

Prehrana drhtulje šarulje (Torpedo marmorata Risso, 1810) u Medulinskom zaljevu

Tišljar, Lara

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:935538>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-03**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Sveučilišni preddiplomski studij Znanost o moru

LARA TIŠLJAR

**PREHRANA DRHTULJE ŠARULJE (*Torpedo marmorata* Risso, 1810) U
MEDULINSKOM ZALJEVU**

Završni rad

Pula, rujan, 2024. godine

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Sveučilišni preddiplomski studij Znanost o moru

LARA TIŠLJAR

**PREHRANA DRHTULJE ŠARULJE (*Torpedo marmorata* Risso, 1810) U
MEDULINSKOM ZALJEVU**

Završni rad

JMBAG: 0303100648 redovna studentica
Studijski smjer: Znanost o moru

Predmet: Ekologija
Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Interdisciplinarne prirodne znanosti
Znanstvena grana: Znanost o moru
Mentor: izv. prof. dr. sc. Mauro Štifanić

Pula, rujan, 2024. godine

ZAHVALE

Ovim putem se želim zahvaliti svojem mentoru izv. prof. dr. sc. Mauru Štifaniću na podršci i motivaciji prilikom cijeloga procesa izrade završnog rada.

Zahvaljujem se komentoru dr. sc. Nevenu Iveši na pomoći prilikom laboratorijske analize jedinki, determinacije vrsta, a posebno se želim zahvaliti na neumornoj pozitivnoj energiji, vjeri i susretljivosti.

Zahvaljujem se kolegicama Ursuli Balas i Eni Radić Manestar na pomoći prilikom laboratorijske analize i neiscrpnj podršci.

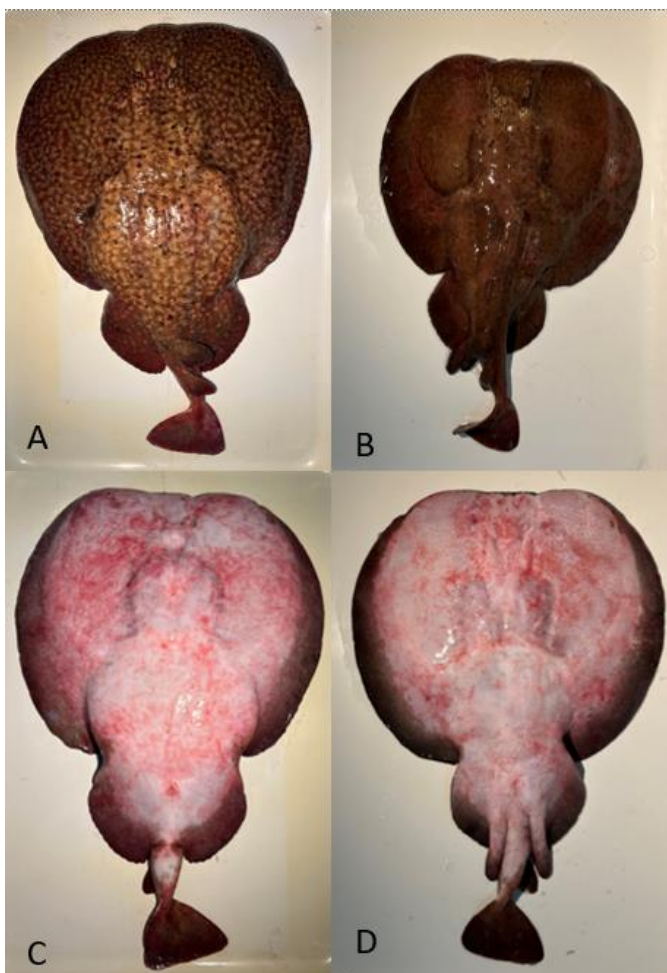
Iskreno se zahvaljujem ostalim kolegama i obitelji na pruženoj podršci.

Na kraju se želim zahvaliti svim profesorima i Fakultetu prirodnih znanosti na povjerenju prilikom korištenja opreme i labosa.

Sadržaj	
1. UVOD	1
2. MATERIJALI I METODE	5
2.1. Prikupljanje jedinki <i>T. marmorata</i>	5
2.2. Laboratorijska analiza	6
2.3. Prikupljanje podataka za ekološke i biološke značajke <i>T. marmorata</i>	6
2.3.1. Gonadosomatski indeks (GSI%).....	6
2.3.2. Hepatosomatski indeks (HSI%).....	6
2.3.3. Prehrambeni indeksi	7
3. REZULTATI.....	9
3.1. Gonadosomatski indeks (GSI%)	11
3.2. Hepatosomatski indeks (HSI%).....	11
3.5. Prehrana <i>T. marmorata</i> u Medulinskom zaljevu.....	12
3.6.1. Frekvencija pojavljivanja (F%).....	13
3.6.2. Brojnost svojti plijena (N%)	14
3.6.3. Postotak mase svojti plijena (W%).....	16
4. RASPRAVA	19
5. ZAKLJUČAK	21
6. LITERATURA.....	22
7. POPIS SLIKA.....	26
8. POPIS TABLICA.....	27

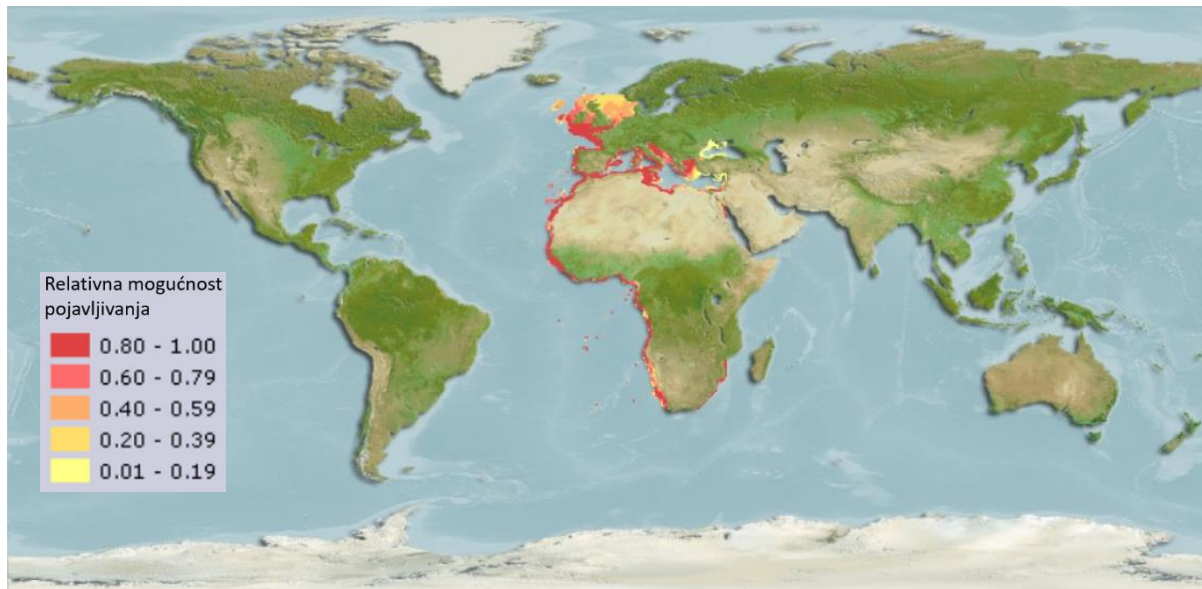
1. UVOD

Drhtulja šarulja (*Torpedo marmorata* Risso, 1810) (Slika 1), uz običnu drhtulju (*Torpedo torpedo* Linnaeus, 1758) i drhtulju mrkulju (*Tetronarce nobiliana* Bonaparte, 1835), jedna je od najčešćih vrsta iz porodice Torpedinidae koja obitava u Sredozemnom moru (Marongiu i sur., 2017; Follesa i sur., 2019). Kao i ostale vrste hrskavičnjača, *T. marmorata* prema Međunarodnoj uniji za zaštitu prirode (IUCN) ima status osjetljive vrste. Međutim, procjenjuje se da njezina populacija u Sredozemnom moru ostaje stabilna, dok se sumnja da opada u sjeveroistočnom i središnjem Atlantiku, gdje je povijesni i trenutni ribolovni pritisak visok (IUCN, 2021). *T. marmorata* je pridnena vrsta koja uglavnom nastanjuje pješčana ili muljevita dna, preferirajući pliće vode kontinentalnog pojasa, u rasponu dubine od nekoliko metara do 300 m (Tserpes i sur., 2012; Follesa i sur., 2019).



Slika 1. Ženka i mužjak vrste *T. marmorata* (A - ženka s dorzalne strane, B - mužjak s dorzalne strane, C - ženka s ventralne strane, D - mužjak s ventralne strane) Autor fotografije: Lara Tišljarić

T. marmorata rasprostranjena je u području kontinentalnog pojasa na istočnim obalama Atlantskog oceana, od Ujedinjenog Kraljevstva do Južne Afrike i u Sredozemnom moru. Sukladno dostupnih informacija s portala www.fishbase.org (Fishbase, 2020), najmanja relativna mogućnost pojavljivanja vrste utvrđena je na sjeveru Engleske, oko Baltika, u Crnom moru i na području levanta, dok je u zapadnom Sredozemlju i Jadranskom moru relativno česta vrsta (Slika 2).

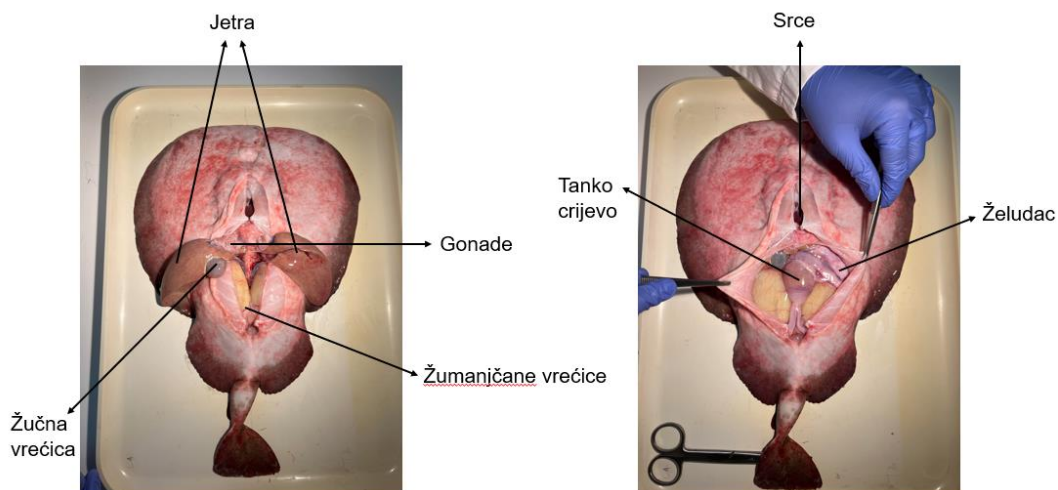


Slika 2. Prikaz rasprostranjenosti *T. marmorata* na globalnoj razini (preuzeto s: <https://www.fishbase.se/summary/SpeciesSummary.php?ID=5132&AT=Marbled+torpedo>).

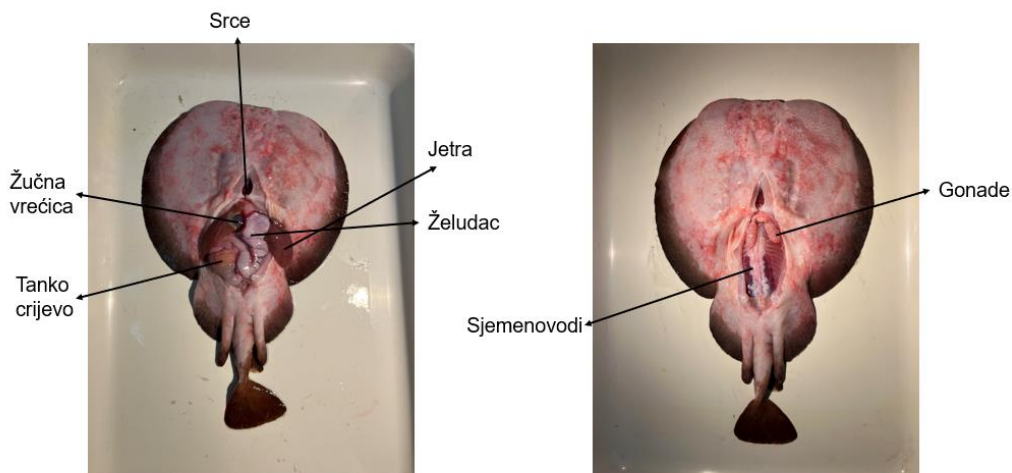
Biološke osobine *T. marmorata*, njihova uloga u hranidbenim mrežama i struktura njihove populacije daleko su od razumijevanja (Frisk, 2010). Razlog tome je što su hrskavičnjače iz reda Torpediniformes najmanje proučavana skupina riba zbog smanjene i/ili nepostojeće komercijalne vrijednosti i uglavnom se nalaze u frakciji slučajnog ulova („bycatch“) te se nerijetko odbacuju. S tim u svezi slična je situacija i na istočnoj obali Jadrana gdje slučajni ulov *T. marmorata* može predstavljati značajni udio u ukupnom ulovu trostrukim mrežama stajaćicama u malom obalnom ulovu nekih značajnih ribolovnih područja gdje je izražen ribolovni napor (Iveša i sur., 2021a; Iveša i sur., 2021b). S druge strane, njezino meso konzumira lokalno stanovništvo što ukazuje na njezin tržišni potencijal, iako trenutno prema hrvatskom zakonodavstvu iz oblasti morskog ribarstva ne nalazi se na popis vrsta koje se putem svoje FAO šifre plasiraju na tržište (NN 114/2023). Naime, prema navedenom pozakonskom aktu (Pravilnik o obliku, sadržaju i načinu vođenja i dostave podataka o ulovu u

gospodarskom ribolovu na moru) propisano je, u slučaju osjetljivih vrsta kao što je *T. marmorata* bilježiti podatke o njihovom ulovu i o tome izvještavati nadležno tijelo, u ovom slučaju Upravu ribarstva. Odgovarajuće dugoročno praćenje iskrcaja i odbacivanja vrsta te daljnje istraživanje njihove ekologije i biologije pridonijelo bi procjeni i održivosti njezinih populacija u Mediteranu (Chatzistryrou i sur., 2021). Capapé i sur. (2007) u svojem su istraživanju utvrdili da je *T. marmorata* specijalizirani grabežljivac koji se najčešće hrani ribama koštunjačama (Teleostei) i glavonošcima (Cephalopoda). Uz to, utvrđeno je da je *T. marmorata* selektivni predator s obzirom da je zabilježena veća preferencija prema ribama koštunjačama u usporedbi s drugim plijenom. Ovaj strateški grabežljivac obično se zakopa u pijesak i miruje dok se potencijalni plijen ne približi dovoljno blizu. Kada plijen priđe, *T. marmorata* iznenada izlazi iz sedimenta i ošamućuje ga uz pomoć svojih električnih organa (Capapé i sur., 2006). Električni organi modificirani su mišići koji se sastoje od slojeva eklektičnih pločica od kojih svaka ima dorzalnu ne inerviranu i ventralnu bogato inerviranu površinu (Sheridan, 1965). Uspješnost predacije usko je povezana s funkcijama proizvodnje struje. Punjenje se događa sinkroniziranom depolarizacijom membrane električnih organa. Potiču ga impulsi koji putuju živčanim vezama iz električnih organa do stanica. Snaga udara može biti i do 200 V, frekvencije do 600 Hz. Cijeli elektricitet izbacij odjednom. Kolika će točno biti snaga udara ovisi o vremenu koje je proteklo od prošlog pražnjenja ali i o veličini drhtulje. Veće drhtulje imaju veći broj električnih stanica pa im je i snaga udara jača (Ugarković, 2016). Prehrana ženki smanjena je u jesen i zimu što se usklađuje s porodom ženki u jesen (Capape, 1979) i mrijestom koji se događa od studenog do siječnja (Abdel-Aziz, 1994). Kod svake ribe, uključujući *T. marmorata*, probavni sustav započinje u usnoj i ždrijelnoj šupljini, koje čine prvi dio probavnog trakta. Ključnu ulogu u hranjenju imaju zubi, prilagođeni vrsti plijena kojim se *T. marmorata* hrani. Drugi dio probavnog sustava čine jednjak i želudac, gdje se odvija probava uz pomoć klorovodične kiseline i pepsina. Uz probavu, želudac također povremeno služi kao skladište hrane, dok se ostatak hrane probavlja u crijevima (Borlongan i sur., 2002).

Što se tiče spolnog sustava, ženke *T. marmorata* imaju dva funkcionalna jajnika s brojnim folikulama (Prisco, 2007), dok mužjaci posjeduju sjemenike i sjemenovode kroz koje prolaze spolne stanice (Penfold, 2019). Navedeni probavni i spolni sustav vidljivi su na slikama 3 i 4.



Slika 3. Prikaz visceralnih organa kod ženke *T. marmorata*. Autor fotografije: Lara Tišljar.



Slika 4. Prikaz visceralnih organa kod mužjaka *T. marmorata*. Autor fotografije: Lara Tišljar.

Prema dostupnoj znanstvenoj literaturi prehrana *T. marmorata* u Sredozemnom moru proučavana je u Grčkoj i Egiptu (Chatzisprou i sur., 2021; Abdel-Aziz, 1994), dok za Jadransko more nema trenutno raspoloživih podataka. Stoga je cilj ovog rada na području sjevernog Jadrana (Medulinski zaljev) prikupiti informacije o ishrani *T. marmorata* u cilju boljeg poznavanja njezinih bioloških i ekoloških značajki.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Prikupljanje jedinki *T. marmorata*

Jedinke *T. marmorata* prikupljene su tijekom uobičajenih ribolovnih aktivnosti na području Medulinskog zaljeva od strane profesionalnih ribara uz primjenu trostrukih mreža stajačica veličine srednjeg oka mahe na mrežnom tegu od 64 – 80 milimetara u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine. 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 (CFR = 15422, vl. Neven Iveša). Za podizanje mreža korišteno je hidraulično vitlo spojeno na remeni sustav preko pomičnog agregata tipa Honda snage 4 KW. Sve jedinke *T. marmorata* izdvojene su iz ukupnog ulova, prebačene su u prijenosne hladnjake s ledom u cilju smanjenja metaboličkih aktivnosti te su istog dana dopremljene u laboratorij FPZ-a gdje su smrznute na -20 °C. U narednom periodu jedinke su postepeno odmrznute i analizirane.



Slika 5. Plovilo korišteno za uzorkovanje. Autor fotografije: Neven Iveša.

2.2. Laboratorijska analiza

Tijekom analize jedinkama drhtulje bio je određen spol i bila je izmjerena ukupna duljina u centrimetrima (TL) te su izvagane. Nakon vaganja cijele jedinke (u gramima) pristupilo se evisceraciji ribe pri čemu su izdvojene i izvagane gonade i jetra (u gramima). Mjerenja su bila obavljana uz pomoć prilagođenog ihtiometra, a vaganja su bila obavljena pomoću dvije vage, jedna za vaganje cijele jedinke (preciznost 0,1 gram) i jedna za vaganje gonada, jetre i sadržaja želuca (preciznost 0,01 grama). Nakon analize i prikupljanja podataka pristupilo se statističkoj obradi podataka. Sadržaj želuca izdvojen je sekcijom od jednjaka do dijela gdje započinje tanko crijevo (kardija), izvagan kao mokra masa (u gramima) te prebačen na staklenu Petrijevu zdjelicu iza čega je sadržaj determiniran pomoću lupe do najniže moguće taksonomske razine. Za determinaciju plijena korišteni su odgovarajući determinacijski ključevi.

2.3. Prikupljanje podataka za ekološke i biološke značajke *T. marmorata*

2.3.1. Gonadosomatski indeks (GSI%)

Za prikupljanje podataka o mrijestu *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu korišten je gonadosomatski indeks (GSI%) koji predstavlja omjer ukupne mase gonada i mase jedinke umnožen sa 100 sukladno formuli:

$$GSI\% = \frac{\text{Masa gonada (g)}}{\text{Ukupna masa jedinke (g)}} \times 100$$

2.3.2. Hepatosomatski indeks (HSI%)

Kako bismo odredili zdravstveno stanje ribe i skladištenje hranjivih tvari primijenjen je hepatosomatski indeks (HSI%) koji predstavlja omjer ukupne mase jetre u gramima i ukupne mase ribe u gramima izračunava se pomoću formule (Wootton i sur., 1978):

$$HSI\% = \frac{\text{Masa jetre (g)}}{\text{Ukupna masa tijela (g)}} \times 100$$

2.3.3. Prehrambeni indeksi

Za procjenu značajki ishrane *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu korišteni su sljedeći hranidbeni indeksi :

a) frekvencija učestalosti pojavljivanja (F%)

$$F\% = \frac{fi}{\sum f} \times 100$$

Gdje su:

fi = Frekvencija jedne svojte plijen

$\sum f$ = ukupna frekvencija svih svojti

Ova metoda koristi se za vrste koje konzumiraju plijen neovisno o njegovoj veličini. Frekvencija za svaku hranidbenu svojtu izražena je kao postotak svih pronađenih organizama u želucu pri čemu je svakoj proučavanoj jedinki za određenu konzumiranu svojtu plijena dodijeljena nula ili jedinica (prisustvo ili neprisustvo plijena). Zbrojem prisutnih svojti plijena u želucu označen je zbroj frekvencija nakon čega je izračunat postotak (Treer i Piria, 2018).

b) postotak brojnosti (N%)

$$N\% = \frac{ni}{\sum n} \times 100$$

Gdje su:

ni = broj hranidbenih kategorija

$\sum n$ = ukupan broj svih hranidbenih kategorija

Postotak brojnosti (N%) je metoda kojom je prikazan broj jedne konzumirane svojte plijena u odnosu na ukupan broj plijena pronađenog u želucima jedinki (Holden i Raitt, 1974).

c) postotak mase (W%)

$$W\% = \frac{W_i}{\sum W} \times 100$$

Gdje su:

W_i = masa jedne hranidbene kategorije

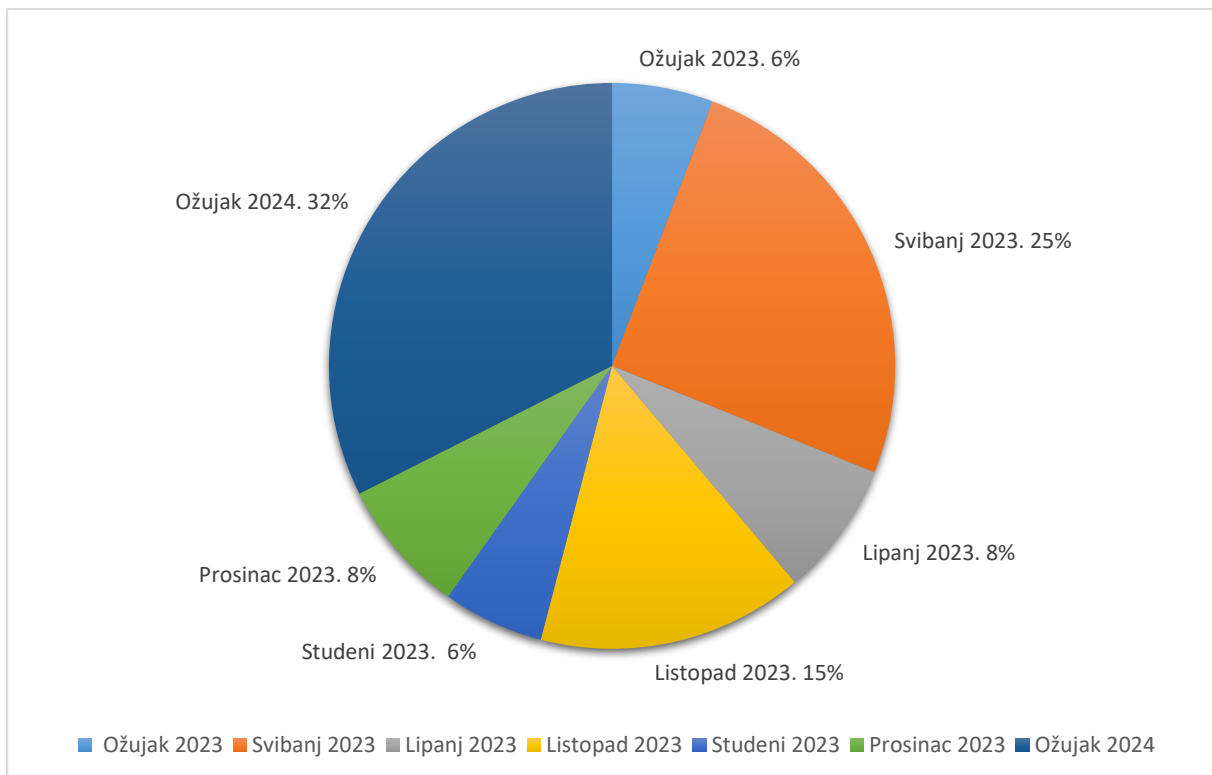
$\sum W$ = ukupna masa

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)

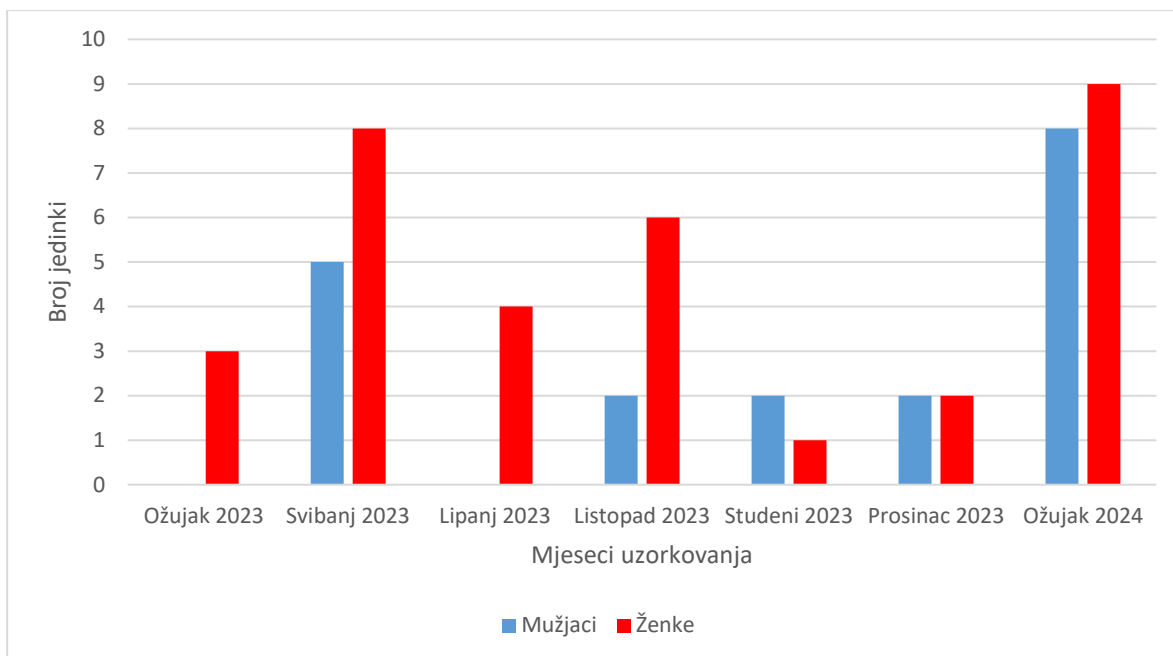
Brojnost zabilježenih svojti plijena bio je izračunat pomoću funkcije SUM u programu Excel. Navedeni indeksi su bili računati za svrhu utvrđivanja brojnosti i zastupljenosti svojti plijena kojima se *T. marmorata* hrani. Svi podatci su prebačeni u program Microsoft office Excel.

3. REZULTATI

Ukupan broj ulovljenih i analiziranih jedinki *T. marmorata* za vrijeme ovog istraživanja bio je 52 pri čemu su dominirale ženke (63,46%). Jedinke su bile uzorkovane od mjeseca ožujka 2023. do ožujka 2024. godine. Niti jedna jedinka nije bila uzorkovana u travnju, srpnju, kolovozu i rujnu 2023. godine te siječnju i veljači 2024. godine (Slika 6). Najveći broj jedinki bio je zabilježen u ožujku 2024. godine, a najmanji bio zabilježen u ožujku i studenom 2023. godine. Ukupna duljina tijela ženki kretala se od 12,4 - 41,9 cm ($30,82 \pm 8,71$ cm) dok se duljina tijela mužjaka kretala od 13,2-27,6 cm ($23,71 \pm 3,97$ cm). Prosječna masa ženki bila je $749,47 \pm 521,81$ g, dok je masa mužjaka bila $269,051 \pm 124,09$ g (Tablica 1.).



Slika 6. Grafički prikaz brojčanog udjela prikupljenih jedinki *T. marmorata* u periodu istraživanja od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine u Medulinskom zaljevu.



Slika 7. Grafički prikaz uzorkovanih jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu po mjesecima, odvojeno po spolovima.

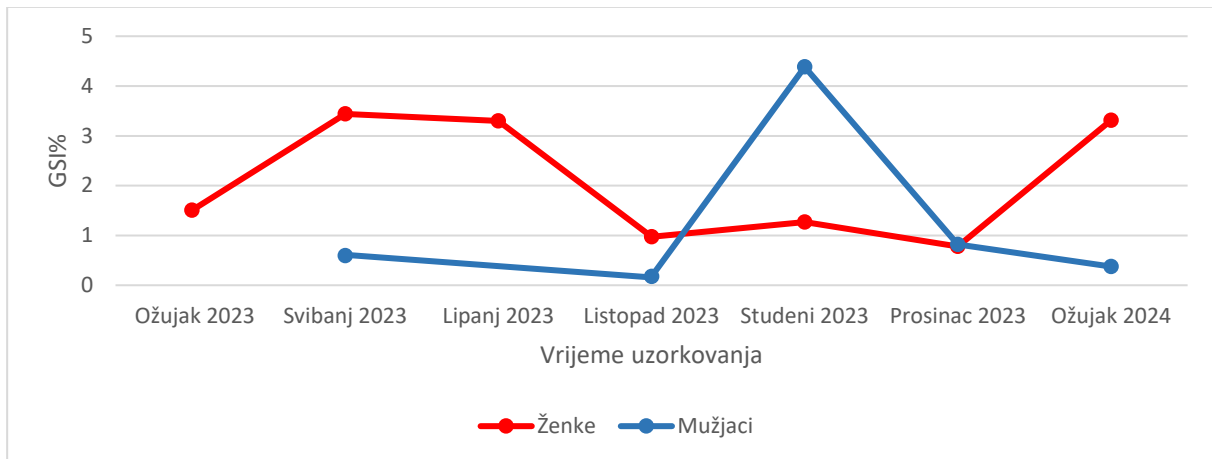
Na slici 7 je vidljivo kako su u uzorkovanju ženke dominirale u svim mjesecima osim u prosincu 2023. godine kada su bile uzorkovane dvije jedinke oba spola. U ožujku i lipnju 2023. godine nije bio uzorkovan niti jedan mužjak, dok je u ožujku 2024. godine razlika između mužjaka i ženki samo jedna jedinka.

Tablica 1. Ukupna duljina uzoraka prikupljenih u Medulinskom zaljevu (opisani minimumom, maksimumom, srednjom vrijednosti – SV i standardnom devijacijom – \pm SD), n – broj jedinki).

Vrsta	n	Masa (g)			Ukupna duljina TL (cm)		
		SV \pm SD	Min	Maks	SV \pm SD	Min	Maks
<i>T. marmorata</i> (♀)	33	749.47 \pm 521.81	41.12	2000	30.82 \pm 8.71	12.4	41.9
<i>T. marmorata</i> (♂)	19	269.05 \pm 124.09	32.51	462	23.71 \pm 3.97	13.2	27.6

3.1. Gonadosomatski indeks (GSI%)

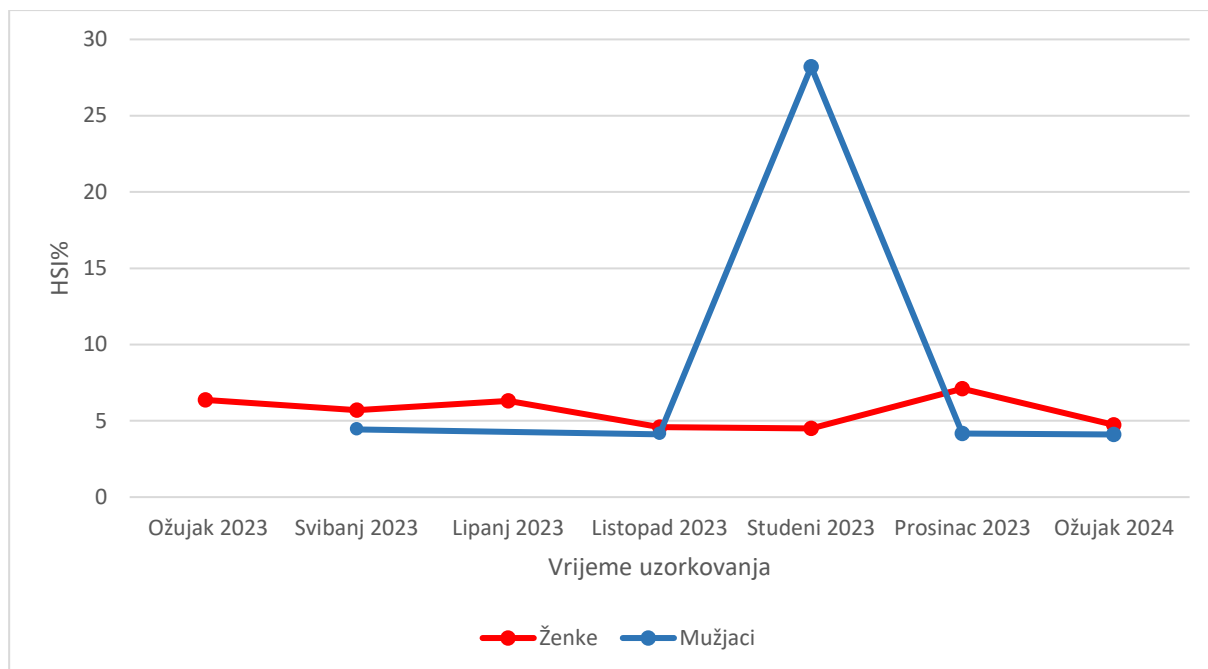
Raspon srednjih vrijednosti po mjesecima gonadosomatskog indeksa (GSI%) kod ženki kretao se od 0,77 do 3,43 (SV \pm SD, 2,08 \pm 1,11) dok je kod mužjaka raspon srednjih vrijednosti od 0,17 do 4,38 (SV \pm SD, 1,26 \pm 1,57) (Slika 8). Najveća zabilježena vrijednost GSI% za ženke zabilježena je u ožujku 2024. godine i iznosila je 3,31, a za mužjake u studenom 2023. godine i iznosila je 4,38.



Slika 8. Grafički prikaz vrijednosti GSI% *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

3.2. Hepatosomatski indeks (HSI%)

Raspon srednjih vrijednosti hepatosomatskog indeksa (HSI%) kod ženki kretao se od 4,58 do 7,10 (5,61 \pm 0,95) dok je kod mužjaka raspon vrijednosti od 4,11 do 28,20 (9,02 \pm 9,59) (Slika 9). Najveća zabilježena vrijednost HSI% za ženke zabilježena je u prosincu 2023. godine i iznosi 7,1 , a za mužjake u studenom 2023. godine i iznosi 28,2.



Slika 9. Grafički prikaz vrijednosti HSI% *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

3.5. Prehrana *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu

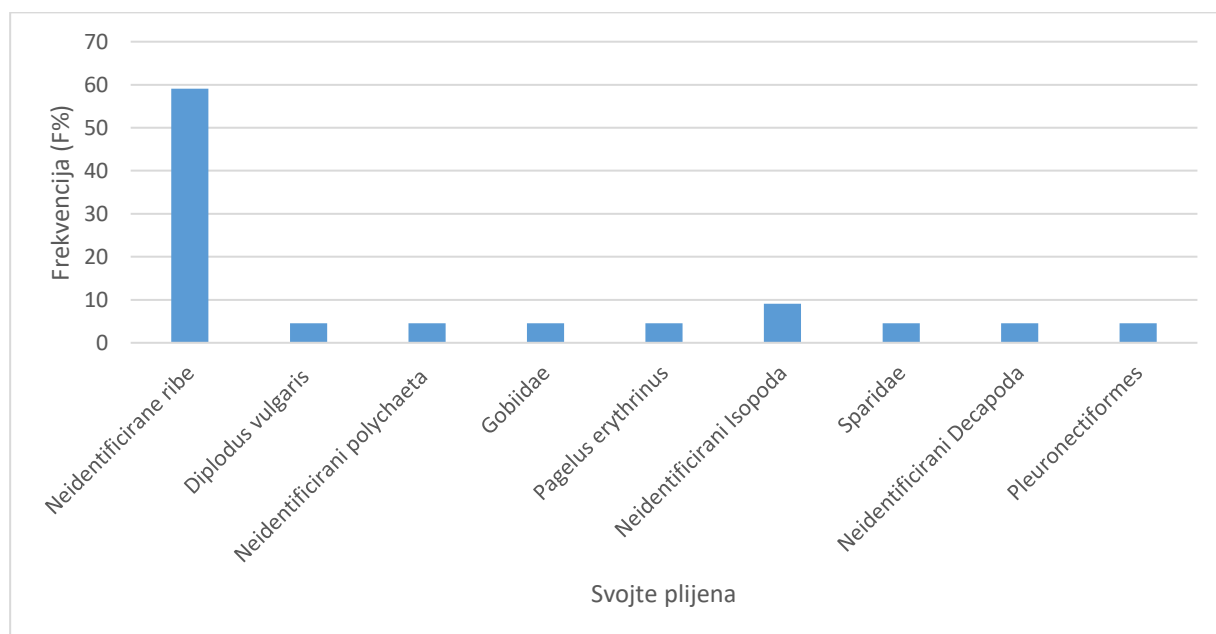
Kod analiziranih jedinki utvrđeno je devet različitih kategorija plijena; od riba koštunjača bilo je moguće determinirati fratra (*Diplodus vulgaris*, Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) i *arbuna* (*Pagellus erythrinus* Linnaeus, 1758) (Slika 10), dok su ostali njihovi predstavnici opisani u višim taksonomskim kategorijama (Sparidae, Gobiidae i Pleuronectiformes), odnosno zbog podmakle faze razgradnje dijelu utvrđenih riba dodijeljena je oznaka ne identificirane ribe. Od ostalih svojti plijena u probavilu *T. marmorata* zabilježeni su mnogočetinaši (Polychaeta), rakovi jednakonošci (red Isopoda) i rakovi desetonošci (red Decapoda) koje nije bilo moguće determinirati. Od sveukupno prikupljenih jedinki 32,69% je imalo hrane u želudcu, a kod ženki je ta vrijednost bila veća (19,23%). Od prikupljenih podataka bili su izračunati indeksi prehrane za sveukupni uzorak sakupljenih jedinki *T. marmorata* i razdvojeno po spolovima kako bi se utvrdile razlike u prehrani između mužjaka i ženki.



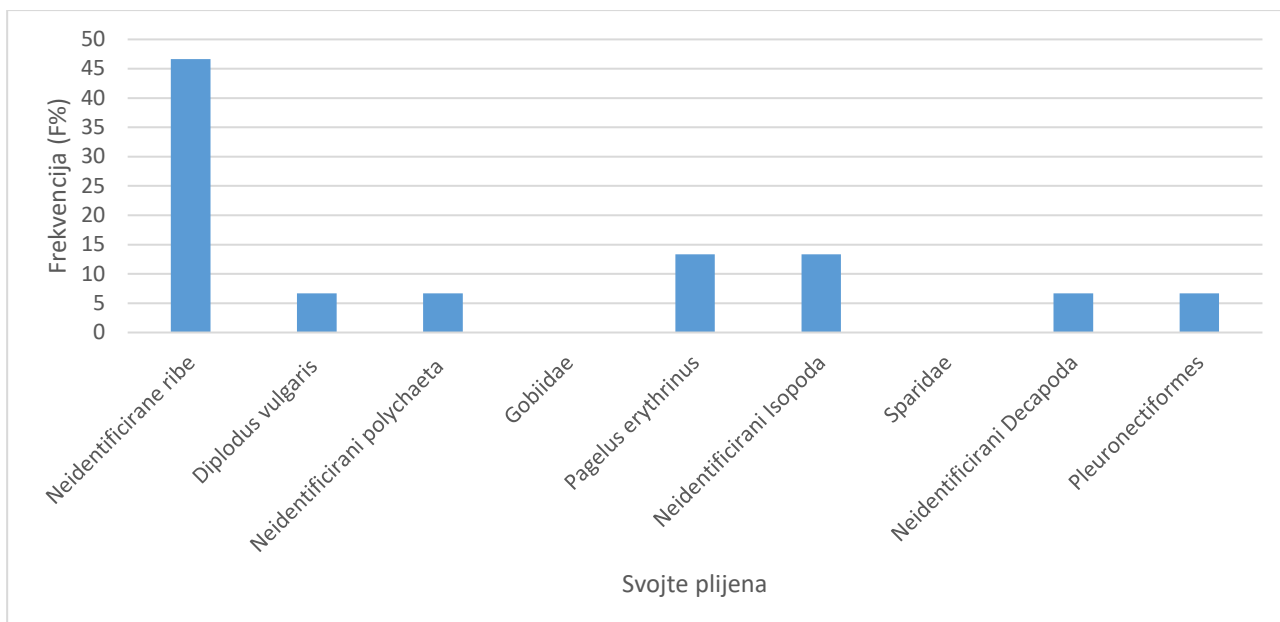
Slika 10. Prikaz jedinke arbuna pronađene u želucu *T. marmorata*.

3.6.1. Frekvencija pojavljivanja (F%)

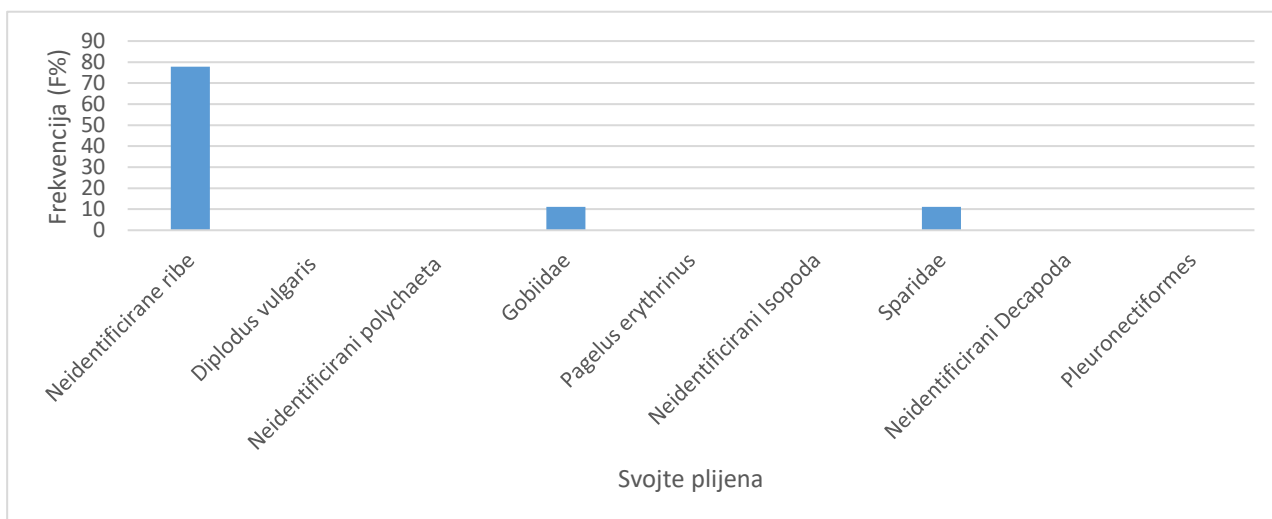
Na grafičkim prikazima je jasno vidljiva razlika između svojti plijena kod ženki (Slika 12) i mužjaka (Slika 13). Kod mužjaka su detektirane svega tri svojte plijena. Najveću učestalost pojavljivanja (59,09%) su imale neidentificirane ribe u sveukupnom uzorku (Slika 11). Neidentificirane ribe su predstavljale problem prilikom istraživanja zbog stadija probavljenosti u kojem su pronađene.



Slika 11. Grafički prikaz vrijednosti učestalosti pojavljivanja (F%) svojti plijena kod svih uzorkovanih jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.



Slika 12. Grafički prikaz vrijednosti učestalosti pojavljivanja (F%) svojti plijena kod ženskih jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

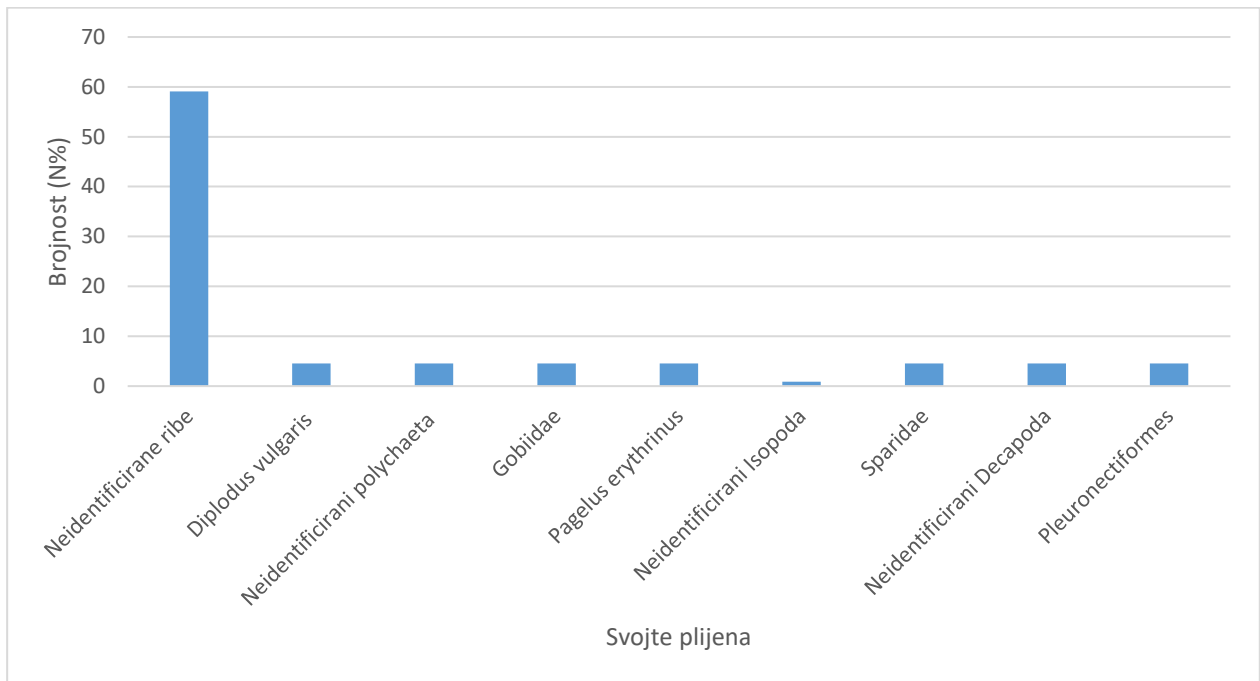


Slika 13. Grafički prikaz vrijednosti učestalosti pojavljivanja (F%) svojti plijena kod muških jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

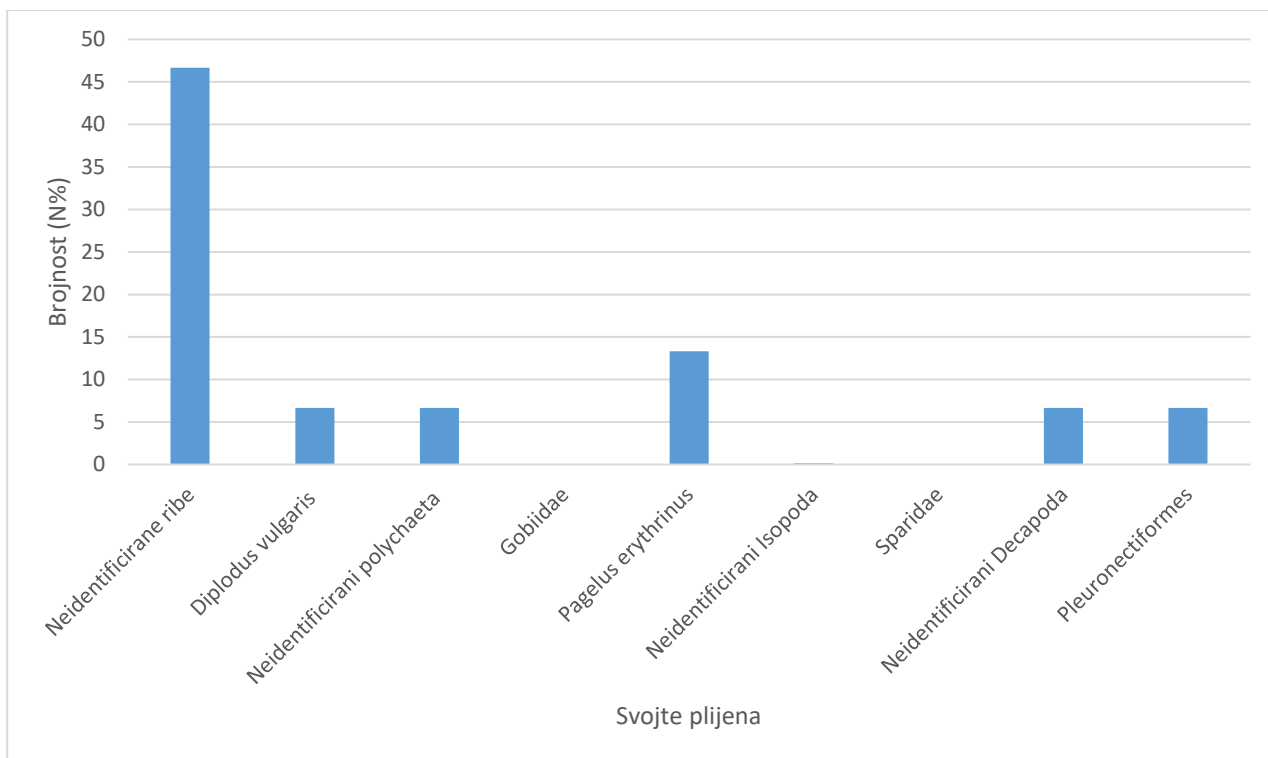
3.6.2 Brojnost svojti plijena (N%)

Rezultati za postotak brojnosti (N%) su dosta slični rezultatima prehrambenog indeksa frekvencije učestalosti pojavljivanja (F%). U sveukupnom uzorku najveću brojnost su imale neidentificirane ribe (59,09%), dok su najmanju vrijednost imali neidentificirani Isopoda (0,9%) . Od ustanovljenih svojti plijena najzastupljenije su bile neidentificirane ribe kod oba spola, za ženke N% iznosi 46,66%, a za mužjake 71,42%, koja je

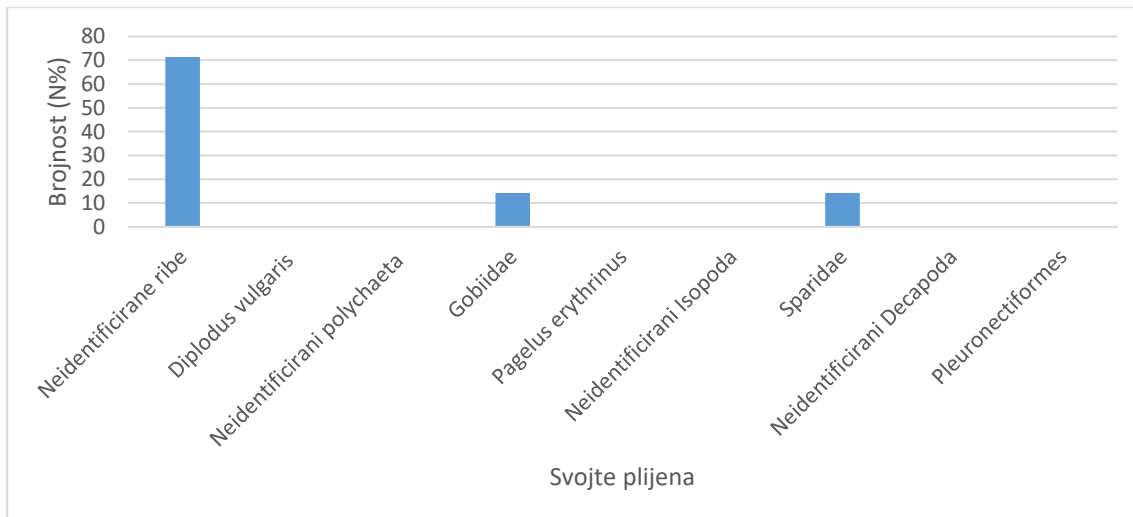
predstavljala problem kao što je već spomenuto. Kod ženki osim neidentificiranih riba ističe se arbun (*Pagellus erythrinus*), dok se kod mužjaka ističu Gobiidae i Sparidae koje su jedine preostale utvrđene svojte plijena kod mužjaka.



Slika 14. Grafički prikaz vrijednosti postotka brojnosti (N%) svojti plijena kod svih uzorkovanih jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.



Slika 15. Grafički prikaz vrijednosti postotka brojnosti (N%) svojti plijena kod ženskih jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

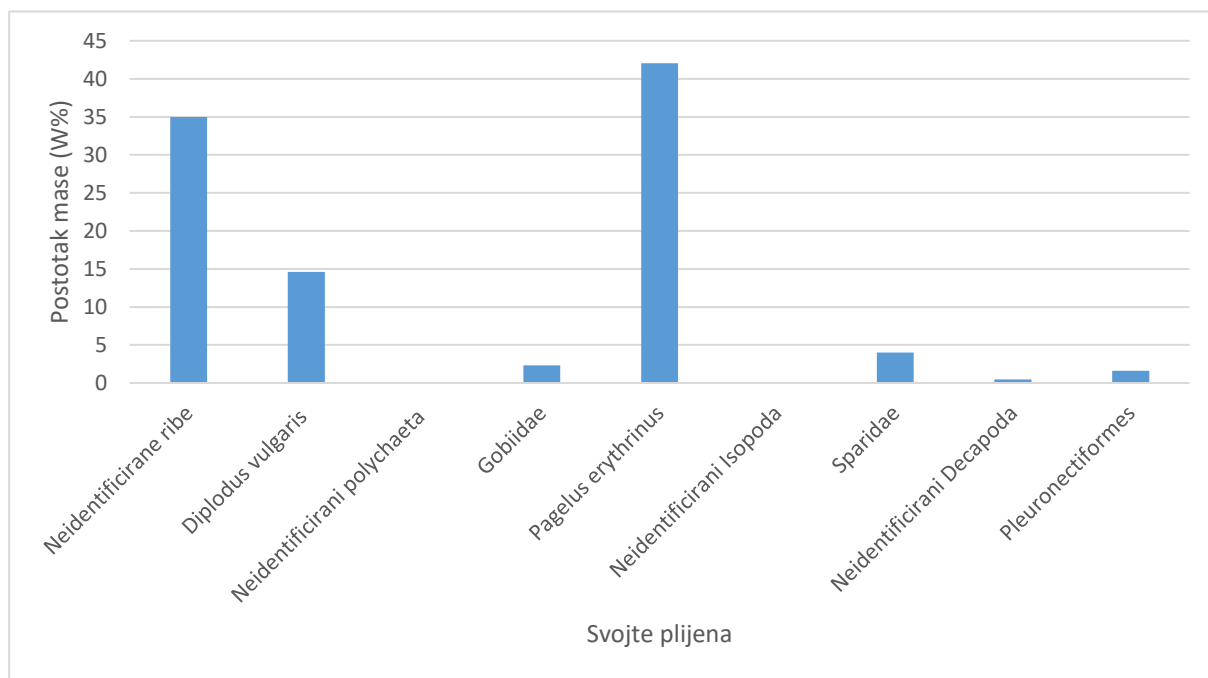


Slika 16. Grafički prikaz vrijednosti postotka brojnosti (N%) svojti plijena kod muških jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

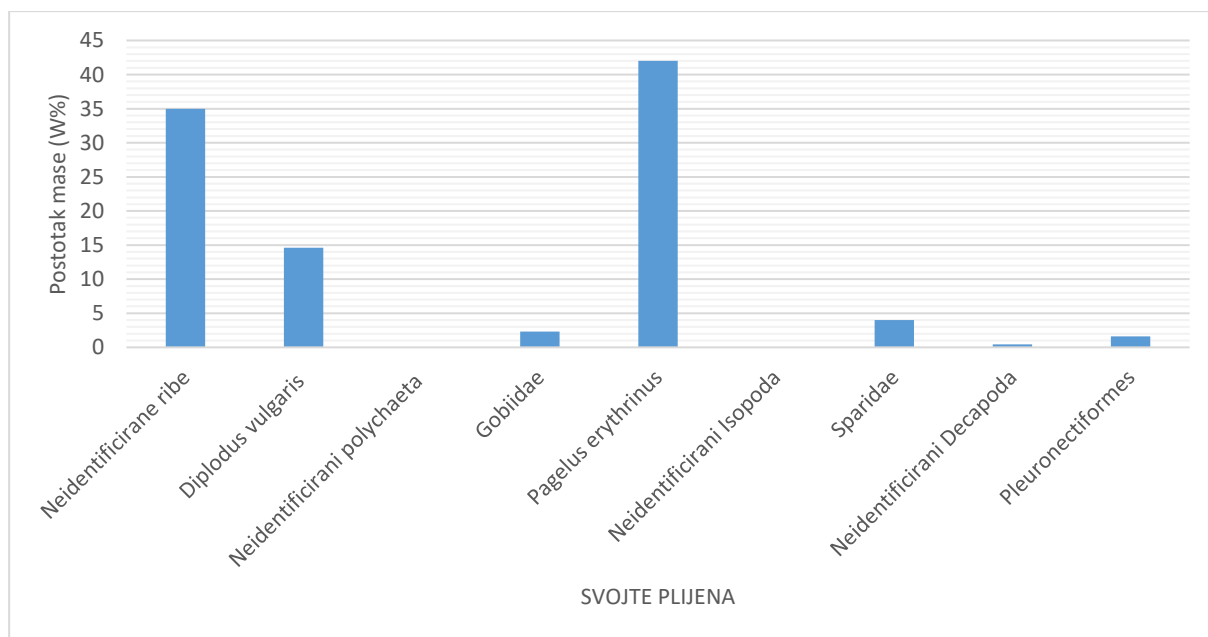
3.6.3. Postotak mase svojti plijena (W%)

Najveće vrijednosti postotka mase (W%) kod ukupnog uzorka (42,03%), a isto tako i kod ženki (47,92%) imao je arbun (Slike 17, 18) i nakon njega neidentificirana riba, u

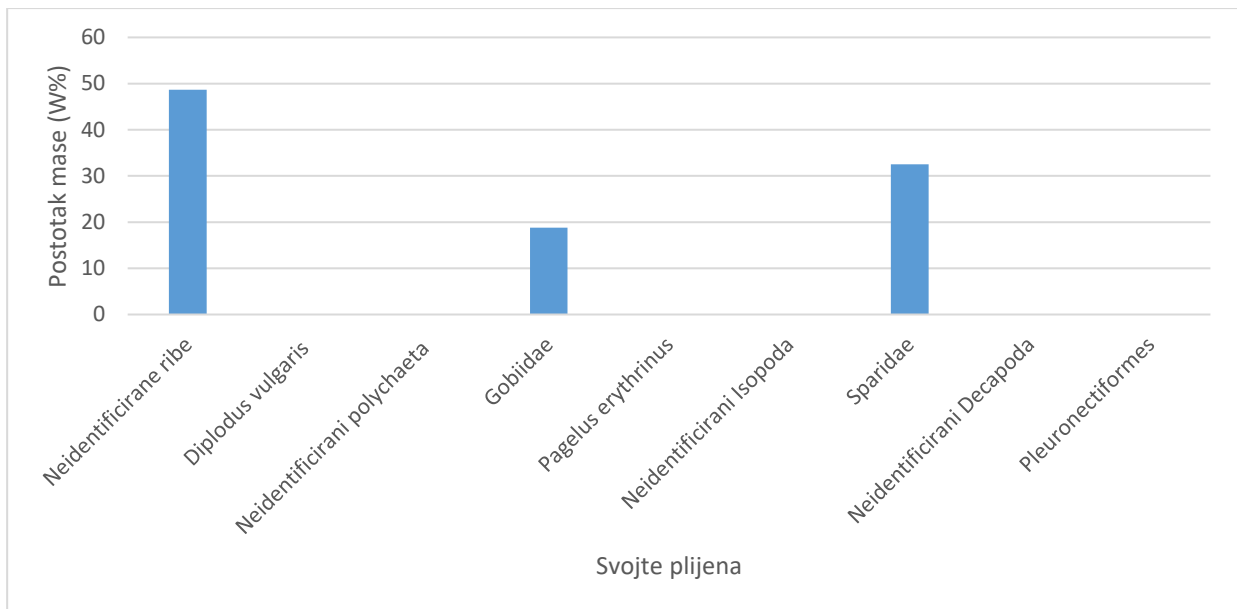
usporedbi s mužjacima (slika 19) kod kojih nije pronađen ni jedan arbun pa i dalje prevladava neidentificirana riba (48,67%). Osim arbuna dominantna svojta plijena kod ženki za W% bio je i fratar (*Diplodus vulgaris*) čija vrijednost je 16,63%



Slika 17. Grafički prikaz vrijednosti postotka mase (W%) svojti plijena kod svih uzorkovanih jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.



Slika 18. Grafički prikaz vrijednosti postotka brojnosti (W%) svojti plijena kod ženskih jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.



Slika 19. Grafički prikaz vrijednosti postotka brojnosti (W%) svojti plijena kod muških jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

4. RASPRAVA

U usporedbi sa ostalim analiziranim radovima za potrebe ovog istraživanja ističe se razlika je u broju uzorkovanih jedinki. U ovom istraživanju ih je uzorkovano 52 dok se u ostalim istraživanjima uzorkovali nekoliko stotina pa čak i tisuća ovisno o vremenskom periodu istraživanja (Capapé i sur. 2007; Capapé i sur., 2006; Capapé, 1979.; Chatzistryrou i sur. 2021.) što bi moglo bit problematično u kontekstu usporedbe s drugim radovima. Međutim, specifičnost ovoga rada je samo područje istraživanja jer u odnosu na ostala istraživanja ishrane *T. marmorata* u Sredozemnom moru obavljeno je na geografski relativno malom području kao što je Medulinski zaljev. U istraživanju Chatzistryrou i sur. (2021) zabilježena je duljina ženki od 9,1 do 46,1 cm ($25,75 \pm 8,83$ cm), a mužjaka od 9,9 do 31,3 cm ($21,42 \pm 5,42$ cm), dok je masa ženki varirala između 14,77 i 2288,20 g ($550,08 \pm 500,96$ g), a mužjaka između 16,54 i 592,00 g ($233,91 \pm 145,35$ g). U Egiptu su maksimalne duljine iznosile 40,8 cm za ženke i 39,1 cm za mužjake (Abdel-Aziz, 1994), dok su u Italiji dosegle 55,3 cm za ženke i 36,4 cm za mužjake (Consalvo i sur. 2007). Ovi podaci su u skladu s rezultatima ovog istraživanja, gdje je duljina jedinki varirala od 12,4 do 41,9 cm ($28,22 \pm 8,1$ cm), a masa od 32,51 do preko 2000 g ($545,97 \pm 442,53$ g).

Istraživanje na obalama Jonskog i Egejskog mora, temeljem izračuna gonadosomatskog indeksa GSI %, pokazalo je da su mužjaci na tom području sposobni za reprodukciju tijekom cijele godine (Chatzistryrou i sur. 2021). Analiza GSI % ukazuje na sezonski mrijest *T. marmorata* od listopada do siječnja, ali je zabilježen porast GSI vrijednosti kod mužjaka od travnja do srpnja te u veljači i ožujku. To sugerira da su mužjaci sposobni za reprodukciju cijele godine, a povećanje GSI kod oba spola nekoliko puta godišnje može upućivati na višekratni mrijest. Međutim, zbog nedostatka podataka i prisutnosti nezrelih jedinki, to se ne može sa sigurnošću potvrditi.

Chatzistryrou i sur. (2021) zabilježili su visoke vrijednosti HSI % kod ženki u travnju i rujnu, dok je kod mužjaka HSI ostao stabilan. Nasuprot tome, u ovom istraživanju, HSI % kod ženki bio je stabilan (4,5–7,1 %), bez značajnih oscilacija, dok su kod mužjaka zabilježene najveće vrijednosti u studenom (28,21 %).

T. marmorata je specijalizirani predator, pretežno se hrani koštunjačama (Teleostei), što potvrđuju i druga istraživanja (Abdel-Aziz, 1994; Chatzistryrou i sur., 2021; Capapé i sur., 2007). U ovom istraživanju najzastupljenija vrsta plijena bio je arbun, riba koja živi na kamenitim i pokretnim podlogama, na dubinama od 20 do 300 m (Busalacchi i

sur., 2014), što odgovara staništu *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu. Time se potvrđuje da arbun dominira kao plijen zbog zajedničke preferencije prema staništu.

U istraživanjima na obalama Francuske, od 102 jedinke *T. marmorata*, 63 jedinke (61,76 %) imale su prazan želudac (Capapé i sur., 2007), dok je na obalama Jonskog i Egejskog mora, od 195 jedinki, njih 64 (32,8 %) imalo prazan želudac (Chatzistryrou i sur., 2021). U Medulinskom zaljevu, od 52 uzorkovane jedinke, njih 35 (67,3 %) nije imalo sadržaj u želucu, što pokazuje sličan trend unatoč manjem broju uzoraka. Ovi rezultati upućuju na to da *T. marmorata* prilagođava intenzitet prehrane svojim energetske potrebama.

U jedinkama koje su imale hranu u želucu, identificirano je 9 vrsta plijena, pretežno koštunjača. Na obalama Egipta identificirano je 19 vrsta plijena (Abdel-Aziz, 1994), dok je u Jonskom i Egejskom moru pronađeno 39 vrsta plijena (Chatzistryrou i sur., 2021). Alge su kod Chatzistryrou i sur. (2021) smatrane slučajnim plijenom, slično kao i izopodni rakovi u ovom istraživanju, koji su vjerojatno slučajno uneseni jer se njima hrane manje ribe koje su plijen *T. marmorata* ili se radi o parazitskim rakovima jednakonošcima, poznatim parazitima na koži i u usnoj šupljini koštunjača.

U drugim istraživanjima zabilježene su vrste plijena koje nisu pronađene u ovom istraživanju, poput glavonožaca (Cephalopoda) (Abdel-Aziz, 1994; Chatzistryrou i sur., 2021), što može upućivati na varijacije u prehrani ovisno o dostupnosti plijena u različitim staništima. Osim arbuna, ribe koštunjače koje su bile uspješno determinirane su plosnatice (Pleuronectiformes) i fratar (*Diplodus vulgaris*). Stanište riba plosnatice jesu pomične podloge gdje se ukopavaju kako bi se zaštitile od predatora i kako bi mogle uspješnije loviti (Amezcuca, 2001). Zbog zajedničke preferencije prema staništu potvrđuje se zašto su ribe plosnatice plijen *T. marmorata*. Dok pak s druge strane fratar obitava u kamenitim dijelovima plićeg infralitorala (Sala i Ballesteros, 1997) što se kosi sa staništem *T. marmorata*. Iako se staništa fratra i *T. marmorata* ne podudaraju ipak se nalazi na popisu svojta plijena, a razlog tome je povećana dostupnost fratra kao plijena u Medulinskom zaljevu.

5. ZAKLJUČAK

1. Provedenim istraživanjem utvrđeno je da na istraživanom području brojnošću dominiraju ženske jedinke *T. marmorata* što upućuje da je Medulinski zaljev podobno područje za biološki ciklus vrste.
2. Vrijednosti hepatosomatskog indeksa (HSI%) kod ženki nisu značajnije oscilirale u istraživanom razdoblju, dok je kod mužjaka zabilježen značajan skok u studenome 2023. godine što ukazuje na razlike u sezonalnom intenzitetu prehrane uvjetovanom rasplodnim ciklusom.
3. Istraživanje prehrane pokazalo je da su ribe koštunjače, prvenstveno arbun (*Pagellus erythrinus*), najdominantniji plijen kod ženki. Arbun, koji obitava na staništima sličnim onima *T. marmorata*, predstavlja najvažniji izvor hrane zbog preklapanja staništa. Kod mužjaka su dominirale neidentificirane ribe, a broj svojti plijena je bio značajno manji u usporedbi sa ženkama.
4. Istraživanje u Medulinskom zaljevu ukazuje na različitu prehrambenu između spolova te sezonalne razlike u reproduktivnim ciklusima.
5. Rezultati ukazuju na specijaliziranu ishranu *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu koja se sastoji uglavnom od riba.

6. LITERATURA

Abdel-Aziz, S. H. (1994). Observations on the biology of the common torpedo (*Torpedo torpedo*, Linnaeus, 1758) and marbled electric ray (*Torpedo marmorata*, Risso, 1810) from Egyptian Mediterranean waters. *Marine and Freshwater Research*, 45(4), 693-704. <https://doi.org/10.1071/MF9940693>

Amezcuca, F., & Nash, R. D. M. (2001). Distribution of the order Pleuronectiformes in relation to the sediment type in the North Irish Sea. *Journal of Sea Research*, 45(3-4), 293-301. [https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(01\)00044-2](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(01)00044-2)

Borlongan, I. G., Coloso, R. M., Golez, N. V. (2002): Feeding habits and digestive physiology of fishes. U: *Nutrition in Tropical Aquaculture: Essentials of fish nutrition, feeds, and feeding of tropical aquatic species* (Millamena, O. M., Coloso, R. M., Pascual, F. P. ur.). Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center: 77- 97 Preuzeto s: <http://hdl.handle.net/10862/3316>

Busalacchi, B., Bottari, T., Giordano, D., Profeta, A., & Rinelli, P. (2014) Distribution and biological features of the common pandora, *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758), in the southern Tyrrhenian Sea (Central Mediterranean). *Helgoland Marine Research*, 68, 491-501. <https://doi.org/10.1007/s10152-014-0404-5>

Capapé, C. (1979). La torpille marbrée, *Torpedo marmorata* Risso, 1801 (Pisces, Rajiformes) des côtes tunisiennes: nouvelles données sur l'écologie et la biologie de la reproduction de l'espèce avec une comparaison entre les populations méditerranéennes et atlantiques. *Annales de Sciences Naturelles, Zoologie, Paris*, 13, 79-97. Preuzeto s: https://www.researchgate.net/profile/Christian-Capape/publication/292326031_La_torpille_marbree_Torpedo_marmorata_Risso_1810_Pisces_Rajiformes_des_cotes_tunisiennes_Nouvelles_donnees_sur_l'ecologie_et_la_biologie_de_la_reproduction_de_l'espece_avec_une_comparaison_entre_les_p/links/6215599bba15e05e2ea20ca5/La-torpille-marbree-Torpedo-marmorata-Risso-1810-Pisces-Rajiformes-des-cotes-tunisiennes-Nouvelles-donnees-sur-lecologie-et-la-biologie-de-la-reproduction-de-lespece-avec-une-comparaison-entre-les.pdf

Capapé, C., Crouzet, S., Clément, C., Vergne, Y., Guélorget, O. (2007). Diet of the marbled electric ray *Torpedo marmorata* (Chondrichthyes: Torpedinidae) off the Languedocian coast (Southern France, Northern Mediterranean). *Annales: Series Historia Naturalis* Vol. 17. Preuzeto s: https://zdpj.si/wp-content/uploads/2015/12/ASHN_17-2007-1_capape-et-al.pdf

Capapé, C., Guélorget, O., Vergne, Y., Quignard, J. P., Amor, M. M. B., & Bradaï, M. N. (2006) Biological observations on the black torpedo, *Torpedo nobiliana* Bonaparte 1835 (Chondrichthyes: Torpedinidae), from two Mediterranean areas. *Annales: Series Historia Naturalis* (Vol. 16, No. 1, p. 19). Scientific and Research Center of the Republic of Slovenia. Preuzeto s: https://www.researchgate.net/profile/Quignard-Jean-Pierre/publication/263121143_Biological_observations_on_the_black_torpedo_Torpedo_nobiliana_Bonaparte_1835_Condrichthyes_Torpedinidae_from_two_Mediterranean_areas/links/5547750f0cf2b0cf7acd058f/Biological-observations-on-the-black-torpedo-Torpedo-nobiliana-Bonaparte-1835-Condrichthyes-Torpedinidae-from-two-Mediterranean-areas.pdf

Chatzisprou, A., Gubili, C., Touloumis, K., Karampetsis, D., Kioulouris, S., Anastasopoulou, A., Christidis A., Peristeraki P., Batjakas I. E., Koutsikopoulos, C. (2021) Life-history traits of the marbled electric ray, *Torpedo marmorata* Risso, 1810, from the Greek Seas, north-eastern Mediterranean Sea. *Environmental Biology of Fishes*, 104(12), 1575-1592. <https://doi.org/10.1007/s10641-021-01174-9>

Consalvo I., Scacco U., Romanelli M., Vacchi M. (2007) Comparative study on the reproductive biology of *Torpedo torpedo* (Linnaeus, 1758) and *T. marmorata* (Risso, 1810) in the central Mediterranean Sea. *Scientia Marina* 71(2) 213-222 <https://doi.org/10.3989/scimar.2007.71n2213>

Follesa, M. C., Marongiu, M. F., Zupa, W., Bellodi, A., Cau, A., Cannas, R., Colloca, F., Djurovic, M., Isajlovic, I., Jadaud, A., Manfredi, C., Mulas, A., Peristeraki, P., Porcu, C., Ramirez-Amaro, S., Salmeron, Jiméñez, F., Serena, F., Sion, L., Thasitis, I., Cau, A., Carbonara, P. (2019). Spatial variability of Chondrichthyes in the northern Mediterranean. *Scientia Marina*, 83(1), 81-100. <https://doi.org/10.3989/scimar.04998.23A>

Frisk M.G. (2010) Life history strategies of Batoids. (Carrier J.C., Musick J.A., Heithaus M.R. ur.) pp 299–332 <https://doi.org/10.1201/9781420080483>

Holden M. J., Raitt, D. F. S. (1974) Methods of Resource Investigation and their Application. Manual of fisheries science, Part 2., FAO, Rome, Italy, pp 223 ISBN: 92-5-100842-6.

Iveša, N., Buršić M., Gelli M., Barić O., Filipas R., Castelletchio A., Kovačić I., Pustijanac E., Štifić M., Paliaga P., Milotti G., Gavrilović A. (2021b). Small-scale fisheries in Istrian waters (northern Adriatic): preliminary results on catch analysis and presence of thermophilic species. 17th International Conference on Environmental Science and Technology, Athens, Greece. <https://doi.org/10.30955/gnc2021.00682>

Iveša, N., Filipas, R., Barić, O., Gelli, M., Radetić, I., Castelletchio, A., Jug-Dujaković, J., Gavrilović, A. (2021a). 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. Preuzeto s: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20220278845>

Marongiu, M.F., Porcu, C., Bellodi, A., Cannas, R., Cau, Al., Cuccu, D., Mulas, A., Follesa, M.C. (2017) Temporal dynamics of demersal chondrichthyan species in the central western Mediterranean Sea: The case study in Sardinia Island. Fisheries Research, 193, 81-94. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.04.001>

Narodne Novine (2023) Pravilnik o obliku, sadržaju i načinu vođenja i dostave podataka o ulovu u gospodarskom ribolovu na moru. Narodne novine d. d., 114 (1638). Raspoloživo na https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023_10_114_1638.html (pristupljeno 07. rujna 2024)

Penfold, L. M., & Wyffels, J. T. (2019) Reproductive science in sharks and rays. Reproductive sciences in animal conservation, 465-488. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23633-5_15

Prisco, M., Liguoro, A., Ricchiari, L., Giudice, G. D., Andreuccetti, P. (2007) Oogenesis in the spotted ray *Torpedo marmorata*. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 17, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11160-006-9013-y>

Rameshkumar, G., & Ravichandran, S. (2014) Problems caused by isopod parasites in commercial fishes. *Journal of Parasitic Diseases*, 38, 138-141. <https://doi.org/10.1007/s12639-012-0210-4>

Sala, E., Ballesteros, E. (1997). Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 152, 273-283. <https://doi.org/10.3354/meps152273>

Sheridan, M. N. (1965) The fine structure of the electric organ of *Torpedo marmorata*. *The Journal of Cell Biology*, 24(1), 129-141. <https://doi.org/10.1083/jcb.24.1.129>

Treer T., Piria M. (2018) Osnove primijenjene ihtiologije. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet pp 191. ISBN: 978-953-7878-96-2

Tserpes, G., Maravelias, C. D., Pantazi, M., Peristeraki, P. (2013) Distribution of relatively rare demersal elasmobranchs in the eastern Mediterranean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 117, 48-53. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2012.09.020>

Wootton R. J., Evans G. W., & Mills L. (1978) Annual cycle in female three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.) from an upland and lowland population. *Journal of Fish Biology*. 12(4) 331-343. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1978.tb04178.x>

Fishbase (2020) *Torpedo marmorata* Risso, 1810 Marbled electric ray, Raspoloživo na: <https://www.fishbase.se/summary/SpeciesSummary.php?ID=5132&AT=Marbled+torpedo>, (pristupljeno 01. kolovoza 2024.)

Florida Museum (2024) – *Torpedo marmorata*, raspoloživo na: <https://www.floridamuseum.ufl.edu/discover-fish/species-profiles/torpedo-marmorata/> (pristupljeno 26. kolovoza 2024)

IUCN (2021) Marbled Torpedo Ray, Raspoloživo na: <https://www.iucnredlist.org/species/161328/124466265> (pristupljeno 01. kolovoza 2024)

Ugarković P. 2016. Drhtulja. Raspoloživo na: <http://www.podvodni.hr/more/ekologija/727-drhtulja> , (pristupljeno: 07. rujna 2024)

7. POPIS SLIKA

Slika 1. Ženka i mužjak vrste *T. marmorata* (A - ženka s dorzalne strane, B - mužjak s dorzalne strane, C - ženka s ventralne strane, D - mužjak s ventralne strane) Autor fotografije: Lara Tišljar

Slika 2. Prikaz rasprostranjenosti *T. marmorata* na globalnoj razini (preuzeto s: <https://www.fishbase.se/summary/SpeciesSummary.php?ID=5132&AT=Marbled+torpedo>).

Slika 3. Prikaz visceralnih organa kod ženke *T. marmorata*. Autor fotografije: Lara Tišljar.

Slika 4. Prikaz visceralnih organa kod mužjaka *T. marmorata*. Autor fotografije: Lara Tišljar.

Slika 5. Plovilo korišteno za uzorkovanje. Autor fotografije: Neven Iveša.

Slika 6. Grafički prikaz brojčanog udjela prikupljenih jedinki *T. marmorata* u periodu istraživanja od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine u Medulinskom zaljevu.

Slika 7. Grafički prikaz uzorkovanih jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu po mjesecima, odvojeno po spolovima.

Slika 8. Grafički prikaz vrijednosti GSI% *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

Slika 9. Grafički prikaz vrijednosti HSI% *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

Slika 10. Prikaz jedinke arbuna pronađene u želucu *T. marmorata*.

Slika 11. Grafički prikaz vrijednosti učestalosti pojavljivanja (F%) svojti plijena kod svih uzorkovanih jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

Slika 12. Grafički prikaz vrijednosti učestalosti pojavljivanja (F%) svojti plijena kod ženskih jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

Slika 13. Grafički prikaz vrijednosti učestalosti pojavljivanja (F%) svojti plijena kod muških jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

Slika 14. Grafički prikaz vrijednosti postotka brojnosti (N%) svojti plijena kod svih uzorkovanih jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

Slika 15. Grafički prikaz vrijednosti postotka brojnosti (N%) svojiti plijena kod ženskih jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

Slika 16. Grafički prikaz vrijednosti postotka brojnosti (N%) svojiti plijena kod muških jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

Slika 17. Grafički prikaz vrijednosti postotka mase (W%) svojiti plijena kod svih uzorkovanih jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

Slika 18. Grafički prikaz vrijednosti postotka brojnosti (W%) svojiti plijena kod ženskih jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

Slika 19. Grafički prikaz vrijednosti postotka brojnosti (W%) svojiti plijena kod muških jedinki *T. marmorata* u Medulinskom zaljevu u periodu od ožujka 2023. do ožujka 2024. godine.

8. POPIS TABLICA

Tablica 1. Ukupna duljina uzoraka prikupljenih u Medulinskom zaljevu (opisani minimumom, maksimumom, srednjom vrijednosti – SV i standardnom devijacijom – \pm SD), n – broj jedinki).

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Završni rad

Sveučilišni preddiplomski studij Znanost o moru

Prehrana drhtulje šarulje (*Torpedo marmorata* risso, 1810) u Medulinskom zaljevu

LARA TIŠLJAR

Fakultet prirodnih znanosti, Zagrebačka ulica 30, 52100 Pula, Hrvatska

Sažetak

Drhtulja šarulja (*Torpedo marmorata*) je česta vrsta iz porodice Torpedinidae u Sredozemnom moru, uz vrste *Torpedo torpedo* i *Tetronarce nobiliana*. Smatra se osjetljivom prema IUCN-u, s relativno stabilnom populacijom u Mediteranu, ali s mogućim padom u Atlantiku zbog ribolovnog pritiska. Ova pridnena vrsta preferira pješčana i muljevita dna na dubinama do 300 m. U zapadnom Sredozemlju i Jadranskom moru je relativno česta, dok je rjeđa na sjeveru Europe, u Crnom moru i oko Levanta.

Drhtulja šarulja je specijalizirani predator koji se hrani ribama koštunjačama i glavonošcima, koristeći svoje električne organe za omamljivanje plijena, generirajući udare do 200 V. Prehrambene aktivnosti ženki smanjuju se u jesen, što je povezano s porodom i mrijestom. Njihov probavni sustav prilagođen je specifičnom plijenu, dok spolni sustav sadrži funkcionalne jajnike kod ženki i sjemenike kod mužjaka.

Istraživanja u Medulinskom zaljevu prikupila su podatke o prehrani i biološkim značajkama ove vrste. 52 jedinke prikupljene su u razdoblju od ožujka 2023. do ožujka 2024., od kojih su 63,46% bile ženke. Gonadosomatski indeks (GSI%) i hepatosomatski indeks (HSI%) mjereni su kako bi se procijenio mrijest i skladištenje hranjivih tvari, dok su prehrambene analize otkrile devet različitih kategorija plijena, uključujući fratra (*Diplodus vulgaris*) i arbuna (*Pagellus erythrinus*).

Ključne riječi: *Torpedo marmorata*, prehrana, prehrambeni indeksi, Medulinski zaljev

Mentor: izv. prof. dr. sc. Mauro Štifanić

Komentor: Dr. sc. Neven Iveša

Ocjenjivači:

Datum obrane:

BASIC DOCUMENTATION CARD

Juraj Dobrila University of Pula

Bachelor thesis

University Undergraduate Study Programme – Marine Sciences

Diet of the marble electric ray (*Torpedo marmorata* risso, 1810) in Medulin Bay

LARA TIŠLJAR

Faculty of Natural Sciences, Zagrebačka ulica 30, 52100 Pula, Croatia

Abstract

Torpedo marmorata is a common species from the Torpedinidae family in the Mediterranean Sea, along with *Torpedo torpedo* and *Tetronarce nobiliana*. It is considered vulnerable according to the IUCN, with a relatively stable population in the Mediterranean, but with a possible decline in the Atlantic due to fishing pressure. This demersal species prefers sandy and muddy bottoms at depths of up to 300 m. It is relatively common in the western Mediterranean and the Adriatic Sea, while it is rarer in the north of Europe, in the Black Sea and around the Levant.

The marbled electric stingray is a specialized predator that feeds on teleost fish and cephalopods, using its electrical organs to stun its prey, generating shocks of up to 200 V. Feeding activities of females decrease in autumn, which is associated with birth and mating. Their digestive system is adapted to specific prey, while the reproductive system contains functional ovaries in females and testicles in males.

Research in the Bay of Medulin collected data on the diet and biological characteristics of this species. 52 individuals were collected in the period from March 2023 to March 2024, of which 63.46% were females. Gonadosomatic index (GSI%) and hepatosomatic index (HSI%) were measured to assess mating and nutrient storage, while dietary analyzes revealed nine different prey categories, including monkfish (*Diplodus vulgaris*) and common pandora (*Pagellus erythrinus*).

Key words: , *Torpedo marmorata* diet, dietary index, Medulin Bay

Supervisor: Izv. prof. dr. sc. Mauro Štifanić

Dr. sc. Neven Iveša

Reviewers:

Thesis defence: