odjelu za prirodne i zdravstvene studije Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli, gdje je bila koordinator te potom voditelj studija Znanost o moru. Na istom studiju bila je nostitelj četiri kolegija te uvela dva nova kolegija (Morsko ribarstvo i Sigurnost i kvaliteta proizvoda iz mora). Od rujna 2018. godine radi kao izvanredni profesor na Zavodu za

ribarstvo, pčelarstvo, lovstvo i specijalnu zoologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Nositelj je četiri kolegija (Ribolov, Nove tehnologije u akvakulturi, Tehnologija prerade akvatičnih organizama i mesa divljači i Proizvodnja biogoriva iz akvakulture i ribarstva), od kojih je dva utemeljila.

Tijekom svog radnog vijeka boravila je na stručnim usavršavanjima u Japanu, Francuskoj, Španjolskoj, Češkoj i Poljskoj, Sjedinjenim Američkim Državama. Radila je kao konzultant na nekoliko komercijalnih projekata u Hrvatskoj i inozemstvu, konzultant UNDP-a za otpremne centre za školjkaše, a povremeno radi i kao ekspert Svjetske Banke iz područja akvakulture. Bila je član nekoliko radnih skupina na nacionalnoj razini te predsjednik organizacijskog odbora European Aquaculture Conference 2017.

Sudjelovala je na više od 30 znanstvenih, razvojnih i stručnih projekata. Trenutno je voditelj dva znanstvena bilateralna projekta koje financira Ministarstvo znanosti (s Kinom i Mađarskom), voditelj dva projekta koje financira Ministarstvo poljoprivrede u okviru Programa suradnje znanstvenika i ribara, te suradnik na jednom znanstvenom (finacira HRZZ) i dva razvojna projekta.

Od 2013. član je uredništva i znanstveni urednik časopisa Croatian Journal of Fisheries. Do sada je objavila preko 130 znanstvenih i stručnih radova te kongresnih sažetaka. Nositelj je jedne registrirane međunarodne prijave industrijskog dizajna (EU, Hrvatska, Turska) i dvije nacionalne patentne prijave.

SAŽETAK

Promjene u ihtiofauni okarakterizirane su kao najznačajniji ekološki utjecaj globalnog zagrijavanja te dugoročno mogu uzrokovati kaskadne učinke u hranidbenim mrežama i posljedično dovesti do promjena u opskrbi morskim proizvodima što može negativno utjecati na gospodarski ribolov i tržište. Prodorom predatorskih termofilnih vrsta riba na sjeverni Jadran, odnosno u staništa gdje donedavno nisu bile prisutne, proširuje se spektar trofičke eksploatacije plijena. Iako je Medulinski zaljev, zbog raznolikosti staništa i produktivnosti, važno ribolovno područje na sjevernom Jadranu, oskudni literaturni podaciju ukazuju da je ribolov na tom području slabo istražen, naročito termofilne vrste koje se sve češće ondje izlovljavaju. Cilj ovog rada je ispitati sastav ulova termofilnih vrsta riba kao i ukupnog ulova ribe, utvrditi prostorno-vremensku distribuciju termofilnih vrsta, njihovu brojčanu i masenu zastupljenost u ulovu, istražiti njihove hranidbene navike te morfometrijske, merističke i biološko-ekološke značajke. Za potrebe prikupljanja uzoraka korišteni su uobičajeni ribolovni alati u gospodarskom ribolovu na moru (jednostruke mreže stajaćice i obalna potegača) tijekom trogodišnjeg perioda (od 2017. do 2019. godine). Istraživanjem je na tri postaje sakupljeno sedam termofilnih vrsta riba; gof (*Seriola dumerili*), strijelka skakuša (*Pomatomus saltatrix*), škaram (*Sphyraena sphyraena*), strijela bijelica (*Lichia amia*), strijela modrulja (*Trachinotus ovatus*), lampuga (*Coryphaena hippurus*) i plavi trkač (*Caranx crysos*) te 45 ostalih vrsta riba. Nakon brojanja i vaganja svake termofilne jedinke, sakupljeni su morfometrički i metrički podaci, izdvojeni su i izvagani jetra i gonade te je analiziran sastav probavila kako bi se odredio intenzitet prehrane, plijen i preklapanje u ishrani termofilnih vrsta. Za statističku obradu podataka korišteni su paketi PAST i CANOCO. Istraživanjem je utvrđeno da se termofilne vrste riba u Medulinskom zaljevu pojavljuju sezonski gdje se zadržavanju nekoliko mjeseci, najčešće od rujna do studenog iskorištavajući raspoložive energetske resurse na tom području. To je vidljivo po povećanju srednjih mjesečnih vrijednosti Fultonova indeksa kondicije (kod vrsta *S. dumerili* i *S. sphyraena*) i hepatosomatskog indeksa kod vrsta *S. dumerili* i *L. amia*. Hranidbeni indeksi ukazuju na preferenciju ishrane ribljim plijenom, a za razliku od ostalih termofilnih vrsta, u prehrani *S. dumerili* utvrđen je, uz pelagični i bentopelagični, još i demerzalni plijen. Analiza sastava prehrane termofilnih vrsta riba u Medulinskom zaljevu upućuje da među njima trenutno ne dolazi do preklapanja prehrambenih navika čime se dade zaključiti da je svaka termofilna vrsta zauzela svoju ekološku nišu. Rezultati ovog istraživanja doprinose boljem poznavanju promjena u ribljim morskim zajednicama i utjecaju klimatskih promjena na ribolov u Medulinskom zaljevu.

Ključne riječi: zagrijavanje mora, Medulinski zaljev, gospodarski ribolov, termofilne vrste riba, biološke značajke, prehrana

PROŠIRENI (STRUKTURIRANI) SAŽETAK NA ENGLESKOM JEZIKU

INCIDENCE OF TERMOPHILIC FISH SPECIES IN THE BAY OF MEDULIN

The expansion of the range of thermophilic fish species towards the northern parts of the Mediterranean Sea and their impact on new habitats is a direct consequence of climate change. Changes in ichthyofauna are characterized as the most significant ecological impact of global warming. In the long run they may cause cascading effects in food webs, which can consequently lead to changes in the supply of seafood and negatively affect commercial fishing and the overall market. The ingression of predatory thermophilic fish species in habitats where they were not present until recently (such as in the northern Adriatic), expands the spectrum of their trophic exploitation. Although, due to its diversity of habitats and productivity, the Bay of Medulin is an important fishing area in the northern Adriatic, scarce literature data suggests that fishing in this area is poorly researched, especially thermophilic species that are more common in the last decades. The aim of this research is to examine the composition of catches of thermophilic fish species as well as the total fish catch, to determine the spatial and temporal distribution of thermophilic species, their numerical and mass representation in the catch, to investigate their feeding habits, and morphometric, meristic, and biological-ecological characteristics. Regular commercial fishing tools were used (gillnets and coastal purse seine) to collect thermophilic species during a three-year survey (from 2017 to 2019). In the research, seven thermophilic fish species at three stations have been collected: Greater Amberjack (*Seriola dumerili*), Bluefish (*Pomatomus saltatrix*), the Mediterranean Barracuda (*Sphyraena sphyraena*), the Leerfish (*Lichia amia*), the Pompano (*Trachinotus ovatus*), Dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) and the Blue Runner (*Caranx crysos*). After counting and weighing each individual thermophilic species, morphometric and metric data was collected. Afterwards, liver and gonads were isolated and weighed. Gastrointestinal content was analyzed to determine feeding intensity, prey, and dietary overlap of thermophilic species. Assessment of the fish diet was based on the frequency of occurrence (F%), numerical frequency (N%), and mass frequency (W%) of the different diet

components. The analysis of changes in feeding habits was performed using the fulness index (FI%) and vacuity coefficient (VI%). The index of absolute (IAIα) and relative importance IRI was calculated for each prey category to calculate the diet overlap. PAST and CANOCO packages were used for statistical data processing. The research has revealed that thermophilic fish species in the Bay of Medulin appear seasonally and remain in the area for several months, mostly from September to November, foraging on available energy resources. This is evident by the increase in mean monthly values of the Foulton condition index (for *S. dumerili* and *S. sphyraena*) and the hepatosomatic index for *S. dumerili* and *L. amia*. Feeding analysis suggests that important food items of *L. amia* were garfish, *Belone belone* (Linnaeus, 1760), and different species of *Atherina*, a pelagic prey consumed at the Kazela sampling station. At the Školjić and Dražice sampling stations, *S. dumerili* consumed benthopelagic organisms such as cephalopods, Mysidaceae crustaceans, common pandora, *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758), and demersal species represented by *Mullus* species. In the diet of *S. sphyraena,* the most important prey was represented by pelagic genus *Trachurus* from the Carangidae family. A number of gill rakers for *S. dumerili,* and mouth height and width for *S. dumerili* and *L. amia,* represent an important meristic trait in prey selectivity. Feeding indices indicate the preference of feeding on fish prey. In the diet of *S. dumerili*, in contrast to other thermophilic species, besides pelagic and bentopelagic pray, demersal species were also found. The analysis of the composition of the diet of thermophilic fish species indicates that there is currently no overlap of feeding habits between them, which leads to the conclusion that each species has found its ecological niche. The results of this research contribute to a better understanding of the changes in marine fish communities in the northern Adriatic and the impact of climate change on fishing.

Keywords: sea warming, Bay of Medulin, commercial fishing, thermophilic fish species, biological characteristics, feeding

SADRŽAJ

1. UVOD 1

1.1. Hipoteze i ciljevi istraživanja 2

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA 4

2.1. Utjecaj globalnog zagrijavanja na promjene u morskom okolišu 4

2.2. Utjecaj klimatskih promjena na prisutnost termofilnih vrsta riba u Sredozemnom moru 5

2.3. Istraživanja termofilnih vrsta riba u Jadranskom moru 8

3. MATERIJALI I METODE RADA 12

3.1. Područje istraživanja 12

3.2. Prikupljanje i obrada uzoraka 14

3.2.1. Prikupljanje uzoraka 14

3.2.2. Obrada uzoraka na terenu 15

3.2.3. Laboratorijska obrada uzoraka 16

3.3. Identifikacija riblje vrste metodom DNA barkodiranja 17

3.4. Usporedba postaja prema raznolikosti vrsta u ulovu 19

3.5. Analitička obrada morfometrijskih i merističkih parametara 21

3.6. Dužinsko-maseni odnosi termofilnih vrsta riba 22

3.7. Fultonov indeks kondicije (CF%) 23

3.8. Hepatosomatski indeks (HSI%) 23

3.9. Gonadosomatski indeks (GSI%) 23

3.10. Analize sadržaja probavila 24

3.11. Ulov po jedinici napora (CPUE) 27

3.12. Statistička obrada podataka 28

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA 30

4.1. Sastav ulova 30

4.2. Rezultati identifikacije vrste metodom DNA brakodiranja 33

4.3. Brojčana zastupljenost (%) termofilnih vrsta riba u ulovu 35

4.3.1. Zastupljenost po postajama 38

4.3.2. Usporedba postaja prema raznolikosti vrsta u ulovu 43

4.4. Masena zastupljenost (%) termofilnih vrsta riba u ulovu 47

4.5. Morfometrijski i meristički parametri 58
4.6. Dužinsko-maseni odnosi termofilnih vrsta riba 66
4.7. Fultonov indeks kondicije (CF%) 69
4.8. Hepatosomatski indeks (HSI%) 70
4.9. Gonadosomatski indeks (GSI%) 71
4.10. Prehrambene navike termofilnih vrsta riba u Medulinskom zaljevu 72
4.10.1. Analiza svojti plijena po vrstama u ukupnom uzorku 72
4.10.1.1. Sastav prehrane vrste S. dumerili 72
4.10.1.2. Sastav prehrane vrste P. saltatrix 78
4.10.1.3. Sastav prehrane vrste S. sphyraena 82
4.10.1.4. Sastav prehrane vrste L. amia 86
4.10.1.5. Sastav prehrane ostalih istraživanih termofilnih vrsta riba (*C. hippurus*, *C. crysos*, *T. ovatus*) 90
4.10.2. Analiza svojti plijena svake termofilne vrste po postajama 92
4.10.3. Preklapanja u prehrani kod istraživanih termofilnih vrsta riba 102
4.11. Ulov po jedinici napora (CPUE) 107
5. RASPRAVA 110
6. ZAKLJUČCI 127
7. POPIS LITERATURE 129

POPIS KRATICA

ALB – Alboransko more

NWM – sjeverozapadni dio Sredozemnog mora

TYR – Tirensko more

JDR – Jadransko more

ION – Jonsko more

AEG – Egejsko more

LEV – Levantinski sliv i susjedna mora

ATL – Atlantski ocean

BLA – Crno more

RED – Crveno more

Gib – Gibraltarski tjesnac

GoL – Lavinski zaljev

Sue – Sueski kanal

SA – *Sparus aurata*

LA – *Chelon aurata*

SS – *Salpa sarpa*

PE – *Pagellus erythrinus*

CL – *Chelon labrosus*

US – *Uranoscopus scaber*

AR – *Auxis rochei*

LM – *Lythognathus mormyrus*

SP – *Scorpaena porcus*

DV – *Diplodus vulgaris*

PL – *Pegusa lascaris*

DD – *Dentex dentex*

DP – *Diplodus puntazzo*

SM – *Scophthalmus maximus*

DS – *Diplodus sargus sargus*

MM – *Mustelus mustelus*

DM – *Dicentrarchus labrax*

ZE – *Zeus faber*

EE – *Engraulis encrasicolus*

Ssa – *Sarda sarda*

SCa – *Spondyliosoma cantharus*

TD – *Trachinus draco*

ST – *Symphodus tinca*

PPa – *Pagrus pagrus*

CL – *Chelidonichthys lucerna*

TTr – T*rachurus trachurus*

BB – *Boops boops*

PAc – *Pagellus acarne*

CLa – *Chelidonichthys lastovitza*

DPa – *Dasyatis pastinaca*

SU – *Scieaena umbra*

SSc – *Scorpaena scrofa*

SSt – *Scyliorhinus stellaris*

TM – *Torpedo marmorata*

MAq – *Myliobatis aquila*

DV – *Dactylopterus volitans*

SVu – *Solea solea*.

AtherBoy – Atherina boyeri

PosidOce – Posidonia oceanica

PiscesND – nedeterminirane ribe

AtherSP – ribe roda Atherina

AtherHep – Atherina hepsetus

BelonBel – Belone belone

OblMel – Oblada melanura

TrachuSp – ribe roda Trachurus

PagEry – *Pagellus erythrinus*

LoliVulg – *Loligo vulgaris*

Mysidiac – rakovi porodice Mysidiacea

ZoosterS – cvjetnice roda Zostera

MullBarb – Mullus barbatus

BoopBop – Boops boops

SepOffi – Sepia officinalis

MullSp – ribe roda Mullus

CephalND – nedeterminirani glavonošci

SparidND – nedeterminirane ribe porodice Sparidae

ClupeiND – nedeterminirane ribe porodice Clupeidae

SphyraSp – Sphyraena sphyraena

SardPilc – Sardina pilchardus

NoBraRig – broj branhiospina na prvom lijevom i desnom škržnom luku

MouthW – širina usta

MouthH – visina usta.

POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz Sredozemnog mora s glavnim putevima širenja areala vrsta u Sredozemnom moru.

Slika 2. Prikaz Medulinskog zaljeva s označenim postajama istraživanja.

Slika 3. Elektroforeza PCR fragmenata gena podjedinice I mitohondrijske citokrom oksidaze (COI).

Slika 4. Elektroforeza PCR fragmenata gena podjedinice I mitohondrijske citokrom oksidaze (COI) nakon pročišćavanja.

Slika 5. Ostale vrste riba koje su bile najbrojnije na sve 3 postaje iz ulova ostvarenog mrežom stajačicom oka mahe od 40 mm.

Slika 6. Ujednačenosti pojavljivanja ostalih vrsta riba u lovinama primjenom mreže stajačice oka mahe od 40 mm. U plavom okviru (95% vjerojatnost pojavljivanja) prikazane su vrste sličnog obilja na svim postajama, dok su unutar crvenog okvira naznačene vrste s značajnijom preferencijom pojavljivanja u lovinama na određenoj postaji.

Slika 7. Klaster dijagram istraživanih lokacija temeljenog na Bray-Curtisovoj različitosti.

Slika 8. Ordinacijski dijagram analize kanoničke korespondencije (CCA) temeljem postotka mase glavnih svojti plijena za termofilne vrste *L. amia (LichAmia)*, *S. dumerili* (*SeriDumr*) i *S. sphyraena* (*SphrSphr*) na sve tri postaje u cjelokupnom periodu istraživanja (Dražice, Kažela, Školjić) u Medulinskom zaljevu; Rezultati Monte Carlo permutacijskog testa na svim osima: pseudo-F = 2,1, P = 0,002 (→ nezavisne varijable, Δ - svojta plijena).

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Broj pojedine termofilne vrste riba u lovinama po mjesecima u 2017., 2018. i 2019. godini.

Grafikon 2. Brojčana zastupljenost (%) pojedine termofilne vrste u 2017., 2018. i 2019. godini.

Grafikon 3. Broj jedinki termofilnih i ostalih vrsta riba u ulovu na svim postajama u 2017., 2018. i 2019. godini.

Grafikon 4. Brojčana zastupljenost (%) termofilnih i ostalih vrsta riba u ukupnom ulovu uzorkovanih svim upotrebljavanim ribolovnim alatima na sve tri postaje u 2017., 2018. i 2019. godini.

Grafikon 5. Ukupan broj sakupljenih termofilnih vrsta riba po postajama tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Grafikon 6. Broj jedinki termofilnih vrsta riba utvrđenih na postaji Dražice u 2017., 2018. i 2019. godini.

Grafikon 7. Broj jedinki termofilnih vrsta riba utvrđenih na postaji Školjić u 2017., 2018. i 2019. godini.

Grafikon 8. Broj jedinki termofilnih vrsta riba utvrđenih na postaji Kažela u 2017., 2018. i 2019. godini.

Grafikon 9. Srednje vrijednosti Shannon – Weinerovog indeksa bioraznolikosti za svaku postaju (Dražice – 2,593, Školjić – 2,364, Kažela – 2,274).

Grafikon 10. Ukupna masa pojedine termofilne vrste riba u ulovu sa svih postaja tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Grafikon 11. Masena zastupljenost (%) termofilnih vrsta riba u ukupnom ulovu tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Grafikon 12. Masena zastupljenost (%) termofilnih vrsta riba u ukupnom ulovu tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Grafikon 13. Prosječne mjesečne mase vrste *S. dumerili* sa svih postaja tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Grafikon 14. Prosječne mjesečne mase vrste *P. saltatrix* sa svih postaja tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Grafikon 15. Prosječne mjesečne mase vrste *S. sphyraena* sa svih postaja tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Grafikon 16. Prosječne mjesečne mase vrste *L. amia* sa svih postaja tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Grafikon 17. Vrijednosti ukupnih masa pojedine termofilne vrste ribe na postaji Dražice tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Grafikon 18. Masena zastupljenost (%) pojedine termofilne vrste na postaji Dražice tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Grafikon 19. Vrijednosti ukupnih masa termofilnih vrsta riba na postaji Školjić tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Grafikon 20. Masena zastupljenost (%) pojedine termofilne vrste na postaji Školjić tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Grafikon 21. Vrijednosti ukupnih masa termofilnih vrsta riba tijekom 2017., 2018. i 2019. godine na postaji Kažela.

Grafikon 22. Masena zastupljenost (%) pojedine termofilne vrste na postaji Kažela tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Grafikon 23. Odnos između ukupne (TL) i standardne duljine (SL) za vrstu *S. dumerili.*

Grafikon 24. Odnos između ukupne (TL) i standardne duljine (SL) za vrstu *S. sphyraena.*

Grafikon 25. Odnos između ukupne (TL) i standardne duljine (SL) za vrstu *L. amia.*

Grafikon 26. Odnos između površine usta (MA) i ukupne duljine (TL) vrste *S. dumerili.*

Grafikon 27. Odnos između površine usta (MA) i ukupne duljine (TL) vrste *S. sphyraena.*

Grafikon 28. Odnos između površine usta (MA) i ukupne duljine (TL) vrste *L. amia.*

Grafikon 29. Odnos između duljine crijeva (IL) i ukupne duljine (TL) vrste *S. dumerili.*

Grafikon 30. Odnos između duljine crijeva (IL) i ukupne duljine (TL) vrste *S. sphyraena.*

Grafikon 31. Korelacija između duljine crijeva i ukupne duljine vrste *L. amia.*

Grafikon 32. Broj branhiospina na lijevom škržnom luku.

Grafikon 33. Broj branhiospina na desnom škržnom luku.

Grafikon 34. Odnos između mase i ukupne duljine (TL) vrste *S. dumerili* (n = 147).

Grafikon 35. Odnos između mase i ukupne duljine (TL) vrste *P. saltatrix* (n = 8).

Grafikon 36. Odnos mase i ukupne duljine (TL) vrste *S. sphyraena* (n = 33).

Grafikon 37. Odnos između mase i ukupne duljine (TL) vrste *L. amia* (n = 22).

Grafikon 38. Vrijednosti CPUE na postaji Dražice u 2017., 2018. i 2019. godini. ostvarenih mrežama stajaćicama i obalnom potegačom.

Grafikon 39. Grafikon 39. Vrijednosti CPUE na postaji Školjić u 2017., 2018. i 2019. godini. ostvarenih mrežom stajaćicom i obalnom potegačom.

Grafikon 40. Vrijednosti CPUE na postaji Kažela u 2017., 2018. i 2019. godini ostvarenih mrežom stajaćicom.

Grafikon 41. Vrijednosti CPUE za ulov termofilnih i ostalih vrsta riba u 2017., 2018. i 2019. godini ostvarenih svim primijenjivanim ribolovnim alatima.

POPIS TABLICA

Tablica 1. Detaljan popis svih vrsta riba u ukupnom ulovu na sve tri postaje tijekom istraživanog razdoblja s prikazanom sistematskom pripadnošću i vrstom ribolovnog alata s kojim su lovljene (S32 – stajaćica oka mahe od 32 mm, S40 – stajaćica oka mahe od 40 mm, P – obalna potegača) Termofilne vrste riba označene su znakom (*).

Tablica 2. Prikaz vrijednosti indeksa raznolikosti (SV – srednja vrijednost, DG – najmanja i GG – najviša vrijednost).

Tablica 3. Ukupna i standardna duljina uzoraka prikupljenih na sve tri postaje (opisani minimumom, maksimumom, srednjom vrijednosti – SV i standardnom devijacijom – ±SD), n – broj jedinki.

Tablica 4. Ukupna i standardna duljina prikupljenih uzoraka na području Medulinskog zaljeva (opisani minimumom, maksimumom, srednjom vrijednosti – SV i standardnom devijacijom – ±SD), n – broj jedinki.

Tablica 5. Visina, širina i površina usnog otvora vrsta *S. dumerili, S. sphyraena* i *L. amia* (opisani minimumom, maksimumom, srednjom vrijednosti – SV i standardnom devijacijom – ±SD), n – broj jedinki.

Tablica 6. Duljina crijeva, relativna duljina crijeva i Zihlerov indeks vrsta *S. dumerili, S. sphyraena* i *L. amia* (opisani minimumom, maksimumom, srednjom vrijednosti – SV i standardnom devijacijom – ±SD), n – broj jedinki.

Tablica 7. Broj jedinki (n) termofilnih vrsta riba, najmanja i najveća vrijednost ukupne duljine i mase (min-maks), SV - srednja vrijednost, ±SD – standardna devijacija i dužinsko – maseni parametri (a i b – konstante, R^2 – koeficijent determinacije, A – izometrijski rast, A- – negativni alometrijski rast).

Tablica 8. Srednje mjesečne vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije (CF%) termofilnih vrsta riba sa standardnom devijacijom (± SD) prikupljenih sa svih postaja po mjesecima njihove prisutnosti u lovinama tijekom cjelokupnog perioda istraživanja.

Tablica 9. Prosječne mjesečne vrijednosti hepatosomatskog indeksa (HSI%) termofilnih vrsta riba sa standardnom devijacijom (± SD) prikupljenih sa svih postaja u istraživanom razdoblju.

Tablica 10. Prosječne mjesečne vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI%) termofilnih vrsta riba sa standardnom devijacijom (± SD) prikupljenih na svim postajama u istraživanom razdoblju.

Tablica 11. Prosječne vrijednosti koeficijenta punoće (Jr%), koeficijenata praznosti probavila (VI%) i Fultonovog indeksa kondicije (CF%) vrste *S. dumerili* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine sa svih postaja (n= broj jedinki, ±SD – standardna devijacija).

Tablica 12. Postotak učestalosti pojavljivanja (F%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *S. dumerili* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine sveukupno sa svih postaja.

Tablica 13. Postotak brojnosti (N%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *S. dumerili* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine i po mjesecima ulova sveukupno sa svih postaja.

Tablica 14. Postotak mase (W%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *S. dumerili* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine i po mjesecima sveukupno sa svih postaja.

Tablica 15. Frekvencija učestalosti pojavljivanja (F%), postotak brojnosti (N%) i postotak mase (W %) determiniranih svojti plijena različitih dužinskih razreda vrste *S. dumerili* (n – broj jedinki, SL – standardna duljina u cm).

Tablica 16. Prosječne vrijednosti koeficijenta punoće (Jr%), koeficijenata praznosti probavila (VI%) i indeksa kondicije (CF%) tijekom 2017., 2018. i 2019. godine vrste *S. dumerili* sa svih postaja (n= broj primjeraka, SL – standardna duljina u cm, ±SD – standardna devijacija).

Tablica 17. Prosječne vrijednosti koeficijenta punoće (Jr%), koeficijenta praznosti (VI%) probavila i indeksa kondicije (CF%) tijekom 2017., 2018. i 2019. godine kod vrste *P. saltatrix* sa svih postaja (n = broj primjeraka, ±SD – standardna devijacija).

Tablica 18. Postotak učestalosti pojavljivanja (F%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *P. saltatrix* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine sveukupno sa svih postaja.

Tablica 19. Postotak brojnosti (N%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *P. saltatrix* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine sveukupno sa svih postaja.

Tablica 20. Postotak mase (W%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *P. saltatrix* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine sveukupno sa svih postaja.

Tablica 21. Prosječne vrijednosti koeficijenta punoće (Jr%), koeficijenta praznosti probavila (VI%) i indeksa kondicije (CF%) tijekom 2018. i 2019. godine kod vrste *S. sphyraena* sa svih postaja (n= broj primjeraka, ±SD – standardna devijacija).

Tablica 22. Postotak učestalosti pojavljivanja (F%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *S. sphyraena* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine i mjesecima ulova sveukupno sa svih postaja.

Tablica 23. Postotak brojnosti (N%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *S. sphyraena* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine i mjesecima ulova sveukupno sa svih postaja.

Tablica 24. Postotak mase (W%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *S. sphyraena* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine i mjesecima ulova sveukupno sa svih postaja.

Tablica 25. Prosječne vrijednosti koeficijenta punoće (Jr%), koeficijenta praznosti (VI%) probavila i Fultonovog indeksa kondicije (CF%) vrste *L. amia* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine sa svih postaja (n= broj primjeraka, ±SD – standardna devijacija).

Tablica 26. Postotak učestalosti pojavljivanja (F%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *L. amia* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine i po mjesecima ulova sveukupno sa svih postaja.

Tablica 27. Postotak brojnosti (N%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *L. amia* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine i po mjesecima ulova sveukupno sa svih postaja.

Tablica 28. Postotak mase (W%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *L. amia* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine i po mesecima ulova sveukupno sa svih postaja.

Tablica 29. Vrijednosti postotka učestalosti pojavljivanja (F%), postotka brojnosti (N%) i postotka mase (W %) pojedinih svojti plijena u probavilima vrsta *C. hippurus, C. crysos i T. ovatus* sa svih postaja u cjelokupnom periodu istraživanja (n – broj jedinki).

Tablica 30. Prosječne vrijednosti učestalosti pojavljivanja (F%) pojedinih svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Dražice u cjelokupnom periodu istraživanja.

Tablica 31. Prosječna vrijednost učestalosti pojavljivanja (F%) pojedinih svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Školjić.

Tablica 32. Prosječna vrijednost učestalosti pojavljivanja (F%) svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Kažela.

Tablica 33. Prosječne vrijednosti postotka brojnosti svojti plijena (N%) u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Dražice.

Tablica 34. Prosječna vrijednost brojnosti (N%) svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Školjić.

Tablica 35. Prosječna vrijednost brojnosti (N%) svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Kažela.

Tablica 36. Prosječna vrijednost postotka mase (W%) svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Dražice.

Tablica 37. Prosječna vrijednost postotka mase (W%) svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Školjić.

Tablica 38. Prosječna vrijednost postotka mase (W%) svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Kažela.

Tablica 39. Vrijednosti α indeksa na temelju preklapanja prehrambenih navika za postotak brojnosti (N%) (kurziv) i postotak mase (W%) (podebljano) na postaji Dražice tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Tablica 40. Vrijednosti α indeksa na temelju preklapanja prehrambenih navika za frekvenciju učestalosti pojavljivanja (F%) (podebljano) i koeficijent relativnog značenja (IRI) (kurziv) termofilnih vrsta riba na postaji Dražice tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Tablica 41. Vrijednosti α indeksa na temelju preklapanja prehrambenih navika za postotak brojnosti (N%) i postotak mase (W%) (podebljano) na postaji Školjić tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Tablica 42. Vrijednosti α indeksa na temelju preklapanja prehrambenih navika za frekvenciju učestalosti pojavljivanja (F%) (podebljano) i koeficijent relativnog značenja (IRI) (kurziv) termofilnih vrsta riba na postaji Školjić tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Tablica 43. Vrijednosti α indeksa na temelju preklapanja prehrambenih navika za postotak brojnosti (N%) i postotak mase (W%) (podebljano) na postaji Kažela tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Tablica 44. Vrijednosti α indeksa na temelju preklapanja prehrambenih navika za frekvenciju učestalosti pojavljivanja (F%) (podebljano) i koeficijent relativnog značenja (IRI) (kurziv) termofilnih vrsta riba na postaji Kažela tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Tablica 45. Vrijednosti α indeksa za 6 termofilnih vrsta riba u sveukupnom periodu istraživanja na temelju preklapanja prehrambenih navika za postotak mase (W%) (podebljano) i koeficijent relativnog značenja (IRI) (podcrtano).

1. UVOD

U drugoj polovini prošlog stoljeća, a naročito u recentnijim desetljećima ovog, prosječne površinske temperature mora znatno su porasle, a globalno zagrijavanje postalo je važno pitanje od općeg značaja. Direktne posljedice klimatskih promjena očituju se u promjenama u fiziologiji, ponašanju, rastu, reprodukciji, mortalitetu i rasprostranjenosti ihtiofaune te indirektno utječu na produktivnost, strukturu i sastav biocenoza u kojima riblje vrste ovise o raspoloživosti hrane (Walther i sur. 2002; Gambaiani i sur. 2009). Autori Brown i sur., (1990) i Pitcher (1995), naglasili su kako je proučavanje trofičkih dinamika pelagičnih vrsta važan alat za interpretaciju ribolovnih istraživanja u cilju kvalitetnijeg upravljanja morskim resursima uz doprinos poznavanju hranidbene mreže u cjelini. To se naročito odnosi na vrste o kojima nedostaju podaci o hranidbi i procjeni trofičkog indeksa na specifičnom području (Karachle i Stergiou, 2008). U tom smislu, klimatska varijabilnost utječe na abundanciju i biogegrafsku rasprostranjenost riba pri čemu je ključan faktor temperaturni prag fiziološke tolerancije na promjene u temperaturnom režimu (Genner i sur., 2009). To bi značilo da toplinska struktura vodenih masa ograničava opseg staništa pojedinih vrsta budući da se svaka vrsta prilagodila određenom temperaturnom rasponu gdje pronalazi optimum svoje ekološke valencije (Murawski, 1993).

Prethodno provedenim istraživanjima dokazano je da Jadransko more predstavlja važnu putanju za rasprostranjenost termofilnih vrsta te je istaknuta nužnost provedbe daljnjih istraživanja u cilju procjene njihova utjecaja na lokalnu ihtiofaunu i ekosustav. Hipoteza o širenju termofilnih vrsta prema sjevernom Jadranu uslijed globalnog zagrijavanja potvrđena je nalazima termofilnih vrsta što se oslanja i na zaključak da se, osim sve većeg interesa znanstvenika za istraživanje prisutnosti termofilnih vrsta riba u novijim staništima, zbog postupnog zagrijavanja morske vode ostvaruju povoljni klimatski uvjeti za njihov prodor i zadržavanje u novim staništima (Despalatović i sur., 2008). No, iako je poznato da novopridošle termofilne vrste mogu generirati poremećaje u hranidbenoj mreži nekog lokalnog područja, valjalo bi utvrditi koja je faza njihove kolonizacije prije donošenja konkretnih zaključaka o njihovim interakcijama u ekosustavu.

Medulinski zaljev u Istri zbog raznolikosti morskih biocenoza predstavlja biološki važno područje na sjevernom Jadranu (Bakran – Petriccioli, 2013) i sastavni je dio ekološke mreže Natura 2000. Ondje se intenzivno provodi gospodarski ribolov što potkrijepljuju podaci iz Lokalne razvojne strategije u ribarstvu za razdoblje 2014 – 2020 godine o evidenciji broja povlastica za ribolov na tom području (76 profesionalnih ribara) (LAGUR Istarska batana, 2017). Iako je pregledom dostupne znanstvene literature ustanovljeno da na tom području nisu provedena

ciljana istraživanja o prisutnosti termofilnih vrsta riba, prema navodima profesionalnih ribara s područja Medulinskog zaljeva te prema rezultatima istraživanja vizualnog cenzusa iz 2017. godine (Iveša i sur., 2018), posljednjih godina u malom obalnom ribolovu primijećena je njihova povećana zastupljenost u lovinama .

U cilju detaljnijeg poznavanja utjecaja klimatskih promjena na ihtiofaunu potrebno je, osim detekcije termofilnih vrsta u njihovom proširenom arealu, sveobuhvatno razmotriti složenost trofičnih interakcija (Worm i sur., 2009; Branch i sur., 2010) čiji učinci dodatno povećavaju osjetljivost bioloških odgovora na klimatske promjene (Hsieh i sur., 2008; Rijnsdorp i sur., 2009; Hermant i sur., 2010; Bates i sur., 2014).

1.1. Hipoteze i ciljevi istraživanja

Medulinski zaljev je zbog raznolikosti staništa i produktivnosti, važno ribolovno područje na sjevernom Jadranu. Oskudni literaturni podaciju ukazuju da je ribolov na tom području općenito slabo istražen, a naročito termofilne vrste koje se sve češće ondje izlovljavaju. Slijedom navedenog postavljene su sljedeće hipoteze:

1. Termofilne vrste riba prisutne su u Medulinskom zaljevu s najvećom učestalošću pojavljivanja tijekom ljetnih i jesenskih mjeseci.
2. Svojom zastupljenošću u ribarskim lovinama predstavljaju gospodarski potencijal u morskom ribarstvu.
3. Termofilne vrsta riba u kompeticiji su za hranu s domicilnim gospodarski važnim vrstama i predaciji nad gospodarski važnim vrstama.
4. Svojim predatorskim karakteristikama utječu na abundanciju i distribuciju domicilnih gospodarski uobičajenih vrsta riba.
5. Zastupljenost termofilnih vrsta riba ribarskim lovinama veća je u mrežama stajaćicama debljine najlona promjera Ø 0,25 mm u odnosu na debljinu najlona Ø 0,20 mm.
6. Određene vrste termofilnih riba najjednostavije je izloviti obalnom potegačom nakon što se njihova prisutnost odredi metodom vizualnog cenzusa.

Ciljevi ovog rada bili su:

1. Utvrditi prisutnost, brojnost i vremensku distribuciju svake pojedinačne termofilne vrste ribe u Medulinskom zaljevu.
2. Analizirati morfometrijske značajke i utvrditi kondicijsko stanje svake pojedine vrste upotrebom Fultonovog faktora kondicije.
3. Istražiti sastav sadržaja probavila termofilnih vrsta riba, utvrditi preklapanje prehrambenih navika i predaciju u odnosu na nativne vrste.
4. Istražiti mogući utjecaj na zauzimanje ekološke niše uobičajenih gospodarski važnih vrstama u Medulinskom zaljevu.
5. Odrediti ribolovni napor za svaku primijenjenu metodu izlova te utvrditi najprikladniju istraživanu tehniku ribolova i ribolovni alat za izlov svake pojedinačne termofilne vrste.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

2.1. Utjecaj globalnog zagrijavanja na promjene u morskom okolišu

U periodu od 1971. do 2010. godine, temperatura svjetskih oceana je rasla za 0,11 °C po dekadi s tendencijom daljnjeg rasta u budućem razdoblju (Jones i sur., 2013). Belkin (2009) u fokus praćenja zagrijavanja površinske temperature mora stavlja europska i sjevernoamerička obalna mora, uključujući Sjeverno i Sredozemno te pojas od Labradora do Newfoundlanda gdje je zabilježeno najbrže zagrijavanje. Od navedenih mora, Sredozemno je ono za koje je ustanovljeno da su promjene u temperaturi morske vode direktna posljedica globalnog zagrijavanja (Béthoux i sur., 1990). Značajnije razdoblje povećanja temperature mora na području Sredozemlja bilježi se od sredine 1980-tih godina, a naročito krajem 1990-tih (Lelieveld i sur., 2002; Rixen i sur., 2005; Vargas - Yáñez i sur., 2010) što ujedno predstavlja razdoblje povećanog znanstvenog interesa za problematiku klimatskih promjena i njima izazvanih posljedica.

Većina prethodno navedenih istraživanja provedena je na području zapadnog i istočnog dijela Sredozemnog mora, pri čemu je mjerenjima u periodu od 1980. do 2000. godine zabilježeno povećanje od 0,5 °C za površinsku temperaturu mora. Satelitskim praćenjem površinske temperature mora na području Sredozemlja od 1985. do 2006. godine, Nykjaer (2009) je zabilježio u njegovom zapadnom dijelu trend zagrijavanja od prosječno 0,03 °C godišnje (standardna devijacija = ± 0,008). Za isti period u istočnom dijelu te vrijednosti su nešto veće, 0,05 °C (standardna devijacija = ± 0,009). Procijenjeno je da će stopa povećanja prosječne temperature mora na području Sredozemlja za razdoblje od 2081. do 2100. godine biti 1,25 puta veća od povećanja na globalnoj razini (Jones i sur., 2013).

Direktne posljedice klimatskih promjena na vodene organizme očituju se promjenama u fiziologiji, ponašanju, rastu, reprodukciji, mortalitetu i rasprostranjenosti ihtiofaune te indirektno utječu na produktivnost, strukturu i sastav biocenoza u kojima riblje vrste ovise o raspoloživosti hrane (Walther i sur., 2002; Gambaiani i sur., 2009). Podaci o dugoročnom praćenju ekoloških odgovora na klimatske promjene na svjetskoj razini (1950 – 2009) su oskudni, s obzirom da su pretežito praćene promjene na ograničeim zemljopisnim područjima. Glavnina istraživanja na globalnoj razini usmjerena je uglavnom na praćenje perioda cvatnje fitoplanktona sjeverne hemisfere (Richardson i sur., 2012; Poloczanska i sur., 2013). Jedno od rijetkih istraživanja vezanih za promjene ihtiofaune na globalnoj razini predstavljaju projekcije koje se odnose na predviđanje promjena u sastavu ihtiofaune do 2060. godine. Za izradu projekcija korišten je model

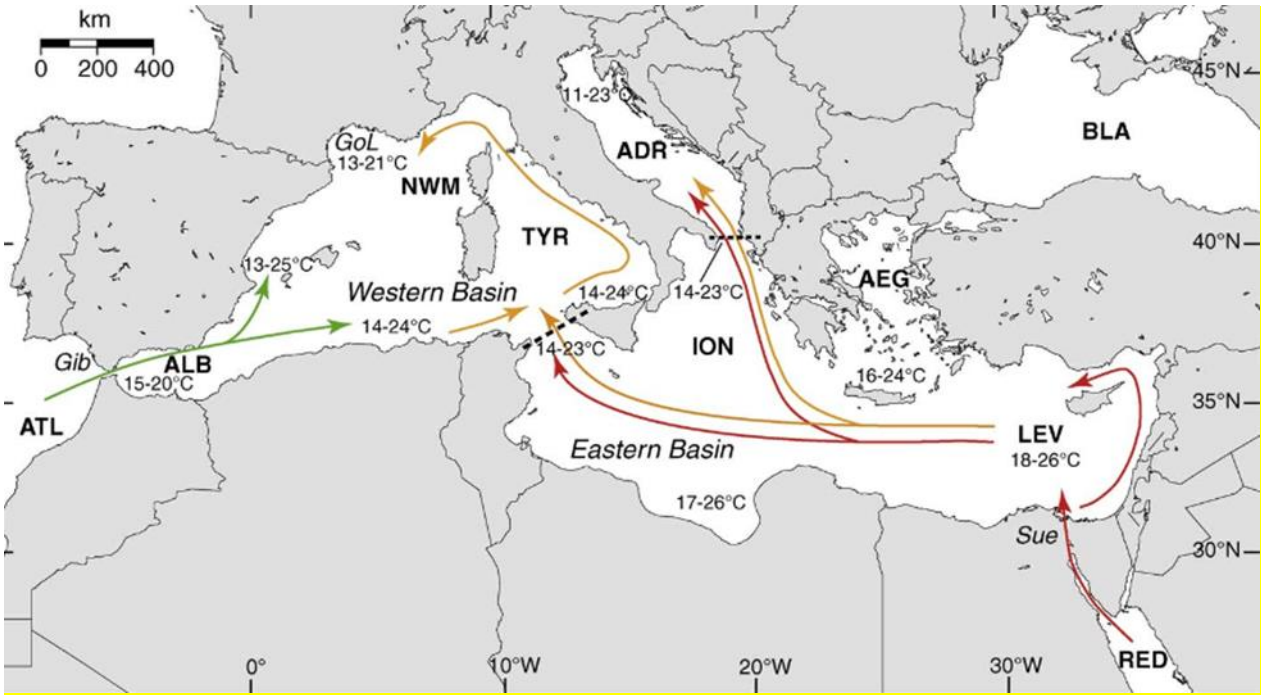
dinamičkog bioklimatskog preklapanja, u koji su uvršteni podaci za 836 gospodarski važne vrste riba za koje postoje službene evidencije o ulovima iz barem jedne zemlje članice Međunarodne organizacije za hranu i poljoprivredu (FAO). Sukladno ovom modelu, pelagične vrste riba pokazuju veću stopu pomjeranja (širenja) prema višim geografskim širinama (FAO, 2018).

2.2. Utjecaj klimatskih promjena na prisutnost termofilnih vrsta riba u Sredozemnom moru

Bianchi i Morri (2003) širenje termofilnih vrsta u Sredozemnom moru pripisuju djelovanju sljedećih čimbenika: prodora atlanske vode, lesepsijskoj migraciji, ljudskim aktivnostima i postojećim klimatskim promjenama.

Sredozemno more je u odnosu na ostala svjetska mora i oceane vrlo specifično. Njegova dobro izražena sezonalnost rezultat je utjecaja relativno hladnih zima na sjeveru i dugih vrućih ljeta na jugu (Fredj, 1974; Lejeusne i sur., 2009; Calvo i sur., 2011), što određuje raspodjelu ihtiofaune. Suptropske vrste nalaze se u toplijim istočnim i južnim dijelovima, lesepsijski migranti na južnim, atlantski migranti na zapadnim, dok borealne vrste obitavaju na sjevernim područjima (Salat, 1996; Bianchi i Morri, 2000; Coll i sur., 2010). Uz navedenu prostornu distribuciju ihtiofaune i činjenicu da se Sredozemno more zagrijava brže od ostalih svjetskih mora (Schroeder i sur., 2016), ono je vrlo osjetljivo na klimatske promjene (Bethoux i sur., 1999).

Zbog zagrijavanja došlo je do širenja termofilnih vrsta riba prema sjeveru (Slika 1.), gdje ranije nisu obitavale ili su bile rijetke (Francour i sur., 1994; Bodilis i sur., 2013). Pelagične ribe pokazale su veću stopu pomaka prema višim geografskim širinama u odnosu na demerzalne vrste (FAO, 2018), što je za očekivati s obzirom na to da obitavaju u površinskim slojevima mora koji su podložniji bržem zagrijavanju (Cheung i sur., 2009).



Slika 1. Prikaz Sredozemnog mora s glavnim putevima širenja areala vrsta u Sredozemnom moru. Navedene temperature odgovaraju srednjim temperaturama mora u zimsko-ljetnom periodu. Strelice predstavljaju glavne puteve širenja areala vrsta prema njihovom podrijetlu: autohtone vrste (narančasta), atlantski migranti (zelena) i lessepsijski migranti (crvena) (Fredj, 1974).

Prema Azzurro (2008) i Zanetos i sur. (2010), termofilne vrste riba u Sredozemnom moru razvile su se u tropskim i/ili suptropskim morskim sredinama te se mogu kategorizirati u dvije glavne skupine:

1. Autohtone vrste riba tropskog i suptropskog podrijetla koje su ušle u Sredozemno more tijekom prethodnih interglacijalnih faza Kvartara. Ove se vrste pojavljuju uobičajeno u južnijim dijelovima Sredozemnog mora, gdje je temperatura mora veća od prosjeka. Autori Bianchi i Morri (1993) fenomen širenja autohtonih termofilnih vrsta prema sjevernijim dijelovima Sredozemnog mora nazivaju meridionalizacija.

2. Tropske vrste riba koje su došle u Sredozemno more uglavnom iz Crvenog mora i Atlantskog oceana, koristeći prikladne puteve za širenje područja rasprostranjenosti (Gibraltarski tijesnac i Sueski kanal) a nalaze se uglavnom u blizini njihove ulazne točke, u zapadnom i istočnom sektoru Sredozemnog mora. Autori Andaloro i Rinaldi (1998), Bianchi i Morri (2004) i Bianchi (2007) taj fenomen povećavanja tropskog karaktera Sredozemnog mora nazivaju tropikalizacijom.

S obzirom na postupno zagrijavanje mora, broj alohtonih termofilnih vrsta neprekidno raste, što može dovesti do promjena infralitoralnih zajednica, smanjenja genetske raznolikosti, gubitka funkcije i strukture staništa te povećavanja rizika od biotičke homogenizacije (Ricciardi, 2004; Galil, 2007a,b). S druge strane, neke vrste termofilnih riba izrazito su grabežljive pa njihova uspješna kolonizacija novih područja može uzrokovati direktnu prijetnju za endemične vrste. Pored toga, može utjecati na tradicionalni ribolov uzrokujući nestabilnost ukupne količine lovina te negativni socioekonomski učink uslijed smanjenog interesa za njihovu konzumaciju (Mieszkowska i sur., 2009), unatoč tome što mogu predstavljati kvalitetan izvor hrane (Lloret i sur., 2015).

Autori Brown i sur. (1990) i Pitcher (1995), naglasili su kako je proučavanje trofičkih dinamika pelagičnih vrsta važan alat za interpretaciju ribolovnih istraživanja u cilju kvalitetnijeg upravljanja morskim resursima uz doprinos poznavanju hranidbene mreže u cjelini. To se naročito odnosi na vrste o kojima nedostaju podaci o hranidbi i procjeni trofičkog indeksa na specifičnom području (Karachle i Stergiou, 2008). Pokazalo se da odnosi relativne duljine crijeva i duljine ribe mogu bit korisni za razumijevanje kako funkcionira specifična ihtiocenoza te kako bi se modeliralo njezino upravljanje (Pauly i Watson, 2005). Mnogi autori (Keast i Webb, 1966; Schmitt i Holbrook, 1984; Kaiser i Hughes, 1993; Juanes i Conover, 1994; Hart, 1997; Wootton, 1998) usuglasili su se da oblik i položaj usta ribe predstavljau kvalitetan izvor informacija o ekologiji hranjenja. Uz to, duljina crijeva može poslužitio kao referentna vrijednost za međuvrsne usporedbe (Al-Hussaini, 1947), odnosno kako bi se korelirale njihove prehrambene navike (Froese i Paouly, 2008). Imajući u vidu važnost poznavanja ekoloških karakteristika svake pojedinačne vrste, na području zapadnog i istočnog Sredozemlja provedena su istraživanja ekoloških karakteristika nekih autohtonih termofilnih vrsta riba, kako onih relativno rijetkih i manje poznatih vrsta s povremenom prisutnošću kao što je plavi trkač (*Caranx crysos*) (Psomadakis i sur., 2011), tako i onih koje su uobičajeno prisutne u južnijim dijelovima Sredozemlja poput gofa (*Seriola dumerili*), lampuge (*Coryphaena hippurus*), strijele modrulje (*Trachinotus ovatus*), škarama (*Sphyraena sphyraena*), strijele blijedice (*Lichia amia*) i strijelka skakuša (*Pomatomus saltatrix*) (Bannister, 1976; Assem i sur., 2005; Battaglia i sur., 2016; Villegas–Hernández i sur., 2015; Benseddik i sur., 2019).

Interpretacijom klimatskih modela Parry (2000) i Lejeusne i sur. (2009) predvidjeli su da će Sredozemlje biti jedna od regija pod utjecajem neprekidnog trenda postupnog zagrijavanja mora i porasta ekstremnih događaja. Time se ono može potencijalno smatrati dobrim modelom za predviđanje globalnih modifikacija u morskim ekosustavima, naročito u pogledu promjena u sastavu ihtiofaune čije bi se posljedice mogle izravno odraziti na njihovu eksploataciju (Brander, 2007). Pregledom dostupnih zapisa o promjenama u distribuciji termofilnih riba u Sredozemnom

moru, Azzurro (2008) je sastavio popis od 51 vrste riba za koje je utvrđeno da proširuju svoj areal sjevernije u odnosu na njihove uobičajene raspodjele, zaključujući da se mnoge od njih mogu smatrati dobrim pokazateljima globalnog zatopljenja. Jedno desetljeće kasnije za isto područje Azzurro i sur. (2019) su objavili rezultate analizirajući informacije na temelju anketiranja ribara u cilju prikupljanja lokalnog ekološkog znanja te zaključili su da je došlo do prostorno-vremenskih promjena u sastavu ulova ribe pri čemu su termofilne vrste postale sve češće lovine u gospodarskom ribolovu.

2.3. Istraživanja termofilnih vrsta riba u Jadranskom moru

Prema Francour i sur. (1994) promjene u morskim biocenozama uzrokovane su klimatskim oscilacijama i često povezane s izmjenama u distribuciji populacije riba. Isti autori navode da se to naročito odnosi na termofilne vrste riba i njihovo sve sjevernije protezanje u Sredozemnom moru. Također, utvrđeno je da neke termofilne vrste riba šire svoje područje distribucije na sjeverni Jadran što je uzrokovano fenomenom globalnog zagrijavanja (Massutí i sur., 2010).

Kada su se u najhladnijim dijelovima Sredozemnog mora, u Sjevernom Jadranu (Dulčić i sur., 1997; Bettoso i Dulčić, 1999; Dulčić i sur., 1999; Dulčić i Grbec, 2000; Dulčić i Palloaro, 2004; Parenti i Bressi, 2001; Sinovčić i sur., 2004; Psomadakis i sur., 2006), sjevernom Egejskom moru (Karachle i sur., 2004; Psomadakis i sur., 2006) i Lavinskom zaljevu (Francour i sur., 1994) počele sve češće pojavljivati termofilne vrste riba povećao se i interes znanstvenika za njihovo istraživanje (Sabates i sur., 2012; Kalogirou i sur., 2012; Villegas – Hernández i sur., 2015.; Villegas – Hernández i sur., 2016; Benseddik i sur., 2019).

Najviše izvješća o prisutnosti termofilnih vrsta riba u najsjevernijim dijelovima Sredozemnog mora dolazi iz hrvatskog dijela Jadranskog mora (Dulčić i sur., 1999; Dulčić i Grbec, 2000; Dulčić i Palloaro, 2004), pri čemu se u literaturi pretežito samo dokumentira njihova prisutnost, npr. strijele šarulje (Dulčić i sur., 1997) i strijelke skakuše (strijelka). Nadalje, područja u kojima je dokumentirana prisutnost termofilnih vrsta, kao što su Sjeverni Jadran (Parenti i Bressi, 2001; Bettoso i Dulčić, 1999; Sinovčić i sur., 2004; Psomadakis i sur., 2006), sjeverno Egejsko more (Karachle i sur., 2004; Psomadakis i sur., 2006) i Lavinski zaljev (Francour i sur., 1994), ujedno predstavljaju i žarišta endemskih vrsta te je izražena zabrinutost za njihovo očuvanje s obzirom na napredak termofilnih vrsta (Ben Rais Lasram i sur., 2008). Despalatović i sur. (2008) ukazuju da je Jadran postao signifikantna putanja rasprostranjivanja termofilnih vrsta riba, zbog čega bi

trebalo kontinuirano provoditi znanstvena istraživanja kako bi se procijenio njihov utjecaj na lokalnu ihtiofaunu i ekosustav općenito.

Postoji više istraživanja koja potvrđuju da je temperatura mora jedan od glavnih ekoloških parametara koji utječe na rasprostranjenost ribljih vrsta (Francour i sur., 1994; Dulčić i sur., 1999). Različite termofilne vrste iz južnih dijelova Sredozemnog mora zabilježene su u Tršćanskom zaljevu (Lipej i sur., 2007), a u okolici Pule utvrđena je redovita pojava lampuge (*Coryphaena hippurus*), vrste koju se prethodno smatralo tipično južnojadranskom (Lipej i sur., 2009). Dulčić i sur. (1999) konstatirali su da se broj termofilnih riba u Jadranu povećava, a pojedine vrste koje su se samo periodično pojavljivale, sada su sve češće. Nadalje, Dulčić i sur. (2007) utvrdili su proporcionalnu korelaciju između utjecaja klimatskih oscilacija, naročito povećane temperature zraka zabilježenu u periodu od 1973. do 2003. godine i pojave termofilnih vrsta u Jadranu. Vrste kao što su *S. dumerili*, *L. amia*, *P. saltatrix*, *C. hippurus* i *S. sphyraena* prema Azzurro (2008) pripadaju onima koje proširuju svoj areal te su okarakterizirane kao autohtone termofilne vrste s rastućim trendom povećanja njihove brojnosti i raznolikosti u sjevernim kvadrantima Sredozemlja posljednjih godina. To se poklapa s periodom povećanog temperaturnog skoka prosječne godišnje površinske temperature Sredozemnog mora u odnosu na prethodna razdoblja (Lelieveld i sur., 2002.; Rixen i sur., 2005; Vargas- Yáñez i sur., 2010).

S obzirom da sjeverni Jadran predstavlja žarište borealnih vrsta, izražena je zabrinutost za njegovo očuvanje zbog prodora termofilnih vrsta. Bettoso i Dulčić (1999), Dulčić i sur. (1999), Ben Rais Lasram i sur. (2008) te Dulčić i sur. (2007) potvrđuju hipotezu o ekspanziji termofilnih vrsta prema sjeveru i iznose dokaze o promjenama u bioraznolikosti mora nalazima riba karakterističnih za južnija područja. Ukazali su na intenzivne promjene u kvantitativnom i kvalitativnom sastavu jadranske ihtiofaune, čiji su mogući uzrok varijacije u vrijednostima temperature u Jadranu koje dobro koreliraju s indeksom varijacije u Atlantiku.

Unatoč globalnom ekološkom značaju predatorskih termofilnih vrsta riba u pogledu spoznaja o njihovoj biologiji, njihovom položaju u hranidbenoj mreži te uvažavajući njihov doprinos u gospodarskom ribolovu, u Jadranskom moru one do sada nisu detaljnije istraživane. Glavnina istraživanja provedena su na jedinkama koje su prikupljene u otkupnim centrima, tržnicama, dojavom ribara te obradom podataka iz ribarskih očevidnika (Nerlović i sur., 2015; Dulčić i sur., 2009). Postojeći radovi odnose se uglavnom na objavu informacija o pojedinačnim nalazima na područjima izvan njihova uobičajena areala rasprostranjenosti (prve zapise), odnosno na utvrđivanje njihove prisutnosti na lokalitetima sjevernog Jadrana gdje su do tada bile potpuno nepoznate ili vrlo rijetke (Bettoso i Dulčić, 1999; Dulčić i sur.,1999; Kožul i sur., 2001; Glamuzina

i sur., 2002; Kožul i sur., 2005; Lipej i sur., 2007; Lipej i sur., 2009; Pavičić i sur., 2014; Nerlović i sur., 2015). Pored toga, nekoliko je radova koji se odnose na testiranje uzgoja *S. dumerili* i *T. ovatus* uz praćenje parametrara rasta u uvjetima temperature i saliniteta svojstvenim za Jadran (Batistić i sur., 2005; Kožul, 1999; Tutman i sur., 2004). Nešto detaljnije informacije o ekologiji i morfologiji termofilnih vrsta riba u Jadranu su vrlo rijetke. Na području istočne obale Jadrana od 1991. do 1994. godine Dulčić i Kraljević (1996) su odredili dužinsko masene parametre na 115 jedinki vrste *L. amia*, a Kurtela i sur. (2019) zabilježili su 117 juvenilnih jedinki vrste *S. sphyraena* u lipnju 2018. godine u lovini obalne potegače u uvali Molunat na južnom Jadranu.

Za detaljnije prikupljanje podataka o termofilnim vrstama riba, uz metodu vizualnog cenzusa (Fernandez – Jover i sur., 2008), pouzdanim su se pokazale metode gdje se primjenjuju ribolovni alati; mreže stajaćice, okružujuće mreže, obalne potegače te udičarski alati. Potonji se ponajviše koriste na područjima gdje su predatorske termofilne ribe važna ciljna vrsta u gospodarskom i sportsko-rekreacijskom ribolovu (Marais, 1981, 1984; Massutí i Morales – Nin, 1995; Badalamenti i sur., 1995; Andaloro i Pipitone, 1997; Morato i sur., 2001; Ben Souissi i sur., 2005; Ceyhan i sur., 2007; Gomez i sur., 2009; Slay i sur., 2009; Cengiz, 2014). Nedavno je utvrđeno da su u obalnoj okružujućoj mreži, koja se koristi na istočnoj strani Jadrana, neke od najzastupljenijih vrsta u lovinama termofilne vrste *P. saltarix* i *S. sphyraena* (Zorica i sur., 2020). S tim u svezi i s obzirom na procjene zagrijavanja mora (Adloff i sur., 2015), progresijom i kolonizacijom termofilnih vrsta mogle bi se stvoriti prilike za izlov novih resursa, posebice u malom obalnom ribolovu.

Dulčić i sur. (2007) potvrđuju hipotezu o ekspanziji termofilnih vrsta prema sjeveru i iznose dokaze o promjenama u bioraznolikosti mora brojnim nalazima riba karakterističnih za južnija područja. Isti autori ukazuju na intenzivne promjene u kvantitativnom i kvalitativnom sastavu jadranske ihtiofaune čiji su mogući uzrok varijacije u vrijednostima temperature u Jadranu koje dobro koreliraju s indeksom varijacije u Atlantiku. Primjećeno je da se strijelko vrlo dobro prilagođava na život u novim staništim i stvara velike populacije u najsjevernijem dijelu Jadrana (Dulčić i Matić-Skoko, 2007).

Istraživanjem pojavnosti termofilnih vrsta riba zabilježenih u posljednjih nekoliko desetljeća na istočnoj obali Jadrana, zaključeno je da se može očekivati daljnje povećanje njihove abundancije uslijed kontinuiranog zagrijavanja mora (Despalatović i sur., 2008). Isti autori navode da je hipoteza o širenju termofilnih vrsta prema sjevernom Jadranu uslijed fenomena globalnog zagrijavanja potvrđena nalazima brojnih termofilnih vrsta, uobičajeno prisutnih na području južnog Jadrana.

Prema istraživanju provedenom na ribarnicama u Istri, u posljednje vrijeme u ponudi su zastupljene termofilne predatorske vrste npr. gof i strijela modrulja. Pretpostavlja se da bi utjecaj navedenih vrsta mogao značajano utjecati na zastupljenost uobičajenih gospodarski važnih vrsta riba u sjevernom Jadranu (Nerlović i sur., 2015). Dokaz tomu je istraživanje provedeno u Tarskoj uvali u Istri gdje se pretpostavlja da se *P. saltatrix* hrani ciplima (Mugillidae) (Dulčić i sur., 2005). Pri tomu je u drugoj polovici prosinca 2003. godine okružujućom mrežom ciplaricom, visine 30 m, ukupne duljine od 1350 m i oka mahe od 22 mm zabilježen jednokratni ulov *P. saltatix* od 1520,8 kg na ušću Rijeke Mirne u Tarskoj vali na sjevernom Jadranu što predstavlja najsjeverniji rekord ulova te vrste u Sredozemnom moru. Takav neobičan ulov doveden je u svezu s indikacijama da ta termofilna vrsta prelazi granice svoje uobičajene distribucije, a jedan od razloga je predacija nad ciplima koji čine 85% ulova ribe na ovom području. Colette (2003) je ciple okarakterizirao kao važan plijen za *P. saltatrix.*

Medulinski zaljev i područje oko rta Kamenjak u Istri su zbog značajnih bioloških vrijednosti podmorja sastavni dio ekološke mreže Natura 2000, a osim toga predstavljaju važna područja za izlov gospodarski važnih vrsta riba i glavonožaca. Prema podacima Lokalne razvojne strategije u ribarstvu izrađene od strane Lokalne akcijske grupe u ribarstvu “Istarska batana” u 2017. godini te na osnovu evidencije broja izdanih povlastica za gospodarski ribolov na moru, na ovom području djelatnost gospodarskog ribolova obavlja 76 profesionalnih ribara (LAGUR Istarska batana, 2017). U dostupnoj znanstvenoj literaturi u Medulinskom zaljevu i akvatoriju oko rta Kamenjak u sjevernom Jadranu nisu provedena ciljna istraživanja o prisutnosti termofilnih vrsta riba. Iznimka je predhodno priopćenje o prisutnosti i distribuciji termofilnih vrsta riba istraživanih metodom vizualnog cenzusa na sedam postaja u Medulinskom zaljevu u razdoblju od lipnja do listopada 2017. godine. Tada su zabilježene termofilne vrste *S. dumerili*, *L. amia*, *S. sphyraena*, *T. ovatus* i *P. saltatrix* (Iveša i sur., 2018). Također, prema navodima profesionalnih ribara (Marin Kuzmanić, usmeno priopćenje; Luka Mezulić, usmeno priopćenje), posljednjih je godina u ribarskim lovinama izlovljenim primjenom jednostrukih mreža stajaćica na tom području primjećena povećana zastupljenost nekih termofilnih vrsta riba kao što su *P. saltatrix*, *S. dumerili*, *L. amia*, *C. hippurus* i *S. sphyraena*. Time se pretpostavlja da je njihov utjecaj na lokalne biocenoze te ribolovno gospodarstvo prisutan te ga je potrebno detaljnije istražiti.

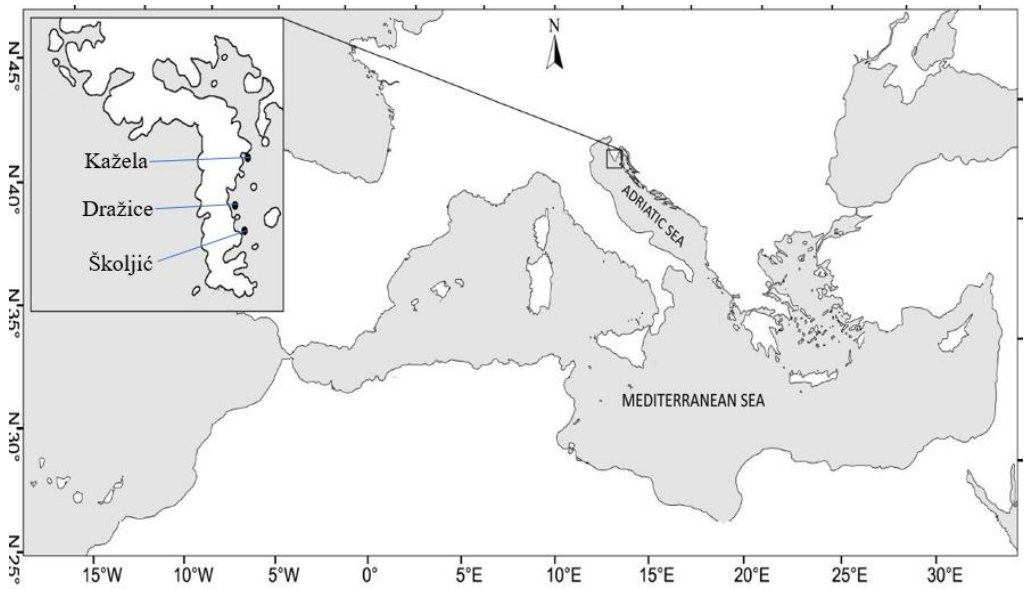
3. MATERIJALI I METODE RADA

3.1. Područje istraživanja

Istraživanje je obavljeno na tri postaje u Medulinskom zaljevu (Istra, sjeverni Jadran): Dražice (44°47'18.4"N 13°54'54.1"E), Školjić (44°46'55.6"N 13°55'08.1"E) i Kažela (44°48'06.7"N 13°55'24.7"E) (Slika 2).

Na navedenim postajama lokalni ribari koriste jednostruke i trostruke mreže stajaćice u gospodarskom ribolovu morskih organizama na doček. Također ondje ribolov obavljaju i sportski ribolovci/rekreativci primjenom udičarskih i probadajućih ribolovnih alata. Medulinski zaljev primjer je kompleksnih staništa velikih plitkih uvala i u čijem je sastavu devet nenastanjenih otočića raspoređenih u unutrašnjem i vanjskom dijelu. U vanjskom dijelu zaljeva nalaze se otočići Fenera, Šekovac, Trumbuja, Ceja, Bodulaš, Levan i Levanić, a dubine ne prelaze dvadesetak metara. Unutrašnji dio zaljeva odvojen je od vanjskog poluotokom Kažela. U tom su dijelu i dva otočića Pomerski i Premanturski školjić. Dubine ondje ne prelaze osam metara. Utjecaj slatke vode ovdje je ograničen.

U Medulinskom zaljevu prisutne su različite biocenoze gdje se mnoge vrste mrijeste i pronalaze hranu. Za unutrašnji dio zaljeva karakteristična je biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala. Zbog prirodnog bogatstva hranjivim solima u plićem dijelu zaljeva dominiraju organizmi koji se hrane filtriranjem morske vode, uz prisutnost morskih cvijetnica: *Cymodocea nodosa* i *Zostera noltii* (Bakran-Petriccioli, 2013) te voga (Premate, 2018).



Slika 2. Prikaz Medulinskog zaljeva s označenim postajama istraživanja

Postaja Školjić nalazi se najjužnije u odnosu na ostale dvije postaje u Medulinskom zaljevu i smještena je nasuprot otoka Ceja na strani uz zaštićeno područje Donji Kamenjak i medulinski arhipelag. Obala je nisko položena i hridinasta, a na njezinom najuvučenijem, sjevernom dijelu nalazi se predio s oblutcima. Od postaje Dražice udaljena je oko 950 m, a 2200 m od postaje Kažela. U infralitoralu prevladava hridinasta podloga s infralitoralnim algama, koja na dubini od tri metra prelazi u pomičnu podlogu u čijem sastavu dominiraju sitni površinskih pijesci s morskim cvijetnicama. Dubina na postaji Školjić ne prelazi 12 m.

Postaja Dražice nalazi se između postaja Školjić i Kažela i ujedno je najbliža postaja do koje se dolazi iz ribolovne luke (5 min). Od postaje Školjić udaljena je oko 950 m a od postaje Kažela1620 m. U blizini postaje nalazi se manja plaža se oblutcima. Obala je kamenita i blago se spušta prema moru. U plitkom priobalju prevladava hridinasto dno koje na dubini od oko 4 m prelazi u pomičnu podlogu koju sačinjavaju sitni površinski pijesci s morskim cvjetnicama. Najveća dubina u uvali Dražice je 13 metara.

Postaja Kažela nalazi se najsjevernije u odnosu na ostale postaje u Medulinskom zaljevu i smještena je kraj suženja koje vodi u unutrašnji, plići dio zaljeva. Obala je nisko položena i hridinasta te se blago spušta prema moru. U priobalju prevladava hridinasto dno obraslo infralitoralnim algama koje na dubini od oko 8 m prelazi u pomičnu podlogu u čijem sastavu dominiraju sitni površinskih pijesci. Najveća dubina na postaji Kažela je 13 m.

3.2. Prikupljanje i obrada uzoraka

3.2.1. Prikupljanje uzoraka

Za istraživanje su korištene tri mreže stajaćice različitih tehničkih karakteristika u pogledu duljine, visine i veličine oka mrežnog tega te metodologije primjene: dvije vrste jednostrukih mreža stajaćica (prostice) koje su se međusobno razlikovale u veličini oka mahe mrežnog tega (40 mm i 32 mm) te jedna obalna mreža potegača. Konstrukcijski su sve tri mreže izgrađene na sličan način koristeći plutnju i olovnju na koju je prišiven (armiran) mrežni teg (maha) (Cetinić i Swiniarski, 1985). Jedna mreža prostica imala je veličinu oka mrežnog tega mahe od 40 mm, dok je druga bila od 32 mm. Maha je izrađena od poliamidnih niti promjera 0,25 mm.

Istraživanja mrežom prosticom oka mahe od 40 mm obavljena su dva puta mjesečno (u prosjeku) u periodu od 15. 6. 2017. godine do 20. 10. 2019. godine na sve tri postaje i dodatno, u još pet navrata u 2019. godini (u rujnu i listopadu). Mreža prostica veličine oka mahe 32 mm korištena je dva puta mjesečno u periodu od 1. 9. 2018. godine do 28.12. 2018. godine te još u četiri navrata u 2019. godini (13. 1., 24. 8., 5. 9. i 10. 9.) na postaji Dražice. Obalna mreža potegača korištena je u četiri navrata u 2019. godini (25. 8., 26. 8., 29. 8. i 2. 9.) na dvije postaje (tri potega na postaji Dražice ijedan poteg na postaji Školjić). Duljina mreže prostice veličine oka mahe od 40 mm iznosila je 140 m, njezina visina je bila 8 m i polagana je sveukupnom 156 puta. Duljina mreže prostice oka mahe 32 mm iznosila je 120 m, visina je iznosila 6,4 m i polagana je ukupno 18 puta.

Mreža prostica veličina oka mahe od 32 mm upotrebljavana u 2018. i 2019. godini nakon što su vizualnim cenzusom uočene jedinke termofilnih vrsta riba manjih dimanzija koje se ne bi mogle uzorkovati mrežama oka mahe od 40 mm. Mreža potegača primijenjena je u trenutku kad je vizualnim cenzusom uočena prisutnost termofilnih vrsta u plitkom obalnom pojasu pri čemu je obavljeno tri potega na postaji Dražice (25., 26. i 29.8.2019. godine) i jedan poteg na postaji Školjić (2.9.2019. godine). Svake godine na svim korištenim mrežama stajaćicama dotrajali mrežni teg zamijenjen je novim.

Pri polaganju, početak i kraj svake mreže prostice obilježeni su plutajućom oznakom odgovarajuće veličine sukladno propisima iz oblasti morskog ribarstva. Mreže prostice polagane su u večernjim satima i držane u moru tijekom noći do sljedećeg jutra, od 8 do 15 sati u zavisnosti o ribolovnoj sezoni.

Za polaganje mreža korišteno je plovilo tipa pasara registarskih oznaka 420 PU, duljine 5,95 metara s vanbrodskim pogonskim motorom tipa Yamaha 8 konjskih snaga i pripadajućom

povlasticom za gospodarski ribolov na moru (vl. Neven Iveša). Za podizanje mreža korišteno je hidraulično vitlo pripojeno na remeni sustav preko pomičnog benzinskog agregata tipa Honda GX270 snage 4 KW. Mreže prostice polagane su obale, nastojeći joj se što je moguće više približiti te su se ispružale okomito prema moru na način da je posljednjih pedesetak metara mreže položen polukružno.

Obalna mreža potegača koristila se uz primjenu opreme za ronjenje na dah (maska s disalicom i peraje) na način da bi se vizualnim cenzusom uočene termofilne vrste riba uz obalu okružile mrežom. Mreža potegača veličine oka mahe od 8 mm, duljine 30 m i visine 5 m bila je posložena u spremnik od polietilena, a polaganje je započelo od obale. Nakon toga se plivanjem i izvlačenjem iz spremnika mreža razvukla oko ciljnih vrsta riba nastojeći ih potpuno okružiti. Završni dio mreže potegače dovučen je po početnog dijela nakon čega je mreža izvučena na obalu ravnomjernim povlačenjem oba završetka potegače. Dubina na kojoj je potegača korištena nije prelazila 5 m kako bi se spriječio eventualni bijeg ribe preko plutnje. Ribolov jednostrukim mrežama stajaćicama obavljen je u sklopu uobičajenih djelatnosti gospodarskog ribolova na moru temeljem važeće povlastice dok je za korištenje obalne mreže potegače ishodovano dopuštenje nadležnog Ministarstva.

3.2.2. Obrada uzoraka na terenu

Po povratku u luku i/ili nakon obavljenih potega, pristupilo se čišćenju ribarskih mreža i razvrstavanju sakupljenih riba. Sav ulov sa svake istraživane postaje i svakog pojedinačnog alata odlagan je u zaseban polietilenski spremnik, nakon čega su ribe determinirane upotrebom postojećih ključeva (Jardas, 1996; Froese i Pauly, 2019; Horton i sur., 2021). Za vrstu koju je bilo potrebno dodatno potvrditi molekularnom analizom, uzorak dorzalnog mišićnog tkiva (od bočne pruge prema bazi dorzalne peraje), dio gonada i fragment prsne peraje pohranjeni su u falkon epruvetu od 15 ml i fiksirani u 96 % etilnom alkoholu za kasniju analizu. Tijekom determinacije sve su jedinke prebrojane i vagane (preciznost 0,1 g) te sortirane u dvije kategorije: termofilne vrste riba i ostale vrste. Podatci su bilježeni u program *Excel, Microsoft Office 2010* za potrebe daljnih analiza kao što su brojčana i masena zastupljenost jedinki u ukupnom ulovu po vrstama i istraživanim postajama na mjesečnoj i godišnjoj razini.

3.2.3. Laboratorijska obrada uzoraka

Nakon obrade na terenu, sve jedinke termofilnih vrsta smještene su u prijenosni hladnjak i dopremljene u laboratorij za daljnju analizu.

Prilagođenim ihtiometrom, digitalnim ručnim kaliperom (preciznost 0,1 mm) i milimetarskim papirom svim termofilnim vrstama riba uzete su sljedeće morfometrijske izmjere (u cm):

TL – ukupna dužina ribe

SL – standarna dužina ribe

MH – visina usnog otvora dok su usta potpuno otvorena

MW – širina usnog otvora dok su usta potpuno otvorena

Nakon mjerenja izdvojeni su prvi lijevi i prvi desni škržni luk, stavljeni u 96 % alkohol te je naknadno brojan broj branhiospina (BL- broj branhiospina na lijevom škržnom luku i BR- broj branhiospina na desnom škržnom luku).

Svaka jedinka je potom eviscerirana i vagana. Svakoj jedinki izdvojeno je probavilo nakon rezanja kod jednjaka i analnog otvora pri čemu je izmjerena dužina crijeva (IL). Masa punog želuca, masa punog crijeva, njihov sadržaj izvagani su kao mokra masa elektronskom vagom (preciznost 0,02 g). Prije vaganja je višak vode uklonjen upijajućim filter papirom. Sadržaj želudca fiksiran je u 96% etilnom alkoholu za potrebe analize sastava ishrane termofilnih vrsta riba.

Nakon obrade probavila elektronskom vagom su izvagane masa jetre i gonada.

3.3. Identifikacija riblje vrste metodom DNA barkodiranja

Za određivanje vrste ribe koju nije bilo moguće odrediti morfometrijskim značajkama, primijenjena je metoda koja se temelji na određivanju slijeda DNA „barkoda“ odnosno vrsno-specifične regije gena za podjedinicu I mitohondrijske citokrom oksidaze (COI, eng. *Cytochrom Oxidase I*) kao univerzalnog identifikacijskog sustava za faunu (Herbert i sur. 2003). Karakteristika COI barkoda je varijabilnost njegova nukleotidnog slijeda koja omogućava razlikovanje blisko srodnih vrsta kao i mogućnost njegova rutinskog umnažanja univerzalnim parom početnica. Netom nakon ulova ribe, uzorak mišićnog tkiva pohranjen je u etilnom alkoholu. Ukupna DNA izdvojena je i pročišćena korištenjem kita za izdvajanje DNA E.Z.N.A.® Tissue DNA Kit (Omega Bio-Tek, Inc., USA), prema uputama proizvođača. U plastičnu mikrotubicu (1.5 ml) s uzorkom nehomogeniziranog tkiva (približno 20 mg) dodano je 200 µl TL pufera za razgradnju i 25 µl otopine Proteinaze K te je tako uzorak pripremljen za digestiju. Smjesa je temeljito promiješana i inkubirana u vodenoj kupelji na optimalnoj temperaturi za djelovanje proteinaze (55°C) uz neprestano miješanje na tresilici preko noći. Nakon inkubacije, uzorak je centrifugiran na najvećoj brzini (> 10000 rpm) 5 minuta te je supernatant pažljivo izdvojen od taloga i prebačen u novu sterilnu plastičnu mikrotubicu (1.5 ml) u koju je dodano 220 µl BL pufera. Smjesa je miješana na vorteksu, a potom inkubirana 10 min na temperaturi od 70 °C. DNA je istaložena dodavanjem 220 µl 100% etanola. Kompletan sadržaj smjese uzorka i etanola je zatim prebačen u plastičnu mikrotubicu (2 ml) u kojoj se nalazila HiBind® DNA mini filtrirna kolonica s membranom za vezivanje DNA. Tijekom centrifugiranja mikrotubice na najvećoj brzini tijekom jedne minute došlo je do vezivanja DNA iz uzorka na membranu filtrirne kolone, dok je filtrat odbačen. Uslijedio je postupak ispiranja vezane DNA u tri koraka: prvo dodavanjem 500 µl HBC pufera razrjeđenog sa 100 % izopropanolom, a zatim i dodavanjem 700 µl pufera za ispiranje razrjeđenog sa 100% etanolom dva puta, uz centrifugiranja tijekom 30 sec na maksimalnoj brzini i uz uklanjanje filtrata. Filtrirna kolonica je centrifugirana 2 min na najvećoj brzini kako bi se uklonili ostaci etanola te kako bi se kolonica osušila. U završnom koraku eluiranja filtrirna kolonica je prebačena u sterilnu mikrotubicu te je na nju izravno naneseno 100 µl pufera za eluiranje zagrijanog na 70 °C, nakon čega je smjesa inkubirana 2 min na sobnoj temperaturi i centrifugirana 1 min na najvećoj brzini. Dobiveni eluat sadržavao je pročišćenu ukupnu genomsku DNA koja je pohranjena na – 20 °C do daljnih analiza. Kvaliteta DNA utvrđena je elektroforezom na gelu agaroze, a koncentracija mjerenjem na spektrofotometru (NanoDrop™ 2000, ThermoFisher Scientific, Inc., USA).

Fragment COI gena umnožen je metodom lančane reakcije polimeraze (PCR; eng. *Polymerase Chain Reaction*) uz korištenje uzvodne i nizvodne početnice Fish-BCL 5'-TCA ACY AAT CAY AAA

GAT ATY GGC AC-3 i Fish-BCH 5'-ACT TCY GGG TGR CCR AAR AAT CA-3 (Baldwin i sur., 2009). Za umnožavanje DNA korišten je komercijalni kit (QIAGEN® Multiplex PCR kit, QIAGEN, USA), prema uputama proizvođača.

Reakcijska smjesa za PCR sadržavala je: 3 µl uzorka kalupa DNA (koncentracije prethodno podešene na 50 ng/µl), 25 µl Multiplex PCR Master Mix (mješavina HotStarTaq DNA polimeraze, Multiplex PCR pufera i nukleotida dNTP Mix), 10 µl Q-otopine, 5 µl mješavine početnica i 7 µl sterilne vode (bez nukleaza, eng. DNase i *RNa-se free*). Uvjeti PCR reakcije bili su podešeni tako da se u prvom koraku početna denaturacija DNA (razdvajanje lanaca) odvijala na 95°C (15 min), nakon čega je uslijedilo 45 ciklusa: denaturacije na 95°C (20 s), vezanja (engl. annealing) početnica na kalup na 55°C (20 s) i produženje (engl. elongation) lanaca na 72°C (40 s). Završno produženje lanaca DNA odvijalo se na 72° C (30 min).

Umnoženi PCR produkti (2 µl) razdvojeni su elektroforezom na 1% agaroznom gelu (TopVision Agarose, ThermoFisher Scientific, Inc., USA) koji je sadržavao etidij bromid, da bi se provjerila uspješnost PCR reakcije umnožavanja DNA, kao i njihova kvaliteta i količina. Nakon elektroforeze gel je položen na transiluminator i ozračen UV svjetlom te je utvrđena prisutnost i količina DNA fragmenata kao i njihova približna duljina usporedbom sa fragmentima standarda DNA (Gene Ruler™ DNA Ladder Mix, ThermoFisher Scientific, Inc., USA).

Smjesa koja je sadržavala umnožene fragmente COI gena pročišćena je korištenjem komercijalnog kita (GenElute™ PCR Clean-Up Kit, SIGMA-ALDRICH®, USA) prema uputama proizvođača kako bi se uklonile zaostale nečistoće (početnice, nukleotidi, soli i dr.) nakon čega je uzorak DNA ponovno razdvojen elektroforezom na gelu agaroze kako bi se dodatno utvrdila kvaliteta PCR fragmenta.

Za određivanje slijeda DNA PCR fragmenata gena COI sekvenciranjem korišten je 3500 Genetic Analyzer (Thermo Fisher Scientific, Inc. USA). Sekvenciranje je provedeno u dva smjera i to u triplikatima, korištenjem komercijalnog kita (BigDye™ Terminator *v*3.1 Cycle Sequencing Kit, ThermoFisher Scientific, Inc., USA) prema uputama proizvođača. Reakcijska smjesa za sekvenciranje (ukupno 10 µl) sadržavala je 2 µl pročišćenog PCR produkta, 1 µl reakcijske smjese za sekvencioniranje, 2 µl pufera za sekvenciranje, 0.7 µl početnice (13pmol/µl) po reakciji sekvencioniranja i 4.3 µl sterilne vode (bez nukleaza, eng. *DNase* i *RNa-se free*).

Za provjeru kvalitete sekvenci i za uklanjanje nepravilno učitanih početaka i krajeva slijedova nukleotida korišten je softwer Finch TV 1.4. (Geospiza, Informer Technologies, Inc., USA). Sekvence su potom sravnjene korištenjem programskog paketa MEGA 5.05. (Molecular Evolutionary Genetic Analysis, Tamura i sur., 2011).

3.4. Usporedba postaja prema raznolikosti vrsta u ulovu

Indeksi biološke raznolikosti pokazuju promjene u bogatstvu i ujednačenosti između skupova podataka. Za vrednovanje strukture ribljih zajednica u istraživanom razdoblju na različitim postajama korišteni su podatci o ulovu mreže stajaćice oka mahe od 40 mm s obzirom da je taj alat korišten kontinuirano tijekom kompletnog razdoblja istraživanja. Kako bi se dobili što potpuniji podatci, izračunati su slijedeći indeksi raznolikosti: Simpsonov indeks, Simpsonov indeks raznolikosti, Shannon-Wienerov indeks, Brillouinov indeks, Mehnikov indeks bogatstva, Margelaefovo bogatstvo vrsta, Piellouova ujednačenost, α - vrijednost i Berger-Parkerov indeks dominacije (prema Chao, 1984 i Harper, 1999):

1. Simpsonov indeks (D)

   $D = \sum pi^2$

   Gdje je: pi – udio pojedine (i-te) vrste u zajednici

2. Simpsonov indeks raznolikosti (SI)

   $$SI = 1 - \frac{\sum \mathrm{ni}(\mathrm{ni} - 1)}{N(N-1)}$$

   Gdje je: ni – broj jedinki određene vrste

   N – ukupan broj jedinki

3. Shanon Wienerov indeks (H')

   $H' = \Sigma\ (p_i)\ (\log_2 p_i)$

   Gdje je: pi – udio određene vrste u ukupnom uzorku

4. Brillouinov indeks ($\hat{H}$)

   $$\hat{H} = \frac{1}{N} \log\left(\frac{N!}{n_1! n_2! n_3! \ldots} \right)$$

   Gdje je: N – ukupan broj jedinki

   n – broj jedinki određene vrste

   ! - faktorijeli

5. Mehnikov indeks bogatstva (M)

   $$M = \frac{S}{\sqrt{(n)}}$$

   Gdje je: S - ukupan broj vrsta u uzorku

   n – ukupan broj jedinki u uzorku

6. Margelaefovo bogatstva vrsta (d)

$$d = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$$

Gdje je: S – ukupan broj vrsta u uzorku

N - ukupan broj jedinki

7. Piellouova ujednačenost (J')

$$\mathrm{J}' = \frac{\mathrm{H}'}{\frac{\ln(S-1)}{\ln(N)}}$$

Gdje je: H' - Shanon Wienerov indeks raznolikosti

S - ukupan broj vrsta u uzorku

N - ukupan broj jedinki u uzorku

8. α - vrijednost

$$\frac{S}{N} = \frac{(1-x)}{x[-\ln(1-x)]}$$

Gdje je: S - ukupan broj vrsta u uzorku

N - ukupan broj jedinki u uzorku

x – procijenjeni broj jedinki u uzorku

Nakon toga izračuna se α- vrijednost:

$$\alpha - \text{vrijednost} = \frac{\mathrm{n}(1-\mathrm{x})}{x}$$

9. Berger Parkerov indeks (d)

$$d = \frac{N_{maks}}{N}$$

Gdje je: N_{maks} – brojnost najdominantnije vrste u uzorku

N – ukupan broj jedinki

3.5. Analitička obrada morfometrijskih i merističkih parametara

U svrhu daljnje statističke obrade, sve morfometrijske i merističke mjere obrađene su na način da su izračunati: srednja vrijednost, standardna devijacija, minimum i maksimum.

Visina i širina usnog otvora korištene su za izračun površine po formuli (Erzini i sur., 1997):

$MA = 0{,}25 \cdot \pi \cdot (MH \cdot MW)$,

gdje je:

MA – površina usnog otvora

MH – visina usnog otvora

MW – širina usnog otvora

Relativna duljina crijeva računata je po formuli (Karachle i Stergiou, 2010):

$RIL = \frac{IL}{TL}$,

gdje je:

RIL – relativna duljina crijeva

IL – duljina crijeva

TL – ukupna duljina.

3.6. Dužinsko-maseni odnosi termofilnih vrsta riba

Alometrijski odnos između dužine (Lt) i mase (W) (izmjere s preciznošću od 0,1 cm/0,1 g) ispitan je pomoću funkcionalne regresije (Ricker, 1975):

$$\log W = \log a + b \log L_t$$

odnosno pomoću eksponencijalne jednadžbe:

$$W = a \ L_t^b$$

gdje su: L_t = ukupna tjelesna dužina, W = masa, a i b = konstante.

Eksponent b je omjer logaritma rasta u odnosu dužine i mase. Promjena ovoga odnosa (W/Lt) očituje se u tijeku života riba u nekoliko kritičnih faza (npr. sazrijevanje i mrijest). Kod dužinsko-masenih odnosa (W/Lt), vrijednosti konstante b veće od 3 (b>3) označavaju pozitivnu, a manje od 3 (b<3) negativnu alometriju. Ako je b jednak 3 (b=3) odnos W/Lt je izometrijski, odnosno riba jednako raste u duljinu i masu. Negativna alometrija pokazuje brži dužinski nego maseni rast, a pozitivna obrnuto. Kod izometrijskog odnosa riba raste razmjerno jednako u dužinu i u masu, uz stalno zadržavanje svog uobičajenog oblika.
Dužinsko-maseni odnosi izračunati su za sve termofilne vrste čija je brojnost bila veća od 20 jedinki sveukupno u istraživanom razdoblju.

3.7. Fultonov indeks kondicije (CF%)

Vrijednost indeksa kondicije proizlazi iz dužinsko – masenog odnosa ($W = a \cdot L^b$), odnosno predstavlja koeficijent a umnožen za 100, uz pretpostavku da je koeficijent b = 3.

Izražava se pomoću kubičnog ili Fultonovog koeficijenta (Ricker, 1975) prema formuli:

$CF\% = 100\ W\ L_t^{-3}$

gdje su:

CF% – vrijednost indeksa kondicije

W – masa ribe u g,

L_t - ukupna duljina ribe u cm.

3.8. Hepatosomatski indeks (HSI%)

Za procjenu zdravstvenog stanja ribe i status energetskih rezervi određen je hepatosomatski indeks (HSI%) prema Morado i sur., 2017:

$$HSI\% = \frac{\text{masa jetre (g)}}{\text{masa eviscerirane ribe (g)}} \text{ x } 100$$

3.9. Gonadosomatski indeks (GSI%)

Za procjenu reproduktivnog ciklusa određen je gonadosomatski (GSI%) prema Flores i sur., 2015:

$$GSI\% = \frac{\text{masa gonada (g)}}{\text{masa eviscerirane ribe (g)}} \text{ x } 100$$

3.10. Analize sadržaja probavila

Za određivanje organizama prisutnih u želudcu korištena je lupa tipa Leyca ES2. Determinacija plijena izvršena je do većih kategorija, odnosno vrsta ukoliko je to bilo moguće. Za determinaciju su korišteni sljedeći ključevi: Riedl, 2015; Jardas, 1996; Froese i Pauly, 2019. Podaci su uneseni i analiziranu pomoću programa *Excel, Microsoft Office 2010* programskog paketa.

Za analizu i praćenje sastava prehrane riba korišteni su izračuni vrijednosti postotka učestalosti pojavljivanja (F%), postotka brojnosti (N%) te postotka mase (W%) kako bi se dobili podatci o primarnoj, sekundarnoj i povremenoj prehrani, odnosno procjeni prehrambenih navika (Piria i sur., 2001). Za svaku pojedinu kategoriju plijena izračunati su sljedeći hranidbeni indeksi: Holden i Raitt (1974) i Rossechi i Nouaze (1987):

Postotak učestalosti pojavljivanja (F%):

$F\% = f_i / \sum f \times 100$

Gdje je:

fi = frekvencija jedne svojte plijena

$\sum f$ = Ukupna frekvencija svih svojti

Ova metoda koristi se za vrste koje konzumiraju mali i/ili veliki plijen. Frekvencija za svaku hranidbenu svojtu izražena je kao postotak svih pronađenih organizama u probavilu (želudcu) pri čemu je svakoj proučavanoj jedinki, odnosno probavilu, za određenu konzumiranu svojtu plijena dodjeljena nula ili jedinica (prisutno ili nije prisutno). Zbrojem prisutnih svojti plijena u probavilu označen je zbroj frekvencija nakon čega je izračunat postotak (Treer i Piria, 2018).

Postotak brojnosti (N%):

$N\% = n_i / \sum n \times 100$

Gdje je:

n_i = broj hranidbenih kategorija

$\sum n$ = ukupan broj svih hranidbenih kategorija

Metodom postotka brojnosti (N%) prikazan je broj jedne konzumirane svojte plijena u odnosu na ukupan broj svojti plijena pronađenih u probavilima (Holden i Raitt, 1974). Njihov kvocijent daje

reprezentativan postotak izražen brojem za svaku hranidbenu kategoriju (Windell, 1791). Uspješnost ove metode očituje se u primjeni na vrste koje konzumiraju krupniji plijen i na predatore. Pri izračunu postotka brojnosti (N%) biljna hrana nije uzeta u obzir zbog nemogućnosti njezina brojanja.

Za izračun postotka mase (W%), svojte plijena su identificirane, sortirane i određena je njihova mokra težina nakon čega su vrijednosti za različite svojte sumirane te su rezultati izračunati kao postoci težine cjelokupne hrane u svim uzorcima (Treer i Piria, 2018).

Postotak mase (W%):

$W\% = W_i / \sum W \times 100$

Gdje je:

W_i = masa jedne hranidbene kategorije

$\sum W$ = ukupna masa

Kako bi se dobili što precizniji podatci o intenzitetu ishrane, izračunata su dva različita koeficijenta: koeficijent punoće probavila i koeficijent praznosti probavila prema Windell (1971).

a) Koeficijent punoće probavila (Jr%) opisuje intenzitet ishrane:

$$Jr\% = \frac{\text{masa sadržaja probavila (g)}}{\text{masa ribe (g)}} \times 100$$

b) Koeficijent praznosti probavila (VI%)

Koeficijent praznosti probavila (VI%) je inverzna indikacija intenziteta ishrane koja varira s obzirom na mrijest, sezonske promjene temperature mora i svojte plijena. Predstavlja postotni omjer broja praznih probavila i ukupnog broja probavila.

$$VI\% = \frac{\text{broj praznih probavila}}{ukupan\ broj\ svih\ analiziranih\ probavila} \times 100$$

Za procjenu važnosti svojti plijena korišten je koeficijent relativnog značenja (IRI) u kojemu su sumirani postotak učestalosti pojavljivanja (F%), postotak brojnosti (N%) i postotak mase (W%).

Iz tih vrijednosti generiran je koeficijent apsolutnog značenja (IAI_a):

$$IAI_{a\%} = F\% + N\% + W\%$$

Nakon toga je suma vrijednosti koeficijenta apsolutnog značenja upotrijebljena u kalkulaciji koeficijenta relativnog značenja svake svojte plijena (Hodgson i Kitchell, 1987):

$$\mathrm{IRI\%} = 100 \text{ x } \frac{\mathrm{IAIa}}{\sum_{a=1}^{n} \mathrm{IAIa}}$$

Gdje je:

a= specifična hranidbena kategorija

n= broj različitih tipova hrane

Za svaki tip prehrane za IRI% koeficijent moguće su vrijednosti od 0 do 100 (Hodgson i sur., 1989). Kako bi se ustanovilo preklapaju li se prehrambene navike istraživanih vrsta i u kojoj mjeri upotrijebljen je sljedeći indeks:

Indeks preklapanja prehrambenih navika (α), (Schoener, 1970)

$$\alpha = 1 - 0.5\left(\sum_{i=1}^{n} \left| PV_{xi} - PV_{yi} \right| \right)$$

Gdje je:

n = broj svojti plijena

PV_{xi} = proporcija hranidbene kategorije i u vrsti x

PV_{yi} = proporcija hranidbene kategorije i u vrsti y

Vrijednosti α variraju od 0 (nema preklapanje ishrane) do 1 (potpuno preklapanje ishrane) pri čemu vrijednosti od 0,8 – 1 predstavljaju vrlo sličnu ishranu, vrijednosti od 0,6 – 0,8 predstavljaju biološki signifikantnu ishranu i dokazuju međusobnu kompeticiju ukoliko je raspoloživost hrane limitirana (Krebs, 1999; Lorenzioni i sur., 2002). Za izračun α u ovom istraživanju koristili su se vrijednosti preklapanja indeksa relativnog značenja (IRI) pojedine termofilne vrste riba u odnosu na drugu.

3.11. Ulov po jedinici napora (CPUE)

Na temelju 156 ostvarenih ulova jednostrukim mrežama stajaćicama veličine oka mahe od 40 mm, 18 ulova jednostrukim mrežama stajaćicama veličine oka mahe od 32 mmu te 4 ulova obalnom mrežom potegačom izračunat je CPUE. Pri ribolovu mrežama stajaćicama, prilikom svakog odlaska na teren bilježilo se vrijeme njihove lovnosti (koliko dugo su bile u moru). Kada se koristila mreža potegača, bilježio se datum korištenja i vrijeme njezine primjene pri ribolovnoj aktivnosti zapasa, u što je bilo uračunato i vrijeme dolaska do pojedine ribolovne postaje.
Kako bi se odredio ulov po jedinici napora za svaku termofilnu vrstu, podaci su standardizirani prema Hoggarth i sur. (2006), na način da se izračunala masa (kg) ulovljenih riba u periodu korištenja ribolovnog alata (h), odnosno prema formuli:

$$\text{CPUE} = \frac{\text{masa ribe (kg)}}{\text{vrijeme ribolova (h)}}$$

3.12. Statistička obrada podataka

Vrste čija je prisutnost ujednačena i statistički značajna (>95%) za sve postaje određene su prema Harper (1999). Za usporedbu postaja temeljem abundancije zastupljenih vrsta, korištena je cluster metoda bazirana na Bray-Curtisovoj različitosti (Saitou i Nei, 1987). Rezultati su dobiveni obradom podataka u programu PAST (Ter Braak i Smilauer, 2002) i prikazani su u obliku cluster dijagrama. Isti program korišten je i za izračun indeksa raznolikosti po postajma za ulov ostalih vrsta riba u mrežu stajaćicu oka mahe od 40 mm.

Sve morfometrijske i merističke mjere obrađene su na način da je utvrđena srednja vrijednost, standardna devijacija, minimum i maksimum. Neobrađeni podatci ukupne i standardne duljine prikazani su tablično po postajama, a ANOVA test ($p<0,05$) je korišten za utvrđivanje statističkog značaja između pojedinih mjerenih parametara kod različitih vrsta. Metodom linearne regresije utvrđen je odnos između ukupne i standardne duljine, kao i odnos površine usnog otvora i ukupne duljine. Za određivanje statističkog značaja površine usnog otvora kod različitih vrsta korišten je također ANOVA test.

Metodom linearne regresije utvrđen je odnos duljine crijeva i ukupne duljine. Za utvrđivanje korelacije između duljine crijeva i mase ribe korišten je Zihlerov indeks koji je izračunat po formuli (Zihler, 1982):

$$ZI = \frac{IL\ (u\ milimetrima)}{10 \cdot \sqrt[3]{W}},$$

gdje je:
ZI – Zihlerov indeks
IL – duljina crijeva
W – masa ribe.

Za određivanje statističkog značaja Zihlerovog indeksa i relativne duljine crijeva između vrsta korišten je ANOVA test ($p<0,05$).

Broj branhiospina na lijevom i desnom škržnom luku prikazan je grafički plot dijagramom po vrstama. Za utvrđivanje statističkog značaja broja branhiospina na lijevom i desnom škržnom luku kod svake vrste korišten je T – test ($p<0,05$).

Analiza kanoničke korespondencije (CCA) više je puta upotrebljavana u analizi morfometrijskih parametara (Douglas i Matthews, 1992; Labropolou i Eleftheriou, 1997) i dopušta usporedbu i testiranje udaljenosti dvije ili više grupa uzimajući u obzir više varijabli u isto vrijeme.

Za analizu odnosa između morfoloških i hranidbenih varijabli (IRI%), kao i za usporedbu razlika između istraživanih vrsta temeljem većeg seta varijabli korišten je CANOCO 5 softver paket (Ter Braak i Šmilauer, 2012). Broj branhiospina i veličina usta korištene su kao kvantitativne varijable, dok je postaja uzorkovanja bila nominalna varijabla. Za izvedbu CCA analize izuzete su vrste riba s brojem jedinki manjim od 20 te uzorci s praznim probavilima. Rezultati su iscrtani na dijagramu ordinacije kao triplot u sklopu programskog paketa CANOCO.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Sastav ulova

U kompletnom razdoblju istraživanja, dvjema mrežama stajaćicama i obalnom potegačom na tri postaje u Medulinskom zaljevu u ulovu su determinirane ukupno 52 vrste riba koje pripadaju 21 porodici (Horton i sur., 2021) (Tablica 1.). Od toga utvrđeno je 7 termofilnih vrsta: *Seriola dumerili* (Risso, 1810), *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766), *Sphyraena sphyraena* (Linnaeus, 1758), *Lichia amia* (Linnaeus, 1758), *Trachinotus ovatus* (Linnaeus, 1758), *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) i *Caranx crysos* (Mitchill, 1815).

Tablica 1. Detaljan popis svih vrsta riba u ukupnom ulovu na sve tri postaje tijekom istraživanog razdoblja s prikazanom sistematskom pripadnošću i vrstom ribolovnog alata s kojim su lovljene (S32 – stajaćica oka mahe od 32 mm, S40 – stajaćica oka mahe od 40 mm, P – obalna potegača) Termofilne vrste riba označene su znakom (*).

Red	Porodica	Znanstveni naziv	Hrvatski naziv	Ribolovni alat
Perciformes	Sparidae	*Boops boops*	Bukva	S32, S40
		Dentex dentex	Zubatac	S32, S40
		Diplodus annularis	Špar	S32
		Diplodus puntazzo	Pic	S32, S40
		Diplodus sargus sargus	Šarag	S40
		Diplodus vulgaris	Fratar	S32, S40
		Litognathus mormyrus	Ovčica	S32, S40
		Oblada melanura	Ušata	S40
		Pagellus acarne	Batoglavac	S32, S40
		Pagellus erythrinus	Arbun	S32, S40
		Pagrus pagrus	Pagar	S40
		Salpa sarpa	Salpa	S32, S 40
		Sparus aurata	Orada	S40
		Spondyliosoma cantharus	Kantar	S32, S40
	Carangidae	**Caranx crysos*	Plavi trkač	S40
		**Lichia amia*	Strijela bjelica	S40, P
		**Seriola dumerili*	Gof	S32, S40, P
		**Trachinotus ovatus*	Strijela modrulja	S40
		Trachurus trachurus	Šarun obični	S32, S40

Red	Porodica	Znanstveni naziv	Hrvatski naziv	Ribolovni alat
	Mullidae	*Mullus surmuletus*	Trlja kamenjarka	S32, S40
		Mullus barbatus	Trlja blatarica	S32, S40
	Scombridae	*Auxis rochei*	Luc	S32, S40
		Sarda sarda	Palamida	S40
	Centracanthidae	*Spicara maena*	Modrak	S32
	Coryphaenidae	**Coryphaena hippurus*	Lampuga	S40
	Pomatomidae	**Pomatomus saltatrix*	Strijelka skakuša	S40
	Sphyraenidae	**Sphyraena sphyraena*	Škaram	S32, S40, P
	Uranoscopidae	*Uranoscopus scaber*	Bežmek	S32, S40
	Moronidae	*Dicentrarchus labrax*	Brancin	S40
	Zeidae	*Zeus faber*	Kovač	S32, S40
	Trachinidae	*Trachinus draco*	Pauk bjelac	S32, S40
	Labridae	*Symphodus tinca*	Lumbrak	S32, S40
	Sciaenidae	*Sciaena umbra*	Kavala	S40
Pleuronectiformes	Soleidae	*Monochirus hispidus*	List hrapavac	S40
		Pegusa lascaris	List bradavkar	S32, S40
		Solea solea	List obični	S40
		Synapturychthys kleinii	List crnorub	S32
	Scophthalmidae	*Schopthalmus maximus*	Rumbač kvrgaš	S40
Mugiliformes	Mugilidae	*Chelon auratus*	Cipal zlatac	S32, S 40
		Chelon labrosus	Cipal putnik	S40
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	*Scorpaena porcus*	Škrpoč	S32, S40
		Scorpaena scrofa	Škrpina	S40
	Triglidae	*Chelidonyctis lastovitza*	Kokot glavaš	S40
		Chelidonyctis lucerna	Lastavica prasica	S32, S40
	Dactylopteridae	*Dactylopterus volitans*	Kokot letač	S32
Beloniformes	Belonidae	*Belone belone*	Iglica	S32
Clupeiformes	Clupeidae	*Engraulis encrasicolus*	Inćun	S40
Carcharhiniformes	Triakidae	*Mustelus mustelus*	Pas čukov	S39
Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	*Scyliorhinus stellaris*	Mačka mrkulja	S40
Myliobatiformes	Dasyatidae	*Dasyatis pastinaca*	Žutuga	S40
Myliobatiformes	Myliobatidae	*Myliobatis aquila*	Golub kosir	S40
Torpediniformes	Torpedinidae	*Torpedo marmorata*	Drhtulja	S40

Sve vrste su determinirane makroskopski prema postojećim ključevima, dok je vrstu *Caranx crysos* bilo potrebno potvrditi metodom DNA barkodiranja iz razloga što su neke vrste iz skupine Carangidae morfološki vrlo slične.

4.2. Rezultati identifikacije vrste metodom DNA brakodiranja

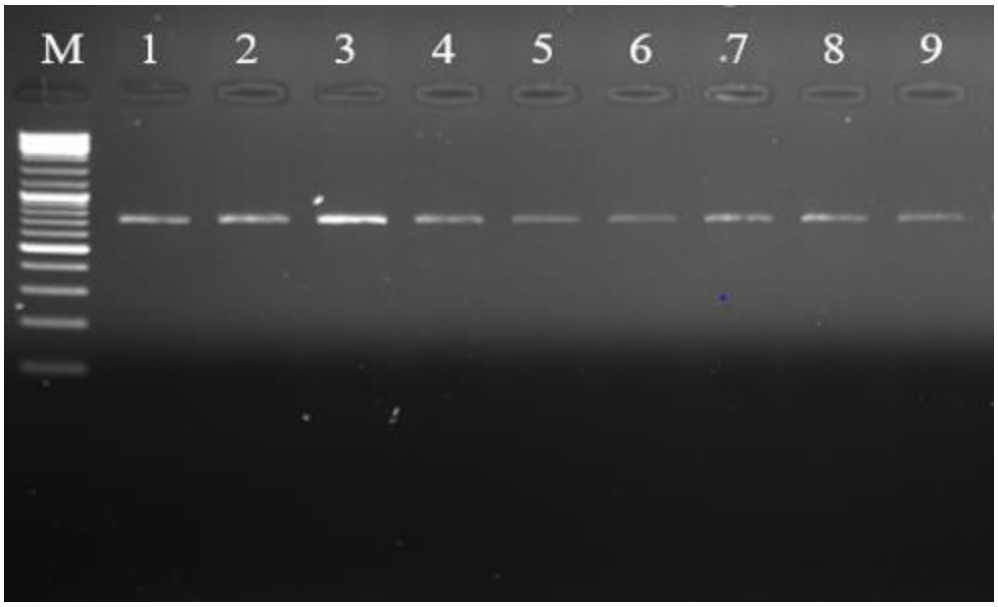
Na Slici 3. prikazana je fotografija gela nakon elektroforeze fragmenata DNA dobivenih nakon lančane reakcije polimerazom. U jažicama od 1-9 vidljive su relativno jake vrpce DNA fragmenta duljine između 500 i 1000 baznih parova koje odgovaraju očekivanom fragmentu gena COI duljine oko 700 baznih parova. U podnožju gela vidljivi su fragmenti niske molekularne mase (dimeri početnica) koji moraju biti uklonjeni prije reakcije sekvenciranja.



Slika 3. Elektroforeza PCR fragmenata gena podjedinice I mitohondrijske citokrom oksidaze (COI).

Elektroforeza je provezena u 1% agaroznom gelu s dodatkom etidijevog bromida. Jažice 1-9: PCR fragmenti uzoraka tri vrste tkiva u triplikatu (dorzalni mišić, pektoralna peraja i gonade).

Uzorci koji su sadržavali DNA fragmente ciljane veličine pročišćeni su prije reakcije sekvenciranja (Slika 4). Vidljivo je da su bjelkasti fragmenti niske molekularne mase koji su nakon elektroforeze bili vidljivi u podnožju gela, usješno uklonjeni pročišćavanjem prema protokolu iz materijala i metoda, budući se nisu pojavili nakon elektroforeze pročišćenog uzorka.

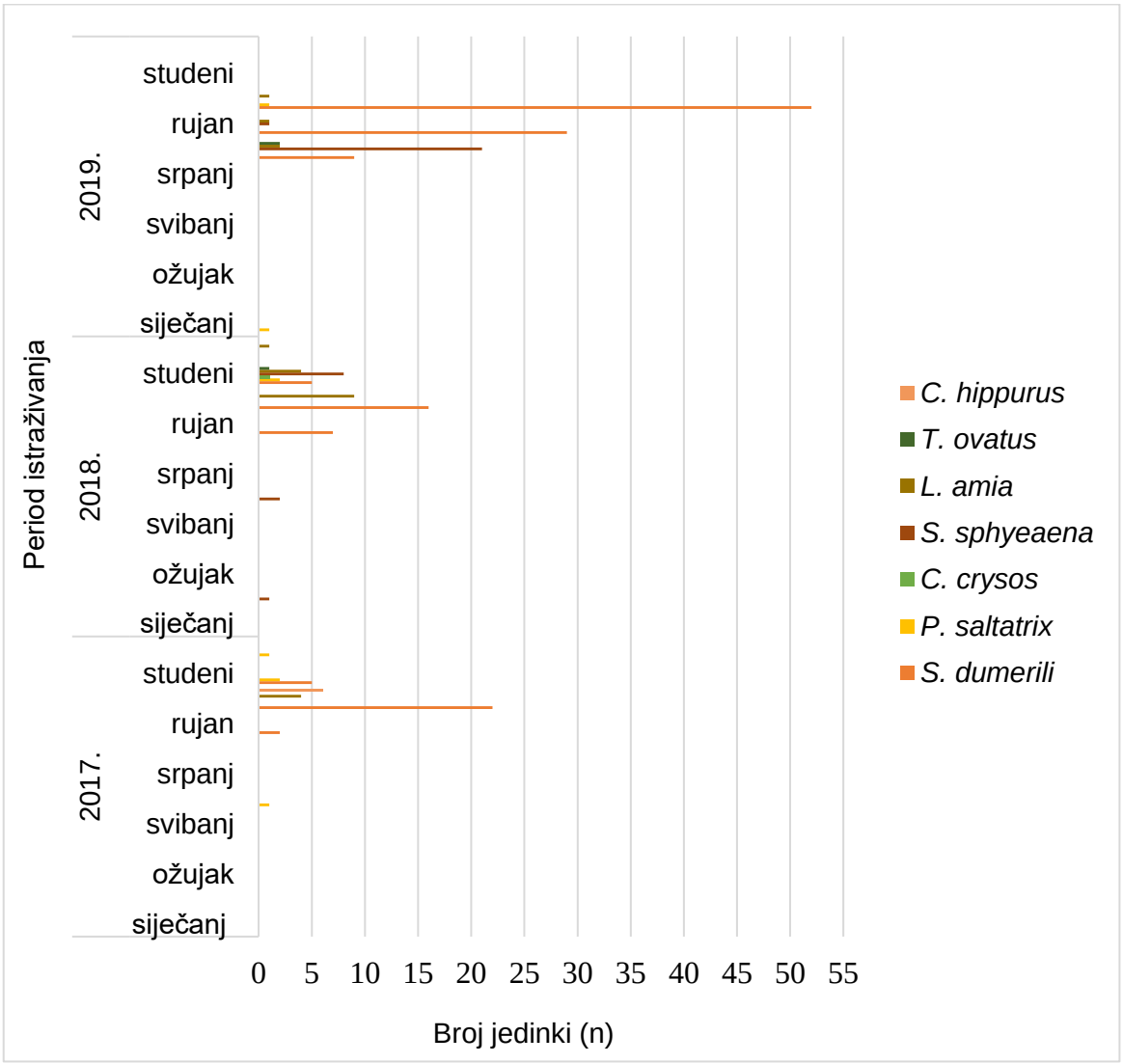


Slika 4. Elektroforeza PCR fragmenata gena podjedinice I mitohondrijske citokrom oksidaze (COI) nakon pročišćavanja.

Elektroforeza je provedena u 1% agaroznom gelu s dodatkom etidijevog bromida.
Nukleotidni slijed dobiven sekvenciranjem PCR fragmenta, analiziran je programom BLAST (eng. *Basic Local Alignment Search Tool*) koji omogućuje uspoređivanje sa sekvencama nukleotida dostupnim u NCBI bazi (National Center for Biotechnology Information, USA) GenBank. Ovom analizom utvrđena je podudarnost umnoženog slijeda duljine 676 parova baza sa slijedom podjedinice citokrom oksidaze I vrste *Caranx crysos* koja iznosi 99.85 %. Sljedeća podudarna sekvenca s preklapanjem od 99.08 % pripadala je vrsti *Caranx caballus* koja je međutim odbačena zbog manjeg postotka identičnosti. Sekvenca fragmenta gena za podjedinicu I mitohondrijske citokrom oksidaze za *C. crysos* nalazi se u Prilogu (Prilog 1.).

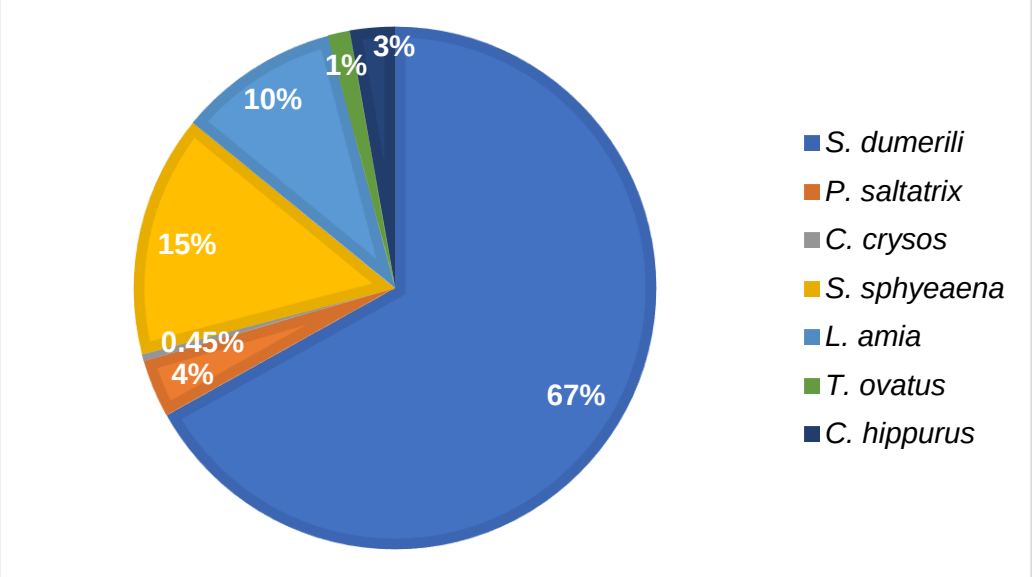
4.3. Brojčana zastupljenost (%) termofilnih vrsta riba u ulovu

Tijekom cjelokupnog razdoblja istraživanja na sve tri postaje ukupno je utvrđeno 220 jedinki termofilnih vrsta riba. Njihova brojčana vrijednost raste tijekom godina istraživanja pri čemu su u 2017. godini zabilježene 43 jedinke, u 2018. godini 57 jedinki te najviše, 120 jedinki, u 2019. godini (Grafikon 1.). Od svih termofilnih vrsta najbrojnija je bila *S. dumerili* (n = 147), iza koje slijede vrste *S. sphyraena* (n = 33), *L. amia* (n = 22), *P. saltatrix* (n = 8), *C. hippurus* (n = 6), *T. ovatus* (n = 3) i *C. crysos* (n = 1).



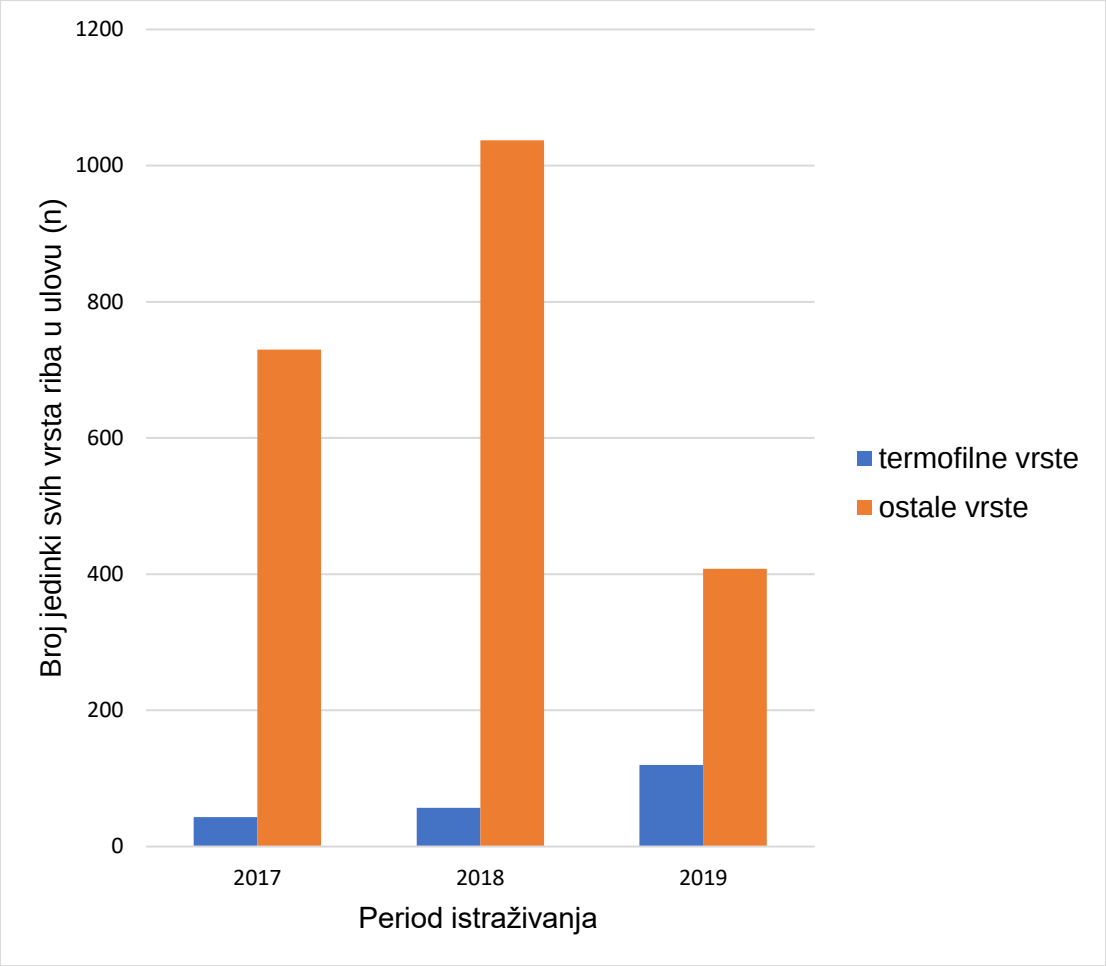
Grafikon 1. Broj pojedine termofilne vrste riba u lovinama po mjesecima u 2017., 2018. i 2019. godini.

Glavnina ulova termofilnih vrsta ostvarena je krajem ljeta i tijekom jeseni (rujan, listopad i studeni), a samo su neke vrste pojedinačno bilježene u lipnju 2017. godine i siječnju 2019. godine (*P. saltatrix*) te veljači i lipnju 2018. godine (*S. sphyreana*). U studenom 2018. godine zabilježen je najveći broj ovih vrsta (6) (*S. dumerili*, *P. saltatrix*, *S. sphyraena*, *L. amia*, *T. ovatus*, i *C. crysos*), a najmanji (1) u lipnju i prosincu 2017. godine *(P. saltatrix*), veljači, lipnju, rujnu i prosincu 2018. godine i siječnju 2019. godine (*S. dumerili*, *P. saltatrix*, *S. sphyraena*, *L. amia*). Najveći broj sakupljenih jedinki termofilnih vrsta riba u cjelokupnom periodu istraživanja zabilježen je u listopadu 2019. godine (54 jedinke), iza čega slijede kolovoz 2019. godine (34 jedinke), listopad 2017. godine (32 jedinke), studeni 2018. godine (21 jedinka) te ostali mjeseci kada je zabilježeno manje od 10 jedinki po mjesecima. Najveća brojčana zastupljenost (%) u lovinama zabilježena je za vrstu *S. dumerili* (67 %) iza koje slijede *S. sphyraena* (15 %), *L. amia* (10 %), *P. saltatrix* (3,6 %), *C. hippurus* (2,7 %), *T. ovatus* (1,4 %) i *C. crysos* (0,5 %) (Grafikon 2.).



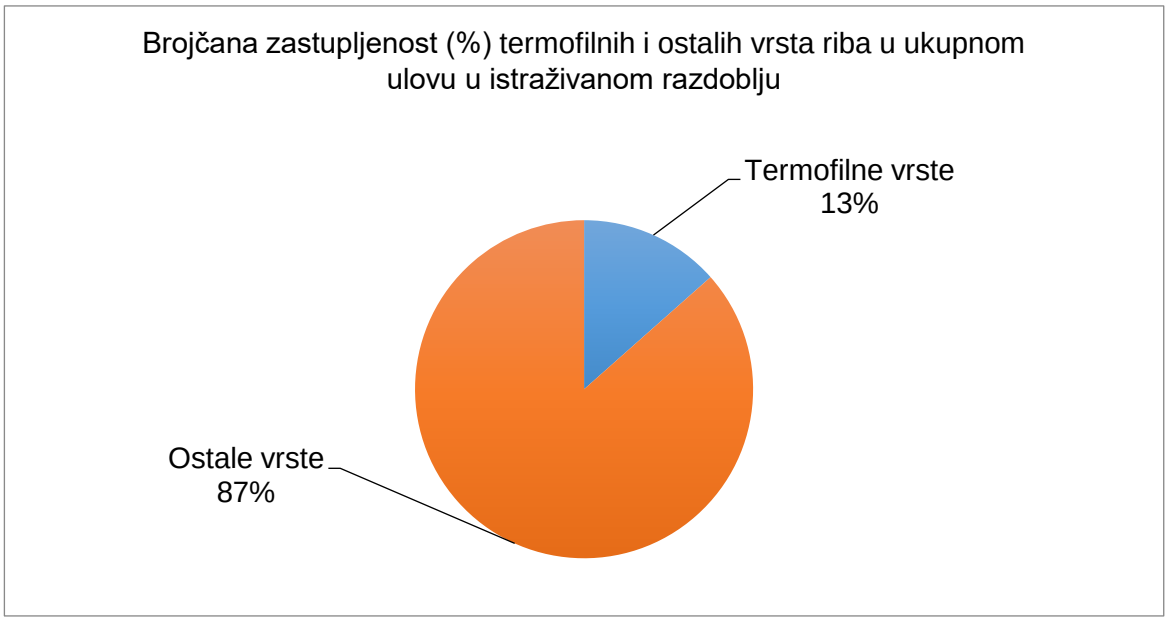
Grafikon 2. Brojčana zastupljenost (%) pojedine termofilne vrste u 2017., 2018. i 2019. godini.

Uz termofilne vrsta riba, tijekom kompletnog razdoblja istraživanja na svim postajama determinirano je 45 ostalih vrsta riba s ukupnom brojnošću od 2175 jedinki pri čemu je njihov najveći broj zabilježen u 2018. godini (1037), a najmanji u 2019. godini (408). Uspoređujući broj jedinki termofilnih s ostalim vrstama najveća razlika zabilježena je u 2018. godini (57 jedinki termofilnih vrsta u odnosu na 1037 jedinki ostalih vrsta), a najmanja u 2019. godini (120 jedinki termofilnih vrsta u odnosu na 408 ostalih vrsta) (Grafikon 3.).



Grafikon 3. Broj jedinki termofilnih i ostalih vrsta riba u ulovu na svim postajama u 2017., 2018. i 2019. godini.

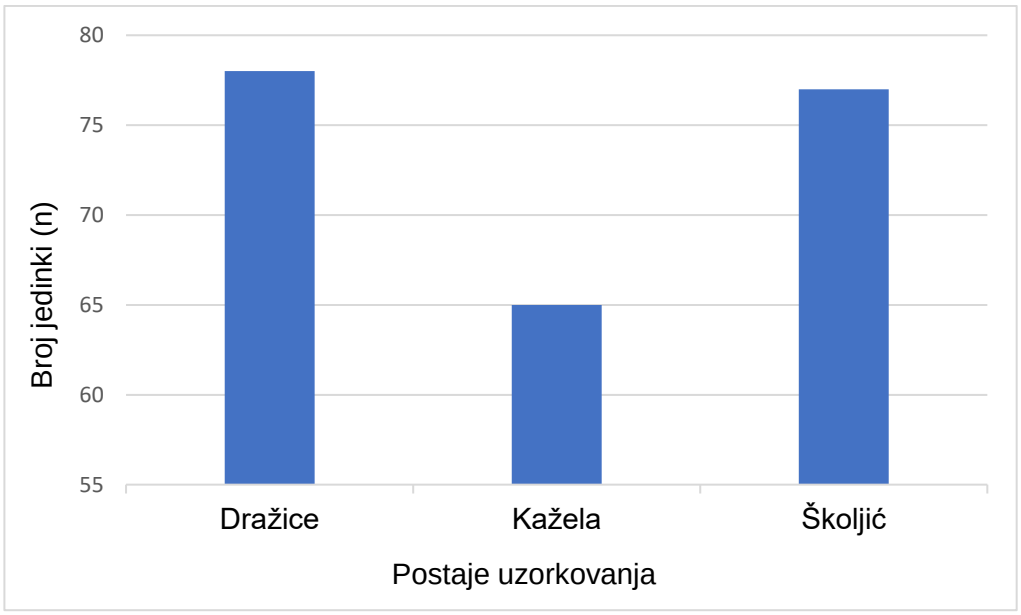
Brojčana zastupljenost termofilnih vrsta u ukupnom ulovu uzorkovanih svim primijenjenim alatima na svim istraživanim postajama tijekom istraživanog razdoblja iznosio je 13% (Grafikon 4.).



Grafikon 4. Brojčana zastupljenost (%) termofilnih i ostalih vrsta riba u ukupnom ulovu uzorkovanih svim upotrebljavanim ribolovnim alatima na sve tri postaje u 2017., 2018. i 2019. godini.

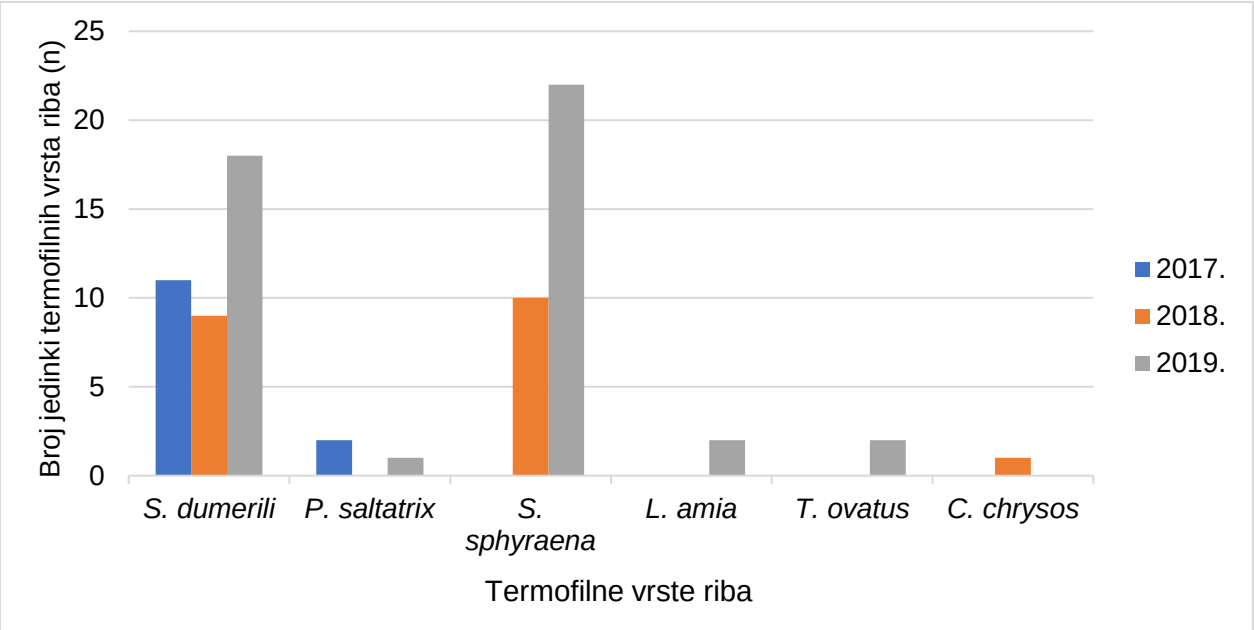
4.3.1. Zastupljenost po postajama

Od ukupnog broja jedinki termofilnih vrsta riba utvrđenih tijekom kompletnog razdoblja istraživanja najveći broj jedinki zabilježen je na postaji Dražice (78). Na postaji Kažela zabilježeno je najmanje jedinki (65) jedinki, dok je na postaji Školjić zabilježeno 77 jedinki (Grafikon 5.).



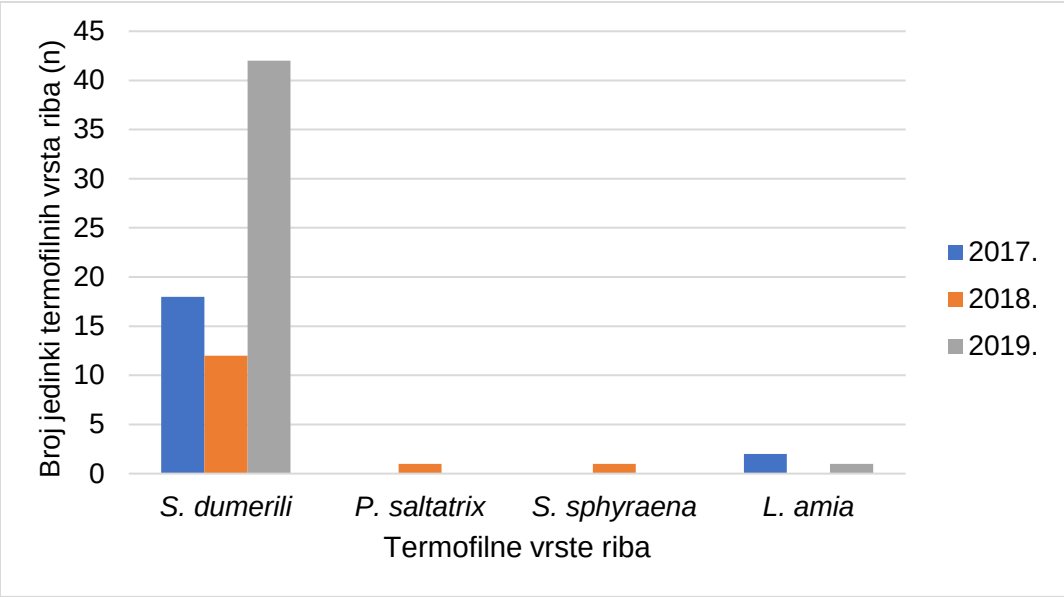
Grafikon 5. Ukupan broj sakupljenih termofilnih vrsta riba po postajama tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Broj termofilnih vrsta varirao je po postajama i godinama (Grafikon 6.). Na postaji Dražice su tako 2017. godine zabilježene dvije vrste (*S. dumerili* i *P. saltatrix*), 2018. godine tri vrste (*S. dumerili*, *S. sphyraena* i *C. crysos*) te 2019. godine 4 vrste (*S. dumerili*, *S. sphyraena*, *L. amia* i *T. ovatus*). Vrsta *S. dumerili* je na postaji Dražice bila brojčano nazastupljenija s ukupno 38 jedinki i njezin se broj mijenjao tijekom godina. Na postaji Dražice najviše jedinki zabilježeno je u 2019. godini (18), dok je u 2018. godini zabilježeno upola manje (9), a u 2017. godini 11. Vrsta *S. sphyraena* je na postaji Dražice pojedinačno najzastupljenija vrsta u 2019. godini s utvrđene 22 jedinke. Vrsta *P. saltatrix* na ovoj postaji zabilježena je u dva navrata, dvije jedinke u 2017. godini i jedna jedinka u 2019. godini dok su ostale vrste zabilježene samo tijekom jedne godine (*L. amia* i *T. ovatus* u 2019. godini s po dvije jedinke te jedna jedinka vrste *C. crysos* u 2018. godini).



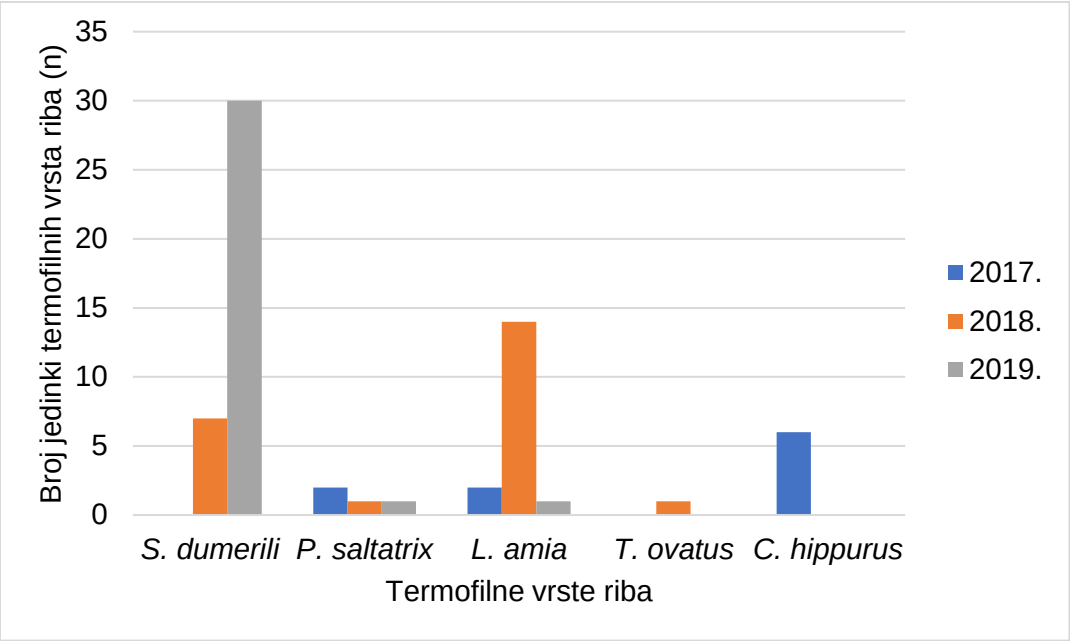
Grafikon 6. Broj jedinki termofilnih vrsta riba utvrđenih na postaji Dražice u 2017., 2018. i 2019. godini.

Na postaji Školjić tijekom kompletnog razdoblja istraživanja utvrđene su četiri termofilne vrste riba (*S. dumerili*, *P. saltatrix*, *S. sphyraena* i *L. amia*), ali je po godinama taj broj je varirao (Grafikon 7.). Tako su u 2017. godini zabilježene dvije vrste (*S. dumerili* i *L. amia*), u 2018. godini tri vrste (*S. dumerili*, *P. saltatrix* i *S. sphyraena*) te u 2019. godini dvije (*S. dumerili* i *L. amia*). Vrsta *S. dumerili* bila je brojčano najzastupljenija tijekom sve tri godine, a njezina najveća brojnost utvrđena je 2019. godine (42 jedinke), što je ujedno najveći broj jedinki jedne termofilne vrste zabilježene tijekom jedne godine istraživanja (2019. godine).



Grafikon 7. Broj jedinki termofilnih vrsta riba utvrđenih na postaji Školjić u 2017., 2018. i 2019. godini.

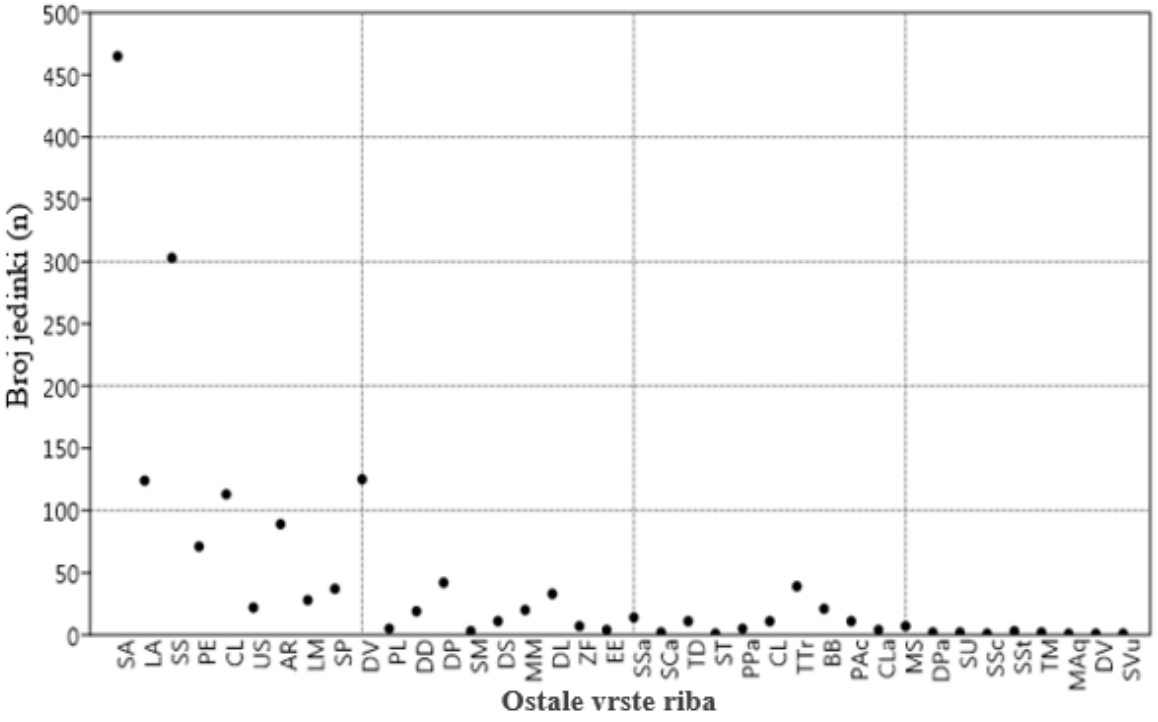
Tijekom godina istraživanja broj termofilnih vrsta riba zabilježenih na postaji Kažela bio je promijenjiv. U 2017. godini zabilježene su tri vrste (*P. saltatrix*, *L. amia* i *C. hippurus*), u 2018. godini četiri vrste (*S. dumerili*, *P. saltatrix*, *L. amia* i *T. ovatus*) te tri vrste u 2019. godini (*S. dumerili*, *P. saltatrix* i *L. amia*). Vrste *P. saltatrix* i *L. amia* su na postaji Kažela zabilježene tijekom sve tri godine istraživanja (Grafikon 8.). Od pet termofilnih vrsta riba zabilježenih na ovoj postaji Kažela (*S. dumerili*, *P. saltatrix*, *L. amia*, *T. ovatus* i *C. hippurus*) tijekom kompletnog razdoblja istraživanja, vrsta *S. dumerili* bila je brojčano najzastupljenija s ukupno 37 jedinki. Najviše jedinki zabilježeno je u 2019. godini (30), dok u lovinama u 2017. godini na toj postaji ta vrsta nije zabilježena. Od ostalih termofilnih vrsta riba, najveću brojnost imala je vrsta *L. amia* u 2018. godini (14 jedinki).



Grafikon 8. Broj jedinki termofilnih vrsta riba utvrđenih na postaji Kažela u 2017., 2018. i 2019. godini.

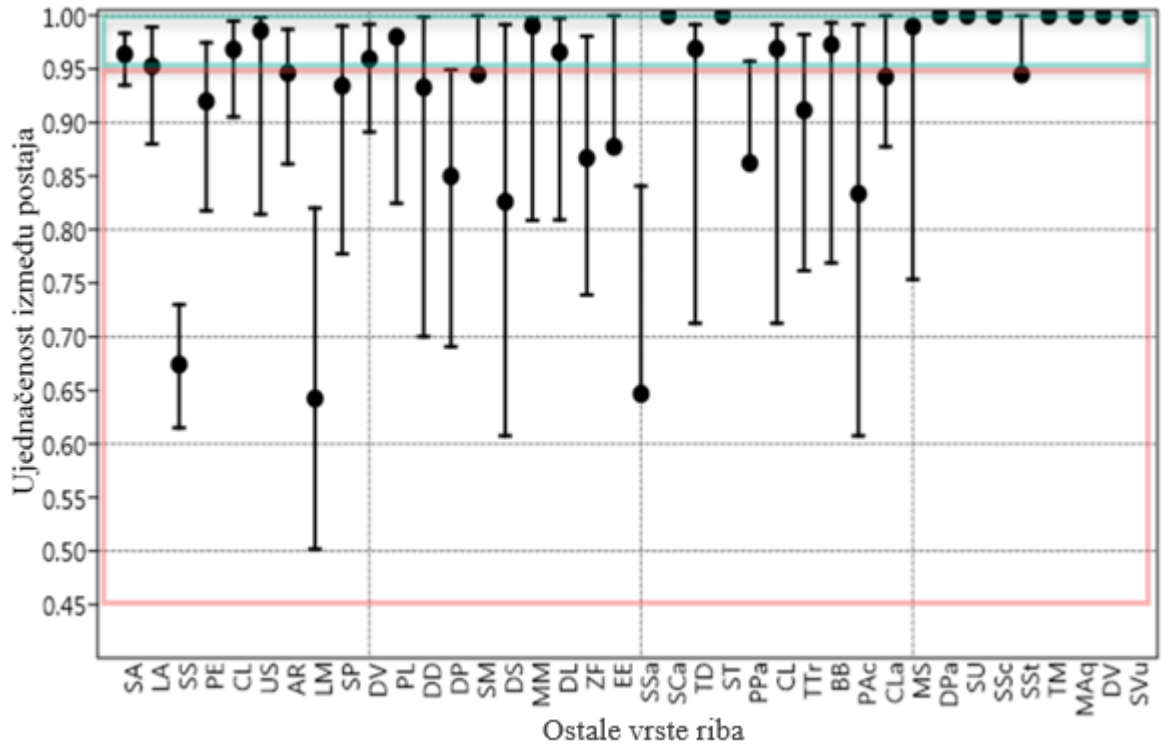
4.3.2. Usporedba postaja prema raznolikosti vrsta u ulovu

S obzirom da je jednostruka mreža stajaćica oka mahe 40 mm tijekom istraživanog perioda konstatno upotrebljavan alat, korištena je u svrhu procjene i usporedbe raznolikosti vrsta u ulovu po istraživanim postajama. U njenim je lovinama, uz termofilne vrste riba, na sve tri postaje zabilježeno 38 ostalih vrsta riba. *Sparus aurata* je bila najbrojnija vrsta (437 jedinki), iza koje slijede *Salpa sarpa* (310 jedinki), *Diplodus vulgaris* (130 jedinki), *Chelon aurata* (125 jedinki) (Slika 5.).



Slika 5. Ostale vrste riba koje su bile najbrojnije na sve 3 postaje iz ulova ostvarenog mrežom stajaćicom oka mahe od 40 mm.

Ostale vrste iz ulova mreže stajaćice oka mahe od 40 mm s najmanjom ujednačenošću pojavljivanja u lovinama na svim postajama su *Salpa sarpa* (SS), *Lithognathus mormyrus* (LM) i *Sarda sarda* (Ssa). Preostale su ujednačeno raspoređene na istraživanom području i mogu se smatrati uobičajenim za Medulinski zaljevu (Slika 6.).



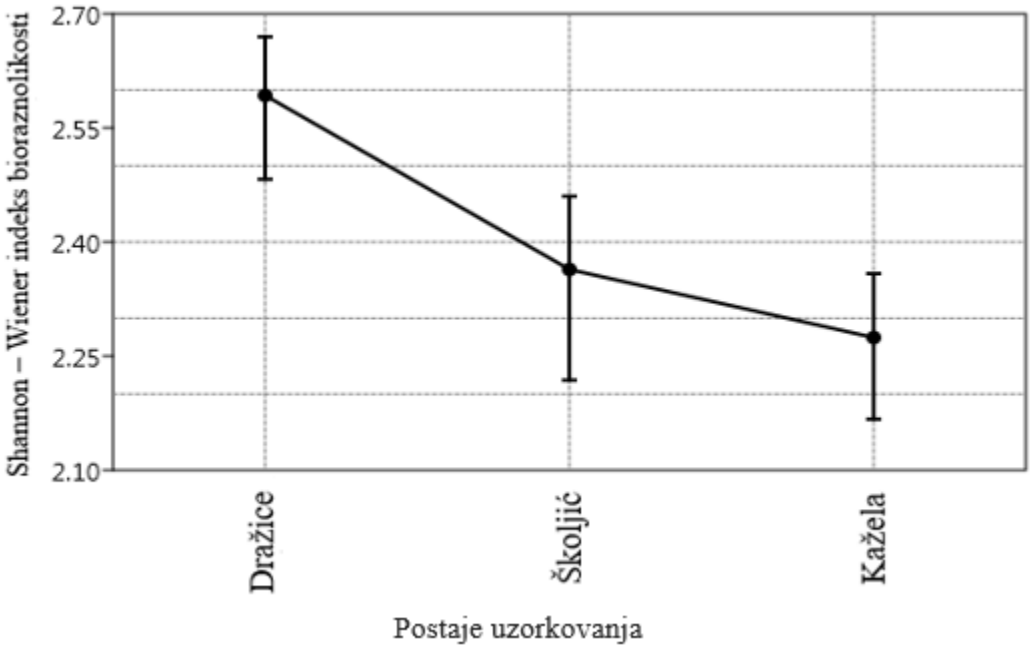
Slika 6. Ujednačenosti pojavljivanja ostalih vrsta riba u lovinama primjenom mreže stajaćice oka mahe od 40 mm. U plavom okviru (95% vjerojatnost pojavljivanja) prikazane su vrste sličnog obilja na svim postajama, dok su unutar crvenog okvira naznačene vrste s značajnijom preferencijom pojavljivanja u lovinama na određenoj postaji.

Analizom različitih indeksa bioraznolikosti s obzirom na brojnost vrsta po postajama u cijelokupnom istraživačkom razdoblju, pokazalo se da je postaja Dražice najkompleksnija. Ističe se po većem broju vrsta u ulova, čija je brojnost jedinki ujednačena. Srednja vrijednost jednog od najčešće korištenih indikatora raznolikosti, Shannon – Weinerova indeksa, na ovoj postaji iznosi 2.593 (Tablica 2.).

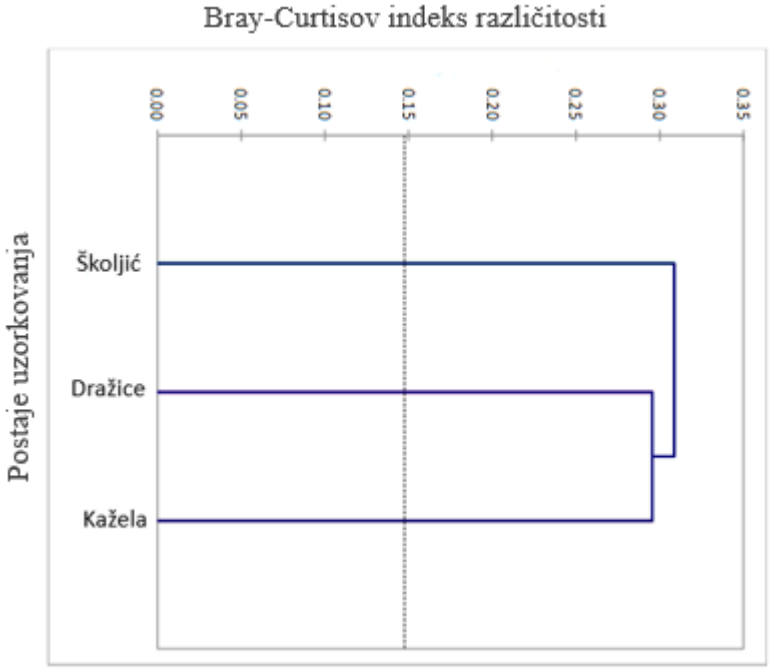
Tablica 2. Prikaz vrijednosti indeksa raznolikosti (SV – srednja vrijednost, DG – najmanja i GG – najviša vrijednost).

POSTAJA / INDEKS	DRAŽICE			ŠKOLJIĆ			KAŽELA		
	SV	DG	GG	SV	DG	GG	SV	DG	GG
Broj vrsta	29	28	30	34	31	36	29	28	30
Broj jedinki	455	455	455	534	534	534	671	671	671
Simsonov indeks	0,1129	0,09707	0,1288	0.1912	0,162	0.2204	0,1763	0,1564	0,1962
Simsonov indeks raznolikosti	0,8371	0,8712	0,9029	0.8188	0,7796	0,838	0,8237	0,8038	0,8436
Shannon-Wienerov indeks	2,593	2,497	2,638	2.364	2,245	2,483	2,274	2,179	2,37
Brillouinov indeks	2,483	2,392	2,575	2.26	2,146	2,374	2,198	2,105	2,291
Menhinikov indeks	1,36	0,3595	2,36	1.471	-1,029	3,971	1,12	0,1195	2,12
Margelaefovo bogatstvo vrsta	4,575	3,575	5,575	5.254	2,754	7,754	4,302	3,302	5,302
Piellouova ujednačenost	0,77	0,7417	0,7983	0.6704	0,6376	0,7031	0,6754	0,6472	0,7037
α - vrijednost	6,898	6,592	7,204	8.085	7,331	8,838	6,173	5,907	6,44
Berger-Parkerov indeks	0,2505	0,211	0,2901	0.4007	0.3596	0,4419	0,3383	0,3025	0,3741

Iako su postaje Školjić i Dražice međusobno manje udaljene, vrijednost Shannon – Weinerova indeksa bila je sličnija na postajama Školjić (2.364) i Kažela (2,274) (Grafikon 9.). Navedeno pokazuje i dendogram temeljen na Bray-Curtisovoj različitosti (Slika 7.).



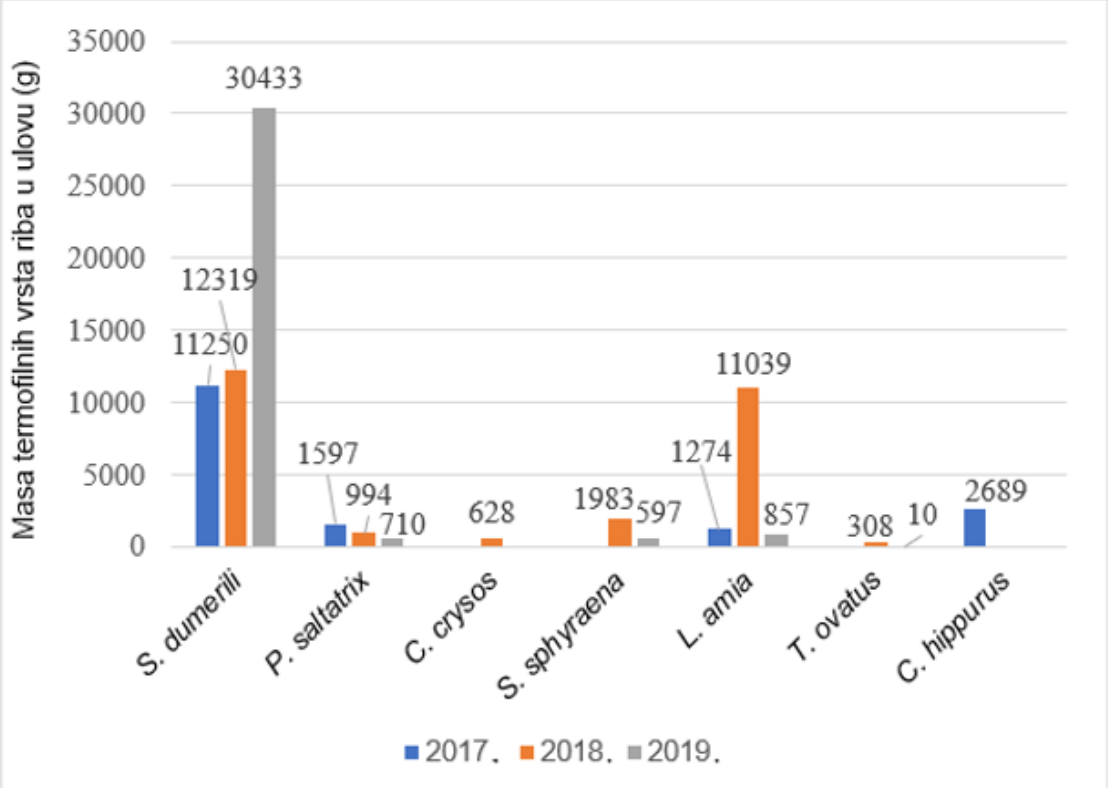
Grafikon 9. Srednje vrijednosti Shannon – Weinerovog indeksa bioraznolikosti za svaku postaju (Dražice – 2,593, Školjić – 2,364, Kažela – 2,274).



Slika 7. Klaster dijagram istraživanih lokacija temeljenog na Bray-Curtisovoj različitosti.

4.4. Masena zastupljenost (%) termofilnih vrsta riba u ulovu

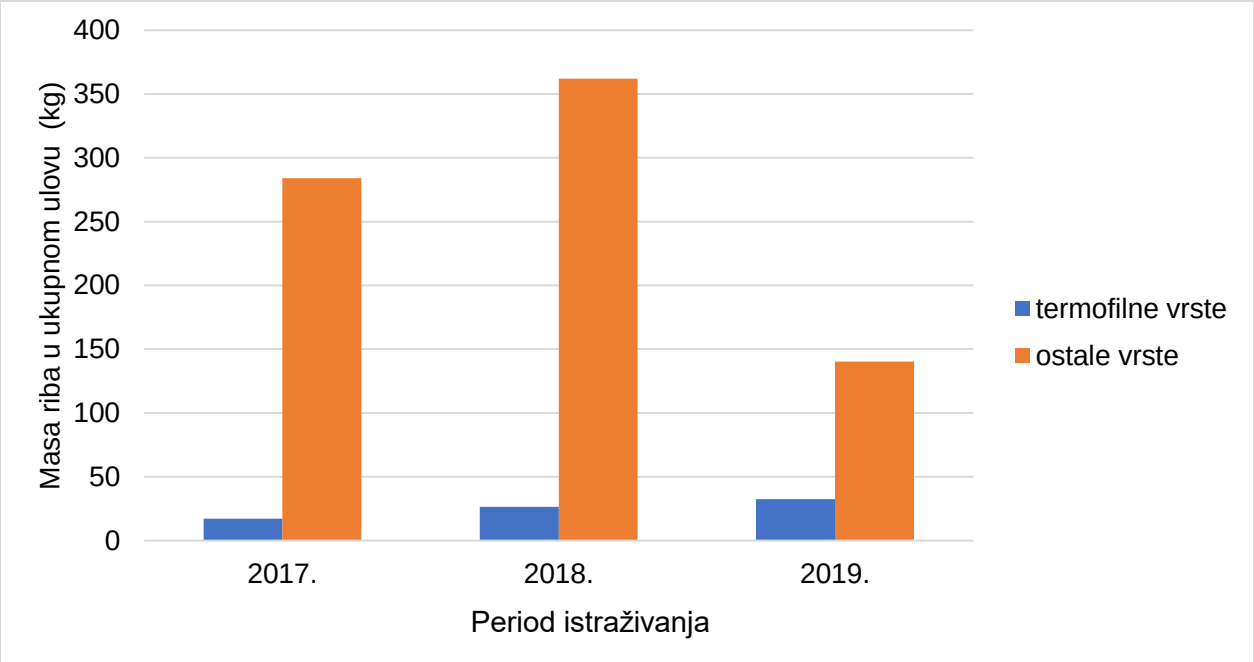
Ukupna masa ulovljenih termofilnih vrsta riba tijekom cjelokupnog perioda istraživanja iznosi 76687 g, od čega na ulov u 2017. godini otpada 16810 g, u 2018. godini 27270 g te u 2019. godini 32606 g (Grafikon 10.). Iz navedenog je razvidno da se ona tijekom godina povećala. U 2018. godini zabilježen je veći broj termofilnih vrsta riba u odnosu na broj vrsta u 2019. godini, međutim njihova ukupna masa je manja. Od termofilnih vrsta riba sa svih postaja, najveća ukupna masa zabilježena je za vrstu *S. dumerili* s 54001 g, iza koje slijede *L. amia* (13169 g), *P. saltarix* (3301 g), *C. hippurus* (2689 g), *S. sphyraena* (2580 g), *C. crysos* (628 g), dok je najmanja utvrđena za vrstu *T. ovatus* (317,6 g). Pri tom, glavnina masene zastupljenosti u ulovu termofilnih vrsta tijekom cijelog perioda istraživanja otpada na vrstu *S. dumerili* (70,4 %).



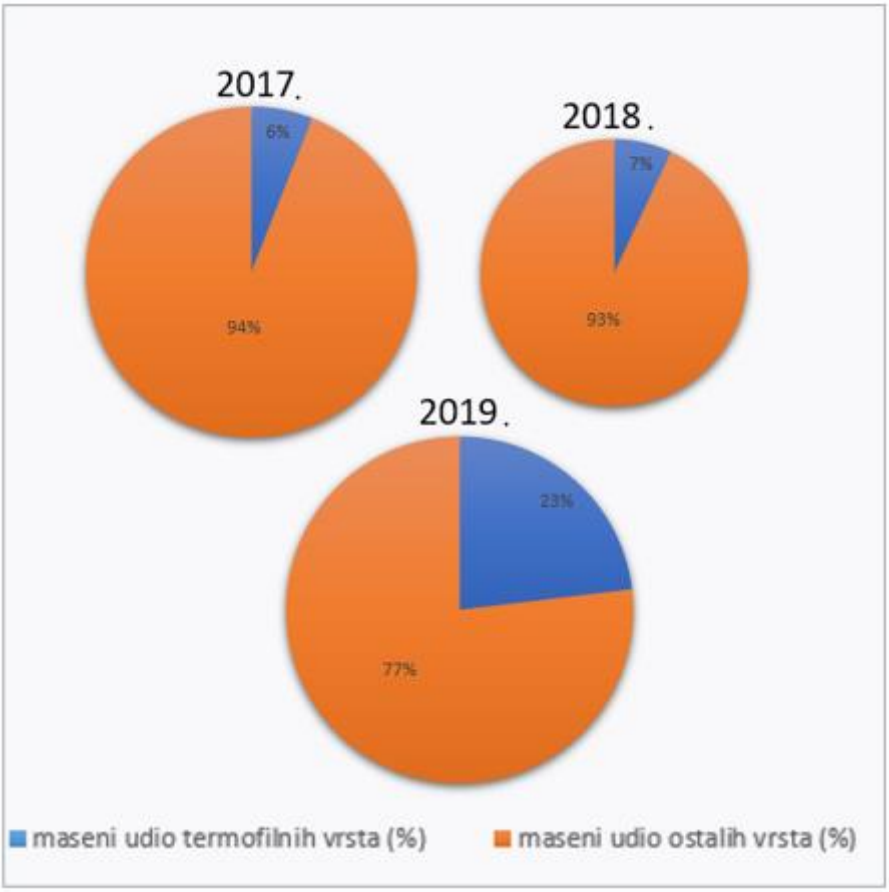
Grafikon 10. Ukupna masa pojedine termofilne vrste riba u ulovu sa svih postaja tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

U cjelokupnom istraživačkom razdoblju primijećene su razlike u masi ukupnih godišnjih ulova termofilnih i ostalih vrsta riba. One su najmanje izražene u 2019. godini kada je ukupna masena zastupljenost termofilnih vrsta riba iznosila 23,1% (32,48 kg naspram 140,39 kg). Najveće razlike

u odnosu masene zastupljenosti (%) termofilnih i ostalih riba utvrđene su prethodnih godina. Tako je 2017. godine masena zastupljenost termofilnih vrsta riba u odnosu na ostale vrste u ulovu iznosila 6% (17,07 kg u odnosu na 283,92 kg) te 7% u 2018. godini (26,47 kg naspram 361,92 kg). (Grafikoni 11. i 12.).

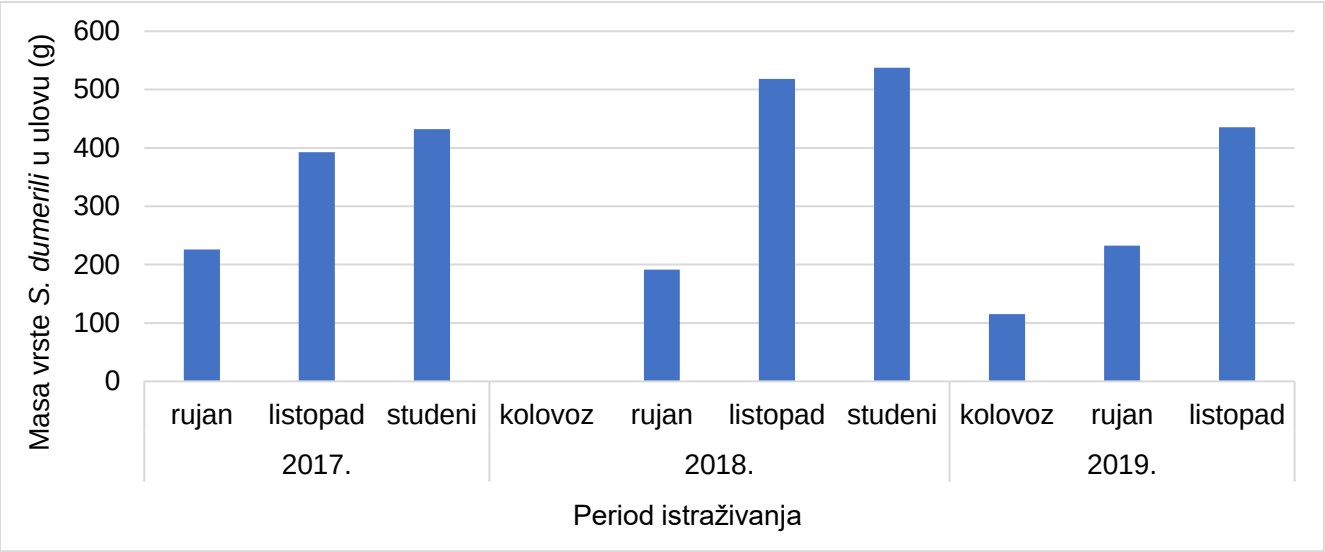


Grafikon 11. Masa ukupnog ulova svih termofilnih i ostalih vrsta riba tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.



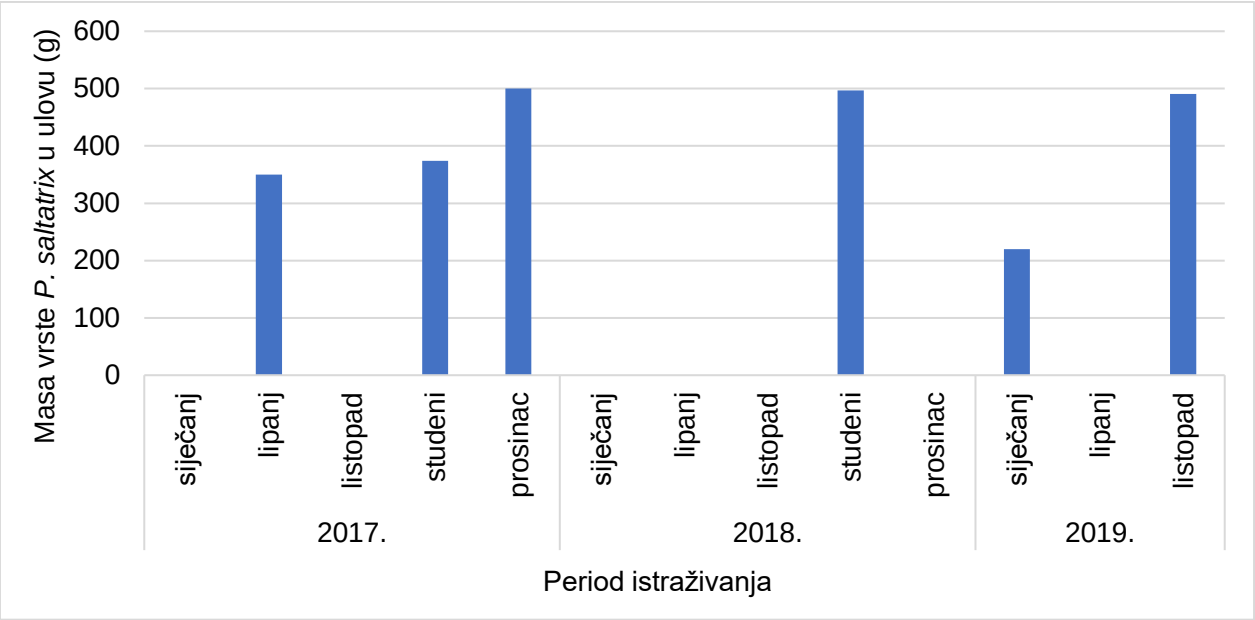
Grafikon 12. Masena zastupljenost (%) termofilnih vrsta riba u ukupnom ulovu tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Prosječna mjesečna masa vrste *S. dumerili* sa svih postaja varirala je od 229,9 g u rujnu do 432,7 g u studenom 2017. godine. U 2018. godini kretala se od 191,6 g u rujnu do 537,4 g u studenom te od 115,4 g u kolovozu do 443,5 g u studenom 2019. godine. Iz Grafikona 13 je vidljivo da se prosječne mjesečne mase tijekom istraživanog razdoblja po mjesecima pojavljivanja u godini povećavaju s tim da je najveći porast zabilježen s rujna na listopad tijekom sve tri godine istraživanja (s 229,9 g na 392,6 g u 2017. godini, s 191,6 g na 51,.1 g u 2018. te s 232,7 g na 435,5 g u 2019. godini). U 2019. godini vrsta je zabilježena u lovinama po prvi puta u kolovozu te je njezina prosječna mjesečna masa iznosila 115,38 g koja je ujedno i najmanja zabilježena tijekom ovog istraživanja.



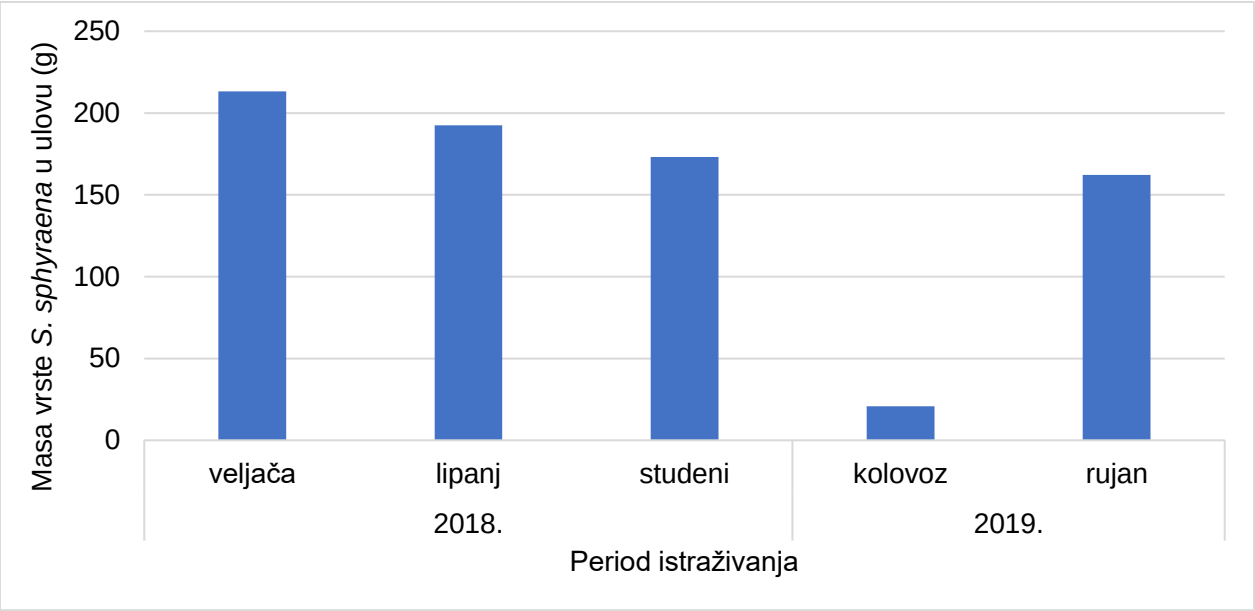
Grafikon 13. Prosječne mjesečne mase vrste *S. dumerili* sa svih postaja tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Najmanja prosječna mjesečna masa za vrstu *P. saltatrix* zabilježena je u siječnju 2019. godine i iznosila je 220 g, a najveća u prosincu 2017. godine (499,9 g) (Grafikon 14.). Prosječna mjesečna masa povećava se odmakom prema kraju godine; 350 g u lipnju; 373,3 g u studenom i 499,9 g u prosincu. U 2018. godini vrsta *P. saltatrix* utvrđena je samo u studenom i njezina je prosječna mjesečna masa iznosila 497 g. U 2019. godini vrsta je zabilježena tijekom dva mjeseca pri čemu je značajan nalaz u hladnijem dijelu godine (siječanj) kada je prosječna mjesečna masa iznosila 220 g. Narednih mjeseci vrsta nije zabilježena u lovinama sve do listopada pri čemu je prosječna mjesečna masa iznosila 490,4 g.



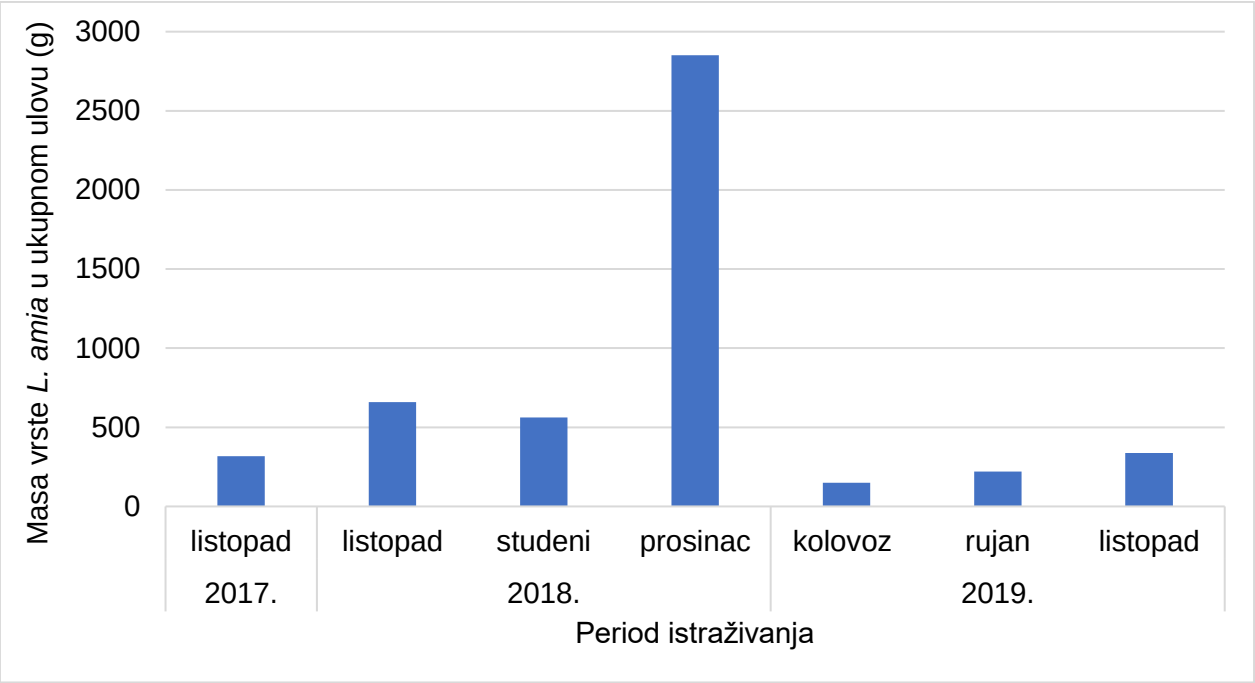
Grafikon 14. Prosječne mjesečne mase vrste *P. saltatrix* sa svih postaja tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Vrsta *S. sphyraena* utvrđena u je lovinama u 2018. i 2019. godini, dok je u 2017. godini izostala. U 2018. godini u lovinama se pojavljuje u veljači pri čemu je zabilježena prosječna mjesečna masa od 213 g. Vrsta se ponovno u 2018. godini bilježi u lipnju kada je utvrđena prosječna mjesečna masa od 192,6 g i studenom (173,1 g). U 2109. godini vrsta *S. sphyraena* se pojavila u lovinama u kolovozu s manjom prosječnom mjesečnom masom od prethodne godine (20,7 g) te iza toga u rujnu kada je ona iznosila 162,2 g (Grafikon 15.).



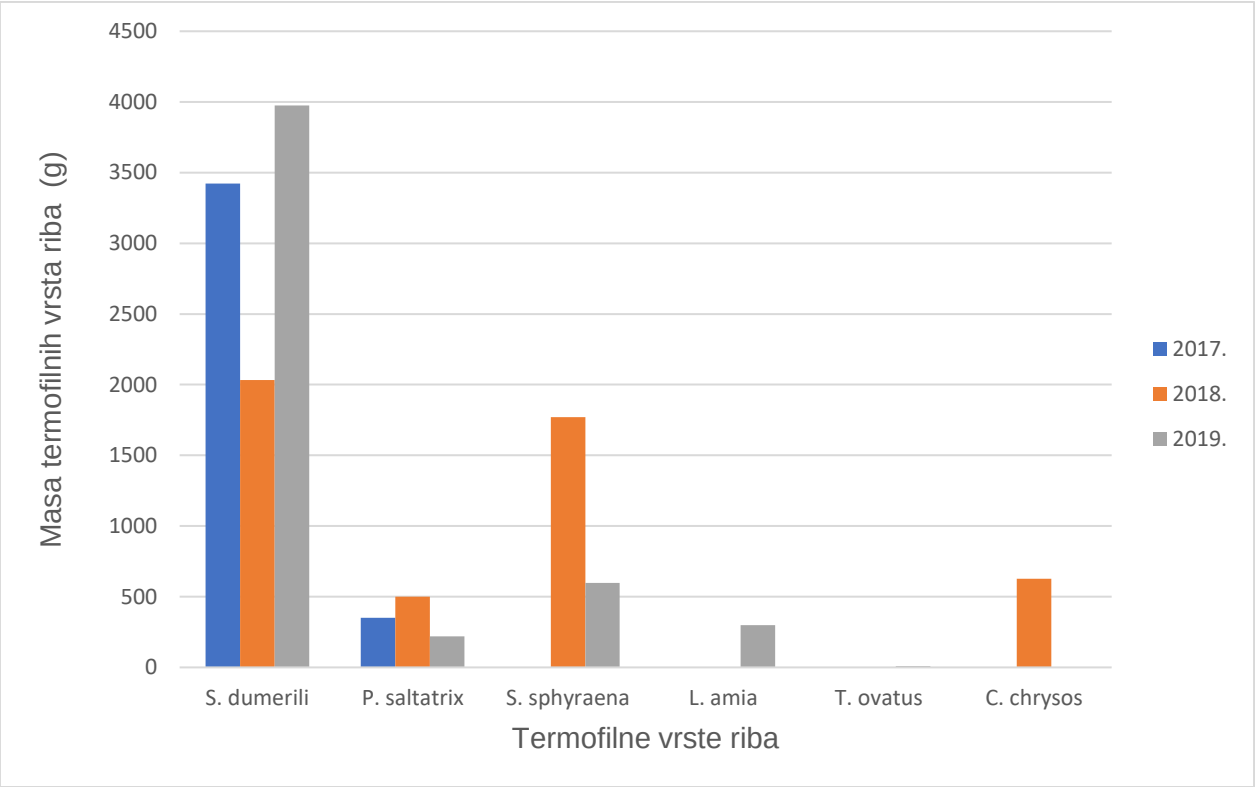
Grafikon 15. Prosječne mjesečne mase vrste *S. sphyraena* sa svih postaja tijekom 2018. i 2019. godine.

Vrsta *L. amia* utvrđena je tijekom sve tri godine istraživanja, međutim njezina je prisutnost u lovinama po mjesecima neujednačena. U 2017. godini zabilježena je samo u listopadu, dok je u 2018. i 2019. godini lovljena tijekom tri uzastopna mjeseca (u listopadu, studenom i prosincu 2018. godine te u kolovozu, rujnu i listopadu 2019. godine). Prosječna mjesečna masa varirala je od najmanje vrijednosti od 149,25 g u kolovozu 2019. godine do najveće vrijednosti od 2.850,3 g u prosincu 2018. godine (Grafikon 16.). Najveća prosječna mjesečna masa u listopadu tijekom svih godina istraživanja utvrđena je u 2018. godini (659,74 g), dok je u 2017. godini iznosila 318,4 g, a u 2019. godini 338 g.

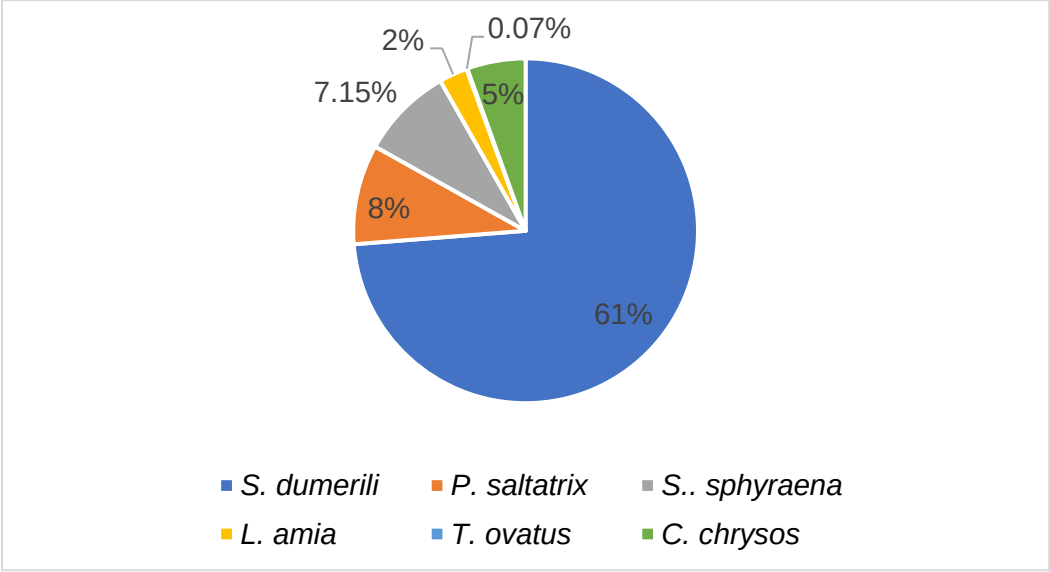


Grafikon 16. Prosječne mjesečne mase vrste *L. amia* sa svih postaja tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Na postaji Dražice ukupna masa svih zabilježenih termofilnih vrsta riba iznosila je 13,805 g (Grafikon 17.), od čega najveći dio otpada na vrstu *S. dumerili* (9432 g) i čija je najveća ukupna masa zabilježena u 2019. godini (3,975 g). Ostale termofilne vrste riba nisu zabilježene svake godine na postaji Dražice. Ostale vrste nisu zabilježene svake godine u lovinama, s tim da je vrsta *S. sphyraena* zabilježena 2018. i 2019. godine te bila maseno zastupljena s 1770 g u 2018. godini i 597 g u 2019. godini. Vrste *L. amia* i *T. ovatus* utvrđene su u 2019. godini a njihova je ukupna masa iznosila 298,5 g odnosno 9,55 g za vrstu *T. ovatus*. Vrsta *C. crysos* zabilježena je u 2018. godini, a njena je ukupna masa iznosila je 628 g. Masa ukupnog ulova termofilnih vrsta na postaji Dražice povećavala se tijekom godina sa 3773 g u 2017. godini, na 4931 u 2018. godini i 5100 g u 2019. godini. U cjelokupnom periodu istraživanja na postaji Dražice najveći maseni udio imala je vrsta *S. dumerili* (61%), a najmanju vrsta *T. ovatus* (0,07%) (Grafikon 18.).

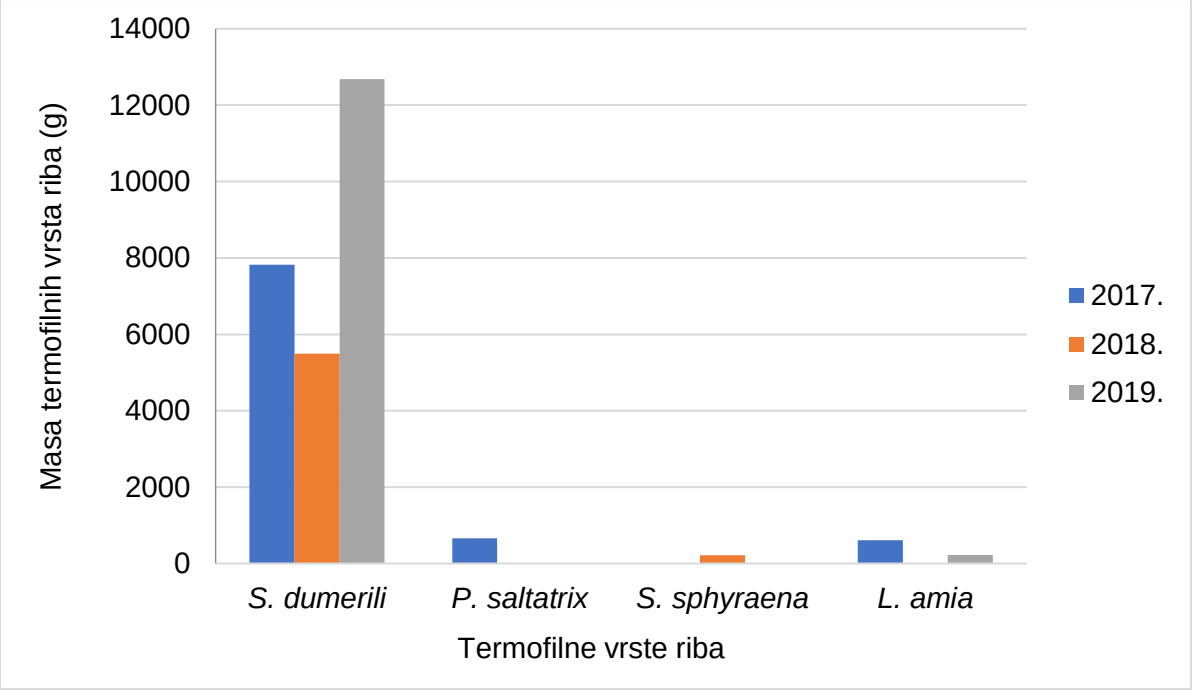


Grafikon 17. Vrijednosti ukupnih masa pojedine termofilne vrste ribe na postaji Dražice tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

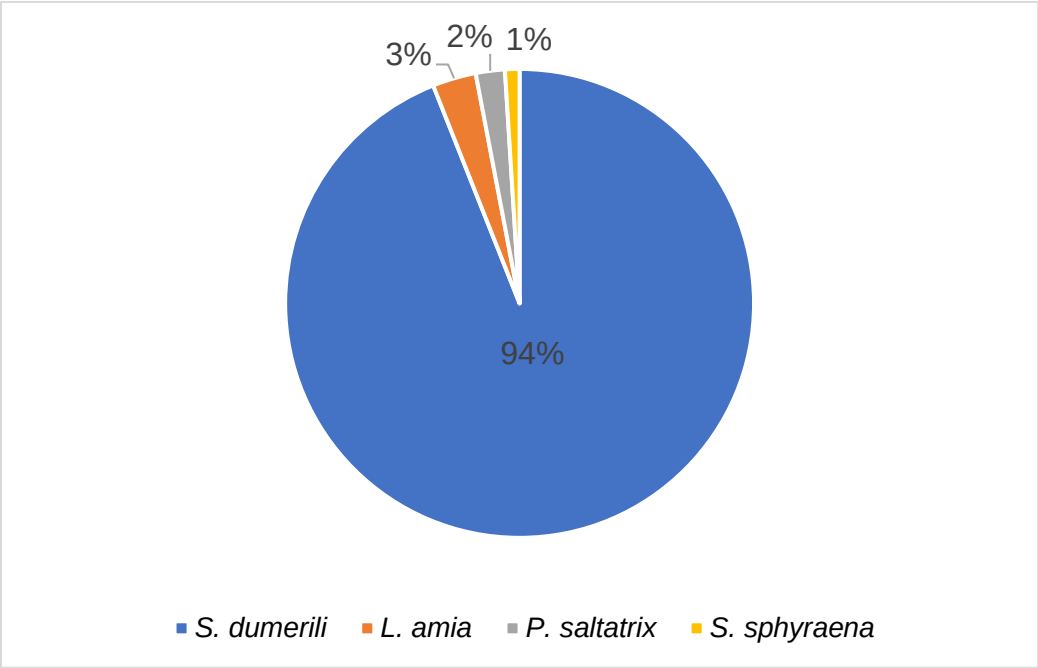


Grafikon 18. Masena zastupljenost (%) pojedine termofilne vrste na postaji Dražice tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Na postaji Školjić ukupna masa svih zabilježenih termofilnih vrsta riba iznosila je 27705,1 g (Grafikon 19.), od čega najveći dio otpada na vrstu *S. dumerili* (25.995,54 g), iza koje slijede *L. amia* (834,3 g), *P. saltatrix* (662 g) i *S. sphyraena* (213,3 g). Vrsta *S. dumerili* zabilježena je na postaji Školjić tijekom svih godina istraživanja s tim da je njezina ukupna masa po godinama varirala. Tako je 2017. godine utvrđeno 7.826 g, 2018. godine 5.490,7 g i najviše u 2019. godini, 12678 g. Ostale termofilne vrste riba nisu zabilježene svake godine na postaji Školjić i njihove su ukupne mase vidljivo manje od onih vrste *S. dumerili*. Vrsta *L. amia* zabilježena je 2017. i 2019. godine te bila maseno zastupljena s 613 g 2017. godine, odnosno s 220,7 g. u 2019. godini. Vrste *P. saltatrix* i *S. sphyraena* zabilježene su tijekom jedne godine u istraživanom periodu pri čemu je ukupna masa vrste *P. saltatrix* iz 2017. godine iznosila 662 g, a vrste *S. sphyraena* u 2018. godini 213,3 g. Najveća ukupna masa termofilnih vrsta na postaji Školjić zabilježena je u 2019. godini (12899 g) dok je najmanja masa zabilježena u 2018. godini (5704 g) pri čemu najveće vrijednosti masene zastupljenosti (%) otpadaju na vrstu *S. dumerili* (94%) (Grafikonu 20.).

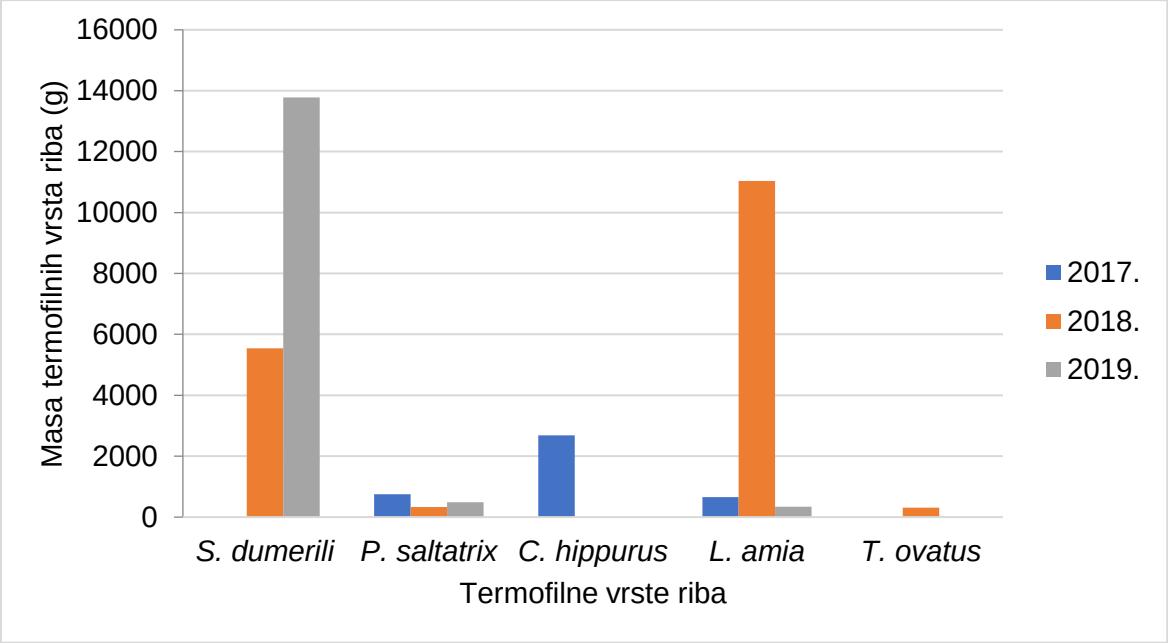


Grafikon 19. Vrijednosti ukupnih masa termofilnih vrsta riba na postaji Školjić tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

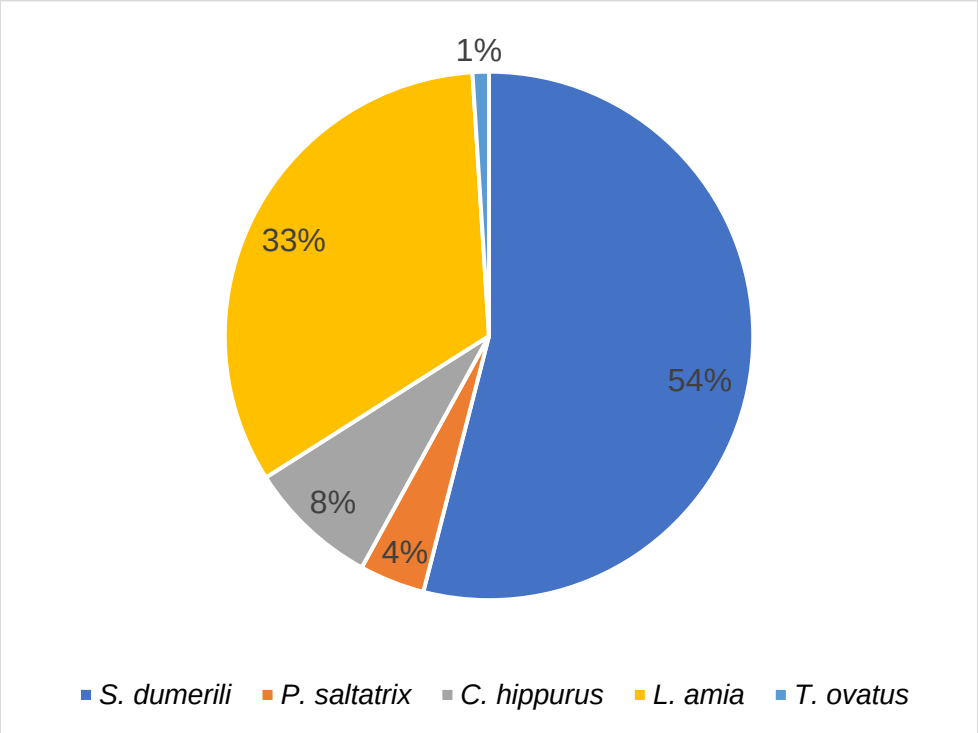


Grafikon 20. Masena zastupljenost (%) pojedine termofilne vrste na postaji Školjić tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Ukupna masa termofilnih vrsta riba u kompletnom razdoblju istraživanja na postaji Kažela iznosila je 35927 g te kao i na ostalim postajama najveći dio otpada na vrstu *S. dumerili* (19322 g), iako na toj postaji nije zabilježena u 2017. godini (Grafikon 21.). Od ostalih termofilnih vrsta prisutnih u lovinama na postaji Kažela maseno je najzastupljenija vrsta *L. amia* (11698 g) iza koje slijede *C. hippurus* (2689 g), *P. saltatrix* (1569 g) i *T. ovatus* (308,8 g). Za vrstu *S. dumerili* u 2019. godini primijećeno je značajno povećanje u lovinama u odnosu na prethodnu godinu. U 2018. godini ukupna masa vrste *S. dumerili* na postaji Kažela iznosila je 5544 g, a u 2019. godini 13778 g. Za vrstu *L. amia* primijećen je još značajniji porast u ukupnoj masi tijekom pojedinih godina istraživanja i to s 660,1 g 2017. godine na 11038 g u 2018. godini, ali i pad u 2019. godini na 338 g. Vrsta *P. saltatrix* bila je kao i prethodna vrsta prisutna u lovinama na postaji Kažela tijekom svih godina istraživanja, za razliku od vrsta *C. hippurus* i *T. ovatus* koje su bile zabilježene tijekom jedne godine istraživanja, 2017. godine, odnosno 2018. godine. U odnosu na ostale postaje, na postaji Kažela vidljivo je da je vrsta *L. amia* maseno najzastupljena u odnosu na ostale termofilne vrste riba u ulovu (33%) što je predstavlja najveću masenu zastupljenost jedne pojedinačne termofilne vrste u odnosu na vrstu *S. dumerili* koja uobičajeno dominira u lovinama na svim postajama (61% na postaji Dražice te 94 % na postaji Školjić) pa tako i na ovoj (54%) (Grafikon 22.).



Grafikon 21. Vrijednosti ukupnih masa termofilnih vrsta riba tijekom 2017., 2018. i 2019. godine na postaji Kažela.



Grafikon 22. Masena zastupljenost (%) pojedine termofilne vrste na postaji Kažela tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

4.5. Morfometrijski i meristički parametri

Provedenim istraživanjem u 2017., 2018. i 2019. godini na tri postaje u Medulinskom zaljevu (Školjić, Dražice i Kažela) uz primjenu jednostrukih mreža stajaćica i obalne potegače determinirano je ukupno sedam termofilnih vrsta riba (*S. dumerili*, *P. saltatrix*, *S. sphyraena*, *L. amia*, *C. hippurus*, *T. ovatus* i *C. crysos*) čije su vrijednosti ukupne i standardne duljine prikazane za sve tri postaje zajedno u Tablici 3. te po postajama (Tablica 4.). Ukupna duljina vrste *S. dumerili* najveća je na postaji Kažela (34,69 ± 2,82 cm), a najmanja na postaji Dražice (26,55 ± 4,91 cm). ANOVA testom utvrđene su statistički značajne razlike ukupne duljine vrste *S. dumerili* na sve tri postaje ($p<0,05$).

Tablica 3. Ukupna i standardna duljina uzoraka prikupljenih na sve tri postaje (opisani minimumom, maksimumom, srednjom vrijednosti – SV i standardnom devijacijom – ±SD), n – broj jedinki.

Vrsta	n	Ukupna duljina TL (cm)			Standardna duljina SL (cm)		
		SV ± SD	Min	Maks	SV ± SD	Min	Maks
S. dumerili	147	30,59 ± 4,95	19,30	41,00	24,16 ± 3,98	15,20	31,60
P. saltatrix	8	35,61 ± 4,07	30,30	39,60	27,59 ± 3,08	23,30	30,40
S. sphyraena	33	22,88 ± 10,00	13,40	38,60	19,32 ± 8,55	11,20	32,70
L. amia	22	37,83 ± 8,69	24,00	66,80	28,58 ± 6,51	19,40	51,70
C. hippurus	6	43,17 ± 1,05	41,70	44,60	33,15 ± 0,92	32,10	34,60
T. ovatus	3	15,95 ± 13,56	7,85	31,60	11,58 ± 9,37	6,14	22,40
C. crysos	1	37,50 ± 0,00	37,50	37,50	28,80 ± 0,00	28,80	28,80

Tablica 4. Ukupna i standardna duljina prikupljenih uzoraka na svim postajama u Medulinskom zaljevu (opisani minimumom, maksimumom, srednjom vrijednosti – SV i standardnom devijacijom – ±SD), n – broj jedinki.

Postaja	Vrsta	n	Ukupna duljina TL (cm)			Standardna duljina SL (cm)		
			SV ± SD	Min	Maks	SV ± SD	Min	Maks
Dražice	*S. dumerili*	38	26,55 ± 4,91	19,50	35,80	20,79 ± 3,65	15,20	28,40
	P. saltatrix	3	34,73 ± 4,58	30,50	39,60	27,3 ± 3,63	23,30	30,40
	S. sphyraena	32	22,39 ± 9,75	13,40	38,30	18,93 ± 8,37	11,20	32,70
	L. amia	2	25,45 ± 2,05	24,00	26,90	19,95 ± 0,78	19,40	20,50
	T. ovatus	2	8,13 ± 0,39	7,85	8,40	6,17 ± 0,04	6,14	6,20
	C. crysos	1	37,50 ± 0,00	37,50	37,50	28,80 ± 0,00	28,80	28,80
Školjić	*S. dumerili*	72	30,61 ± 4,03	19,30	40,60	23,89 ± 3,10	15,80	31,50
	P. saltatrix	1	30,30 ± 0,00	30,30	30,30	23,67 ± 0,00	23,67	23,67
	S. sphyraena	1	38,6 ± 0,00	38,60	38,60	31,9 ± 0,00	31,90	31,90
	L. amia	3	30,27 ± 4,01	27,90	34,90	23,7 ± 3,9	21,30	28,20
Kažela	*S. dumerili*	37	34,69 ± 2,82	30,10	41,00	28,14 ± 1,78	24,30	31,60
	P. saltatrix	4	34,78 ± 3,31	31,80	39,30	26,6 ± 2,07	24,80	29,50
	L. amia	17	40,62 ± 7,66	31,60	66,80	30,46 ± 6,02	24,10	51,70
	C. hippurus	6	43,17 ± 1,05	41,70	44,60	33,15 ± 0,92	32,10	34,60
	T. ovatus	1	31,6 ± 0,00	31,60	31,60	22,4 ± 0,00	22,40	22,40

Daljnja analiza mjerenih parametara obavljena je samo za vrste čija je brojnost premašila 20 jedinki (*S. dumerili*, *S. sphyraena* i *L. amia*) i analizirani su ostali morfometrijski parametri. Pri tome su linearnom regresijom utvrđene su korelacije između ukupne i standardne duljine te su određene jednadžbama:

S. dumerili

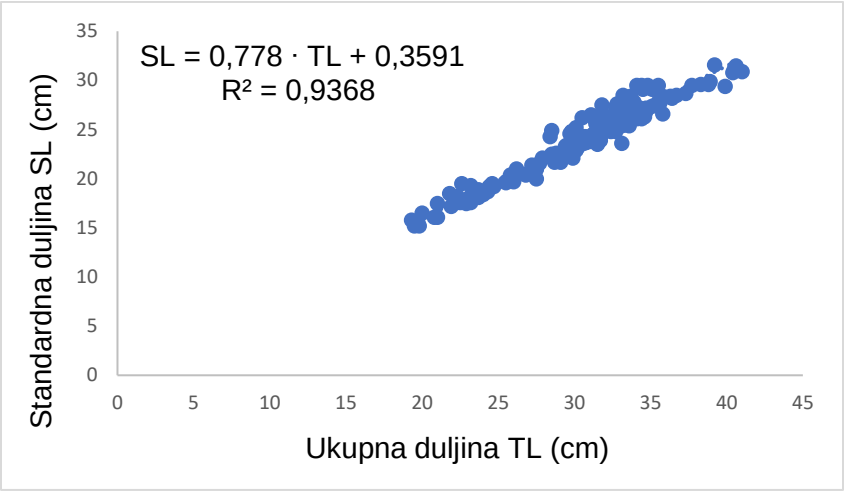
$\mathrm{SL} = 0{,}778 \cdot \mathrm{TL} + 0{,}3591$, $R^2 = 0{,}94$ (Grafikon 23.),

S. sphyraena

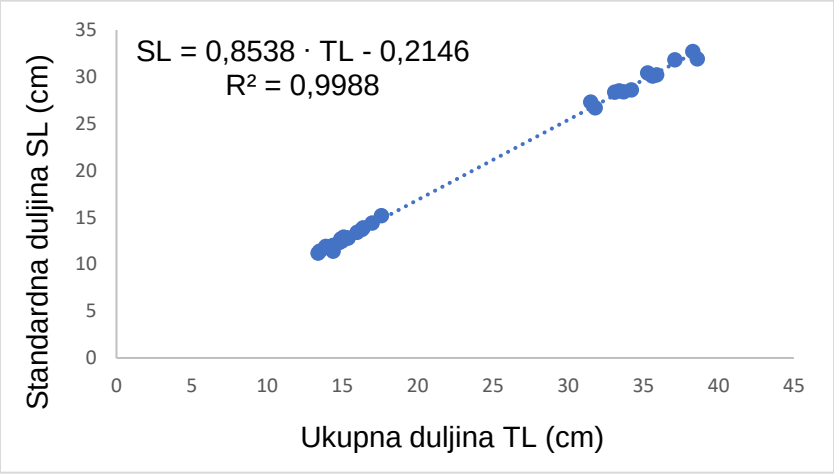
$\mathrm{SL} = 0{,}8538 \cdot \mathrm{TL} + 0{,}2146$, $R^2 = 0{,}99$ (Grafikon 24.),

L. amia

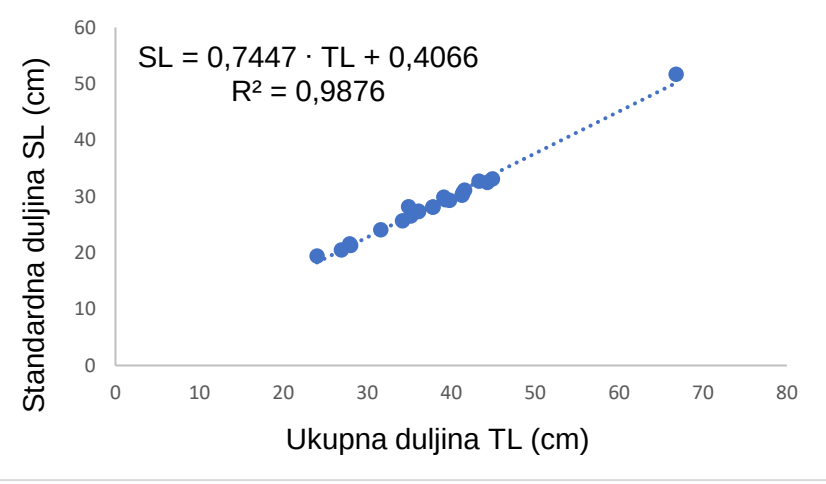
$\mathrm{SL} = 0{,}7447 \cdot \mathrm{TL} + 0{,}4066$, $R^2 = 0{,}99$ (Grafikon 25.).



Grafikon 23. Odnos između ukupne (TL) i standardne duljine (SL) za vrstu *S. dumerili.*



Grafikon 24. Odnos između ukupne (TL) i standardne duljine (SL) za vrstu *S. sphyraena.*



Grafikon 25. Odnos između ukupne (TL) i standardne duljine (SL) za vrstu *L. amia.*

Visina usnog otvora najmanja je kod vrste *S. sphyraena* (2,92 ± 1,15 cm), a najveća kod vrste *L. amia* (4,81 ± 1,03 cm) (Tablica 5.). Širina usnog otvora najmanja je kod vrste *S. sphyraena* (1,61 ± 0,37 cm), a najveća kod vrste *S. dumerili* (4,14 ± 0,64 cm). Površina usnog otvora najveća je kod vrste *L. amia* (18,17 ± 8,83 cm^2), a najmanja kod vrste *S. sphyraena* (3,90 ± 2,21 cm^2). ANOVA testom utvrđeno je da su razlike u površini usnog otvora statistički značajne za sve vrste ($p<0,05$).

Tablica 5. Visina, širina i površina usnog otvora vrsta *S. dumerili, S. sphyraena* i *L. amia* (opisani minimumom, maksimumom, srednjom vrijednosti – SV i standardnom devijacijom – ±SD), n – broj jedinki.

Vrsta	n	Visina usnog otvora MH (cm)			Širina usnog otvora MW (cm)			Površina usnog otvora MA (cm^2)		
		SV ± SD	Min	Maks	SV ± SD	Min	Maks	SV ± SD	Min	Maks
S. dumerili	147	3,88 ± 0,61	2	5,1	4,14 ± 0,64	2,5	5,7	12,86 ± 3,55	4,62	21,93
S. sphyraena	33	2,92 ± 1,15	1,6	4,95	1,61 ± 0,37	1	2,4	3,90 ± 2,21	1,51	8,29
L. amia	22	4,81 ± 1,03	3,3	8,2	4 13 ± 0,64	3,1	7,8	18,17 ± 8,83	8,03	50,23

Linearnom regresijom utvrđene su korelacije ukupne duljine i površine usta te su određene jednadžbama:

S. dumerili

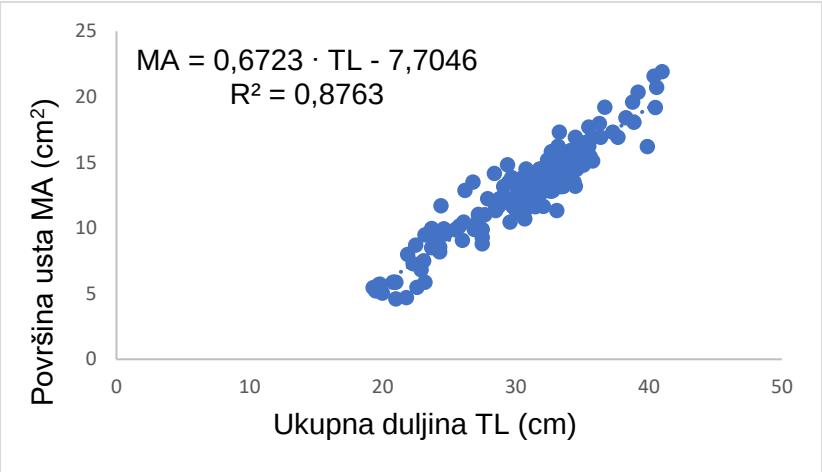
$MA = 0,6723 \cdot TL - 7,7046$, $R^2 = 0,88$ (Grafikon 26.),

S. sphyraena

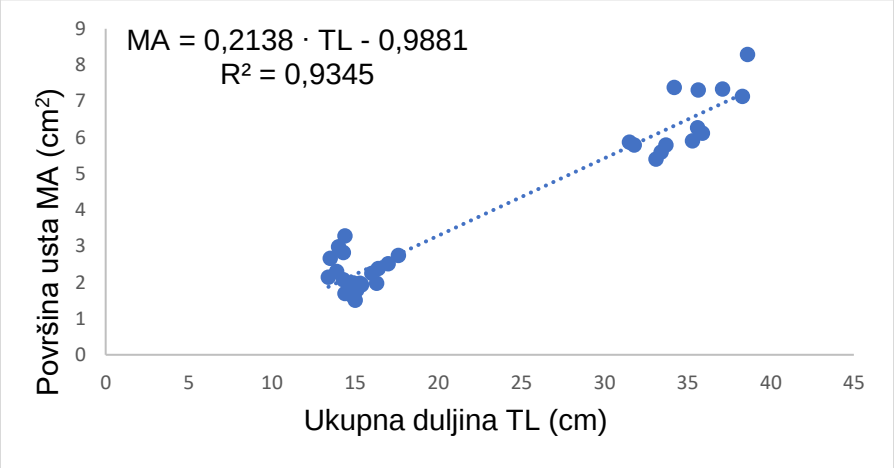
$MA = 0,2138 \cdot TL - 0,9881$, $R^2 = 0,93$ (Grafikon 27.),

L. amia

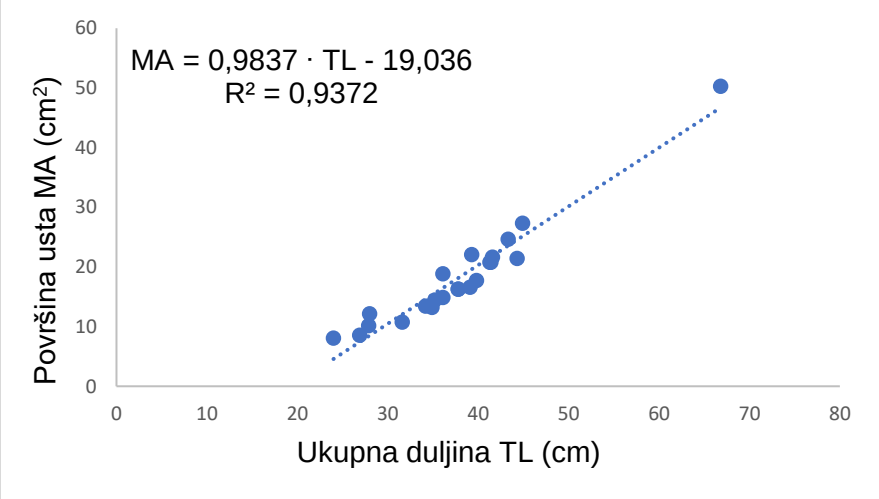
$MA = 0,9837 \cdot TL - 19,036$, $R^2 = 0,94$ (Grafikon 28.).



Grafikon 26. Odnos između površine usta (MA) i ukupne duljine (TL) vrste *S. dumerili.*



Grafikon 27. Odnos između površine usta (MA) i ukupne duljine (TL) vrste *S. sphyraena.*



Grafikon 28. Odnos između površine usta (MA) i ukupne duljine (TL) vrste *L. amia.*

Najveća vrijednost relativne duljine crijeva zabilježena je kod vrste *S. dumerili* (0,59 ± 0,05), a najmanja kod vrste *S. sphyraena* (0,39 ± 0,04) (Tablica 6.). ANOVA testom utvrđeno je da su razlike u vrijednostima relativne duljine crijeva statistički značajne za sve vrste ($p<0,05$). Zihlerov indeks najveću vrijednost bilježi kod vrste *S. dumerili* (2,60 ± 0,35 mm/g), a najmanju kod vrste *L. amia* (2,24 ± 0,37 mm/g). ANOVA testom utvrđeno je da su razlike u Zihlerovom indeksu statistički značajne kod vrsta *S. dumerili* i *L. amia* te kod vrsta *S. sphyraena* i *L. amia* ($p<0,05$).

Tablica 6. Duljina crijeva, relativna duljina crijeva i Zihlerov indeks vrsta *S. dumerili, S. sphyraena* i *L. amia* (opisani minimumom, maksimumom, srednjom vrijednosti – SV i standardnom devijacijom – ±SD), n – broj jedinki.

Vrsta	n	Duljina crijeva IL (cm)			Relativna duljina crijeva RIL			Zihlerov indeks ZI (mm/g)		
		SV ± SD	Min	Maks	SV ± SD	Min	Maks	SV ± SD	Min	Maks
S. dumerili	147	18,25 ± 4,09	9,1	30,1	0,59 ± 0,05	0,4	0,85	2,60 ± 0,35	1,76	3,69
S. sphyraena	33	9,05 ± 4,36	4,2	16,9	0,39 ± 0,04	0,28	0,47	2,43 ± 0,26	1,71	2,94
L. amia	22	17,71 ± 3,95	8,6	24,1	0,47 ± 0,08	0,31	0,63	2,24 ± 0,37	1,36	3,04

Regresijskom analizom utvrđene su korelacije duljine crijeva i ukupne duljine te su određene jednadžbama:

S. dumerili

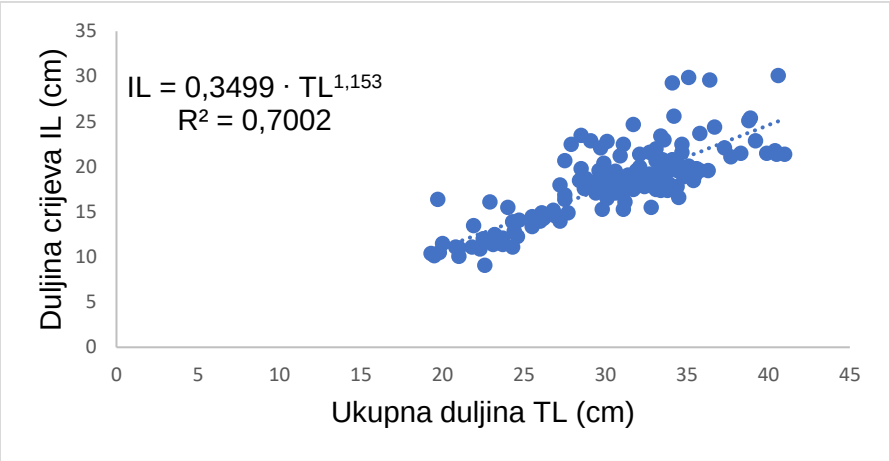
$IL = 0,3499 \cdot TL^{1,153}$, $R^2 = 0,70$ (Grafikon 29.),

S. sphyraena

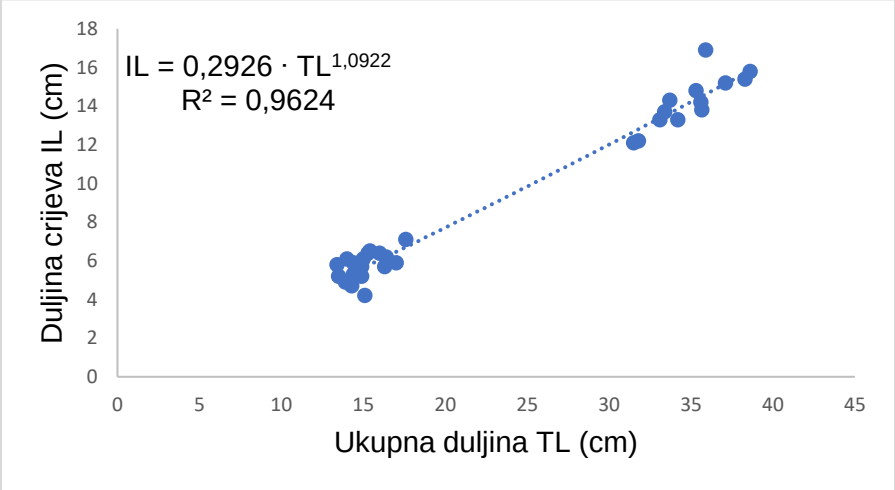
$IL = 0,2926 \cdot TL^{1,0922}$, $R^2 = 0,96$ (Grafikon 30.),

L. amia

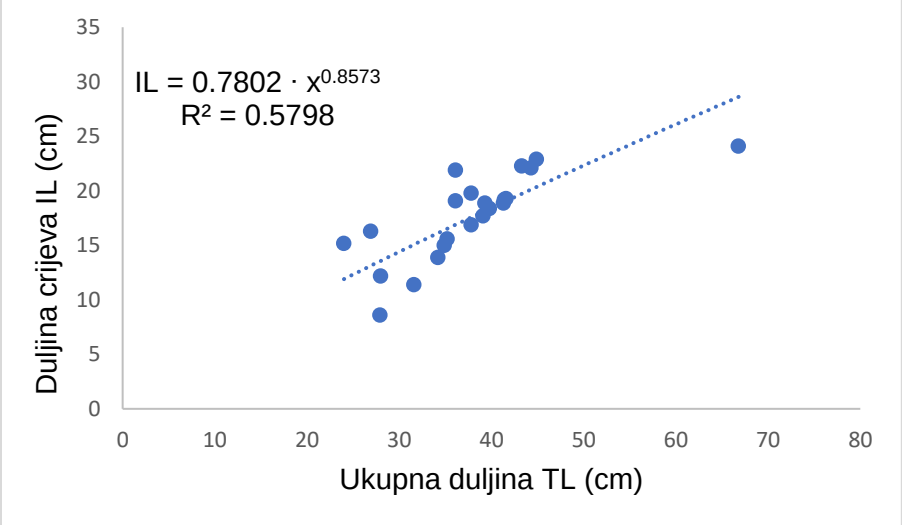
$IL = 0,7802 \cdot TL^{0,8573}$, $R^2 = 0,54$ (Grafikon 31.).



Grafikon 29. Odnos između duljine crijeva (IL) i ukupne duljine (TL) vrste *S. dumerili.*

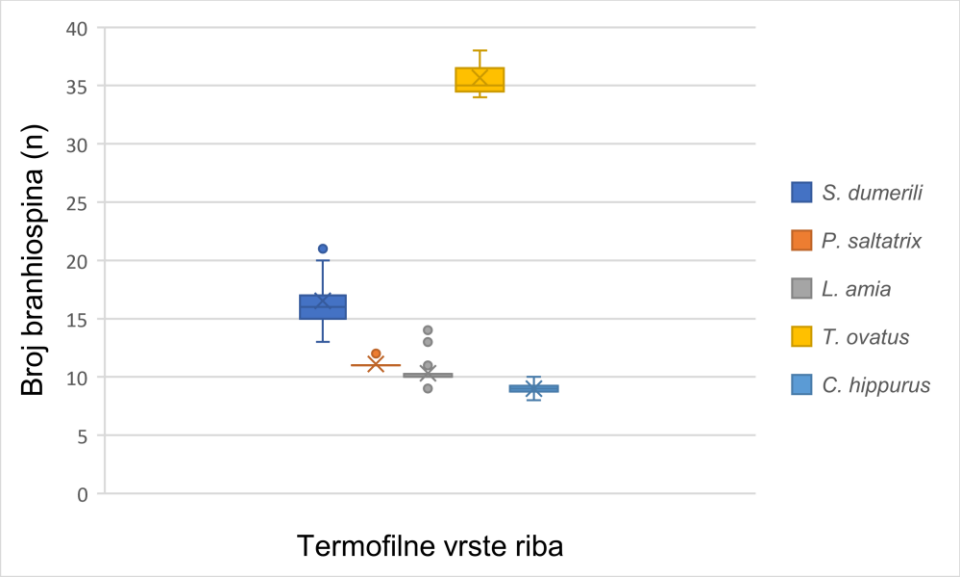


Grafikon 30. Odnos između duljine crijeva (IL) i ukupne duljine (TL) vrste *S. sphyraena.*

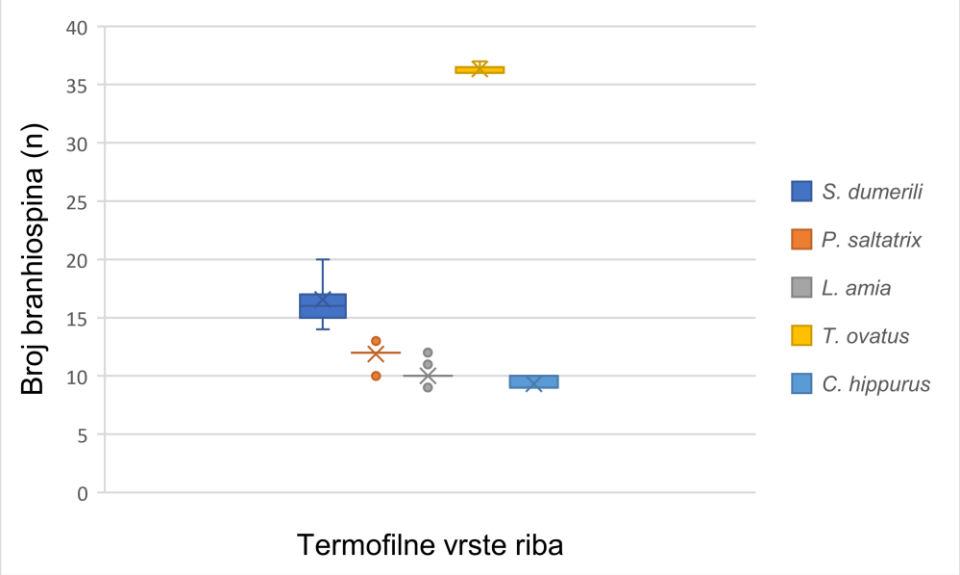


Grafikon 31. Odnos između duljine crijeva (IL) i ukupne duljine (TL) vrste *L. amia.*

Najviše branhiospina zabilježeno je kod vrste *T. ovatus* (35,67 ± 2,08 na lijevom i 36,33 ± 0,58 na desnom škržnom luku), a najmanje kod vrste *C. hippurus* (9 ± 0,63 na lijevom i 9,33 ± 0,52 na desnom škržnom luku) (Grafikon 32. i Grafikon 33.). T – testom zabilježene su statistički značajne razlike u broju branhiospina na lijevom i desnom škržnom luku jedino kod vrste *P. saltatrix* (t = 2,34, p<0,05). *S. sphyraena* kao i njegovi srodnici na škržnim lukovima ne posjeduje branhiospine (Morishita i sur., 2020).



Grafikon 32. Broj branhiospina na lijevom škržnom luku po vrstama.



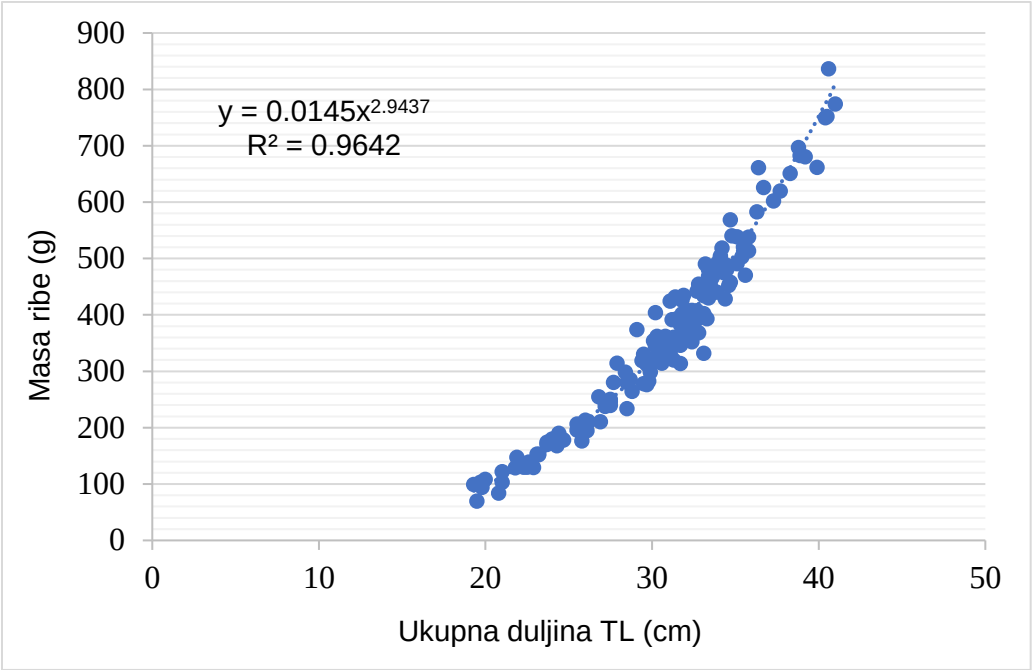
Grafikon 33. Broj branhiospina na desnom škržnom luku.

4.6. Dužinsko-maseni odnosi termofilnih vrsta riba

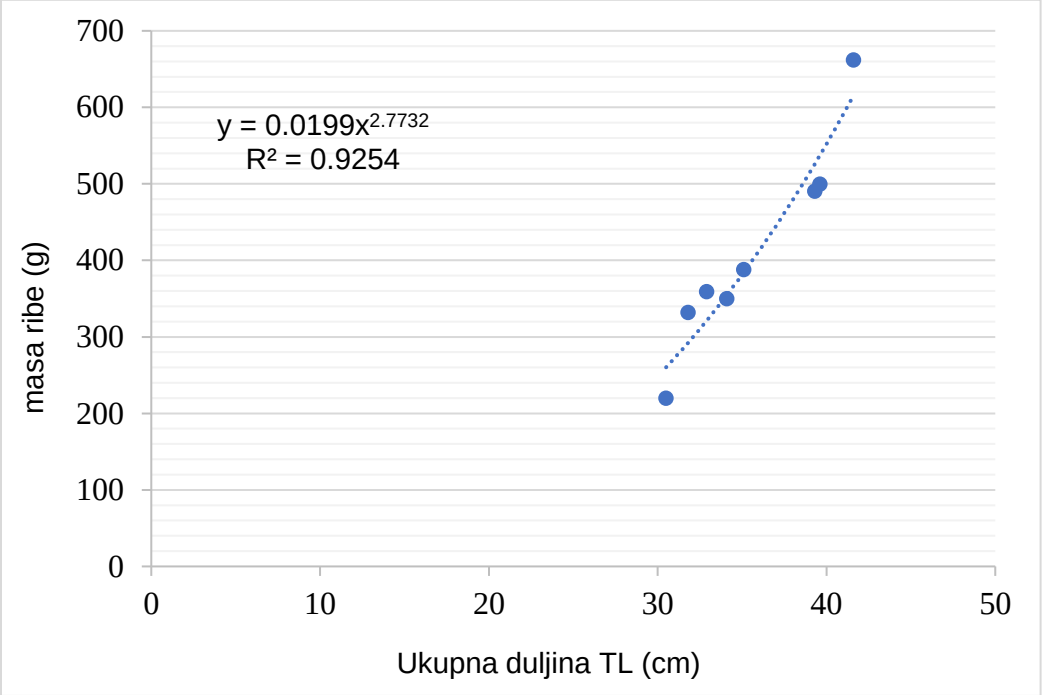
U Tablici 7. prikazani su rasponi masa i ukupih duljina četiri termofilne vrste riba: *S. dumerili*, *S. sphyraena*, *L. amia* i *P. saltatrix* te njihovi dužinsko – maseni parametri izračunati na temelju ukupnog broja jedinki pojedine vrste tijekom kompletnog razdoblja istraživanja na svim postajama. Preostalim vrstama (*C. hippurus, T. ovatus i C. crysos*) nisu određeni dužinsko – maseni odnosi zbog njihove nerelevantne brojnosi u ukupnom ulovu. Izometrijski rast utvrđen je kod *S. dumerili* (b = 2,944) i *S. sphyraena* (b = 2,996) i *L. amia* (3,014), dok je za *P. saltatrix* zabilježen negativan alometrijski rast (b = 2,773). Dužinsko – maseni odnosi određeni su jednadžbama; $y = 0{,}0145 \cdot x^{2.944}$ (*S. dumerili*), $y = 0{,}0199 \cdot x^{2.773}$ (*P. saltatrix*), $y = 0{,}0041 \cdot x^{2.996}$ (*S. sphyraena*) i $y = 0{,}0089 \cdot x^{3.014}$ (*L. amia*) (Grafikoni 34., 35., 36. i 37.).

Tablica 7. Broj jedinki (n) termofilnih vrsta riba, najmanja i najveća vrijednost ukupne duljine i mase (min-maks), SV - srednja vrijednost, ±SD – standardna devijacija i dužinsko – maseni parametri (a i b – konstante, R^2 – koeficijent determinacije, A – izometrijski rast, A- – negativni alometrijski rast).

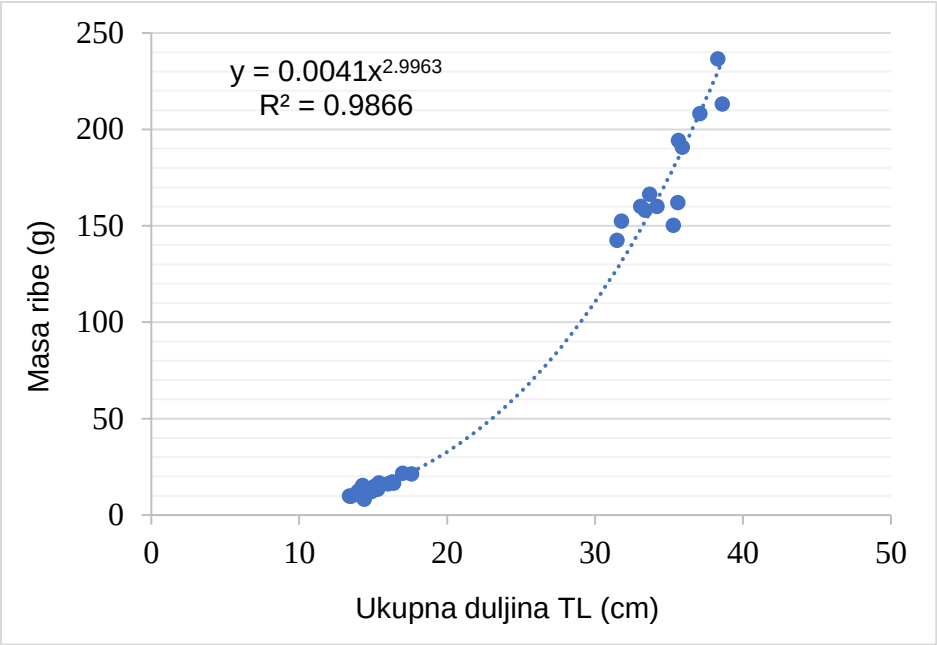
Vrsta	n	ukupna duljina (cm)			masa (g)			dužinsko-maseni parametri			
		Min-maks		SV ± SD	Min-maks		SV ± SD	a	b	R^2	Rast
S. dumerili	147	19,3	41	30,59±4,94	70,08	836,8	367,3± 160,82	0,014	2,944	0,971	A
P. saltatrix	8	30,5	41,6	35,61±4,07	220	662	412,7± 134,6	0,020	2,773	0,905	A-
S. sphyraena	33	13,4	38,6	22,88±10	8.3	236,7	78,19 ± 82,55	0,004	2,996	0,939	A
L. amia	22	24	66,8	37,83±8,69	124,5	2850,3	598,6± 544,12	0,009	3,014	0,873	A



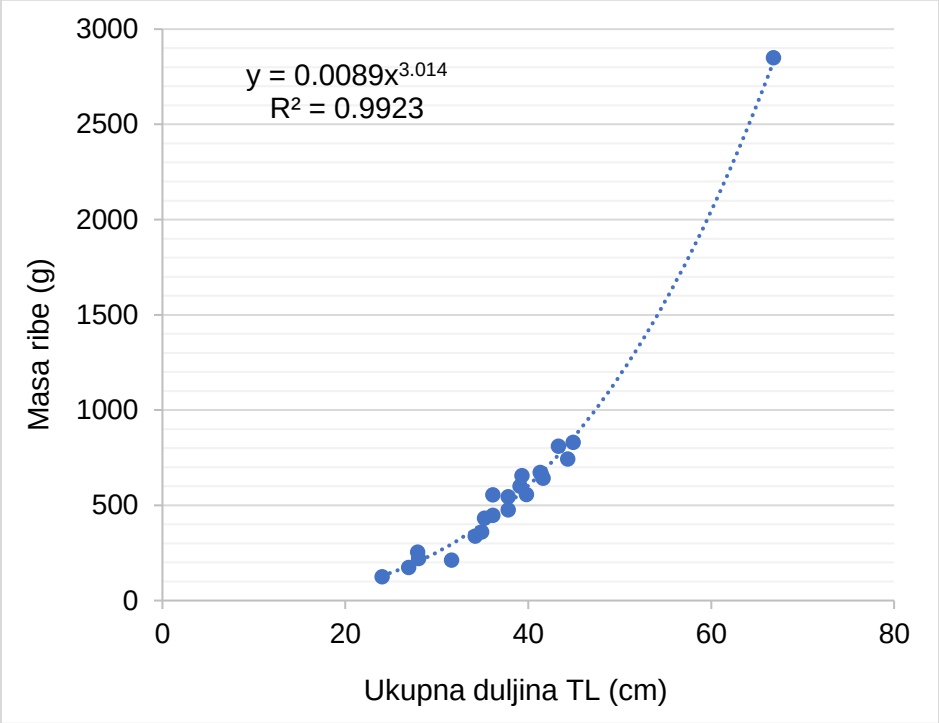
Grafikon 34. Odnos između mase i ukupne duljine (TL) vrste *S. dumerili* (n = 147).



Grafikon 35. Odnos između mase i ukupne duljine (TL) vrste *P. saltatrix* (n = 8).



Grafikon 36. Odnos mase i ukupne duljine (TL) vrste *S. sphyraena* (n = 33).



Grafikon 37. Odnos između mase i ukupne duljine (TL) vrste *L. amia* (n = 22).

4.7. Fultonov indeks kondicije (CF%)

Srednje mjesečne vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije (CF%) ne pokazuju veća kolebanja u periodu kada su termofilne vrste uzorkovane. Kod vrste *S. dumerili* od rujna do studenog 2018. godine primjećuje se blago opadanje njegovih vrijednosti (s 1,3 na 1,18) kao i kod vrste *L. amia* iste godine s listopada na studeni (s 0,98 na 0,93). Općenito kod svih istraživanjih vrsta srednje vrijednosti CF% su niske (Tablica 8.).

Tablica 8. Srednje mjesečne vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije (CF%) termofilnih vrsta riba sa standardnom devijacijom (± SD) prikupljenih sa svih postaja po mjesecima njihove prisutnosti u lovinama tijekom cjelokupnog perioda istraživanja.

Vrsta	2017					2018						2019			
	Lipanj	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	Veljača	Lipanj	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	Siječanj	Kolovoz	Rujan	Listopad
S. dumerili		1,2 ± 0,016 (n=2)	1,21 ± 0,056 (n=22)	1,2 ± 0,155 (n=5)				1,3 ± 0,09 (n=7)	1,23 ± 0,12 (n=16)	1,18 ± 0,07 (n=5)			1,2 ± 0,13 (n=9)	1,2 ± 0,09 (n=29)	1,2 ± 0,09 (n=52)
P. saltatrix	0,9 (n=1)			0,9 ± 0,06 (n=3)	0,81 (n=1)					0,92 (n=1)		0,76 (n=1)			0,81 (n=1)
S. sphyraena						0,37 (n=1)	0,42 ± 0,01 (n=2)			0,43 ± 0,02 (n=8)			0,41 ± 0,05 (n=21)	0,36 (n=1)	
L. amia			0,91 ± 0,18 (n=4)						0,98 ± 0,04 (n=9)	0,93 ± 0,05 (n=4)	0,96 (n=1)		0,89 ± 0,003 (n=2)	1 (n=1)	0,85 (n=1)
C. hippurus			0,56 ± 0,05 (n=6)												
T. ovatus										0,97 (n=1)			0,88 ± 0,05 (n=2)		
C. crysos										1,19 (n=1)					

4.8. Hepatosomatski indeks (HSI%)

U Tablici 9. prikazane su prosječne mjesečne vrijednosti HSI% termofilnih vrsta riba prikupljenih sa svih postaja u istraživanom razdoblju. Zbog neujednačene mjesečne lovnosti i malog broja jedinki, praćenje promjena u vrijednostima HSI% po mjesecima i godinama za većinu vrsta nije opcija, izuzev za vrstu *S. dumerili* tijekom jesenskog razdoblja u cjelokupnom istraživanom periodu i za vrstu *L. amia* u 2019. godini. Kod obje vrste prosječne mjesečne vrijednosti HSI% povećavaju se kako dolazi hladniji dio godine.

Tablica 9. Prosječne mjesečne vrijednosti hepatosomatskog indeksa (HSI%) termofilnih vrsta riba sa standardnom devijacijom (± SD) prikupljenih sa svih postaja u istraživanom razdoblju.

Vrsta	2017					2018						2019			
	Lipanj	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	Veljača	Lipanj	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	Siječanj	Kolovoz	Rujan	Listopad
S. dumerili		1,23 ± 0,08 (n=2)	1,49 ± 0,33 (n=22)	1,59 ± 0,13 (n=5)				1,02 ± 0,44 (n=7)	1,48 ± 0,34 (n=16)	1,32 ± 0,49 (n=5)			1,28 ± 0,21 (n=9)	1,11 ± 0,23 (n=29)	1,33 ± 0,30 (n=52)
P. saltatrix	0,92 (n=1)			1,56 ± 0,06 (n=3)	1,34 (n=1)					1,84 (n=1)		1,41 (n=1)			1,45 (n=1)
S. sphyraena						2,21 (n=1)	1,77 ± 0,73 (n=2)			1,25 ± 0,38 (n=8)			1,09 ± 0,32 (n=21)	1,52 (n=1)	
L. amia			1,76 ± 0,50 (n=4)						2,15 ± 0,54 (n=9)	1,81 ± 0,21 (n=4)	1,35 (n=1)		1,59 ± 0,07 (n=2)	1,11 (n=1)	1,86 (n=1)
C. hippurus			1,27 ± 0,09 (n=6)												
T. ovatus										1,78 (n=1)			2,02 ± 0,31 (n=2)		
C. crysos										2,04 (n=1)					

4.9. Gonadosomatski indeks (GSI%)

U Tablici 10. prikazane su srednje mjesečne vrijednosti GSI% termofilnih vrsta riba prikupljenih sa svih postaja u istraživanom razdoblju. Od jedinki termofilnih vrsta riba kod kojih su bile prisutne gonade u visceralnoj šupljini, jedino je kod vrste *S. sphyraena* primijećeno povećanje srednje mjesečne vrijednosti GSI% indeksa u 2018. godini (s 1,34 u veljači na 5,48 u lipnju).

Tablica 10. Prosječne mjesečne vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI%) termofilnih vrsta riba sa standardnom devijacijom (± SD) prikupljenih na svim postajama u istraživanom razdoblju.

Vrsta	2017				2018					2019			
	Lipanj	Listopad	Studeni	Prosinac	Veljača	Lipanj	Listopad	Studeni	Prosinac	Siječanj	Kolovoz	Rujan	Listopad
P. saltatrix	0,34 (n=1)		0,58 ± 0,34 (n=3)	0.24 (n=1)				0,85 (n=1)		0,59 (n=1)			1,26 (n=1)
S. sphyraena					1,34 (n=1)	5,48 ± 1,91 (n=2)		0,44 ± 0,32 (n=8)			0,13 ± 0,60 (n=21)	1,03 (n=1)	
L. amia		0,02 ± 0,04 (n=4)					0,11 ± 0,14 (n=9)	0,09 ± 0,12 (n=4)	0,19 (n=1)			2,56 (n=1)	
C. hippurus		0,39 ± 0,07 (n=6)											
C. crysos								0,6 ± (n=1)					

4.10. Prehrambene navike termofilnih vrsta riba u Medulinskom zaljevu

4.10.1. Analiza svojti plijena po vrstama u ukupnom uzorku

Analizom probavila istraživanih termofilnih vrsta riba utvrđene su 23 različite svojte plijena, no taj broj razlikovao se u ovisnosti o istraživanoj vrsti. Pored kategorije „detritus“, ribe i glavonošci u uznapredovaloj faze razgradnje raspoređeni su u kategoriju “nedeterminirano”.

4.10.1.1. Sastav prehrane vrste *S. dumerili*

Koeficijent punoće (Jr%) i koeficijent praznosti probavila (VI%) upotrijebljeni su za praćenje promjena sastava ishrane u mjesečnom i godišnjem razdoblju kada je vrsta zabilježena u lovinama. Najveća vrijednost Jr% zabilježena je u studenom 2018. godine (2,60), a najniža u rujnu 2019. godine (0,00). U 2017. godini sva probavila imala su određen sadržaj, a u naredne dvije godine jedino su tijekom listopada zabilježene jedinke s praznim probavilima (37.5% u 2018. godini i 32.7% u 2019. godini) (Tablica 11.).

Tablica 11. Prosječne vrijednosti koeficijenta punoće (Jr%), koeficijenata praznosti probavila (VI%) i Fultonovog indeksa kondicije (CF%) vrste *S. dumerili* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine sa svih postaja (n= broj jedinki, ±SD – standardna devijacija).

Godina	2017			2018			2019		
Mjesec	rujan	listopad	studeni	rujan	listopad	studeni	kolovoz	rujan	listopad
n	2	22	5	7	16	5	9	29	52
Jr%	0,77	1,47	0,73	0,88	0,92	2,60	2,15	0,00	1,15
VI%	0,00	0,00	0,00	0,00	37,5	0,00	0,00	0,00	32,07
CF% ± SD	1,2 ±0,2	1,22 ±0,06	1,21 ±0,17	1,28 ± 0,09	1,23 ±0,13	1,17 ±0,08	1,17 ±0,15	1,18 ±0,10	1,19 ±0,10

U probavilu vrste *S. dumerili* tijekom kompletnog razdoblja istraživanja i na svim postajama determinirano je sveukupno 19 različitih svojti plijena čija je najveća raznolikost utvrđena u listopadu 2019. godine (15). Hranidba se može pratiti u vrijeme kada je termofilna vrsta ribe lovljena, pri čemu je vidljivo da se udio svojti plijena povećava prema kasnijem jesenskom periodu tijekom svih triju godina istraživanja. U hranidbi prevladava riblji plijen gdje su najzastupljenije vrste roda *Atherina*. One su također, uz nedeterminirane vrste riba i riblji rod *Mullus*, značajno brojčano (N%) i maseno zastupljene (W%) svojte plijena (Tablice 12., 13. i 14.).

Tablica 12. Postotak učestalosti pojavljivanja (F%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *S. dumerili* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine sveukupno sa svih postaja.

Svojte plijena	**2017**			**2018**			**2019**		
	rujan	listopad	studeni	rujan	listopad	studeni	kolovoz	rujan	listopad
Pagellus erythrinus								6,02	1,56
Boops boops									1,56
Sparidae nedet.			15,38		4,00	8,33		8,43	9,38
Sardina pilchardus		7,32							
Clupeidae nedet.		14,63	7,69		16,00			8,43	1,56
Atherina hepsetus	20,00	7,32	15,38	10,00	12,00		5,88	8,43	1,56
Atherina boyeri	20,00	4,88	7,69	20,00	4,00		17,65	6,02	1,56
Atherina sp.	20,00	14,63	7,69	20,00	20,00	8,33	29,41	12,05	3,13
Mullus barbatus									6,25
Mullus sp.						8,33			10,94
Trachurus sp.						16,67			1,56
Sphyraena sp.								2,41	
Pisces nedet.		4,88	7,69		4,00		29,41	19,28	25,00
Mysidiacea						8,33			
Isopoda	20,00				4,00		5,88	1,20	
Detritus	20,00	41,46	30,77	50,00	32,00	25,00	11,76	25,30	28,13
Loligio vulgaris		2,44				16,67			1,56
Sepia officinalis								1,20	1,56
Cephalopoda nedet.		2,44						1,20	4,69
Zostera sp.			7,69		4,00	8,33			

Tablica 13. Postotak brojnosti (N%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *S. dumerili* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine i po mjesecima ulova sveukupno sa svih postaja.

Svojte plijena	**2017**			**2018**			**2019**		
	rujan	listopad	studeni	rujan	listopad	studeni	kolovoz	rujan	listopad
Pagellus erythrinus								8,06	2,17
Boops boops									2,17
Sparidae nedet.			25,00		6,25	12,50		11,29	13,04
Sardina pilchardus		12,50							
Clupeidae nedet.		25,00	12,50		25,00			11,29	2,17
Atherina hepsetus	25,00	12,50	25,00	20,00	18,75		6,67	11,29	2,17
Atherina boyeri	25,00	8,33	12,50	40,00	6,25		20,00	8,06	2,17
Atherina sp.	25,00	25,00	12,50	40,00	31,25	12,50	33,33	16,13	4,35
Mullus barbatus									8.70
Mullus sp.						12,50			15,22
Trachurus sp.						25,00			2,17
Sphyraena sp.								3,23	
Pisces nedet.		8,33	12,50		6,25		33,33	25,81	34,78
Mysidiacea						12,50			
Isopoda	25,00				6,25		6,67	1,61	
Loligio vulgaris		4,17				25,00			2,17
Sepia officinalis								1,61	2,17
Cephalopoda nedet.		4,17						1,61	6,52

Tablica 14. Postotak mase (W%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *S. dumerili* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine i po mjesecima sveukupno sa svih postaja.

Svojte plijena	**2017**			**2018**			**2019**		
	rujan	listopad	studeni	rujan	listopad	studeni	kolovoz	rujan	listopad
Pagellus erythrinus								14,76	9,33
Boops boops									2,80
Sparidae nedet.			12,28		13,55	16,50		13,50	7,01
Sardina pilchardus		35,66	0,00						
Clupeidae nedet.		18,83	1,50		36,41			10,48	0,52
Atherina hepsetus	38,71	4,44	32,90	32,96	14,26		11,92	10,48	1,57
Atherina boyeri	9,68	3,04	4,87	25,18	2,20		43,48	3,17	0,39
Atherina sp.	50,00	13,37	10,50	41,86	23,34	2,81	29,66	8,29	0,64
Mullus barbatus									26,61
Mullus sp.						2,14			17,84
Trachurus sp.						34,61			2,60
Sphyraena sp.								4,07	
Pisces nedet.		5,64	10,50		0,09		14,72	19,87	10,02
Mysidiacea						0,25			
Isopoda	1,61				0,26		0.23	0,10	
Detritus		6,96	27,37		9,70	8,27		10,63	4,85
Loligio vulgaris		11,86				35,38			9,38
Sepia officinalis								4,23	1,00
Cephalopoda nedet.		0,20						0,42	5,44
Zostera sp.			0,09		0,19	0,03			

U ovom istraživanju sakupljeno je 147 jedinki vrste *S. dumerili* te je bilo moguće pratiti prehranu s obzirom na veličinu jedinki pri čemu su one podijeljene u dva dužinska razreda kako bi se moglo uspoređivati s podacima iz literature; jedinke < 21 cm i jedinke ≥ 21 cm. U Tablici 15. prikazane su njihove vrijednosti postotka učestalosti pojavljivanja (F%), postotka brojnosti (N%) i postotka mase (W%). Kod jedinki standardne duljine < 21 cm 50 % manja je raznolikost plijena pri čemu maseno prevladavaju svojte manjih dimenzija (Atherinidae). U ishrani jedinki standardne duljine ≥ 21 cm, prevladavaju ribe iz skupine Sparidae, a zabilježena je i jedna termofilna vrsta, *S. sphyraena*.

Tablica 15. Frekvencija učestalosti pojavljivanja (F%), postotak brojnosti (N%) i postotak mase (W %) determiniranih svojti plijena različitih dužinskih razreda vrste *S. dumerili* (n – broj jedinki, SL – standardna duljina u cm).

Svojte	**SL < 21 cm, n= 34**			**SL ≥ 21 cm, n= 113**		
	F%	**N%**	**W%**	**F%**	**N%**	**W%**
Oblada melanura						
Pagellus erythrinus				3,11	4,8	7,02
Boops boops				0,52	0,8	1,26
Sparidae nedet.	2,60	3,74	3,20	7,77	12	8,27
Sardina pilchardus				1,55	2,4	8,15
Clupeidae nedet.	1,30	0,93	1,56	9,33	14,4	9,77
Atherina hepsetus	10,38	13,08	7,92	5,70	8,8	4,55
Atherina boyeri	12,99	21,50	11,00	3,11	4,8	1,49
Atherina sp.	23,38	28,04	27,30	7,77	12	6,37
Mullus barbatus				2,07	3,2	11,95
Mullus sp.				4,15	6,4	8,23
Trachurus sp.				1,55	2,4	4,67
Belone belone						
Sphyraena sp.				1,04	1,6	0,78
Pisces nedet.	24,68	28,04	28,60	11,40	17,6	6,73
Mysidiacea				0,52	0,8	0,03
Isopoda	3,90	2,80	0,41	0,52	0,8	0,02
Detritus	18,17		10,59	33,68		7,17
Loligio vulgaris				2,07	3,2	10,50
Sepiaofficinalis				1,04	1,6	1,26
Cephalopoda nedet.	2,60	1,87	9,42	1,55	2,4	1,76
Posidonia oceanica						
Zostera sp.				1,55		0,02
Hymenoptera						

U tablici 16. prikazane su prosječne vrijednosti koeficijenta punoće (Jr%), koeficijenta praznosti probavila (VI%) i Fultonova indeksa kondicije (CF%) tijekom 2017., 2018. i 2019. godine vrste *S. dumerili* sa svih postaja (n= broj jedinki, SL – standardna duljina, ±SD – standardna devijacija).

Kod jedinki < od 21 cm prosječne vrijednosti punoće probavila su veće, a ujedno u toj skupini nije zabilježena ni jedna jedinka s praznim probavilom. CF% kod oba dužinska razreda vrste *S. dumerili* je gotovo jednak.

Tablica 16. Prosječne vrijednosti koeficijenta punoće (Jr%), koeficijenata praznosti probavila (VI%) i indeksa kondicije (CF%) tijekom 2017., 2018. i 2019. godine vrste *S. dumerili* sa svih postaja (n= broj primjeraka, SL – standardna duljina u cm, ±SD – standardna devijacija).

Vrsta	*S. dumerili*	
Dužinski razred	< 21 cm SL	**≥** 21 cm SL
n	34	113
Jr%	1,90	1,45
VI%	0,00	18,58
CF% ±SD	1,21±0,34	1,20±0,10

4.10.1.2. Sastav prehrane vrste *P. saltatrix*

Tijekom istraživanog razdoblja na svim postajama u Medulinskom zaljevu sakupljeno je 8 jedinki vrste *P. Saltatrix.* U studenom 2017. godine su sakupljene 3 jedinke. U narednom periodu zabilježena je najviše jedna jedinka u mjesecu zbog čega nije moguće pratiti promjene u intenzitetu prehrane (Tablica 17.).

Tablica 17. Prosječne vrijednosti koeficijenta punoće (Jr%), koeficijenata praznosti (VI%) probavila i indeksa kondicije (CF%) tijekom 2017., 2018. i 2019. godine kod vrste *P. saltatrix* sa svih postaja (n = broj primjeraka, ±SD – standardna devijacija).

Godina	2017			2018	2019	
Mjesec	lipanj	studeni	prosinac	studeni	siječanj	listopad
n	1	3	1	1	1	1
Jr%	0,89	0,12	0,04	0,10	0,00	1,11
VI%	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CF% ± SD	0,88	0,98±0,07	0,81	0,92	0,78	0,81

U prehrani vrste *P. saltatrix* zabilježeni su detritus i svega tri svojte plijena (ribe i glavonošci), koje uslijed poodmakle faze razgradnje nije bilo moguće determinirati do nižih taksonomskih kategorija te je determinacija izvršena do razine porodice (Sparidae) i razreda (Cephalopoda). Najviše vrijednosti postotka učestalosti pojavljivanja (F%) plijena odnose se na porodicu Sparidae i ribe koje nije bilo moguće determinirati. Jedna jedinka zabilježena je u siječnju 2019. godine, a njezino je probavilo bilo prazno.

U Tablicama 18., 19. i 20. prikazane su vrijednosti postotka učestalosti pojavljivanja (F%), postotka brojnosti (N%) i postotka mase (W %) za vrstu *P. saltatrix* tijekom cjelokupnog perioda istraživanja zbirno sa svih postaja.

Tablica 18. Postotak učestalosti pojavljivanja (F%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *P. saltatrix* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine sveukupno sa svih postaja.

Svojta plijena	**2017**			**2018**	**2019**	
	lipanj	studeni	prosinac	studeni	siječanj	listopad
Oblada melanura						
Pagellus erythrinus						
Boops boops						
Sparidae nedet.						50,00
Sardina pilchardus						
Clupeidae nedet.						
Atherina hepsetus						
Atherina boyeri						
Atherina sp.						
Mullus barbatus						
Mullus sp.						
Trachurus sp.						
Belone belone						
Sphyraena sp.						
Pisces nedet.	33,33		50,00	100,00		
Mysidiacea						
Isopoda						
Detritus	33,33	100,00	50,00			50,00
Loligio vulgaris						
Sepia officinalis						
Cephalopoda nedet.	33,33					
Posidonia oceanica						
Zostera sp.						
Hymenoptera						

Tablica 19. Postotak brojnosti (N%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *P. saltatrix* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine sveukupno sa svih postaja.

Svojta plijena	**2017**			**2018**	**2019**	
	lipanj	studeni	prosinac	studeni	siječanj	listopad
Oblada melanura						
Pagellus erythrinus						
Boops boops						
Sparidae nedet.						100,00
Sardina pilchardus						
Clupeidae nedet.						
Atherina hepsetus						
Atherina boyeri						
Atherina sp.						
Mullus barbatus						
Mullus sp.						
Trachurus sp.						
Belone belone						
Sphyraena sp.						
Pisces nedet.	50,00		100,00	100,00		
Mysidiacea						
Isopoda						
Loligio vulgaris						
Sepia officinalis						
Cephalopoda nedet.	50,00					
Hymenoptera						

Tablica 20. Postotak mase (W%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *P. saltatrix* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine sveukupno sa svih postaja.

Svojta plijena	**2017**			**2018**	**2019**	
	lipanj	studeni	prosinac	studeni	siječanj	listopad
Oblada melanura						
Pagellus erythrinus						
Boops boops						
Sparidae nedet.						94,85
Sardina pilchardus						
Clupeidae nedet.						
Atherina hepsetus						
Atherina boyeri						
Atherina sp.						
Mullus barbatus						
Mullus sp.						
Trachurus sp.						
Belone belone						
Sphyraena sp.						
Pisces nedet.	60,00		15,00	100,00		
Mysidiacea						
Isopoda						
Detritus	30,00	100,00	85,00			5,15
Loligio vulgaris						
Sepia officinalis						
Cephalopoda nedet.	10,00					
Posidonia oceanica						
Zostera sp.						
Hymenoptera						

4.10.1.3. Sastav prehrane vrste *S. sphyraena*

Na svim postajama u Medulinskom zaljevu tijekom 2017., 2018. i 2019. godine analizirano je ukupno 33 jedinke vrste *S. sphyraena*. Najveće prosječne vrijednosti koeficijena punoće probavila (Jr%) zabilježene su u kolovozu 2019. godine (1,88%), a općenito su bile vrlo niske. Potpuno prazna probavila zabilježena su u periodu kada je zabilježeno najmanje jediniki (Tablica 21.).

Tablica 21. Prosječne vrijednosti koeficijenta punoće (Jr%), koeficijenta praznosti probavila (VI%) i indeksa kondicije (CF%) tijekom 2018. i 2019. godine kod vrste *S. sphyraena* sa svih postaja (n= broj primjeraka, ±SD – standardna devijacija).

Godina	2018			2019	
Mjesec	veljača	lipanj	studeni	kolovoz	rujan
n	1	2	8	21	1
Jr%	0,00	0,12	0,9	1,88	0,06
VI%	100,00	100,00	50,90	6,64	0,00
CF% ± SD	0,37	0,42±0,01	0,43±0,02	0,41±0,06	0,36

Kod vrste *S. sphyraena* u hranidbi prevladava riblji plijen pored čega su uz detritus i rakove (Isopoda) determinirane četiri različite riblje svojte od kojih je samo jedna svojta određena do razine vrste (*Atherina boyeri*). Tijekom istraživanog razdoblja od jedinki sakupljenih sa svih postaja najveće vrijednosti postotka učestalosti pojavljivanja (F%) zabilježene su za detritus. Najveći postotak brojnosti (N%) utvrđen je u studenom 2018. godine za svojtu plijena *Trachurus* sp. (33,33) Najmanja vrijednost postotka mase (W%) odnosila se na rakove (Isopoda) i iznosila je 0,41 (Tablice 22., 23. i 24.).

Tablica 22. Postotak učestalosti pojavljivanja (F%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *S. sphyraena* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine i mjesecima ulova sveukupno sa svih postaja.

Svojta plijena	**2018**			**2019**	
	veljača	lipanj	studeni	kolovoz	rujan
Oblada melanura					
Pagellus erythrinus					
Boops boops					
Sparidae nedet.					
Sardina pilchardus					
Clupeidae nedet.			11,11		
Atherina hepsetus					
Atherina boyeri				9,38	
Atherina sp.				3,13	
Mullus barbatus					
Mullus sp.					
Trachurus sp.			33,33		
Belone belone					
Sphyraena sp.					
Pisces nedet.				31,25	
Mysidiacea					
Isopoda				3,13	
Detritus		100,00	55,56	53,13	100,00
Loligio vulgaris					
Sepia officinalis					
Cephalopoda nedet.					
Posidonia oceanica					
Zostera sp.					
Hymenoptera					

Tablica 23. Postotak brojnosti (N%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *S. sphyraena* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine i mjesecima ulova sveukupno sa svih postaja.

Svojta plijena	**2018**			**2019**	
	veljača	lipanj	studeni	kolovoz	rujan
Oblada melanura					
Pagellus erythrinus					
Boops boops					
Sparidae nedet.					
Sardina pilchardus					
Clupeidae nedet.			25,00		
Atherina hepsetus					
Atherina boyeri				20,00	
Atherina sp.				6,67	
Mullus barbatus					
Mullus sp.					
Trachurus sp.			75,00		
Belone belone					
Sphyraena sp.					
Pisces nedet.				66,67	
Mysidiacea					
Isopoda				6,67	
Loligio vulgaris					
Sepia officinalis					
Cephalopoda nedet.					
Hymenoptera					

Tablica 24. Postotak mase (W%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *S. sphyraena* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine i mjesecima ulova sveukupno sa svih postaja.

Svojta plijena	**2018**			**2019**	
	veljača	lipanj	studeni	kolovoz	rujan
Oblada melanura					
Pagellus erythrinus					
Boops boops					
Sparidae nedet.					
Sardina pilchardus					
Clupeidae nedet.					
Atherina hepsetus					
Atherina boyeri				10,18	
Atherina sp.				14.46	
Mullus barbatus					
Mullus sp.					
Trachurus sp.			83,26		
Belone belone					
Sphyraena sp.					
Pisces nedet.				29,53	
Mysidiacea					
Isopoda				0,41	
Detritus		100,00	10,94	45,42	100,00
Loligio vulgaris					
Sepia officinalis					
Cephalopoda nedet.					
Posidonia oceanica					
Zostera sp.					

4.10.1.4. Sastav prehrane vrste *L. amia*

Na svim postajama u Medulinskom zaljevu tijekom 2017., 2018. i 2019. godine analizirane su ukupno 22 jedinke vrste *L. amia*.
Prosječne vrijednosti punoće probavila (Jr%) smanjuju se prema kasnijem jesenskom razdoblju, kao i indeks kondicije što je moguće pratiti u 2018. i 2019. godini. (Tablica 25.).

Tablica 25. Prosječne vrijednosti koeficijenta punoće (Jr%), koeficijenta praznosti (VI%) probavila i Fultonovog indeksa kondicije (CF%) vrste *L. amia* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine sa svih postaja (n= broj primjeraka, ±SD – standardna devijacija).

Godina	2017	2018			2019		
Mjesec	listopad	listopad	studeni	prosinac	kolovoz	rujan	listopad
n	4	9	4	1	2	1	1
Jr%	1,22	4,79	3,38	0,02	1,99	0,14	0,00
VI%	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	100,00	0,00
CF±SD	0,91±0,21	0,98 ±0,14	0,93 ±0,06	0,96	1,99 ±0,09	1,01	0,84

Vrsta *L. amia* kao i ostale istraživane termofilne vrste riba pokazuje značajnu preferenciju prema ribljem plijenu. U ishrani su još utvrđeni biljni material i rakovi (Isopoda). Najveće vrijednosti postotka učestalosti pojavljivanja (F%) dobivene su za rod *Atherina*, vrstu *Atherina hespetus* te za svojtu *Belone belone* koja se ujedno pojavljuje jedino u probavilu *L. amia*. Za navedeni plijen ujedno su zabilježene najveće vrijednosti N% i W% (100%) tijekom cjelokupnog perioda istraživanja (Tablice 26., 27. i 28.).

Tablica 26. Postotak učestalosti pojavljivanja (F%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *L. amia* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine i po mjesecima ulova sveukupno sa svih postaja.

Svojta plijena	**2017**	**2018**			**2019**		
	listopad	listopad	studeni	prosinac	kolovoz	rujan	listopad
Oblada melanura		3,23					
Pagellus erythrinus							
Boops boops	12,5						
Sparidae nedet.	12,5	12,90					
Sardina pilchardus							
Clupeidae nedet.							
Atherina hepsetus	12,5	22,58			40,00		
Atherina boyeri		9,68			20,00		
Atherina sp.	12,5	22,58					
Mullus barbatus							
Mullus sp.							
Trachurus sp.							
Belone belone			37,5	100.00			
Sphyraena sp.							
Pisces nedet.	25,00	6,45			40,00		
Mysidiacea							
Isopoda		3,23	12,5				
Detritus	25,00	16,13	37,5			100,00	
Loligio vulgaris							
Sepia officinalis							
Cephalopoda nedet.							
Posidonia oceanica		3,23					
Zostera sp.			12,5				
Hymenoptera							

Tablica 27. Postotak brojnosti (N%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *L. amia* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine i po mjesecima ulova sveukupno sa svih postaja.

Svojta plijena	**2017**	**2018**			**2019**		
	listopad	listopad	studeni	prosinac	kolovoz	rujan	listopad
Oblada melanura		4,00					
Pagellus erythrinus							
Boops boops	16,67						
Sparidae nedet.	16,67	16,00					
Sardina pilchardus							
Clupeidae nedet.							
Atherina hepsetus	16,67	28,00			40,00		
Atherina boyeri		12,00			20,00		
Atherina sp.	16,67	28,00					
Mullus barbatus							
Mullus sp.							
Trachurus sp.							
Belone belone			75,00	100,00			
Sphyraena sp.							
Pisces nedet.	33,33	8,00			40,00		
Mysidiacea							
Isopoda		4,00	25,00				
Loligio vulgaris							
Sepia officinalis							
Cephalopoda nedet.							
Hymenoptera							

Tablica 28. Postotak mase (W%) pojedinih svojti plijena u probavilu vrste *L. amia* tijekom 2017., 2018. i 2019. godine i po mesecima ulova sveukupno sa svih postaja.

Svojta plijena	**2017**	**2018**			**2019**		
	listopad	listopad	studeni	prosinac	kolovoz	rujan	listopad
Oblada melanura		9,22					
Pagellus erythrinus							
Boops boops	11,88						
Sparidae nedet.	15,75	3,43					
Sardina pilchardus							
Clupeidae nedet.							
Atherina hepsetus	24,67	28,14			81,02		
Atherina boyeri		2,72			13,55		
Atherina sp.	9,84	18,04					
Mullus barbatus							
Mullus sp.							
Trachurus sp.							
Belone belone			65,19	100,00			
Sphyraena sp.							
Pisces nedet.	12,53	9,59			5,42		
Mysidiacea							
Isopoda			2,80				
Detritus	25,33	28,83	31,78			100,00	
Loligio vulgaris							
Sepiaofficinalis							
Cephalopoda nedet.							
Posidonia oceanica		0,02					
Zostera sp.			0,23				
Hymenoptera							

4.10.1.5. Sastav prehrane ostalih istraživanih termofilnih vrsta riba (*C. hippurus, C. crysos, T. ovatus*)

Postotak učestalosti pojavljivanja (F%), postotak brojnosti (N%) i postotak mase (W%) za vrste *C. hippurus*, *C. crysos* i *T. ovatus* prikazani su u Tablici 29.

Tablica 29. Vrijednosti postotka učestalosti pojavljivanja (F%), postotka brojnosti (N%) i postotka mase (W%) pojedinih svojti plijena u probavilima vrsta *C. hippurus, C. crysos i T. ovatus* sa svih postaja u cjelokupnom periodu istraživanja (n – broj jedinki).

Svojte plijena	*C. hippurus*			*C. crysos*			*T. ovatus*					
	2017			2018			2018			2019		
	n=6			n=1			n=1			n=2		
	F%	N%	W%	F%	N%	%W	F%	N%	W%	F%	N%	W%
Oblada melanura												
Pagellus erythrinus												
Boops boops												
Sparidae nedet.												
Sardina pilchardus	25,00	50,00	92,30									
Clupeidae nedet.												
Atherina hepsetus												
Atherina boyeri												
Atherina sp.												
Mullus barbatus												
Mullus sp.												
Trachurus sp.												
Belone belone												
Sphyraena sp.												
Pisces nedet.				100,00	100,00	100,00				33,33	100,00	5,88
Mysidiacea							33,33	50,00	94,91			
Isopoda												
Detritus	50,00		2,37				33,33		2,10	66,67		94,12
Loligio vulgaris	25,00	50,00	5,32									
Sepia officinalis												
Cephalopoda nedet.												
Posidonia oceanica												
Zostera sp.												
Hymenoptera							33,33	50,00	2,99			

Navedene termofilne vrste riba zastupljene su s malim brojem jedinki, zbog čega su, radi preglednosti, njihovi rezultati zajednički prikazani. U hranidbi vrste *C. hippurus* determinirani je pelagični (*Sardina pilchardus)* i bentopelagični plijen (*Loligo vulgaris*) s pojedinačno podjednakom učestalošću pojavljivanja (25 %), no postotak mase (W%) veći je za plijen *S. pilchardus*. Kod vrste *C. crysos* u prehrani je zabilježen nedeterminirani riblji plijen, kao i kod vrste *T. ovatus,* kod koje su u prehrani zastupljeni i kukci reda *Hymenoptera* te rakovi (*Mysidiacea*) s visokom masenom zastupljenosti (94,91 %).

4.10.2. Analiza svojti plijena svake termofilne vrste po postajama

U Tablicama 30. 31. i 32. prikazane su vrijednosti prosječne učestalosti pojavljivanja pojedinih svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na sve tri postaje.

Tablica 30. Prosječne vrijednosti učestalosti pojavljivanja (F%) pojedinih svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Dražice u cjelokupnom periodu istraživanja.

Svojite plijena	**Istraživane vrste riba**					
	S. dumerili	*P. saltatrix*	*S. sphyraena*	*L. amia*	*T. ovatus*	*C. crysos*
Oblada melanura						
Pagellus erythrinus	1,27					
Boops boops						
Sparidae nedet.	2,53					
Sardina pilchardus						
Clupeidae nedet.	1,27		2,33			
Atherina hepsetus	8,86			40,00		
Atherina boyeri	15,19		6,98	20,00		
Atherina sp.	22,78		2,33			
Mullus barbatus						
Mullus sp.						
Trachurus sp.			6,98			
Belone belone						
Sphyraena sp.						
Pisces nedet.	16,46	40,00	23,26	40,00	33,33	100,00
Mysidiacea						
Isopoda	2,53		2,33			
Detritus	25,32	40,00	55,81		66,67	
Loligio vulgaris	1,27					
Sepia officinalis						
Cephalopoda nedet.	1,27	20,00				
Posidonia oceanica						
Zostera sp.	1,27					
Hymenoptera						

Tablica 31. Prosječna vrijednost učestalosti pojavljivanja (F%) pojedinih svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Školjić.

Svojte plijena	**Istraživane vrste riba**		
	S. dumerili	*P. saltatrix*	*L. amia*
Oblada melanura			
Pagellus erythrinus	2,37		
Boops boops	0,59		25,00
Sparidae nedet.	8,28		
Sardina pilchardus	1,78		
Clupeidae nedet.	10,06		
Atherina hepsetus	7,1		
Atherina boyeri	2,37		
Atherina sp.	8,88		
Mullus barbatus	2,37		
Mullus sp.	4,14		
Trachurus sp.	1,78		
Belone belone			
Sphyraena sp.	1,18		
Pisces nedet.	11,24	100,00	50,00
Mysidiacea	0,59		
Isopoda	1,18		
Detritus	29,59		25,00
Loligio vulgaris	1,78		
Sepia officinalis	1,18		
Cephalopoda nedet.	2,37		
Posidonia oceanica			
Zostera sp.	1,18		
Hymenoptera			

Tablica 32. Prosječna vrijednost učestalosti pojavljivanja (F%) svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Kažela.

Svojte plijena	**Istraživane vrste riba**				
	S. dumerili	*P. saltatrix*	*L. amia*	*T. ovatus*	*C. hippurus*
Oblada melanura			2,22		
Pagellus erythrinus					
Boops boops					
Sparidae (nedeterminirano)	4,76	25,00	11,11		
Sardina pilchardus					25,00
Clupeidae (nedeterminirano)	4,76				
Atherina hepsetus			17,78		
Atherina boyeri			6,67		
Atherina sp.			17,78		
Mullus barbatus					
Mullus sp.	4,76				
Trachurus sp.					
Belone belone			8,89		
Sphyraena sp.					
Pisces (nedeterminirano)	42,86		4,44		
Mysidiacea				33,33	
Isopoda			4,44		
Detritus	42,86	75,00	22,22	33,33	50,00
Loligio vulgaris					25,00
Sepia officinalis					
Cephalopoda (nedeterminirano)					
Posidonia oceanica			2,22		
Zostera sp.			2,22		
Hymenoptera				33,33	

Prikazani podaci pokazuju visoku selektivnost svih istraživanih vrsta prema ribljem plijenu. Od determiniranih vrsta ribljeg plijena najveće vrijednost prosječne učestalosti pojavljivanja odnose se na rod Atherina, svojte *Atherina hepsetus* i *Atherina boyeri*, (od 2,33% do 40% na postaji Dražice kod vrsta *S. dumerili*, *S. sphyraena* i *L. amia*).

Na postaji Dražice u probavilu vrste *S. dumerili* zabilježena je vrsta *Loligo vulgaris* čija je vrijednost prosječne frekvencije pojavljivanja iznosila 1,27 %. te glavonošci koje nije bilo moguće determinirati (1,27 %). Ista vrsta plijena utvrđena je i kod vrste *C. hippurus* na postaji Kažela (25 %). Na postaji Dražice za vrstu *P. saltatrix* zabilježena je vrijednost prosječne frekvencije pojavljivanja od 20 % za nedeterminirane glavonošce. Biljni materijal utvrđen je u probavilima istraživanih riba na svim postajama, međutim zabilježen je jedino kod vrsta *S. dumerili* i *L. amia*. Njegova je prosječna učestalost pojavljivanja zanemariva; od 1,18 % do 2,22 % za svojtu Zoostera sp. utvrđenu u probavilu vrste *S. dumerili* na postajama Dražice i Školjić te 2,22 % za svojtu *Posidonia oceanica* utvrđenu kod vrste *L. amia* na postaji Kažela u čijem je probavilu utvrđena još i morska cvijetnica, *Zostera* sp. (2,22 %). Kukci (Hymenoptera) su zabilježeni jedino u probavilu vrste *T. ovatus* na postaji Kažela čija je prosječna vrijednost frekvencije pojavljivanja 33,3 %.

Najbrojnija svojta plijena na sve postaje bile su ribe (Tablice 33., 34. i 35.). Kod vrste *S. dumerili* na postaji Dražice od 7 svojti ribljeg plijena, najveće prosječne vrijednosti postotka projnosti (N%) zabilježene su za vrste roda *Atherina*, ali općenito vrste toga roda koje nije bilo moguće točno determinirati (30%). Slično je utvrđeno i kod vrste *L. amia*, gdje je vrsta plijena *Atherina hepsetus* najbrojnija (50%). Kod ostalih termofilnih vrsta na postaji Dražice nedeterminirane ribe sačinjavale su najveći prosječni postotak brojnosti plijena. Vrlo slično je zabilježeno i na postaji Školjić. Ovdje je determinirano dvostruko više svojti ribljeg plijena nego na prethodnoj postaji. Međutim, na ovoj postaji za vrstu *S. dumerili* najbrojniji plijen bile su pelagične ribe iz porodice Clupeidae te bentičke svojte roda *Mullus*. Termofilne vrste *P. saltatrix* i *L. amia* u najvećem brojčanom udjelu kozumirale su ribe koje nije bilo moguće determinirati (100% i 66,7%). Na postaji Kažela kod vrste *S. dumerili* nedeterminirane ribe pokazale su najveću vrijednost N%, a pri tom nije bilo moguće determinirati niti jednu svojtu plijena do taksonomske kategorije vrste. U probavilu vrste *P. saltatrix* bile su zastupljene jedino ribe iz porodice Sparidae (100%), dok su kod vrste *L. amia* ponovno bile najbrojnije vrste riba roda *Atherina* (79,61%), a prevladavala je vrsta *Atherina hepsetus* (45,63%). Rakovi iz skupine Mysidiacea bili su najbrojniji kod vrste *T. ovatus* (99,6%), a kod vrste *C. hyppurus* glavonožac *Loligo vulgaris* i riba *Sardina pilchardus*, obje s 50%.

Tablica 33. Prosječne vrijednosti postotka brojnosti svojti plijena (N%) u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Dražice.

Svojte plijena	**Istraživane vrste riba**					
	S. dumerili	*P. saltatrix*	*L. amia*	*T. ovatus*	*C. crysos*	*S. sphyraena*
Oblada melanura						
Pagellus erythrinus	1,82					
Boops boops						
Sparidae (nedeterminirano)	2,73					
Sardina pilchardus						
Clupeidae (nedeterminirano)	1,82					5,00
Atherina hepsetus	10,91		50,00			
Atherina boyeri	27,27		16,67			15,00
Atherina sp.	30,00					5,00
Mullus barbatus						
Mullus sp.						
Trachurus sp.						15,00
Belone belone						
Sphyraena sp.						
Pisces (nedeterminirano)	21,82	80,00	33,33	100,00	100,00	55,00
Mysidiacea						
Isopoda	1,82					5,00
Loligio vulgaris	0,91					
Sepia officinalis						
Cephalopoda (nedeterminirano)	0,91	20,00				
Hymenoptera						

Tablica 34. Prosječna vrijednost brojnosti (N%) svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Školjić.

Svojte plijena	**Istraživane vrste riba**		
	S. dumerili	*P. saltatrix*	*L. amia*
Oblada melanura			
Pagellus erythrinus	2,15		
Boops boops	0,54		33,33
Sparidae (nedeterminirano)	10,22		
Sardina pilchardus	2,69		
Clupeidae (nedeterminirano)	15,59		
Atherina hepsetus	10,75		
Atherina boyeri	3,23		
Atherina sp.	10,22		
Mullus barbatus	11,83		
Mullus sp.	7,53		
Trachurus sp.	3,76		
Belone belone			
Sphyraena sp.	1,08		
Pisces (nedeterminirano)	13,98	100,00	66,67
Mysidiacea	0,54		
Isopoda	1,08		
Loligio vulgaris	1,61		
Sepia officinalis	1,08		
Cephalopoda (nedeterminirano)	2,15		
Hymenoptera			

Tablica 35. Prosječna vrijednost brojnosti (N%) svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Kažela.

Svojte plijena	**Istraživane vrste riba**				
	S. dumerili	*P. saltatrix*	*L. amia*	*T. ovatus*	*C. hippurus*
Oblada melanura			0,97		
Pagellus erythrinus					
Boops boops					
Sparidae (nedeterminirano)	7,69	100,00	8,74		
Sardina pilchardus					50,00
Clupeidae (nedeterminirano)	15,38				
Atherina hepsetus			45,63		
Atherina boyeri			7,77		
Atherina sp.			26,21		
Mullus barbatus					
Mullus sp.	7,69				
Trachurus sp.					
Belone belone			3,88		
Sphyraena sp.					
Pisces (nedeterminirano)	69,23		4,85		
Mysidiacea				99,60	
Isopoda			1,94		
Loligio vulgaris					50,00
Sepia officinalis					
Cephalopoda (nedeterminirano)					
Hymenoptera				0,40	

Prosječne vrijednosti postotka mase (W%) ponovno pokazuju da je najvažniji pijen kod istraživanih termofilnih vrsta bio riblji (Tablice 36., 37. i 38.). Na postaji Dražice za pelagični plijen roda Trachurus zabilježene su najveće prosječne vrijednosti postotka mase (W%) kod vrsta *L. amia* i *S. sphyraena* (57%), dok je kod vrste *S. dumerili* to bio *Pagellus erythrinus*. Od sedam vrsta ribljeg plijena determiniranog iz probavila termofilnih riba na postaji Školjić kod vrste *S. dumerili*, *Mullus barbatus* pokazuje najviše vrijednosti postotka mase(W%) (13,4%), a vrste toga roda na postaji Kažela (38,47%).

Tablica 36. Prosječna vrijednost postotka mase (W%) svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Dražice.

Svojte plijena	**Istraživane vrste riba**					
	S. dumerili	*P. saltatrix*	*L. amia*	*T. ovatus*	*C. crysos*	*S. sphyraena*
Oblada melanura						
Pagellus erythrinus	22,18					
Boops boops						
Sparidae (nedeterminirano)	1,68					
Sardina pilchardus						
Clupeidae (nedeterminirano)	0,79		3,99			3,99
Atherina hepsetus	14,12					
Atherina boyeri	16,39		2,85			2,85
Atherina sp.	26,63		4,05			4,05
Mullus barbatus						
Mullus sp.						
Trachurus sp.			57,30			57,30
Belone belone						
Sphyraena sp.						
Pisces (nedeterminirano)	13,58	57,27	8,27	5,88	100,00	8,27
Mysidiacea						
Isopoda	0,07		0,11			0,11
Detritus	1,98	33,33	23,43	94,12		23,43
Loligio vulgaris	2,33					
Sepia officinalis						
Cephalopoda (nedeterminirano)	0,22	9,39				
Posidonia oceanica						
Zostera sp.	0,01					
Hymenoptera						

Tablica 37. Prosječna vrijednost postotka mase (W%) svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Školjić.

Svojte plijena	**Istraživane vrste riba**		
	S. dumerili	*P. saltatrix*	*L. amia*
Oblada melanura			
Pagellus erythrinus	2,62		
Boops boops	1,41		45,02
Unidentified Sparidae	8,46		
Sardina pilchardus	9,14		
Clupeidae (nedeterminirano)	10,65		
Atherina hepsetus	4,43		
Atherina boyeri	0,57		
Atherina sp.	4,61		
Mullus barbatus	13,40		
Mullus sp.	7,50		
Trachurus sp.	5,24		
Belone belone			
Sphyraena sp.	0,88		
Pisces (nedeterminirano)	7,76	100,00	47,51
Mysidiacea	0,03		
Isopoda	0,05		
Detritus	7,76		7,46
Loligio vulgaris	11,23		
Sepia officinalis	1,42		
Cephalopoda (nedeterminirano)	2,83		
Posidonia oceanica			
Zostera sp.	0,02		
Hymenoptera			

Tablica 38. Prosječna vrijednost postotka mase (W%) svojti plijena u probavilima istraživanih vrsta riba na postaji Kažela.

Svojte plijena	**Istraživane vrste riba**				
	S. dumerili	*P. saltatrix*	*T.ovatus*	*C.hippurus*	*L.amia*
Oblada melanura					8,57
Pagellus erythrinus					
Boops boops					
Sparidae (nedeterminirano)	24,15	77,25			4,22
Sardina pilchardus				92,30	
Clupeidae (nedeterminirano)	5,81				
Atherina hepsetus					27,76
Atherina boyeri					2,53
Atherina sp.					17,41
Mullus barbatus					
Mullus sp.	38,47				
Trachurus sp.					
Belone belone					1,48
Sphyraena sp.					
Pisces (nedeterminirano)	14,36				8,92
Mysidiacea			94,91		
Isopoda					0,06
Detritus	17,20	22,75	2,10	2,37	29,03
Loligio vulgaris				5,32	
Sepia officinalis					
Cephalopoda (nedeterminirano)					
Posidonia oceanica					0,02
Zostera sp.					
Hymenoptera			2,99		

4.10.3. Preklapanja u prehrani kod istraživanih termofilnih vrsta riba

Izračunate vrijednosti α indexa baziraju se na preklapanjima prema frekvenciji učestalosti pojavljivanja (F%), postotku brojnosti (N%), postotku mase (W%) po postajama i koeficijentu relativnog značenja (IRI) u cjelokupnom periodu istraživanja (Tablice 39. i 40.). Zvjezdicom (*) su označene vrijednosti koje ukazuju na moguća preklapanja prehrane (>0.5), a najviše vrijednosti preklapanja zabilježene su kod piscivornih vrsta (*P. saltatrix*, *S. sphyraena* i *L. amia*). Iako je potpuno preklapanje α indexa za postotak mase W% utvrđeno na postaji Dražice (1) za vrste *C. crysos* i *T. ovatus*, navedeni podatak potrebno je uzeti s rezervom budući je analiza preklapanja obavljena na temelju malog broja jedinki (jedna jedinka *C. crysos* i četiri jedinke *T. ovatus*).

Tablica 39. Vrijednosti α indeksa na temelju preklapanja prehrambenih navika za postotak brojnosti (N%) (kurziv) i postotak mase (W%) (podebljano) na postaji Dražice tijekom 2017., 2018. i 2019. godine

Vrsta	*S. dumerili*	*P. saltatrix*	*S. sphyraena*	*L. amia*	*C. crysos*	*T. ovatus*
S. dumerili	/	**0,24**	**0,48**	**0,54**	**0,22**	**0,22**
P. saltatrix	*0,05*	**/**	**0,53**	**0,40**	**0,67**	**0,67***
S. sphyraena	*0,05*	*0,05*	/	**0,56**	**0,53**	**0,53**
L. amia	*0,29*	*0,29*	*0,08*	/	**0,40**	**0,40**
C. crysos	*0,39*	*0,57*	*0,05*	*0,32*	/	**1***
T. ovatus	*0,08*	*0,14*	*0,33*	*0,18*	*0,16*	/

Tablica 40. Vrijednosti α indeksa na temelju preklapanja prehrambenih navika za frekvenciju učestalosti pojavljivanja (F%) (podebljano) i koeficijent relativnog značenja (IRI) (kurziv) termofilnih vrsta riba na postaji Dražice tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Vrsta	*S. dumerili*	*P. saltatrix*	*S. sphyraena*	*L. amia*	*C. crysos*	*T. ovatus*
S. dumerili	/	**0,43**	**0.55**	**0,41**	**0,16**	**0,42**
P. saltatrix	*0,42*	/	**0,63***	**0,40**	**0,40**	**0,73***
S. sphyraena	*0,22*	*0,22*	/	**0,30**	**0,23**	**0,79***
L. amia	*0,49*	*0,21*	*0,30*	/	**0,40**	**0,33**
C. crysos	*0,68**	*0,50*	*0,22*	*0,48*	/	**0,4**
T. ovatus	*0,19*	*0,09*	*0,49*	*0,37*	*0,21*	/

*p<0,05

U tablicama 41. i 42. prikazane su vrijednosti α indeksa prema postotku brojnosti (N%) i postotku mase (W%) te prema frekvenciji učestalosti pojavljivanja (F%) i koeficijentu relativnog značenja (IRI) za postaju Školjić.

Tablica 41. Vrijednosti α indeksa na temelju preklapanja prehrambenih navika za postotak brojnosti (N%) (kurziv) i postotak mase (W%) (podebljano) na postaji Školjić tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Vrsta	*S. dumerili*	*L. amia*	*P. saltatrix*
S. dumerili	/	**0,17**	**0,16**
L. amia	*0,17*	/	**0,67***
P. saltatrix	*0,07*	*0,48*	/

Tablica 42. Vrijednosti α indeksa na temelju preklapanja prehrambenih navika za frekvenciju učestalosti pojavljivanja (F%) (podebljano) i koeficijent relativnog značenja (IRI) (kurziv) termofilnih vrsta riba na postaji Školjić tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Vrsta	*S. dumerili*	*L. amia*	*P. saltatrix*
S. dumerili	/	**0,37**	**0,11**
L. amia	*0,16*	/	**0,50**
P. saltatrix	*0,03*	*0,51*	/

U tablicama 43. i 44. prikazane su vrijednosti α indeksa prema postotku brojnosti (N%) i postotku mase (W%) te prema frekvenciji učestalosti pojavljivanja (F%) i koeficijentu relativnog značenja (IRI) za postaju Kažela. U Tablici 45. prikazane su vrijednosti α indeksa za 6 termofilnih vrsta riba u sveukupnom periodu istraživanja na temelju preklapanja prehrambenih navika za postotak mase (W %) i koeficijent relativnog značenja (IRI).

Tablica 43. Vrijednosti α indeksa na temelju preklapanja prehrambenih navika za postotak brojnosti (N%) (kurziv) i postotak mase (W %) (podebljano) na postaji Kažela tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

Vrsta	*S. dumerili*	*C. hippurus*	*L. amia*	*T. ovatus*	*P. saltatrix*
S. dumerili	/	**0,05**	**0,14**	**0,00**	**0,12**
C. hippurus	*0,17*	/	**0,00**	**0,00**	**0,00**
L. amia	*0,30*	*0,02*	/	**0,00**	**0,00**
T. ovatus	*0,02*	*0,02*	*0,02*	/	**0,15**
P. saltatrix	*0,16*	*0,02*	*0,02*	*0,27*	/

Tablica 44. Vrijednosti α indeksa na temelju preklapanja prehrambenih navika za frekvenciju učestalosti pojavljivanja (F%) (podebljano) i koeficijent relativnog značenja (IRI) (kurziv) termofilnih vrsta riba na postaji Kažela tijekom 2017., 2018. i 2019. godine.

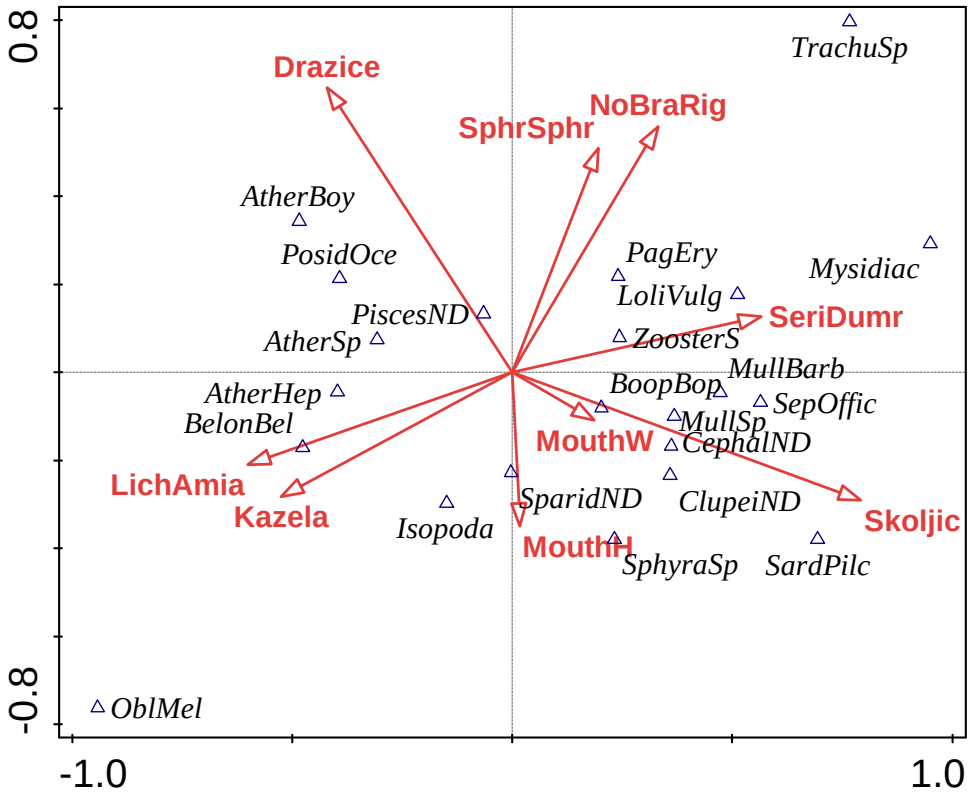
Vrsta	*S. dumerili*	*C. hippurus*	*L. amia*	*T. ovatus*	*P. saltatrix*
S. dumerili	/	**0,33**	**0,66***	**0,33**	**0,44**
C. hippurus	*0,09*	/	**0,22**	**0,33**	**0,50**
L. amia	*0,28*	*0,09*	/	**0,22**	**0,33**
T. ovatus	*0,03*	*0,02*	*0,03*	/	**0,38**
P. saltatrix	*0,33*	*0,09*	*0,03*	*0,28*	/

Tablica 45. Vrijednosti α indeksa za 6 termofilnih vrsta riba u sveukupnom periodu istraživanja na temelju preklapanja prehrambenih navika za postotak mase (W%) (podebljano) i koeficijent relativnog značenja (IRI) (podcrtano).

Vrsta	*C. hippurus*	*L. amia*	*P. saltatrix*	*S. dumerili*	*S. sphyraena*	*T. ovatus*
C. hippurus	-	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00
L. amia	**0,00**	-	0,2	0,52	0,26	0,12
P. saltatrix	**0,00**	**0,19**	-	0,27	0,39	0,11
S. dumerili	**0,13**	**0,36**	**0,21**	-	0,4	0,11
S. sphyraena	**0,00**	**0,19**	**0,11**	**0,28**	-	0,11
T. ovatus	**0,00**	**0,13**	**0,01**	**0,01**	**0,01**	-

Svojstvene vrijednosti (λ) CCA analize pokazale su preko 85% kumulativne prilagođene varijabilnosti na prve četiri osi (λ1 = 0,4857, 44,67%; λ2 = 0,1938, 62,49%; λ3 = 0,1584, 77,06%; λ4 = 0,3625, 85,03%). CCA analiza upućuje da su važan plijen vrste *L. amia* bile pelagične i bentopelagične svojte konzumirane na postaji Kažela (*Belone belone* Linnaeus, 1760 i vrste roda Atherina). Na postajama Školjić i Dražice vrsta *S. dumerili* konzumirala je glavonošce, rakove skupine Mysidaceae i ribe (*Pagellus erythrinus* Linnaeus, 1758 i vrste roda Mullus). U prehrani vrste *S. sphyraena* najvažniji plijen predstavlja pelagični rod Trachurus iz porodice Carangidae. Visina i širina usta za vrsta *S. dumerili* i *L. amia* imaju važnu značajku u selektivnosti plijena. Na

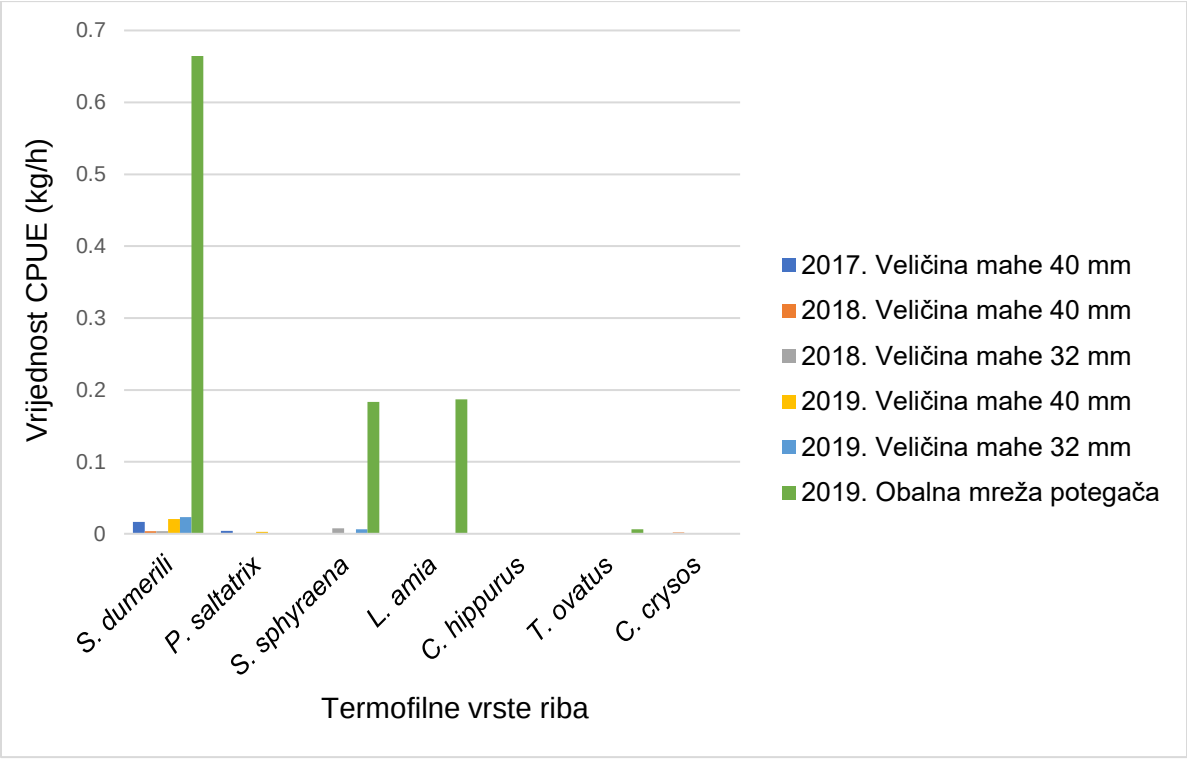
temelju IRI i W% prema Schöeneru čini se da ne dolazi do preklapanja prehrane kod analiziranih termofilnih vrsta ulovljenih u Medulinskom zaljevu (Slika 8.).



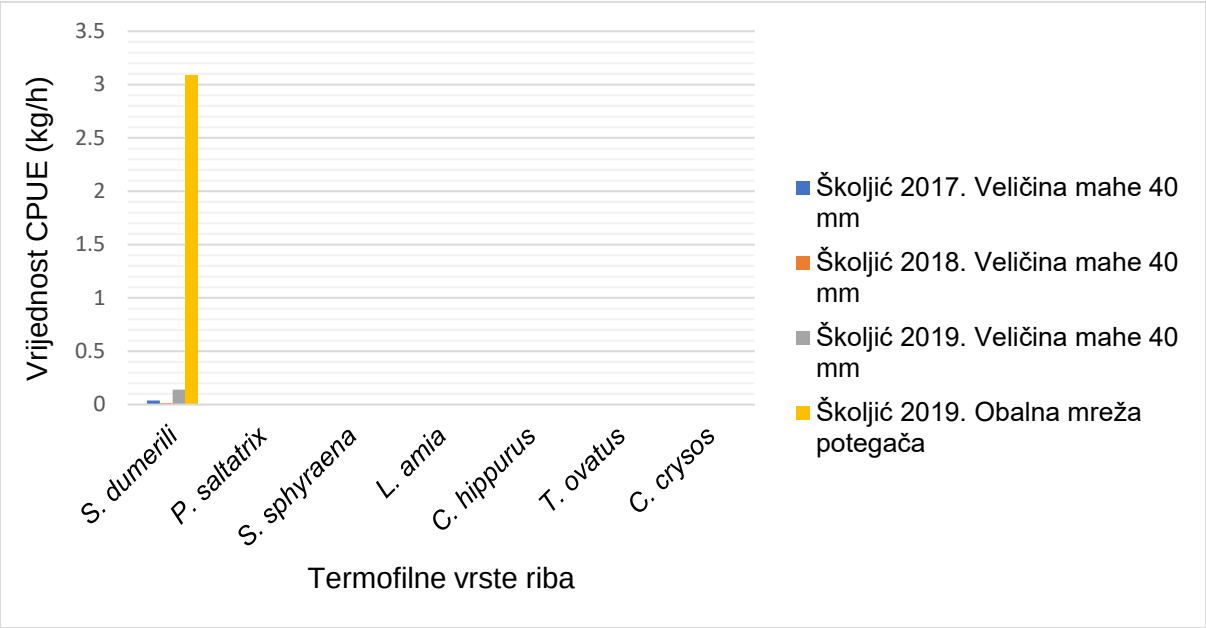
Slika 8. Ordinacijski dijagram analize kanoničke korespondencije (CCA) temeljem postotka mase glavnih svojti plijena za vrste *L. amia (LichAmia)*, *S. dumerili* (*SeriDumr*) i *S. sphyraena* (*SphrSphr*) na sve tri postaje u cjelokupnom periodu istraživanja (Dražice, Kažela, Školjić) u Medulinskom zaljevu; Rezultati Monte Carlo permutacijskog testa na svim osima: pseudo-F = 2,1, P = 0,002 (→ nezavisne varijable, Δ - svojta plijena).

4.11. Ulov po jedinici napora (CPUE)

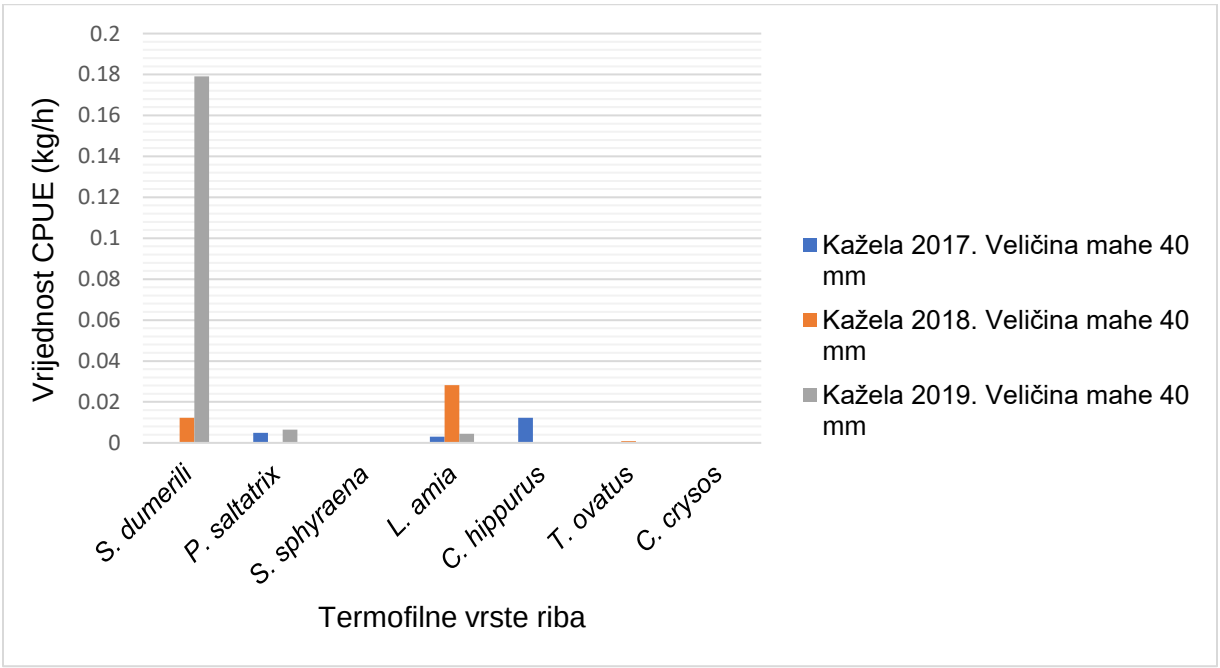
Na Grafikonima 38., 39. i 40. prikazane su vrijednosti ulova po jedinici napora (CPUE) svaku pojedinačnu termofilnu vrstu na tri postaje uz primjeni mreža stajaćica veličine oka mahe od 40 mm i 32 mm (na postaji Dražice) te obalne potegače (postaje Dražice i Školjić). Kada je primijenjivana, obalna potegača pokazala se kao naučinkovitiji alat, odnosno utvrđene su najviše vrijednosti CPUE koje predstavljaju mase riba u kilogramima po satu ribolova (0,68 za vrstu *S. dumerili*, 0,18 za vrste *S. sphyraena* i *L. amia*). U 2019. godini na sve tri postaje smanjuje se ribolovni napor za ulov *S. dumerili* iz čega je razvidno da se biomasa te vrste tijekom godina povećala. Usporedba vrijednostu CPUE između termofilnih i ostalih vrsta riba iz ulova prilazana je u Grafikonu 41. Analizom CPUE kompletnog ulova svim primijenjivanim ribolovnim alatima u istraživanom razdoblju pokazalo se da su najviše vrijednosti za termofilne vrste zabilježene u 2019. godini (1.65 za obalnu potegaču i 0.15 za stajaćicu veličine mahe od 40 mm).



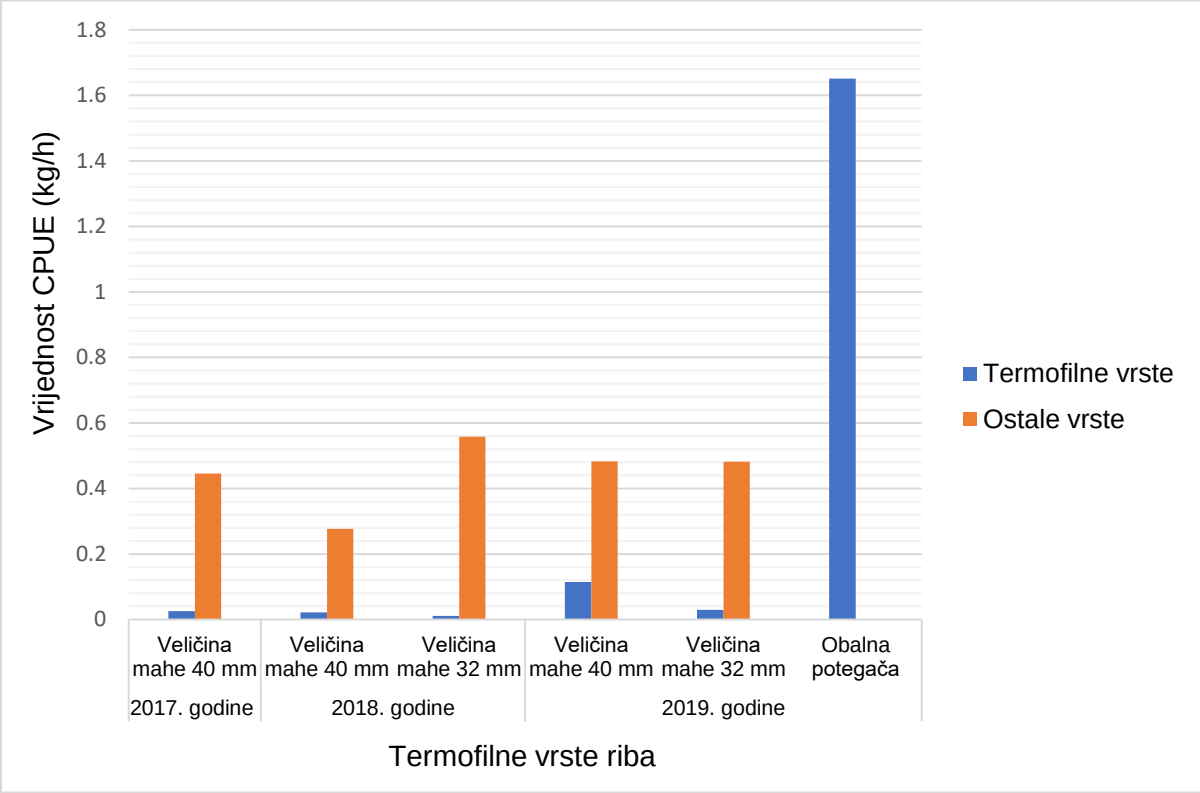
Grafikon 38. Vrijednosti CPUE na postaji Dražice u 2017., 2018. i 2019. godini. ostvarenih mrežama stajaćicama i obalnom potegačom.



Grafikon 39. Vrijednosti CPUE na postaji Školjić u 2017., 2018. i 2019. godini. ostvarenih mrežom stajaćicom i obalnom potegačom.



Grafikon 40. Vrijednosti CPUE na postaji Kažela u 2017., 2018. i 2019. godini ostvarenih mrežom stajaćicom.



Grafikon 41. Vrijednosti CPUE za ulov termofilnih i ostalih vrsta riba u 2017., 2018. i 2019. godini ostvarenih svim primijenjivanim ribolovnim alatima.

5. RASPRAVA

U posljednjih 20 godina termofilne vrste riba se sve češće pojavljuju u sjevernom Jadranu (Dulčić, 1999, Dragičević i sur., 2010; Azzurro i sur., 2011; Pranovi i sur., 2016). Provedenim vizualnim cenzusom na jugu Istre, uključujući predio priobalja u Medulinskom zaljevu, od lipnja do listopada 2017. godine, zabilježeno je pet vrsta riba redovito prisutne u suptropskim morima: gof, *Seriola dumerili*, strijelka skakuša, *Pomatomus saltatrix*, škaram, *Sphyraena sphyraena*, strijela bjelica, *Lichia amia,* i strijela modrulja, *Trachinotus ovatus* (Iveša i sur., 2018). Navedene vrste su, uz dodatne dvije, lampuga, *Coryphaena hippurus* i plavi trkač, *Caranx chrysos*, utvrđene na tom području i ovim istraživanjem.

S. dumerili je cirkumglobalna termofilna vrsta (Manooch i Potts, 1997) značajna u gospodarskom i rekreativnom ribolovu (Thompson i sur., 1999). Rasprostranjen je po cijelom Sredozemlju, a obitava još i u Atlantskom oceanu, Arapskom zaljevu, u vodama oko Australije, Japana i Havajskog otočja (Kožul, 1999; Fischer i Bauchot, 1987). U Sredozemnom moru, ova je vrsta jedna od najvažnijih komercijalnih riba u morskom ribarstvu (Šegvić-Bubić i sur., 2016). Prisutan je i u Jadranskom moru (Mather, 1958; Burch, 1979; Shipp, 1988), na njegovom južnom dijelu (Lipej i sur., 2009), ali recentnije se sve češće pojavljuje i na sjevernom Jadranu (Nerlović i sur., 2015; Iveša i sur., 2018), što je potvrđeno ovim istraživanjem.

S. sphyraena pripada porodici barakuda (*Sphyraenidae*) od kojih je većina ekonomski vrlo značajna u ribolovu tropskih i suptropskih mora te prilagodljiva na razne ekološke uvjete staništa (Whitehead i sur., 1986, Kuronuma i Abe, 1986). *S. sphyraena* je uglavnom obalna pelagična riba, no nalazimo je i na otvorenom moru. Zalazi i u zaslađene vode te se zadržava oko riječnih ušća. Škaram je rasprostranjen je u istočnom Atlantiku (od Biskajskog zaljeva do Angole), Sredozemnom moru te u zapadnom Atlantiku (Brazil i otočje Bermuda). U Jadranu je rasprostranjen posvuda, ali ponajviše u južnom dijelu (Jardas, 1996). Može narasti do 165 cm, a prosječna duljina je obično 60 cm (Bauchot, 1987). O dostizanju spolne zrelosti *S. sphyraena* postoje podaci za južni dio Sredozemnog mora gdje spolno sazrijeva pri ukupnoj duljini od 26,7 do 27,6 cm (Allam i sur., 2004).

L. amia atraktivna je vrsta u ribolovu s obzirom na to da naraste do 2 m u duljinu, a može težiti više od 30 kg. Rasprostranjena je od južne Afrike do Portugala u Atlantskom oceanu te u Sredozemnom moru, uključujući i Crno more. U Jadranskom moru okarakterizirana je kao relativno rijetka riba, prisutna uglavnom na njegovom južnom dijelu (Jardas, 1996). U Sjevernom jadranu, u Medulinskom zaljevu ovim istraživanjem zabilježene su jedinke ove vrste ukupne

duljine <40 cm TL.

P. saltatrix pripada porodici *Pomatomidae* i jedini je njezini predstavnik. Dostiže maksimalnu ukupnu duljinu od 130 cm (najčešće 60 cm) i maksimalnu težinu od 14,4 kg (Kendall i Walford, 1979). Ovim istraživanjem zabilježeno je samo 8 primjeraka vrste *P. saltatrix* u mrežama stajaćicama, iako je vrsta češća na tom području (Iveša i sur., 2018) slično kao i u ostalim dijelovima Sredozemlja i Jadrana (Dulčić i sur., 2000; Sabatés i sur., 2012; Cengiz i sur., 2014). Poznato je da vrsta *P saltatrix* može uništiti ribolovne alate, naročito mreže, pa čak i one izgrađene od grubljeg materijala koje se postavljaju oko kaveza u marikulturi što može uzrokovati zbijeg uzgajanih jedinki (Sepulveda i Oliva, 2005; Sanchez-Jerez i sur., 2008). U ovom istraživanju korištene su mreže stajaćice čija je maha izrađena od poliamidnog monofila debljine 0.25 mm te je moguće da se u taj ribolovni alat jedinke *P. saltatrix* nisu mogle zadržati u većoj mjeri. Mali broj uzoraka vrste *P. saltatrix* sličnih dužinskih razreda kao u ovom radu sakupili su Georgieva i Daskalov (2019) u mreže stajaćice na jugozapadnom predjelu Crnog mora. U radu istih autora, jedinke *P. saltatrix* čija je prosječna ukupna duljina bila 17,3 cm (±SD=0,9) znantno većom brojnošću (n=559) zadržavale su se u mreže stajaćice koje su bile najvjerovatnije manjeg oka mahe. Iako je i u ovom radu korištena mreža stajaćica manjeg oka mahe (32 mm), ulov manjih jedinki *P. saltatrix* je izostao, moguće iz razloga što je ta mreža stajaćica korištena u manje navrata i samo na jednoj postaji. *P. saltatrix* je obalni migratorni pelagični grabežljivac, često se sakuplja u plove koje se sastoje od veličinski sličnih jedinki (Wilk, 1977). Njegova rasprostranjenost u Indijskom oceanu obuhvaća istočnu obalu južne Afrike, Madagaskar, Malezijski poluotok, Tasmaniju, te južnu i zapadnu obalu Australije. U istočnom Atlantskom oceanu *P. saltatrix* prisutan je od Portugala do Senegala, uključujući Azorsko, Sredozemno i Crno more, te od Angole do Južne Afrike. U zapadnom Atlantiku, njegov poznati raspon distribucije uključuje Meksički zaljev i istočne obale Sjeverne i Južne Amerike, obuhvaćajući regiju sjeverno od Floride do Cape Coda i povremeno Nove Škotske, a na jugu Brazil i Argentinu (Briggs, 1960; Juanes i sur., 1996; Salerno i sur., 2001). U Sredozemnom moru *P. saltatrix* je obilniji na njegovom južnom dijelu (Tortonese, 1986), međutim zabilježeni su zapisi o većem ulovu ove vrste u sjevernom dijelu Jadrana (Dulčić i sur., 2005) te na sjeverozapadnom dijelu Sredozemnog mora (Sabatés i sur., 2012). Životni ciklus, rasprostranjenost, sezonske migracije i mrijest *P. saltatrix* regulirani su temperaturom vode pri čemu je utvrđeno da preferira temperaturni raspon od 14 (16) °C do 30 °C (Fahay i sur., 1999).

T. ovatus je riba izduženog, blago ovalnog tijela čija visina stane približno 4 puta u ukupnu duljinu tijela. Na prvom škržnom luku nalazi se 28 do 31 branhiospina (Jadras, 1996).

Iako je ovom istraživanju uzorkovano samo 4 jedinke vrste *T. ovatus*, ne znači da je vrsta na području Medulinskog zaljeva rijetka. Naime, krajem ljeta 2020. zabilježena je njezina poveća brojnost u lovinama panulom (autor). Neki autori (Lipej i Dulčić, 2004; Giani i sur., 2012) korelirali su migraciju vrste *T. ovatus* prema sjeveru Jadrana zbog povećane slanosti i temperature vode. Vrsta *T. ovatus* vrlo rijetko i povremeno je dolazila u Jadran, ali krajem 1990-ih po prvi put je utvrđena njezina mlađ u jugoistočnom dijelu (Dulčić i sur., 1997), a nakon toga ova vrsta stvorila je održive populacije (Batistić i sur., 2005). Mlade jedinke obitavaju na ušćima i estuarijima, a općenito je vrsta plićih obalnih mora, ponajviše gdje prevladava pomična podloga gdje se često lovi obalnim mrežama potegačama te udičarskim alatima (Smith – Vaniz, 1986; Schneider, 1990). Vrsta je rasprostranjena u Sredozemlju (osim Crnog mora), istočnom Atlantiku, sjeverno prema Biskajskom zaljevu i rijetko migrira do britanskih ili skandinavskih obala (Schneider, 1990; Tutman i sur., 2004). Češća je uz afričku obalu, uključujući obalne otoke, prema jugu do južne Angole (Smith-Vaniz, 1986), a sve je učestalija na sjeverozapadnom i sjeveroistočnom Sredozemlju (Lipej i Dulčić, 2004; Raya i Sabates, 2015). Za područje južnog Tirenskog mora utvrđeno je povećanje ulova ove termofilne vrste u malom obalnom ribolovu (Azzurro i sur., 2011). Također, ustanovljeno je da se u priobalju sjeveru Sicilije od termofilnih riba iz skupine Carangidae, *T. ovatus* najčešće lovi te je jedna od brojnijih vrsta u malom obalnom ribolovu (Esposito i sur., 2015).

Prisutnost lampuge, *C. hyppurus* u sjevernom Jadranu mogla bi se povezati s plutajućim predmetima antropogenog podrijetla koji su zabilježeni u većim količinama u Jadranu (Massutí i Morales-Nin, 1991; Suaria i Aliani, 2014) uslijed prirodne kretnje Golfske struje od Otrantskog tjesnaca duž istočnog Jadrana i natrag duž talijanske obale (Giani i sur., 2012). Njena česta prisutnost u blizini plutajućih predmeta mogla bi pridonijeti njezinu rasprostranjenju prema sjevernom Jadranu koji je visokoproduktivan i bogat dostupnim plijenom (Tugores i sur., 2001).
C. hyppurus od davnina predstavlja izvor hrane za stanovnike južnog dijela Sredozemnog priobalja gdje se sezonski pojavljuje u okolici Malte, Tunisa, Sicilije i Majorke, kada temperatura mora u epipelagičnom pojasu prijeđe 18 °C. Ondje se lovi okružujućim mrežama plivaricama u malom obalnom ribolovu na lokacijama gdje se nalaze umjetno postavljeni plutajući predmeti poznatiji kao FAD („Fish attractive devices“) (Massutí i Morales - Nin, 1995). Kao i na drugim područjima poput Malih Antila gdje se eksploatacija vrste *C. hyppurus* povećava (Mahon i Mahon, 1987), općenito se posljednjih godina na području Sredozemnog mora uvećao njezin ulov (Caddy, 1990), zbog čega je *C. hyppurus* sve značajnija lovina u gospodarskom i sportskom ribolovu. Prvi zapis o potvrdi razmnožavanja *C. hyppurus* u zapadnom Sredozemlju datira iz 1998 godine (Alemany i Massutí, 1998), a iste godine Dulčić (1999) je njihove ličinke detektirao u Jadranu, u

akvatoriju otoka Visa. Jardas (1996) navodi da je *C. hyppurus* u Jadranu relativno rijetka vrsta, ograničena na njegov južniji dio, iako je zabilježena i na sjevernom Jadranu u slovenskim vodama (Dulčić i Lipej, 1997). Glavnina znanstvenih istraživanja vrste *C. hyppurus* obavljena su za područje tropa s ciljem boljeg poznavanja biologije mriješćenja (Beardslay, 1967; Goldberg i Tressiera, 1985; Ditty i sur., 1994), prehrambenih navika (Tripp - Valdez i sur., 2015) te praćenja i analize godišnjih fluktuacija u lovinama i ribolovnog napora (Guzman i sur., 2014) s obzirom da predstavlja važnu vrstu u gospodarskom i sportsko - rekreativnom ribolovu (FAO, 1994).

C. crysos ima izduženo, blago komprimirano tijelo čija najveća dubina od 3.2 do 3.5 puta stane u njegovu standardnu duljinu. Maksimalna zabilježena ukupna duljina iznosi 70 cm, te masa od 5.1 kg. Zabilježeno je da *C. crysos* maksimalno naraste u ukupnu duljinu 70 cm (Cervigón i sur., 1992) i teži do 5.1 kg, dok je njegov procijenjeni životni vijek 11 godina (Goodwin i Johnson, 1986). Ova vrsta boravi uglavnom uz obalu i uobičajeno se sakuplja u plove sačinjene od većeg broja jedinki (Cervigón i sur., 1992) koje su rasprostranjene u istočnom Atlantiku (od Senegala do Angole) uključujući zapadni dio Sredozemlja te u zapadnom Atlantiku od Brazila do Kanade uključujući Meksički zaljev i Karipsko more (Froese i Paouly, 2019). U novije vrijeme bilježe se prvi zapisi o prisutnosti plavog trkača u područjima izvan njegova uobičajena areala rasprostranjenosti kao npr. Biskajski zaljev (Quero i sur., 1994), obale Velike Britanije južnije od Dorseta (Swaby i sur., 1996), Newfoundland (Devine i Fisher, 2014), sjeverozapadni dio Sredozemlja (Raya i Sabatés, 2015) te Jadransko more (Dulčić i sur., 2009; Nerlović i sur., 2015). U Medulinskom zaljevu ovim istraživanjem zabilježen samo jedan odrasli primjerak vrste *C. crysos.* Podaci o toj vrsti u Medulinskom zaljevu potvrđuju dva prethodna nalaza ove vrste na sjeveroistočnom Jadranu što može sugerirati da bi učinci globalnog zatopljenja mogli odigrati ulogu za širenje njegovih migratornih puteva i sve češću pojavu ubuduće (Dulčić i sur., 2009; Nerlović i sur., 2015).

Iako je sve riblje vrste bilo moguće odrediti po perajnoj formuli i ostalim specifičnim morfometrijskim i metričkim značajkama (Jadras, 1996), zbog uočene omaške u determinaciji vrste *C. crysos* u literaturi (Glamuzina i sur., 2017), navedena vrsta potvrđena je metodom barkodiranja kao i u slučaju jedinki utvrđenih 2014. godine na području akvatorija Rovinja (Nerlović i sur., 2015). Time je potvrđena prisutnost sveukupno 7 predatorskih termofilnih vrsta riba u Medulinskom zaljevu u periodu istraživanja od 2017. do 2019. godine, što je u suglasju s hipotezama o širenju njihova areala prema sve sjevernijim područjima Sredozemnog mora (Azzurro, 2008).

Istraživane vrste zabilježene u Medulinskom zaljevu tijekom toplijeg dijela godine (od srpnja do veljače prije raslojavanja) bile su *S. dumerili*, *L. amia*, *S. sphyraena*, *T. ovatus* i *P. saltatrix* (Iveša i sur., 2018). Međutim, nije isključeno da se zbog povišene prosječne temperature Sredozemnog mora (Marbà i Duarte, 2010; Lacoue-Labarthe i sur., 2016) neke vrste zadrže i dulje, čak i tijekom prosinca (Dulčić i sur., 2016). U ovom istraživanju, u najhladnijem dijelu godine (siječanj i veljača 2018. godine), osim *P. saltatrix*, zabilježena je i vrsta *S. sphyraena* što može potvrditi prethodnu tvrdnju, ali i ukazati na razmatranje mogućih fizioloških promjena kod navedenih vrsta da bi se prilagodile uvjetima staništa različim od njihovog uobičajenog temperaturnog optimuma (Clarke, 1991).

Ostale vrste, *C. crysos*, *C. hyppurus*, *L. amia*, *S. dumerili* i *T. ovatus*, zabilježene su u lovinama uglavnom od kolovoza do prosinca, najviše početkom jeseni. Mrežama stajaćicama nije bilo moguće uzorkovati jedinke manje od 25 cm, zbog njihove selektivnosti. Zbog toga je upotrebljena i obalna mreža potegača u koju su uzorkovane vrste *S. sphyraena* i *T. ovatus*, kao i manje jedinke *S. dumerili*.

Od svih uzorkovanih termofilnih vrsta, po brojčanoj i masenoj zastupljenosti u cjelokupnom periodu istraživanja prednjači *S. dumerili* čime su potvrđeni navodi profesionalnih ribara koji ondje obavljaju gospodarski ribolov mrežama stajaćicama da je ta vrsta sve uobičajenija i češća tijekom jesenskog razdoblja posljednjih godina. Od sveukupno 220 jedinki termofilnih vrsta riba utvrđenih u cjelokupnom periodu istraživanja nisu zamijećene značajnije varijacije u njihovoj brojnosti po postajama. Razlog tomu može biti blizina postaja, ali i etološke značajke istraživanih termofilnih (brzo kretanje i izražena predacija). Primijećeno je povećanje prosječnih mjesečnih masa termofilnih vrsta od početka njihovog pojavljivanja u lovinama, a najizražajnije je kod vrste *S. dumerili* u 2018. godini.

Provedenim istraživanjem sakupile su se informacije o zadržavanju termofilnih vrsta u Medulinskom zaljevu, odnosno podaci o periodu u godini kada nije zabilježena incidencija njihova ulova u primijenjivane ribolovne alate. Uz pojedinačno bilježenje jedinki nekih termofilnih vrsta u lovinama u najhladnijem dijelu godine (*P. saltatrix* i *S. sphyraena*), tijekom zime i proljeća pa čak i ranijeg ljeta, termofilne vrste riba nisu zabilježene u lovinama u Medulinskom zaljevu. Putevi njihovih sezonskih migracija na sjevernom Jadranu, kao ni općenito njihovo ponašanje vezano uz staništa trenutno nisu poznati. Neki autori zaključuju da snižavanjem temperature mora neke termofilne vrste (*P. saltatrix*) migriraju južnije, na područja svog temperaturnog ekološkog optimuma, kao u slučaju katalonskog primorja (Sabates i sur., 2012). Tako bi termofilne ribe s područja Medulinskog zaljeva zimi mogle migrirati prema južnom Jadranu gdje je viša površinska

temperatura mora (Zore Armanda, 2001) u odnosu na sjeverni Jadran. S druge strane, postojeći nalazi termofilnih vrsta riba u Medulinskom zaljevu u najhladnijem dijelu godine te prisutnost nekih termofilnih vrsta (*P. saltatrix*) u većim količinama u hladnom dijelu godine (prosinac) na sjeveru Istre (Dulčić i sur., 2005) mogu preispitati navedeno, ukoliko ne za sve, u tom slučaju barem za neke termofilne vrste.

Za prikupljanje termofilnih vrsta riba korištene su jednostruke mreže stajaćice, odnosno jedan od najprimijenjivanijih ribolovnih alata u malom obalnom ribolovu. Međutim, kvalitativni i kvantitativni podaci o sastavu ulova mreža stajaćica na Jadranu vrlo su oskudni (Grati i sur., 2018; Stagličić i sur., 2011). Uz to, dozvoljeno ih je koristiti tijekom cijele godine, a eventualna ograničenja odnose se na duljinu položenih mreža i minimalnu veličinu oka mahe (NN 14/19). S druge strane, ponajviše podataka o sastavu ulova u mreže stajaćice prikupljeno je istraživanjima primjenom trostrukih mreža (poponica i listarica), posebice za područje sjevernog Jadrana gdje se ciljano lovi jedna od najvažnijih gospodarskih vrsta riba u sjevernom Jadranu, list (*Solea solea*) (Matić Skoko i sur., 2010). Unatoč važnosti malog obalnog ribolova za gospodarski ribolov u Jadranu, detaljini podaci o sastavu cjelokupnog ulova u mreže stajaćice kao što su sezonalnost i razlike u godišnjem sastavu ulova s obzirom na ribolovne zone, u potpunosti izostaju.
Doprinos ovog istraživanja je što se prvi put na području istarskog akvatorija utvrdio kompletan sastav ihtiofaune u lovinama mreža stajaćica kroz dulji vremenski period na nekom specifičnom području.

Uz sedam termofilnih vrsta riba, primjenjenim ribolovnim alatima u ovom istraživanju utvrđeno je 45 ostalih vrsta riba među kojima je vrsta *Sparus aurata* bila brojčano i maseno najzastupljenija. Naime, ona je glavna ciljna vrsta u priobalnim područjima Istre tijekom jesenskih i ranih zimskih mjeseci (Grati i sur., 2013). S obzirom na njezin gospodarski značaj i značaj drugih gospodarskih vrsta (*Dicentrarchus labrax*, Mugillidae, Sparidae), Medulinski zaljev predstavlja jedno od najpoznatijih ribolovnih područja u Istri (LAGUR Istarska batana, 2017). Kao i u slučaju s predatorskim termofilnim vrstama riba koje su predmet ovog istraživanja, *S. aurata* pokazuje značajan porast divljih populacija tijekom posljednjih desetljeća što je najvjerojatnije povezano s klimatskim promjenama (Coscia i sur., 2011). Posljedice toga mogle bi biti intenziviranje ribolovnih aktivnosti na tom području, čime bi se mogla povećati incidencija ulova predatorskih termofilnih vrsta te posljedično i njihov socio-ekonomski značaj. Kao prilog tomu potrebno je uzeti u obzir podatke proizašle iz ovog istraživanja gdje je primjećeno povećanje masenog i brojčanog udjela termofilnih vrsta u ukupnom ulovu u Medulinskom zaljevu. Za kvalitetu proizvoda iz mora vrlo je bitna komercijalna veličina i njezina ujednačenost (Council Regulation, 2406/96) pri čemu

istraživane termofilne vrste (*S. dumerili*, *P. saltatrix*, *L. amia* i *C. hyppurus*) s obzirom na njihovu prosječnu mjesečnu masu u ulovu te odgovarajući marketinški pristup, mogu ostvariti svoj gospodarski potencijal i u sjevernom Jadranu.

Ribe iz ulova mreže stajaćice oka mahe od 40 mm dosta su ujednačeno raspoređene na istraživanim postajama, a samo neke od njih pokazuju izraženiju selektivnost prema određenom lokalitetu u Medulinskom zaljevu (npr. *Salpa sarpa, Lythognatus mormyrus i Sarda sarda* prema postaji Kažela). Medulinski zaljev nije geografski prostrano područje i postaje su na maloj udaljenosti jedna od druge. Zbog svoje heterogenosti staništa (hridinasta podloga, pjeskovito-muljevita dna i livade morskih cvjetnica) Medulinski zaljev je bioraznolik (Bakran-Petriccioli, 2013). O tome govori i podatak o sveukupnoj brojnosti ulovljenih vrsta riba (52), u čijem se sastavu nalaze i vrste ulovljene u jednostruku mrežu stajaćicu manjeg oka mahe (32 mm) koja je, uz obalnu potegaču korištena u vrijeme kada su vizualnim cenzusom primijećene manje jedinke termofilnih vrsta riba, koje se ne bi mogle zaglaviti u mahu veličine 40 mm. Indeksi raznolikosti korišteni za analizu sastava lovina ukazali su na sličnosti na sve tri postaje kada su se uspoređivale lovine iz mreže stajaćice oka mahe od 40 mm. Postaja Dražice pokazuje najveću abundanciju (broj jedinki određene vrste na nekom području) što je pokazao Shannon - Weinerov indeks raznolikosti. U odnosu na druge dvije postaje, njegova je vrijednost nešto viša (2,593). U ovom istraživanju, navedeni indeks bioraznolikosti korišten je za usporedbu postaja što se može preslikati na zajednice nekog specifičnog područja. Na sličnim, ribolovno važnim područjima kao što su npr. područja koraljnih grebena, gdje se ciljno izlovljavaju srodne termofilne ribe (iz skupina Carangidae i Sphyrenidae) pokazalo se da je za procjenu i buduće upravljanje ribljim stokovima iznimno važno provoditi istraživanja procjene raznolikosti i abundancije vrsta u ulovu kroz dulji vremenski period (Setiawan i sur., 2018). Isto su naglasili Libralato i sur. (2015) za područja gdje su termofilne vrste uspostavile svoje populacije čiji je napredak i zadržavanje u novim područjima izazvao značajne strukturalne promjene u sastavu ihtiocenoza.

Na vrijednosti parametara koji određuju dužinsko – masene odnose utječu osobine okoliša, stupanj ispunjenosti probavila, sazrijevanje gonada, prehrana, spol itd. (Hossain i sur., 2006.), a za kvalitetnu procjenu populacije vrlo je važno sakupiti ribe različitih dužinsko-masenih razreda. U ovom istraživanju s obzirom na veličinsku frakciju, sakupljene termofilne vrste riba uglavnom su pripadale komercijalnoj veličini zbog čega dužinsko-maseni parametri mogu značajno odstupati od pravih vrijednosti (Ricker, 1973). Kod većine vrsta zabilježen je izometrijski rast što bi se moglo dovesti u svezu s intenzivnim hranjenjem na istraživanom području. Naime, za vrstu *S. dumerili* zabilježena je vrijednost parametra b=2,944 na čiju je vrijednost mogla utjecati

diferencirana prehrana koja je uključivala uz pelagični i bentopelagični, i demerzalni plijen većih dimenzija te je samim tim vrsta imala na raspolaganju veću količinu hranjivih sastojaka. Uz parametre iz dužinsko-masenog odnosa, Fultonov indeks kondicije (CF%) je jedna od najučestalijh mjera za opće fizičko stanje organizma i ovisi o spolu, veličini, sezoni i reproduktivnom stanju jedinke. Pod kondicijom podrazumjevamo tjelesno stanje ribe koje je posljedica dužinsko – masenog odnosa. Promjene navedenog indeksa uzrokovane su različitim čimbenicima okoliša, dostupnošću hrane, stupnjem infestacije parazitima te mrijestom. Indeks kondicije je pokazatelj količine rezervne energije kod riba. Snižene vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije su obično u svezi sa slabijom prehranom i nepovoljnim uvjetima u okolišu. U ovom istraživanju relativno visoke vrijednosti indeksa kondicije kod dvije najzastupljenije istraživane vrste (*S. dumerili* i *S. sphyraena*) mogu ukazati na povoljne uvjete u staništu s obzirom na prehranu budući je vizaulanim cenzusom na lokacijama gdje se polažu mreže stajaćice u više navrata uočena velika abundancija plijena istraživanih termofilnih vrsta riba (Clupeidae, Atherinidae, Mullidae). Zbog takve dostupnosti plijena, ihtiofagne istraživane ribe manje energije trebaju ulagati za aktivnu potragu za hranom.

Ipak, treba naglasiti da je ovo samo pretpostavka, pouzdanije zaključke nije moguće izvući na temelju Fultonovog indeksa kondicije budući da on ovisi samo o odnosu dužine i mase ribe (Ricker, 1975), što može biti posljedica cijelog niza drugih bioloških i ekoloških čimbenika.Tijekom prve godine života *S. sphyraena* brzo raste i doseže ukupnu duljinu od 21,7 cm, dok je pri starosti od 8 godina njegova ukupna duljina 41,2 cm. Najveća vrijednost faktora kondicije zabilježena je pri ukupnoj duljini od 28 i 29 cm nakon čega se smanjuje te je njegova najmanja vrijednost zabilježena pri ukupnoj duljini od 35 cm (Allam i sur., 2004).

Od svih istraživanih termofilnih vrsta riba u Medulinskom zaljevu, jedino je kod vrste *S. sphyraena* zamijećeno značajnije povećana vrijednost gonadosomatskog indeksa (GSI%) i to u lipnju 2018. godine (5,48; ±SD=6,91) što odgovara periodu mrijesta ove vrste na dvije različite lokacije u u Sredozemnom moru; južni dio uz obale sjeverne Afrike (Allam i sur., 2004) te na sjeveru, duž katalanske obale (Villegas – Hernández i sur., 2014). Međutim, kako se taj podatak odnosi na uzorak od samo dvije jedinke, nije uputno da se s takvim podacima sa sigurnošću potvrdi da se ta vrsta mrijesti na području Medulinskog zaljeva, odnosno na sjevernom Jadranu. Međutim, u narednom vremenskom razdoblju u isto doba godine (lipanj 2020. godine) na panulom ulovljenim primjercima *S. sphyraena* (oko 40 jedinki) primijećene su gonade u fazi neposredno prije mrijesta (autorske osobne bilješke) što upućuje na mrijest ove vrste u Medulinskom zaljevu. Ostale termofilne vrste riba, obziorm na njihove srednje vrijednosti ukupne i standardne duljine,

izuzev vrste *S. dumerili* bile su spolno zrele. Ženke gofa počinju spolno sazrijevati pri standardnoj duljini od 80 cm uz vrijednosti gonadosomatskog indeksa od 3,39, a mužjaci pri standardnoj duljini od 61 cm uz vrijednosti gonadosomatskog indexa od 2.72 (Micale i sur., 1993; Marino i sur., 1995). Svi ulovljeni primjerci gofa u Medulinskom zaljevu bili su spolno nezreli.
Zbog toga, i neslužbenih podataka o mrijestu *S. sphyraena* (lipanj 2020.) ovo istraživanje trebalo bi nastaviti u cilju prikupljanja većeg broja jedinki termofilnih vrsta u istraživanom području kako bi se detaljnije istražile osobine mrijesta.

Kako je navedeno, zadržavanje predatorskih termofilnih riba u plitkim obalnim područjima tijekom drugog godišnjeg ciklusa primarne proizvodnje na sjevernom Jadranu moglo bi bit vezano uz njihovu ishranu (De Raedemaecker i sur., 2010; Kalogirou i sur., 2012), odnosno skladištenje viška energije u jetri koja može poslužiti za procjenu energetskog statusa preko hepatosomatskog indeksa (HSI%) (Wootton i sur., 1978; Campbell i Love, 1978). Praćenje vrijednosti hepatosomatskog indeksa kod termofilnih vrsta riba u ovom istraživanju bilo je moguće jedino kod vrste *S. dumerili* budući je ta vrsta bila lovljena svaki mjesec od početka prvog bilježenja u lovinama (rujan – prosinac). U načelu, zabilježeno je povećanje vrijednosti hepatosomatskog indeksa kako nastupa sve hladnije vrijeme što je i za očekivati s obzirom je poznato da sniženje temperature potiče povećanje hepatosomatskog indeksa zbog izraženije mobilizacije lipida iz mišićnog tkiva i perivisceralne regije u jetru, dok povećanje temperature intenzivira metaboličku aktivaciju što dovodi do veće mobilizacije lipida iz jetre (Ibarz i sur., 2007). Detaljnije informacije o kretanjima hepatosomatskog indeksa kod divljih jedinki *S. dumerili* i *L. amia* trenutno nisu dostupni u raspoloživoj znanstvenoj literaturi, međutim poznato je da pri testiranju performanci rasta *S. dumerili* pri različitim temperaturama (17, 22 i 26℃), najviša srednja vrijednost hepatosomatskog indeksa zabilježena je pri najnižoj temperaturu (1,51±18) (Fernández-Montero i sur., 2017). Pri temperaturi od 22℃, koja bi približno mogla odgovarati temperaturi mora u Medulinskom zaljevu u rujnu 2019. godine zabilježena je srednja vrijednost hepatosomatskog indeksa od 1,28±0,21 što se poklapa s vrijednosti utvrđenoj u navedenom istraživanju pri istoj temperaturi na kojoj su jedinke *S. dumerili* proučavane. Navedeno je vrlo izraženo kod tipične autohtone termofilne vrste u sjevernom Jadranu *S. aurata*, kod koje povećanje hepatosomatskog indeksa predstavlja prilagodbu na temperaturne promjene u staništu (Ibarz i sur., 2007). Pelagične termofilne vrste koje su predmet ovog istraživanja imaju vrlo uzak temperaturni raspon za optimalne metaboličke funkcije te je kod njih u odnosu na druge, učinak sniženja temperature na učinkovitost hranjenja i s tim u svezi povezane metaboličke aktivnosti još izraženiji (Pirozzi i Both, 2009).

Za analizu prehrane termofilnih vrsta riba, metoda sakupljanja uzoraka primjenom ribolovnih alata pokazala se prikladnom budući prema literaturnim navodima predatorske termofilne vrste riba često izbaciju plijen iz probavila u stanju stresa, naročito kada se love udičarskim ribolovnim alatima (parangala, odmet i panula) (Bowman, 1986). Tim metodama lova ribe dulje opstaju na ribolovnom alatu zbog čega se plijen u želudcu može kontinuirano razgrađivati (Boogs, 1992) pa tako vrijedni podaci o njihovoj prehrani mogu izostati ili bit nepouzdani i/ili netočni (Hyslop, 1980). U slučaju primjene mreža stajaćica dolazi do gušenja ribe i smrt nastupa brže te se samim tim metabolički procesi razgradnje uspore na što ukazuje manji broj praznih probavila u ovom istraživanju.

Temperatura značajno utječe na intenzitet prehrane, odnosno praznost i punoću probavila na način da više, ljetne temperature smanjuju vrijeme zadržavanja hrane u želudcu i samim time na njegovo preopterećenje (Riche i sur., 2004). U toplijem dijelu godine, odnosno ljeti kada su temperature najviše, na parametre intenziteta prehrane mogao je utjecati i indeks propulzije koji bi u to vrijeme mogao bit povećan (Fernández-Montero i sur., 2017) te samim time povećala bi se i uspješnost hvatanja plijena. Dodatno, na punoću (Jr%) i praznost probavila (VI%) termofilnih vrsta riba u ovom istraživanju mogao je utjecati i ribolovni alat. Ukoliko se razmotri činjenica da su istraživane termofilne vrste riba dnevni predatori, odnosno pri lovu na plijen oslanjaju se na vid (Merciai i sur., 2020), a vrlo se često love udičarskim alatima koji se koriste danju, period njihova zaglavljivanja u mreže stajaćice moga bi utjecati na parametre koji definiraju intenzitet hranjenja. Stoga, uspoređivanje vrijednosti intenziteta prehrane termofilnih vrsta riba s onima koje su uzorkovane udičarskim alatima ne bi bilo uputno jer je poznato da piscivorne ribe ulovljene udicom, zbog stresa pri izvlačenju te kako imaju rastezljiv jednjak i želudac, vrlo često izbaciju plijen iz probavila (Bowman, 1986) što nije zabilježeno pri uzorkovanju jednostrukim obalnim mrežama stajaćicama. U ovom istraživanju potvrđen je općenito nizak koeficijent punoće probavila, što je tipično za brz metabolizam pelagičnih riba (Zorica, 2009). Koeficijent praznosti značajno varira u istraživanom periodu kod svih uzorkovanih termofilnih vrsta riba što bi se moglo dovesti u svezu s primjenjivanim alatom budući se ne raspolaže podatkom o vremenu lova pojedine jedinke (neposredno nakon polaganja mreža i/ili podizanja). Kako je poznavanje hranidbenih preferencija riba vrlo važno za poznavanje njihove biologije kao i za ribarsko iskorištavanje (Treer i Piria, 2018) bilo bi upuno produbiti ovo istraživanje uz primjenu i drugih ribolovnih alata i/ili metoda.

U odnosu na ostale termofilne vrste riba u Medulinskom zaljevu, u prehrani *S. dumerili* ovim je istraživanjem utvrđena najveća raznolikost plijena. Najvažniji plijen bili su bentopelagični

glavonošci, rakovi skupine Mysidaceae, arbun *P. erythrinus* i bentičke ribe roda *Mullus*. Uspoređujući dostupnu literaturu potvrđeno je da u njegovoj prehrani dominiraju manje pelagične ribe, koje se obično okupljaju u veće plove (rodovi: *Trachurus*, *Sardina, Engraulis*), bentopelagične vrste rodova: *Merlucius*, *Boops* i *Atherina* te bentičke vrste rodova: *Gobius*, *Syngnathus* i *Hyppocampus* (Matallanas i sur., 1995). Međutim, rakovi, školjke i glavonošci bili su rjeđi u prehrani jedinki uzorkovanih u drugim područjima Sredozemnog mora (Badalamenti i sur., 1995; Andalaro i Pipitone, 1997; Garcia - Gomez, 2000; Sley i sur., 2016). Značajke prehrambenih navika *S. dumerili* proučavane su na juvenilnim i odraslim jedinkama koje nastanjuju Sredozemno more te je utvrđeno da tijekom svog životnog ciklusa gof mijenja prehranu. Jedinke do 80 mm hrane se uglavnom zooplanktonom, kada narastu do 120 mm u prehranu uključuju ribe, dok su jedinke veće od 120 mm, odnosno 200 mm primarno ihtiofagne. Raznolikost svojti i udio pojedinih vrsta mijenja se kako jedinka raste tako da je najveća raznolikost svojti plijena zabilježena kod jedinki iznad 280 mm ukupne duljine tijela. U ribljem plijenu prevladava sitnija pelagična riba koja se uobičajeno sakuplja u veće plove (rodovi: *Trachurus*, *Sardina*, *Engraulis)* i neke bento-pelagične vrste riba (rodovi: *Merlucius, Boops, Atherina*) te bentičke (rodovi: *Gobius*, *Syngnathus*, *Hyppocampus*). Rjeđe su u prehrani zastupljeni rakovi, školjkaši i glavonošci. U pogledu postotka brojnosti svojti plijena i frekvencije učestalosti pojavljivanja kod jedinki srednjih veličina (280 – 960 mm) dominira red *Clupeiformes* (vrste: *Sardina pilchardus* i *Sardinella aurita*), a porodica *Sparidae* određena je kao najvažnija u odnosu na postotak mase, naročito kod odraslih jedinki (> 960 mm ukupne duljine). Intenzitet ishrane prehrane *S. dumerili* varira u zavisnosti o godišnjem dobu pri čemu je najveći broj praznih probavila zabilježen tijekom zimskih i proljetnih mjeseci, a najmanji tijekom jeseni i ljeta (Badalamenti i sur., 1995; Matallanas i sur., 1995; Andalaro i Pipitone, 1997; Garcia - Gomez, 2000; Sley i sur., 2016). Fernandez - Montero i sur. (2017) su proveli eksperimentalno istraživanje o utjecaju temperature na rast gofa potvrdivši prethodna istraživanja povezanosti povećanja temperature morske vode i vremena potrebnog za pražnjenje želudca i prolaz hrane kroz probavilo.

Prevalencija bentopelagičnih i bentičkih svojti (Sparidae, *Atherina* sp., *Mullus* sp.), utvrđena ovim istraživanjem, može ukazivati na oportunističko ponašanje, odnosno ciljnu vrstu plijena koji je životno vezan uz staništa morskih cvijetnica, tipičnih za to područje (Bakran-Petricioli, 2011). Osim vrsta roda Atherina, značajna komponenta prehrane vrste *S. dumerili* bile su vrste roda *Mullus*, odnosno trlja blatarica *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758) koja se mrijesti na Jadranu od travnja do srpnja (Carbonara i sur., 2015) i čiji su novaci dostupni u kasno ljeto i jesen kada se vrsta *S. dumerili* i pojavljuje u Medulinskom zaljevu. Uz to, istraživanje je provedeno u

plićem moru (do maksimalno 12 m) što može omogućiti predatorima koji se oslanjaju na vid da aktivno pretražuju čitav vodeni stupac te odaberu dostupan plijen, naročito u uvjetima dobre vidljivosti.

U ovom istraživanju rodovi plijena *Trachurus* sp. i *Atherina* sp. bili su glavna hrana za *S. sphyraena*. Na sjevernom Jadranu jedna vrsta roda *Trachurus*, šarun pučinar *Trachurus mediterraneus* mrijesti se u kasno proljeće i rano ljeto (Karlou-Riga, 2000; Raya i sur., 2015) te se njegova mlađ često primjećuje već od kasnog ljeta u asocijaciji s većim meduzoidnim oblicima žarnjaka u površinskim slojevima mora. Najčešće vrste žarnjaka su *Cotylorhyza tuberculata* (D'Amra i sur., 2015;Tilves i sur., 2018) i *Rhizostoma pulmo*. Potonja je naročito brojna posljednjih godina na sjevernom Jadranu (Ramšak i sur., 2012). Kod jedinki *S. sphyraena* < od 30 cm, riblji rod *Atherina* predstavlja najvažniji plijen (Allam i sur., 1999), a isto je potvrđeno i ovim istraživanjem. Poznato je da u Jadranu obitavaju dvije vrste iz zeleniša (porodica Atherinidae); oliga (*Atherina boyeri* Risso, 1810) i gavun (*Atherina hepsetus* Linnaeus, 1758). Obje vrste formaju plove i nastanjuju obalna područja i estuarije. *A. boyeri* dominantniji je zeleniš duž istočne obale Jadrana (Glamuzina i sur., 2014; Kruschel i sur., 2020), a Medulinski zaljev može se smatrati povoljnim područjem za razvoj njegovih populacija s obzirom se ondje nalaze brojne plitke uvale, zaljevi i obalne lagune te na taj način *A. boyeri* predatorima postaje dostupna lovina. U pogledu prehrane, juvenilne jedinke *S. sphyraena* mogu se smatrati stenofagnim s obzirom da je istraživanjima u probavilu utvrđen mali broj svojti plijena (2 - 6) pri čemu se najveći postotak mase, brojnosti i učestalosti pojavljivanja plijena odnosi na svojte riba koje nije bilo moguće determinirati zbog visokog stupnja razgradnje. Prema dostupnoj litraturi u prehrani *S. sphyraena*, zabilježene su sljedeće svojte riba: *Engraulis encrasicolus*, *Sardina pilchardus*, *Sardinella aurita*, *Boops boops* i *Spicara smaris* dok je od rakova zabilježena vrsta *Parapenaeus longirostris* (Aggrey – Fynn i sur., 2013; Allam i sur., 1999) .

U prehrani *L. amia* su identificirane ušata *Oblada melanura* (Linnaeus, 1758) i bukva *B. boops* (Linnaeus, 1758), dok je kod manje brojčano zastupljenih primjeraka > 40 cm ukupne duljine konzumiran epipelagični plijen, odnosno iglica, *Belone belone* (Linnaeus, 1760) koja obitava i u obalnim područjima gdje se hrani vrstama roda Atherina (Froese and Pouly, 2019). S jedne strane, vrsta *L. amia* je predator *B. belone*, a s druge strane, natječe se s njom za hranu.

L. amia je vršni top predator u plićim obalnim morima te podaci o njezinoj prehrani kao i prehrani ostalih predatorskih ihtiofagnih vrste mogu biti vrlo korisni za bolje poznavanje trofičkih odnosa u pogledu prisutnosti i distribuciji ostalih, gospodarski značajnih vrsta morskih organizama. Tako je za područje obalnih voda istočnog Atlantika utvrđeno da je *L. amia* ihtiofagna

vrsta u čijoj se prehrani najveća brojčana i masena zastupljenost plijena odnosi na pelagične i bentičke ribe koje imaju tendenciju sakupljanja u plove (rodovi: *Trachurus*, *Engraulis*, *Scomber*, *Argyrosomus*, *Umbrina*, *Psomadasys*, *Pagellus* i *Cheimerius*) (Smale, 1986). Kao važna vrsta u gospodarskom i sportsko- rekreacijskom ribolovu na širem području južne Afrike znanstvena istraživanja vrste *L. amia* bila su usmjerena k boljem poznavanju njezinih ekoloških značajki u pogledu prehrane i migracijskih puteva tijekom godine (Marais, 1981, 1984; Dunlop i sur., 2015). Unatoč tomu što *L. amia* predstavlja vrstu važnu u sportsko – rekreacijskom i malom obalnom ribolovu i u Sredozemnom moru (Gómez i sur., 2006) detaljnija istraživanja o njezinoj biologiji za to područje nisu provedena. Vrsta *L amia* je glavni grabežljivac u plitkim obalnim područjima, a u prehrani jedinki iz Atlantskog oceana utvrđen je pelagični, bentopelagični i bentoski plijena čije se jedinke obično okupljaju u plove (rodovi: Trachurus, Engraulis, Scomber, Argyrosomus, Umbrina, Psomadasys, Pagellus, Mugil, Atherina i Cheimerius) (Marais, 1984; Smale, 1986).

Prehrana *P. saltatrix* u Medulinskom zaljevu sastojala se od uglavnom nedeterminiranih riba iz porodice Sparidae, drugih riba, a također, u manjoj mjeri i od glavonožaca.
Tijekom mrijesta spolno zrele jedinke ispuštaju brojna jajašca malih dimenzija iz kojih se izvaljuju ličinke koje se raspršuju duž obale. Novačenje se odvija u plićem obalnom moru gdje jedinke približno sličnih dimenzija brzo rastu uz ihtiofagnu ishranu, poglavito ribama iz porodice zeleniša (Atherinidae) i inćunima (Engraulidae) (Juanes i sur., 1996). Nakon otprilike 18 do 25 dana i pri standardnoj duljini od 10 do 12 mm ličinke prelaze u pelagične mlade jedinke (Hare i Cowen, 1993, 1994). Istekom razdoblja od 15 do 45 dana i pri standardnoj duljini od 40 do 80 mm počinju naseljavati obalna područja (Hare i Cowen, 1996). Prosječni životni vijek *P. saltatrix* iznosi od 9 do 11 godina pri čemu mužjaci i ženke rastu približno jednakom brzinom (Richards, 1976). Spolna zrelost nastupa tijekom druge godine kada standardna duljina tijela iznosi od 35 do 45 cm (Wilk, 1977). *P. saltatrix* se redovito zadržava kraj uzgajališta ribe (Dempster i sur., 2002; Valle i sur., 2007), a zabilježen je njegov prodor u kaveze čime šteti proizvodnji povećavajući stres uzgajane ribe čime se generiraju značajni ekonomski gubici (Sanchez-Jerezi sur., 2008). Procijenjeno je da bi utjecaj vrste *P. saltatrix* na populacije njegova plijena u Sredozemnom moru mogao biti značajan (Sabatés i sur., 2012), naročito ako se uzme u obzir njegovo dulje vremensko zadržavanje tijekom godine kraj kaveza za uzgoj brancina i orada gdje je utvrđeno da se koncentrira njegov glavni plijen (rodovi: Trachurus i Sardinella) (Archevala – Lopez i sur., 2014). *P. saltatrix* je agresivna grabežljiva riba čiji plijen sačinjavaju pretežito bentopelagične i pelagične vrste riba iz porodica Atherinidae i Engraulidae (Juanes i sur., 1996), srdela golema *Sardinella*

aurita Valenciennes, 1847, šnjur pučinar *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868.) i pridnene vrste poput kanjca *Serranus cabrilla* (Linnaeus, 1758) i trlje kamenjarke *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758) (Sanchez-Jerez i sur., 2008) u Sredozemnom moru. Dulčić i sur., (2005) sugeriraju da su njihove prehrambene migracije daleko na sjever povezane s ciplima (Mugillidae) koji su glavna skupina riba u pribalju istarskog poluotoka. Međutim, zbog malog broja primjeraka ulovljenih u Medulinskom zaljevu i zbog dijelom probavljene hrane, plijen utvrđen u želucu nije bilo moguće determinirati do taksonomske razine vrste. Sve veće opadanje brojnosti prirodnih predatora odraslih jedinki *P. saltatrix* (pas kučak, *Isurus oxyrinchos* i grabežljive ribe iz porodica Xiphiidae i Istiophoridae) (Fahay i sur., 1999), moglo bi se odraziti na povećanje stope njegova novačenja.

Prehrana vrste *T. ovatus* sastoji se uglavnom od pelagičnih rakova, iza kojih slijede ribe, uz važan udio mekušaca, povremeno žarnjaci, bentičke dijatomeje, kolutićavci i manji udio kukaca bez istaknutog dominantnog plijena što je karakteristika oportunista (Batistić i sur., 2005; Battaglia i sur., 2016). Slične svojte pijena kod vrste *T. ovatus* konzumirane su u Medulinskom zaljevu s najvećim relativnim udjelom pelagičnih rakova iz skupine Mysidaceae. Prema znanstvenoj literaturi, ova vrsta oskudno je istraživana. Proučavani su biokemijski aspekti reprodukcije u egipatskim vodama (Assem i sur., 2005), analizirao se sastav prehrane u južnom Tirenskom moru (Battaglia i sur., 2016) i aktivnost hranjenja juvenilnih jedinki u vodama južnog Jadrana (Batistić i sur. 2005), proveden je eksperimentalni uzgoj u marikulturi (Tutman i sur., 2004), istraživani su dužinsko – maseni odnosi uzgajanih jedinki (Guo i sur., 2014) i divljih populacija (Morato i sur., 2001; Morey i sur., 2003) te su analizirani reproduktivni parametri – vrijeme spolnog sazrijevanja i mrijest na području sjeverozapadnog Sredozemlja (Villegas – Hernàndez i sur., 2016).

Vrsta *C. hyppurus* je epipelagijska, oportunistička grabežljiva ribe koja se hrani gotovo svim oblicima ribe i zooplanktonom, rakovima i lignjama (Massutí i sur., 1998; Kleitou i sur., 2018; Froese i Pauly, 2019). Rezultati ovog istraživanja ukazuju da je vrsta ribe *S. pilchardus* primarni, a glavonožac *Loligo vulgaris* povremeni plijen za vrstu *C. hyppurus* što znači da postoji kompetititvni odnos za hranu s domaćim grabežljivcem, vrstom *Dentex dentex* (Marengo i sur., 2014). Osim toga jedinke vrste *C. hyppurus* utvrđene su u plićem dijelu Medulinskog zaljeva što je neuobičajeno za ovu vrstu, a može ukazati na njezinu migraciju u obalne vode zbog pretraživanja staništa za plijenom ili prateći ga. Naime, vrsta *C. hyppurus* zabilježena je u Medulinskom zaljevu sredinom listopada kada *L. vulgaris* migrira u pliće vode (Moreno i sur.,

2013), a vrsta *S. pilchardus* priprema se za mrijest u produktivnim uvalama duž jadranske obale (Pešić i sur., 2010).

C. hyppurus je naširoko rasprostranjena epipelagična riba tropskog i suptropskog pojasa, a često je prisutna u blizini raznih plutajućih predmeta (Palko i sur., 1982). Iako oceanodromna vrsta, odrasle jedinke dolaze i do obale (Yamada i sur., 1995). Hrane se gotovo svim raspoloživim oblicima riba, zooplanktonom, rakovima i glavonošcima. Prvo istraživanje o prehrani *C. hyppurus* u Sredozemnom moru obavljeno je 1961 godine za područje Baleara (Cabo, 1961) te se nastavilo u kasnijem razdoblju (Bannister, 1974; Massutí i sur., 1998; Castriota i sur., 2007; Kleitou i sur., 2018) pri čemu je utvrđeno da je vrsta *C. hyppurus* oportunistička, primarno ihtiofagna.

Iako je u Medulinskom zaljevu ovim istraživanjem zabilježen samo jedan odrasli primjerak vrste *C. crysos*, podaci o njegovoj prehrani podudaraju se s prethodno objavljenima, odnosno vrsta *C. crysos* pripada oportunističkim grabežljivim ribama koje se hrane uglavnom pelagičnim ribama u kombinaciji s rakovima (Sley i sur., 2009; Froese i Pouly, 2019). Njegova se prehrana sastoji uglavnom od ribljeg plijena, rjeđe glavonožaca i rakova (Goodwin i Finucane, 1985; Sley i sur., 2009). U vodama zapadnog Atlantika, naročito uz obale Brazila, *C. crysos* predstavlja važnu vrstu u gospodarskom ribolovu, a nerijetko ga nalazimo u blizini plutajućih predmeta (prirodnih ili umjetnih) te kako prati kitopsine, dupine, meduzoidne oblike žarnjaka i sl. (Castro i sur., 2002; Rountree 1990; Andrades i sur., 2012).

U probavilima najbrojnih termofilnih vrsta riba u Medulinskom zaljevu, vrste *S. dumerili*, kao i kod vrsta *S. sphyraena* i *L. amia* u ovom istraživanju identificirani su izopodni rakovi, međutim, čini se da oni predstavljaju slučajni plijen. Naime, sve tri navedene vrste hranile su se vrstama roda Atherina, zbog čega bi se prisutnost izopodnih račića u njihovom probavilu mogla povezati s infestacijom olige *A. boyeri* s parazitskim izopodnim račićem vrste *Mothocya epimerica* (Costa, 1851) u Jadranskom moru (Bello i sur., 1997).

Iako sve istražene termofilne vrste šire svoj raspon rasprostranjenosti prema većim geografskim širinama, ovi rezultati sugeriraju da ne postoji preklapanje prehrane među njima. Ipak, čini se da njihova strategija hranjenja može utjecati na lokalne vrste, posebno na one značajnije komercijalne vrijednosti poput brancina, *D. labrax* i zubatca, *Dentex dentex* budući se hrane istim i/ili sličnim plijenom (Grati i sur., 2011; Abdelkadel i Ktari, 1985). Rogdakis i sur. (2009) proučavajući prehranu *D. labrax* u laguni Messolonghi – Etoliko u Grčkoj utvrdili su da vrsta *Atherina bojeri* predstavlja glavninu riblje hrane što je naročito izraženo kod većih jedinki.

Uspoređujući podatke o metodologiji pri ciljnom ulovu termofilnih vrsta riba na ostalim područjima Sredozemnog mora primijećeno je da se mreže stajaćice koriste znatno rjeđe od okružujućih pelagičnih mreža i obalnih potegača. Potonjima se ostvaruje veći ulov ciljanih termofilnih vrsta gdje one imaju veći ekononomski značaj nego u sjevernom Jadranu (Morales – Nin i sur., 2000). Međutim, procjena gustoće („abundanca“) termofilnih vrsta riba na određenom području često je otežana te se umjesto nje kao indeks abundance primijenjuje metoda ulova po jedinici napora (CPUE) pri čemu se smatra da je CPUE proporcionalan abundanci i u pozitivnoj je korelaciji s masom riba i brojnošću. Kako bi podaci za izračun CPUE bili znanstveno relevantni, iste ribolovne alate treba se koristiti pod istim uvjetima (Treer i Piria, 2018). Takva standardizirana metoda uzorkovanja omogućit će usporedbu rezultata procjene ulova po jedinici napora i u budućem razdoblju (Cooper, 2006). U ovom slučaju, vrijednosti CPUE odražavaju omjer mase ulovljenih termofilnih riba u vremenu kada je alat korišten.

Od istraživanih termofilnih vrsta, *T. ovatus* i *C. crysos* nisu pridružene listi riba o kojima je potrebno voditi evidenciju pri ulovu i plasiranju na tržište. Međutim, kao na primjeru neciljnog ulova vrste *P. saltatrix* u Tarskoj uvali mrežom ciplaricom i sve većoj incidenciji pojave *S. sphyraena* u plivaričarskim lovinama u akvatoriju oko Pule (usmeno priopćenje: Siniša Pavlović) čini se da one postaju sve češća lovina zbog čega se preko ribarskih očevidnika može pratiti njihov ulov po jedinici napora u cilju prikupljanja dodatnih informacija ključnih za izradu budućih planova upravljanja ribolovnim alatima mrežama stajaćicama za koje postoji zakonska obveza donošenja.

Medulinski zaljev sastavni je dio produktivnog sjevernog Jadrana, a uz to predstavlja tipično obalno stanište gdje brojne vrste ondje pronalaze zaklon i hranu u svojim ranijim životnim fazama (De Raedemaecker i sur., 2010; Kalogirou i sur., 2012). Tako predatorske termofilne vrste u Medulinskom zaljevu imaju dostupnu raspoloživu hranu što mogu u kratkom periodu iskoristiti za sakupljanje energetskih zaliha. Dodatno, poznato je da s takvom raznolikošću predatora u kompleksnom staništu kao što je Medulinski zaljev može doći do promjena u ponašanju plijena poput: smanjenjene mobilnosti, skrivanja i potpune promjene migracijskih puteva u staništu (Fouzai i sur., 2019; Miller i sur., 2014) što bi dugoročno moglo dovesti do promjena u ekosustavu i ribolovu.

Sjeverni Jadran suočava se s porastom temperature mora i velikim promjenama trofičnih struktura pri čemu je zabilježeno smanjenje autohtonih grabežljivaca (Coll i sur., 2009) i čime je olakšano rasprostiranje termofilnih vrsta (Giani i sur., 2012). Međutim, širenjem raspona termofilne ihtiofaune na sjever Jadrana, kao u slučaju Medulinskog zaljeva, gdje ove vrste još uvijek nisu dovoljno cijenjene na tržištu, mogao bi se prepoznati potencijal sezonskog trofičkog iskorištavanja

novih izvora (Whitfield, 2017), poglavito zbog sve većeg iscrpljivanja lokalnih, komercijalno važnih morskih resursa (Iveša i sur., 2020). Tome ide u prilog podatak o prosječnoj masi ulovljenih termofilnih vrsta riba utvrđenih u ovom istraživanju, koja je po svojoj kvaliteti zanimljiva tržištu, a nije za zanemariti i činjenicu da termofilne vrste riba zauzimaju sve značajniju kompnentu u sportskom ribolovu u pogledu ciljnih lovina (Merciai i sur., 2020) čime se generira određena ekonomska aktivnost.

Rezultati ovog istraživanja ukazuju da je pojava termofilnih vrsta riba postala uobičajena tijekom toplijih mjeseci u godini na sjevernom dijelu Jadrana, s mogućnošću da su pronašle vlastitu trofičku nišu na tom području. Međutim, podaci o njihovoj biologiji, veličini populacije te njihovu utjecaju na ekosustav u kontekstu ribarstva i dalje ostaje nepoznanica za Jadran unatoč tomu što su sve vrste iz ovog istraživanja ocijenjenje ekonomski vrlo značajne u svjetskim razmjerima.

6. ZAKLJUČCI

1. U Medulinskom zaljevu utvrđena je prisutnost sedam termofilnih vrsta riba: *Seriola dumerili, Pomatomus saltatrix, Sphyraena sphyraena, Lichia amia, Trachinotus ovatus, Coryphaena hippurus* i *Caranx crysos.* Njihov maseni udio u ukupnom ulovu mreža stajaćica (oko mahe 40 i 32) i obalne potegače bio je najveći u 2019. godini (23%), a najmanji u 2017. godini (6%). Maseni udio termofilnih vrsta u ukupnom ulovu bio je najveći u 2019. godini (23%), a najmanji u 2017. godini (6%).
2. Brojčano i maseno najzastupljenija termofilna vrsta u ukupnom ulovu je gof, *S. dumerili.*
3. Incidencija ulova termofilnih vrsta u Medulinskom zaljevu sezonskog je karaktera pri čemu su njihove lovine zabilježene uglavnom u ljetno-jesenskom razdoblju, iako su pojedinačni primjerci *P. saltatrix* i *S. sphyraena* utvrđeni i u najhladnijem dijelu godine.
4. Broj termofilnih vrsta u ulovu na svim istraživanim postajama u Medulinskom zaljevu nije se značajno razlikovao, a najveći broj vrsta utvrđen je na postaji Dražice.
5. Rezultati analize dužinsko-masenih odnosa ukazuju na izometrijski rast vrsta *S. dumerili*, *S. sphyraena* i *L. amia*.
6. Fultonov indeks kondicije pokazuje tendenciju blagog porasta kod vrsta *S. dumerili* i *S. sphyraena* tijekom istraživanog razdoblja, što ukazuje da su jedinke na istraživanom području pronašle svoju hranidbenu nišu.
7. Kod vrste *S. dumerili* u 2017., 2018. i 2019. godini te kod vrste *L. amia* u 2019. godini utvrđeno je povećanje srednjih vrijednosti hepatosomatskog indeksa od početka prema kraju nalaza njihovih jedinki u lovinama, što dokazuje kako ove vrste iskorištavaju hranidbene resurse u Medulinskom zaljevu za stvarajanje energetskih rezervi.
8. Vrijednosti gonadosomatskog indeksa za vrstu *S. sphyraena* ukazuju na mogućnost mrijesta u Medulinskom zaljevu.
9. Utvrđene srednje vrijednosti Zihlerova indeksa pokazuju da istraživane termofilne vrste riba pripadaju trofičkoj razini mesojeda s preferencijom za riblji plijen i glavonošce.
10. Hranidbeni indeksi kod termofilnih riba ukazuju na preferenciju ishrane ribljim plijenom, izuzev vrste *T. ovatus* u čijoj su prehrani najzastupljeniji rakovi (Mysidiacea).

11. Od svih istraživanih termofilnih vrsta, jedino je vrsta *S. dumerili* oportunist u prehrani budući da uz pelagični i bentoplegični plijen, konzumira i demerzalni plijen, odnosno sve dostupne resurse.
12. Analiza sastava prehrane termofilnih vrsta riba u Medulinskom zaljevu upućuje da među njima trenutno ne dolazi do preklapanja prehrambenih navika, no moguće je da su u kompetitvnom odnosu s uobičajeno prisutnim gospodarski važnim vrstama.

7. POPIS LITERATURE

1. Abdelkader B., Ktari M. H. (1985). Régime alimentaire desdentés (Genre Dentex), poissons sparidés de Tunisie. Bulletin de la Societe Naturelle Tunisie 17: 19–25.

2. Adloff F., Somot S., Sevault F., Jordà G., Aznar R., Déqué M., Herrmann, M., Marcos M., Dubois C., Padorno E., Alvarez-Fanjul E., Gomis D. (2015). Mediterranean Sea response to climate change in an ensemble of twenty first century scenarios. Climate Dynamics 45: 2775-2802.

3. Aggrey - Fynn J., Fynn - Korsah S., Appiah N. (2013). Length - weigth relationship and food preference of two costal marine fishes, *Galeoides decadactylus* (Polynemnidae) and *Sphyraena sphyraena* (Sphyrenidae) off Cape Coast, Ghana. West African Journal of Applied Ecology 21(1) : 81 – 96.

4. Alison E. H., Perry A. L., Badjeck M. C., Neil Adger W., Brown K., Conway D., Halls A. S., Piling G. M., Reynolds J. D., Andrew N. L., Dulvy N. K. (2009). Vulnerability of national economics to the impact of climate changes on fisheries. Fish and fisheries 10: 173 - 196.

5. Al-Hussaini A. H. (1947). The feeding habits and the morphology of the alimentary tract of some teleosts living in the neighbourhood of the Marine Biological Station, Ghardaqa, Red Sea. Publications of the Marine Biological Station 5: 1–61.

6. Allam S. M., Faltas S. N., Ragheb E. (1999). Food and feeding habits of barracudas in the Egyptian Mediterranean waters of Alexandria. Bulletin of teh Institute of Oceanography and Fisheries 25: 395 - 410.

7. Allam S. M., Faltas S. N., Ragheb E. (2004). Age and growth of barracudas in the Egyptian Mediterranean waters. Egyptian Journal of Aquatic research 30: 281 - 289.

8. Allam S. M., Faltas S., N., Ragheb E. (2004). Reproductive biology of Sphyraena species in the Egyptian Mediterranean waters od Alexandria. Egyptian journal of aquatic research 30: 255 - 270.

9. Andalloro F., Rinaldi A. (1998). Fish biodiversity change in Mediterranean Sea as topicalization phenomenon indicator. U: Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean (ur. Enne, G., D'Angelo, M., Zanolla, C.). Agenzia Nazional per la prottezione dell' ambiente i Osservatorio Nazionale sulla Desertificazione, Italy, str. 201 - 206.

10. Andaloro F. A., Potoschi A., Porrello S. (1992). Contribution to the knowledge of growth of greater amberjack *Seriola dumerili* (Cuv. 1817) in the Sicilian Channel (Mediterranean Sea). Rapports et procès verbaoux des réunions – Commision Internatinale por l'exploration scientifique de la Mer Méditerranéé 33: 282.

11. Andaloro F., Pipitone C. (1997). Food and feeding habits of the amberjack, *Seriola dumerili*, in the Central Mediterranean Sea during the spawning season. Cahiers de Biologie Marine 38: 91 - 96.

12. Andrades R., Pinhero H. T., Sant R. G., Martinis A. S., Costa P. (2012). A new record of whale shark Rhincodon typus in Brasilian waters: a report of association with *Caranx crysos*. Journal of fish biology 81: 2092 - 2094.

13. Archevala – Lopez P., Izquierdo – Gomez D., Uglem I., Sanchez – Jerez P. (2015). Aggregations of bluefish *Pomatomus saltatrix* (L.) at Mediterranean costal fish farms: seasonal presence, daily patterns and influence of farming activity. Environmental Biology of Fishes 98(2): 499 - 510.

14. Assem S. S., El-Serafy S. S., El-Garabawy M.M., El-Absawy M.El-G., Kaldus S. K. (2005). Some biochemical aspects of reproduction in female *Trachinotus ovatus* (Carangidae). Egyptian journal of aquatic research 31: 1.

15. Azzurro E. (2008). The advance of thermophilic fish in the Mediterranean Sea: overview and methodological questions. U: Climate warming and related changes in Mediterranean marine biota, 35th CIEMS Workshop Monographs,(ur. Briand, F.), Monaco, str. 152.

16. Azzurro E., Moschella P., Maynou F. (2011). Tracking signals of change in Mediterranean fish diversity based on local ecological knowledge. PLOS ONE 6(9): e24885.

17. Azzurro E., Sbragaglia V., Cerri J., Bariche M., Bolognini L., Souissi J. B., Busoni G., Coco S., Chryssanthi A, Garrabou J., Gianni F., Grati F., Kolitari J., Letterio G., Lipej L., Mazzoldi C., Milone, N., Pannacciulli F., Pešić A., Samuel – Rhoads Y., Saponari L., Tomanić J., Topcu E., Vargiu G., Moschella P. (2019). Climate change, biological invasions and shifting distribution of Mediterranean fishes: A large – scale survey based on ecological knowledge. Global Change Biology 25(8): 2779-2792.

18. Badalamenti F., D'Anna G., Lopiano L., Scilipoti D., Mazzola A. (1995). Feeding habits of young-of-the-year greater amberjack *Seriola dumerili* (Risso, 1810) along the N/W Sicilian coast. Scientia Marina 59 (3-4): 317-323.

19. Bakran-Petricioli T. (2011). Priručnik za određivanje morskih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU. Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, str. 184.

20. Bakran - Petricioli T. (2013). Morska staništa Istarske županije. Zavod za prostorno uređenje Istarske županije (ur. Janjanin, L.), Hrvatska, Pula, str. 65.

21. Bannister J. V. (1976). The length-wight relationship, condition factor and gut contents of the dolphin-fish *Coryphaena hippurus* (L.) in the Mediterranean. Journal of fish biology 9(4): 335-338.

22. Bariche M. (2012). Field identification guide to the marine resources of the Eastern and Southern Mediterranean. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes, Rome,Italy: Food and Agricultural Organisation of the United Nations (FAO), str 610.

23. Bates A. E., Barrett N. S., Stuart-Smith R. D., Holbrook N. J., Thompson P. A., Edgar G. J. (2014). Resilience and signatures of tropicalization in protected reef fish communities. Nature Climate Change 4: 62-67.

24. Batistić M., Tutman P., Bojanić D., Škaramuca B., Kožul V., Glavić N., Bartulović V. (2005). Diet and diel feeding activity of juvenile pompano (*Trachinotus ovatus*) (Teleostei: Caranghidae) from the southern Adriatic. *Croatia.* Journal of marine Biology Association 85: 1533-1534.

25. Battaglia P., Pedà C., Musolino S., Esposito V., Andaloro F., Rome T. (2016). Diet and first documented data on plastic ingestion of *Trachinotus ovatus* L. 1758 (Pisces: Carangidae) from the Strait of Messina (central Mediterranean Sea). Italian journal of zoology 83: 121-129.

26. Bauchot M. L. (1987). Poissons osseux. U: Fishes FAO d' identification pour les besoins de la Mediteranêe et mer Noire. Zone de pêche 37. (ur. Fischer, W., Bauchot, M. L., Schneider, M.). Commission des Communautés Européennes and FAO. Rome, Italy, str. 891 - 1421.

27. Belkin I. M. (2009). Rapid warming of Large Marine Ecosystems. Progress in Oceanography 81(1-4): 207–213.

28. Bello G., Vaglio A., Piscitelli G. (1997). The reproductive cycle of *Mothocya epimerica* (Isopoda: Cymothoidae), a parasite of the sand smelt, *Atherina boyeri* (Osteichtyes: Atherinidae), in the Lesina Lagoon, Italy. Journal of natural history 31: 1055-1066.

29. Ben Rais Lasram F., Tomasini J. A., Guilhaumon F., Romdhane M. S., Do Chi T., Mouillot D. (2008). Ecological correlates of dispersal success of Lessepsian fishes. Marine Ecological Progress Series 363: 273-286.

30. Benseddik A. B., Besbes R., Missaoui H., Najaï S. E., Jarboui O. (2019). Reproductive dynamics and Fecundity of *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) in the eastern Tunisian Coast (Central Mediterranean). Current trends in fisheries and aquaculture 1: RD-FSH-10001.

31. Ben Souissi J., Golani D., Mejri H., Capapé C. (2005). On the occurrence of *Cheilopogon furcatus* in the Mediterranean sea. Journal of Fish Biology 67: 1144-1149.

32. Béthoux J. P., Gentili B., Raunet J., Tailiez D. (1990). Warming trend in the Western Mediterranean deep water. Nature 347: 660-662.

33. Bettoso N., Dulčić J. (1999). First record of the oilfish *Ruvettus pretiosus* (Pisces: Gempylidae) in the northern Adriatic Sea. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 79(6): 1145-1146.

34. Bianchi C. N., Morri, C. (1993). Range extentions of warm-water species in the Northern Mediterranean: evidence for climatic fluctuations. Porcupine Newsletter 5(7): 156-159.

35. Bianchi C. N., Morri C. (2000). Marine biodivrsity of the Mediterranean sea: situations, problems and prospectives of future research. Marine pollution bulletin 40(5): 367-376.

36. Bianchi C. N., Morri, C. (2003). Global sea warming and "tropicalisation" of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. Marine Pollution Bulletin 40: 367-376.

37. Bianchi C. N., Morri, C. (2004). Global sea warming and tropicalisation of the Mediterranean sea: biogeographic and ecological aspects. Biogeographia 24: 324-328.

38. Bianchi C. N. (2007). Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. Hydrobiologia 580: 7-21.

39. Bodilis P., Crocetta F., Langeneck J., Francour P. (2013). The spread of an Atlantic fish species, *Pomadasys incisus* (Bowdich, 1825) (Osteichtyes: Haemulidae), within the Mediterranean sea with new additional records from the French Mediterranean coast. Italian Journal of Zoology 80(2): 273-278.

40. Bowman R. E. (1986). Effect of regurgitation on stomach content data of marine fishes. U: Contemporary studies on fish feeding: the proceedings of GUTSHOP ’84 (ur. Simenstad C. A., Cailliet G. M.). Springer, Dordrecht, str. 171-182.

41. Branch T. A., Watson R., Fulton E. A., Jennings S., McGilliard C. R., Pablico G. T. (2010). The trophic fingerprint of marine fisheries. Nature 468: 431-435.

42. Brander K. M. (2007). Global fish production and climate change. Preceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 104(50):19709-19714.

43. Briggs J. C. (1960). Fishes of world-wide (circumtropical) distribution. Copeia 3: 171-180.

44. Brown B. E., Browder J. A., Powers J. Goodyear C. D. (1990). Food chains, yields, models and management of large marine ecosystems. U: Biomass, yield models, and management strategies

for the Gulf of Mexico ecosystem (ur. Sherman K., Alexander L., Gold B. D.). Westview Press, Oxford, United Kingdom, str. 320.

45. Burch R. K. (1979). The greater amberjack, *Seriola dumerili*: it's biology and fishery off southeastern Florida. M.S. thesis, University of Miami, Miami, str. 112.

46. Caddy J. F. (1990). Reacent trends in the fisheries and environment in the General Fisheries Council for the Mediterranean (GFCM) area. Analysis i estudios 63: 1-48.

47. Calvo E., Simó R., Coma R., Ribes M., Pascual J., Sabbatès A., Gili J. M. Pelejero C. (2011). Effects of climate change on Mediterranean marine ecosystems: the case of the Catalan Sea. Climate Research 50: 1-29.

48. Campbell S., Love R. M. (1978). Energy reserves of male and female haddock (*Melanogrunzmus aeglefinus* L.) from the Moray Firth. Journal du Conseil international pour l'explorution de lu Mer 38: 120-121.

49. Carbonara P., Intini S., Modugno E., Maradonna F., Spedicato M. T., Lembo G., Zupa W., Carnevali O. (2015). Reproductive biology characteristics of red mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) in Southern Adriatic Sea and management implications. Aquatic Living Resources 28: 21-31.

50. Castriota L., Pipitone C., Campagnuolo S., Romanelli M., Potoschi A., Andaloro F. (2007). Diet of *Coryphaena hippurus* (Coryphaenida) associated with FAD's in the Ionian and Southern Tyrrenian Seas. Cybium 31(4): 435-441.

51. Castro J. J., Santiago J. A., Santana – Ortega A. T. (2002). A general theory of fish aggregation to floating objects: an alternative to the meeting point hypothesis. Review in Fish Biology and Fisheries 11: 255-277.

52. Cengiz O. (2014). A new maximum length record of the bluefish (*Pomatomus saltatrix* Linnaeus, 1766) for Turkey Seas. BEU Journal of science 3(1): 113-116.

53. Cervigón F., Cipriani R., Fischer W., Garibaldi L., Hendrickx M., Lemus A. J., Márquez R., Poutiers J. M., Robaina G., Rodriguez B. (1992). Fichas FAO de identificación de especies para los fines

de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aquas salobres de la costa septentrional de Sur América. FAO, Rome, Italy, str. 513.

54. Cetinić P., Swiniarski J. (1985). Alati i tehnika ribolova. Logos, Split, str. 655.

55. Ceyhan T., Akyol O., Ayaz A., Juanes F. (2007). Age, growth, and reproductive season of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) in the Marmara region, Turkey. Journal of Marine Science 64(3): 531-536.

56. Chao A. (1984). Nonparametric estimation of the number of classes in a population. Scandinavian Journal of Statistics 11: 265-270.

57. Cheung W. W. L., Lam V. W. Y., Sarmiento J. L., Kearney K., Watson R., Pauly D. (2009). Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios. Fish and fisheries 10: 235-251.

58. Clarke A. (1991). What is cold adaptation anh how we should measure it? American zoology 31: 81-92.

59. Coll M., Piroddi C., Steenbeek J., Kaschner K., Ben Rais Lasram F, Aguzzi J., Ballesteros E., Bianchi C. N., Corbera J., Dailiantis T., Danovaro R., Estrada M., Froglia C., Galil B. S., Gasol J. M., Gertwagen J. M., Gil J., Guilhaumon F., Kersner – Reyes K., Kitsos M. – S., Koukouras A., Lampadariou N., Laxamana E., López – Fé de la Cuadra C. M., Lotze H. K., Martin D., Mouillot D., Oro D., Raičević S., Rius – Barile J., Saiz – Salinas J. I., San Vincente C., Somot S., Templado J., Turon X., Vafidis D., Villanueva R., Vultsiadou E. (2010). The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns and threats. PLoS ONE, 5(8): e11842.

60. Colette B. B. (2003). Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. U: The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic (ur. Carpenter K. E.), FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication, FAO, Rome, Italy, str. 766.

61. Colloca F., Garofalo G., Bitetto I., Carlucci R., Facchini M. T. (2015), Identification of nursery areas for demersal stocks, a first step towards the implementation of spatial planning for Mediterranean fisheries. PLoS ONE 10: e0119590.

62. Cooper A. B. (2006). A guide to fisheries stock assessment. U: From data to recommendations (ur. Weir K.). University of New Hampshire, United Kingdom, str. 47.

63. Coscia I., Vogiatzi E., Kotoulas G., Tsigenopoulos C. S., Mariani S. (2011). Exploring neutral and adaptive processes in expanding populations of gilthead seabream, *Sparus aurata* L., in the North-East Atlantic. Heredity 108: 537-546.

64. Council Regulation (EC) No 2406/96, 1996. Laying down common marketing standards for certain fishery products, Official Journal of the European Communities, L-334.

65. Dempster T., Sanchez-Jerez P., Bayle - Sempere J. T., Giménez - Casalduero F., Valle C. (2002). Attraction of wild fish to sea-cage fish farms in the south-western Mediterranean Sea: spatial and short-term temporal variability. Marine Ecology Progress Series 242: 237-252.

66. De Raedemaecker F., Miliou A., Perkins R. (2010). Fish community structure on littoral rocky shores in the Eastern Aegean Sea: Effects of exposure and substratum. Estuarine, Coastal and Shelf Science 90: 35-44.

67. Despalatović M., Grubelić I., Nikolić V., Dragičević B., Dulčić J., Žuljević A., Cvitković I., Antolić B. (2008). Allochthonus warm water species in bentic communities and ichtyofauna of the eastern part of the Adriatic sea. Climate warming and related changes in Mediterranean marine biota, 27th – 31st May, 2008., Helgoland, Germany. 35th CIEMS Workshop Monograph, str. 51-57.

68. Devine B. M., Fisher J. A. (2014). First record of the blue runner *Caranx crysos* (Perciformes: Carangidae) in Newfoundland waters. Journal of fish biology 85: 540-545.

69. Ditty J. G., Shaw R. F., Grimes C. B., Cope J. S. (1994). Larval development, distribution, and abundance of common dolphin, *Coryphaena hippurus*, and pompano dolphin, *C. equiselis* (Family: Coryphaenidae), in the northern Gulf of Mexico. Fishery Bulletin 92: 275-291.

70. Dragičević B., Dulči J., Pallaoro, A., Stagličić N. (2010). First record of the dolphin-fish juveniles, *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) in the eastern Adriatic sea. Annales, Series Historia Naturalis 20(2): 157-160.

71. Dulčić J. (1999). First record of larval *Brama brama* (Pisces: Bramidae) and *Coryphaena hippurus* (Pisces: Coryphaenidae) in the Adriatic Sea. Journal of Plankton Research 21(6): 1171-1174.

72. Dulčić J., Kraljević M. (1996). Weight-length relationship for 40 fish species in the Easter Adriatic sea. Fisheries research 28(3): 243-251.

73. Dulčić J., Kraljević M., Grbec B., Pallaoro A. (1997). Composition and temporal fluctuations of inshore juvenile fish populations in the Kornati Archipelago, eastern middle Adriatic. Marine Biology 129: 267 - 277.

74. Dulčić J., Grbec B. (2000). Climate changes and Adriatic ichthyofauna. Fisheries Oceanography 9: 187-191.

75. Dulčić J., Grbec B., Lipej L., Beg - Paklar G., Supić N., Smirčić A. (2007). The effect of the hemispheric climatic oscillations on the Adriatic ichthyofauna. Fresenius environmental bulletin 13(3): 293-298.

76. Dulčić J., Grbec B., Lipej L. (1999). Information on the Adriatic ichthyofauna effect of water warming. Acta Adriatica 40(2): 33-43.

77. Dulčić J., Lipej L. (1997). New records of marine fishes from the Slovenian coastal waters. Falco 12: 35-40.

78. Dulčić J., Kraljević M., Pallaoro A., Glamuzina B. (2005). Unusual catch of bluefish Pomatomus saltatrix (Pomatomidae) in Tarska cove (northern Adriatic). Cybium 29(2): 207-208.

79. Dulčić J., Palloaro A. (2004). First record of the emarbled spinefoot, *Siganus rivulatus* (Pisces: Siganiidae) in the Adriatic Sea. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 80: 1087-1088.

80. Dulčić J., Pallaoro A., Dragičević B. (2009). First record of the blue runner, *Caranx crysos* (Mitchill, 1815), in the Adriatic Sea. Journal of Applied Ichthyology 25(4): 481-462.

81. Dulčić J. Soldo A., Kovačić M., Dragičević B. (2009). Range extension and additional records of the yellowmouth barracuda, *Sphyraena viridensis* (Actinopterygii: Perciformes: Sphyrenidae) in the Eastern Adriatic sea. Acta Ichthyologica et Piscatoria 39(1): 59-61.

82. Dunlop S. W., Mann B. Q., Cowley P. D., Murray T. S., Maggs J. Q. (2015). African Zoology 50 (3): 249-257.

83. Esposito V., Castriota L., Battaglia P., Consoli P., Romeo T., Scotti G., Andaloro A. (2015). Fish community in a surf zone of the northern Sicilian coast (Mediterranean Sea): diversity and functional guild composition. Mediterranean Marine Science 16(3): 502-512.

84. Erzini K., Gonçalves J. M. S., Bentes L., Lino P. G. (1997). Fish mouth dimensions and size selectivity in a Portuguese longline fishery. Journal of applied ichthyology 13: 41–44.

85. Fahay M. P., Berrien P. L., Johnson D. L., Morse W. W. (1999). Essential fish habitat source document: bluefish, *Pomatomus saltatrix*, life history and habitat characteristics. NOAA Technical Memorandum, United States of America, str. 68.

86. Fernández-Montero A., Caballero M. J., Torrecillas S., Tuset V. M., Lambarte A., Ginés I. M., Robaina L., Montero D. (2017). Effect of temperature on growth performance of greater amberjack (SERIOLA DUMERILI Risso 1810) juveniles. Aquaculture Research 49(2): 908-918.

87. Fernandez – Jover F., Sanchez- Jerez P., Bayle – Sempere J. T., Valle C., Dempster T. (2008). Seasonal patterns and diets of wild fish assemblages associated with Mediterranean coastal fish farms. ICES Journal of marine sciences 65(7): 1153-1160.

88. Flores A., Wiff R., Díaz E. (2015). Using the gonadosomatic index to estimate the maturity ogive: application to Chilean hake (*Merluccius gayi gayi*). ICES Journal of Marine Science 72(2): 508-514.

89. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) (1994). Fishery statistics. Catches and landings. FAO Statistics Series No. 120, Rome, Italy, str. 677.

90. Food and Agricultural Organisation of the United Nations (FAO) (2018). Impact of climate changes on fisheries and aquaculture (ur. Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M. C. M., Cochrane K. L., Funge-Smith, S., Poulain, F.), FAO, Italy, Rome, str. 628.

91. Fouzai N., Opdal A. F., Jorgensen C., Fiksen O. (2019). Dying from the lesser of three evils: Facilitation and non-comsuptive effects emerge in a model with multiple predators. Oikos 128: 1307-1317.

92. Francour P., Boudouresque C. F., Harmelin J. G., Harmelin-Vivien M. L., Quingard J. P. (1994). Are the Mediterranean waters becoming warmer? Information from biological indicators. Marine Pollution bulletin 28: 523-526.

93. Fredj G. (1972). Stockage et exploitation des données en écologie marine. A - un fichier sur ordinateur des invertebres macrobenthiques. Memoires de l'Institut Oceanographique (Monaco), 4: 1-61.

94. Froese R., Pauly D. (2019). FishBase. World Wide Web electronic publication.www.fishbase.org, version (12/2019).

95. Galil B. S. (2007a). Loss or gain? Invasive aliens and biodiversity in the Mediterranean Sea. Marine Pollution Bulletin 55(7-9): 314-322.

96. Galil B. S. (2007b). Seeing Red: Alien species along the Mediterranean coast of Israel. Aquatic Invasions 2(4): 281-312.

97. Gambaiani D. D., Mayol P., Isaac S. J., Simmonds M. P. (2009). Potential impacts of climate change and greenhouse gas emissions on Mediterranean marine ecosystems and cetaceans. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 89(01): 179-201.

98. Garcia - Gomez A. (2000). Recent advantages in nutritional aspects of *Seriola dumerili*. Cahiers Options Méditerranées 47: 249-257.

99. Genner M. J., Halliday N. C., Simpson S. D., Southward A. J., Hawkins S. J., Sims D. W. (2009). Temperature - driven phenological changes within a marine larval fish assemblage. Journal of plankton research 32(5): 699-708.

100. Giani M., Djakovac T., Degobbis D., Cozzi S., Solidoro C., Umani S. F. (2012). Recent changes in the marine ecosystems of the northern Adriatic Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science 115: 1-13.

101. Glamuzina B., Bartulović V., Glamuzina L., Dobroslavić T. (2017). Records of new fish species in the Neretva river estuary: potential threat to coastal Adriatic nursery. Naše more 64(3): 86-89.

102. Glamuzina B., Pešić A., Joksimović A., Glamuzina L., Matić-Skoko S., Conides A., Klaoudatos D., Zacharaki P. (2014). Observations on the increase of wild gilthead seabream, Sparus aurata abundance in the eastern Adriatic Sea: Problems and opportunities. International Aquatic Research 6: 127-134.

103. Glamuzina B., Tutman P., Kožul V., Glavić N., Skaramuca B. (2002). The first recorded occurence of mottled grouper, *Mycteroperca rubra* (Serranidae) in the southeastern Adriatic sea. Cybum 156-158.

104. Goldberg S. R., Tresierra A. (1985). Notes on spawning in the dolphin-fish *Coryphaena hippurus* (Coryphaenidae) from Peru. Bulletin of South California Academy Science 84: 51-52.

105. Gómez S., lloret J., Demestre M., Riera V. (2006). The decline of the artisanal costal fisheries in Mediterranean costal areas: the case of Cape de Creus (Cape Creus). Costal Managment 34: 217-232.

106. Goodwin V. J. M., Johnson A. G. (1986). Age, growth, and mortality of blue runner, *Caranx crysos*, from the northern Gulf of Mexico. Northeast Gulf Science 8: 107-114.

107. Goodwin V. J. M., Finucane, J. H. (1985). Reproductive biology of blue runner (*Caranx crysos*) in the eastern Gulf of Mexico. Northeast Gulf Science 7: 139-146.

108. Grati F., Scarcella G., Bolognini L., Fabi G. (2011). Releasing of the European sea bass *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus) in the Adriatic Sea: Large-volume versus intensively cultured juveniles. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 397: 144-152.

109. Grati F., Scarcella G., Polidori P., Domenichetti F., Bolognini L., Gramolini R., Vasapollo C., Giovanardi O., Raicevich S., Celić I., Vrgoč N., Isajlović I., Jenič A., Marčeta B., Fabi, G. (2013). Multi-annual investigation of the spatial distributions of juvenile and adult sole (Solea solea L.) in the Adriatic Sea (northern Mediterranean). Journal of Sea Research 84: 122-132.

110. Grati F., Aladzuz A., Azzurro E., Bolognini L., Carbonara P., Çobani M., Demenichetti F., Dragicevic B., Dulčić J., Đurović M. Ikica Z., Joksimović A., Kolitari M., Marceta B., Skoko-Matić S., Vrdoljak D., Lembo G., Santojanni A., Spedicato M., Stagličić N., Vrgoč N., Zerem N., Arneri E., Ceriola L., Milone N. (2018). Seasonal dynamics of small-scale fisheries in the Adriatic Sea, Mediterranean Marine Science 19(1): 25-35.

111. Guzman H. M., Díaz – Ferguson E., Vega A. J., Robles Y. A. (2014). Assessment of the dolphinfish *Coryphaena hippurus* (Perciformes: Coryphaenida) fishery in the Pacific Panama. Revista de Biologia Tropical, 63(3): 705-716.

112. Hare J. A., Cowen R. K. (1994). Ontogeny and otolith microstructure of bluefish *Pomatomus saltatrix* (Pisces: Pomatomidae). Marine Biology 118: 541-550.

113. Hare J. A., Cowen R. K. (1996). Transport mechanisms of larval and pelagic juvenile bluefish (*Pomatomus saltatrix*) from South Atlantic Bight spawning grounds to Middle Atlantic Bight nursery habitats. Limonology and Oceanography 41: 1264-1280.

114. Hare J. A., Cowen R. K. (1993). Ecological and evolutionary implications of the larval transport and reproductive strategy of bluefish *Pomatomus saltatrix*. Marine Ecology Progress Series 98(1-2): 1-16.

115. Hart P. J. B. (1997). Foraging tactics. U: Behavioural ecology of teleost fishes (ur. Godin, J. G. J.). Oxford University Press, New York, str. 104–133.

116. Harper D. A. T. (1999). *Numerical Palaeobiology*. Computer-based J-modelling and analysis od fossils and their distributions. john Wiley & Sons, str. 468.

117. Herbert P. D. N., Cywinska A., Ball S. L., deWaard J. R. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 270: 313-321.

118. Hermant M., Lobry J., Bonhommeau S., Poulard J. C., Le Pape O. (2010). Impact of warming on abundance and occurrence of flatfish populations in the Bay of Biscay (France). Journal of Sea Research, 64: 45-53.

119. Hodgson J. R., Carpenter S. R., Gripentrog A. P. (1989). Effect of Sampling Frequency on Intersample Variance and Food Consumption Estimates of non piscivorous Largemouth Bass. Transactions of the American Fisheries Society 118: 11-19.

120. Hodgson J. R., Kitchell J. F. (1987). Opportunistic Foraging by Largemouth Bass (*Micropterus salmoides*). The American Midland Naturalist 118(2): 323-335.

121. Holden M. J., Raitt, D. F. S. (1974). Methods of Resource Investigation and their Application. Manual of fisheries science, Part 2., FAO, Rome, Italy, str. 223.

122. Hoggarth D. D., Abeyasekera S., Arthur R. I., Beddington J. R., Burn R. W., Halls A. S., Kirkwood G. P., McAllister M., Medley P., Mees C. C., Parkes G. B., Pilling G. M., Wakeford R. C., Welcome R., L. (2006). Stock assessment for fishery management – A framework guide to the stock assessment tools of the Fisheries Management Science Programme (FMPS). FAO Fisheries Technical paper, Rome, Italy, str. 261.

123. Horton T., Kroh A., Ahyong S., Bailly N., Boyko C. B., Brandão S. N., Gofas S., Hooper J. N. A., Hernandez F., Holovachov O., Mees J., Molodtsova T. N., Paulay G., Decock W., Dekeyzer S., Poffyn, G., Vandepitte L., Vanhoorne B., Adlard R., Agatha S., Ahn K. J., Akkari N., Alvarez B., Amorim V., Anderberg A., Anderson G., Antic D., Antonietto L.S.., Arango C., Artois T., Atkinson S., Auffenberg K., Baldwin B.G., Bank R., Barber A., Barbosa J. P., Bartsch I., Bellan-Santini D., Bergh N., Bernot J., Berta A., Bezerra T. N., Bieler R., Blanco S., Blasco-Costa I., Blazewicz M., Bock P., Bonifacino de León M., Böttger-Schnack R., Bouchet P., Boury-Esnault N., Bouzan R., Boxshall G., Bray R., Bruce N.L., Bueno V., Bueno-Villegas J., Cairns S., Calvo Casas J., Carballo J. L., Cárdena P., Carsten E., Cha B. K., Chan T.Y., Chen, L., Christenhus M., Churchill M., Coleman C.O., Collins A. G., Collins G. E., Corbari L., Cordeiro R., Cornils A., Coste M., Costello M. J., Crandall K. A., Cremonte F., Cribb, T., Cutmore, S., Dahdouh-Guebas, F., Daly, M., Daneliya, M., Dauvin, J.C., Davie, P., De Broyer C., De Grave S., de Lima Ferreira P., de Mazancourt V., de Voogd N.J., Decker P., Defaye D., d'Hondt J.L., Dippenaar S., Dohrmann M., Dolan J., Domning D., Downey R., Dreyer N., Ector L., Eisendle U., Eitel M., Encarnação S. C. D., Enghoff H., Epler J., Ewers-Saucedo C., Faber M., Figueroa D., Finn J., Fišer C., Fordyce E., Foster W., Frank J.H., Fransen C., Freire S., Furuya H., Gale A., Galea H., Gao T., Garcia-Alvarez O., Garcia-Jacas N., Garic R., Garnett S., Gasca R., Gaviria-Melo S., Gerken S., Gibson D., Gibson R., Gil J., Gittenberger A., Glasby C., Glenner H., Glover A., Gómez-Noguera S. E., González-Solís D., Gostel M., Grabowski M., Gravili C., Grossi M., Guerra-García, J. M.., Guidetti, R., Guiry, M.D., Gutierrez, D., Hadfield, K.A., Hajdu, E., Hallermann, J., Hayward, B.W., Heiden, G., Hendrycks, E., Herbert, D., Herrera Bachiller, A., Ho, J.s., Hodda, M., Høeg, J., Hoeksema, B., Houart, R., Hughes, L., Hyžný, M., Iniesta, L.F.M., Iseto, T., Ivanenko, V., Iwataki, M., Janssen, R., Jaume, D., Jazdzewski, K., Jersabek, C.D., Jóźwiak, P., Kabat, A., Kantor, Y., Karanovic, I., Karthick, B., Kathirithamby, J., Katinas, L., Kim, Y.H., King, R., Kirk, P.M., Klautau, M., Kociolek, J.P., Köhler, F., Kolb, J., Konowalik, K., Kotov, A., Kovács, Z., Kremenetskaia, A., Kristensen, R.M., Kulikovskiy, M., Kullander, S., Kupriyanova, E., Lambert, G., Lazarus, D., Le Coze, F., LeCroy, S., Leduc, D., Lefkowitz, E.J., Lemaitre, R., Lichter-Marck, I.H., Lindsay, D., Liu, Y., Loeuille, B., Lörz, A.N., Lowry, J., Ludwig, T., Lundholm, N., Macpherson, E., Madin, L., Mah, C., Mamo, B., Mamos, T., Manconi, R., Mapstone, G., Marek, P.E., Marshall, B., Marshall, D.J., Martin, P., Mast, R., McFadden, C., McInnes, S.J., Meland, K., Melo da Silva, D.C., Merrin, K.L., Messing, C., Mills, C., Moestrup, Ø., Mokievsky, V., Monniot, F., Mooi, R., Morandini, A.C., Moreira da Rocha, R., Morrow, C., Mortelmans, J., Mortimer, J., Muñoz Gallego, A.R., Musco, L., Nery, D.G., Nesom, G., Neubauer, T.A., Neubert, E., Neuhaus, B., Ng, P., Nguyen, A.D., Nielsen, C.,

Nishikawa, T., Norenburg, J., O'Hara, T., Opresko, D., Osawa, M., Osigus, H.J., Ota, Y., Páll-Gergely, B., Panero, J.L., Pasini, E., Patterson, D., Paxton, H., Pelser, P., Peña-Santiago, R., Perez-Losada, M., Petrescu, I., Pfingstl, T., Pica, D., Picton, B., Pilger, J.F., Pisera, A.B., Polhemus, D., Poore, G.C., Potapova, M., Pugh, P., Read, G., Reich, M., Reimer, J.D., Reip, H., Reuscher, M., Reynolds, J.W., Richling, I., Rimet, F., Ríos, P., Rius, M., Rodríguez, E., Rogers, D.C., Roque, N., Rosenberg, G., Rützler, K., Saavedra, M., Sabbe, K., Saiz-Salinas, J., Sala, S., Santagata, S., Santos, S., Sar, E., Satoh, A., Saucède, T., Schatz, H., Schierwater, B., Schilling, E., Schmidt-Lebuhn, A., Schmidt-Rhaesa, A., Schneider, S., Schönberg, C., Schuchert, P., Senna, A.R., Sennikov, A., Serejo, C., Shaik, S., Shamsi, S., Sharma, J., Shear, W.A., Shenkar, N., Short, M., Sicinski, J., Sierwald, P., Simmons, E., Sinniger, F., Sivell, D., Sket, B., Smit, H., Smit, N., Smol, N., Souza-Filho, J.F.., Spelda, J., Sterrer, W., Stienen, E., Stoev, P., Stöhr, S., Strand, M., Suárez-Morales, E., Summers, M., Suppan, L., Susanna, A., Suttle, C., Swalla, B.J., Taiti, S., Tanaka, M., Tandberg, A.H., Tang, D., Tasker, M., Taylor, J., Taylor, J., Tchesunov, A., Temereva, E., ten Hove, H., ter Poorten, J.J., Thomas, J.D., Thuesen, E.V., Thurston, M., Thuy, B., Timi, J.T., Timm, T., Todaro, A., Turon, X., Uetz, P., Urbatsch, L., Uribe-Palomino, J., Urtubey, E., Utevsky, S., Vacelet, J., Vachard, D., Vader, W., Väinölä, R., Van de Vijver, B., van der Meij, S.E., van Haaren, T., van Soest, R.W., Vanreusel, A., Venekey, V., Vieira, L.O.M., Vinarski, M., Vonk R., Vos C., Walker-Smith G., Walter T.C., Watling L., Wayland M., Wesener T., Wetzel, C. E., Whipps, C. White K., Wieneke U., Williams D.M., Williams G., Wilson R., Witkowski A., Witkowski J., Wyatt N., Wylezich C., Xu K., Zanol J., Zeidler W., Zhao Z. (2021). World Register of Marine Species. Dostupno na: https://www.marinespecies.org. Pristupljeno: 2021-08-29.

124. Hossain M. Y., Ahmed Z. F., Leunda P. M., Toksanul Islam A. K. M., Jasminme S., Oscoz J., Miranda R., Othomi J. (2006). Length-weight and length length relationship of some small indigenous fish species from the Mathabhanga river, south-western Bangladesh. Journal of applied ichthyology 22: 301-303.

125. Hsieh C. H., Reiss C. S., Hewitt R. P., Sugihara G. (2008). Spatial analysis shows that fishing enhances the climatic sensitivity of marine fishes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 65: 947-961.

126. Hyslop E. J. (1980). Stomach contents analysis—a review of methods and their applications. Journal of fish biology 17: 411-431.

127. Ibarz A., Padrós F., Gallardo M. Á., Fernández-Borràs J., Blasco J., Tort L. (2010). Low-temperature challenges to gilthead sea bream culture: Review of cold-induced alterations and “Winter Syndrome”. Review in Fish Biology and Fisheries 20, 539-556.

128. Iveša N., Piria M., Gelli M., Mičić M., Gavrilović A. (2018). Prisutnost i distribucija termofilnih vrsta riba u Medulinskom zaljevu. Zbornik radova 53. hrvatskog i 13. međunarodnog simpozija agronoma, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 18.-23.2.2018., Vodice, Hrvatska, str. 360-364.

129. Iveša N., Špelić I., Gelli M., Castellicchio A., Piria M., Gavrilović A. (2020). Fish catch analysis of the “poponica” net in Bay of Medulin. Zbornik radova 55. hrvatskog i 15. međunarodnog simpozija agronoma, Sveučilište i Osijeku, Agronomski fakultet, 17.-21.2020., Vodice, Hrvatska, str. 328-333.

130. Jardas, I. (1996). Hrvatska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb, Hrvatska, str. 535.

131. Jones M. C., Dye S. R., Pinnegar J. K., Warren R., Chueng W. W. L. (2013). Applying distribution model projections for an uncertain future: the case of the Pacific oyster in UK waters. Aquatic Conservation, Marine and.Freshwater Ecosystems 23: 710-722.

132. Juanes F., Hare J. A., Miskiewicz A. G. (1996). Comparing early life history strategies of *Pomatomus saltatrix*: a global approach. Marine and Freshwater Research 47(2): 365-379.

133. Juanes F., Hare, J. A., Miskiewicz, A. G. (1996). Comparing early life history strategies of *Pomatomus saltatrix*: a global approach. Marine and Freshwater Research 47(2): 365 – 379.

134. Kaiser M., J., Hughes, R. N. **(**1993). Factors affecting the behavioural mechanisms of diet selection in fishes. Marine Behaviour and Physiology 23 (1-4): 105–118.

135. Kalogirou S., Mittermayer F., Pihl L., Wennenbage H. (2012). Feeding ecology of indigenous and non-indigenous fish species within the family *Sphyraenidae*. Journal of Fish Biology 80(7): 2528-2548.

136. Karachle P. K., Triantaphyllidis C., Stergiou K. I. (2004). Bluespotted cornetfish *Fistularia commersonii* Ruppell 1823 a lessepsian sprinter. Acta Ichtyologica Piscatoria 34(1):103-108.

137. Karachle P. K., Stergiou K. I. (2008). The effect of season and sex on trophic levels of marine fishes. Journal of Fish Biology 72(6): 1463-1487.

138. Karachle P. K., Stergiou K. I. (2010). Gut length for several marine fish: relationships with body length and trophic implications. Marine biodivrsity records 3: E106.

139. Karlou-Riga C. (2000). Otolith morphology and age and growth of *Trachurus mediterraneus* (Steindachner) in the Eastern Mediterranean. *Fisheries Research*, 46: 69-82.

140. Keast A., Webb D. (1966). Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, Lake Opinicon,Ontario. Journal of Fisheries Research Board of Canada 23 (12): 1845–1874.

141. Kendall, A. W., Walford, L. A. (1979). Sources and distribution of bluefish, *Pomatomus saltatrix*, larvae and juveniles off the east coast of the United States. Fishery Bulletin 77: 213 – 227.

142. Kleitou P., Kalogirou S., Marmara D., Giovos I. (2018). *Coryphaena hippurus*: A potential predator of *Lagocephalus sceleratus* in the Mediterranean Sea. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies 6(3): 93-95.

143. Kožul V. (1999). Biološke i ekološke karakteristike populacije gofa (*Seriola dumerili,* Risso) i mogućnost njegova uzgoja u južnom Jadranu. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, doktorska disertacija, str. 117.

144. Kožul V., Tutman P., Glavić N., Glamuzina B., Skaramuca B. (2001). The first record of bluefish fingerling, *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus,1766) (Pisces, Pomatomidae) in the southeastern Adriatic Sea, Monte Carlo, Monaco. Rapport du Congress de la CIESM, str. 290.

145. Kožul V., Tutman P., Glavić N., Skaramuca B., Bolotin J. (2005). First record of the yellowmouth barracuda, *Sphyraena viridensis* (Cuvier, 1928) (Pisces, Sphyraneidae) from Adriatic Sea. Cybum 29(2): 201-202.

146. Krebs C. J. (1999). Ecological methodology. 2nd Edition. Addison Wesley Longman, Menlo Park, United kingdom, str. 620.

147. Kruschel C., Schultz S. T. (2020). Aggressive predation drives assembly of Adriatic fish communities. Diversity 12: 130.

148. Kuronuma K., Abe Y. (1986). Fishes of the Arabian Gulf, Kuwait. Kuwait Institute for Scientific Research, str. 356.

149. Kurtela A., Antolović N., Glavić N., Kožul V. (2019). Length-weight relations and monthly occurence of juvenile fish species from the Donji Molunat Bay, Croatia (South-East Adriatic sea). Naše more 66(3): 1-5.

150. Lacoue-Labarthe T., Nunes P. A. L. D., Ziveri P., Cinar M., Gazeau F., Hall-Spencer J. M., Hilmi N., Moschella P., Safa A., Sauzade D., Turley C. (2016). Impacts of ocean acidification in a warming Mediterranean Sea: An overview. Regional Studies in Marine Science 5, 1-11.

151. LAGUR Istarska batana (2017). Lokalna razvojne strategija u ribarstvu, Prilog XVI.

152. Lejeusne C., Chevaldoneé P., Pergent-Martini C., Boudouresque F. C., Perez T. (2009). Climate change effects on a miniature ocean: the highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea. Trends in ecology and evolution, 25 (4): 250-260.

153. Lelieveld J., Berresheim H., Borrmann S., Crutzen P. J., Dentener F. J., Fischer J., Flatau P. J., Heland J., Holzinger R., Korrmann R., Lawrence M. G., Levin Z., Markowicz K. M., Mihalopolous N., Minikin A., Reus M., Roelofs H. A., Schreen H. A., Sciare J., Schlager H., Schultz M., Siegmund P., Steil B., Stephanou E. G., Stier P., Traub M., Warneke C., Williams J., Ziereis (2002). Global air pollution crossroads over Mediterranean. Science 298: 794-799.

154. Libralato S., Caccin A., Pranovi F. (2015). Modeling species invasions using thermal and trophic niche dynamics under climate change. Frontiers in marine science 2: 29.

155. Lipej L., Dobrajc Ž., Castellarin C., Odorico R., Dulčić J. (2007). New records of some rare and less-known fishes in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). Annales, Series Historia Naturalis 17(2): 171-176.

156. Lipej L., Dulčić J. (2004). The current status of Adriatic fish status biodiversity. U: Balkan Biodiversity: pattern and process in the European hotspot (ur. Griffiths, H. I., Kryčtufek, B., Reed, J. M.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Nizozemska, str. 291-306.

157. Lipej L., Mavrič B., Orlando Bonaca M. (2009). Recent changes in the Adriatic fish fauna – experiences from Slovenia. Varavstvo narave 22: 91-96.

158. Lorenzioni M., Corboli M., Dörr A. J. M., Giovinazzo G., Selvi S., Mearelli M. (2002). Diets of *Micropterus salmoides* and *Esox lucius* L. in lake Trasimeno (Umbria, Italy) and their diet overlap. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 365: 537-547.

159. Lloret J., Sabatés A., Muňoz M., Demestre M., Sole I., Font T., Casadevall M., Martin P., Gómez S. (2015). How a multidisciplinary approach involving ethnoecology, biology and fisheries can help explain the spatio - temporal changes in marine fish abundance resulting from climate change. Global Ecology and Biogeography 24: 448-462.

160. Mahon R., Mahon S. (1987). Seasonality and migration of pelagic fishes in the Eastern Carribean. U: Report and proceedings of the expert consultation on shared fisherie resources of the Lesser Antiles region. FAO Fisheries report, Rome, Italy, str. 129-273.

161. Manooch C. S., Potts J. C. (1997). Age, growth and mortality of greater amberjack from the southeastern United States. Fisheries Research 30: 229-240.

162. Marais J. F. K. (1981). Seasonal abundance, distribution, and catch per unit effort using gill-nets, of fishes in the Sundays estuary. South African Journal of Zoology 16(3): 144-150.

163. Marais J. F. K. (1984). Feeding ecology of mayor carnivorous fish from eastern Cape estuaries. South African Journal of Zoology 19(3): 210-223.

164. Marbà N., Duarte C. M. (2010). Mediterranean warming triggers seagrass (*Posidonia oceanica*) shoot mortality. Global Change Biology 16(8): 2366-2375.

165. Marino G., Porrello M., Andaloro S. (1995). Aspects of reproductive biology of the Mediterranean amberjack (*Seriola dumerili* Riso,1810*)*: Gonad development. Cahiers Options Méditerranéennes 16: 115-124.

166. Marengo M., Durieux E. D. H., Marchand B., Francour P. (2014). A review of biology, fisheries and population structure of *Dentex dentex* (Sparidae). Reviews of fish biology 24: 1065-1088.

167. Massutí E., Deuder S., Sánchez, P., Morales – Nin B. (1998). Diet and feeding of dolphin (*Coryphaena hippurus*) in western Mediterranean waters. Bulletin of Marine Science 63(2): 329.

168. Massutí E., Morales–Nin B. (1991). La pesca della llampuga (*Coryphaena hippurus*) en Mallorca. Informes técnicos del Instituto Español de Oceanografía 96:1-18

169. Matallanas J., Casadevall M., Carrasson M., Boix J., Fernandez V. (1995). The food of *Seriola dumerili* (Pisces: Caranghidae) in the Catalan Sea (western Mediterranean). Journal of the Marine Biological Association of the United Kongdom 75: 257-260.

170. Mather F. J. (1958). A preliminary review of the amberjacks, genus Seriola, of the western Atlantic. U: Final report , 5 year rewiev of essential fish habitat requirements. *Proceedings of the 3rd international game and fish conference*, str. 1 – 13.

171. Matić-Skoko S., Staglačić N., Kraljević M., Pallaoro A., Tutman P., Dragičević B., Grgičević R., Dulčić J. (2010). Croatian artisanal fisheries and the state of its littoral resources on the treshold of enetering the EU: effectiveness of conventional managment and perspectivesfor the future. Acta Adriatica 51(1): 9-33.

172. Mazzoldi M. N., Sambo A., Riginella E. (2014). The Clodia database: a long time series of fishery data from the Adriatic Sea. Scientific data 1: 1-8.

173. Mazzola A., Favaloro E., Sará G. (2000). Cultivation of the Mediterranean amberjack, *Seriola dumerili* (Risso, 1810), in submerged cages in the Western Mediterranean Sea. Aquaculture 181: 257-268.

174. Merciai R., Casadevall M., Villegas - Hernández H., Lloret J. (2020). Twighlight activity patterns and angling vulnerability of yellowmouth barracuda (Sphyraena viridensis Cuvier, 1829., a range - expanding thermophilic fish. Journal of fish biology 1-12.

175. Micale V., Genovesa L., Greco S., Perdichizzi F. (1993). Aspects of the reproductive biology of the amberjack *Seriola dumerili* (Risso, 1810). U: World aquaculture (ur. Carillo, M.). Special publication No. 19., Europaean aquaculture society, str. 413.

176. Mieszkowska N., Genner M. J., Hawkins S. J., Sims D., W. (2009). Effects of climate change and commercial fishing on Atlantic cod *Gadus morhua*. *Advances in Marine Biology* 56: 213-273.

177. Miller J. R. B., Ament J. M., Schmitz O. J. (2014). Fear on the move: Predator hunting mode predicts variation in prey mortality and plasticity in prey spatial responce. Journal of animal ecology 83: 214-222.

178. Morales - Nin B., Cannizzaro L., Massutí E., Potoschi A., Andaloro F. (2000). An overview of the FAD's fishery in the Mediterranean Sea. U : Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons (ur. Le Gall J. Y., Cayré P., Taquet M.). Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Actes de Colloques, str. 184 - 207.

179. Morado C. N., Araújo F. G., Gomes I. D. (2017). The use of biomarkers for assessing effects of pollutant stress on fish species from a tropical river in Southeastern Brazil. Acta Scientiarum. Biological Sciences 39: 431-439.

180. Morato T., Afonso P., Lourinho P., Barreiros J. P., Santos R. S., Nash R. D. M. (2001). Length – weight relationship for 21 costal fish species of the Azores, north – eastern Atlantic. Fisheries Research 50: 297-302.

181. Moreno A., Boavida-Portugal J., Pimentel M., Pereira J, Rosa R. (2013). *Loligo vulgaris*, European Squid. U: Advances in squid biology, ecology and fisheries. Rosa, (ur. Rosa, R., O'Dor, R., Pierce, G.). Nova Biomedical, Nova Science Publishers, Inc. New York, United States of America, str. 332.

182. Morishita S., Miki R., Wada H., Itou M., Motomura H. (2020). Morphological comparison of Sphyraena geniae with S. putname with a revised key to Indo-Pacific of Sphyraena lacking gill rakers. Ichthyological research 67: 456-463.

183. Moron V. (2003). Long - term variability of the Mediterranean Sea surface temperature (1856-2000). Geoscience 335(9): 721-727.

184. Murawski S. A. (1993). Climate change and marine fish distributions - forecasting from historical analogy. Transactions of the American Fisheries Society 122: 647-658.

185. Narodne novine 14/2019. Vlada Republike Hrvatske. Zakon o morskom ribarstvu.

186. Narodne novine 38/2018. Vlada Prepublike Hrvatske. Pravilniku o obliku, sadržaju i načinu vođenja i dostave podataka o ulovu u gospodarskom ribolovu na moru.

187. Nerlović V., Mravinac B., Devescovi M. (2015). Additional information on the blue runner, *Caranx crysos* (Mitchill, 1815) from the Nothern Adriatic Sea: meristic and molecular characterisations. Acta Adriatica 56(2): 309-318.

188. Nykjaer L. (2009). Mediterranean sea surface warming 1985-2006. Climate research 39: 11-17.

189. Parenti P., Bressi N. (2001). First record of the orange-spotted grouper, *Ephinephelus coioides* (Perciformes: Serranidae) in the Northern Adriatic Sea. Cybium 25: 281-284.

190. Parry M. L. (2000). Assessment of potential effects and adaptations for climate change in Europe: the Europe Acacia Project: a concerted action towards a comprehensive climate impacts and

adaptations assessment for the European Union. University of East Anglia, Jackson Environment Institute, United Kingdom, str. 84.

191. Pauly D., Watson R. (2005). Background and interpretation of the 'Marine Trophic Index' as a measure of biodiversity. Philosophical Transactions of Royal Society Series B 360: 415-423.

192. Pavičić M., Šiljić P., Duganđić P., Skaramuca B. (2014). New records of blue runner, *Caranx crysos* (Mitchill, 1815) in the Adriatic Sea. Croatian Journal of Fisheries 72(3): 125-127.

193. Piria M., Treer T., Safner R., Aničić I., Odak T. (2001). Metodika istraživanja prirodne prehrane slatkovodnih riba. Ribarstvo 59(1): 9-23.

194. Pitcher T. J. (1995). The Impact of Pelagic Fish Behavior on Fisheries. Scientia Marina 59(3-4): 295-306.

195. Poloczanska E. S., Brown C. J., Sydeman W. J., Kiessling W., Schoeman D. S., Moore - Brander, K., Bruno J. F., Buckley L. B., Burrows M. T., Duarte C. M, Halpern B. S., Holding J., Kappel C. V., O'Connor I., Pandolfi J. M., Parmesan, C., Schwing F., Thompson S. A., Richardson A. J. (2013). Global imprint of climate change on marine life. Nature Climate Change 3: 919-925.

196. Pauly D. (2007). The sea around us project: documenting and communicating global fisheries impacts on marine ecosystems. Journal of the Human Environment 36(4): 290-295.

197. Pešić A., Đurović M., Joksimović A., Regner S., Simonović P., Glamuzina B. (2010). Some reproductive patterns of the sardine, *Sardina pilchardus* (Walb, 1792), in Boka Kotorska Bay (Montenegro, southern Adriatic Sea). Acta Adriatica 52 (2): 159-168.

198. Pirozzi I., Booth M. A. (2009). The routine metabolic rate of mulloway (*Argyrosomus japonicus*: Sciaenidae) and yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*: Carangidae) acclimated to six different temperatures. Comparative Biochemistry and Physiology 152: 586-592.

199. Pranovi F., Anelli-Monti M., Caccin A., Colla S., Zucchetta M. (2016). Recreational fishing on the West coast of Northern Adriatic Sea (Western Mediterranean) and its possible ecological implications. Regional studies in marine sciences 3: 273-278.

200. Premate N. (2018). Raznolikost faune u naseljima morske cvijetnice *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile u zaštićenim područjima Istarske županije. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno - matematički fakultet, diplomski rad, str. 47.

201. Psomadakis P. N., Scacco U., Vacchi M. (2006). Recent findings of some uncommon fishes from the central Tyrrhenian Sea. Cybium 30(4): 297-304.

202. Psomadakis P. N., Bentivegna F., Giustino S., Travaglini A. Vacchi M. (2011). Northward spread of tropical affinity fishes: *Caranx crysos* (Teleostea: Carangidae), a case study from the Mediterranean Sea. Italian Journal of zoology 78(1): 113-123.

203. Quero J. C., Du Buit M. H., Fonteneaum J., Laborde J. L., Morandeau G., Vayne J. J. (1994). Observations ichtyologiques effectuées en 1993. Anales de la Société des Sciences Naturelles de la Charente – Maritime 8: 359-369.

204. Ramšak A., Stopar K., Malej A. (2012). Comparative phylogeography of meroplanktonic species, *Aurelia* spp. and *Rhizostoma pulmo* (Cnidaria: Scyphozoa) in European Seas.U: Jellyfish Blooms IV. Developments in Hydrobiology (ur. Purcell, J., Mianzan, H., Frost, J. R.). Springer, Dordrecht, Netherlands, str. 69-80.

205. Raya V., Sabatés A. (2015). Diversity and distribution of early life stages of carangid fishes in the northwestern Mediterranean: responses to environmental drivers. Fisheries Oceanography 24: 118-134.

206. Ricciardi A. (2004). Assessing species invasions as a cause of extinction. Trends in ecology and evolution 19(12): 619.

207. Richards S. W. (1976). Age, growth and food of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) from east-central Long Island Sound from July thought November 1975. Transactions of the American Fisheries Society 105(4): 523-525.

208. Richardson A. J., Brown C. J., Brander K., Bruno J. F., Buckley L., Burrows M. T., Duarte C. M., Halpern B. S., Hoegh – Guldberg O., Holding J., Kappel C. V., Kiessling W., Moore P. J., O'Connor M. I., Pandolfi J. M., Parmesan C., Schoeman D. S., Schwing F., Sydeman W. J., Poloczanska E. S. (2012). Climate change and marine life. Biology letters 8(6): 907-909.

209. Riche M., Haley D. I., Oetker M., Garbrecht S., Garling D. L. (2004). Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia Oreochromis niloticus (L.). Aquaculture, 234: 657-673.

210. Ricker W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 191: 382.

211. Ricker W. E. (1973). Linear regression in fishery research. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 30: 409-343.

212. Riedl R. (2015). Fauna e flora del Mediterraneo. Dalle alghe ai mammiferi: una guida sistematica alle specie che vivono nel mar Mediterraneo. Padova: Muzzio, Italy, str. 803.

213. Rijnsdorp A. D., M. A., Engelhard G. H., Mollmann C., Pinnegar J. K. (2009). Resolving the effect of climate change on fish populations. Journal of Marine Science 66: 1570-1583.

214. Rixen M., Beckers J. M., Levitus S., Antonov J., Boyer T., Maillard C., Fichaut M., Balopoulos E., Iona S, Dooley H., Garcia M. J., Manca B., Giorgetti A., Manzella G., Mikhailov N., Pinardi N., Zavatarelli M. (2005). The Western Mediterranean Deep Water: A proxy for climate change. Geophysical Research Letters 32: 4.

215. Rogdakis Y., Ramfos A., Koukou E., Dimitrou E., Katselis G. (2010). Feeding habits and trophic level of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in the Messolonghi - Etoliko lagoon complex (Western Greece). Journal of biological research - Thessaloniki 13: 13-26.

216. Rountree R. A. (1990). Community structure of fishes attracted to shallow water fish aggregation devices off South Carolina, USA. Environmental biology Fishes 29: 241-262.

217. Sabatés A., Martín P., Raya V. (2012). Changes in life - history traits in relation to climate change: bluefish (*Pomatomus saltatrix*) in the northwestern Mediterranean. Journal of Marine Science 69(4): 1-10.

218. Salerno D. J., Burnett J., Ibara R. M. (2001). Age, growth, maturity, and spatial distribution of bluefish, *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus), off the northeast coast of the United States, 1985-96. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science 29: 31-39.

219. Salat J. (1996). Review of hydrographic environmental factors that may influence anchovy habitats in the northwestern Mediterranean. Scientia Marina 60(2): 21-32.

220. Sanchez - Jerez P., Fernandez - Jover D., Bajle - Sempere J., Valle C., Dempster T., Tuya F., Juanes F. (2008). Interaction between bluefish *Pomatomus saltatrix* (L.) and costal cage-farms in the Mediterranean sea. Aquaculture 282: 61-67.

221. Saitou N., Nei M. (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. Molecular Biology and Evolution 4:406-425.

222. Schmitt, R. J., Holbrook S. J. (1984). Gape-limitation, foraging tactics and prey size selectivity of two microcarnivorous species of fish. *Oecologia*, 63 (1): 6–12.

223. Schneider W. (1990). Field guide to the commercial marine resources of the Gulf of Guinea. Rome. Species Identification Guide for Fishery Purposes. FAO, Rome, Italy, str. 268.

224. Schoener T. W. (1970). Non-synchronous spatial overlap of lizards in patchy environments. Ecology, 51: 408-418.

225. Sepulveda M., Oliva, D. (2005). Interactions between South American sea lions *Otaria flavescens* (Shaw) and salmon farms in southern Chile. Aquaculture Research 36: 1062-1068.

226. Setiawan F., M., Augustina S., Estradivari J. P., Tarigan S. A., Muttaqin E., Khaifin T. W., Wisesa W., Retrawimbi A. Y., Akhrari H. S., Sedewa S. (2018). Stock estimation, species composition and biodiversity of target reef fishes in the lesser Sunda-Banda Seascape (East Flores, Alor and South West Maluku regencies), Indonesia. IOP Conference series: Earth and Environmental sciences, str. 278.

227. Sinovčić G., Franičević M., Zorica B., Čikeš-Keč V. (2004). Length–weight and length–length relationships for 10 pelagic fish species from the Adriatic Sea (Croatia). Journal of Applied Ichthyology 20(2): 156-158.

228. Shipp R. L. (1988). Dr. Bob shipp's guide to fishes of the Gulf of Mexico.Kme Seabooks, 2nd edition, str. 256.

229. Sley A., Jarboui O., Ghorbel M., Bouain A. (2009). Food and feeding habits of *Caranx crysos* from the Goulf of Gabes (Tunisia). Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom 89(7): 1375-1380.

230. Sle, A., Taieb A. H., Jarboui O., Ghorbel M., Bouain A. (2016). Feeding behavior of greater amberjack *Seriola dumerili* (Risoo, 1810) from Central Mediterranean (Gulf of Gabes, Tunisia). Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom 96(6): 1229-1234.

231. Smale M. (1986). The feeding habits of six pelagic and predatory teleosts in eastern Cape coastal waters (South Africa). Journal od zoology 1: 357-409.

232. Stagličić N., Matić-Skoko S., Pallaoro A., Grgičević R., Kraljević M., Tutman P., Dragičević B. Dulčić J. (2011). Long-term trends in the structure of eastern Adriatic littoral fish assemblages: Consequences for fisheries management. Estuarine, coastal and shelf science 94: 263-271.

233. Suaria G., Aliani, S. (2014). Floating debris in the Mediterranean Sea. Marine pollution bulletin 86:494-504.

234. Swaby S. E., Potts G. W., Lees J. (1996). The first record of the blue runner *Caranx crysos* (Pisces: Carangidae) in the Brittish waters. Journal of marine biology association of United Kingdom 76: 543-544.

235. Šegvić - Bubić T., Marrone F., Grubišić L., Izquierdo - Gomez D., Katavić I., Arculeo M., Bruto S. (2016). Two seas, two lineages: how genetic diversity is structured in Atlantic and Mediterranean greater amberjack *Seriola dumerili* Risso, 1810 (Perciformes, Carangidae). Fisheries Research 179: 271-279.

236. Tamura K., Peterson D., Peterson N., Stecher G., Nei M., Kumar S. (2011). MEGA5: Molecular Evolutionary Genetic Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. Molecular Biology and Evolution*,* 28: 2731-2739.

237. Ter Braak C. J. F., Šmilauer P. (2012). Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0. Microcomputer Power, Ithaca, United States of America, str. 496.

238. Thompson B. A., Beasley M., Wilson C. A. (1999). Age distribution and growth of greater amberjack, *Seriola dumerili*, from the north-central Gulf of Mexico. Fisheries Bulletin 97: 362-371.

239. Tilves U., Sabatés A., Blázquez M., Raya V., Fuentes V. L. (2018). Associations between fish and jellyfish in the NW Mediterranean. Marine biology 165: 127.

240. Tortonese E. (1986). Pomatomidae. U: Fishes of the Northeastern Atlantic and Mediterranean (ur. Whitehead P. J. P., Bauchot M. L., Hureau J. C., Nielsen J., Tortonese E.). Paris. UNESCO, str. 812 – 813.

241. Treer T., Piria M. (2018). Osnove primijenjene ihtiologije. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, str. 191.

242. Tripp – Valdez A., Galván – Mangaña F., Ortega -García S. (2015). Food sources of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) based on stomach content and stable isotopes analyses. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 95(3): 597-591.

243. Tugores M., P., Giannoulaki M., Iglesias M., Bonanno A., Tičina V., Leonori I., Machias A., Tsagarakis K., Díaz N., Giráldez A., Patti B., De Felice A., Basilone G., Valavanis V. (2011). Habitat suitability modelling for sardine *Sardina pilchardus* in a highly diverse ecosystem: the Mediterranean Sea. Marine ecology progress series 443: 181-205.

244. Tutman P., Glavić N., Kožul V., Škaramuca B., Glamuzina B. (2004). Preliminary information on feeding and growth of pompano, *Trachinotus ovatus* (Linnaeus, 1758) (Pisces, Charangidae) in captivity. Aquaculture International 12:387-393.

245. Valle C., Bayle - Sempere J. T., Dempster T., Sanchez - Jerez P., Giménez - Casalduero F. (2007). Temporal variability of wild fish assemblages associated with a sea-cage fish farm in the south-western Mediterranean Sea. Estuarine, coastal and shelf science 72(1-2): 299-307.

246. Vargas - Yáñez M., Moya F., Garcia-Martinez M. C., Tel E., Zunino P., Plaza F., Salat J. (2010). Climate change in the Western Mediterranean Sea 1900–2008. Journal of Marine Systems 82: 171-176.

247. Villegas - Hernández H., Lloret J., Muńoz M. (2015). Reproduction, condition and abundance of the Mediterranean bluefish (*Pomatomus saltatrix*) in the contex of sea worming. Fisheries oceanography 24(1): 42-56.

248. Villegas - Hernández H., Muńoz M., Lloret J. (2014). Life-history traits of temperate and thermophillic barracudas (Teleostei: Sphyrenidae) in the context of sea warming in the Mediterranean Sea. Journal of fish biology 84:1940-1957.

249. Villegas - Hernández H., Muńoz M., Lloret J. (2016). Reproductive trait of the pompano, *Trachinotus ovatus* (Linnaeus, 1758) in the north – western Mediterranean. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 96(5): 1053-1063.

250. Wootton R. J., Evans G. W., Mills L. A. (1978). Annual cycle in female three-spined sticklebacks (Gasterosteus uculeatus L.) from an upland and lowland population. Journal of fish biology 12: 331-343.

251. Walther G. R., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T. J., Fromentin J. M., Hoegh – Guldberg, O., Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. Nature 416: 389-395.

252. Whitehead P. J. P., Bauchot M. L., Hureau J. C., Nielson J., Tortonese E. (1986). Fishes of the North – eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris. Str. 1743.

253. Whitfield A. K. (2017). The role of seagrass meadows, mangrove forests, salt marshes and reed beds as nursery areas and food sources for fishes in estuaries. Review in fish biology and fisheries 27: 75-110.

254. Wilk S. J. (1977). Biological and fisheries data on bluefish *Pomatomus saltatrix*: Technical Series Report 11., National Marine Fisheries Service, New York, United States of America, str. 56.

255. Windell J. T. (1971). Food analysis and rate of digestion. U: Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters, 2nd edition (ur. Ricker, W. E.). IBP Handbook No. 3., str. 215-226.

256. Worm B., Hilborn R., Baum J. K., Branch T. A., Collie J. S., Costello C., Fogarthy M. J., Fulton E. A., Hutchings J. A., Jennings S., Jensen O. P., Lotze H. K., Mace P. M., McClanahan T. R., Minto C., Palumbi S. R., Parma A. M., Richard D. Rosenberg A. A., Watson R. Zerek D. (2009). Rebuilding Global Fisheries. Science 325: 578-585.

257. Yamada U., Shirai S., Irie T., Tokimura M., Deng S., Zheng Y., Li C., Kim Y. U., Kim Y. S. (1995). Names and illustrations of fishes from the East China Sea and the Yellow Sea. Overseas Fishery Cooperation Foundation, Tokyo, Japan, str. 288.

258. Zanetos, A., Gofas, S., Verlaque, M., Cinar, M. E., Garcia Raso, J. E., Bianchi, C. N., Morr, C., Azzurro E., Bilecenoglu, M., Fragolia, C., Siokou, I., Violanti, D., Sfriso, A., San Martin, G., Giangrande, A., Katagan, T., Ballestretos, E., Ramos-Espla, A., Mastrototaro, F., Ocana, O., Zingone, A., Gambi, M. C., Streftaris, N. (2010). Allien species in the Mediterranean Sea by 2010. A contribution to the application of Europeans Unions Marine Strategy Framework Directive. Part 1. Spatial distribution. Mediterranean Marine Science 11(2): 381 - 493.

259. Zorica B. (2009). Iglica, *Belone belone* (Linnaeus, 1761) – ribarstveno-biologijske značajke te iskorištavanje populacije. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, doktorska disertacija, str. 152.

260. Zorica B., Čikeš Keč V., Vuletin V., Mihanović M. (2020). Qualitative -quantitative analysis of the „ciplara“ purse seine net in the Adriatic sea. Croatian journal of fisheries 78: 165-172.

261. Zihler F. (1982). Gross morphology and configuration of digestive tracts of Cichlidae (Teleostei, Perciformes): phylogenetic and functional significance. Netherlands Journal of Zoology 32: 544-571.

262. Zore - Armanda M. (2001). Razvoj fizičke oceanografije u Jadranu. Pomorski zbornik 38(1): 301-331.

ŽIVOTOPIS

Neven Iveša rođen je 2.5.1979. godine u Puli gdje je završio Osnovnu školu „43. Istarske divizije“ i Opću Gimnaziju. Iza toga upisuje Prirodoslovno-matematički fakultet na Sveučilištu u Zagrebu, inžinjerski smjer ekologija gdje 2005. godine pod mentorstvom prof. dr. sc. Božidara Stilinovića brani diplomski rad naslova „Analiza kupališnih zona u Medulinskom zaljevu“. Završetkom studija zapošljava se u tvrtki Aquarium Pula gdje obavlja poslove akvariste i edukatora gdje ostaje do 2009. godine te prelazi na radno mjesto ravnatelja Javne ustanove za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode u Općini Medulin do 2014. godine. U međuvremenu završava dopunsko psihološko pedagoško obrazovanje (od 2006. do 2007. godine) na Filozofskom fakultetu, Sveučilišta u Rijeci gdje stječe učiteljske kompetencije, a 2010. godine polaže Državni ispit za nastavnika biologije. Školske godine 2007/2008 na Agronomskom fakultetu u Zagrebu upisuje Poslijediplomski doktorski studij poljoprivrednih znanosti, no isti zamrzava do školske godine 2017/2018 kada brani prijavu teme „Prisutnost termofilnih vrsta riba u Medulinskom zaljevu“ pod mentorstvom prof. dr. sc. Marine Piria i izv. prof. dr. sc. Ane Gavrilović. Od 2014. do 2018. godine zaposlen je u tvrtki Eko.-Adra d.o.o. na poslovima zaštite okoliša te je od strane Ministarstva zaštite okoliša i energetike imenovan stručnjakom za zaštitu okoliša. Od siječnja 2018. godine do danas zaposlen je na radnom mjestu asistenta na Fakultetu prirodnih znanosti Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli. Suradnik je na nekoliko znanstvenih i stručnih projekata. Autor i koautor je dvije knjige, jednog sveučilišnog udžbenika, pet A1 znanstvenih radova, jednog A2 rada i više A3 radova. Radovima, posterima i sažecima sudjelovao je na više međunarodnih i domaćih znanstvenih skupova.

Objavljeni radovi:

1. **Iveša, N.**, Piria, M., Gelli, M., Trnski, T., Špelić, I., Radočaj, T., Kljak, K., Jug-Dujaković, J., Gavrilović, A. (2021). Feeding habits of predatory thermophilic fish species with suptropical affinity from recently extended distributional range in the northern Adiatic sea, Croatia. Diversity, 13:357.
2. Paliaga, P., Budiša, A., Dautović, J., Djakovac, T., Dutour-Sikirić, M.A., Mihanović, H., Supić, N., Celić, I., **Iveša, N**., Buršić, M., Balković, I., Jurković, L., Ciglanečki, I. (2021). Microbial responce to the presence of the invasive ctenophore *Mnemyopsis leidyi* in the coastal waters of the Northern Adriatic. Estaurine, Coastal and Shelf science, 259:107459.

3. Iv**eša, N**., Beres, T., Torok, J. (2020). Northermnmost record of the rare brachyuran crab *Paragalene longicrura* from the Istrian Peninsula (Adriatic sea, Croatia). Crustaceana, 93 (2): 131 – 156.
4. J., Aguzzi, A., N., **Iveša**, M., Gelli, C., Costa, A., Gavrilović, N., Cukrov, M., Cukrov, Nu., Cukrov, D., Omanovic, M., Štifanić, S., Marini, M., Piria, E., Azzurro, E., Fanelli, R., Danovaro (2020). Ecological video monitoring of Marine protected areas by underwater cabled surveillance cameras. Marine Policy, 119: 2-12.
5. Gavrilović, A., Piria, M., Xiang-Zao, G., Jug-Dujaković, J., Ljubičić, A., Krkić, A., **Iveša, N.**, Marshall, B. A., Gardner, J. P. A. (2017). First evidence of establishment of the rayed pearl oyster, *Pinctada imbricata radiata* (Leach, 1814), in the eastern Adriatic Sea. Marine pollution bulletin, 125(1-2): 556 – 560.
6. Bogdanović, S., **Iveša, N**., Temunović, M., Ljubičić, I. (2017). Plant diversity of Gornji Kamenjak in Istria (Croatia). Agriculturae Conspectus Scientificus, 83(3): 195 - 204
7. **Iveša, N.**, Filipas, R., Barić, O., Gelli, M., Radetić, I., Castellicchio, A., Jug-Dujaković, J., Gavrilović, A. (2021). Trammel net by-catch composition in the Bay of Medulin. 56th Croatian and 16th International Symposium on Agriculture. 5. - 10. September, Vodice, Croatia. *Proceedings*: 328-332.
8. **Iveša, N.**, Buršić, M., Gelli, M., Barić, O., Filipas, R., Castellicchio, A., Kovačić, I., Pustijanac, E., Štifanić, M., Paliaga, P., Milotti, G., Gavrilović, A. (2021). Small scale fisheries in Istrian waters (northern Adriatic): preliminary results on catch and analysis of thermophilic species. 1st - 5th September, Athens, Greece. *Proceedings* (in press).
9. **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).
10. **Iveša, N.**, Piria, M., Gelli, M., Špelić, I., Radočaj, T., Gavrilović, A. (2020). Feeding habits of thermophilic fish species from recently extended distributional range in northeast Adriatis Sea, Croatia. NEOBIOTA2020, 11th International Conference of Biological Invasions, Vodice, Croatia, September, 15 – 20., 2020. Book of Abstracts: 110.
11. Novosel, B., **Iveša, N.**, Balenović, I., Conides, A., Jug-Dujaković, J., Gavrilović, A. (2020). Utjecaj vremana nasađivanja mlađi na rast orade i lubina u kaveznom uzgojnom sustavu. 55th Croatian and 15th International Symposium on Agriculture. 16. - 21. February, Vodice, Croatia. *Proceedings*: 295-299.

12. **Iveša, N**., Špelić, I., Gelli, M., Castellichhio, A., Piria, M., Gavrilović, A. (2020). Fish catch analysis of the“poponica“ net in the Bay of Medulin. 55th Croatian and 15th International Symposium on Agriculture. 16. - 21. February, Vodice, Croatia. *Proceedings*: 328-333.
13. Gelli, M., Bažon, J., Bralić, K., Pejaković, A., **Iveša, N.,** Štifanić, M., Gavrilović, A. (2018). How do climate changes affect the Adriatic ichthyofauna? 1st International Students Green Conference, 17. – 18. May, 2018., Osijek, Croatia. Book of abstracts: 261.
14. Gavrilović A., Cukrov N., Štifanić M., **Iveša N**., Cukrov Ne., Cukrov Nu., Omanović D., Danavaro R., Marini S., Aguzzi J. (2016). Potential new Croatian costal sites for the development of the EMSO video based ecological monitoring strategy. Proceedings of the European Multidisciplinary Seafloor and water-column Observatory European Research Infrastructure Consortium (EMSO ERIC) workshop “Seaflor and water column observatories challenges and opportunities towards integration”, Rome, Italy, October 9-11., 2017.
15. **N. Iveša**, J. Aguzzi, A. Gavrilovic, N. Cukrov, M. Cukrov, D. Omanovic, M. Štifanić, S. Marini, M. Piria, E. Fanelli, R. Danovaro (2018). Preliminary results of the first video-based ecological monitoring in the Croatian Nature 2000 coastal site. Fish forum 2018, 10. – 14. December, 2018., Rome, Italy. Book of abstracts: 287-288.
16. **Iveša**, **N**., Gavrilović, A., Cukrov, N., Omanović, D., Cukrov, M., Piria, M., Gelli, M., Gobić, K., Štifanić, M., Marini, S., Fanelli, E., Aguzzi, J. (2019). Upotreba podvodne video kamere za procjenu učestalosti pojavljivanja gospodarski važnih vrsta riba na postaji Martinska kraj Šibenika. 54 Hrvatski i 14 Međunarodni Simpozij Agronoma, 17. – 22. veljače, 2019., Vodice, Hrvatska. Knjiga sažetaka: 363-367.
17. Aguzzi, J., **Iveša, N.**, Gavrilović, A., Cukrov, N., Cukrov, Nu., Omanović, D., Cukrov, M., Štifanić, M., Piria, M., Fanelli, E., Danovaro, R., Đurović, M., del Rio, J. (2019). Coastal monitoring networks of cabled-video observatories and stand-alone cameras. International Conference Adriatic Biodiversity Protection – AdrBioPro2019. 7th – 10th April, 2019. Book of abstracts: 39-40.

PRILOZI

Prilog 1. *Caranx crysos* COI-

AAAGATATGGCACCCTTTATCTAGTATTTGGTGCCTGAGCCGGAATAGTGGGAACAGCTTTA
AGCCTACTCATCCGAGCAGAACTAAGCCAACCTGGCGCCCTTCTAGGAGACGACCAAATTT
ACAATGTAATTGTTACGGCCCATGCGTTTGTAATGATTTTCTTTATAGTAATGCCAATCATGA
TCGGAGGCTTTGGAAACTGACTCATTCCCCTAATGATTGGTGCCCCCGATATAGCATTCCC
CCGAATAAATAATATGAGCTTCTGACTTCTCCCTCCCTCTTTCCTCCTACTCCTAGCTTCCTC
AGGGGTAGAAGCCGGAGCTGGGACTGGCTGAACTGTTTATCCCCCACTAGCTGGTAATCTT
GCCCATGCGGGAGCATCAGTAGACTTAACCATCTTTTCCCTTCACCTAGCAGGGGTTTCAT
CAATTCTAGGGGCTATTAACTTCATTACCACTATTATCAACATGAAACCGCCTGCAGTTTCAA
TATACCAAATCCCACTATTTGTCTGAGCCGTACTAATTACAGCTGTCCTTCTCCTTCTCTCTC
TTCCAGTATTAGCTGCTGGAATTACAATGCTTCTCACAGATCGGAACCTAAATACTGCCTTC
TTCGACCCAGCAGGAGGTGGGGATCCCATTCTTTATCAACACTTATTCTGATTCTT

Alignments:

Caranx crysos mitochondrion, complete genome

Sequence ID: NC_057648.1 Length: 16595

Caranx crysos mitochondrion, complete genome

Sequence ID: MW435597.1 Length: 16595

Range 1: 5561 to 6237

Score:1232 bits (667), Expect:0.0,

Identities:674/677(99%), Gaps:1/677(0%), Strand: Plus/Plus

```
Query  1     AAAGATAT-GGCACCCTTTATCTAGTATTTGGTGCCTGAGCCGGAATAGTGGGAACAGCT  59
             ||||| || ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  5561  AAAGACATCGGCACCCTTTATCTAGTATTTGGTGCCTGAGCCGGAATAGTGGGAACAGCT  5620

Query  60    TTAAGCCTACTCATCCGAGCAGAACTAAGCCAACCTGGCGCCCTTCTAGGAGACGACCAA  119
             ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  5621  TTAAGCCTACTCATCCGAGCAGAACTAAGCCAACCTGGCGCCCTTCTAGGAGACGACCAA  5680

Query  120   ATTTACAATGTAATTGTTACGGCCCATGCGTTTGTAATGATTTTCTTTATAGTAATGCCA  179
             ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  5681  ATTTACAATGTAATTGTTACGGCCCATGCGTTTGTAATGATTTTCTTTATAGTAATGCCA  5740

Query  180   ATCATGATCGGAGGCTTTGGAAACTGACTCATTCCCCTAATGATTGGTGCCCCCGATATA  239
             ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  5741  ATCATGATCGGAGGCTTTGGAAACTGACTCATTCCCCTAATGATTGGTGCCCCCGATATA  5800

Query  240   GCATTCCCCCGAATAAATAATATGAGCTTCTGACTTCTCCCTCCCTCTTTCCTCCTACTC  299
             ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  5801  GCATTCCCCCGAATAAATAATATGAGCTTCTGACTTCTCCCTCCCTCTTTCCTCCTACTC  5860

Query  300   CTAGCTTCCTCAGGGGTAGAAGCCGGAGCTGGGACTGGCTGAACTGTTTATCCCCCACTA  359
             ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  5861  CTAGCTTCCTCAGGGGTAGAAGCCGGAGCTGGGACTGGCTGAACTGTTTATCCCCCACTA  5920

Query  360   GCTGGTAATCTTGCCCATGCGGGAGCATCAGTAGACTTAACCATCTTTTCCCTTCACCTA  419
             |||||||||||||||| ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  5921  GCTGGTAATCTTGCCCACGCGGGAGCATCAGTAGACTTAACCATCTTTTCCCTTCACCTA  5980

Query  420   GCAGGGGTTTCATCAATTCTAGGGGCTATTAACTTCATTACCACTATTATCAACATGAAA  479
             ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  5981  GCAGGGGTTTCATCAATTCTAGGGGCTATTAACTTCATTACCACTATTATCAACATGAAA  6040

Query  480   CCGCCTGCAGTTTCAATATACCAAATCCCACTATTTGTCTGAGCCGTACTAATTACAGCT  539
             ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  6041  CCGCCTGCAGTTTCAATATACCAAATCCCACTATTTGTCTGAGCCGTACTAATTACAGCT  6100

Query  540   GTCCTTCTCCTTCTCTCTCTTCCAGTATTAGCTGCTGGAATTACAATGCTTCTCACAGAT  599
             ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  6101  GTCCTTCTCCTTCTCTCTCTTCCAGTATTAGCTGCTGGAATTACAATGCTTCTCACAGAT  6160

Query  600   CGGAACCTAAATACTGCCTTCTTCGACCCAGCAGGAGGTGGGGATCCCATTCTTTATCAA  659
             ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct  6161  CGGAACCTAAATACTGCCTTCTTCGACCCAGCAGGAGGTGGGGATCCCATTCTTTATCAA  6220

Query  660   CACTTATTCTGATTCTT  676
             |||||||||||||||||
Sbjct  6221  CACTTATTCTGATTCTT  6237
```