

"Mikroplastika u probavilima trlje od blata, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758), bukve, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) i mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana"

Glavor, Irena

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Dubrovnik / Sveučilište u Dubrovniku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:155:112823>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-27**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Dubrovnik](#)



SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Irena Glavor

Mikroplastika u probavilima trlje od blata, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758),
bukve, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) i mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus,
1758) na području južnog Jadrana

DIPLOMSKI RAD

Dubrovnik, 2017.

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Irena Glavor

Mikroplastika u probavilima trlje od blata, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758),
bukve, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) i mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus,
1758) na području južnog Jadrana

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

doc. dr. sc. Tatjana Dobroslavić

Dubrovnik, 2017.

Ovaj diplomski rad izrađen je pod stručnim vodstvom doc. dr. sc. Tatjane Dobroslavić, u sklopu diplomskog studija Marikultura na Odjelu za akvakulturu Sveučilišta u Dubrovniku.

ZAHVALA

Od srca se zahvaljujem svojoj mentorici doc. dr. sc. Tatjani Dobrosravić na stručnoj pomoći i strpljenju pri izradi ovog diplomskog rada. Zahvaljujem se svojim roditeljima i obitelji koja mi je omogućila bezbrižno studiranje, hvala im i na beskrajnom strpljenju. Hvala i baki Ani uz koju sam zavoljela more i ribe. Hvala i svim ribarima i uzgajivačima s područja Malog mora na podršci koju su mi pružili.

SAŽETAK

Mikroplastika u probavilima tlje od blata, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758), bukve, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) i mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

U ovom radu istraživana je prisutnost mikroplastike u probavilima trlje od blata, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758), bukve, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) i mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana. Analiziranim jedinkama određivan je i duljinsko – maseni odnos, indeks kondicije i prehrana. Tijekom istraživanja ukupno je analizirano 107 jedinka; 38 trlja od blata, 42 bukve i 27 mola. Prosječna duljina tijela jedinki trlja od blata bila je $17,07 \pm 1,46$ cm, bukava $16,79 \pm 1,40$ cm, a mola $24,22 \pm 2,75$ cm. Prosječna masa tijela jedinki trlja od blata iznosila je $51,14 \pm 15,17$ g, bukava $48,63 \pm 12,08$ g, a mola $95,53 \pm 43,76$ g. U ukupnom uzorku trlja od blata i bukava prevladavaju ženke, dok su u uzorku mola zastupljeniji mužjaci. Ukupni uzorak ($b=2,687$) i ženke trlja od blata ($b=2,627$) pokazuju negativan alometrijski rast, dok mužjaci ($b=3,254$) imaju pozitivan alometrijski rast. Ukupni uzorak ($b = 2,491$), kao i mužjaci ($b = 2,441$) i ženke bukve ($b = 2,616$) pokazuju negativan alometrijski rast. Cijela populacija mola pokazuje pozitivan alometrijski rast. Prosječni indeks kondicije trlja od blata iznosio je 1,01, bukve 1,00 i mola 0,63. U prehrani trlja od blata i mola učestalošću su dominirale ličinke desetonožnih rakova (Decapoda) i kozice (Penaeidae). U prehrani bukve dominirale su vrste iz reda Amphipoda i ličinke desetonožnih rakova (Decapoda). Čestice mikroplastike pronađene su u ukupno 7 organizama, kod 4 bukve i 3 mola. Kako bi sa sigurnošću mogli utvrditi da je riječ o mikroplastici, kao i saznati njeno porijeklo potrebne su daljnje laboratorijske analize.

Ključne riječi: *Mullus barbatus* /*Boops boops*/*Merluccius merluccius*/mikroplastika

ABSTRACT

Microplastic in the intestine of red mullet, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758), bogue, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) and European hake, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) in the south Adriatic

In the present study the frequency of microplastic occurrence in intestine of red mullet, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758), bogue, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) and European hake, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) in the south Adriatic, was researched. Additionally, length-weight relationships, condition factor, feeding habits were also determined. During the study, a total of 107 samples were analysed, 38 individuals of red mullet, 42 bogue and 27 European hake. The average length of the red mullet was 17.07 ± 1.46 cm, of the bogue 16.79 ± 1.40 cm, and of the European hake 24.22 ± 2.75 cm. The average weight of the red mullet was 51.14 ± 15.17 g, of the bogue 48.63 ± 12.08 g and of the European hake 95.53 ± 43.76 g. In total sample of red mullet and bogue females were dominated, while in the sample of European hake males dominate. The length-weight relationship of red mullet showed a negative allometric growth for total sample ($b = 2,687$) and for females ($b = 2,627$) while males ($b = 3,254$) had positive allometric growth. The total sample ($b = 2,491$), as well as males ($b = 2,441$) and females ($b = 2,616$) of bogue, showed a negative allometric growth. The whole population of European hake shows a positive allometric growth. Condition factor for all three species is calculated. The average value of condition factor for red mullet was 1.01, bogue 1.00 and for European hake 0.63. In the diet of red mullet and the European hake dominant prey were decapod larvae (Decapoda) and shrimp (Penaeidae) and in the bogue Amphipods and decapod larvae (Decapoda). Particles resembling microplastics were found in a total of 7 individuals; 5 bogue and 3 individuals of the European hake. To determine with certainty that it is a microplastics, and to find out its origin, further laboratory analyses are needed.

Keywords: *Mullus barbatus*/*Boops boops*/*Merluccius merluccius*/microplastics

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Opće značajke trlje od blata, <i>Mullus barbatus</i> (Linnaeus, 1758).....	2
1.2. Opće značajke bukve, <i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	2
1.3. Opće značajke mola, <i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758).....	3
1.4. Dosadašnja istraživanja	4
1.5. Ciljevi istraživanja.....	5
2. MATERIJALI I METODE	6
2.1. Duljinsko – maseni odnos.....	7
2.2. Indeks kondicije.....	7
2.3. Prehrana	8
3. REZULTATI	11
3.1. Duljinsko – maseni odnos.....	12
3.1.1. Trlja od blata, <i>Mullus barbatus</i> (Linnaeus, 1758).....	12
3.1.2. Bukva, <i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758).....	14
3.1.3. Mol, <i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)	17
3.2. Indeks kondicije.....	19
3.2.1. Trlja od blata, <i>Mullus barbatus</i> (Linnaeus, 1758).....	19
3.2.2. Bukva, <i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758).....	20
3.2.3. Mol, <i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)	21
3.3. Prehrana	22
3.3.1. Trlja od blata, <i>Mullus barbatus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)	22
3.3.2. Bukva, <i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758).....	24
3.3.3. Mol, <i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)	25
3.4. Mikroplastika.....	28
4. RASPRAVA	34
5. ZAKLJUČAK	38

6. LITERATURA	39
----------------------------	-----------

1.UVOD

Mikroplastika predstavlja zagađenje u obliku sitnih plastičnih čestica manjih od pola centimetra koji kada se nađu u moru ili sedimentu predstavljaju gotovo nevidljiv, ali opasan oblik zagađenja. Zbog sve veće upotrebe plastike u svakodnevnom životu, raznih industrijskih aktivnosti, lošeg upravljanja otpadom, ali i činjenice da nije biološki razgradiva njena prisutnost u morskom okolišu postala je stalna (Jambeck i sur., 2015; Andrady, 1994; Barnes i sur., 2009; Kühn i sur., 2016).

Može se kategorizirati kao primarna i sekundarna mikroplastika. Primarna se najčešće odnosi na onu koja je proizvedena u sitnom obliku te se nalazi u kozmetičkim proizvodima ili u supstancama za uklanjanje boje ili hrđe. Dok sekundarna nastaje usitnjavanjem većih komada plastike fizičkim ili mehaničkim djelovanjima kao što su sunce, valovi i vjetar, ali za razliku od fizičke, kemijska razgradnja je puno sporija. Usitnjena plastika se ne razgrađuje niti mijenja kemijsku strukturu samo se nalazi u manjim komadima (Wagner i sur.,2014; Moore, 2008; Barnes i sur., 2009).

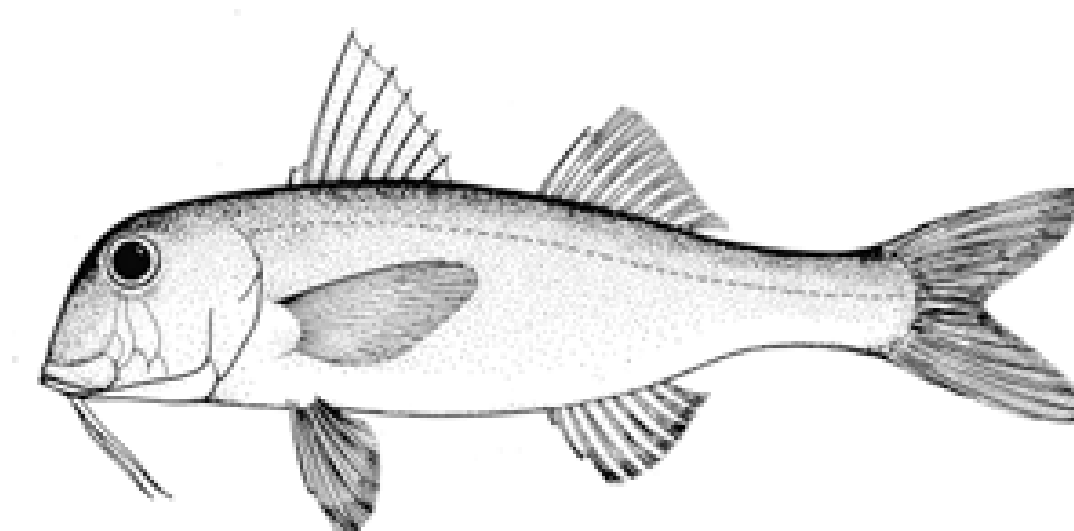
Dokazano je da polimeri kao što su polivinilklorid, polistiren i polikarbonat otpuštaju toksične monomere koji su povezani s karcinomom i reproduktivnim abnormalnostima u ljudi, glodavaca i beskralješnjaka (Lithner i sur., 2011). Toksične tvari se nakupljaju na površini mikroplastike koju ribe mogu zamijeniti za hranu te ona ulazi u prehrambeni lanac koji kao krajnje konzumente uključuje i ljude. Plastika koju organizmi nesvjesno progutaju može smetati pri probavljanju hrane i ovisno o svojoj veličini i obliku može se zadržati u probavnom sustavu sve dok jedinka ne ugine (Caron i sur., 2016; www.biom.hr).

Osim navedenog, gutanje mikroplastike može uzrokovati lažni osjećaj sitosti, ali i oštećenja probavnog trakta. Ribe je mogu izravno progutati tijekom hranjenja ili neizravno ako se hrane zooplanktonom koji je već prije progutao čestice mikroplastike (Cole et al. 2013; Foekema i sur., 2013; Ryan, 1988). Mikroplastika koju organizmi progutaju može utjecati i na endokrini sustav te umanjiti reproduktivni kapacitet organizma (Talsness i sur., 2009; Lithner i sur., 2011). Prema istraživanju Sveučilišta u Plymouth oko 270 000 tona plastike pluta oceanima i ugrožava gotovo 700 različitih vrsta morskih organizama (Eriksen i sur., 2014).

1.1 Opće značajke trlje od blata, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758)

Trlja od blata morska je riba iz porodice trlja (Mullidae) (Slika 1). U Hrvatskoj je još poznata pod imenom barbun, trilja, trlja ili batoglavac. Mrijesti se od kraja zime do početka ljeta kada zalazi u pliće kanale uz obalu. Hrani se pretežno polihetima, školjkašima i rakovima, kao i algama, mizidima (rašljonošci) i puževima (Jardas, 1996; Konstantinos i Vasiliki, 2002). Spolno sazrijeva kada dosegne duljinu od 12-13 cm (Cherif, 2013).

Lovi se isključivo kočom. Pridnena je vrsta koja živi iznad muljevitih i pjeskovitih dna do dubine od 10 do 500 m. Rasprostranjena je u istočnom Atlantiku od Sjevernog mora i Engleske do Senegala i Mediterana. U Jadranu je vrlo brojna i rasprostranjena je duž cijele obale (Jardas, 1996; Tserpes i sur., 2002).



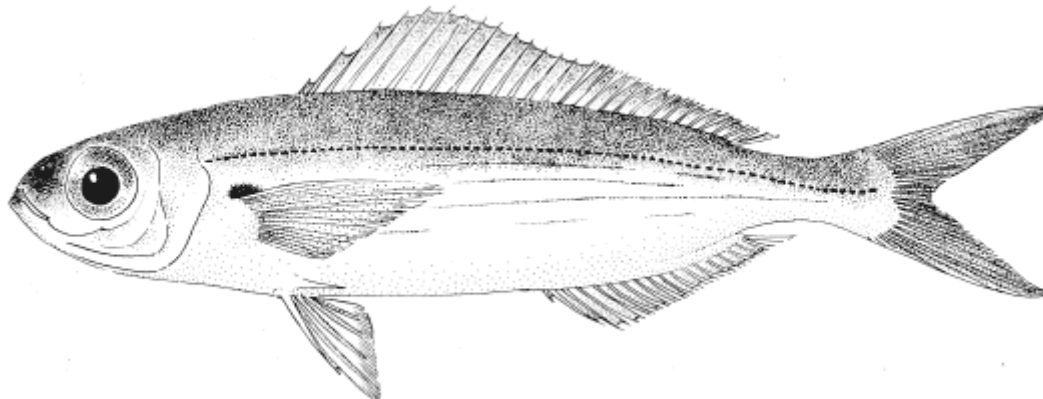
Slika 1. Trlja od blata, *Mullus barbatus*, (Linnaeus, 1758)(Izvor: www.fao.org)

1.2. Opće značajke bukve, *Boops boops* (Linnaeus, 1758)

Bukva je morska riba iz porodice ljuskavki (Sparidae). U Hrvatskoj se naziva još i bugva, boba, buba, bukvina, bobulina, buhar. Mrijesti se u proljeće, od ožujka do lipnja. Prehrana bukve je raznovrsna. Pretežno se hrani zooplanktonom (kopepoda, kopelata, larve dekapoda, hetognata i dr.) (Jardas, 1996; Frimodt, 1995).

Bukva je pridnena do semipelagična vrsta, obitava na različitim vrstama dna (pjesak, blato, stijene) te se kreće u širokom rasponu dubina (0 do 350 m), to je čini vrlo dobrim kandidatom za istraživanja vezana uz mikroplastiku. Rasprostranjena je po čitavom Jadranu,

osobito s vanjske strane otoka i na pučini. Nastanjuje Sredozemno i Crno more, istočnu obalu Atlantskog oceana - od Norveške na sjeveru, do Angole na jugu te zapadni Atlantik – Meksički zaljev i Karipsko more (Jardas, 1996; El-Haweet i sur., 2005).

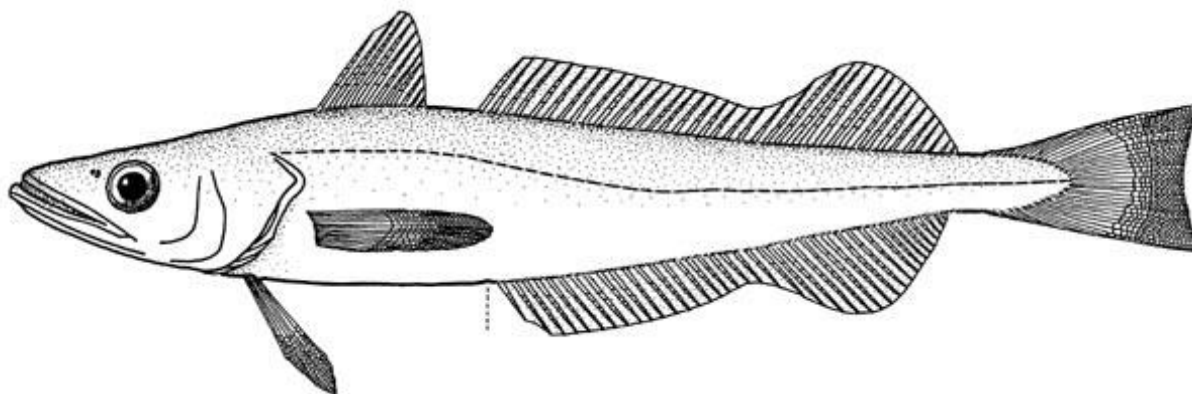


Slika 2. Bukva, *Boops boops* (Linnaeus, 1758)(Izvor: www.fao.org)

Bukva je protoginični hermafrodit (Alegria – Hernandez, 1990; Jardas, 1996), ali Buxton (1990) navodi da bukva može biti i gonohorist. Spolno sazrijeva u drugoj godini života (oko 13cm).

1.3. Opće značajke mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)

Mol je bijela morska riba iz porodice Merlucciidae. Diljem naše obale ima razne nazive kao što su oslić, magarčić, murluc, tovar, ugota. Mogu narasti do 130 cm, dok su u Mediteranu najveći primjerci oko 110 cm. Veličina im se obično kreće od 12 do 60 cm. Danju se zadržavaju uz dno dok se noću dižu u više slojeve mora. Najčešće se nalaze od 100 do 200 m dubine. Preferiraju muljevita dna. Mrijeste se gotovo čitave godine, intenzivnije zimi i u proljeće. Ženke sazrijevaju pri duljinama od 23 do 33 cm, a mužjaci između 20 i 28 cm (Jardas, 1996). Prema Golaniu i sur. (2006) mužjaci spolnu zrelost dostižu pri duljini od 26 cm, a ženke od 26 do 40 cm.



Slika 3. Mol, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) (Izvor: www.fao.org)

Nedorasli primjerci hrane se uglavnom planktonskim rakovima (mizidi, eufauzidi), a odrasli ribom, rakovima i glavonošcima. Golani i sur. (2006) kao hranu navode i manje osliće, srdelu, haringu, bakalar, a kao hranu mlađi posebno ističu eufauzide i amfipode. Rasprostranjeni su u sjeveroistočnom Atlantiku od Norveške do Mauritanije, te na čitavom Mediteranu. U Jadranu najgušća naselja nalazimo u Jabučkoj i Južnojadranskoj kotlini (Jardas, 1996).

1.4. Dosadašnja istraživanja

Mikroplastika

Čestice mikroplastike, manje od 1 mm, prvi put su istraživane u pelagičnim i bentoskim ribama u Engleskom kanalu (Lusher i sur., 2013) i u divljoj krkuš (*Gobio gobio* L.) iz francuskih rijeka (Sanchez i sur., 2014). Bellas i sur. (2016) istražili su pojavljivanje mikroplastike u probavnom sustavu pridnenih vrsta na području Španjolske, dok su Nadal i sur. iste godine istraživali razine mikroplastike u probavnom traktu bukve (*Boops boops* L.). Mikroplastika je još istraživana i u želudcima haringe i bakalara iz Sjevernog i Baltičkog mora (Lenz i sur., 2016). Mikroplastiku u priobalnom i morskom okolišu zapadnog tropskog i suptropskog dijela atlantskog oceana istražili su Barletta i Costa (2015). Dok su mikroplastiku u turskim teritorijalnim vodama i njenu prisutnost u probavnom sustavu riba obuhvatili Guven i sur. (2017) u njihovom istraživanju. Akumulacija i fragmentacija plastičnog otpada u globalnim okruženjima istražena je od strane Barnes i suradnika (2009). Kritički pogled na mikroplastiku u vodenim organizmima iznijeli su Vandermeersch i sur. (2015).

Trlja od blata, Mullus barbatus, (Linnaeus, 1758)

Mangano i sur. (2014) godine ispitali su utjecaj kočarenja na hranidbu trlja od blata. Istraženi su i biološki parametri trlje od blata (Cherif i sur., 2007) i zdravlje i reprodukcija u zapadnom Mediteranu (Ferrer – Maza i sur., 2015). Kargin (1995) i Giannakopoulou i Neofitou (2014) pratili su sezonske varijacije teških metala u tkivu trlje od blata, dok su Vukadin i sur. (1995) istraživali teške metale u tkivima na području Jadranskog mora. Kokokiris i sur. (2013) objavili su istraživanje temeljeno na razvoju oocita i prvoj spolnoj zrelosti trlje od blata.

Bukva, Boops boops (Linnaeus, 1758)

Matašin i Vučinić (2008) istražili su učestalost pojavljivanja nametnika *Ceratohoa oestroides* u bukava (*Boops boops* L.) i gira oblica (*Spicara smariscaris* L.) iz Velebitskog kanala u sjevernom Jadranu. Podaci o fekunditetu istraženi su na portugalskoj obali (Gordo, 1996) i u zapadnom Mediteranu (Bauchot, 1986). Podaci o sezoni mriješćenja zabilježeni su za istočni Mediteran: Sirija (Mouneimne, 1978). Starost i rast istraživani su u Jadranu (Alegria – Hernandez, 1989). U Egiptu, El-Agamy i sur. (2004) su istraživali reproduktivnu biologiju bukve, a Abdallah (2002) rast i duljinsko – maseni odnos.

Mol, Merluccius merluccius (Linnaeus, 1758)

Bozzano i sur. (2005) istraživali su distribuciju i hranidbu juvenilnog mola u sjeverozapadnom dijelu Mediterana, dok su Stagioni i sur. (2011) istraživali prehranu mola u sjeveroistočnom Mediteranu. Istražena je i prostorno - vremenska varijabilnost u kanibalističkom ponašanju mola, *Merluccius merluccius*: utjecaj obilja i dostupnosti plijena (Preciado i sur., 2015). Rasprostranjenost i učestalost pojavljivanja kopepoda *Lernaecera lusci* na molu i ugotici istražili su i objavili Tirard i sur. (1996). Carrason i sur. (2015) istraživali su policikličke aromatske ugljikovodike, poliklorirani bifenili i organoklorini pesticidi u mišićnom tkivu mola iz zapadnog Mediterana.

1.5. Ciljevi istraživanja

Cilj ovog istraživanja je analizirati prisutnost mikroplastike u želudcima trlja od blata *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758), bukve *Boops boops* (Linnaeus, 1758) i mola *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758).

Temeljni ciljevi ovoga rada su:

- opisati duljinsko – maseni odnos analiziranih jedinki trlje od blata, bukve i mola;
- ustanoviti indeks kondicije trlje od blata, bukve i mola;
- odrediti hranidbene navike trlje od blata, bukve i mola;
- analizirati sadržaje želudca u svrhu pronalaska čestica mikroplastike kod analiziranih vrsta.

2. MATERIJALI I METODE

Uzorci su prikupljeni povlačnom mrežom - kočom i vršama uz pomoć lokalnih ribara. Nakon ulova, jedinke su transportirane u laboratorij Sveučilišta u Dubrovniku na daljnju obradu. Uzorcima je mjerena ukupna duljina tijela (Lt) ihtimetrom s točnošću od 0,1 mm i ukupna masa tijela (W) tehničkom vagom s točnošću od 0,01 g. Spol jedinka određivan je temeljem vanjskog izgleda gonada.

2.1. Duljinsko – maseni odnos

Alometrijski odnos između duljine (L) i mase (W) ispitan je s pomoću funkcionalne regresije (Ricker, 1975):

$$\log W = \log \alpha + b \log Lt$$

tj. temeljem eksponencijalne jednadžbe:

$$W = \alpha Lt^b$$

gdje su W – masa, Lt – ukupna duljina, a α i b konstantne. Eksponent b je omjer logaritma rasta u odnosu između duljine i mase. Povećanje b logaritma mase bit će jednako b puta povećanju logaritma duljine za isto vremensko razdoblje. Tijekom kritičnih trenutaka u biologiji vrste, kao što su metamorfoza, sazrijevanje i mriješćenje, dolazi do promjene odnosa W/L .

U alometrijskom odnosu W/L vrijednosti konstante $b > 3$ označavaju pozitivnu alometriju, $b < 3$ negativnu alometriju, a ako je $b = 3$, odnos W/L je izometrijski. Pri negativnoj alometriji riba raste brže u duljinu nego u masu, a kod pozitivne suprotno. U izometrijskom odnosu ribi se razmjerno povećava duljina i masa, uz zadržavanje uobičajenog oblika tijela.

2.2. Indeks kondicije

Kondicija označava fizičko stanje ribe kao posljedicu duljinsko – masenog odnosa i izražava se koeficijentom kondicije. Analizirajući promjene ovoga indeksa moguće je pratiti određena stanja ribe uvjetovana čimbenicima okoliša, dostupnošću hrane, parazitima, ali je moguće i odrediti i vrijeme mriješćenja. Indeks kondicije izračunat je uz pomoć kubičnoga ili Fultonova koeficijenta (Ricker, 1975):

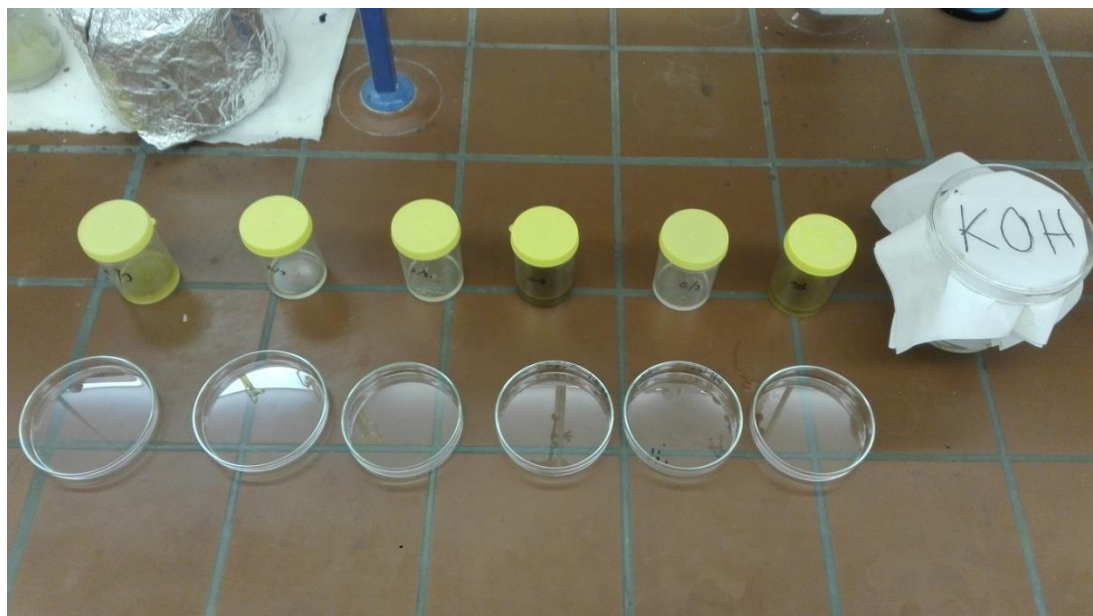
$$IK = 100 W L t^{-3}$$

gdje su: IK – vrijednost indeksa kondicije, W – masa ribe, Lt – ukupna duljina ribe.

2.3. Prehrana

Ribama su odstranjivani želudci, te je vagana ukupna masa i masa sadržaja želudca. Sadržaj je najprije izoliran, nakon čega su ostatci sastrugani nožem s unutarnje stjenke te je određivan plijen do najmanje moguće taksonomske kategorije. Nakon determinacije plijena sadržaj je za potrebe analize mikroplastike pohranjivan u otopinu kalijeva hidroksida u koncentraciji od 1M (Slika 4) kako bi se razgradio organski materijal. Sadržaj je nakon 24 sata pregledavan ispod mikroskopa, te su fotografirane sve čestice mikroplastike.

Metoda pohranjivanja sadržaja želudca u otopinu kalijeva hidroksida preuzeta iz Kühn i sur. (2016). U ovom istraživanju su 63 sintetička materijala i 11 ostalih vrsta materijala pohranjeni u otopinu kalijeva hidroksida na 48 sati. Većina sintetičkih materijala se nije razgradila u dodiru s kalijevim hidroksidom, osim celuloznog acetata iz filtera cigareta i jedne vrste biorazgradive plastike. Potvrđeno je da se kalijev hidroksid može koristiti za analizu mikroplastike u probavnom sustavu morskih organizama.



Slika 4. Pohranjivanje sadržaja želudca u otopinu kalijeva hidroksida

Za analizu prehrane na temelju pronađenog plijena određivani su sljedeći hranidbeni indeksi (Hureau, 1970):

- postotak učestalosti pojavljivanja $%F$: omjer broja probavila koja su sadržavala određeni plijen n i broja ukupno analiziranih probavila N :

$$%F = (n/N)*100$$

- postotak brojnosti $%N$: odnos broja jedinka određene taksonomske skupine plijena np i ukupnog broja jedinki svih pronađenih skupina plijena Np :

$$%N = (np/Np)*100$$

- postotak mase $%W$: odnos ukupne mase jedinki određene taksonomske skupine (p_w) i ukupne mase jedinka svih pronađenih skupina (P_w)

$$%W = (p_w/P_w)*100$$

Na temelju dobivenih indeksa, za analizu selektivnosti prehrane izračunati su sljedeći koeficijenti:

- **koeficijent relativnog značaja (*IRI*)** (Pinkas i sur., 1971):

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

- **koeficijent osnovnih tipova hrane (*MFI*)** (Zander, 1982):

$$MFI = \{(%N+%F)/2\} * %W$$

gdje se razlikuju četiri tipa prehrane:

- neophodna hrana ($MFI > 75$)
- glavna hrana ($MFI = 52 - 75$)
- dodatna hrana ($MFI = 26 - 51$)
- slučajna hrana ($MFI < 26$).

- **koeficijent hranjivosti (Q)** (Hureau, 1970):

$$Q = \%Nx \%W$$

gdje se razlikuju tri skupine hrane:

- glavna hrana ($Q > 200$)
- dodatna hrana ($20 < Q < 200$)
- slučajna hrana ($Q < 20$).

- **koeficijent praznosti probavila ($\%V$)** (Hureau, 1970):

$$\%V = (Er * 100) / N$$

gdje su: Er – broj praznih probavila, a N – ukupan broj probavila.

- **koeficijent punoće probavila (Jr)** (Hureau, 1970):

$$Jr = \text{masa probavljene hrane} / \text{masa ribe} * 100$$

3. REZULTATI

Ukupno je analizirano 107 uzoraka, od čega 38 trlja od blata, 42 bukve i 27 mola. Ukupna duljina tijela trlja od blata bila je u rasponu od 14,1 cm do 22,3 cm s prosječnom vrijednosti od $17,07 \pm 1,46$ cm. Raspon ukupne mase tijela bio je od 33,14 g do 113,74 g s prosječnom vrijednosti od $51,14 \pm 15,17$ g.

U ukupnom uzorku trlja od blata bilo je 34 (90%) ženki i 4 (10%) mužjaka. Omjer ženki i mužjaka iznosio je 1 : 0,11 i statistički se razlikovao ($\chi^2 = 23,68$; $P = 0,000$) od očekivanog 1 : 1. Ukupna duljina tijela ženki bila je u rasponu od 14,1 cm do 22,3 cm s prosječnom vrijednosti od $17,12 \pm 1,54$ cm, mužjaka od 16,2 cm do 17,1 cm s prosječnom vrijednosti od $16,63 \pm 0,44$ cm. Raspon ukupnih masa tijela ženki bio je od 33,14 g do 113,74 g s prosječnom vrijednosti od $52,35 \pm 15,57$ g., a mužjaka od 36,3 g do 44,29 g s prosječnom vrijednosti od $16,63 \pm 0,44$ g.

Ukupna duljina tijela bukve bila je u rasponu od 14,6 cm do 19,9 cm, s prosječnom vrijednost od $16,79 \pm 1,40$ cm. Ukupna masa bila je u rasponu od 28,55 g do 87,19 g, s prosjekom od $48,63 \pm 12,08$ g.

U ukupnom uzorku bilo je 5 jedinki neodređenog spola, te 24 (65%) ženke i 13 (35%) mužjaka. Omjer ženki i mužjaka (1 : 0,54) nije se statistički razlikovao ($\chi^2 = 3,27$; $P = 0,07$) od očekivanog. Ukupna duljina tijela ženki bila je u rasponu od 14,9 cm do 19,6 cm s prosječnom vrijednosti od $16,96 \pm 1,40$ cm., u sličnom rasponu kretala se i ukupna duljina tijela mužjaka koja je bila od 14,6 cm do 19,4 cm s prosječnom vrijednosti od $16,78 \pm 1,57$ cm. Raspon ukupnih masa tijela ženki bio je od 28,55 g do 76,07 g s prosječnom vrijednosti od $49,66 \pm 11,45$ g. Ukupna masa tijela mužjaka bila je nešto veća i kretala se u rasponu od 34,24 g do 87,19 g s prosječnom vrijednosti od $48,27 \pm 15,16$ g.

Ukupna duljina tijela mola bila je u rasponu od 19,6cm do 30,4 cm, s prosječnom vrijednosti od $24,22 \pm 3,41$ cm. Dok je ukupna masa tijela bila u rasponu od 45,02 g do 185,73 g s prosječnom vrijednosti od $95,53 \pm 43,76$ g.

U ukupnom uzorku bila je jedna jedinka neodređenog spola, 16 (60%) mužjaka i 10 (40%) ženki. Omjer mužjaka i ženki (1 : 0,66) nije se statistički razlikovao ($\chi^2 = 1,38$; $P = 0,23$) od očekivanog. Ukupna duljina tijela ženki mola bila je u rasponu od 19,6 cm do 30,4cm s prosječnom vrijednosti od $24,07 \pm 4,23$ cm, dok je duljina tijela mužjaka mola bila u

rasponu od 19,9 cm do 29,4 cm s prosječnom vrijednosti od $23,99 \pm 2,75$ cm. Raspon ukupnih masa tijela ženki bio je od 45,02 g do 185,73 g s prosječnom vrijednosti od $99,81 \pm 56,73$ g., a ukupna masa tijela mužjaka bila je u rasponu od 46,00 g do 167,99 g s prosječnom vrijednosti od $89,56 \pm 33,93$ g.

3.1. Duljinsko – maseni odnos

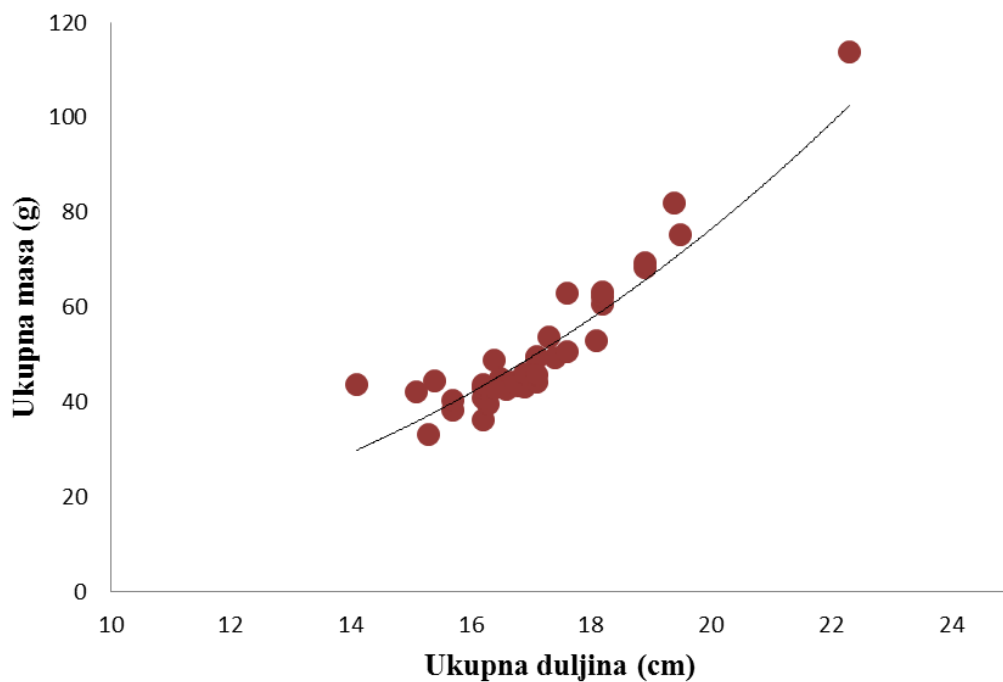
Izračunat je duljinsko – maseni odnos za sve tri vrste te su dobivene vrijednosti konstante b za ukupni uzorak, te odvojeno za mužjake i ženke.

3.1.1. Trlja od blata, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758)

Ukupni izračunati duljinsko – maseni odnos analiziranih jedinki trlja od blata (Slika 5) može se izraziti jednadžbom:

$$W = 0,024x^{2,687}, R^2 = 0,811$$

Vrijednosti konstante b ukazuju da je rast trlje od blata na području južnog Jadrana negativno alometrijski, odnosno neovisno o spolu trlja od blata raste brže u duljinu nego što povećavaju masu.

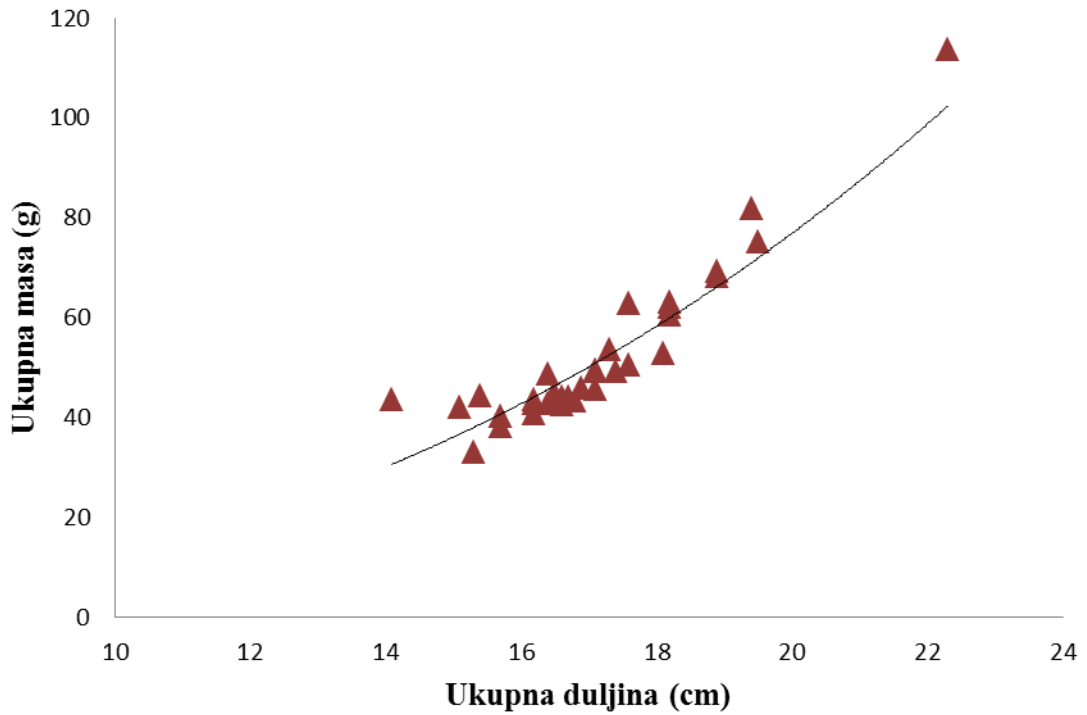


Slika 5. Duljinsko – maseni odnos ukupnog uzorka trlja od blata, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758)) na području južnog Jadrana

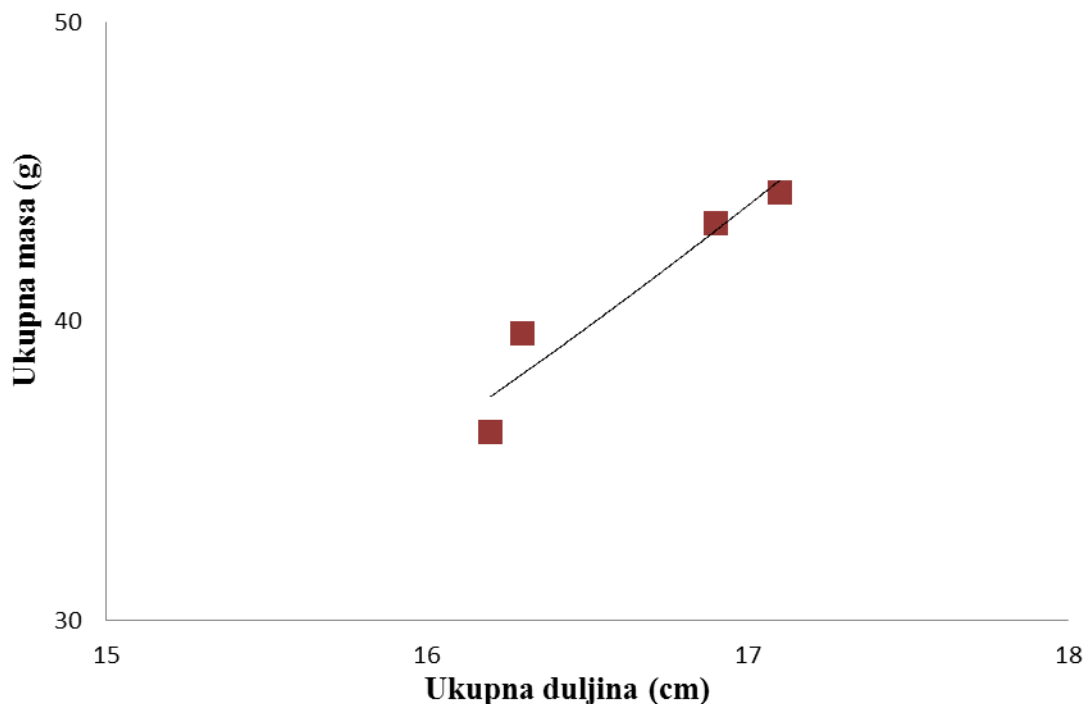
Osim za ukupni uzorak, duljinsko – maseni odnos izračunat je i s obzirom na spol te se može izraziti sljedećim jednadžbama:

$$W = 0,029 x^{2,627}, R^2 = 0,833 \text{ (Slika 6)}$$

$$W = 0,004 x^{3,254}, R^2 = 0,905 \text{ (Slika 7)}$$



Slika 6. Duljinsko – maseni odnos ženki trlje od blata, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana



Slika 7. Duljinsko – maseni odnos mužjaka trlje od blata, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

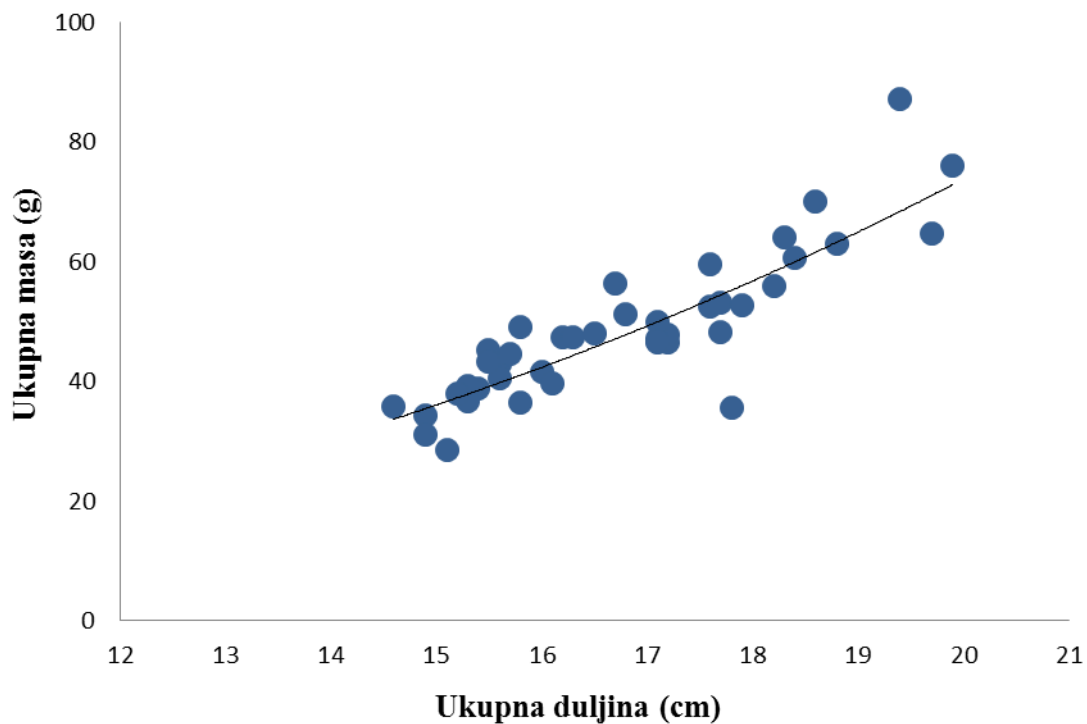
Vrijednosti konstante b ukazuju da je rast ženki trlje od blata na području južnog Jadrana negativno alometrijski, dok je rast mužjaka trlje od blata pozitivno alometrijski, što znači da mužjaci brže povećavaju masu nego što rastu u duljinu.

3.1.2. Bukva, *Boops boops* (Linnaeus, 1758)

Ukupni izračunati duljinsko – maseni odnos analiziranih jedinki bukve (Slika 8) može se izraziti jednadžbom:

$$W = 0,042 x^{2,491}, R^2 = 0,748$$

Vrijednosti konstante b ukazuju da je rast bukve na području južnog Jadrana negativno alometrijski, odnosno neovisno o spolu bukva raste brže u duljinu nego u masu.

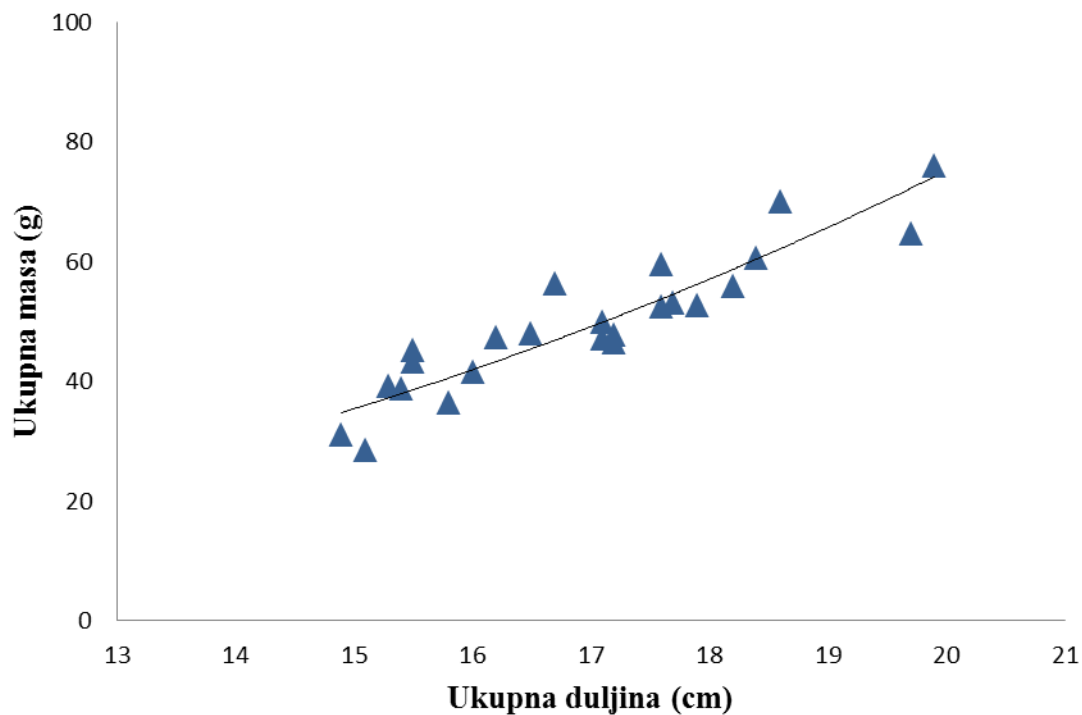


Slika 8. Duljinsko – maseni odnos ukupnog uzorka bukve, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

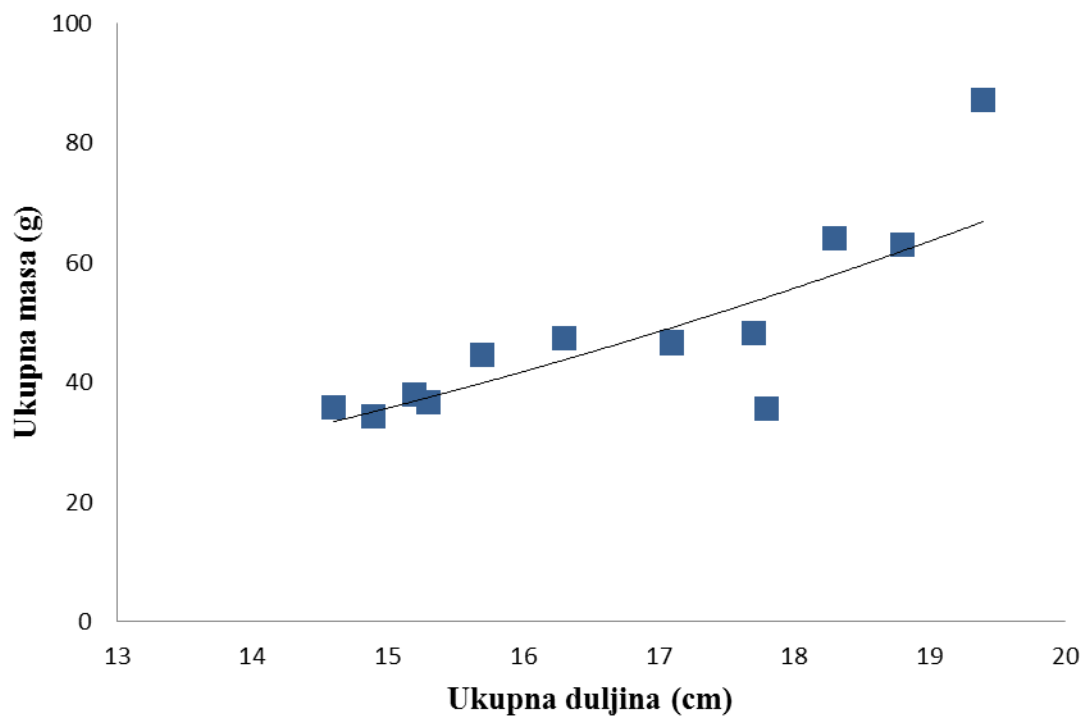
Osim za ukupni uzorak, duljinsko – maseni odnos izračunat je za ženke (Slika 9) i mužjake (Slika 10) te se može izraziti sljedećim jednadžbama:

$$W = 0,029 x^{2,616}, R^2 = 0,824 \text{ (Slika 9)}$$

$$W = 0,047x^{2,441}, R^2 = 0,678 \text{ (Slika 10)}$$



Slika 9. Duljinsko – maseni odnos ženki bukve, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana



Slika 10. Duljinsko – maseni odnos mužjaka bukve, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

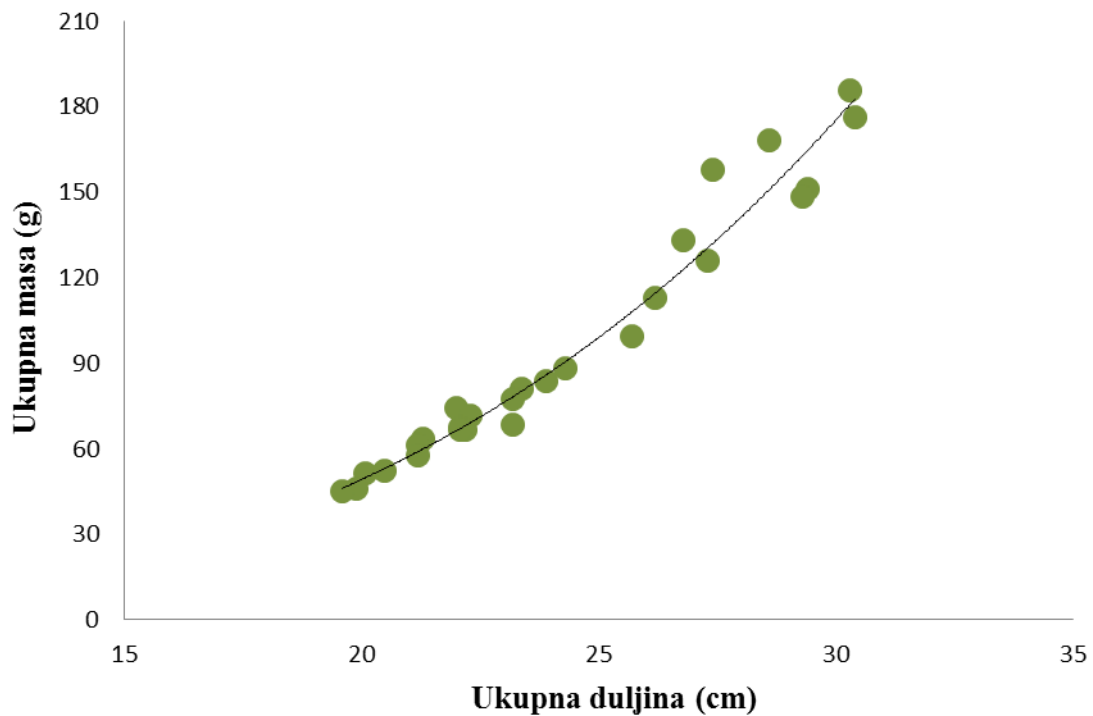
Vrijednosti konstante b ukazuju da je rast ženki i mužjaka bukve na području južnog Jadrana negativno alometrijski, odnosno ženke i mužjaci bukve rastu brže u duljinu nego u masu.

3.1.3. Mol, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)

Ukupni izračunati duljinsko – maseni odnos analiziranih jedinki mola (Slika 11) može se izraziti jednačinom:

$$W = 0,004 \times L^{3,137}, R^2 = 0,975$$

Vrijednosti konstante b ukazuju da je rast mola na području južnog Jadrana pozitivno alometrijski, odnosno neovisno o spolu jedinice brže povećavaju masu nego što rastu u duljinu.

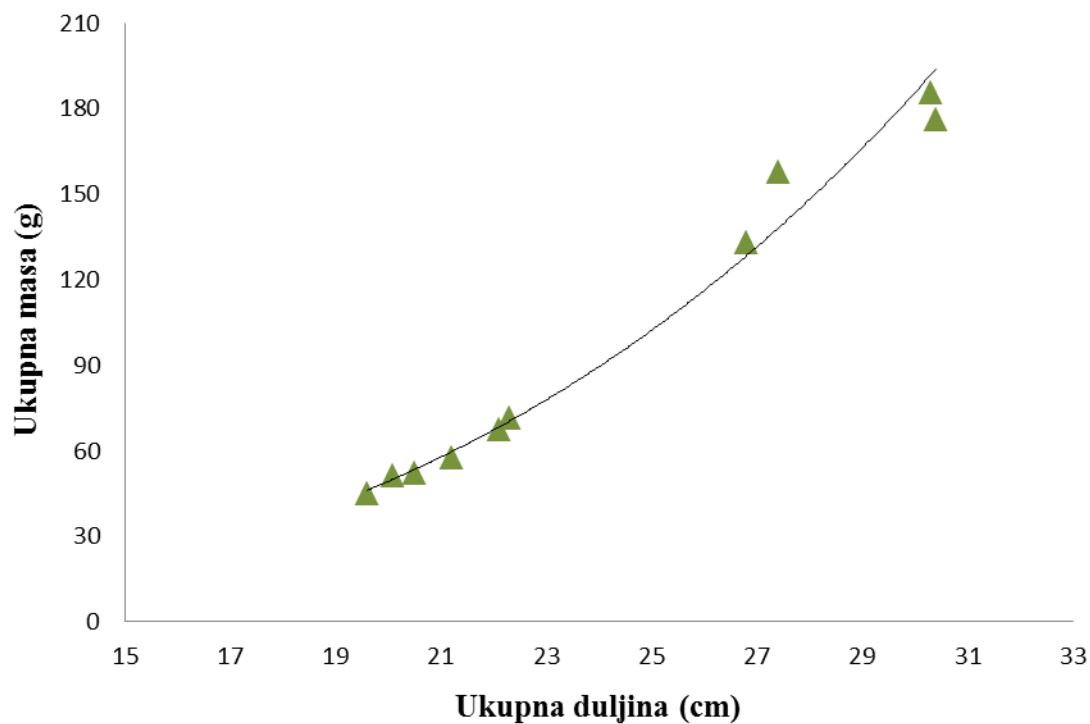


Slika 11. Duljinsko – maseni odnos ukupnog uzorka mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

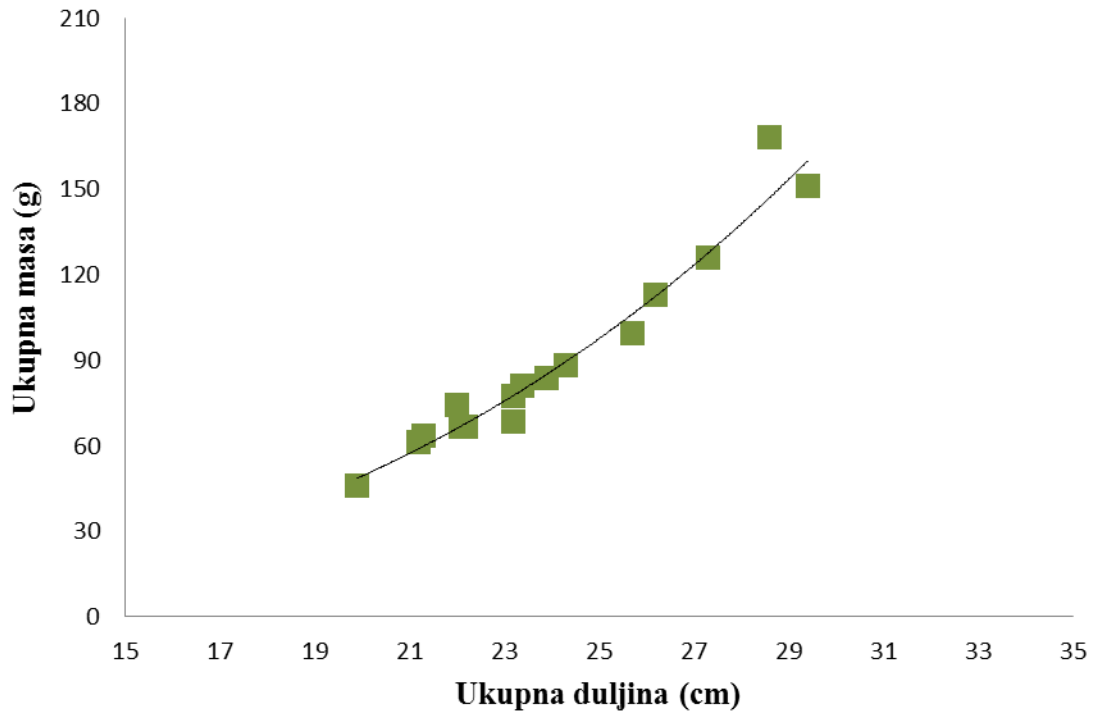
Osim za ukupni uzorak, duljinsko – maseni odnos izračunat je i s obzirom na spol te se može izraziti sljedećim jednadžbama:

$$W = 0,002 \times L^{3,273}, R^2 = 0,988 \text{ (Slika 12)}$$

$$W = 0,005 \times L^{3,052}, R^2 = 0,964 \text{ (Slika 13)}$$



Slika 12. Duljinsko – maseni odnos ženki mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana



Slika 13. Duljinsko – maseni odnos mužjaka mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

Vrijednosti konstante b ukazuju da je rast ženki i mužjaka mola na području južnog Jadrana pozitivno alometrijski, odnosno i ženke i mužjaci mola brže povećavaju masu nego što rastu u duljinu.

3.2. Indeks kondicije

Izračunat je indeks kondicije za sve tri vrste, kao i za ukupni uzorak, te mužjake i ženke. Trlje od blata imaju najviši indeks kondicije koji se kreće od 0,85 do 1,56, dok mol ima najniži u rasponu od 0,54 do 0,76.

3.2.1. Trlja od blata, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758)

Indeks kondicije za trlju od blata određen je na ukupno 38 jedinki od kojih su 34 bile ženke i 4 mužjaka. Vrijednosti indeksa kondicije su bile u rasponu od 0,853 do 1,563, a njegova srednja vrijednost je iznosila 1,011 za ukupni uzorak, 1,025 za ženke i 0,887 za mužjake (Tablica 1).

Tablica 1. Promjene indeksa kondicije (IK) u odnosu na ukupnu duljinu i masu tijela ženka (N = 34) i mužjaka (N = 4) trlje od blata, *Mullus barbatus* u južnom Jadranu

Duljinski razredi (cm)	Ženke		Mužjaci	
	\bar{X} W(g)	IK	\bar{X} W(g)	IK
14	43,82	1,563	-	-
15	39,64	1,078	-	-
16	40,06	0,981	39,72	0,888
17	51,66	0,993	44,29	0,885
18	62,76	1,002	-	-
19	78,57	1,068	-	-
20	-	-	-	-
21	-	-	-	-
22	113,74	1,025	-	-
Srednja vrijednost	52,34	1,025	40,86	0,887

3.2.2. Bukva, *Boops boops* (Linnaeus, 1758)

Indeks kondicije za bukvu određen je na ukupno 42 jedinke. U analiziranom uzorku bilo je 24 ženke, 13 mužjaka i 5 jedinki kojima nije bilo moguće odrediti spol. Vrijednosti indeksa kondicije su bile u rasponu od 0,631 do 1,240, a njegova srednja vrijednost je iznosila 1,016 za ukupni uzorak, 1,007 za ženke i 1,006 za mužjake. (Tablica 2).

Tablica 2. Promjene indeksa kondicije (IK) u odnosu na ukupnu duljinu i masu tijela ženka (N = 24), mužjaka (N = 13) i ukupnog uzorka (N = 42) bukve, *Boops boops* na području južnog Jadrana

Duljinski razredi (cm)	Ženke		Mužjaci		Ukupni uzorak	
	\bar{X} W(g)	IK	\bar{X} W(g)	IK	\bar{X} W(g)	IK
14	31,18	0,942	34,96	1,091	33,7	1,041
15	38,53	1,046	39,71	1,084	40,22	1,081
16	48,30	1,101	47,3	1,092	47,32	1,074
17	51,13	0,965	44,26	0,841	48,84	0,924
18	62,17	0,996	63,49	0,996	62,7	0,996
19	70,31	0,904	87,13	1,194	75,94	1,001
Srednja vrijednost	49,66	1,006	48,27	1,006	48,63	1,016

3.2.3. Mol, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)

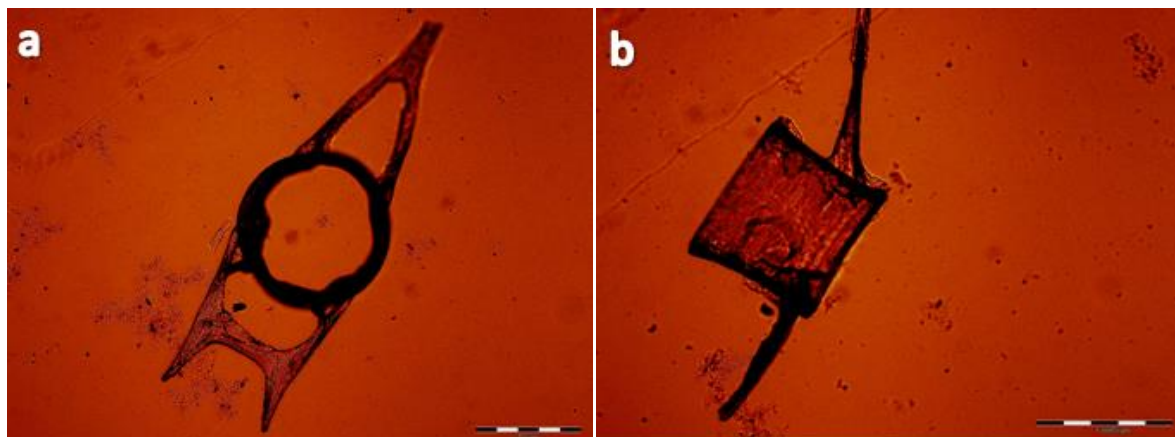
Indeks kondicije za mola određen je na ukupno 27 jedinki. U analiziranom uzorku bilo je 10 ženki, 16 mužjaka i 1 jedinki kojima nije bilo moguće odrediti spol. Vrijednosti indeksa kondicije su bile u rasponu od 0,54 do 0,76, a njegova srednja vrijednost je iznosila 0,632 za ukupni uzorak, 0,646 za ženke i 0,623 za mužjake. (Tablica 3).

Tablica 3. Promjene indeksa kondicije (IK) u odnosu na ukupnu duljinu i masu tijela ženka (N = 10), mužjaka (N = 16) i ukupnog uzorka (N = 27) mola, *Merluccius merluccius* na području južnog Jadrana

Duljinski razredi (cm)	Ženke		Mužjaci		Ukupni uzorak	
	\bar{X} W(g)	IK	\bar{X} W(g)	IK	\bar{X} W(g)	IK
19	45,02	0,60	46,00	0,58	45,51	0,59
20	51,66	0,62	-	-	51,66	0,62
21	57,73	0,60	62,35	0,65	60,81	0,64
22	69,51	0,64	69,07	0,64	69,24	0,64
23	-	-	77,53	0,60	77,53	0,60
24	-	-	87,96	0,61	87,96	0,61
25	-	-	99,30	0,584	99,31	0,58
26	133,14	0,69	112,93	0,627	123,04	0,66
27	157,76	0,76	125,67	0,617	141,72	0,69
28	-	-	167,99	0,718	167,99	0,72
29	-	-	151,04	0,594	149,72	0,59
30	181,05	0,64	-	-	181,05	0,65
Srednja vrijednost	99,41	0,65	99,98	0,62	104,63	0,63

3.3. Prehrana

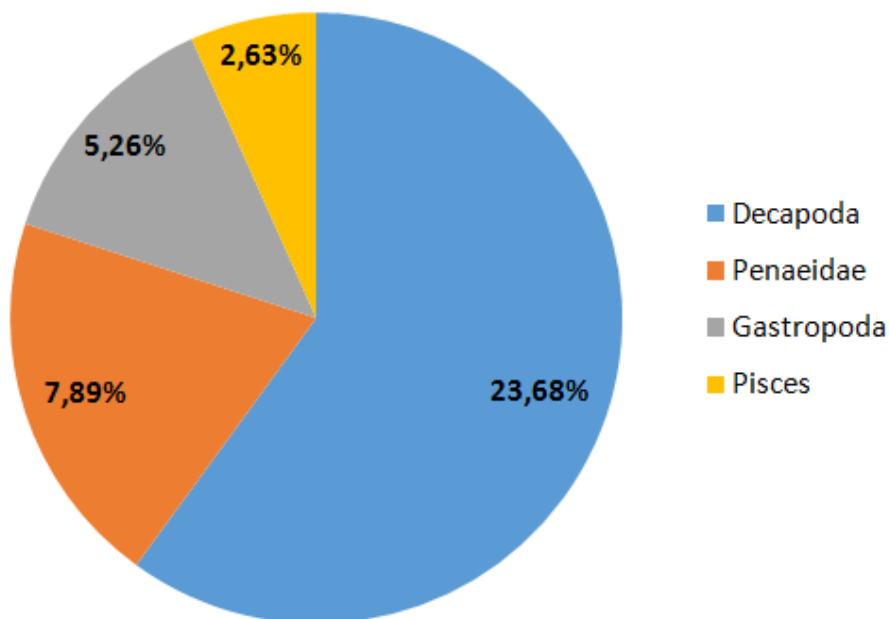
Analizom sadržaja probavila jedinki utvrđeno je da se istraživane jedinke najčešće hrane ličinkama dekapodnih rakova (Decapoda), kozicama (Penaeidae), ribom (Pisces) i biljnim materijalom. Pojedine hranidbene indekse nije bilo moguće izračunati zbog stupnja probavljenosti plijena što je vidljivo na Slici 14. Na slici je prikazan trupni (Slika 14a) i repni kralježak (Slika 14b) ribe pronađen u sadržaju želudca mola.



Slika 14. Trupni (a) i repni (b) kralježak ribe pronađen u sadržaju želudca mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana (povećanje: 50 μm)

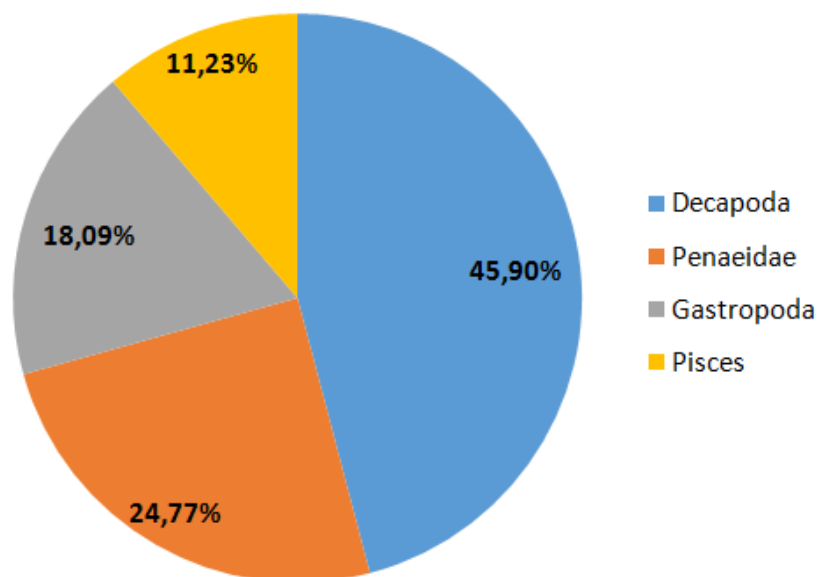
3.3.1. Trlja od blata, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758)

Analiza prehrane trlje od blata određena je na 34 jedinke. U analiziranim sadržajima učestalošću su dominirale ličinke desetonožnih rakova (Decapoda) i kozice (Penaeidae). Na Slici 15 vidljiv je postotak učestalosti pojavljivanja određenog plijena. Najveći udio u analiziranim probavilima imaju ličinke desetonožnih rakova (Decapoda) 23,68%, zatim kozice (Penaeidae) 7,89%, puževi (Gastropoda) 5,26% i ribe (Pisces) 2,63%.



Slika 15. Udio pojedinih skupina plijena u probavilima trlje od blata, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

Najveći postotak mase pojedinih skupina plijena u analiziranim probavilima trlja od blata imaju ličinke desetonožnih rakova (Decapoda) 45,90%, kozice (Penaeidae) zauzimaju 24,77%, puževi (Gastropoda) 18,09%, a ribe (Pisces) 11,23% (Slika 16). Ukupno su pronađena 4 prazna želudca, koeficijent praznosti probavila (%V) trlje od blata iznosio je 10,52%, dok je koeficijent punoće (*Jr*) iznosio 0,43%.



Slika 16. Postotak mase pojedinih skupina plijena u probavilima trlje od blata, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

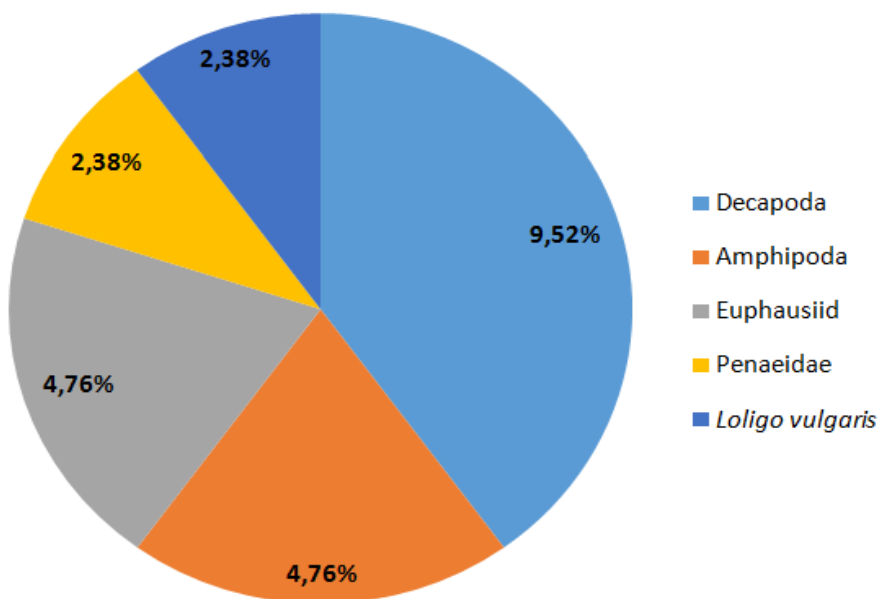
3.3.2. Bukva, *Boops boops* (Linnaeus, 1758)

Analiza prehrane bukve određena je na 38 jedinki. U prehrani bukve učestalošću su dominirale ličinke desetonožnih rakova (Decapoda) i vrste iz reda Amphipoda (Slika 17).



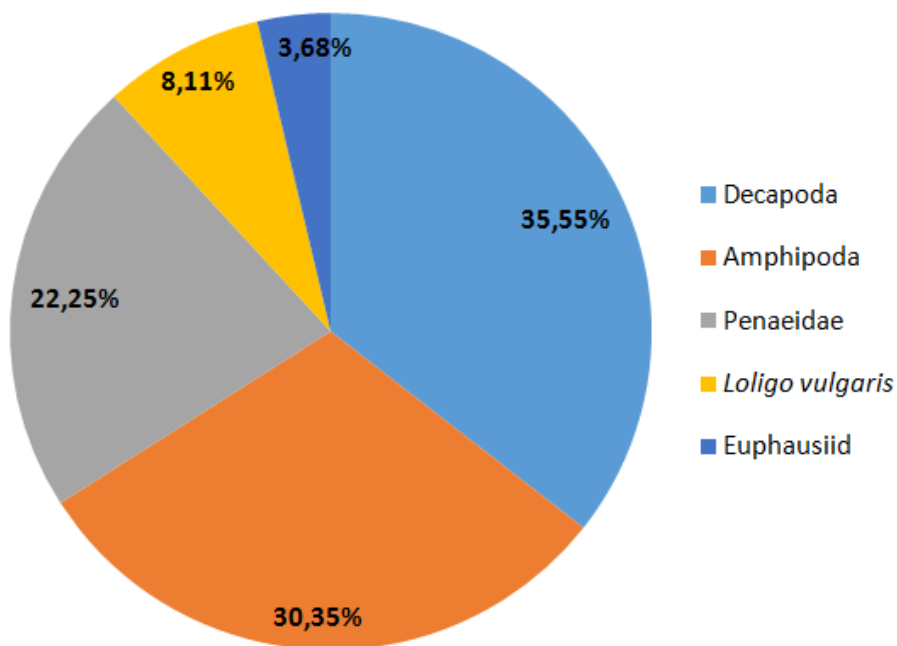
Slika 17. Vrsta iz reda Amphipoda, pronađena u sadržaju želudca bukve, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

Na Slici 18. vidljiv je postotak učestalosti pojavljivanja određenog plijena. Najveći udio u analiziranim probavilima bukve imaju ličinke desetonožnih rakova (Decapoda) 9,52%, zatim vrste iz reda Amphipoda i Euphausiidi koji zauzimaju podjednak udio (4,76%). Nakon njih slijede kozice (Penaeida) i lignje (*Loligo vulgaris*) s jednakim udjelom od 2,63%.



Slika 18. Udio pojedinih skupina plijena u probavilima bukve, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

Najveći postotak mase pojedinih skupina plijena u analiziranim probavilima bukve imaju ličinke desetonožnih rakova (Decapoda) 35,55% i vrste iz reda Amphipoda (30,35%). Kozice (Penaeidae) zauzimaju 22,25%, lignje (*Loligo vulgaris*) 8,11%, a Euphausiidi 3,68% (Slika 19). Ukupno su pronađena 4 prazna želudca, koeficijent praznosti probavila (%V) bukve iznosio je 9.52%, dok je koeficijent punoće (*Jr*) iznosio 0,73%.



Slika 19. Postotak mase pojedinih skupina plijena u probavilima bukve, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

3.3.3. Mol, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)

Analiza prehrane mola određena je na 27 jedinki. U prehrani učestalošću su dominirale kozice (Penaeidae) (Slika 20.), ličinke desetonožnih rakova (Decapoda) i ličinke riba (Pisces) (Slika 21).

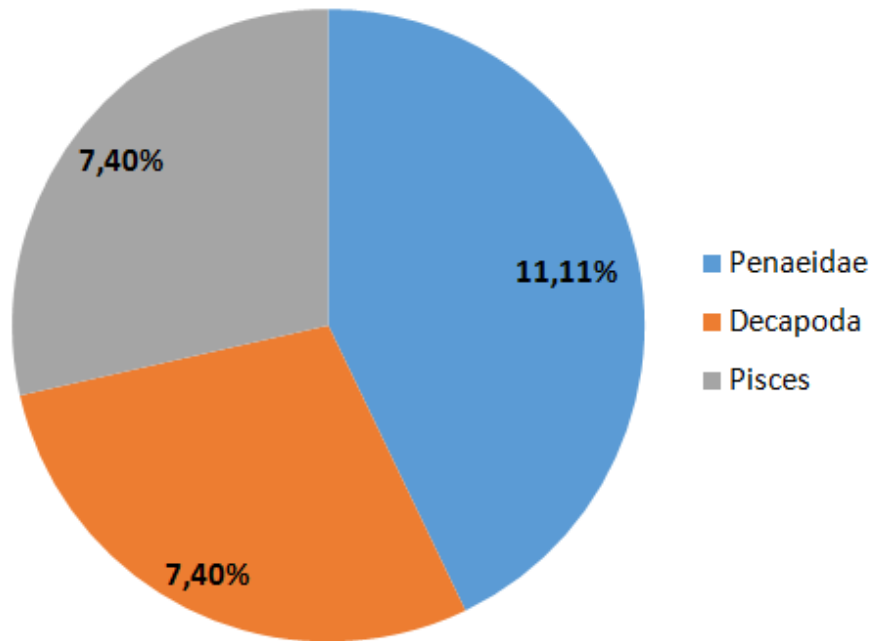


Slika 20. Kozica pronađena u sadržaju želudca mola *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) (ukupna duljina: 5,9 cm; ukupna masa 1,22 g)



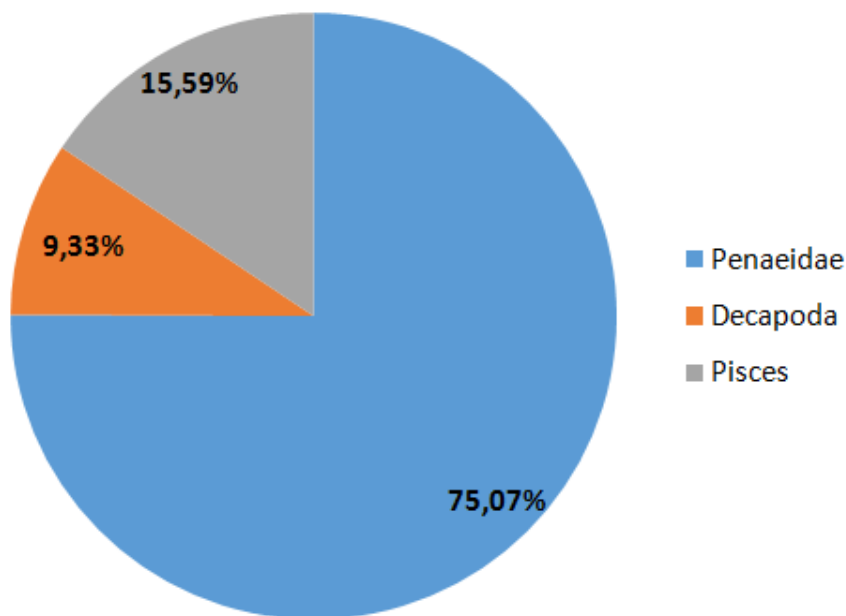
Slika 21. Ličinka mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) pronađena u sadržaju želudca mola (ukupna duljina: 5,2cm; ukupna masa: 0,671 g)

Na Slici 22 vidljiv je postotak učestalosti pojavljivanja određenog plijena. Najveći udio u analiziranim probavilima mola imaju kozice (Penaeidae) (11,11%), dok ostali determinirani plijen zauzima jednak udio: ličinke desetonožnih rakova (Decapoda) (7,40%) i ribe (Pisces) (7,40%).



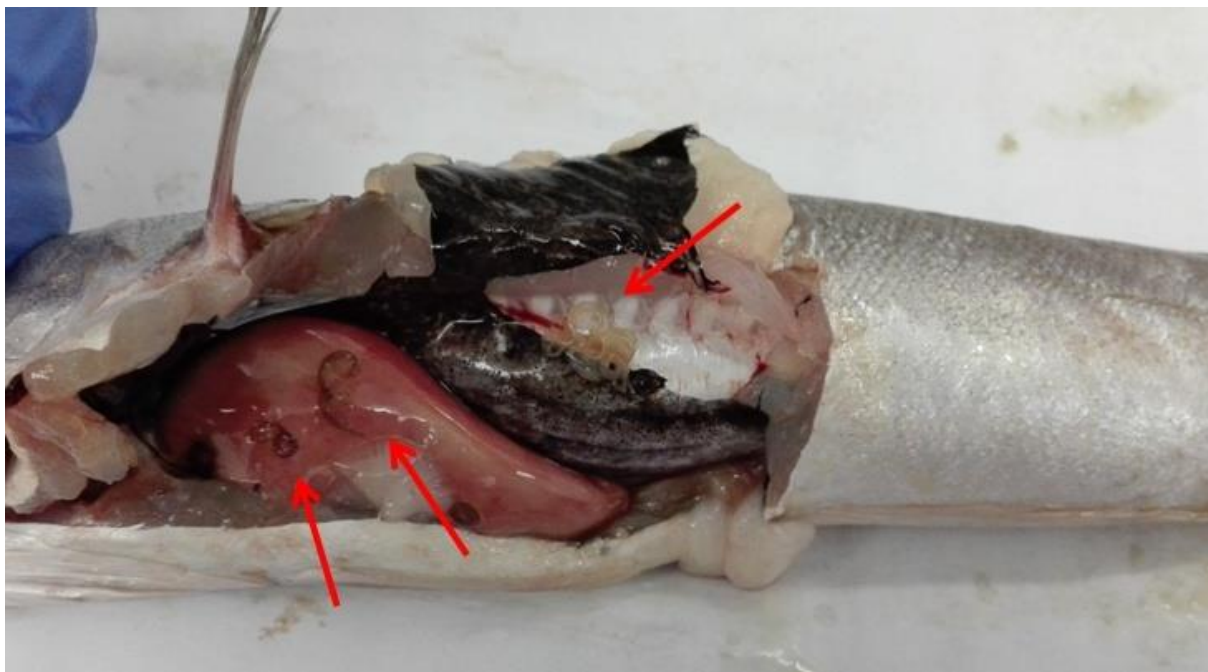
Slika 22. Udio pojedinih skupina plijena u probavilima mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

Najveći postotak mase pojedinih skupina plijena u analiziranim probavilima mola imaju kozice (Penaeidae) 75,07%, zatim ribe (Pisces) (15,59%) i ličinke desetonožnih rakova (Decapoda) (9,33%) (Slika 23).



Slika 23. Postotak mase pojedinih skupina plijena u probavilima mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

Ukupno je pronađeno 15 praznih želudca, koeficijent praznosti probavila (% V) mola iznosio je 55,55%, dok je koeficijent punoće (*Jr*) iznosio 0,26%. U velikom broju mola pronađen je parazitski nematod, *Anisakis simplex* (Slika 24).



Slika 24. Parazitski nematod, *Anisakis simplex* pronađenu molu, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

3.4. Mikroplastika

Čestice mikroplastike pronađene su kod ukupno 7 jedinki; u 4 bukve i u 3 mola. Kako bismo sa sigurnošću mogli utvrditi da je riječ o mikroplastici, kao i doznati njeno porijeklo potrebne su daljnje laboratorijske analize.

Bukva, *Boops boops* (Linnaeus, 1758)

U Tablici 4 prikazane su vrijednosti ukupne duljine (cm), ukupne mase (g) i spol jedinki bukve u kojima su pronađene čestice mikroplastike. Mikroplastika u obliku sitnih čestica promjera 545 μm pronađena je u uzorku 1b (Slika 25).

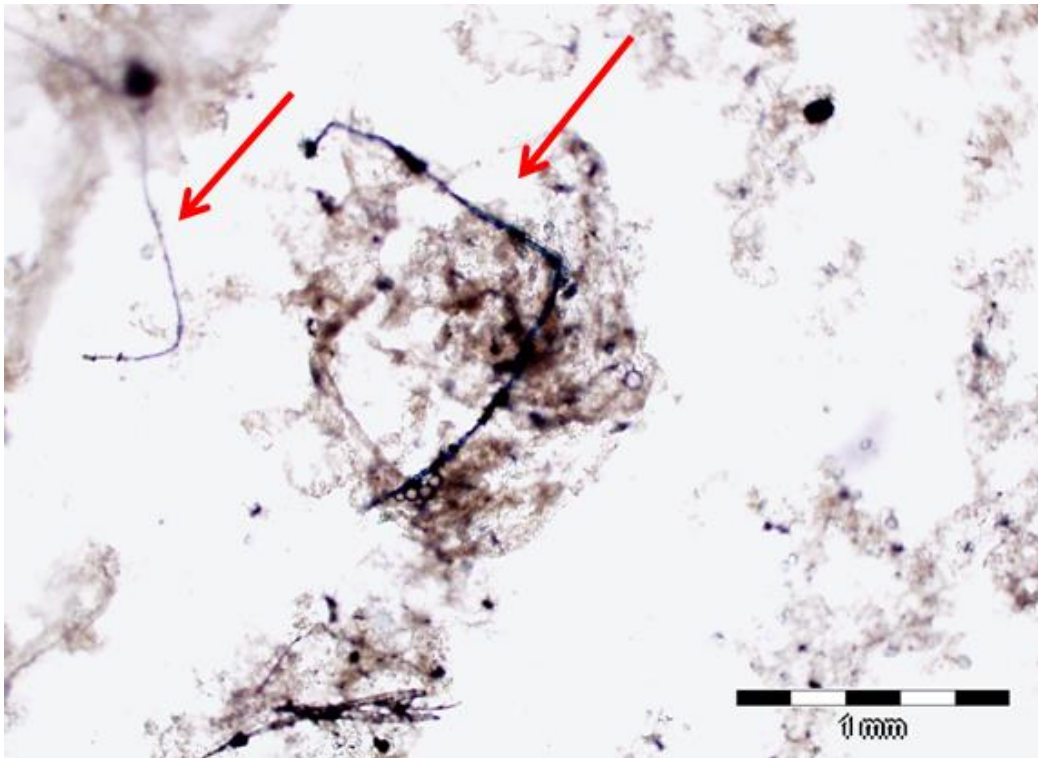
Tablica 4. Broj uzorka, ukupna duljina (cm), ukupna masa (g) i spol jedinki bukve *Boops boops* u kojima su pronađene čestice mikroplastike

Broj uzorka	Ukupna duljina (cm)	Ukupna masa (g)	Spol	
1b	15,3	39,2	ž	(Slika 25)
2b	15,6	42,85	no	(Slika 26)
3b	17,1	49,87	ž	(Slika 27 i 28)
4b	17,1	46,79	m	(Slika 29)

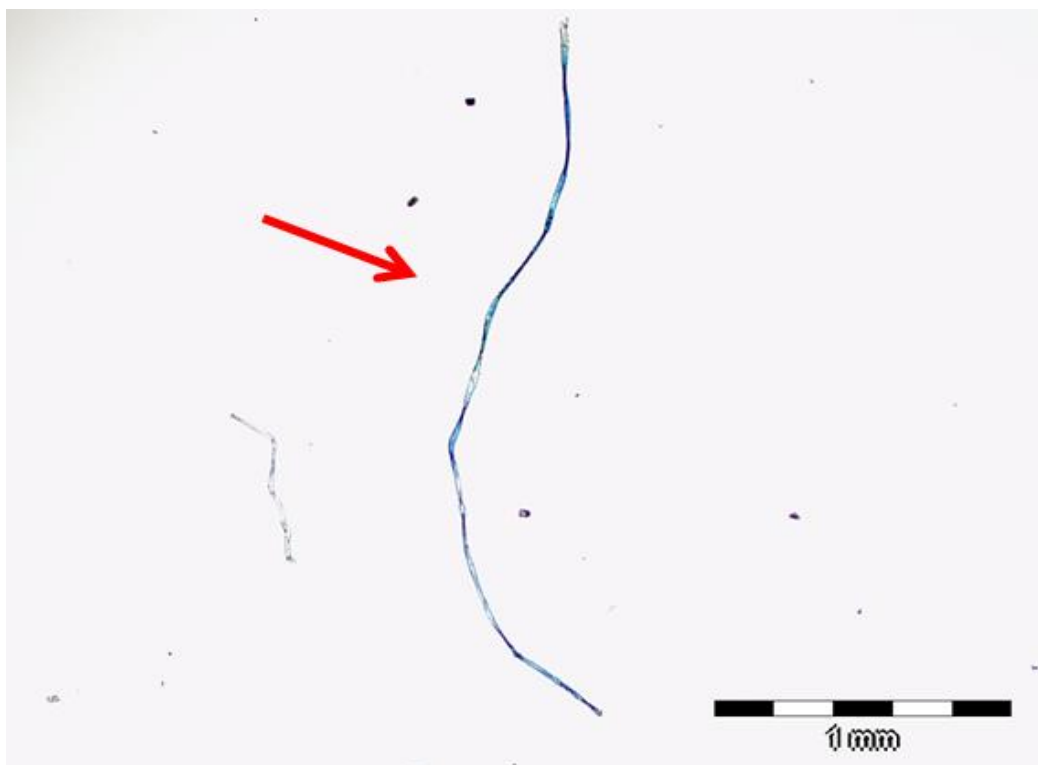


Slika 25. Čestica pronađena u sadržaju želudca bukve, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) (uzorak 1b) na području južnog Jadrana (povećanje: 1 mm)

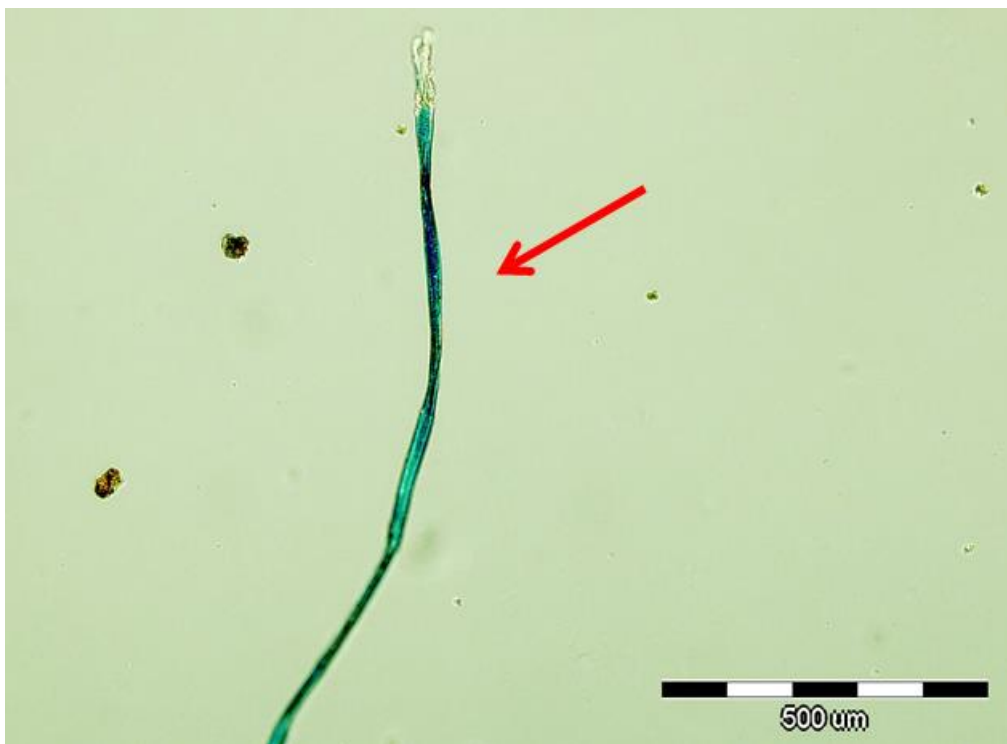
Kod preostala četiri uzorka sadržaja želudca bukve pronađena je mikroplastika u obliku niti. Pronađena mikroplastika prikazana je na Slici 26, Slici 27, Slici 28 i Slici 29.



Slika 26. Mikroplastika u sadržaju želudca bukve, *Boops boops*, (Linnaeus, 1758) (uzorak 2b) u južnom Jadranu (povećanje: 1 mm)



Slika 27. Mikroplastika pronađena u sadržaju želudca bukve, *Boops boops*, (Linnaeus, 1758) (uzorak 3b) u južnom Jadranu (povećanje 1mm)



Slika 28. Mikroplastika pronađena u sadržaju želudca bukve, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) (uzorak 3b) na području južnog Jadrana (povećanje: 500 μ m)



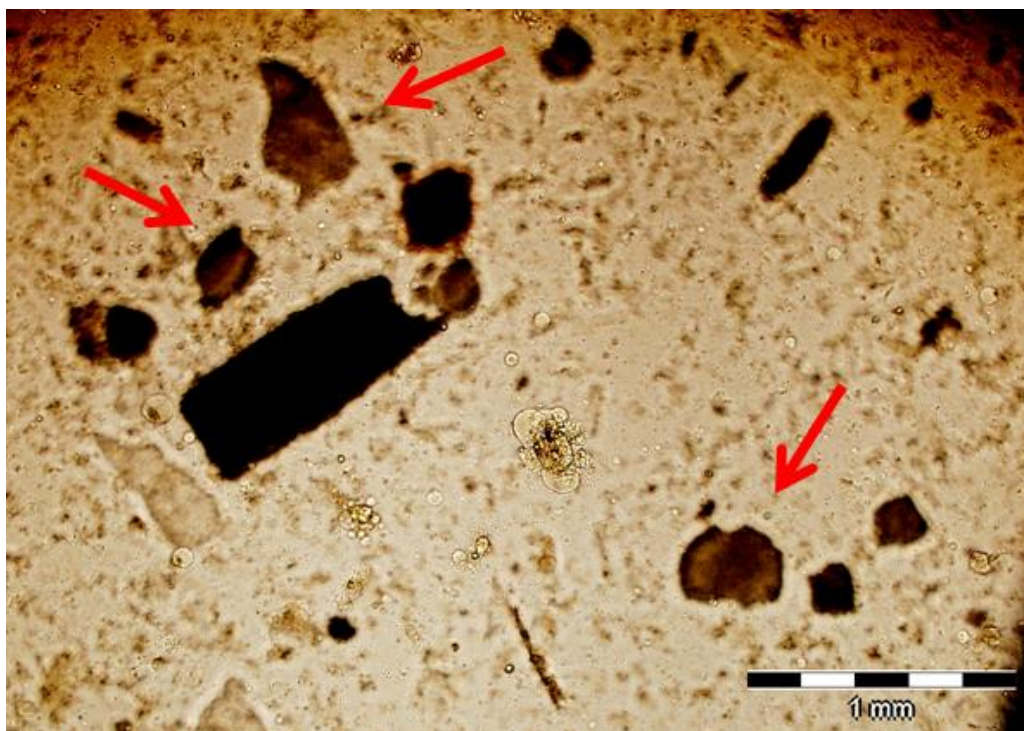
Slika 29. Mikroplastika pronađene u sadržaju želudca bukve, *Boops boops*, (Linnaeus, 1758) (uzorak 4b) na području južnog Jadrana (povećanje: 1 mm)

Mol, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)

U Tablici 5 prikazane su vrijednosti ukupne duljine (cm), ukupne mase (g) i spol jedinki mola u kojima su pronađene čestice mikroplastike. Mikroplastika u obliku čestica promjera od 113,90 do 256,12 μm pronađena je u uzorku 1m (Slika 30).

Tablica 5. Broj uzorka, ukupna duljina (cm), ukupna masa (g) i spol jedinki mola, (*Merluccius merluccius*) u kojima su pronađene čestice mikroplastike

Broj uzorka	Ukupna duljina (cm)	Ukupna masa (g)	Spol	
1m	26,8	133,14	ž	(Slika 30)
2m	22,1	66,42	m	(Slika 31)
3m	19,6	45,02	ž	(Slika 32)



Slika 30. Čestice pronađene u sadržaju želudca mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)(uzorak 1m) na području južnog Jadrana (povećanje: 1 mm)

Kod preostala četiri uzorka sadržaja želudca mola pronađena je mikroplastika u obliku niti. Pronađena mikroplastika prikazana je na Slici 31 i Slici 32.



Slika 31. Niti pronađene u sadržaju želudca mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)(uzorak 2m) na području južnog Jadrana (povećanje: 50 μm)



Slika 32. Niti pronađene u sadržaju želudca mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)(uzorak 3m) na području južnog Jadrana(povećanje: 50 μm)

4. RASPRAVA

U ovom istraživanju ukupno je analizirano 107 uzoraka, od čega 38 trlja od blata, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758), 42 bukve, *Boops boops* (Linnaeus, 1758) i 27 mola, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758).

Duljinsko – maseni odnos ukupnog uzoraka trlje od blata ($b = 2,687$) i ženki ($b = 2,627$) pokazuje negativan alometrijski rast, a mužjaci pozitivnu alometriju ($b = 3,254$). Pozitivna alometrija za ukupni uzorak ($b = 3,104$) i mužjake ($b = 3,251$) dobivena je u istraživanju koje je provedeno na obalama Tunisa (Cherif i sur., 2007). U istom istraživanju pozitivna alometrija dobivena je i za ženke ($b = 3,122$). U Egiptu (Abdallah, M. 2002) bilježi izometrijski rast ukupne populacije ($b = 3,00$). Različito vrijeme uzorkovanja, broj uzoraka kao i temperatura mora i dostupnost hrane koje se razlikuju mogu biti uzrok razlikama u rezultatima.

Duljinsko – maseni odnos ukupnog uzorka bukve ($b=2,491$), ženki ($b=2,616$) i mužjaka ($b=2,441$), pokazuje negativan alometrijski rast. Borges i sur., 2003 zabilježili su da je rast ukupne populacije bukve u Portugalu negativno alometrijski ($b = 2,892$), dok je na Aleksandrijskoj obali pozitivno alometrijski ($b = 3,130$) (Abdallah, 2002).

U istraživanju na području Koločepskog kanala, ukupni uzorak bukve ($b = 2,911$) te posebno za ženke ($b = 2,884$) i mužjake ($b = 2,962$) također ukazuju na negativan alometrijski rast cijele populacije (Mozara, 2013). U istom istraživanju kao i u našem uzorku, prevladavaju ženke. Kod 5 jedinki nije bilo moguće odrediti spol, pretpostavka je da su jedinke bile na prijelazu iz ženke u mužjaka.

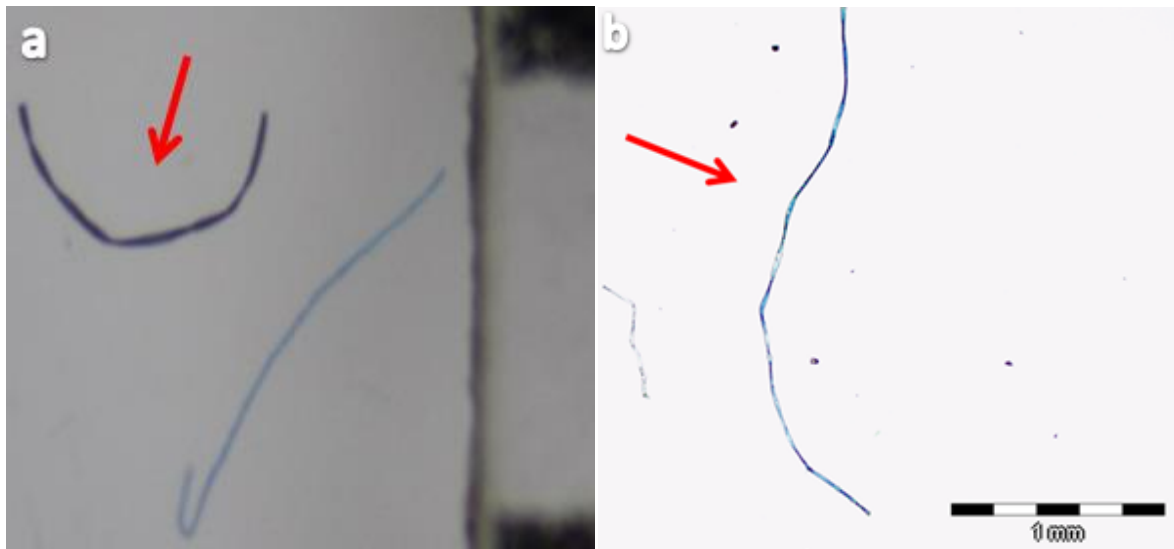
Duljinsko – maseni odnos ukupnog uzorka mola ($b=3,137$), ženki ($b=3,273$) i mužjaka ($b=3,052$), pokazuje pozitivan alometrijski rast. Mol je također i na području Portugala pokazao pozitivan alometrijski rast, ukupni uzorak ($b = 3,172$), (ženke $b = 3,150$) i mužjaci ($b = 3,127$) (Costa, 2013). U istraživanju Piñeira i sur. (2003), na području Španjolske, mol je imao negativan alometrijski rast, ukupni uzorak ($b = 2,981$), (ženke $b = 2,942$) i mužjaci ($b = 2,813$). U njihovom uzorku, također su prevladavali mužjaci.

Indeks kondicije je posljedica duljinsko – masenog odnosa riba te je pod direktnim utjecajem starosti, spola, zrelosti gonada i punoće želudca (Barnham i Baxter 1998). Indeks kondicije ukupnog uzorka trlje od blata kreće se od 0,85 do 1,56. Najniži indeks kondicije ženki je 0,89, a najviši 1,56. Indeks kondicije mužjaka varira od 0,85 do 0,91. U istraživanju provedenom u blizini Blanesa prosječni indeks kondicije ukupnog uzorka iznosio je 1,16, dok je na području Barcelone iznosio 1,75 (Carreras i sur., 2011). U Egejskom moru najviši indeks kondicije ukupnog uzorka zabilježen je u veljači i iznosio je 1,80 (Akyol i sur., 2000). Indeks kondicije ukupnog uzorka bukve kreće se od 0,63 do 1,21. Najniži indeks kondicije ženki je 0,82, a najviši 1,21. Indeks kondicije mužjaka varira od 0,63 do 1,19. Slični rezultati dobiveni su u istraživanju u Koločepskom kanalu, indeks kondicije ženki bukve kretao se od 0,86 do 1,02. Indeks kondicije mužjaka bukve imao je minimalnu vrijednost od 0,85, a maksimalnu vrijednost od 1,02 (Mozara, 2013). Indeks kondicije ukupnog uzorka mola kreće se od 0,54 do 0,76. Najniži indeks kondicije ženki je 0,59, a najviši 0,76. Indeks kondicije mužjaka varira od 0,54 do 0,71. Tijekom istraživanja provedenog u Turskoj potvrđena je povezanost i utjecaj mrijesta na indeks kondicije. Vidljivo je kako se indeks kondicije povećavao tijekom siječnja i kolovoza kada je sezona mrijesta završena, te kako se smanjivao tijekom studenog, prosinca, ožujka i travnja. U navedenom istraživanju indeks kondicije ženki varirao je od 0,7 do 0,85, a indeks kondicije mužjaka 0,65 do 0,9 (Kahraman i sur., 2017).

U ovom istraživanju u prehrani trlja od blata učestalošću su dominirali rakovi deseteronošci (Decapoda) i kozice (Penaeidae). Kako navode Jardas (1996); Konstantinos i Vasiliki (2002) hrani se i polihetima, školjkašima i rakovima, kao i algama, mizidima (rašljonošci) i puževima.

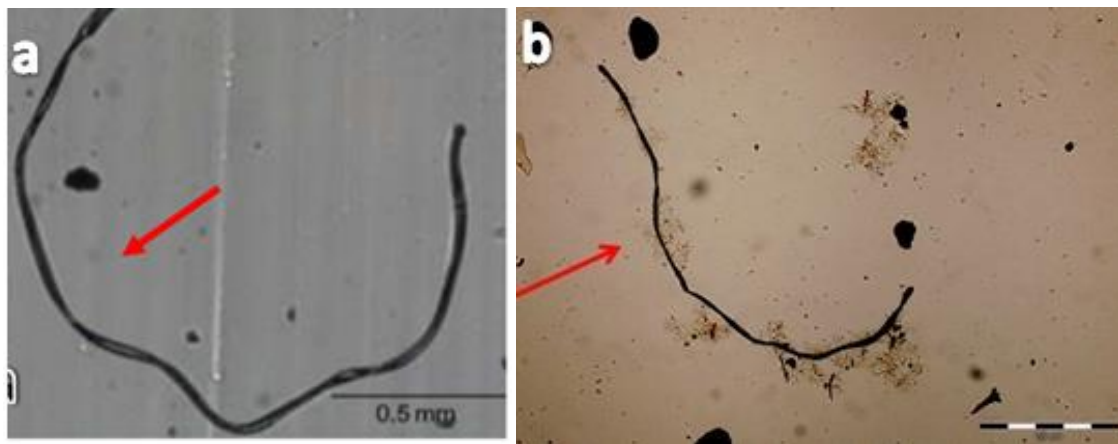
U prehrani bukve dominirali su deseteronožni (Decapoda) i amfipodni (Amphipoda) rakovi, te velika količina biljnog materijala. Prema Frimodtu (1995) i Jardasu (1996) pretežno se hrani zooplanktonom (kopepoda, kopelata, larve dekapoda, hetognata).

U prehrani mola, također su najzastupljenije kozice (Penaeidae) i deseteronožni rakovi (Decapoda). Nedorasli primjerci hrane se uglavnom planktonskim rakovima (mizidi, eufauzidi), a odrasli ribom, rakovima i glavonošcima. Golani i sur. (2006) kao hranu navode i manje osliće, srdelu, haringu, bakalar, a kao hranu juvenila posebno ističu eufauzide i amfipode. Kao što smo potvrdili i u ovom istraživanju uobičajena hrana su im i drugi moli, ali



Slika 34. Usporedba pronađene mikroplastike u haringi, *Alosa pseudoharengus*(a) (Hammer i sur., 2016) (povećanje: 1 mm) i u ovom istraživanju (b) (povećanje: 1 mm)

Na Slici 35a vidljiva je nit pronađena u želudcu mola ulovljenog na području Španjolske (Bellas, 2016) u usporedbi s niti pronađenoj tijekom ovog istraživanja, također u želudcu mola (35b).



Slika 35. Usporedba pronađene mikroplastike u želudcu mola, *Merluccius merluccius*(a)

5. ZAKLJUČAK

1. Raspon ukupnih duljina analiziranih jedinki trlja od blata kretao se od 14,1 cm do 22,3 cm s prosječnom vrijednosti od $17,07 \pm 1,46$ cm. Ukupna masa kretala se u rasponu od 33,14 g do 113,74 g s prosječnom vrijednosti od $51,14 \pm 15,17$ g.
2. Ukupna duljina bukve kretala se od 14,6cm do 19,9cm, a prosječna vrijednost bila je $16,79 \pm 1,40$ cm. Ukupna masa je u rasponu od 28,55 g do 87,19 g, s prosjekom od $48,63 \pm 12,08$ g
3. Ukupna duljina mola bila je u rasponu od 19,6cm do 30,4 cm, s prosjekom od $24,22 \pm 3,41$ cm. Raspon ukupne mase tijela bio je od 45,02 g do 185,73 g s prosjekom od $95,53 \pm 43,76$ g.
4. U ukupnom uzorku bukve i trlje od blata prevladavale su ženke, dok su u uzorku mola bili zastupljeniji mužjaci.
5. Ukupni uzorak ($b=2,687$) i ženke ($b=2,627$) trlje od blata pokazuje negativan alometrijski rast, dok mužjaci ($b=3,254$) imaju pozitivnu alometriju.
6. Cijela populacija bukve pokazuje negativan alometrijski rast: ukupni uzorak ($b=2,491$), ženke ($b=2,616$) i mužjaci ($b=2,441$).
7. Cijela populacija mola pokazuje pozitivan alometrijski rast: ukupni uzorak ($b=3,137$), ženke ($b=3,273$) i mužjaci ($b=3,052$).
8. Vrijednost indeksa kondicije trlje od blata bio je u rasponu od 0,85 do 1,56.
9. Indeks kondicije bukve kretao se u rasponu od 0,63 do 1,21.
10. Izračunati indeks kondicije za mola bio je od 0,54 do 0,76.
11. U prehrani trlja od blata učestalošću su dominirali rakovi deseteronošci (Decapoda) i kozice (Penaeidae). U prehrana bukve dominirali su deseteronožni (Decapoda) i amfipodni (Amphipoda) rakovi. U prehrani mola, također su najzastupljenije kozice (Penaeidae) i deseteronožni rakovi (Decapoda).
12. Čestice koje nalikuju mikroplastici pronađene su kod 7 jedinki; u 4 bukve i u 3 mola. Pronađena mikroplastika bila je u obliku sitnih čestica i niti.

6. LITERATURA

- Abdallah, M., 2002. Length – weight relationship of fishes caught by trawl off Alexandria, Egypt. *Naga ICLARM Q.* 25(1):19-20.
- Akyol, O., Tosunoğlu, Z., Tokaç, A. 2000. Investigation of the growth and reproduction of Red Mullet (*Mullus Barbatus* Linnaeus, 1758) population in the Bay of Izmir (Aegean Sea). *Journal of science and technology.* Vol 1. 121-127.
- Alegria–Hernández, V. 1989. Some aspects of reproductive biology of bogue (*Boops boops* L., piscea Sparidae) from the Mid – Adriatic channels. *Acta Adriatica*, 31, 1/2, 301-313.
- Andrady, A.L. 1994. Assessment of environmental biodegradation of synthetic polymers. *J. Macromol. Sci. Polym. Rev.* 34, 25–76.
- Barletta, M., Costa, M. F. 2015. Microplastics in Coastal and Marine Environments of the Western Tropical and Sub-Tropical Atlantic Ocean. *Environ. Sci.: Processes Impacts*, 2015,17, 1868-1879.
- Barnes, D., Galgani, F., Thompson, R., Barlaz, M. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci.* 364, 1985–1998.
- Barnham, C., Baxter, A. 1998. Condition factor, K, for salmonid fish. *Fisheries Notes, State of Victoria*, 1-2.
- Bauchot, M. L., Hureau, J. C. 1986. Sparidae. P. 883-907. In P.J.P. Whitehead. *Fishes of the north-eastern Atlantic and Mediterranean.* Vol 2. UNESCO, Paris.
- Bellas, J., Martínez-Armental, J., Martínez-Cámara, A., Besada, V., Martínez-Gómez, C. 2016. Ingestion of microplastics by demersal fish from the Spanish Atlantic and Mediterranean coasts. *Mar. Pollut. Bull.* Vol.109, 55-60.
- Borges, T.C., Olim, S., Erzini, K. 2003. Weight – length relationship for fish species discarded in commercial fisheries of the Algrave (southern Portugal). *J. Appl. Ichtyol.* 19(6): 394-396.

- Bozzano, A., F. Sardà, J. Ríos. 2005. Vertical distribution and feeding patterns of the juvenile European hake, *Merluccius merluccius* in the NW Mediterranean. *Fisheries Research* 73(1-2):29-36.
- Buxton, C.D., P.A. Garratt, 1990. Alternative reproductive styles in seabreams (Pisces: Sparidae). *Environ. Biol. Fish.* 28(1-4):113-124.
- Caron, A. G. M., Thomas, C. R., Ariel, E., Berry, K. L. E., Boyle, S., Motti, C. A., Brodie, J. E. 2015. Extraction and identification of microplastics in sea turtles: method development and preliminary results. Centre for Tropical Water and Aquatic Ecosystem Research (TropWATER) Publication 15/52, James Cook University, Townsville, 37.
- Carrassón, M., Moraleda-Cibrián, N., Rosell-Melé, A. 2015. Polycyclic aromatic hydrocarbons, polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in European hake (*Merluccius merluccius*) muscle from the Western Mediterranean Sea. *Mar. Pollut. Bull.* 95 1, 513-9.
- Carreras-Aubets, M., Montero, F., Padrós, F., Crespo, S., Carrassón M. 2011. Parasites and histopathology of *Mullus barbatus* and *Citharus linguatula* (Pisces) from two sites in the NW Mediterranean with different degrees of pollution. *Scientia marina.* 369-378.
- Cherif, M., Zarrad, R., Gharbi, H., Missaoui, H., Jarboui, O. 2007. Some biological parameters of the red mullet, *Mullus barbatus* L., 1758, from the Gulf of Tunis. *Acta Adriatica : international journal of Marine Sciences*, 48(2), 131-144.
- Costa, A. M. 2013. Somatic Condition, Growth and Reproduction of Hake, *Merluccius merluccius* L., in the Portuguese Coast. *Journal of Marine Science* 3, 12-30.
- Di Natale, A., Molinari, A., Öztürk, B., Srour, A., Pollard, D. 2011. *Merluccius merluccius*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011.
- El-Haweet, A., Hegazy, M., Abu-Hatab, H., Sabry, E. 2005. Validation of length frequency analysis for *Boops boops* (bogue) growth estimation. *Egypt. J. Aquat. Res.* 31 (1), 399e408.
- Eriksen, M., Lebreton, L. C. M., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., Galgani, F., Ryan, P. G., Reisser, J. 2014. Plastic pollution in the world's oceans: More

- than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. PLoS One; 9(12).
- Ferrer-Maza, D., Faliex, E., Lloret, J., Muñoz, M., Sasal, P., Vila, S. 2015. Health and reproduction of red mullet, *Mullus barbatus*, in the western Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, 753, 189-204.
- Foekema, E.M., De Gruijter, C., Mergia, M.T., van Franeker, J.A., Murk, A.J., Koelmans, A.A., 2013. Plastic in North Sea fish. *Environ. Sci. Technol.* 47, 8818–8824.
- Frimodt, C. 1995. Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish. Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England. 215 p.
- Giannakopoulou, L., Neofitou, C. 2014. Heavy metal concentrations in *Mullus barbatus* and *Pagellus erythrinus* in relation to body size, gender, and seasonality. *Environmental science and pollution research international*, 21 11, 7140-53.
- Gordo, LS. 1996. On the fecundity of the bogue, *Boops boops* (L. 1758) from Portuguese coast. *Journal of Applied Ichthyology – Zeitschrift für Angewandte Ichthyologie*. 12(1):27-30.
- Güven, O., Gökdağ, K., Jovanović, B., Kıdeyş, A. E. 2017. Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish. *Environmental Pollution*, Vol. 223, 286-294.
- Hammer, C., VanBrocklin, H. 2016. Microplastic Bioaccumulation in invertebrates, fish, and cormorants in Lake Champlain. Center for Earth and Environmental Science Student Posters. Book 25.
- Hureau, J. C. 1970. Biologie comparee de quelques *Poissons antarctiques* (Nototheniidae). *Bull. Inst. Oceanogr. Monaco*, 68: 1 – 244.
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347, 768–771.
- Jardas, I. 1996. Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb, 268 pp.

- Kahraman, A. E., Yıldız, T., Uzer U., Karakulak, F. S. 2017. Sexual Maturity and Reproductive Patterns of European Hake *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Merlucciidae) from the Sea of Marmara, Turkey. *Acta zool. bulg.* 2-3.
- Kargin F. 1995. Seasonal changes in levels of heavy metals in tissues of *Mullus barbatus* and *Sparus aurata* collected from Iskenderun Gulf (Turkey). *Water, Air, and Soil Pollution*, 1996, Vol. 90. 557.
- Kokokiris, L., Stamoulis A., Monokrousos N., Doulgeraki S. 2014. Oocytes development, maturity classification, maturity size and spawning season of the red mullet (*Mullus barbatus barbatus* Linnaeus, 1758). *Journal of Applied Ichthyology*. Vol 30, 20-27.
- Konstantinos I. S., Vasiliki S. K. 2002. Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11: 217–254.
- Kühn, S., van Weven, B., van Oyen, A., Meijoom, A., Bravo Rebolledo, E.L., van Franeker, J.A. 2016. The use of potassium hydroxide (KOH) solution as a suitable approach to isolate plastics ingested by marine organisms. *Mar. Pollut. Bull.* 86 – 90.
- Lenz, R., Enders, K., Beer, S., Sørensen, T. K., Stedmon, C. A. 2016. Analysis of microplastic in the stomachs of herring and cod from the North Sea and Baltic Sea. DTU Aqua National Institute of Aquatic Resources. Technical University of Denmark. Technical Report.
- Lithner, D., Larsson, A., Dave, G. 2011. Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition, *Science of the Total Environment*, 409, 3309-3324.
- Lithner, D., Larsson, Å., Dave, G. 2011. Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Sci. Total Environ.* 409, 3309–3324.
- Livadas, R. J. 1988. A Study of the Growth and Maturity of Striped Mullet (*Mullus barbatus* L.), in Waters of Cyprus. *FAO Fish. Rep.*, 412: 44 -51.
- Lucio, P., Murúa, H., Santurtún, M. 2000. Growth and reproduction of hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay during the period 1996–1997. *Ozeanografika*, vol.3 325-354.

- Lusher, A. L., McHugh, M., Thompson, R. C. 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Mar. Pollut. Bull.* Volume 67, Issues 1–2, 15. 94-99.
- Mangano, M. C., Porporato, E. M. D., Caridi, F., Kaiser, M. J., Bottari T., Spanò N. 2014. Assessing the effects of trawling disturbance on the diet of red mullet, *Mullus barbatus barbatus* (L. 1758), in the southern Tyrrhenian sea. Conference Paper.
- Matašin, Ž., Vučinić, S. 2008. *Ceratothoa oestroides* (Risso, 1826) in bogue (*Boops boops* L.) and picarel (*Spicara smaris* L.) from the Velebit channel in the Northern Adriatic. *Veterinarski arhiv*, 78(4), 363-367.
- Moore, C.J. 2008. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. *Environ. Res.* 108, 131–139.
- Mouneimne, N. 1978 Poisson des cotes du Liban. These, Universite Pierre et Marie Curie. Paris VI. 490.
- Mozara, R., 2013. Histološki aspekti reproduktivnog ciklusa bukve, *Boops boops* (Linnaeus, 1758). Diplomski rad, Sveučilište u Dubrovniku. 35 str.
- Nadal, M. A., Alomar, C., Deudero, S. 2016 High levels of microplastic ingestion by the semipelagic fish bogue *Boops boops* L. around the Balearic Islands. *Environmental Pollution* 214 (2016) 517 – 523.
- Piñeiro, C., Saínza, M. 2003. Age estimation, growth and maturity of the European hake (*Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)) from Iberian Atlantic waters, *ICES Journal of Marine Science*, Vol. 60. 1086–1102.
- Pinkas, L., Oliphant M.S., Iverson. I.L.K. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters. *California Fish Game* 152:1-105
- Preciado, I., Punzón, A., Velasco, F. 2015. Spatio-temporal variability in the cannibalistic behaviour of European hake *Merluccius merluccius*: the influence of recruit abundance and prey availability. *Journal of fish biology*, 86 4, 1319-34.
- Raibaut, A., Renaud, F., Tirard, C., Thomas, F. 1996. The distribution and abundance of *Lernaecera lusci* (Copepoda) on hake (*Merluccius merluccius*) and bib (*Trisopterus luscus*) (Teleostei). *International journal for parasitology*, 26 12, 1387-92.

- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bord. Can., 191: 1 – 382.
- Rummel C.D., Löder, M.G.J., Fricke, N.F., Lang, T., Griebeler, E., Janke, M., Gerdts, G. 2016. Plastic ingestion by pelagic and demersal fish from the North Sea and Baltic Sea. Mar. Pollut. Bull. Vol 102, 1 134-141.
- Ryan, P.G., 1988. Effects of ingested plastic on seabird feeding — evidence from chickens. Mar. Pollut. Bull. 19, 125–128.
- Sanchez, W., Bender, C., Porcher, J.-M. 2014. Wild gudgeons (*Gobio gobio*) from French rivers are contaminated by microplastics: preliminary study and first evidence. Environ. Res. 128, 98e100.
- Stagioni M., Montanini S., Vallisneri M. 2011. Feeding habits of European hake, *Merluccius merluccius* (Actinopterygii: Gadiformes: Merlucciidae), from the northeastern Mediterranean Sea. Acta Ichthyol. Piscat. 41 (4): 277–284.
- Talsness, C.E., Andrade, A.J., Kuriyama, S.N., Taylor, J.A., vom Saal, F.S. 2009. Components of plastic: experimental studies in animals and relevance for human health. Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci. 364, 2079–2096.
- Tserpes, G., Fiorentino, F., Levi, D., Cau, A., Murenu, M., Zamboni, A. D. A., Papaconstantinou, C., 2002. Distribution of *Mullus barbatus* and *M. surmuletus* (Osteichthyes: Perciformes) in the Mediterranean continental shelf: implications for management. Sci. Mar. 66 (Suppl. 2), 39–54.
- Vandermeersch, G., Van Cauwenberghe, L., Janssen, C. R., Marques, A., Granby, K., Fait, G., Devriese, L. 2015. A critical view on microplastic quantification in aquatic organisms. Environmental Research, Vol. 143, No. Part B, 46-55.
- Vukadin, I., Zvonarić, T., Odžak N. 1995. Fate and distribution of toxic heavy metals in some marine organisms from the eastern Adriatic coast. Helgoländer Meeresuntersuchungen, 1995, Vol. 49, Number 1-4, 679.
- Wagner, M., Scherer C., Alvarez-Muñoz, D., Reifferscheid, G. 2014. Microplastics in freshwater ecosystems: what we know and what we need to know, Environmental Sciences Europe, 26:12.

Zander, C.D. 1982. Feeding ecology of litoral gobiid and blennoid fish of the Banyuls area (Mediterranean Sea). Main food and trophic dimensions of niche and ecotope. *Vie Milieu*, 32: 10 – 20.

Internet izvori

www.biom.hr

www.fao.org

IZJAVA

S punom odgovornošću izjavljujem da sam diplomski rad izradila samostalno, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentorice doc. dr. sc. Tatjane Dobroslavić.

Irena Glavor