

# Hranidba škrapoča (*Scorpaena porcus*), iz Medulinskog zaljeva

---

**Filipas, Raoul**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*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:137:009525>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-27**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI  
FAKULTET PRIRODNIH ZNANOSTI  
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ ZNANOST O MORU

**RAOUL FILIPAS**

**Hranidba škrpoča, *Scorpaena porcus*(Linnaeus, 1758), iz  
Medulinskog zaljeva**

**ZAVRŠNI RAD**

Pula, 2021.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet prirodnih znanosti  
Sveučilišni preddiplomski studij Znanost o moru

**RAOUL FILIPAS**

**Hranidba škrpoča, *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758), iz Medulinskog zaljeva**

Završni rad

JMBAG: 0303077187

Studijski smjer: Znanost o moru

Predmet: Morsko ribarstvo

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Interdisciplinarno

Znanstvena grana: Znanost o moru

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ana Gavrilović

Komentor: Neven Iveša, dipl. ing. bio.

Pula, 2021.

## **IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI (završni rad)**

Ja, dolje potpisan Raoul Filipas, kandidat za prvostupnika (baccalaureus) znanosti o moru ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student: Raoul Filipas

---

U Puli, \_\_\_\_\_, 2020. Godine

## **IZJAVA o korištenju autorskog djela (završni rad)**

Ja, Raoul Filipas dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom Hranidba škrpoča, *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i Sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U puli, \_\_\_\_\_ (datum)

Potpis

---

## ZAHVALA

**Veliko hvala svojoj profesoric i mentorici, izv. prof. dr. sc. Ani Gavrilović na pomoći i podršci tijekom studiranja te savjetima, prijedlozima i pomoći tijekom izrade završnog rada.**

**Zahvaljujem se i komentoru i asistentu Nevenu Iveši, dipl. ing. biol. za ustupanje vremena i dobroj volji pri provedbi terenskog rada i pomoću u pisanju završnog rada.**

**Također zahvaljujem se dr. sc. Juliji KatalinTörök i Tiboru Beresu za pomoć pri determinaciji beskralješnjaka i statističkoj obradi podataka.**

**Hvala cijeloj mojoj obitelji, prijateljima, kolegama i mojoj curi Anji na podršci, a posebna zahvala pripada majci Manueli Filipas, ocu Vilimu Filipas, bratu Marcelu Filipasu i pokojnoj noni Almi Karlić na financijskoj i moralnoj podršci tijekom studiranja.**

## Sadržaj:

1. UVOD.....	1
1.1. Hranidba riba.....	1
1.2. Probavni sustav riba.....	3
1.3. Škrpoč, <i>Scorpaena porcus</i> (Linnaeus, 1758).....	5
1.3.1. Probavni sustav škrpoča.....	7
2. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	9
3. MATERIJALI I METODE.....	10
3.1. Područje uzrokovanja.....	10
3.2. Prikupljanje uzoraka škrpoča.....	10
3.3. Obrada uzoraka.....	11
3.4. Analiza sadržaja probavila.....	11
3.5. Analiza hranidbe škrpoča.....	12
3.6. Određivanje starosti i spola.....	14
3.7. Statistička obrada podataka.....	15
4. REZULTATI.....	16
4.1. Prikupljeni uzorci škrpoča.....	16
4.2. Sastav probavila.....	17
4.3. Analiza hranidbe škrpoča.....	20
4.4. Starosti i spol istraživanih jedinki škrpoča.....	29
5. RASPRAVA.....	31
6. ZAKLJUČCI.....	36
7. Popis literature:.....	37
8. Sažetak.....	41

# 1. UVOD

## 1.1. Hranidba riba

Hranidba ribe predstavlja skup mnogih važnih ekoloških komponenti uključujući ponašanje, kondiciju, korištenje staništa, unos energije i inter/intraspecijske interakcije kao i morfološke karakteristike pojedine vrste. Kod određene vrste, ona je generalno uvjetovana njenim hranidbenim navikama, dostupnosti i količini odgovarajuće svojte plijena u okolišu, a mijenja se kako riba raste (Morte i sur., 2001) i može varirati sezonski (Compaire i sur., 2018).

Istraživanja hranidbe ribe koja se temelje na analizi sadržaja želuca postala su standardna praksa (Hyslop, 1980). Analiza sadržaja želuca pruža uvid u hranidbu određene vrste ribe, a kvantitativna i kvalitativna procjena hranidbenih navika označava važnu stavku kod upravljanja ribljim fondom, ekosustavom i ishranom u marikulturi. Detaljan opis hranidbe određene vrste ribe omogućuje jasnije razumijevanje trofičkih interakcija i njihov intenzitet u morskim hranidbenim mrežama (Zacharia, 2004). Analiza sadržaja želuca i spoznaja o hranidbi predstavlja vrijedan izvor informacija s kojima je moguće sakupiti podatke o životinjskoj i biljnoj populaciji određenog područja te odrediti parametre populacija koje nije moguće odrediti drugim metodama (Ibrahim i sur., 2003). Također, proučavanjem hranidbenih navika riba možemo objasniti neke biološke i fiziološke procese povezane s rastom i razmnožavanjem. Hranidbene navike i ponašanje ribe vezanisu za procese potražnje i unosa hrane. Dostupnost hrane ključni je faktor pri određivanju šta će riba jesti. Većina riba je vrlo prilagodljiva kad su u pitanju hranidbene navike i iskorištavanje najdostupnije hrane. Apetit, koji je kontroliran od strane hipotalamusa, je stimuliran punoćom probavnog sustava i ostalim metaboličkih promjenama. No, apetit riba može biti pod utjecajem biotičkih i abiotičkih faktora. Biotički faktori koji utječu na intenzitet hranjenja kod riba su dostupnost hrane, kompeticija, prisutnost predatora, fiziološka kondicija ribe i selekcija plijena. Dok su abiotički faktori otopljeni kisik, temperatura vode, intenzitet svijetla i količina ne-ionizirajućeg amonijaka (Borlongan i sur., 2002).

Ribe mogu biti klasificirane s obzirom na vrstu hrane, tj. kakav oblik hranjive tvari unose, na:

- Biljojede - biljni materijal
- Mesojede - životinjski materijal
- Sveždere - biljni i životinjski materijal
- Planktivore - mikroskopski biljni i životinjski svijet, uključujući bakterije
- Detrivore - raspadajuća organska tvar (Borlongan i sur., 2002)

Prema Borlongan i sur. (2002), ribe također možemo klasificirati i s obzirom na način ishrane na:

- Predatore - ribe koje se hrane makroskopskim životinjama koje im predstavljaju plijen
- ribe koje se hrane bentičkim organizmima ili planktonom selektivno ih probavljaju (tzv. grejzere od engl. "Grazing"- ispaša)
- Filtratore - filtriraju organizme iz vodenog stupca, ponajviše dijatomeje i rakove
- ribe koje kopaju po mulju ili materijalu koji sadrži hranu te ju „usisavaju“ (engl. „Suckers“)
- Parazite - unose nutrijente isisavanjem tjelesnih tekućina iz ribe domaćina



Predatori su ribe koje se hrane makroskopskim živim bićima te da bi to uspjeli moraju biti stalno u pokretu prateći i loveći svoj plijen ili ležati nepomično na dnu čekajući u zasjedi. Glavnina predatora koristi vid za lov plijena, no neke ribe koji se hrane noću, koriste njuh, okus i bočnu liniju kako bi locirali plijen (Borlongan i sur., 2002). Nakon što predatori lociraju plijen postavlja se pitanje: „Kako oni zapravo ulove plijen?“. Postoje 3 mehanizma unosa plijena u usta: usisavanje (ekspanzija usta), „ram feeding“ (plivanje s otvorenim ustima) i manipulacija. Pod „ram feeding“ podrazumijeva se plivanje prema plijenu s otvorenim ustima kao što to rade tune. Manipulacija označava fizički kontakt s ustima tj. grizenje kao što je vidljivo kod morskih pasa. Kako je kod riba najčešći mehanizam unosa plijena usisavanje, a ujedno i škrpoč spada u tu skupinu, najviše ćemo se fokusirati na taj način. Hranjenje usisavanjem uključuje brzo širenje usne šupljine, što rezultira unosom vode u usta zbog stvaranja negativnog tlaka u ustima. Temelj ovog mehanizma su depresija jezične kosti, kranijalna rotacija, protruzijai otvaranje čeljusti. Za uspješnost ovog mehanizma hranjenja bitni su još neki faktori: preciznost napada, brzina fluida i unesena količina vode u usnu šupljinu. Svakoj vrsti ribe bitni su određeni faktori ovisno o njenoj ekologiji.

Tako su naprimjer pastrvskom grgeču (*Micropterus salmoides*) bitni količina unesene vode u usta i brzina plivanja, dok su nekim drugim vrstama drugi faktori bitniji. Mnoga su istraživanja pokazala visoku razinu korelacije između hranidbe same ribe i morfologije ustiju. Tako je i veličina usta strogo korelirana s veličinom plijena pri čemu vrste s većim ustima imaju sposobnost uloviti veći plijen. Kao što je prije rečeno, jedno od temeljnih svojstva hranjenja usisvanjem je protruzija čeljusti (Slika 1.). Na ovaj način



riba produžuje usta bliže plijenu bez da pomiče cijelo svoje tijelo, tj. u suštini predator može napasti s veće udaljenosti (Farrell, 2011).

Slika 1. Protruzija čeljusti kod škrpoča (autor: Raoul Filipas).

## 1.2. Probavni sustav riba

Probavni sustav riba je teško generalizirati jer je svaki njegov dio posebno prilagođen u skladu s načinom hranidbe i vrstom hrane kojom se određena vrsta ribe hrani (Egerton i sur., 2018) pa pokazuje značajnu raznolikost u svojoj morfologiji i funkciji (Al Abdulhadi, 2005). Primjerice, filtratori, paraziti i predatori imaju prikladno prilagođene probavne sustave, dok se nekim ribama probavni sustav sastoji samo od kratkog cjevastog crijeva, bez obzira o hranidbi. Većina je ribljih probavnih sustava podjeljena na topografske cjeline s određenim ulogama. Kod svih riba probavni sustav počinje s ustima, a završava analnim otvorom. Obično je probavilo podijeljeno na 4 dijela (Egerton i sur., 2018). Kod svake ribe probavilo započinje u usnoj i ždrijelnoj šupljini koje čine prvi dio probavila. Usta imaju razne mehanizme prilagodbe za hvatanje i sortiranje hrane prije ulaska u želudac. Zubi su ovdje bitančimbenik i mogu se razlikovati po strukturi, brojnosti i rasporedu. Raspored i struktura zuba usko su povezani s vrstom hrane kojom se riba obično hrani. Generalno, aktivni predatori imaju snažnu čeljust s oštrim zubima sa kidanje i usitnjavanje hrane. Kod nekih predatora moguće je pronaći specijalizirane zube za usitnjavanje hrane u ždrijelu (Borlongan i sur., 2002). Žlijezde slinovnice obično nedostaju u usnoj šupljini ribe (Treer i sur., 1995).

Drugi dio probavila započinje pri kraju škrga i čine ga jednjak i želudac. Jednjak je prolazno područje između poprečno-prugastih mišića usta i glatkih mišića ostatka probavila. Kod nekih riba je u jednjaku pronađena enzimatska aktivnost, iako to nije slučaj kod većine. Želudac je organ u kojem se izlučuju pepsin i klorovodična kiselina u svrhu probave hrane, te se u njemu može povremeno skladištiti hrana dok se ostatak probavlja u crijevima. Želuci riba razlikuju se po njihovoj anatomskej strukturi zbog adaptacije na različitu hranu. Želudac ima konfiguraciju i oblik koji je prikladan za oblik hrane koji je unesen. Veličina i kapacitet ovog organa u odnosu na sveukupnu masu ribe varira između vrsta i povezanisus intervalom između hranjenja i veličinom hranjivih čestica. Kapacitet može biti mali tj. 10% do čak 50% tjelesne mase u jednom hranjenju. Postoje četiri generalne konfiguracije ili oblika želuca kod riba:

- Ravni želudac sa proširenjem
- Želudac U-oblika
- Želudac Y-oblika
- Riba bez želuca

Smatra se da čak 20% ribljih vrsta nema želudac. Neke od njih su vrste iz porodica Gobiidae i Blennidae. Ravni želuci su rijetki, no možemo ih pronaći kod incuna (*Engraulis encrasicolus*), želuci U-oblika su česti kod mesojeda kao što je brancin (*Dicentrarchus labrax*), dok one Y-oblika nalazimo kod makrofagnih predatora, tj. prilagođeni su za skladištenje velikih komada hrane (Stevens i Hume, 2004).

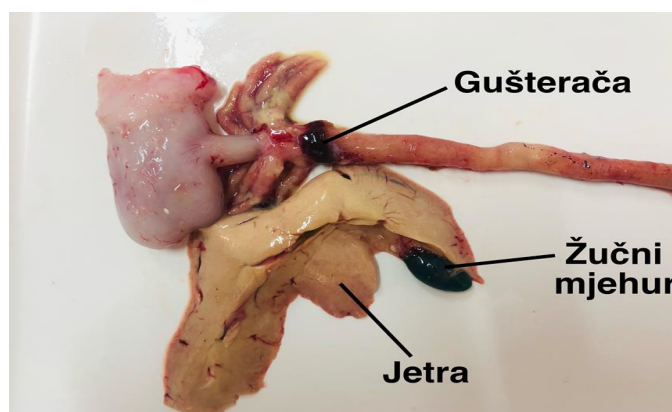
Treći i četvrti dio probavila su srednje i stražnje crijevo. Uglavnom nema neke vidne razlike u srednjem i stražnjem crijevu, osim što pri kraju srednjeg crijeva dolazi do povećanja promjera cijevi, što označava početak stražnjeg crijeva (Egerton i sur., 2018). Sve ribe imaju crijevo, a o hranidbi ovisi njegova duljina. Biljojedi uglavnom imaju duže probavilo u odnosu na mesoždere. Zabilježene su sljedeće duljine crijeva: 0.2-2.5 puta duljina tijela za mesojede, 0.6-8.0 puta duljina tijela za svejede i 0.8-20.0 puta duljina tijela za biljojede. Zanimljivo je da unutar jedne riblje vrste može doći do promjene u relativnoj duljini crijeva ako se promijeni hranidba.

Nakon prvotne probave u želucu, proces probave se nastavlja u srednjem crijevu (Slika 2.). Uz srednje crijevo nalaze se pilorički nastavci, koje imaju neke vrste riba. Histološki, pilorički nastavci su slični crijevima, te služe za efikasniju probavu i apsorpciju hranjivih tvari radi povećane površine. Stražnje crijevo je nastavak srednjeg crijeva. Probava se nastavlja u ovom dijelu probavila, ali s postepenim smanjenjem probavne i apsorpcijske funkcije. Pri kraju stražnjeg crijeva, pH je neutralan a epitel sadrži više sluznih žlijezda čija sluz omogućuje lakši prolazak fecesa koji izlazi na kraju probavnog sustava-analnog otvora (Borlongan i sur., 2002).



Slika 2. Pilorički nastavci, srednje i stražnje crijevo (autor: Raoul Filipas).

Ribe posjeduju još dva organa čija je funkcija vezana za probavu: jetru i gušteraču (Slika 3.). Jetra je važan metabolički organ jer pomaže u probavi lučeći žuč, zeleno-žučkastu tekućinu sa emulgirajućim svojstvima. Žuč se sakuplja u žučnom mjehuru i sastoji se od žučne kiseline, tautoholata i glikoholata. Uloga žuči je emulgirati lipide u crijevima, dok žučne soli povećavaju pH crijeva stvarajući uvjete optimalne za aktivnost crijevnih enzima. Žučni kanal se otvara u srednjim crijevima ili piloričkim nastavcima, ukoliko su prisutni. Još jedna uloga jetre je skladištenje energije, tj. glikogena (Borlongan i sur., 2002) te se zato jetra koristi za izračunavanje hepatosomatskog indeksa (omjer mase jetre/ ukupna masa ribe) kod riba. Uglavnom kod najvećeg broja ribljih vrsta ne postoji prava gušterača nego je raspršena po mezenteriju, nalazi se u sklopu jetre ili može oko žučnog kanala. U prvom slučaju se nekoliko kanalića izljevaju u crijevo i/ili piloričke nastavke, no ako se gušterača nalazi u jetri onda se njezine izlučevine izljevaju direktno u žučni kanal (Borlongan i sur., 2002).



Slika 3. Jetra, gušterača i žučni mjehur (autor: Raoul Filipas)

### 1.3. Škrpoč, *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758)

Škrpoč, *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) je priobalna pridnena vrsta koja pretežito nastanjuje kamenita dna i naselja morskih cvjetnica do 130 m dubine, najčešće do 15 m (Jardas, 1996). Neki autori navode da ova vrsta dopire čak do 800 metara dubine (Hureau i Litvinenko, 1986). Škrpoč spada u porodicu Scorpenidae koja u Mediteranu sveukupno broji 6 vrsta od kojih su 3 priobalne: *S. porcus*, *S. notata* i *S. scrofa*, a preostale 3 su dubinske: *S. elongata*, *S. loppei* i *Helicolenus dactylopterus*. Smatra se da u Jadranu škrpoč naraste do 35 cm u duljinu i 0.80 kg težine (Grubišić, 1982), dok je najveća objavljena duljina škrpoča bila 40.5 cm (Moutopoulos i sur., 2002), a najveća težina 870 g (IGFA, 2001). Škrpoč je ujednonajčešća vrsta iz ove porodice u Jadranskom moru. Osim u Jadranu, rasprostranjen je u cijelom Mediteranu, uključujući Crno more, također uzduž istočne Atlantske obale, od Britanskih otoka sve do Azora i Kanarskog otočja (Ferri i sur., 2010). Na svim navedenim područjima, škrpoč je raspodjeljen u lokalne populacije međusobno različite po biološkim značajkama, posebice po stopi rasta i dobnoj strukturi. Sama dobna struktura određene populacije rezultat je triju procesa: novačenja, rasta i eliminacija jedinki. Sva ta tri procesa povezana su i ovisе o kompleksnim odnosima između jedinke i okoliša. Stopa rasta određuje spolnu zrelost, životni vijek, stopu novačenja populacije i mijenja se sukladno uvjetima u okolišu, pri čemu je dostupnost hrane jedan od presudnih biotičkih čimbenika (Kutsyn i sur., 2019).

Glava škrpoča je velika u odnosu na njegovo tijelo koje je zdepasto, visoko i bočno spljošteno (Slika 4.). Gubica mu je nešto kraća od promjera oka. Iznad gornje čeljusti, na predonoj kosti postoje dvije bodljice koje strše prema naprijed. Na bradi se nalaze 2 sitne i razmaknute pore. Velike oči se nalaze visoko na glavi te njihov promjer odgovara  $\frac{1}{4}$  dužine glave. Na nadočnom luku nalazi se dobro razvijen kožni privjesak koji je iste duljine kao promjer oka, a ostali kožni privjesci nalaze se kod prednjih nosnih otvora i po ostatku tijela. Koža na ventralnoj strani kod klavikule i iza korijena prsne peraje je gola bez ljuski, dok je ostatak tijela prekriven sitnim, ktenoidnim ljuskama. Stražnji obod repne peraje je zaobljen. Trbušne peraje su kraće od prsnih. Perajna formula je: D: XII+9-10, A: III+5-6, P: 16-18, V: I+5 žbica. U bočnoj pruzi se nalazi od 52 do 55 ljuski. Boje je sivosmeđe ili tamnosmeđe sa tamnijim mrljama, dok je trbuh svjetliji, sivkast ili ružičast. Očna je zjenica žućkasta. Škrpoč se može bojom prilagođavati okolini i uvjetima svjetlosti (Jardas, 1996). Ribe iz porodice Scorpaenidae, uključujući i škrpoča, imaju otrovne bodlje na dorzalnoj (10), ventralnoj (1) i analnoj (3) peraji. Svaka bodlja ima zasebnu otrovnu žlijezdu na bazi peraje (Bascinar i Saglam, 2009).



Slika 4. Škrpoč (*Scorpaena porcus*) (autor: Raoul Filipas).

Škrpoč spolno sazrijevaju tijekom druge i treće godine života (Siblot-Bouteflika, 1976). Mrijest ove vrste se odvija u ljetnim mjesecima, točnije u periodu između srpnja i rujna (Siblot-Bouteflika, 1976) te ikru koja je pelagična, polaže u sluzavim vrpčama (Jardas, 1996). Ženske jedinke rastu brže i narastu veće od muških, no nije primijećen seksualni dimorfizam, osim pred ovulaciju, kad je ženka abdomen nabubren i mekan (Bilgin i Celik, 2009). Harmelin-Vivien i sur (1989), su uzimajući u obzir najmanje ulovljene jedinke, reproduktivni period i stopu rasta, pretpostavili da trajanje pelagične ličinačke faze traje između jednog i tri mjeseca. Također, primjetili su novačenje juvenilnih jedinki u livadama morske cvjetnice *Posidonia oceanica* u razdoblju od siječnja do ožujka.

Što se duljine životnog vijeka tiče, različiti izvori navode različite rezultate. Aksiray (1987) navodi škrpočakao dugoživuću vrstu sa životnim vijekom od 18 godina, dok drugi autori navode da se radi o kratkoživoj vrsti čiji je životni vijek do 11 godina (Siblot-Bouteflika, 1976; Bradai i Bouain, 1988; Jardas i Pallaoro, 1992).

Smatra se da škrpoč danju leži nepomično na morskom dnu, posebice između kamenja (Slika 5.) i u livadama morskih cvjetnica, dok je aktivniji noću kada se najviše hrani (Bascinar i Saglam, 2009). Hranidba mu se ponajviše sastoji od bentičkog plijena kao što su male ribe posebice iz porodice *Gobidae* i *Blennidae*, rakovi i drugi beskralježnjaci (La Mesa i sur., 2010). S obzirom da je sedentarna vrsta, škrpoč vrebava svoj plijen nepomično u zasjedi, posebice napadajući pokretni plijen kao što su rakovi i ribe, ali isto tako sam postaje plijen drugim ribama (Harmelin-Vivien i sur., 1989). Također, zabilježeni su slučajevi kanibalizma (Morte i sur., 2001).

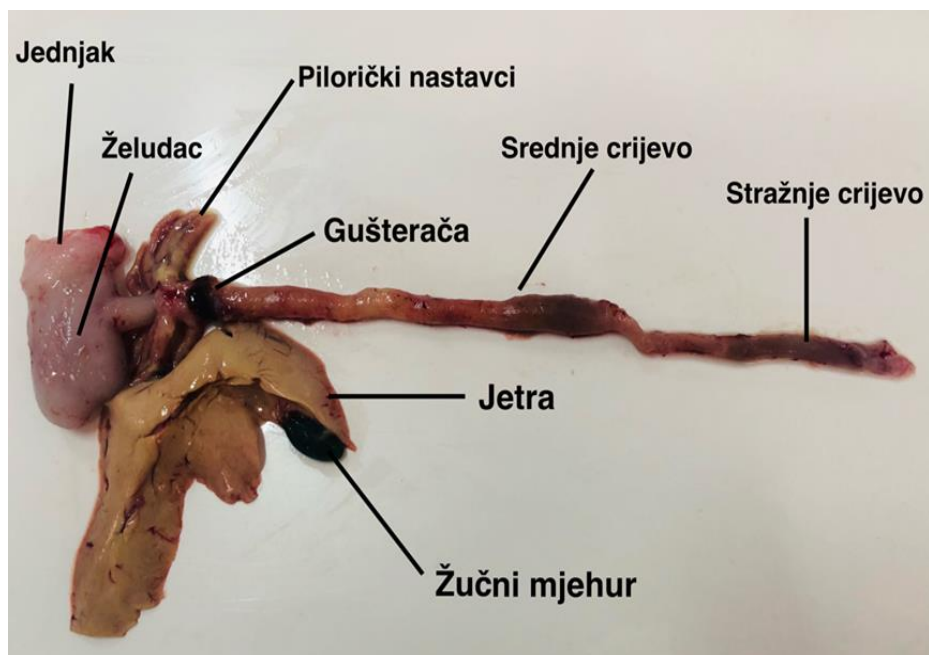


Slika 5. Škrpoč u prirodnom okruženju (autor: Raoul Filipas).



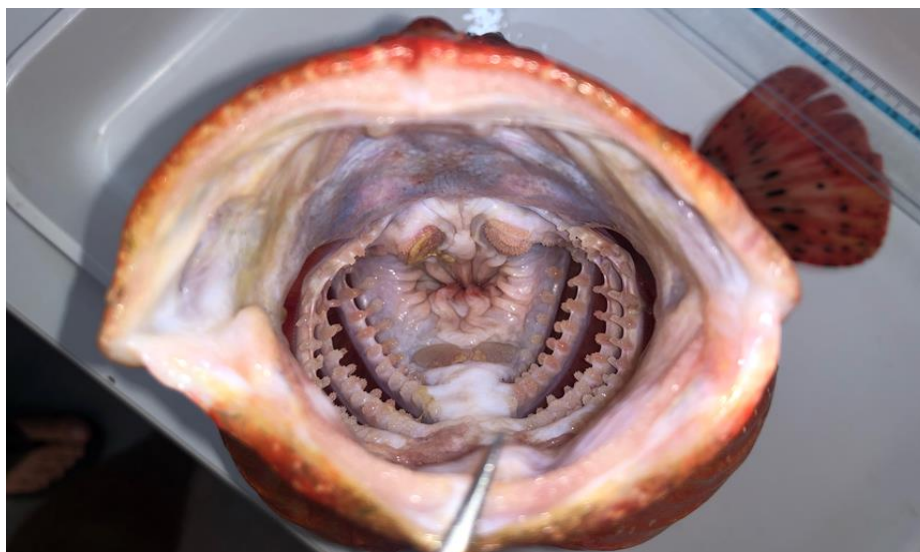
### 1.3.1. Probavni sustav škrpoča

S obzirom da je škrpoč makrofagni mesojed, odnosno hvata velik plijen u odnosu na veličinu njegovog tijela (Bell i Harmelin-Vivien, 1983), probavni mu je sustav prilagođen na takvu vrstu hranidbe (Slika 6.).



Slika 6. Probavni organi škrpoča (autor: Raoul Filipas).

Probavni sustav kod riba iz obitelji Scorpenidae, a tako i kod škrpoča, sastoji se od jasno ograničenih dijelova, čije su anatomske granice jasno vidljive. Prvi dio se sastoji od usne i ždrijelne šupljine, tj. cijevi koja počinje s velikim ustima u kojima se nalaze tanki i oštri zubići i završava na zadnjem paru škržnih lukova (Slika 7.).



Slika 7. Usta i ždrijelo škrpoča (autor: Raoul Filipas).

Drugi dio, nazvan prednjim crijevima, obuhvaća jednjak i želudac s piloričkim nastavcima. Budući da je škrpoč, makrofagni predator, njegov je jednjak kratka, mišićava cijev koja vodi hranu do želuca (Slika 8.).



Slika 8. Jednjak i želudac škrpoča (autor: Raoul Filipas)

Kako bi kroz jednjak veliki plijen mogao biti dopremljen do želuca, jednjak je obložen slojevitim pločastim epitelom i stanicama koje izlučuju sluz što omogućava podmazivanje i produživanje tog organa. U želucu se nalaze žlijezde, a količina i vrsta žlijezda povezani su s načinom hranidbe. Te žlijezde izlučuju različite probavne enzime (proteaze, amilaze i hitinolitičke enzime) u različitim količinama kako se unosi plijen. Hranidba škrpoča sastoji se od dekapodnih rakova, ali oklop progutanih rakova deseteronožaca vrlo je tvrd zbog prisutnosti hitina pa u želucu ima visoku aktivnost hitinaze (Mokrane i sur., 2015).

Sposobnost enzimske razgradnje hitina već odavno je utvrđen kod mikroorganizama (Mecha i sur., 1973; Kramer i sur., 1997; Adriana i Benedito, 1999), te je naknadno potvrđena i kod mnogih kraljeznjaka poput predatorskih riba čiji je plijen bogat hitinom. Treći dio je srednje crijevo, iza kojeg slijedi četvrti i posljedni dio - stražnji ili rektalni. Apsorpcija hranjivih tvari obavlja se preko crijeva i piloričkih nastavaka (Mokrane i sur., 2015; Nazlić i sur., 2014).

U Sredozemnom moru provedena su brojna istraživanja na temu hranidbe škrpoča (Morte i sur., 2001; Harmelin-Vivien i sur., 1989; Rafrafi-Nouira i sur., 2016; Arculeo i sur., 1993). Za razliku od navedenog područja, u Jadranu je njegova hranidba relativno oskudno istražena (Jardas i Pallaoro, 1991; Castriota i sur., 2012) unatoč tome što je škrpoč gospodarski značajna vrsta i nalazi se na popisu komercijalnih vrsta u gospodarskom ribolovu na moru s šifrom BBS prema FAO-u (NN, 38/2018) te što takvi podaci omogućuju detaljnije poznavanje kompleksnih obalnih ekosustava (Lopez-Peralta i Arcila, 2002). Istraživanja hranidbe škrpoča u Jadranu obavljena su u obalnom pojasu talijanske regije Abruzzo odnosno na području zapadne obale srednjeg Jadrana uz primjenu mreža stajaćica oka mahe 34 mm (Castriota i sur., 2012) te na području istočne obale srednjeg i južnog Jadrana uz primjenu mreža stajaćica i obalne potegače (Pallaoro i Jardas, 1991). Podaci o hranidbi škrpoča u sjevernom Jadranu još nisu poznati. Prema podacima Iveša i sur. (2020), škrpoč je najzastupljenija komercijalna vrsta u lovinu mreže poponice u Medulinskom zaljevu. Budući da ovaj Zaljev, pored što predstavlja vrlo važno ribolovno područje u Istri (LAGUR Istarska batana, 2017), predstavlja i biološki važno područje sjevernog Jadrana zbog raznolikosti morskih biocenoza (Bakran – Petriccioli, 2007) te je i sastavni dio ekološke mreže Natura, od izuzetnog je značaja prikupiti podatke o hranidbi škrpoča, kao jedne od najzastupljenijih vrsta ribe u komercijalnom ulovu.

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Ciljevi ovog istraživanja su:

1. Istražiti sastav hrane škrapoča tijekom cijele godine u Medulinskom zaljevu kako bi se utvrdile eventualne sezonske razlike.
2. Ispitati kondiciju škrapoča s obzirom na sastav hrane.
3. Utvrditi eventualni utjecaj spola i starosti na sastav hrane.



### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Područje uzrokovanja

Istraživanje je obavljano dva puta mjesečno u Medulinskom zaljevu, na južnoj i jugozapadnoj strani otočića Bodulaš (Slika 9.) u periodu od ožujka 2020. godine do veljače 2021. godine.



Slika 9. Područje uzorkovanja - otok Bodulaš u Medulinskom zaljevu

#### 3.2. Prikupljanje uzoraka škrpoča

Za prikupljanje uzoraka škrpoča korištene su trostruke mreže stajaćice pri ribolovu na doček, različite veličine oka srednjeg tega (oko 32 i oko 40) kako bi se prikupile jedinke različite veličine i na taj način utvrdile eventualne razlike u sastavu hrane. Veličina popona iznosila je 150 mm, a ukupna visina svake pojedinačne mreže iznosila je 1.9 m. Mreže supolagane uz primjenu plovila tipa pasara registarskih oznaka 420 PU, duljine 5.95 metara s vanbrodskim pogonskim motorom tipa Yamaha 8 konjskih snaga. (Slika 10.). Za podizanje mreža korišteno je hidraulično vitlo pripojeno na remeni sustav preko pomičnog benzinskog agregata tipa Honda GX270 snage 4 KW. Mreže su pri polaganju bile povezane u niz od 6 pojedinačnih mreža što je činilo ukupnu duljinu od 300 m za svako različito oko srednjeg tega. Ukupna duljina svih polaganih mreža iznosila je 600 m pri provedbi jedne terenske aktivnosti.



Slika 10. Plovilo korišteno pri uzrokovanju (autor: Neven Iveša)

Mreže su polagane na livade morske cvjetnice vrste *Posidonia oceanica* u asocijaciji s ostalim tipovima dna (pjeskovito i hridinasto-ljušturasto) u večernjim satima, a podizane su tijekom sljedećeg jutra. Dubina je varirala 8 do 18 metara.

### 3.3. Obrada uzoraka

Iz ukupnog ulova obje korištene mreže izdvojene su jedinke škrapoča te su istoga dana dopremljene u laboratorij gdje je izvršena daljnja analiza. Svaka je jedinka označena i izvagana. Svakoj ribi izdvojeno je probavilo rezom kod jednjaka i analnog otvora pri čemu su izmjerene dužine želudca i crijeva. Masa punog želudca, masa punog crijeva, njihov sadržaj te masa jetre i gonada izvagani su kao mokra masa elektronskom vagom (preciznost 0.02 g). Neposredno prije vaganja, višak vode je uklonjen upijajućim filter papirom. Svi podatci mjerenja uneseni su u program Excel Office 2010.

Sadržaj želudca fiksiran je u 96% alkoholu za potrebe analize sastava ishrane škrapoča. U svrhu dalje statističke obrade podataka o utjecaju spola i starosti, gonade su za određivanje spola fiksirane u 9% formaldehidu, a sagitalni otoliti izdvojeni u Eppendorf epruvete.

### 3.4. Analiza sadržaja probavila

Za određivanje organizama prisutnih u želudcu korištena je lupa tipa Leyca ES2. Determinacija plijena izvršena je do nižih kategorija odnosno vrsta, ukoliko je to bilo moguće. U slučaju kada plijen nije bilo moguće determinirati uslijed podmakle faze razgradnje, isti je svrstan u više taksonomske kategorije (red). Za determinaciju su korišteni sljedeći ključevi: Riedl (1981), Jardas (1996), Froese i Pauly (2013). Podaci su uneseni i primarno obrađeni u programu *Excel Office 2010*

### 3.5. Analiza hranidbe škrpoča

Kako bi se dobili što precizniji podatci o intenzitetu ishrane škrpoča, u istraživanom razdoblju izračunata su dva različita koeficijenta: koeficijent punoće probavila i koeficijent praznosti probavila. a) Koeficijent punoće probavila (Jr %) (Windell, 1971) 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 varijacije u količini ribe, vremenu mrijesta i sezonskim promjenama temperature mora i svojoj plijena. Predstavlja postotni omjer broja praznih probavila i ukupnog broja probavila.

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

Izračunati su prosjeci po mjesecima za Jr % i VI % te su rezultati grafički prikazani u programu *Microsoft Excel Office 2010*.

Za analizu pojedinih kategorija plijena izračunati su sljedeći hranidbeni indeksi: postotak učestalosti pojavljivanja (F %), postotak brojnosti (N %) i postotak mase (W%) (Holden i Raitt, 1974; Rossechi i Nouaze, 1987).

#### c) Postotak učestalosti pojavljivanja (F %):

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

Gdje je:

$f_i$  = frekvencija jedne svojte plijena

$\sum f$  = Ukupna frekvencija svih svojti

Frekvencija za svaku hranidbenu svojtu izražena je kao postotak svih utvrđenih organizama u probavilu (želudcu), pri čemu je svakoj istraživanoj 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).

#### d) Postotak brojnosti (N %):

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

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, 1971). Pri izračunu postotka brojnosti (N %) biljna hrana i detritus nisu uzeti u obzir zbog nemogućnosti njihovog brojanja (Piria, 2007).

e) Postotak mase (W %):

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

Gdje je:

$W_i$  = masa jedne hranidbene kategorije

$\sum W$  = ukupna masa

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

Za analizu i praćenje sastava hranidbe 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 hranidbi, odnosno procjeni hranidbenih navika (Piria i sur., 2001).

f) Indeks relativnog značenja (IRI)

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

Iz tih vrijednosti generiran je koeficijent relativnog značenja (IRI):

$$IRI = \%F (N\% + W\%)$$

Zatim se, u svrhu dobivanja postotka koeficijenta relativnog značaja (IRI%), indeks relativnog značaja (IRI) određene svojte dijeli sa zbrojem indeksa relativnog značaja (IRI) svih pojavljivanih svojti te se sve to množi sa 100 (Pinkas, 1971):

$$IRI\% = 100 \times \frac{IRI_i}{\sum_{i=1}^n IRI_i}$$

Gdje je:

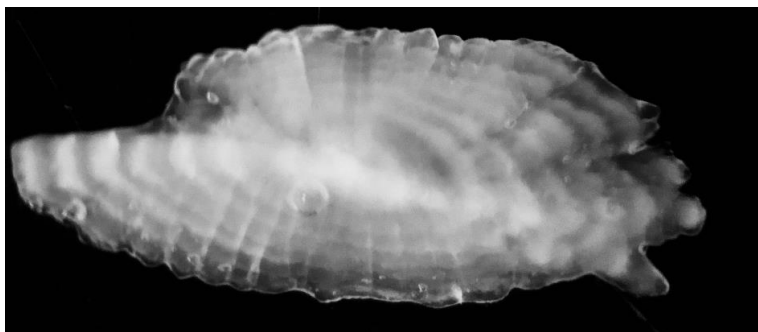
$i$  = specifična hranidbena kategorija

$n$  = broj različitih tipova hrane

Rezultati su grafički prikazani u programu *Microsoft Excel Office 2010*.

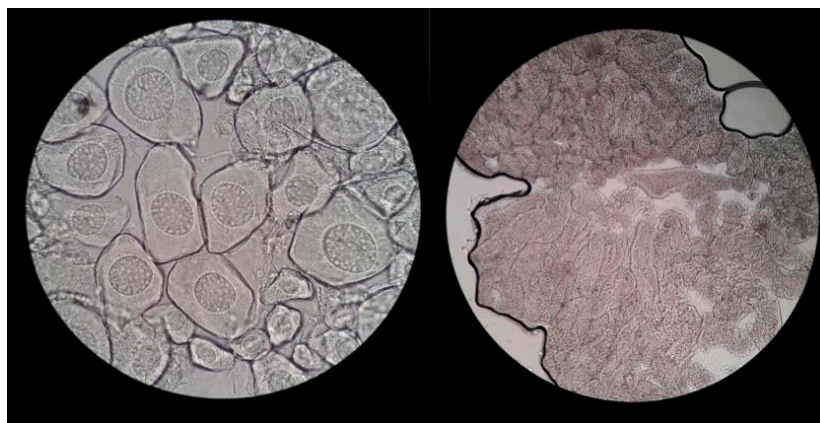
### 3.6. Određivanje starosti i spola

Za određivanje starosti jedinki škrapočakorišteni su sagitalni otoliti, koji su izvađeni iz Eppendorf epruveta i očišćeni 96%-tnim etanolom. Prema metodi koju su opisali Holden i Raitt (1974.) uronjeni su u destiliranu vodu u petrijevim posudama te promatrani cijeli pod lupom, s konveksne strane, na crnoj podlozi. Svaki sagitalni otolit je fotografiran pod lupom te je slika obilježena šifrom pripadajuće jedinke (Slika 11.). Dob je određena promatranjem fotografija tako što su brojane opalne zone prirasta (nukleus je brojao kao prva godina). Pet treniranih osoba je nezavisno obavilo brojanje kako bi se minimizirale potencijalne greške.



Slika 11. Sagitalni otolit jedinke škrapoča stare 7 godina (autor: Raoul Filipas).

Za određivanje spola gonade svakog škrapoča izvađene su iz 10%-tnog puferiranog formaldehida, osušene na papirnatom ručniku, rezane skalpelom na prvoj trećini duljine gledano s anteriorne strane te je napravljen mikroskopski preparat. Spol je određen mikroskopski, bez bojanja pod povećanjem od 400 puta. Zastupljenost spolova po mjesecima prikazana je grafički.



Slika 12. Gonade ženke (lijevo) i mužjaka (desno) gledane pod mikroskopom, pod povećanjem od 400 puta (autor: Oliver Barić).

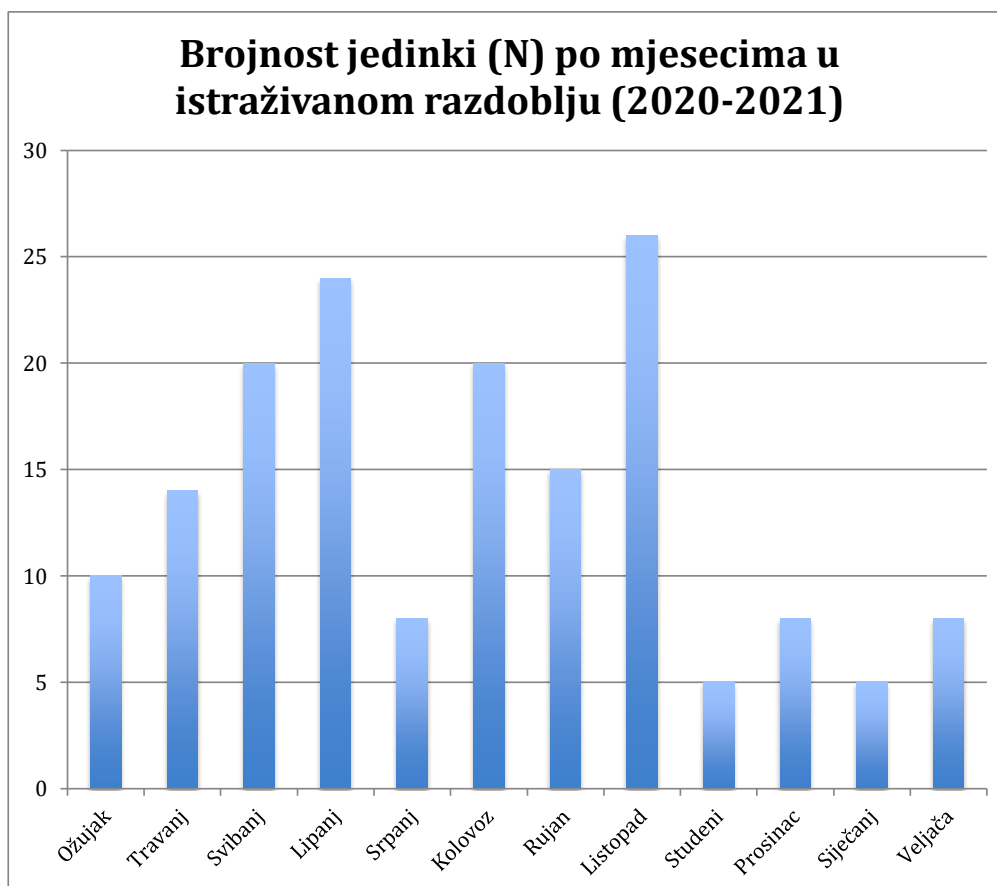
### 3.7. Statistička obrada podataka

Svi podatci uneseni su i primarno obrađeni u program Excel programskog paketa Office 2010. Grafikoni su izrađeni u istom programu. Potom je pomoću CANOCO programa (Canoco za Windows, ver, 4.55; Ter Braak i Smilauer., 2002.) napravljena multivarijantna analiza kanoničke korespondencije (CCA) kako bi se utvrdili učinci okolišnih varijabli, perioda uzorkovanja (mjeseci u godini) te dobi i spola škrpčica u odnosu na vrijednosti postotka mase plijena u probavilima (W%). Za analizu su svojite plijena grupirane u tri kategorije: 1) rakovi tvrdog okolopa i puž *Cerithium vulgatum*, 2) rakovi mekšeg okolopa (kozice), izopodni rak *Cymodoce* sp. i mnogočetinaš *Nereis* sp. te 3) svojite koje nisu sastavni dio prethodne dvije kategorije. Dob je korištena kao kvantitativna varijabla, dok su mjeseci i spol bili nominalne varijable. Rezultati su prikazani na dijagramu ordinacije kao triplot koristeći program Canodraw, koji je sastavni dio programskog paketa CANOCO.

## 4. REZULTATI

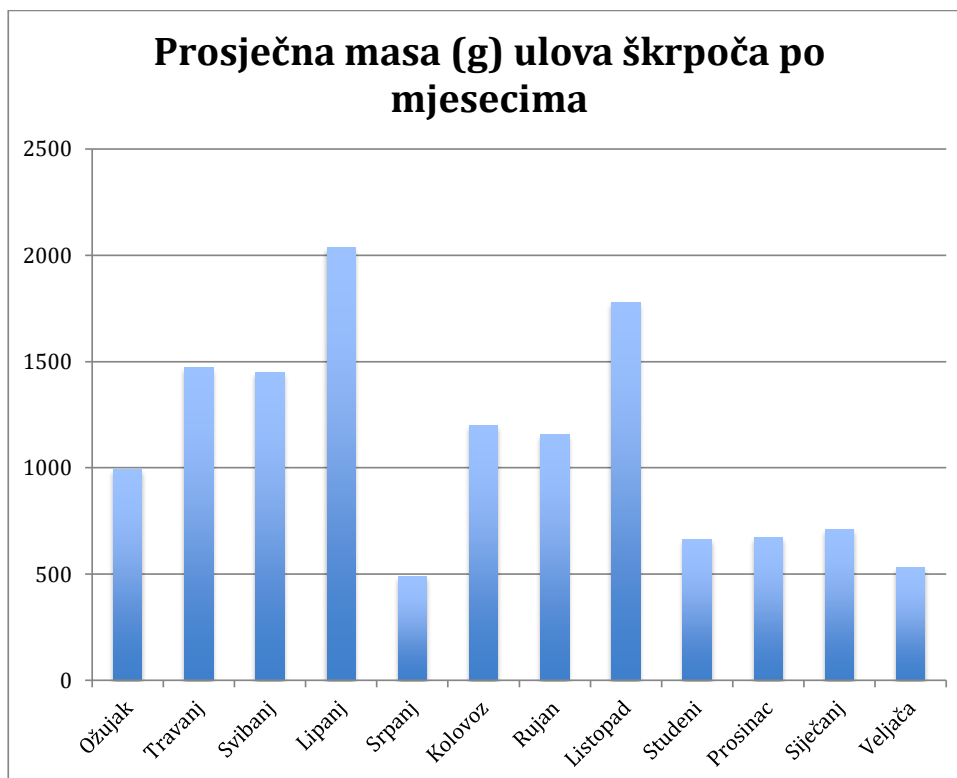
### 4.1 Prikupljeni uzorci škroča

U ovom istraživanju, u razdoblju od ožujka 2020. do veljače 2021. godine ukupno je sakupljeno 163 jedinki škroča ukupne mase 25584,8 grama. Najviše škroča ulovljeno je u listopadu (26 jedinki), a najmanje u siječnju i studenom (5 jedinki) (Graf 1.).



Graf 1. Broj prikupljenih uzoraka, tj. jedinki (N) škroča po mjesecima u istraživanom razdoblju od ožujka 2020. do veljače 2021. godine.

Najveća prosječna mjesečna masa škroča zabilježena je u lipnju 2020. (2036 grama), dok je u srpnju bila najmanja (488,5 grama). Tijekom cjelokupnog istraživanog razdoblja prosječno je mjesečno ulovljeno 1095,5 grama škroča (Graf 2.)



Graf 2. Prosječna mjesečna masa (g) ulova škrapoča po mjesecima u istraživanom razdoblju od ožujka 2020. do veljače 2021. godine.

U tablici 1. prikazane su minimalne i maksimalne vrijednosti mase i duljine 163 jedinki škrapoča koje su zabilježene u ovom istraživanju. Srednja vrijednost mase ulovljenih škrapoča iznosila je 156,96 grama ( $\sigma = 74,61$ ), dok je srednja vrijednost ukupne duljine iznosila 20,05 cm ( $\sigma = 3,10$ ).

Tablica 1. Minimalne (min) i maksimalne (max) vrijednosti mase i ukupne duljine s pripadajućim srednjim vrijednostima (SD) i standardnom devijacijom ( $\sigma$ ) ulovljenih škrapoča u ovom istraživanju.

Masa (g)				Ukupna duljina (cm)		
n	min	max	SD $\pm$ $\sigma$	min	max	SD $\pm$ $\sigma$
163	35	404	156,96 $\pm$ 74,61	12,4	27,2	20,05 $\pm$ 3,10

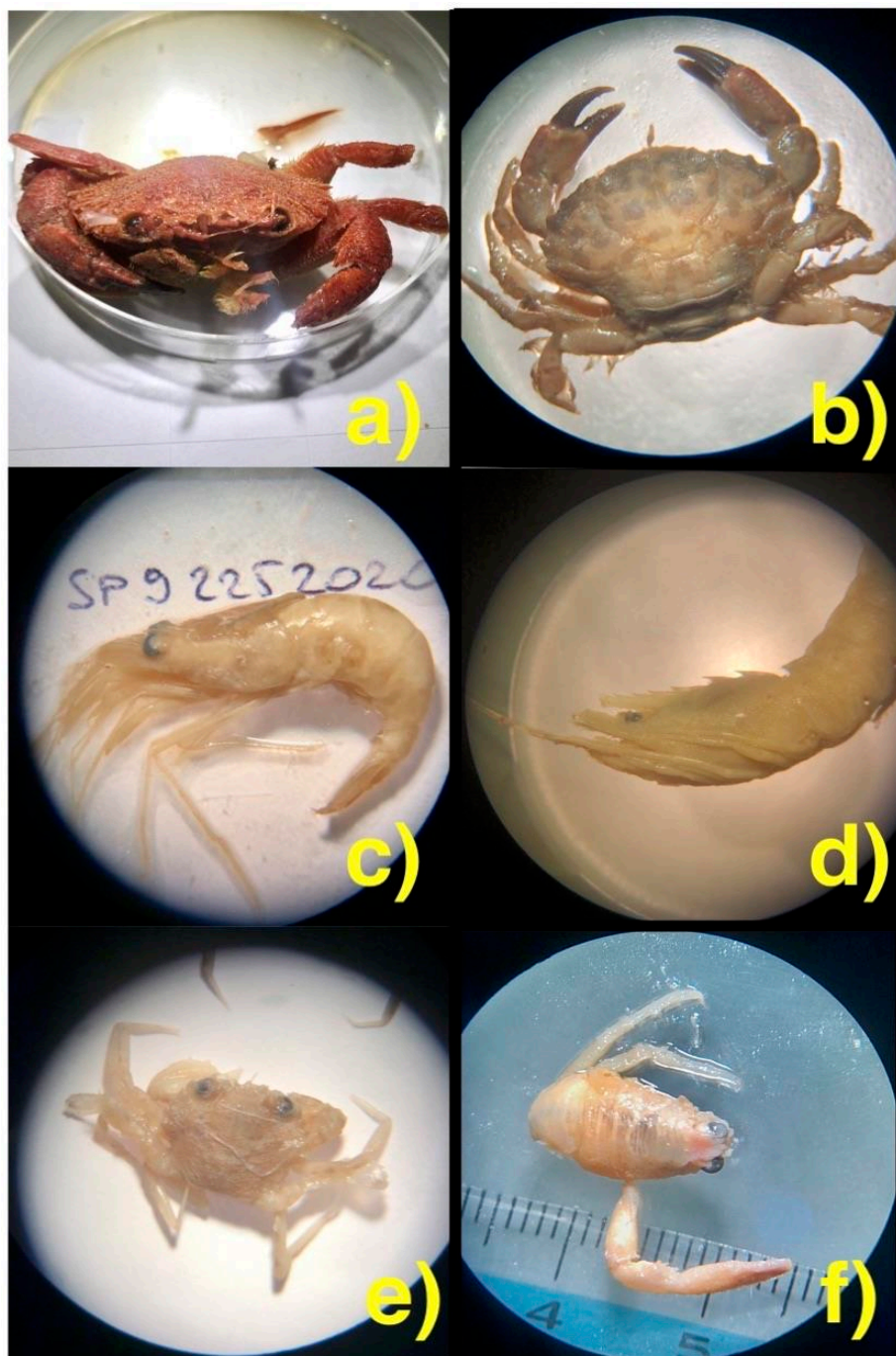
#### 4.2. Sastav probavila

U analiziranim probavilima determinirano je 29 različitih svojti plijena, od čega je 26 svojti svrstano u niže taksonomske kategorije (vrsta i rod) (Tablica 2). Najbrojnije svojte plijena pripadale su rakovima deseteronošcima (Decapoda), a zabilježen je jedan predstavnik jednakonožnih rakova (Isopoda). Ostale svojte plijena odnosile su se na ribe (*Callynimus lyra*, *Atherina* sp.), puža (*Cerithium vulgatum*), mnogočetinaša (*Nereis* sp.) i biljni materijal (Tablica 2.). Dio svojti plijena prikazan je na slikama 13. i 14.



Tablica 2. Prikaz svih svojti plijena utvrđenih u probavilima istraživanih jedinki škroča

Razred	Red	Rod	Vrsta
Malacostraca	Decapoda	Galatheidae	Galathea squamifera <i>Galathea sp.</i>
		Hippolytidae	<i>Hippolyte sp.</i>
		Leucosiidae	<i>Ilia nucleus</i>
		Majidae	Macropodia longirostris
			<i>Pisa armata</i>
			<i>Pisa nodipes</i>
		<i>Pisa sp.</i>	
		Mysidae	<i>Mysis sp.</i>
		Parthenopidae	Parthenope sp.
		Pilumnidae	<i>Pilumnus hirtellus</i>
		Potrunidae	<i>Liocarcinus corrugatus</i>
			<i>Lyocarcinus sp.</i>
		Procesidae	<i>Processa sp.</i>
		Sicyoniidae	<i>Sicyonia carinata</i>
		Xanthidae	Xantho pilipes
<i>Xantho poressa</i>			
Xantho sp.			
			Decapoda nedet.
Actinopterygii	Isopoda	Sphaeromatidae	<i>Cymodoce sp.</i>
	Perciformes	Callyonimidae	Callyonimus lyra
Atherinidae		Atherina sp.	
			<i>Perciformes nedet.</i>
Gastropoda	Caenogastropoda	Cerithiidae	<i>Cerithium vulgatum</i>
Polychaeta	Phyllodocida	Nereididae	<i>Nereis sp.</i>
Magnoliopsida	Alismatales	Cymodoceaceae	<i>Cymodocea nodosa</i>
		Posidoniaceae	Posidonia oceanica
Phaeophyceae	Fucales	Sargassaceae	<i>Cystoseira sp.</i>
			Detritus



Slika 13. Dio svojti plijena pronađenih u probavilima škroča iz Medulinskog zaljeva: a) *Liocarcinus corrugatus*, b) *Xantho pilipes*, c) *Processa* sp., d) *Sicyonia carinata*, e) *Liocarcinus* sp. i f) *Galathea* sp.

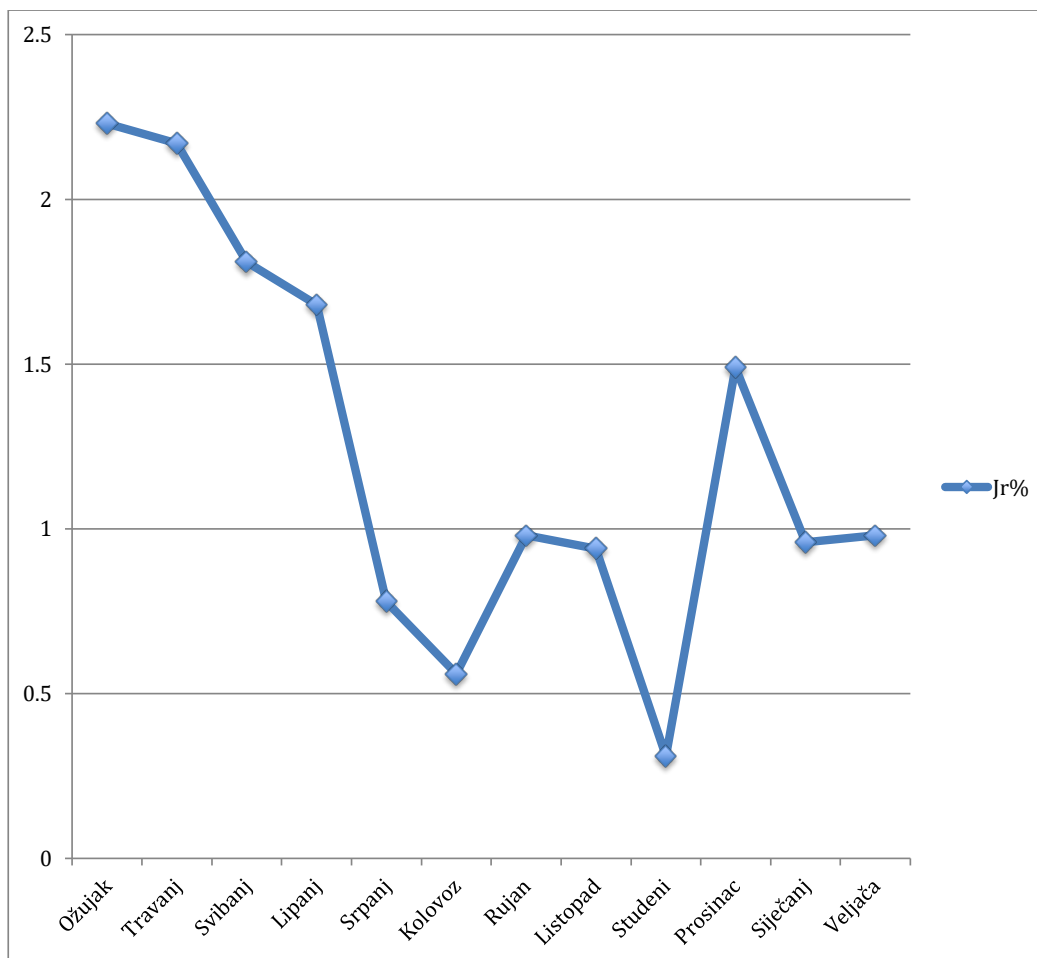


Slika 14. Dio svojti plijena u probavilima škrapoča iz Medulinskog zaljeva: g) *Pisa armata*, h) *Macropodia longirostris*, i) *Cymodoce* sp., j) *Callyonimus lyra*, k) *Atherina* sp. i l) listovi posidonije (*Posidonia oceanica*).

#### 4.3. Analiza hranidbe škrapoča

##### a) Koeficijent punoće probavila (Jr%)

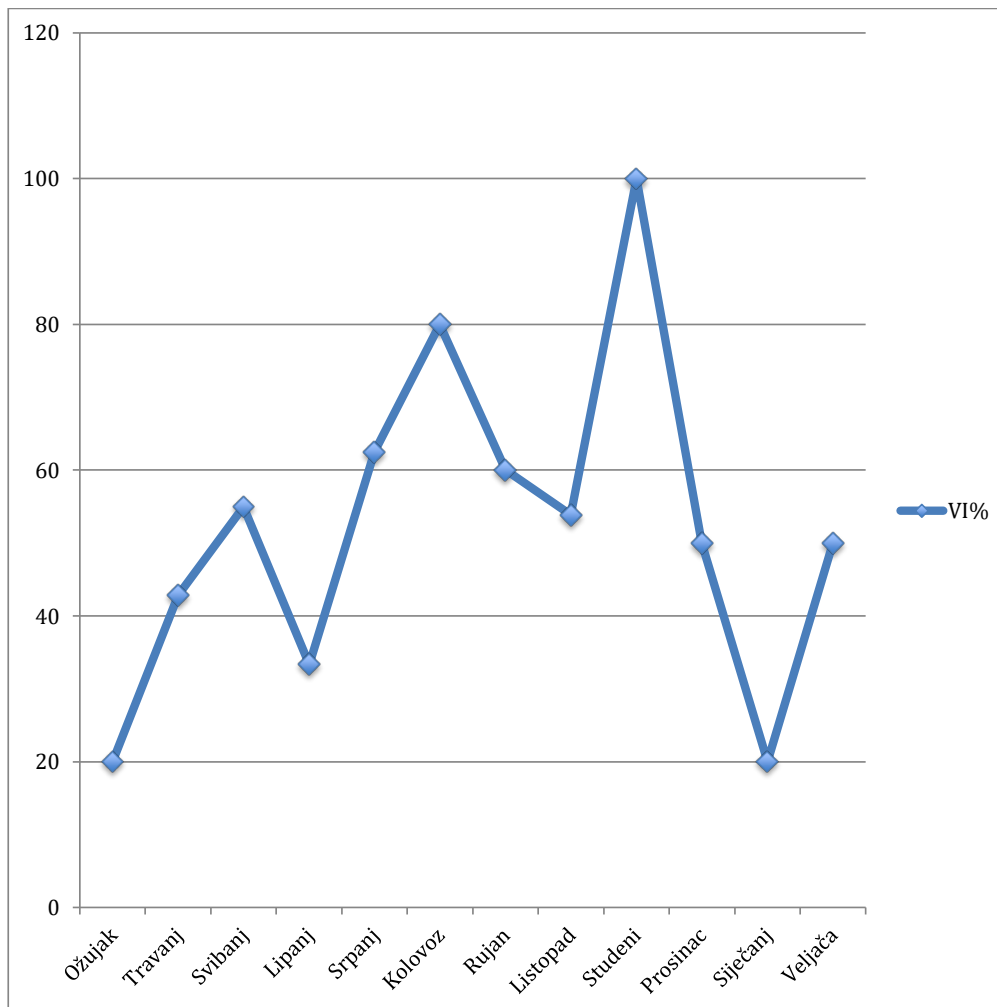
Vrijednost koeficijenta punoće probavila ( Jr%) najviša je u ožujku 2020. godine (2,23%), te intenzivno pada sve do kolovoza 2020. (0,56%), zatim od kolovoza 2020. do veljače 2021. godine oscilira s najnižom vrijednosti u studenom (0,31%) a najvišom u prosincu (1,49%) (Graf 4.).



Graf 4. Mjesečni prosjeci koeficijenta punoće probavila ( Jr% ) u istraživanom razdoblju od ožujka 2020. do veljače 2021. godine.

#### b) Koeficijent praznosti probavila (VI%)

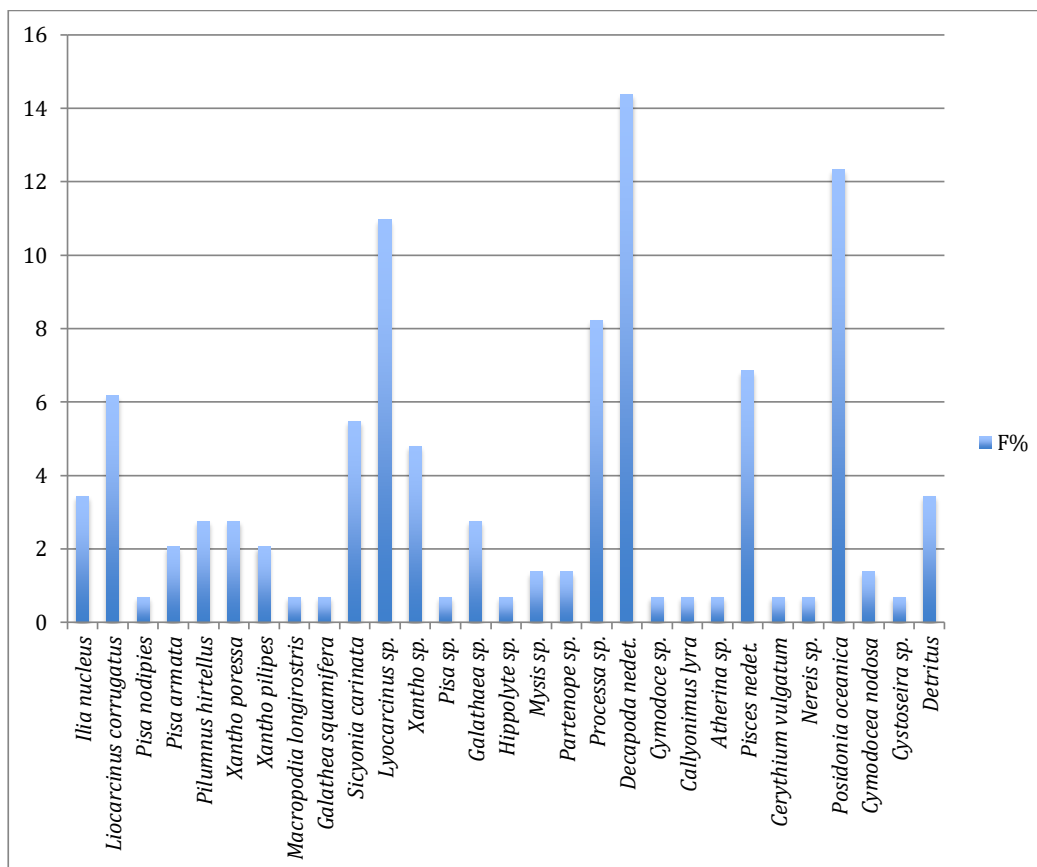
U ožujku 2020. koeficijent praznosti probavila (VI%) je nizak (20%) te raste do kolovoza 2020. godine (80%), zatim opada do listopada 2020. (53,84%), dok su u studenom 2020. svi ulovljeni škrapoči imali prazna probavila. Od studenog 2020. do siječnja 2021. vrijednost VI% pada sa blagim porastom u veljači 2021. (Graf 5.).



Graf 5. Mjesečni prosjeci koeficijenta praznosti probavila (VI%) u istraživanom razdoblju od ožujka 2020. do veljače 2021. godine.

### c) Frekvencija učestalosti pojavljivanja plijena (F%)

Najveća frekvencija učestalosti utvrđena je za nedeterminirane deseteronožne rakovi (Decapoda nedet.) (14,38%), iza čega su slijedili *Liocarcinus* sp. (10,95%) i *Processa* sp. (8,22%). Od ostalih rakova najniže vrijednosti F% (0,68%) utvrđene su za sljedeće svojte: *Pisa nodipes*, *Macropodia longirostris*, *Galathea squamifera*, *Hippolyte* sp., *Pisa* sp. i *Cymodoce* sp. Od ostalih životinjskih svojti koje su zabilježene kao plijen škrapoča značajnije vrijednosti F% utvrđene su za ribe koje nije bilo moguće determinirati-Perciformes nedet. (6,85%). Od tri svojte biljnog materijala, najveći postotak učestalosti (F%) pojavljivanja imala je morska cvjetnica *Posidonia oenica* (12,32%). Najviše vrijednosti su utvrđene za red deseteronožnih rakova (Decapoda) (F%= 72%), dok su na drugom mjestu bile kritosjemenjače reda Alismatales (F%=13,68) i na trećem ribe grgečke (Perciformes) (F%=8,21%) (Graf 6.).

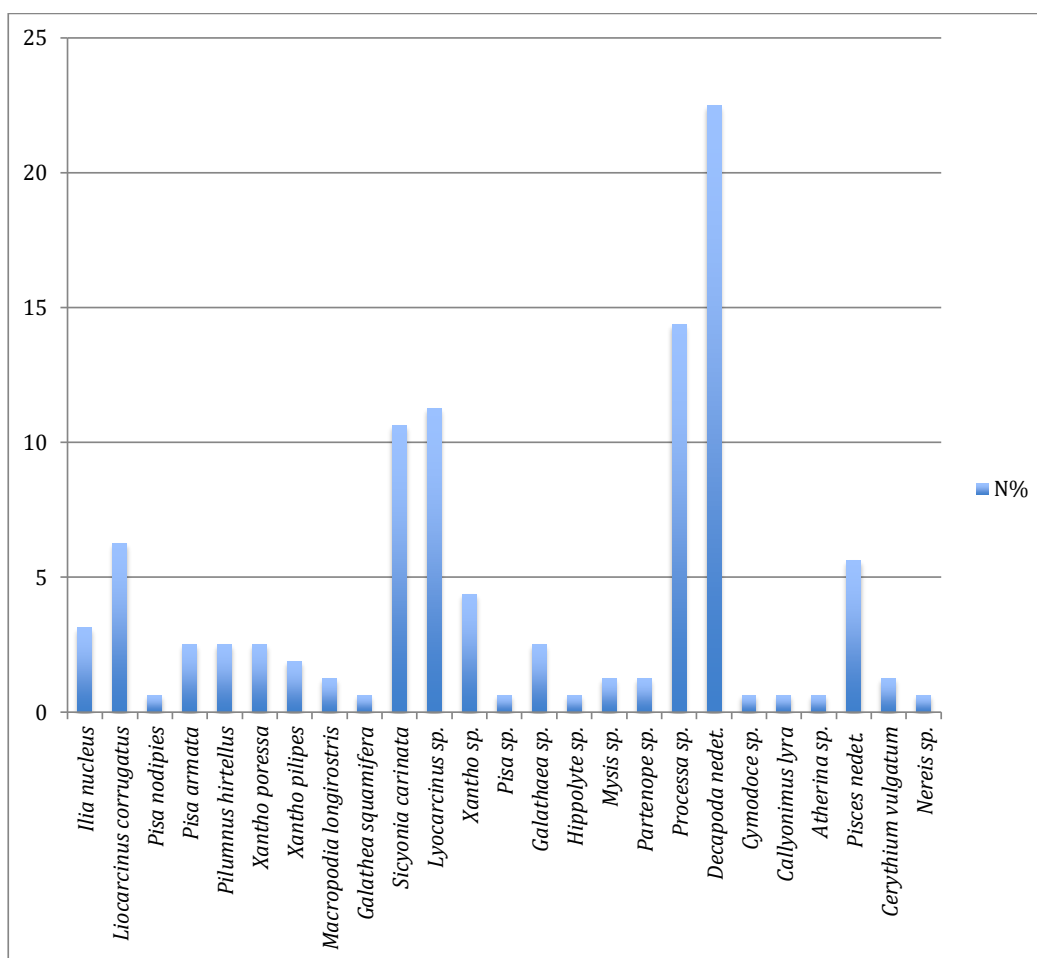


Graf 6. Postotna učestalost pojavljivanja (F%) pojedine svojte plijena u ishrani škrpoča tijekom istraživnog perioda od ožujka 2020. do veljače 2021. godine.

d) Postotak brojnosti svojti (N%)

Nedeterminirani deseteronožni rakovi (*Decapoda nedet.*) imali su najveću brojčanu zastupljenost (22,5%), iza čega su slijedile vrijednosti za predstavnike toga reda: *Processa sp.* (14,37%) i *Liocarcinus sp.* (11,25%) te vrsta *Syconia carinata* (10,62%). Brojčana zastupljenost svih riba u ovom istraživanju bila je 6,87%. Pri izračunu postotka brojnosti (N %) biljna hrana i detritus nisu uzeti u obzir zbog nemogućnosti njihovog brojanja. Red deseteronožnih rakova (*Decapoda*) pokazao je najviše vrijednosti (90,625%), a na drugom mjestu bile su ribe grgečke (*Perciformes*) (N%=6,875%) (Graf 7.).

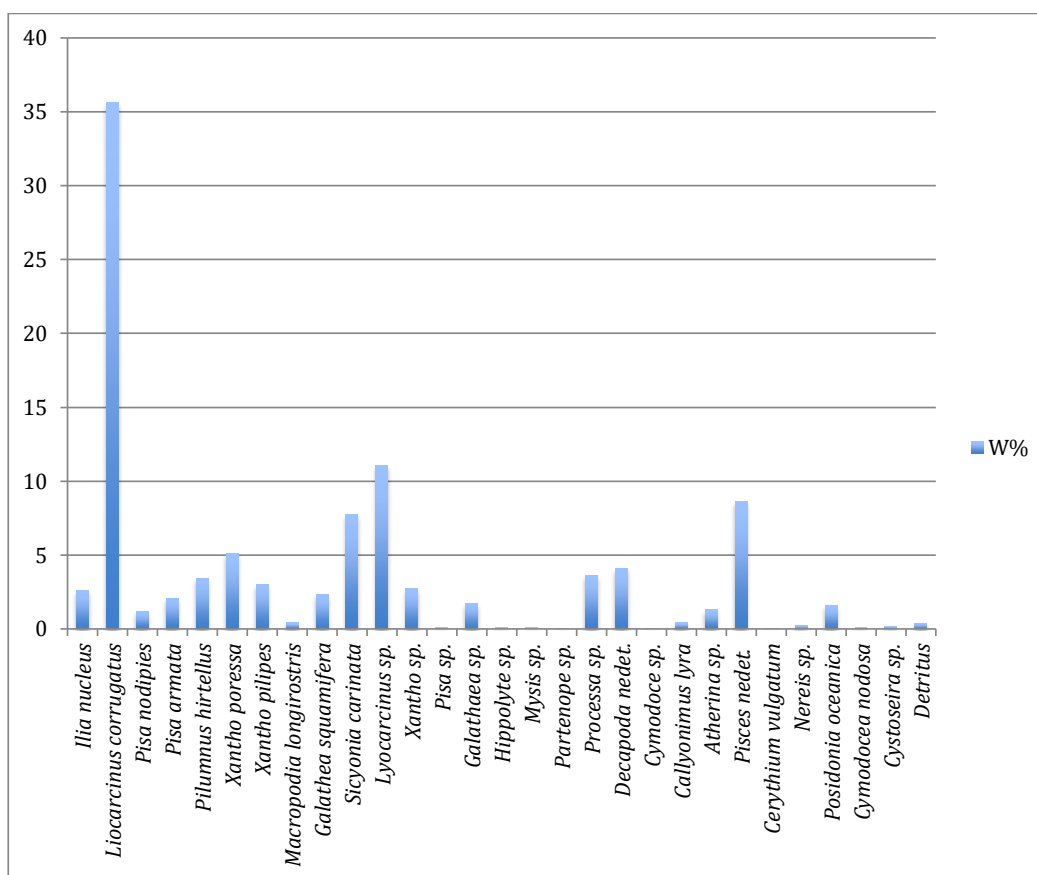




Graf 7. Postotak brojnosti (N%) pojedine svojte plijena u ishrani škrapoča tijekom istraživanog perioda od ožujka 2020. do veljače 2021. godine.

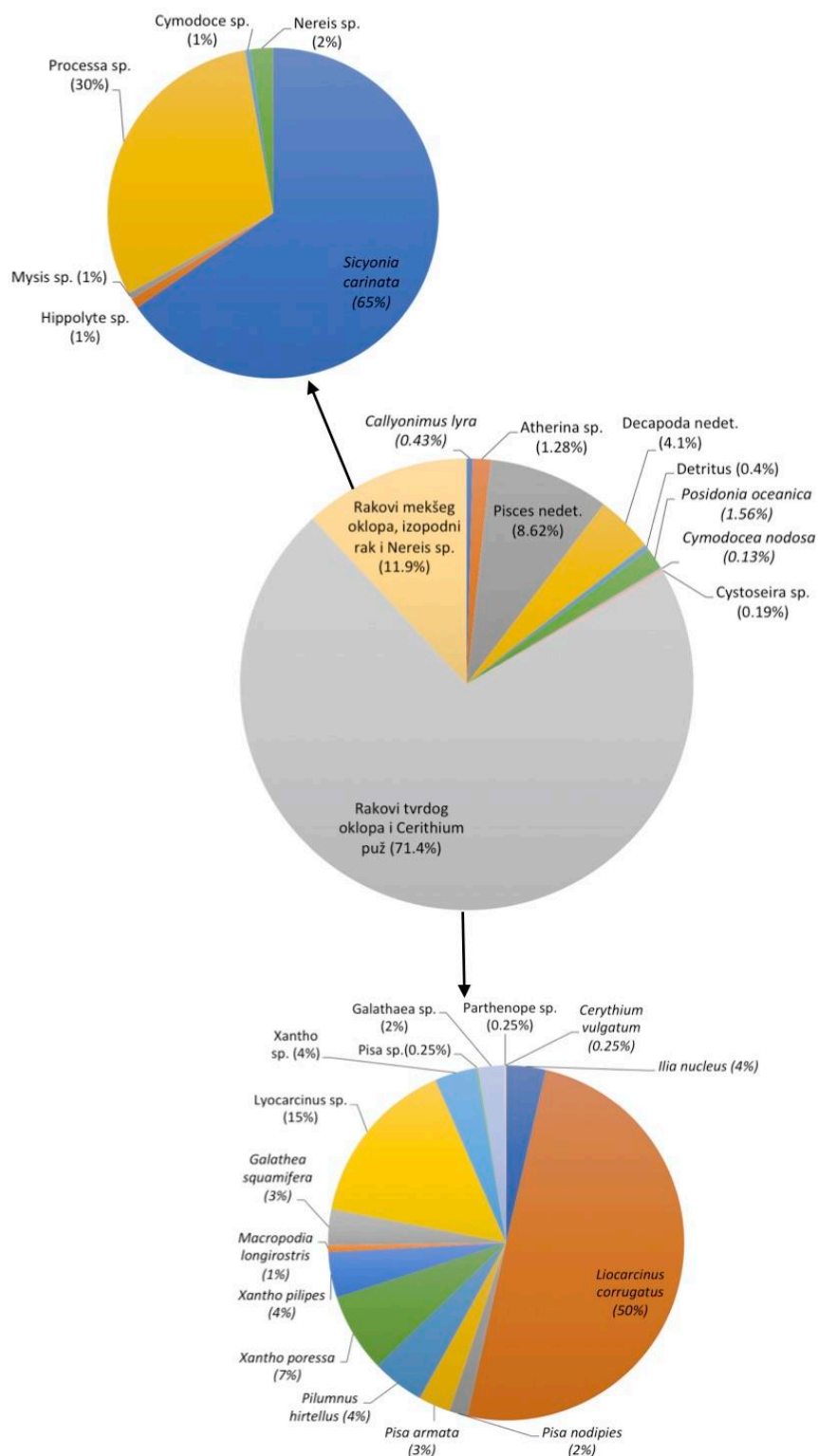
#### e) Postotak mase plijena (W%)

Najveću masenu zastupljenost (W%) zauzimala je vrsta *Liocarcinus corrugatus* (35,62%), a od ostalih deseteronožnih rakova značajnu masenu zastupljenost (W%) imali su rod rakova *Liocarcinus* (11,04%) i vrsta *Syconia carinata* (7,77%). Ribe koje nije bilo moguće determinirati (Perciformes nedet.) bile su maseno zastupljenes 8,62%. Red deseteronožnih rakova (Decapoda) imao je najveću masenu zastupljenost koja je iznosila 86,61%, na drugom mjestu bile su ribe grgečke (Perciformes) (10,33%) te kritosjemenjače reda Alismatales (W%=1,56%) (Graf 8.). Za potrebe obrade rezultata uz primjenu CCA multivarijantne metode, svojte plijena su grupirane u 3 kategorije; 1) rakovi tvrdog okolopa i puž *Cerithium vulgatum*, 2) rakovi mekšeg okolopa (kozice), izopodni rak *Cymodoce sp.* i mnogočetinaš *Nereis sp.* te 3) svojte koje nisu sastavni dio prethodne dvije kategorije. Njihove vrijednosti postotne masene zastupljenosti u hranidbi škrapoča prikazane su na grafu 9. Vidljivo je da se na kategorije 1. i 2. odnose najveće vrijednosti postotka mase plijena (71,4% i 11,9%).



Graf 8. Masena zastupljenost (W%) pojedine svojte plijena u ishrani škroča tijekom istraživanog perioda od ožujka 2020. do veljače 2021. godine.



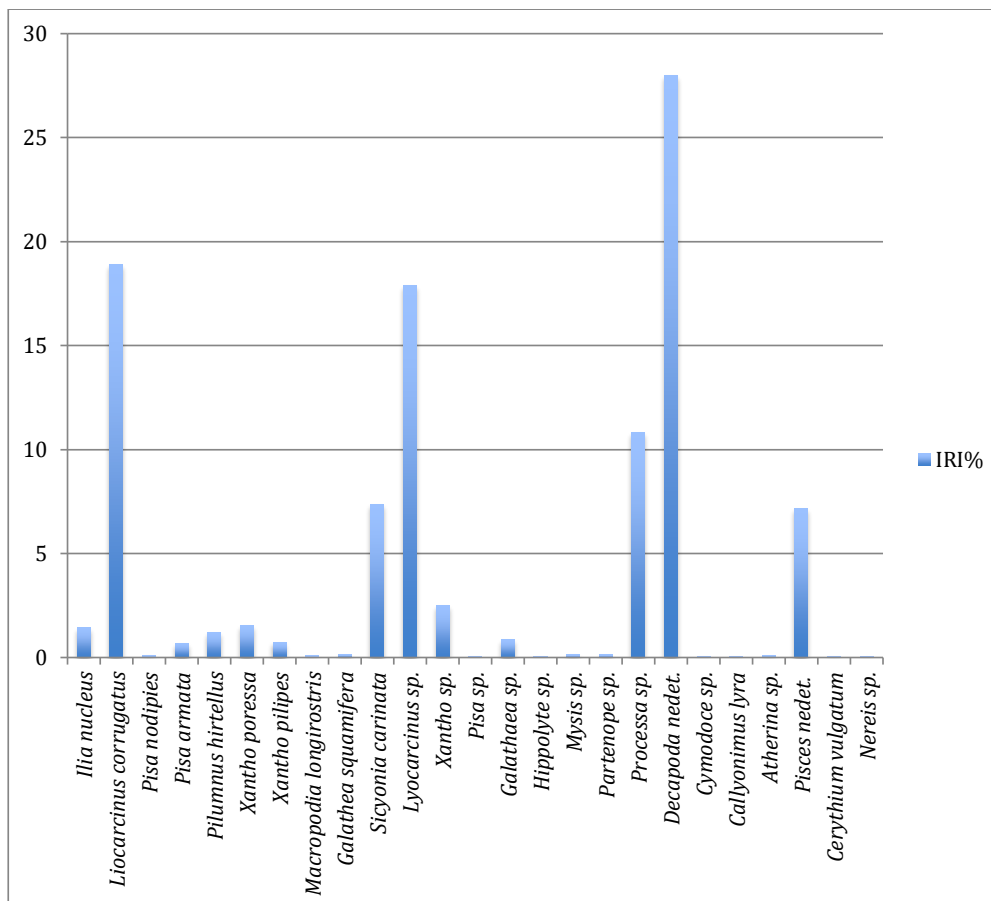


Graf 9. Grafički prikaz masene zastupljenosti (W%) plijena po podjeli u tri različite kategorije za potrebe grupiranja svojti tijekom daljnjih analiza.

#### f) Indeks relativnog značaja (IRI%)

Indeks relativnog značaja ukazuje na deseteronožne rakove (Decapoda) kao najvažniji plijen u ishrani škrpoča u Medulinskom zaljevu (92,66%), dok su se ribe grgečke (Perciformes) imale višestruko manji značaj (7,29%). Nedeterminirani deseteronožni rakovi (Decapoda nedet.) pokazivali su znatne vrijednosti indeksa

relativnog značaja (28%). Od determiniranih svojti deseteronožnih rakova, najznačajnija vrsta bila je *Liocarcinus corrugatus* (18,89%), iza koga slijedi rod *Liocarcinus* (17,89%), rod *Processa* (10,82%) te vrsta *Syconia carinata* (7,38%) (Graf10). U tablici 3. prikazan je kvantitativan doprinos svojti: postotna učestalost pojavljivanja (%F), brojčana zastupljenost (%N), masena zastupljenost (%W) i indeks relativnog značenja (%IRI).



Graf 10. Indeks relativnog značaja (%IRI) za pojedine svojte plijena u ishrani škrpoča tijekom istraživanog perioda od ožujka 2020. do veljače 2021. godine.

Tablica 3. Sastav ishrane škrpoča i kvantitativan doprinos svojti: postotna učestalost pojavljivanja (%F), brojčana zastupljenost (%N), masena zastupljenost (%W) i indeks relativnog značenja (IRI). Biljna hrana i detritus nisu brojni, stoga nije računat %N i (IRI%) za takve svojte.

Svojte plijena	F%	N%	W%	IRI%
<i>Illia nucleus</i>	3,42	3,13	2,57	1,43
<i>Cymodoce sp.</i>	0,68	0,63	0,06	0,03
<i>Galathea sp.</i>	2,74	2,50	1,73	0,85
<i>Galathea squamifera</i>	0,68	0,63	2,32	0,15
<i>Hippolyte sp.</i>	0,68	0,63	0,12	0,04
<i>Liocarcinus</i>	6,16	6,25	35,62	18,90

<i>corrugatus</i>				
<i>Lyocarcinus sp.</i>	10,96	11,25	11,05	17,89
<i>Macropodia longirostris</i>	0,68	1,25	0,42	0,08
<i>Mysis sp.</i>	1,37	1,25	0,07	0,13
<i>Parthenope sp.</i>	1,37	1,25	0,06	0,13
<i>Pilumnus hirtellus</i>	2,74	2,50	3,39	1,18
<i>Pisa armata</i>	2,05	2,50	2,08	0,69
<i>Pisa nodipes</i>	0,68	0,63	1,18	0,09
<i>Pisa sp.</i>	0,68	0,63	0,10	0,04
<i>Processa sp.</i>	8,22	14,38	3,61	10,83
<i>Sicyonia carinata</i>	5,48	10,63	7,77	7,38
<i>Xantho pilipes</i>	2,05	1,88	2,98	0,73
<i>Xantho poressa</i>	2,74	2,50	5,13	1,53
<i>Xantho sp.</i>	4,79	4,38	2,72	2,49
Decapoda nedet.	14,38	22,50	4,09	28,00
<i>Atherina sp.</i>	0,68	0,63	1,28	0,10
<i>Callyonimus lyra</i>	0,68	0,63	0,43	0,05
<i>Perciformes nedet.</i>	6,85	5,63	8,62	7,15
<i>Cerythium vulgatum</i>	0,68	1,25	0,03	0,06
<i>Nereis sp.</i>	0,68	0,63	0,26	0,04
<i>Cymodocea nodosa</i>	1,37		0,13	
<i>Cystoseira sp.</i>	0,68		0,19	
<i>Posidonia oceanica</i>	12,33		1,56	
Detritus	3,42		0,40	

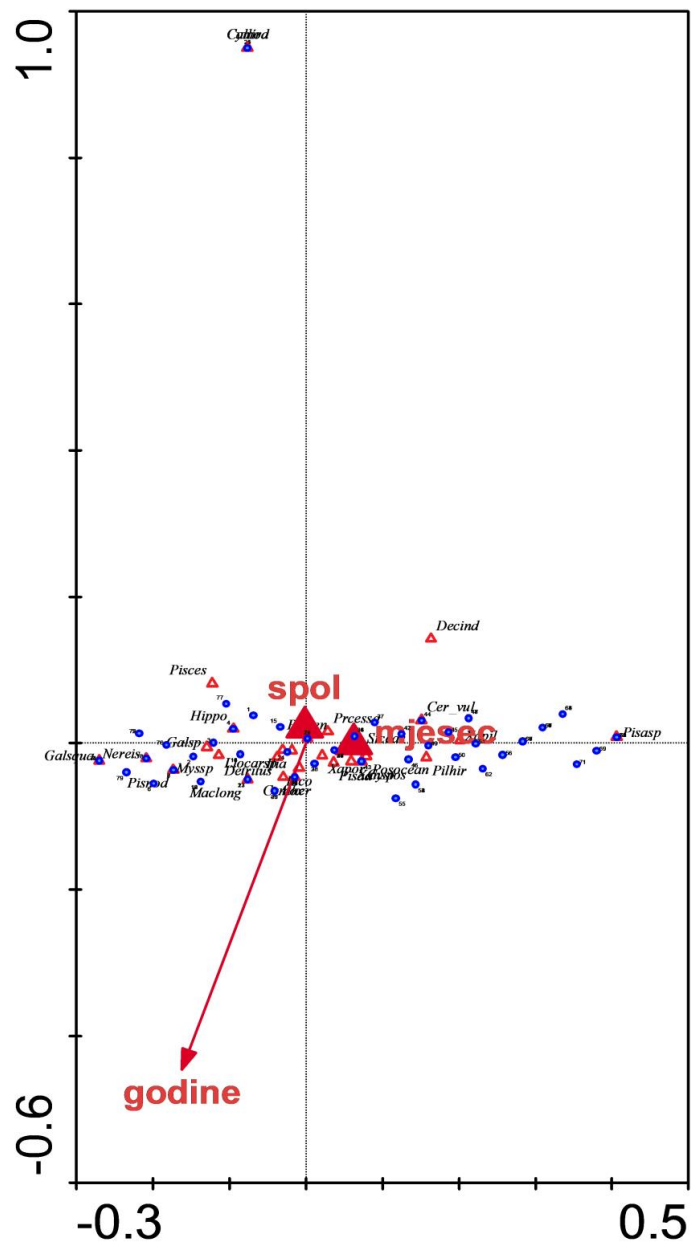
#### 4.4. Starosti i spol istraživanih jedinki škrapoča

Dob ulovljenih jedinki škrapoča varira od 2 do 10 godina s prosječnom starošću od  $5,96 \pm 1,57$  godina. Najviše jedinki ( $N=43$ ) staro je 6 godina (Graf 11.)



Graf 11. Brojnost škrapoča s obzirom na godine tijekom istraživanog perioda od ožujka 2020. do veljače 2021. godine.

U ukupnom ulovu od 163 jedinke škrapoča identificirano je 154 ženki i devet mužjaka, od kojih je hranu u želudcu imalo 76 ženki i 2 mužjaka. Iz navedenih razloga, za CCA analizu je korišteno 78 jedinki koje su imale hranu u želudcu. Rezultati CCA analize pokazali su da je među okolišnim varijablama, sezonalost bila glavna determinirajuća varijabla (Graf 12.). Plijen iz kategorije tvrdog oklopa je više konzumiran na proljeće, dok je plijen mekšeg oklopa bio prisutniji u hranidbi škrapoča tijekom jeseni. Starost škrapoča bila u slabijoj vezi sa svojstama plijena, iako je plijen s mekanim oklopom bio češće konzumiran od strane mlađih jedinki, dok je plijen s tvrdim oklopom bio povezan sa starijim jedinkama škrapoča. Ribe su više konzumirane od strane mlađih jedinki.



Graf 12. Triplot prikaz raspodjele 78 jedinki škrpoča (jedinke s praznim želudcima nisu obrađivani) s obzirom na svojte plijena, mjesec, spol i dob. Mjesec i spol označene su kao nominalne varijable dok je dob bila kvantitativna. (skraćenice: *Ilia-Ilia nucleus*, *Lico-Liocarcinus corrugatus*, *Pisnod-Pisa nodipes*, *Pisaa-Pisa armata*, *Pilhir-Pilumnus hirtellus*, *Xapor-Xantho poessa*, *Xapil-Xantho pilipes*, *Maclong-Macropodia longirostris*, *Galsqua-Galathea squamifera*, *Sicar-Sicyonia carinata*, *Liocar-sp-Liocarcinus sp.*, *Xansp-Xantho sp.*, *Pisasp-Pisa sp.*, *Galsp-Galathea sp.*, *Hippo-Hippolyte sp.*, *Myssp-Mysis sp.*, *Parten-Parthenope sp.*, *Prcessa-Processa sp.*, *Decind-Decapoda indet.*, *Cymod-Cymodoce sp.*, *Callira-Callyonimus lyra*, *Ather-Atherina sp.*, *Pisces-Pisces*, *Cer\_vul-Cerithium vulgatum*, *Nereis-Nereis sp.*, *Posocean-Posidonia oceanica*, *Cymno-Cymodocea nodosa*, *Cystos-Cystoseira sp.*, *Det-Detritus*)

## 5. RASPRAVA

U ovom istraživanju analizirano je 163 jedinki škrpoča raspona ukupne duljine od 12,4 cm do 27,2 cm ( $20,05 \pm 3,10$ ). Manje primjerke škrpoča (<12,4 cm) u ovom istraživanju nije bilo moguće uzorkovati obzirom na veličinu srednjeg oka mahe kod primjenjivanih trostrukih mreža stajaćica (32 i 40 mm). Slične rezultate, gdje se koristila poponica (veličina oka mahe 44, 50, 56, i 60 mm), objavili su Aydin i Mazlum (2020) u Crnom moru s primjercima raspona ukupne duljine od 9,7 do 32,3 cm i Rafrafi-Nouira i sur. (2016) u Tunisu (veličina oka mahe i zbosila je 24, 26 i 28 mm) s ribama raspona ukupne duljine od 8,7 do 24,6 cm. Manji primjerci škrpoča uzrokovani su u Crnom moru: Bascinar i Saglam (2009) – 6,3 cm te Demirhan i Can (2009). – 4,6 cm. U oba navedena istraživanja za uzrokovanje su korištene povlačne pridnene mreže (koća) s manjim okom mahe (npr. Demirhan i Can koristili su koću oka mahe od 18 mm).

Intenzitet ishrane je prikazan pomoću koeficijenta punoće probavila (Jr%) i koeficijenta praznosti probavila (VI%). Srednje vrijednosti koeficijenta punoće probavila bile su najviše u ožujku (2,23%) te opadale prema ljetu kad se pojavljuju najniže vrijednosti (0,56%). Koeficijent praznosti probavila (VI%) raste od ožujka (20%) do ljeta (80%) kad doseže najviše vrijednosti. Zapravo je u studenom zabilježena najviša vrijednost (100%), no taj je podatak diskutabilan jer je u tom mjesecu ulovljeno samo 5 jedinki s praznim probavilima. Moguće je da je intenzitet ishrane najniži ljeti, jer se tada škrpoč mrijesti. Razni autori su istaknuli da je najviše praznih probavila kod riba zabilježeno tijekom reproduktivnog perioda zbog smanjenog unosa hrane u tom razdoblju (Sanz, 1985.; Redon i sur., 1994). Slične rezultate imali su Morte i sur. (2001) te Bascinar i Saglam, (2009), tj. najviše praznih probavila kod škrpoča zabilježili su ljeti, što se podudara s ovim istraživanjem. Od svih 163 analiziranih škrpoča u ovom istraživanju, 85 ih je imalo prazan želudac što znači da je koeficijent praznosti probavila bio relativno visok sa postotkom od 52%. Jedan od razloga zašto VI% može biti toliko visok istaknuli su Pallaoro i Jardas, (1991) te Rafrafi-Nouira i sur. (2016), a to bi mogao biti neadekvatan način uzrokovanja jedinki za potrebe analize sadržaja probavila. Naime, mreže stajaćice koje su korištene u ovom istraživanju polažu se navečer, ostaju cijelu noć u moru te se podižu rano ujutro. Škrpoč je noćni predator što znači da mu aktivnost hranjenja počinje navečer, a završava kad svane, dok po danu leži nepomično i probavlja plijen ulovljen prethodnu noć (Šoljan i Karlovac, 1932). Zbog toga bi se moglo pretpostaviti da jedinke škrpoča ulovljene u predvečerje nisu imale priliku uhvatiti plijen za razliku od onih koje su ulovljene kasnije tijekom noći i ranog jutra. Škrpoči ulovljeni rano navečer nisu se uspjeli nahraniti kao jedinke ulovljene kasno navečer ili rano ujutro. Također, kod škrpoča ulovljenih rano navečer postoji mogućnost da su probavili plijen do jutra te su zato dobiveni visoki postoci koeficijenta praznosti probavila. Rafrafi-Nouira i sur. (2016) tvrde da ne treba isključiti mogućnost regrutacije plijena kod ribe ulovljene u mrežu. Ova hipoteza se može potvrditi rezultatima iz različitih istraživanja. Naime, istraživanja u kojima su se koristile mreže stajaćice kao alat za uzrokovanje imala su viši postotak VI% u odnosu na istraživanja u kojima su uzorci ulovljeni kočarenjem. Poponu su u svojim istraživanjima koristili Rafrafi-Nouira i sur. (2016); Aydin i Mazlu (2020) te su im vrijednosti VI% iznosile 41,11% i 47,2%, dok su Castriota i sur (2021), koristili mrežu stajaćicu i koću, no samo su 3 od 118 škrpoča ulovljeni u koću dok je ostatak ulovljen u mrežu stajaćicu te je VI% ovdje iznosio visokih 53,4%. Uzrokovanja kočom danju dala su drugačije rezultate. Bascinar i Saglan (2009), bilježe VI%=32,83%, a Morte i sur. (2001) VI%=23,5%, dok je uzrokovanje vršom kod Rosca i Arteni, (2010) u Crnom moru pokazalo najniže vrijednosti, VI%=13,53%. Harmelin-Vivien i sur. (1989) su u svom istraživanju također koristili pridnenu povlačnu mrežu (koću) za uzrokovanje, no dobili su relativno visoke vrijednosti (VI%= 49,81%) što se možda može objasniti periodom uzrokovanja. Naime oni su mrežu povlačili danju između 10 i 12 sati te noću

između 22 i 24 sata pa se jedinke škrpoča ulovljene u ranim večernjim satima nisu stigle nahraniti.

Kod jedinki škrpoča u kojima je utvrđen sadržaj želudca, determinirano je sveukupno 28 različitih svojti plijena (19 dekapodnih rakova, 3 ribe, 3 vrste biljnog materijala i ostali slučajni plijen (izopodni rak *Cymodoce sp.*, morski puž *Cerithium vulgatum* i mnogočetinaš *Nereis sp.*)), a probavljeni je organski materijal naznačen kao detritus. Red deseteronožnih rakova (Decapoda) pokazali su najviše vrijednosti frekvencije učestalosti pojavljivanja (72%), od kojih su se najčešće pojavljivale porodice Portunidae (17,12%), Xanthidae (9,57%) i Processidae (8,22%). Ribe grgečke (Perciformes) imale su frekvenciju učestalosti pojavljivanja  $F\%=8,21\%$ , dok je od biljnih svojti *Posidonia oceanica* imala veće vrijednosti (12,32%). U Mediteranu su visoku diverzifikaciju plijena jedinki škrpoča zabilježili Rafrafi-Nouira i sur. (2016) u Tunisu (79 svojti) i Morte i sur., (2001) u Španjolskoj (44 svojti), dok su Castriota i sur. (2012) na zapadnoj obali srednjeg Jadrana zabilježili samo 9 svojti plijena. Kod Rafrafi-Nouira i sur. (2016) plijen koji se najčešće pojavljivao bili su rakovi (91,30%), od kojih su najistaknutiji bile vrste *Eriphia verrucosa* (14,24%), *Pilumnus hirtellus* (4,27%) i *Xantho incisus* (3,64%), dok su se porodice Portunidae i Processidae rijetke pojavljivale. Ribe i *Posidonia oceanica* su imale istu vrijednost (2,06%). Morte i sur. (2001) su također imali slične rezultate. Najčešće su se pojavljivali rakovi, ponajviše vrsta *Pisidia longimana* (18,75%), porodica Portunidae (15,34%) i vrsta *Pilumnus hirtellus* (14,77%), a porodica Processidae rjeđe (7,38%). Castriota i sur. (2012) bilježe visoku učestalost pojavljivanja rakova, no kod njih su dominantne vrste *Goneplax rhomboides* (81,8%) i *Alpheus glaber* (14,5%), dok su vrste iz prethodno navedenih istraživanja rijetke ili se uopće ne pojavljuju. Arculeo i sur., (1993) u Tirenskom moru i Harmelin-Vivien i sur. (1989) u Francuskoj zabilježili su najviše vrijednosti frekvencije učestalosti pojavljivanja za rakove, iza čega su slijedile ribe. Istraživanja u Crnom moru generalno su nalazila manje svojti plijena u želucima jedinki škrpoča u odnosu na Sredozemno more. Najviše svojti (29), je utvrđeno kod Mehmet i Mazlum (2020), dok su Bascinar i Saglan (2009) i Demirhan i Can (2009) determinirali 10, odnosno 9 svojti. Mehmet i Mazlum (2020) su u svom istraživanju došli do spoznaje da najviše vrijednosti frekvencije učestalosti pojavljivanja ima izopodni rak *Idotea balthica* (12,4%), nakon koje slijede *Pilumnus hirtellus* (11,11%) te porodice Portunidae i Xanthidae s istom vrijednosti od  $F\%=9,82\%$ . Ribe grgečke su sveukupno imale vrijednosti  $F\%=17,33\%$ . Bascinar i Saglan (2009) zabilježili su najviše vrijednosti frekvencije učestalosti pojavljivanja za *Mullus barbatus ponticus* (26,09%) iza koje slijedi jednakonožni rak *Liocarcinus depurator* iz porodice Portunidae (25,65%).

U ovom istraživanju najveći postotak brojnosti ( $N\%$ ) imali su deseteronožni rakovi (90,625%) od kojih su najbrojniji bili pripadnici redova: Portunidae (17,5%) i Processidae (14,375%). Pojedinačno, od vrsta je najzastupljeniji rak bio *Sicyonia carinata* (10,625%). Ribe grgečke (Perciformes) imale su brojčanu zastupljenost  $N\%=6,87\%$ . I na ostalim područjima Sredozemnog mora gdje su provedena slična istraživanja zabilježeni su slični rezultati; visoke vrijednosti postotka brojnosti za rakove, dok su ribe uglavnom predstavljale manje od 10% vrijednosti. Jedino u pribalnom moru Francuske su Harmelin-Vivien i sur. (1989) za ribe zabilježili veći postotak brojnosti (24%). U obalnim vodama Tunisa Rafrafi-Nouira i sur. (2016) su utvrdili najveću brojčanu zastupljenost za vrstu *Eriphia verucosa* (16,22%), a u Španjolskoj su Morte i sur. (2001) najviše vrijednosti imali za vrstu *Pisidia longimana* (10,46%), U oba je istraživanja rak *Pilumnus hirtellus* bio na drugom mjestu ( $N\%=4,73\%$  i  $N\%=7,67\%$ ), dok je postotak brojnosti za porodice Portunidae i Processidae bio nešto niži u usporedbi s ovim istraživanjem. Na zapadnoj obali srednjeg Jadrana su Castriota i sur. (2012) dobili nešto drugačije rezultate. Najviše vrijednosti brojčane zastupljenosti imao je rak *Goneplax rhomboides* (69,5%), iza kojeg slijede vrste *Alpheus glaber* (12,2%) i *Pilumnus hirtellus* (3,7%), dok su na istočnoj obali Jadrana Pallaoro i Jardas,

(1991) dobili najvišu brojčanu zastupljenost za vrstu *Pilumnus hirtellus*. Istraživanja prehrane škrapoča provedena u Crnom moru ukazuju na drukčije rezultate u odnosu na Sredozemno more, a i oni se sami s obzirom na isto područje međusobno razlikuju. Naime, iako su rakovi kod navedenih istraživanja dominantna skupina po pitanju brojčane zastupljenosti, najzastupljeniji rak bio je *Liocarcinus depurator* iz porodice Portunidae, s  $N\%=26,27\%$  (Bascinar i Saglam, 2009). Najviše vrijednosti postotka brojnosti zabilježene su ipak za ribe (34,51%), od kojih 25,10% otpada na trlju blataricu (*Mullus barbatus ponticus*), a ostatak na morske konjice (*Hippocampus sp.*). Nasuprot tomu, Aydin i Mazlum (2020) su na Turskoj obali Crnog mora utvrdili drukčije podatke. Najbrojniji plijen jedinki škrapoča bio je izopodni rak *Idotea balthica* (57,18%), dok je na ribe otpalo 10,32%, od kojih je škrapoč zauzimao najveći postotaki od 3,19%. Navedeno može ukazati da kanibalizam na tom području nije slučajna pojava.

Najveće vrijednosti postotka mase (W%), u ovom istraživanju, imali su deseteronožni rakovi (Decapoda  $W\%=86.61\%$ ), od kojih je dominirala porodica Portunidae (46,66%). Rakovi su u priobalnim vodama Tunisa imali masenu zastupljenost od 92,84%, pri čemu je prednjačila vrsta *Eriphia verrucosa* (28,80%) bila najzastupljenija (Rafrafi-Nouira i sur., 2016). U Španjolskim vodama Morte i sur. (2001) imali su najveće vrijednosti masene zastupljenosti za raka vrste *Pilumnus hirtellus* (16,7%), iza kojega slijede *Bathynectes longipes* (11,5%) i porodica Portunidae (10,25%). U Jadranu su na pjeskovitom dnu Castriota i sur. (2012) imali najveću masenu zastupljenost od 84,1% za vrstu raka *Goneplax rhomboides*, iza kojeg slijedi rak *Alpheus glaber* (7,5%) dok su ostali rakovi imali zanemarive vrijednosti. Incun (*Engraulis encrasicolus*) imao je postotak mase od  $W\%=3,9\%$ . U Crnom moru su rezultati od Aydin i Mazlum (2020) i Bascinar i Saglam (2009) pokazali više vrijednosti postotka mase za ribe nego u istraživanjima u Sredozemnom moru pri čemu su prednjačili skrpun, šnjur (*Trachurus mediterraneus*), trlja blatarica (*Mullus barbatus ponticus*) i morski konjici (*Hippocampus sp.*). Od zajedničkih svojti s našim radom značajnije vrijednosti u Crnom moru imala je porodica Portunidae.

Uzimajući u obzir vrijednosti frekvencije učestalosti pojavljivanja (F%), brojčane zastupljenosti (N%) i masene zastupljenosti (W%), izračunat je indeks relativnog značaja (IRI%) u svrhu procjene važnosti svojti plijena. Najznačajnija skupina plijena u ovom istraživanju bio je red deseteronožnih rakova ( $IRI\%=92.66\%$ ), dok su se ribe pokazale znatno manje značajnim ( $IRI\%=7,29\%$ ). Ostali se plijen smatrao slučajnim (izopodni rak, mnogočetinaš i puževi). Od rakova se po važnosti najviše isticala porodica Portunidae (36,78%) čiji je predstavnik *Liocarcinus corrugatus* zauzimao  $IRI\%=18,89\%$ , porodica Processidae (10,82%) i vrsta *Sicyonia carinata* (7,38%). Mnogi rezultati istraživanja prehrane škrapoča diljem Sredozemnog mora u suglasju su onim utvrđenim u ovom istraživanju. Rakovi su najznačajnija skupinom plijena u prehrani škrapoča, iza koje slijede ribe, dok je ostali plijen (mногоčetinaši i puževi) zanemariv (Morte i sur., 2001; Rafrafi-Nouira i sur., 2016; Harmelin-Vivien i sur., 1989; Castriota i sur., 2012 i Pallaoro i Jardas, 1991). U ovom se istraživanju rak *Pilumnus hirtellus* primijećivao, međutim nije imao značajnu važnost za razliku kod Pallaoro i Jardas (2001) i Morte i sur. (2001), gdje se pokazao kao najznačajnijom svojtom plijena. Najznačajniji plijen škrapoča u Tunisu (Rafrafi-Nouira i sur., 2016) bio je rak *Eriphia verrucosa*, a u zapadnom Jadranu (Castriota i sur., 2012) *Goneplax rhomboides*. Osim našeg istraživanja, Morte i sur. (2001) su također imali visoke postotke indeksa relativnog značaja za porodice Portunidae i Processidae. U Crnom su moru Aydin i Mazlum (2020) imali rezultate koji se slažu s našima i rezultatima diljem Mediterana; škrapoč se preferabilno hrani rakovima, povremeno ribom, a ostali plijen je slučajan. Iz ovog rada i pregledom podataka iz istraživanja prehrane škrapoča provedenim na drugim područjima Sredozemnog mora, može se zaključiti da škrapoč u svojoj ishrani preferira rakove, dok se ribe povremeno nalaze u njihovim probavilima. U ovom je istraživanju utvrđeno 28 svojti plijena u probavlima škrapoča, dok je u ostalim istraživanjima determinirano više (najviše u Tunisu,



79). Najmanje različitih svojiti plijena utvrđeno je na području Crnog mora što se može tumačiti manjom biološkom raznolikošću živoga svijeta na tom području (Zaitsev i sur. (2002). Također, valjalo bi uzeti u obzir i masovnu pojavu invazivnog rebrasa vrste *Mnemyopsis leiydii* u Crnom moru što je dodatno moglo utjecati na pad bioraznolikosti (Dumont i sur. (2004). Visoka varijabilnost svojiti plijena, pogotovo rakova, u prehrani škrapoča ukazuje nam da je on, kao što su to naglasili Pallaoro i Jardas, (1991), oportunist te svoj plijen neće birati ovisno o vrsti, nego o dostupnosti, količini i rasponu veličine samog plijena (Macpherson, 1978; Morte i sur., 2001). Rafrafi-Nouri i sur. (2016) smatraju da se škrapoč može koristiti kao indikator bioraznolikosti određenog područja radi širokog spektra plijena kojim se hrani. Tu se može povući poveznica s vrstom dna na kojem su populacije škrapoča uzrokovane. Primjerice, ovo istraživanje i istraživanje u Tunisu (Rafrafi-Nouira i sur., 2016) uzrokovalo je škrapoče na livadama posidonije i pjeskovito-kamenitom dnu te je broj svojiti iznosio 28 i 79, dok su Castriota i sur. (2016) uzrokovali škrapoče oko platformi na pjeskovito-muljevitem dnu gdje su pronašli 9 svojiti plijena. Livade morskih cvijetnica i kamenita dna pružaju utočište raznim bentičkim organizmima, pogotovo deseteronožnim rakovima, za razliku od pjeskovito-muljevitemog dna siromašnijeg vrstama. Također, s obzirom da je škrapoč oportunist, hranit će se plijenom koji je najdostupniji i najbrojniji na tom području pa tako je najbrojnija svojita plijena kod Castriota i sur. (2012) na muljevitem dnu u zapadnom Jadranu bio rak *Goneplax rhomboides*, uobičajena vrsta na Jadranskom muljevitem dnu (Scarcella i sur., 2007). Jedan od mogućih razloga zbog čega je u ovom istraživanju utvrđeno 28 svojiti plijena škrapoča, dok je u Tunisu (Rafrafi-Nouira i sur., 2016) zabilježeno 79 svojiti, je manji statistički značajan broj jedinki. Naime, analiza sastava probavila obavljena je na uzorku od 163 jedinke u Medulinskom zaljevu, dok je u istraživanju u Tunisu analizirano 715 jedinki. Najbrojnije i najučestalije svojite plijena (*Liocarcinus sp.*, *Processa sp.*, *Xantho sp.* i *Sicyonia carinata*) u probavilima škrapoča u Medulinskom zaljevu su uobičajeni stanovnici u livadama morskih cvjetnica i hridinasto-ljušturastog dna Jadranskog mora (Garcia Raso i sur., 2006). Područje gdje su polagane mreže u Medulinskom zaljevu poznato je po prostranim livadama morskih cvijetnica i po hridinastim dnima te je za očekivati da će prehranu škrapoča sačinjavati plijen koji je inače prisutan u takvim biocenoza. Visoki postoci indeksa ishrane za spomenute svojite plijena u ovom istraživanju mogu biti pokazatelji da su to najbrojnije svojite deseteronožnih rakova (sličnih veličina i ekoloških karakteristika) na nekom određenom području u određeno doba godine. Uz to, CCA analiza ukazala je na izrazitu sezonalnost ishrane škrapoča tijekom godine. Naime, plijen grupiran u kategoriju „tvrđi plijen“, učestalije se konzumira u proljetnom periodu, dok je plijen iz druge kategorije („mekši plijen“) u ishrani škrapoča najzastupljeniji u jesenskom periodu. Navedeno je neovisno o starosti i veličini jedinki što bi moglo ukazati na određene prehrambene preferencije u različito godišnje doba. Također, treba uzeti u obzir i specifične energetske potrebe jedinki u određeno doba godine (npr. prije i nakon mrijesta) te raspoloživost hrane (ponajviše rakova) čiji su ciklusi pojavljivanja, osim reprodukcije i mrijesta vezani i uz dostupnost hrane na nekom području. Visok postotak nedeterminiranih deseteronožnih rakova, nedeterminiranih riba i detritusa u uzorcima škrapoča može se objasniti istim razlogom koji je rezultirao visokim postotkom praznih probavila, odnosno moguće je da metoda uzorkovanja nije najprikladnija. Međutim, za tako nešto teško je pronaći idealno rješenje budući je škrapoč aktivan u sumrak i noću, a danju se skriva na nedostupnim mjestima. Još jedan nedostatak uzorkovanja mrećom stajaćicom je to što ukoliko se škrapoč u mrežu ulovio već u sumrak, a imao je pun želudac, izvjesno je da će se određeni dio hrane probaviti do neprepoznatljivosti i/ili proći kroz probavni sustav. Škrapoč je makrofagni predator, no ipak je pronađen biljni materijal u njegovom probavilu i to ponajviše uginuli listovi posidonije što je potvrđeno i u drugim istraživanjima (Harmelin-Vivien i sur., 1989; Rafrafi-Nouira i sur., 2016) To se može pojasniti tehnikom unosa plijena u usta škrapoča, tj. usisavanjem. Temelj ovog mehanizma hranjenja je protruzija čeljusti i unos vode u usta zbog stvaranja negativnog tlaka u ustima. Ako se na mjestu

uzrokovanja ili neposredno u blizini nalaze livade morskih cvjetnica, postoji velika mogućnost da će se na dnu nalaziti njeni uginuli listovi. S obzirom da je primarni plijen škroča bentički, prilikom unosa plijena u usta mogu se unijeti i dijelovi biljnog materijala koji ne bi trebao imati nikakvu hranjivu vrijednost za ovu vrstu. Naime, škroč je opisan kao predator iz zasjede, tj. leži nepomično na morskom dnu i napada pokretni plijen (Harmelin-Vivien i sur., 1989). Time se može pojasniti i prisutnost ostalog pokretnog plijena kao što su mnogočetinaš i izopodni rak. No, u probavilu jedne jedinice pronađena su dva juvenilna morska puža (*Cerithium vulgatum*), a u škročima uzorkovanim na području Tunisa također su utvrđeni predstavnici razreda Gastropoda (Rafrafi-Nouira i sur., 2016). Moguće je da su oni kao i u slučaju s biljnim materijalom slučajno usisani u probavni sustav, međutim podataka o njihovoj ulozi u hranjenju i eventualnoj energetskej pohrani u trenutno dostupnoj literaturi još uvijek nema.

## 6. ZAKLJUČCI

1. Intenzitet hranjenja kod škrapoča u Medulinskom zaljevu najniži je u ljetnom razdoblju, odnosno u vrijeme mrijesta.
2. U Medulinskom zaljevu glavnu hranuškrpočupredstavljaju desetonožni rakovi (Decapoda), dok se manje hrani ribljim plijenom.
3. Od desetonožnih rakova (Decapoda) po svim indeksima hranidbe najvažnija je vrsta *Liocarcinus corrugatus*.
4. U proljeće su u hranidbi zastupljeniji rakovi tvrdog oklopa, dok na jesen prevladavaju kozice (rakovi mekšeg oklopa).
5. Neovisno o veličini škrapoča, postoje specifičnosti u ishrani tijekom različitih sezona, što se prvenstveno odnosi na skupine plijena.
6. Starost škrapoča je u slabijoj vezi sa svojstama plijena, alisu plijen s mekanim oklopom češće konzumirale mlađe jedinke, dok su plijen s tvrdim oklopom češće konzumirale starije jedinke škrapoča. Uz navedeno, riba je više bila prisutna u želudcima mlađih jedinki.

## 7. Popis literature:

**Adriana, P., Benedito, P.D.** (1999): Purification and partial characterisation of N-acetyl  $\beta$  D glucosaminidase from *Trichomonas foetus*. Parasitological Research, 85: 256-262.

**Aksiray, F.** (1987): The identification key of Turkish marine fishes. 4<sup>th</sup> edition, Istanbul. Istanbul University Press, no. 349.

**Al Abdulhadi, H. A.** (2005): Some comparative histological studies on alimentary tract of tilapia fish (*Tilapia spilurus*) and sea bream (*Mylio cuvieri*). Egypt. J. Aquat. Res., 31: 387-397.

**Arculeo, M., Frogli, C., Riggio, S.** (1993): Food partitioning between *Serranus scriba* and *Scorpaena porcus* (Perciformes) on the infralittoral ground of the South Tyrrhenian Sea. Cybium, 3: 251–258.

**Aydin, M., Mazlum, R.E.** (2020): Feeding ecology of black scorpion fish (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758) in SE Black Sea region, (Ordu) Turkey. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 100: 435–444.

**Bakran-Petricioli, T.** (2007): Morska staništa - Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja. Državni zavod za zaštitu prirode Zagreb.

**Başçınar, N. S., Sağlam, H.** (2009): Feeding habits of black scorpionfish *Scorpaena porcus*, in the South-Eastern Black Sea. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 9: 99–103.

**Bell, J. D., Harmelin-Vivien M. L.** (1983): Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. II – Feeding habits. Téthys, 11:1–14.

**Bilgin, S., Çelik, E.Ş.** (2009): Age, growth and reproduction of the black scorpionfish, *Scorpaena porcus* (Pisces, *Scorpaenidae*), on the Black Sea coast of Turkey. Journal of Applied Ichthyology, 25 (1): 55-60.

**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., eds.). Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center: 77-97.

**Bradai, N., Bouain, A.** (1988): Age et croissance de *Scorpaena porcus* et *Scorpaena scrofa* du golfe de Gabès. Bull. Inst. Natn. Scient. Tech. Océanogr., 15:13–38.

**Castriota, L., Falautano, M., Finoia, M.G., Consoli, P., Peda, C., Esposito, V., Battaglia, P., Andaloro, F.** (2012): Trophic relationships among scorpaeniform fishes associated with gas platforms. Helgoland Marine Research, 66: 401–411.

**Compaire, J. C., Casademont, P., Cabrera, R., Gómez-Cama, C., Soriguer, M. C.** (2018): Feeding of *Scorpaena porcus* (Scorpaenidae) in intertidal rock pools in the Gulf of Cadiz (NE Atlantic). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 98(4): 845-853.

**Demirhan, S.A., Can, M.F.** (2009): Age, growth and food composition of *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) in the southeastern Black Sea. J Appl Ichthyol, 25:215–218.

**Egerton, S., Culloty, S., Whooley, J., Stanton, C., Ross, R.P.** (2018): The Gut Microbiota of Marine Fish. Front. Microbiol., 9:873.

- Farrell, A.P., Cech, J.J., Jr., Richards, J.G., Stevens, E.D.** (2011): Encyclopedia of fish physiology: from genome to environment. Academic press, 597-601.
- Ferri, J., Petrić, M., Matić-Skoko, S.** (2010): Biometry analysis of the black scorpionfish *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) from the eastern Adriatic Sea. *Acta Adriatica*, 51(1): 45-53.
- Froese, R., D. Pauly.** (2013.): Fish Stocks. U: Encyclopedia of Biodiversity 2<sup>nd</sup> Edition (Levin, S., ed.). 3: 477-487.
- García-Raso, J.E., Martín, M.J., Díaz, V., Cobos, V., Manjón-Cabeza, M.E.** (2006): Diel and seasonal changes in the structure of a Decapod (Crustacea: Decapoda) community of *Cymodocea nodosa* from Southeastern Spain (West Mediterranean Sea). *Hydrobiologia*, 557(1): 59 – 68.
- Grubišić, F.** (1982): Ribe, rakovi i školjke Jadrana. Liburnija, Rijeka. Naprijed, Zagreb. 239 pp.
- Harmelin-Vivien, M.L., Kaim-Malka, R.A., Ledoyer, M. Jacob-Abraham, S.S.** (1989): Food partitioning among scorpaenid fishes in Mediterranean seagrass beds. *Journal of Fish Biology*, 34: 715-734.
- Holden, M. J., Raitt, D. F. S.** (1974): Manual of Fisheries Science. Part 2: Methods of Resource Investigation and their Application. FAO, Rome.
- Hureau, J. Litvinenko, C.** (1986.): Scorpaenidae. *In: Fishes of the North-Western Atlantic and the Mediterranean*, (Whitehead, P. J. P., Buchot, M. L., Hureau, J. C., Nielsen, J., Tortonese, E., eds). UNESCO Paris, 3: 1211–1229.
- Hyslop, E. P.** (1980): Stomach contents analysis, a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, (17): 411–429.
- İbrahim, S., Muhammad, M., Ambak, M.A., Zakaria, M.Z., Mamat. A.S., İsa, M.M., Hajisamae, S.** (2003): Stomach Contents of Six Commercially Important Demersal Fishes in the South China Sea, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 3: 11-16.
- IGFA**, (2001): Database of IGFA angling records until 2001. IGFA, Fort Lauderdale, USA.
- Jardas I., Pallaoro, A.** (1991): Food and feeding habits of black scorpionfish (*Scorpaena porcus* Linnaeus. 1758) (Pisces: Scorpaenidae) along the Adriatic coast. *Acta Adriat.* 32:885–888.
- Jardas, I.** (1996): Jadranska ihtofauna. Školska knjiga Zagreb. 406. Str.
- Jardas, I., Pallaoro, A.** (1992): Age and growth of black scorpionfish *Scorpaena porcus* L. 1758 in the Adriatic Sea, *Rapp. Comm. Int Mer Médit*, 33: 296.
- Kramer, K.J., Muthukrishnan, S.** (1997): Insect chitinase: Molecular biology and potential use as biopesticides. *Insect Biochemistry Molecular Biology*, 27: 887-900.
- Kutsyn, D.N., Skuratovskaya, E.N., Chesnokova, I.I.** (2019): Age and Growth of the Black Scorpionfish *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758 (Scorpaeniformes: Scorpaenidae) under Anthropogenic Pressure in the Black Sea. *J. Ichthyol.*, 59, 358–365.
- La Mesa, M., Scarcella, G., Grati, F., Fabi, G.** (2010): Age and growth of the black scorpionfish, *Scorpaena porcus* (Pisces: Scorpaenidae) from artificial structures and natural reefs in the Adriatic Sea. *Sci. Mar.*, 74: 677– 685.

- LAGUR Istarska batana** (2017): Lokalna razvojna strategija u ribarstvu, Prilog XVI.
- Lopez-Peralta, R.H., Arcila, C.A.T.** (2002): Diet composition of fish species from the southern continental shelf of Colombia. *Naga, WorldFish Center Quarterly*, 25: 23-29.
- Macpherson, E.** (1978): Régimen alimentario de *Micromesistius poutassou* (Risso, 1810) y *Gadiculus argenteus argenteus* Guichenot, 1850 (Pisces, Gadidae) en el Mediterráneo occidental. *Investigación Pesquera*, 42: 305-316.
- Mecha J.C., Danbrifosse G. & Jeuniaux C.H.** (1973) Activity of gastric chitinase reptile depending on pH. *Journal of Physiology & Biochemistry*, 81: 629-637.
- Mokrane, Z., Laribi, H., Touahria, N., Boufersaoui, S., Zerouali, F.** (2015): Diet in relation to the tract structure and the chitinolytic activity in *Scorpaena notata* (Rafinesque, 1810) at the Algerian coast. *Cah. Biol. Mar.*, 56: 245-252.
- Morales-Nin, B.** (2001): Mediterranean deep-water fish age determination and age validation: the state of the art. *Fisheries Research*, 51: 377-383.
- Morte, S., Redon, M.J., Sanz-Brau, A.** (2001): Diet of *Scorpaena porcus* and *Scorpaena notata* (Pisces: Scorpaenidae) in the western Mediterranean. *Cahiers de Biologie Marine*, 42: 333–344.
- Moutopoulos, D.K., Stergiou, K.I.** (2002): Length-weight and length-length relationships of fish species of the Aegean Sea (Greece). *J. Appl. Ichthyol.*, 18(3):200-203.
- Nazlić, M., Paladin, A., Bočina, I.** (2014.): Histology of the digestive system of the black scorpionfish *Scorpaena porcus* L. *Acta Adriat.*, 55(1): 65-74.
- NN** (38/2018): Pravilnik o obliku sadržaju, i načinu vođenja i dostave podataka o ulovu u gospodarskom ribolovu na moru.
- Pinkas, L.** (1971): Food habits study: food habits of albacore bluefin tuna and bonito in California waters. *Fishery Bulletin* 152: 1–105.
- Piria, M.** (2007): Ekološki i biološki čimbenici ishrane ciprinidnih vrsta riba iz rijeke Save. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb. 250 p.
- Piria, M., Treer, T., Safner, R., Aničić, I., Odak, T.** (2001): Research methodology of natural nutrition of freshwater fish. *Ribarstvo*, 59 (1): 9–23.
- Rafrafi-Nouira, S., El Kamel-Moutalibi, O., Boumaïza, M., Reynaud, C., Capapé, C.** (2016): Food and feeding habits of black scorpionfish, *Scorpaena porcus* (Osteichthyes: Scorpaenidae) from the northern coast of Tunisia (Central Mediterranean). *Journal of Ichthyology*, 56: 107–123.
- Redón, M.J., Morte, M.S. & Sanz-Brau A.** (1994): Feeding habits of the spotted flounder *Citharus linguatula* off the eastern coast of Spain. *Marine Biology*, 120: 197-201.
- Riedl, R.** (1981): Fauna und Flora der Adria. Verlag Paul Parey, eds. Hamburg, Berlin.
- Rodríguez Mendoza, R. P.** (2006): Otoliths and their applications in fishery science. *Ribarstvo*, 64 (3): 89 - 102.
- Roșca, I., Arteni, O.M.** (2010): Feeding ecology of black scorpionfish (*Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758) from the Romanian Black Sea (Agigea – Eforie Nord area). *Animal Biology and Animal Husbandry* 2: 39–46.

**Rosecchi, E., Nouaze, Y.** (1987): Compaiaonde cinq Indices alimentaires utilises dans l'analyse des contenus stoma- caux. Rev. Trav. Inst. Peches. marit., 49(3-4):111-123.

**Sanz, A.** (1985): Contribución al estudio de la biología de *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758 (Osteichthyes, Uranoscopidae) del Mediterráneo Occidental. *Investigación Pesquera*, 49: 35-46.

**Scarcella, G., Fabi, G., Grati, G.** (2007): Rapido trawl fishery in the north- central Adriatic Sea. *Rapp Comm int Mer Medit*, 38:591.

**Shiganova, T. A., Dumont, H. J., Mikaelyan, A., Glazov, D. M., Bulgakova, Y. V., Musaeva, E. I., Sorokin, P. Y., Pautova, L. A., Mirzoyan, Z. A., Studenikina, E. I.** (2004): Interactions Between the Invading Ctenophores *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) and *Beroe ovata* Mayer (1912) and Their Influence on the Pelagic Ecosystem of the Northeastern Black Sea. *U: (Dumont, H., Shiganova, T. A., Nierman U., eds.) Aquatic Invasions in the Black, Caspian, and Mediterranean Seas. NATO Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences*, 35: 33–70.

**Siblot-Bouteflika, D.** (1976): Contribution à l'étude des Scorpaenidae de la région d'Alger. Université Aix-Marseille 2. Faculte des sciences. 181 Str.

**Stevens, C. E., and Hume, I. D.** (2004). *Comparative Physiology of the Vertebrate Digestive System*. Cambridge: Cambridge University Press.

**Šoljan, T., Karlovac, O.** (1932): Untersuchun - gen über die Ernährung der adriatischen Scorpaena-Arten. *Acta Adriat.*, 1(1): 23 Str.

**Ter Braak, C. J. F., Smilauer, P.** (2002): CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5), Ithaca NY, USA.

**Treer, T., Aničić, I., Safner, R.** (1995) The growth and condition of common carps (*Cyprinus carpio*) introduced into Croatian Vransko jezero. *Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo*, 53: 2, 63-73.

**Treer, T., Piria, M.** (2018): Osnove primjenjene ihtiologije. Agronomski fakultet Zagreb. 191 Str.

**Windell, J. T.** (1971): Food analysis and Rate of Digestion. IBP Handbook No.3.

**Zacharia, P.U.** (2004): Trophodynamics and Review of methods for Stomach content analysis of fishes. CMFRI Winter School Technical Notes: Towards Ecosystem Based Management of Marine Fisheries – Building Mass Balance Trophic and Simulation Models. Central Marine Fisheries Research Institute, Kochi, India. 12 Str.

**Zaitsev, Y.P., Alexandrov, B. G., Berlinsky, N. A., Zenetos, A.** (2002): The Black Sea an oxygen-poor sea. *U: Europe's biodiversity - biogeographical regions and seas. Environmental issue report Published by EEA (European Environment Agency) Copenhagen 2002.*

#### **Izvori slika:**

**Slika 9.** www.marinas.com. Preuzeto s:

[https://marinas.com/view/marina/x1c147e\\_Bodulas\\_Island\\_Marina\\_Premantura\\_Croatia](https://marinas.com/view/marina/x1c147e_Bodulas_Island_Marina_Premantura_Croatia)  
(Zadnje pristupljeno: 15.08.2021.)

**Slika 9.** <https://hr.wikipedia.org/wiki/Zadar> Preuzeto s:

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Zadar#/media/Datoteka:Croatia\\_location\\_map.svg](https://hr.wikipedia.org/wiki/Zadar#/media/Datoteka:Croatia_location_map.svg)

(Zadnje pristupljeno: 29.8.2021.)

## 8. Sažetak

U ovom radu istraživana je sastav i intenzitet ishrane škrapoča, *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) u Medulinskom zaljevu, na južnoj i jugozapadnoj strani otočića Bodulaš. Sadržaj probavila analiziran je na 163 jedinki, ukupne duljine (TL) od 12,4 do 27,2 cm, uzrokovanih metodom trostrukih mreža stajaćica (poponica), s dvije različite veličine oka mahe 32 mm i 40 mm pri ribolovu na doček. Intenzitet hranjenja kod škrapoča u Medulinskom zaljevu najniži je u ljetnom razdoblju, odnosno u vrijeme mrijesta. Glavnu hranu škrapoču predstavljaju deseteronožni rakovi (Decapoda), dok se ribljim plijenom hrani manje. Od deseteronožnih rakova (Decapoda) po svim indeksima hranidbe najzastupljenija je vrsta *Liocarcinus corrugatus*. U proljeće su u hranidbi zastupljeniji rakovi tvrdog oklopa, dok na jesen prevladavaju kozice (rakovi mekšeg oklopa). Dob ulovljenih jedinki škrapoča varira od 2 do 10 godina. Odnos spolova, mužjaka prema ženkama bio je 1:17,1. Starost škrapoča je u slabijoj vezi sa svojama plijena, ali su plijen s mekanim oklopom češće konzumirale mlađe jedinke, dok su plijen s tvrdim oklopom češće konzumirale starije jedinke škrapoča. Uz navedeno, riba je više bila prisutna u želudcima mlađih jedinki.

Izvornik je na hrvatskom jeziku (39 stranica, 14 slika, 12 grafova, 3 tablice, 63 literaturnih navoda).

## 9. Abstract

In this research, the composition and feeding intensity of the black scorpionfish, *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) in the Medulin Bay, on the south and southwest side of the islet Bodulaš, was investigated. The content of the digestive tract was analyzed on 163 individuals whose total length (TL) varied from 12.4 to 27.2 cm, collected by the method of "poponica" mesh, different mesh sizes of 32 mm and 40 mm. The feeding intensity of the black scorpionfish in the Medulin Bay is lowest in the summer, ie during spawning. In the Medulin Bay, the main prey of the black scorpionfish are crustaceans from the order Decapoda, while fish prey is eaten less. Of the order Decapoda, according to all indices, the most important is the species *Liocarcinus corrugatus*. In the spring, crabs of harder shells are present in the diet, while in autumn, shrimps (crabs of softer shells) predominate. The age of the caught black scorpionfish varies from 2 to 10 years. The sex ratio of males to females was 1: 17.1. The age of the black scorpionfish is less closely related to the prey species, but soft-shelled prey was more often consumed by younger specimens, while hard-shelled prey was more often consumed by older specimens. In addition, fish was more present in the stomachs of younger individuals.

Original in Croatian (39 pages, 14 figures, 12 graphs, 3 tables, 63 references).



