

SVUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Mariela Čakelić

**Sezonska prehrana i dužinsko – maseni odnos mačince crvenog, *Cepola
macrophthalma* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana**

DIPLOMSKI RAD

Dubrovnik, 2014.

SVUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Mariela Čakelić

Sezonska prehrana i dužinsko – maseni odnos mačince crvenog, *Cepola macrophthalma* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Vlasta Bartulović

Komentor:

prof. dr. sc. Davor Lučić

Dubrovnik, 2014.

Ovaj diplomski rad izrađen je pod stručnim vodstvom izv. prof. dr. sc. Vlaste Bartulović i prof. dr. sc. Davora Lučića u sklopu diplomskog studija Marikultura na Odjelu za akvakulturu Sveučilišta u Dubrovniku.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Opće značajke mačince, <i>Cepola macrophthalma</i> , (Linnaeus,1758)	1
1.2. Dosadašnja istraživanja.....	2
1.3. Ciljevi istraživanja.....	3
2. MATERIJAL I METODE.....	4
2.1. Opis postaje; tehnika i metoda uzorkovanja.....	4
2.2. Analiza morfometrijskih osobina.....	4
2.3 Dužinsko – maseni odnosi.....	4
2.4. Indeks kondicije.....	5
2.5. Sezonska prehrana.....	6
3. REZULTATI.....	7
3.1. Analiza sastava populacije.....	7
3.2. Prehrana.....	12
4. RASPRAVA.....	18
5. ZAKLJUČAK.....	21
6. LITERATURA.....	22

SAŽETAK

Sezonska prehrana i dužinsko – maseni odnos mačinca crvenog, *Cepola macrophthalma* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana

Tijekom ovog istraživanja na području južnog Jadrana, u razdoblju 2013. godine, ulovljeno je 302 jedinke mačinca crvenog, *Cepola macrophthalma* (Linnaeus, 1758), raspona ukupne dužine tijela od 10,97 cm do 50,00 cm i ukupne mase od 2,71 g do 36,83 g. Pri ukupnim dužinama od 25 cm do 30 cm prevladavaju mužjaci, od 20 cm do 25 cm prevladavaju ženke. Dužinsko – maseni rast mačinca crvenog je negativno alometrijski za ženke ($b = 1,901$) i za mužjake ($b = 1,963$). Najviša vrijednost indeksa kondicije zabilježena je u hladnijem dijelu godine (maksimum IK = 0,094 u zimu).

U prehrani su i učestalošću i brojnošću izrazito dominirali planktonski rakovi. Među njima najbrojniji su bili kopepodi (Copepoda), osobito predstavnici reda Poecilostomatoidea i Calanoidea. Osobito velika učestalost kopepoda u sastavu plijena nađena je u ljetnom i jesenskom razdoblju, kada je više od 90 % pregledanih želudaca sadržavalo jedinke ove kategorije.

Ključne riječi: *Cepola macrophthalma*/dužinsko – maseni odnos/sezonska prehrana

ABSTRACT

Seasonal nutrition and length - weight relationship for red bandfish, *Cepola macrophthalma* (Linnaeus, 1758) in the southern Adriatic

In the present study, at the period of 2013, a total of 302 specimens of red bandfish, *Cepola macrophthalma* (Linnaeus, 1758), ranging from 10,97 cm to 50,00 cm in total length and 2,71 g to 36,83 g in total weight were collected in southern Adriatic. For lengths between 25 cm to 30 cm, males were dominated, and between 20 cm to 25 cm females. The length - weight relationship showed a negative allometric growth for females ($b = 1,901$) and for males ($b = 1,963$). The maximum value of the estimated condition factor was observed in the colder part of the year (maximum CF = 0,094 in winter).

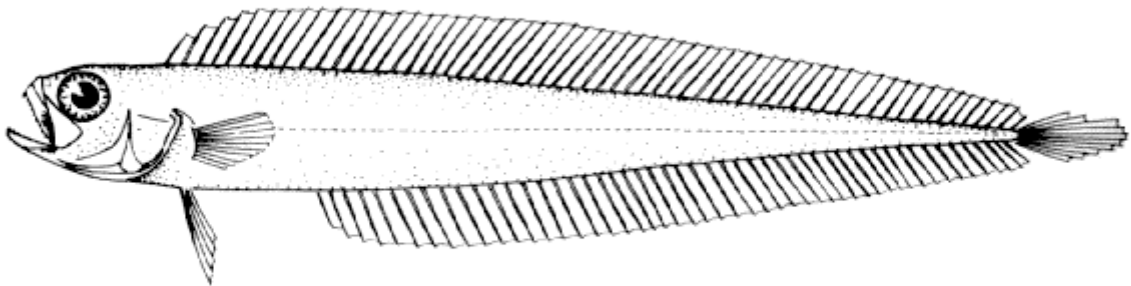
The red bandfish diet is strongly dominated by planktonic crustaceans in both frequency and quantity. Among them, the most numerous were the copepods (Copepoda), especially the representatives of Poecilostomatoida and Calanoida. In particular, the composition of prey found in summer and autumn had a high frequency of copepods, when more than 90 % of the examined stomachs contained specimens of this category.

Keywords: *Cepola machrophthalma*/length - weight relationship/seasonal nutrition

1. UVOD

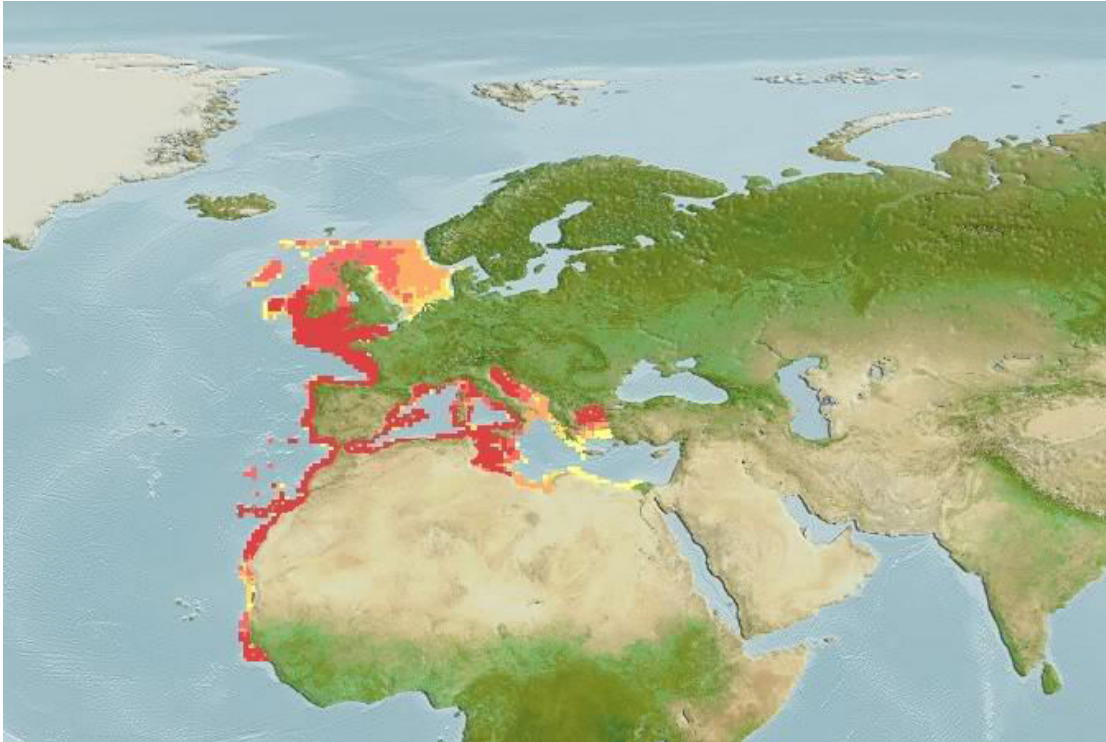
1.1. Opće značajke mačinca, *Cepola macrophthalma*, (Linnaeus, 1758)

Mačinac crveni (Slika 1.), *Cepola macrophthalma*, (Linnaeus, 1758) pripada porodici Cepolidae, u kojoj je opisano 25 vrsta. Zajedničko obilježje pripadnika ove porodice je tanko duguljasto tijelo i zakopavanje u mulj, iz kojeg izlaze uglavnom noću. U Jadranu obitava samo jedna vrsta *Cepola macrophthalma*, (Linnaeus, 1758). Nastanjuje istočni Atlantik, od Engleske do Senegala te Mediteran (osim Crnog mora) (Slika 2.). U Jadranu je rasprostranjen posvuda (Jardas, 1996). Populacija je najbrojnija u kanalskom području sjevernog Jadrana (Piccinetti i sur., 2012), a na dubrovačkom području se spominje 1903. pod latinskim nazivom *Cepola rubescens* (Kosić, 1903).



FAO

Slika 1. Mačinac crveni, *Cepola macrophthalma*, (Linnaeus, 1758). Izvor: (<http://fao.org>)



Slika 2. Rasprostranjenost maćinca crvenog, *Cepola macrophthalma*, (Linnaeus, 1758).
Izvor: (<http://fishbase.org>)

Tijelo maćinca crvenog je jako izduženo, bočno spljošteno, od glave prema repu postupno se sužava, prekriveno je sitnim cikloidnim ljuskama. Leđna i podrepna peraja su dugačke, prsne i trbušne kratke, a repna peraja je zaobljena. Pridnena je vrsta koja se ukopava u supstrat. Obitava na 15 - 400 m dubine (Quéro, 1990). Mrijesti se od proljeća do jeseni (Jardas, 1996). U sjeverozapadnom Mediteranu mlađ veličina od 2 do 3 mm obitava na dubinama od 100 metara, dok se juvenilni primjerci nalaze na dubinama do 200 metara (Martin i Sabates, 1991). U Jadranskom moru je najstariji analizirani mužjak imao 4, a ženka 3 godine. Mužjaci spolno sazriju godinu dana prije ženki pri ukupnoj duljini od oko 11,5 cm, a ženke pri 13,5 cm (Dulčić i sur. 2008). Hrane se uglavnom sitnim rakovima i četinočeljjustima (Chaetognatha), odnosno plaktonskim rakovima, jajima, tintininima i sl. (Jardas, 1996).

1.2. Dosadašnja istraživanja

Do sada je napravljeno jedno istraživanje populacije maćinca crvenog na području istočnog Jadrana, gdje su proučavane starost, rast i preživljavanje (Dulčić i sur., 2008). U Sredozemnom moru su istraživane biološke značajke, procjene

populacije, starost, rast i smrtnost (Martin i Sabates, 1991; Ozaydin i sur., 2007; Giacalone i sur., 2010; Bok i sur., 2011). Populacije istraživane u Egejskom moru, orijentirane su na prehranu (Stergiou, 1993; Murat, 2010) i reprodukciju (Stergiou i sur., 1996). Ostala istraživanja su vezana za ponašanje i prilagodbe na specifični način života u mulju; proučavao se izgled komora te položaj tijela unutar njih (Atkinson, 1976; Atkinson i sur., 1977; Regner, 1977; Atkinson i sur., 1987; Atkinson i Pullin, 1996; Vallisneri i sur., 2002; Vallisneri i sur., 2006).

1.3. Ciljevi istraživanja

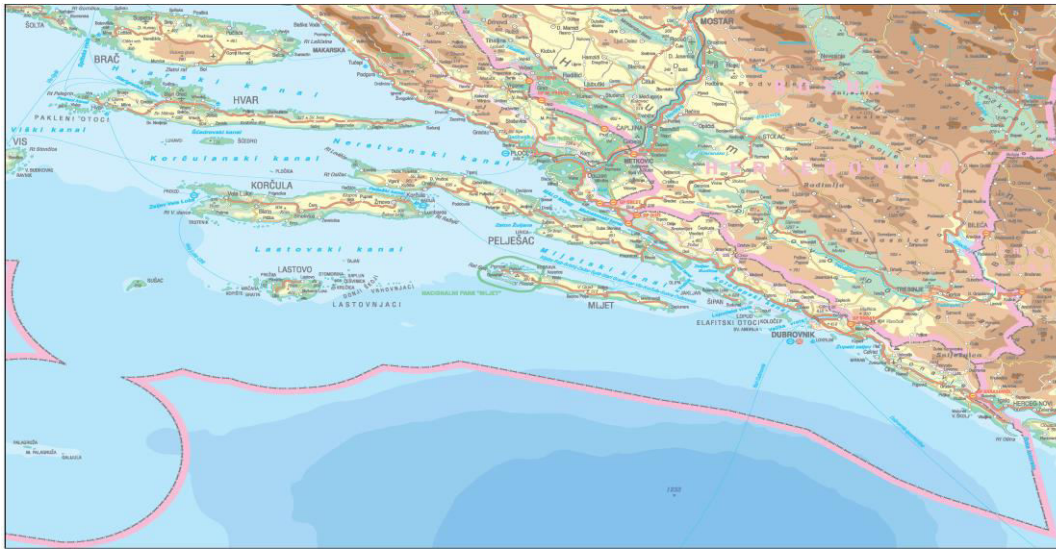
Cilj ovog istraživanja je utvrditi dužinsko - maseni odnos i sezonsku prehranu mačinca crvenog na području južnog Jadrana radi boljeg razumijevanja njegove biologije uz izračunavanje:

1. dužinskog sastava populacije,
2. dužinsko – masenog odnosa kroz četiri godišnja doba 2013.,
3. indeksa kondicije,
4. postotka učestalosti pojavljivanja plijena,
5. postotka brojnosti plijena,
6. koeficijenta praznosti probavila.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. Opis postaje, tehnika i metoda uzorkovanja

Uzorci su prikupljeni sezonski na području južnog Jadrana (Slika 3.) tijekom 2013. kočarskim alatom u suradnji s lokalnim ribarima. Prikupljene su 302 jedinke na dubini do 350 m. Materijal je poleđen te dostavljen u laboratorij Sveučilišta u Dubrovniku radi daljnje obrade. Jedinkama su izolirana probavila te su pohranjena u 4% formalin radi naknadnog određivanja plijena.



Slika 3. Južni Jadran. Izvor: (hr.iadriatic.hr)

2.2. Analiza morfometrijskih osobina

Svakoj je jedinki u laboratoriju izmjerena ukupna dužina (L_t) pomoću ihtiometa s preciznošću od 1,0 mm, te masa (W) tehničkom vagom s preciznošću od 0,01 g.

2.3. Dužinsko - maseni odnosi

Za izračunavanje dužinsko - masenog odnosa populacije mačinca crvenog u južnom Jadranu korištene su vrijednosti ukupne dužine (L_t) i mase (W) svih izmjerenih jedinki po sezonama. Alometrijski odnos između dužine (L_t) i mase (W) prikazan je s pomoću funkcionalne regresije (Ricker, 1975):

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

tj. temeljem eksponencijalne jednadžbe:

$$W = a L t^b$$

gdje su: W – masa, Lt – ukupna dužina, a i b su konstante.

EkspONENT b je omjer logaritma rasta u odnosu dužine i mase. Povećanje b logaritma mase biti će jednako b puta povećanju logaritma dužine za isto vremensko razdoblje. Tijekom kritičnih trenutaka u biologiji vrste, kao što su metamorfoza, sazrijevanje i mriješćenje, dolazi do promjene odnosa W/Lt . U alometrijskom odnosu W/Lt vrijednosti konstante $b > 3$ označuju pozitivnu alometriju, $b < 3$ negativnu alometriju, a ako je $b = 3$, odnos W/Lt je izometrijski. Pri negativnoj alometriji riba raste brže u dužinu nego u masu, kod pozitivne je suprotno. Uz izometrijski odnos ribi raste razmjerno jednako dužina i masa, zadržavajući svoj uobičajeni oblik. Rijedak je primjer da je masa ribe jednaka trećoj potenciji njezine dužine (Allen i suradnici, 1983), odstupanja nisu velika i kreću se uglavnom od 1,4 do 4,0 (Brown, 1957; Ricker, 1958), ili između 2,5 i 4,0 (Hille, 1936; Martin, 1949).

2.4. Indeks kondicije

Pod kondicijom podrazumijevamo fizičko stanje ribe koje je posljedica dužinsko - masenog odnosa. Izražava se koeficijentom kondicije ili ponderalnim indeksom (Thompson, 1942). Analizirajući promjene navedenog indeksa moguće je pratiti određena stanja kod ribe uvjetovana čimbenicima okoliša, dostupnošću hrane, stupnjem invadiranosti parazitima, ali je moguće odrediti i vrijeme mriješćenja odraslih jedinki. Kondicija je vjerodostojni pokazatelj rezervne energije kod riba (Lambert i Dutil, 1997). Slaba je kondicija obično u svezi sa slabom prehranom i nepovoljnim uvjetima u okolišu. Indeks kondicije je izračunat s pomoću kubičnog ili Fultonova koeficijenta (Ricker, 1975):

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

gdje su: K – vrijednost indeksa kondicije, W – masa ribe, Lt – ukupna dužina ribe.

2.5. Sezonska prehrana

Izolirana su probavila 142 nasumično odabrane jedinke. U ljetnoj sezoni analizirana su 34 probavila u jesen i zimu po 32 te u proljeće 44 probavila. Sadržaj želudca je ispran na predmetno stakalce te je pronađeni plijen određen do najniže taksonomske kategorije (roda i vrste), a gdje nije bilo moguće, do razine porodice ili reda. Pri analizi prehrane odredili su se sljedeći hranidbeni indeksi:

a) postotak učestalosti pojavljivanja plijena %F: omjer broja probavila koja su sadržavala određeni plijen n i broja ukupno analiziranih probavila N:

$$\% F = n / N \times 100,$$

b) postotak brojnosti plijena %N: odnos broja jedinki određene taksonomske skupine plijena np i ukupnog broja jedinki svih pronađenih skupina plijena Np:

$$\% N = np / Np \times 100,$$

c) koeficijent praznosti probavila %V: odnos broja praznih probavila Er i ukupnog broja svih analiziranih probavila N:

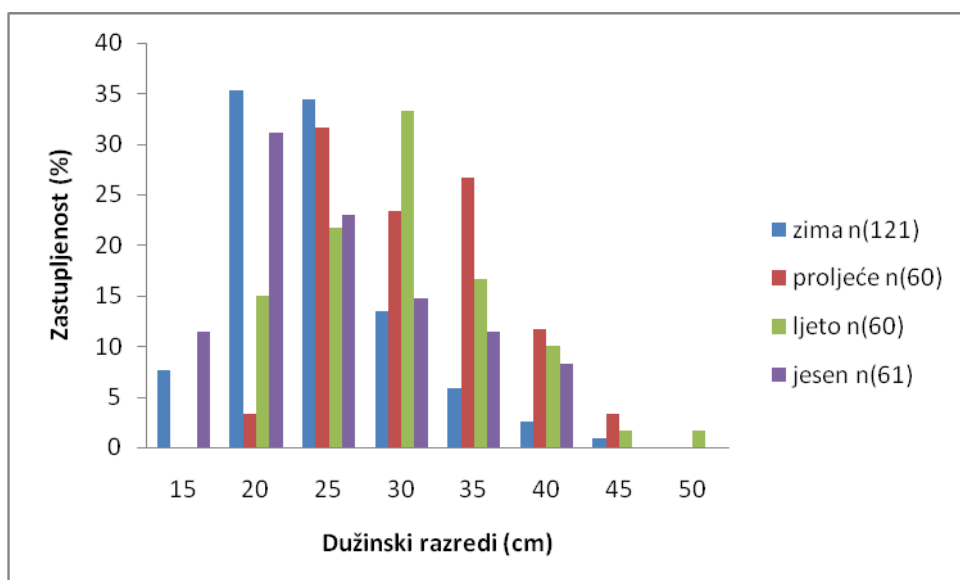
$$\% V = Er / N \times 100$$

Brojnost plijena u želucima ribe prikazati će se u Box-Wisher statističkom grafu u programu Statistika 7 za Windows.

3. REZULTATI

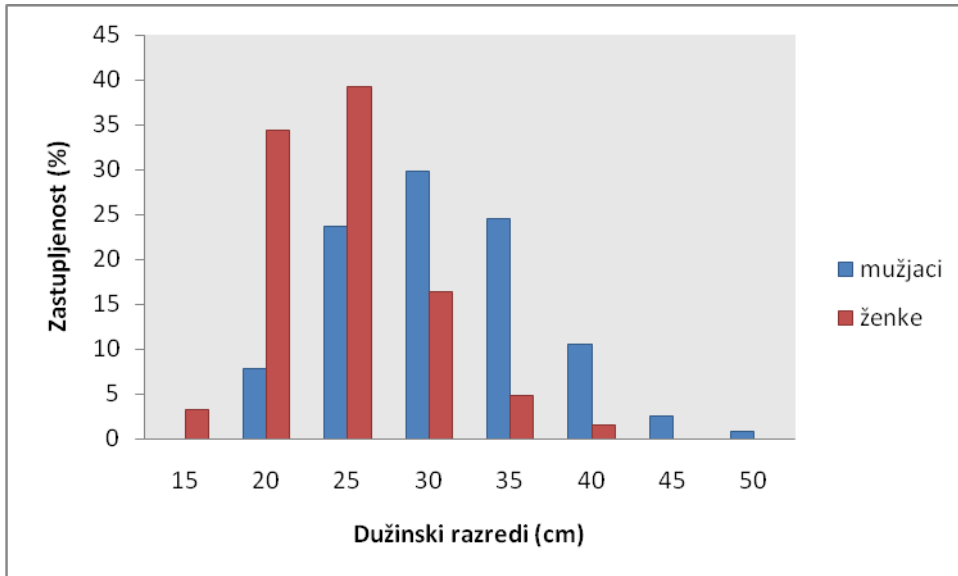
3.1. Analiza sastava populacije

Ukupno su analizirane 302 jedinke, od čega 114 mušjaka i 61 ženka te 127 jedinki neodređenog spola. Ukupna dužina tijela (Lt) mačinca crvenog na području južnog Jadrana zimi se kretala u rasponu od 12,98 do 44,21 cm s prosječnim vrijednostima od $21,92 \pm 5,74$ cm, u proljeće od 17,86 do 42 cm s prosječnim vrijednostima od $28,73 \pm 5,59$ cm, u ljeto od 17,23 do 50 cm s prosječnim vrijednostima od $27,58 \pm 6,86$ cm, te u jesen od 10,97 do 37 cm s prosječnim vrijednostima od $22,93 \pm 7,07$ cm .



Slika 4. Dužinski sastav populacije mačinca crvenog, *Cepola macrophthalmus* na području južnog Jadrana tijekom 2013.

Analizirane jedinke su podijeljene u 8 dužinskih razreda, najveći udio jedinki tijekom zime pripadao je dužinskom razredu od 20 do 25 cm, a najmanji od 45 do 50 cm. Tijekom proljeća prevladavale su jedinke iz dužinskog razreda od 20 do 25 cm, a najmanje su bile zastupljene u dužinskom razredu do 15 cm i od 45 do 50 cm. U ljeto prevladavaju jedinke dužinskog razreda od 25 do 30 cm, a najmanje ih je u dužinskom razredu do 15 cm. U jesen prevladavaju jedinke dužinskih razreda od 15 do 20 cm, najmanje ih je od 45 do 50 cm (Slika 4.).

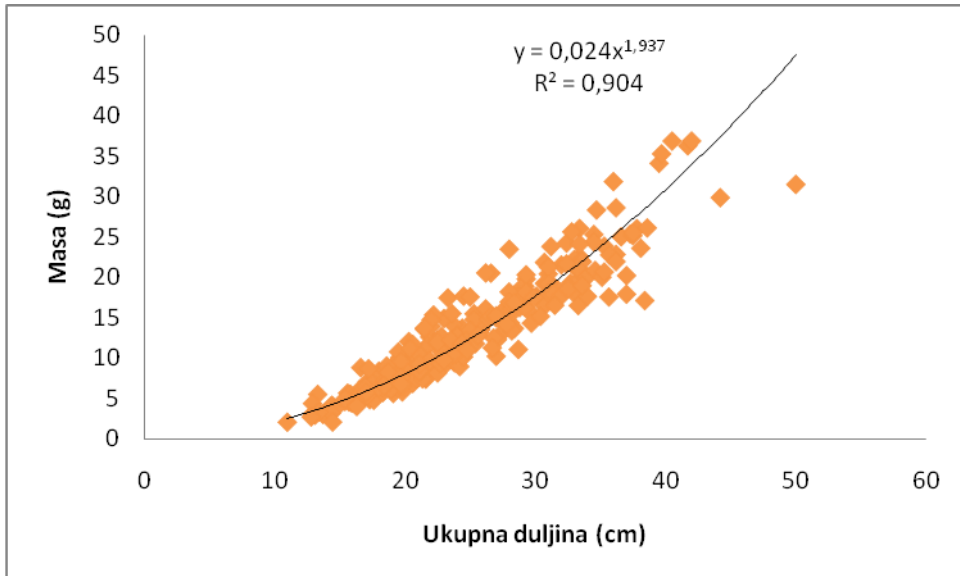


Slika 5. Dužinski sastav populacije mačinca crvenog, *Cepola macrophthalmus* na području južnog Jadrana, odvojeno po spolovima, tijekom 2013.

Na Slici 5. prikazan je dužinski sastav populacije mačinca crvenog odvojeno po spolovima. Jedinke su podijeljene u 8 dužinskih razreda. Najveći udio mužjaka pripadao je dužinskom razredu od 25 do 30 cm, a najmanje jedinkama do 15 cm. Ženke su najviše zastupljene u dužinskom razredu od 20 do 25 cm, a najmanje od 45 do 50 cm.

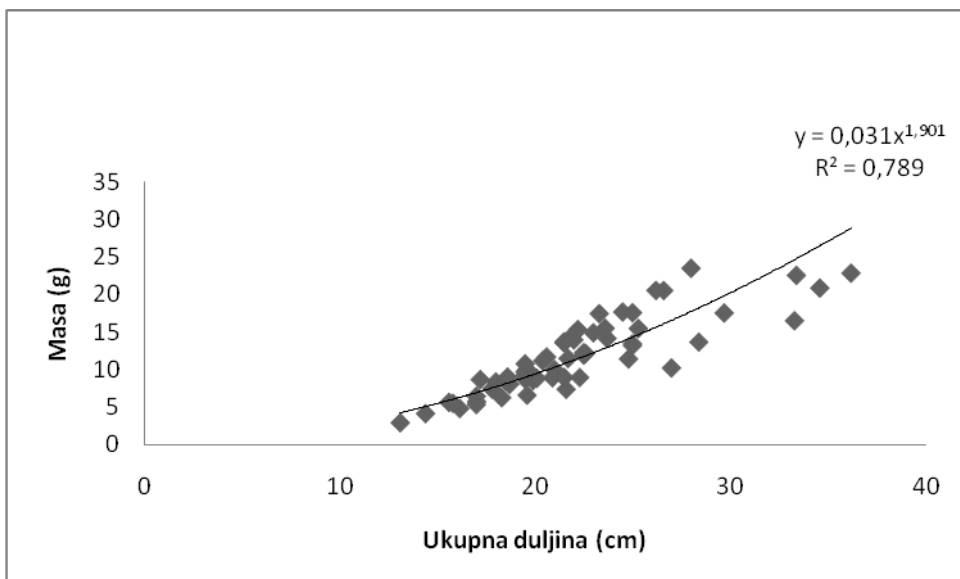
Masa (W) jedinki mačinca crvenog iznosila je od 2,95 g do 29,83 g tijekom zime s prosječnim vrijednostima od $9,68 \pm 4,99$ g, tijekom proljeća od 7,43 g do 36,83 g s prosječnim vrijednostima od $18,36 \pm 6,38$ g, tijekom ljeta od 8,38 g do 36,82 g s prosječnim vrijednostima od $17,26 \pm 6,74$ g, te tijekom jeseni od 2,07 g do 20,83 g s prosječnim vrijednostima od $9,99 \pm 5,32$ g.

Dužinsko - maseni odnos populacije mačinca crvenog prikazan je po sezonama i tijekom cijele godine. Dužinsko - maseni odnos ukupne populacije mačinca crvenog prikazan je na Slici 6. Vrijednost konstante b je iznosila 1,937, rast je negativno alometrijski.



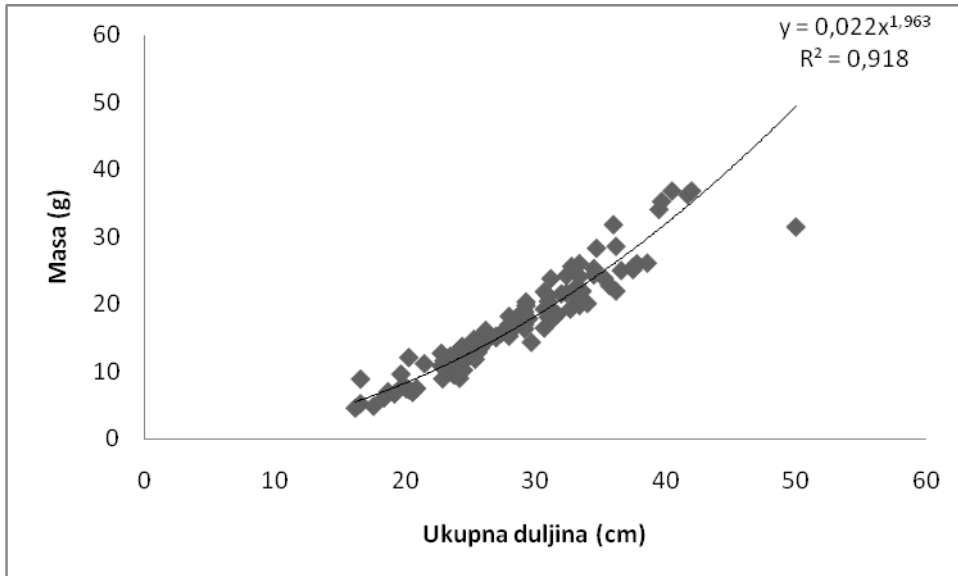
Slika 6. Dužinsko - maseni odnos mačinca crvenog, *Cepola macrophthalma* na području južnog Jadrana tijekom 2013.

Vrijednost konstante b dužinsko-masenog odnosa ukupnog godišnjeg uzorka ženki iznosila je 1,901, rast je negativno alometrijski (Slika 7).



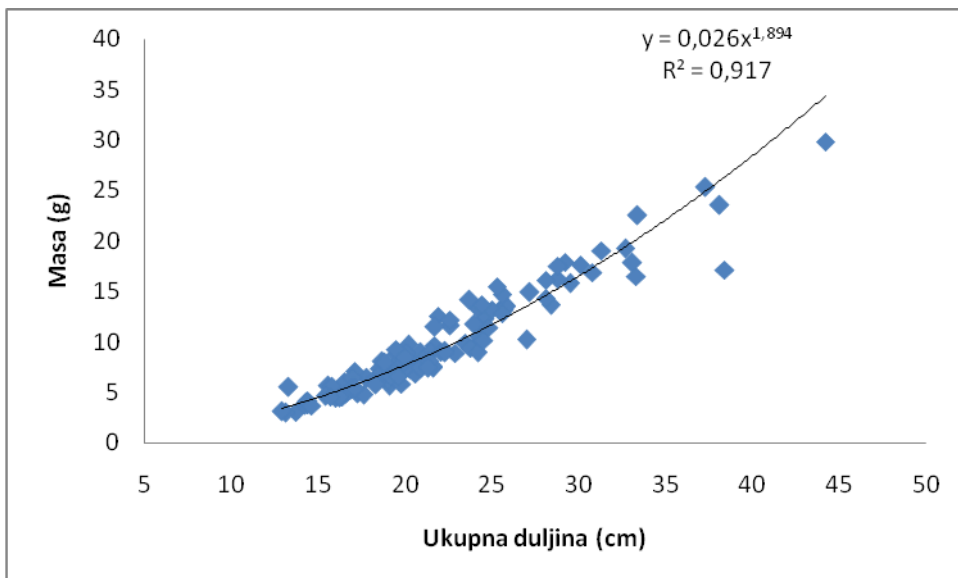
Slika 7. Dužinsko - maseni odnos ženki mačinca crvenog, *Cepola macrophthalma* na području južnog Jadrana tijekom 2013.

Dužinsko-maseni odnos mužjaka mačinca crvenog tijekom cijele godine prikazan je na Slici 8. Vrijednost konstante b iznosi 1,963, rast je negativno alometrijski.



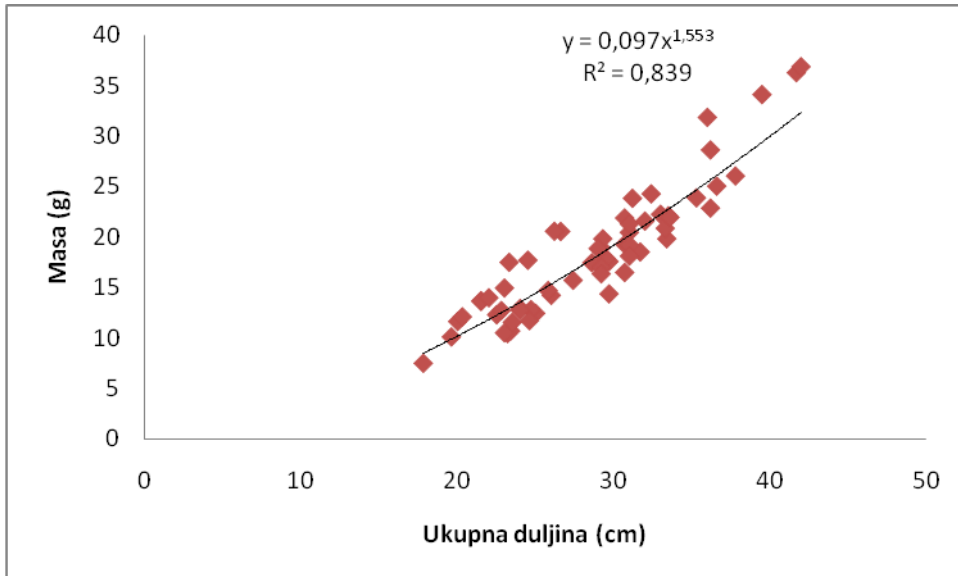
Slika 8. Dužinsko - maseni odnos mužjaka mačinca crvenog, *Cepola macrophthalma* na području južnog Jadrana tijekom 2013.

Tijekom zime, vrijednost konstante b je iznosila 1,894 (Slika 9). Iz navedenog proizlazi da je rast populacije negativno alometrijski, što znači da jedinke više rastu u dužinu nego u masu.



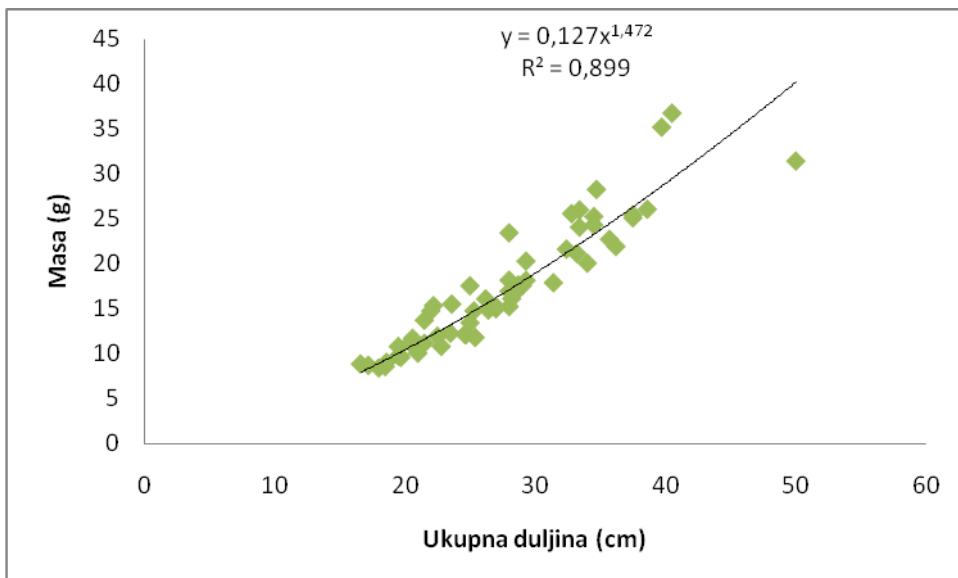
Slika 9. Dužinsko - maseni odnos mačinca crvenog, *Cepola macrophthalma* na području južnog Jadrana tijekom zimskog razdoblja 2013.

Dužinsko - maseni odnos mačinca crvenog tijekom proljetnog razdoblja prikazan je na Slici 10. Vrijednost konstante b je iznosila 1,572, rast je negativno alometrijski.



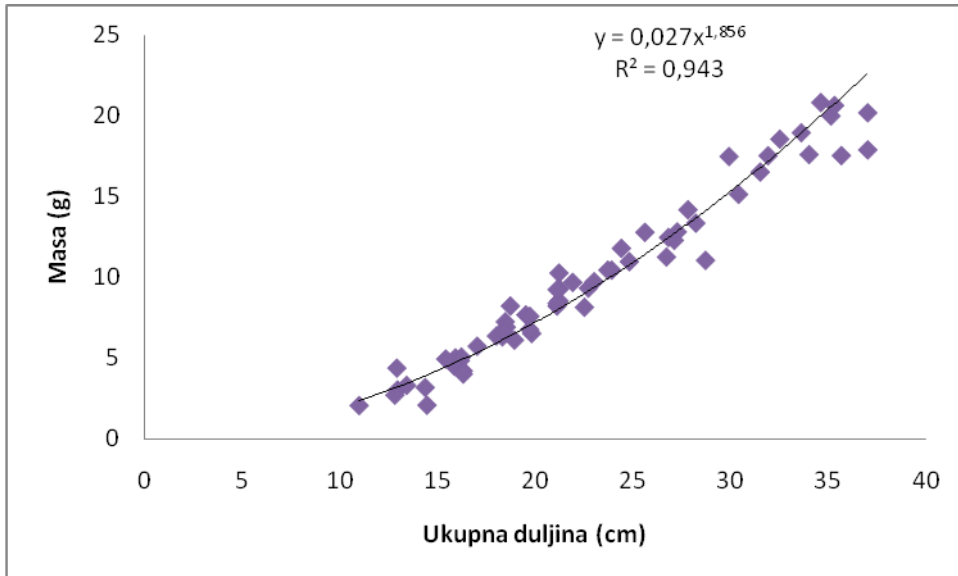
Slika 10. Dužinsko - maseni odnos mačinca crvenog, *Cepola macrophthalma* na području južnog Jadrana tijekom proljetnog razdoblja 2013.

Vrijednost konstante b dužinsko-masenog odnosa tijekom ljetnog razdoblja je iznosila 1,472, rast je negativno alometrijski (Slika 11).



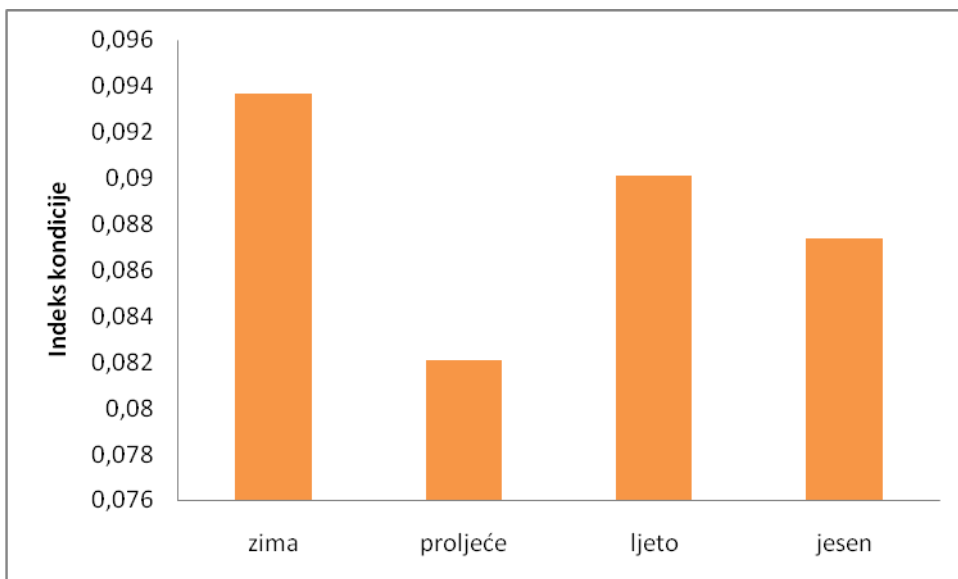
Slika 11. Dužinsko - maseni odnos mačinca crvenog, *Cepola macrophthalma* na području južnog Jadrana tijekom ljetnog razdoblja 2013.

Dužinsko - maseni odnos populacije mačinca crvenog za jesensko razdoblje prikazan je na Slici 12. Vrijednost konstante b je iznosila 1,856 te je rast negativno alometrijski.



Slika 12. Dužinsko - maseni odnos mačinca crvenog, *Cepola macrophthalma* na području južnog Jadrana tijekom jesenskog razdoblja 2013.

Indeks kondicije izračunat je na ukupno 300 jedinki. Tijekom zimskog razdoblja vrijednost je bila najveća, iznosila je 0,094 u proljeće se smanjila na 0,082. Tijekom ljeta opet se povećala na 0,09. U jesen je ponovno u blagom opadanju i iznosila je 0,087 (Slika 13).



Slika 13. Indeks kondicije mačinca crvenog, *Cepola macrophthalma* na području južnog Jadrana tijekom 2013.

3.2. Prehrana

Analizom sadržaja probavila jedinki utvrđeno je da se mačinac crveni uglavnom hrani mezozooplanktonom i makrozooplanktonom.

U prehrani su i učestalošću i brojnošću izrazito dominirali planktonski rakovi (Tablica 1). Među njima najbrojniji su bili kopepodi (Copepoda), osobito predstavnici reda Poecilostomatoida i Calanoida. Osobito velika učestalost kopepoda u sastavu plijena nađena je u ljetnom i jesenskom razdoblju, kada je više od 90 % pregledanih želudaca sadržavalo jedinke ove kategorije. Kopepodi su najčešći plijen i u ostalim sezonama, premda je učestalost nalaza bila manja u usporedbi s toplijim sezonama. Ličinke dekapoda (Decapoda juvenile) bile su čest i brojan plijen u proljetnom razdoblju, a razvojni stadiji eufauzida (Euphausiacea furcillia) tijekom ljeta. Veći udio u plijenu u pojedinim sezonama imali su hiperidni rakušci (Hyperidea), kumacei (Cumacea) i mizidi (Mysidacea). Od ličinki dekapoda prepoznati su predstavnici porodica Hyppolytidae, Alpheidae, Processidae i Leucosiidae, a od rakušaca Hyperiidae, Pronoidae i Vibiliidae. Na osnovi anatomskih detalja telzona prepoznate su vrste mizida *Leptomysis mediterranea* i *Gastrosacus lobatus*.

Uz planktonske rakove zabilježeni su i ostaci bentonskih rakova u ljetnim i jesenskim uzorcima, a u svim sezonama prepoznati su ostaci streličara (koljeno Chaetognatha), prvenstveno njihove četine i zubići.

Tablica 1. Sastav i prosječna brojnost planktonskih rakova u želucima mačinca crvenog, *Cepola macrophthalma* na području južnog Jadrana tijekom 2013.

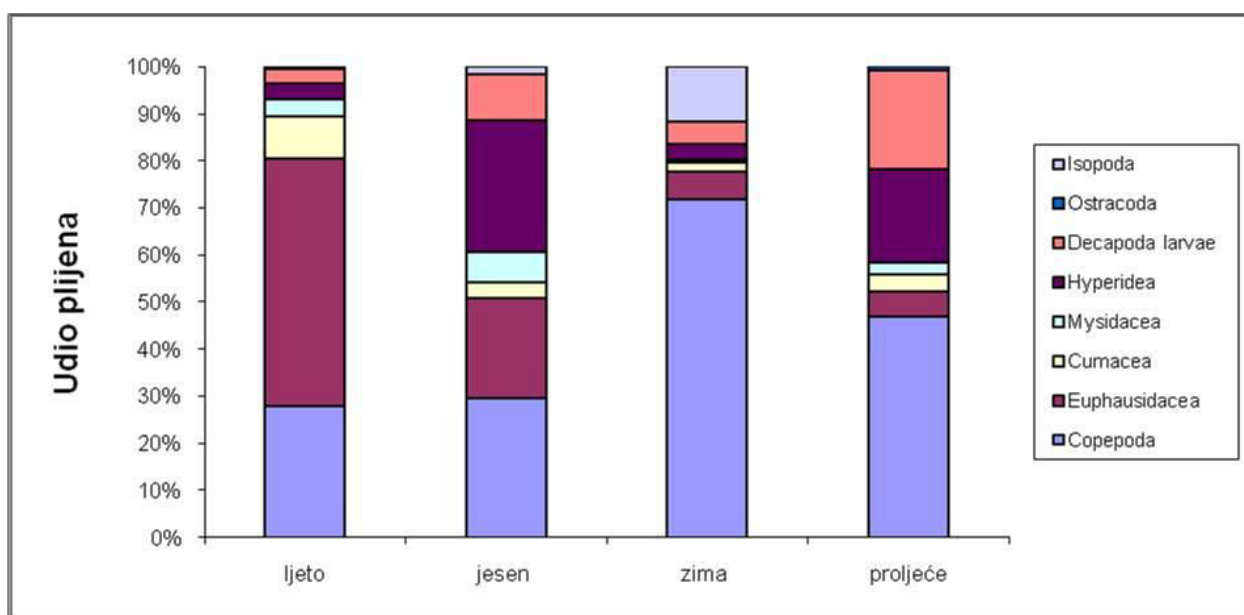
	PROLJEĆE	LJETO	JESEN	ZIMA
Ostracoda	0,25 ± 0,61	0,15 ± 0,44		
Copepoda				
Calanoida	13,84 ± 18,24	7,41 ± 12,76	0,56 ± 1,64	3,41 ± 10,65
Cyclopodia		0,03 ± 0,17		
Poecilostomatoida	17,79 ± 15,56	23,56 ± 30,58	4,75 ± 7,44	1,45 ± 2,17
Decapoda juvenile	6,18 ± 17,08	0,76 ± 2,13	0,09 ± 0,30	0,16 ± 0,72
Decapoda adult		0,18 ± 0,49	0,19 ± 0,40	0,28 ± 0,73
Euphausiacea				
calycoptis		0,12 ± 0,33		0,03 ± 0,18
furcilia	1,57 ± 3,55	13,88 ± 24,49	0,41 ± 1,04	0,28 ± 0,73
adult	0,02 ± 0,15	0,09 ± 0,38		
Mysidacea				
<i>Gastrosacus lobatus</i>	0,14 ± 0,55			
<i>Leptomysis mediterranea</i>	0,43 ± 0,95	0,94 ± 1,95	0,12 ± 0,42	0,03 ± 1,77
Isopoda		0,03 ± 0,17		0,56 ± 1,98
Cumacea	1,07 ± 4,87	2,41 ± 6,84	0,06 ± 1,22	0,09 ± 0,30
Hyperidea	5,89 ± 11,07	0,91 ± 1,83	0,53 ± 1,22	0,16 ± 0,45

Tijekom ljeta u probavilima mačinca dominirale su furcilije eufauzida. Po brojnosti slijede kopepodi i to predstavnici reda Poecilostomatoida i Calanoidea. Manji broj nađenih jedinki odnosi se na kumacea, mizidae, hiperide (rakušci), te ličinke dekapoda. Najmanji broj jedinki pripada ostrakodima (Ostracoda) i izopodnim račićima (Isopoda) (Slika 14). Praznih želudaca u ljeto nije bilo.

Kopepodi su bili najbrojniji plijen u jesen: Poecilostomatoida i Calanoida. Brojnost svih ostalih skupina je znatno manja u usporedbi s ljetnom sezonom: od furcilijskih eufauzida i adultnih primjeraka, dakapoda, mizida i kumacea (Slika 14). Udio praznih probavila u jesen iznosio je 31,25 %.

Zimi je nađeno znatno manje jedinki, a dominirali su kalaneidni i poecilostomatoidni kopepodi. Po brojnosti slijede izopodi, eufauzidi, hiperidi i predstavnik mizida (Slika 14). Udio praznih probavila zimi je iznosio 31,25 % isto kao i za jesen.

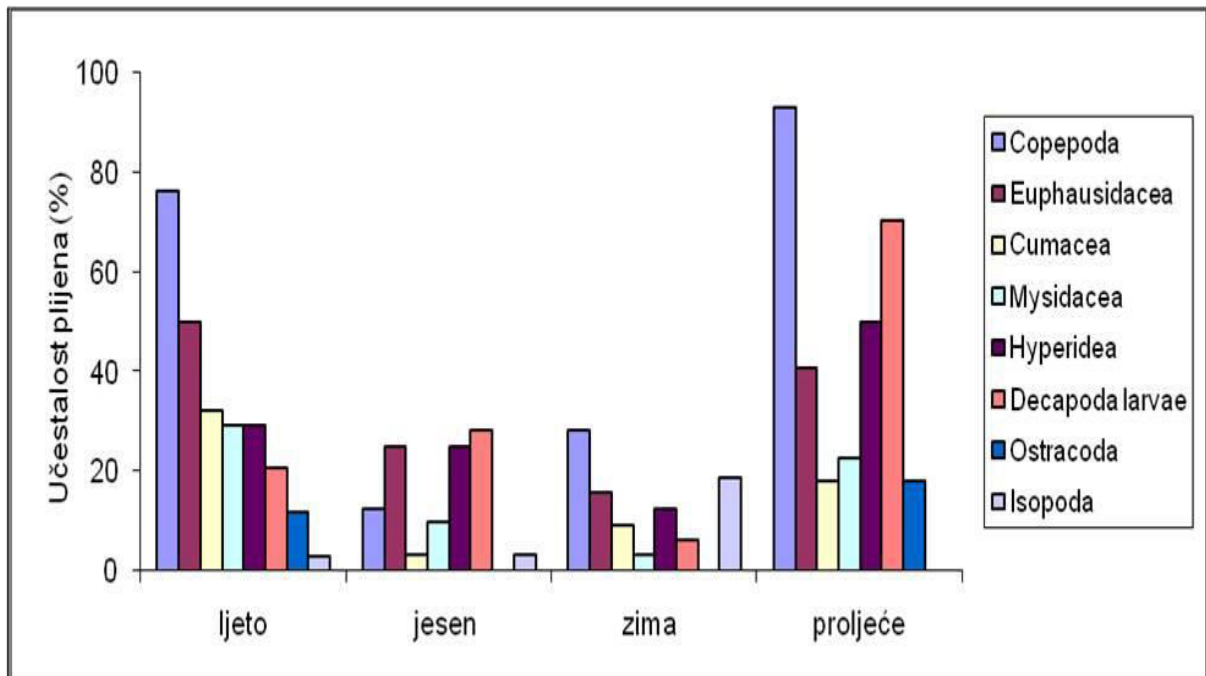
U proljeće je zabilježena najveća brojnost plijena u želucima. Dominirali su kopepodi iz skupine Calanoida i Poecilostomatoida. Veoma brojni bili su juvenilni dekapodni rakovi i hiperidi, a znatno manje bilo je predstavnika svih ostalih skupina (Slika 14). Praznih želudaca u proljeće nije bilo.



Slika 14. Udio plijena u probavilima mačinca crvenog, *Cepola macrophthalmus* na području južnog Jadrana tijekom 2013.

Na Slici 15. prikazani su rezultati učestalosti plijena u želucima mačinca crvenog tijekom 2013. Tijekom ljeta su najveću učestalost plijena imali kopepodi 76,47 %, ličinke eufauzida 50 % i kumacei 32,35 %. Manji postotak utvrđen je za ostrakode 11,76 % i izopode 2,94 %. Tijekom jeseni vidljiv je pad u učestalosti kopepoda 12,5 %. Najviše je pronađeno ličinki dekapoda 20,58 % potom hiperida i ličinki eufauzida 25 %. Zimi također kao i tijekom ljeta i proljeća dominiraju kopepodi

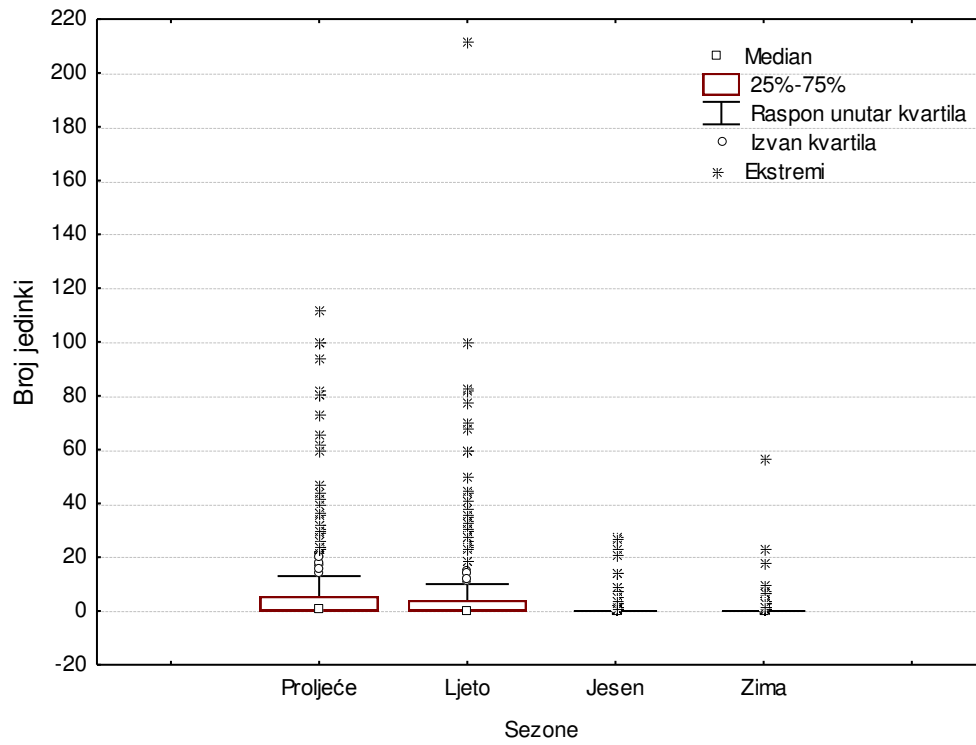
s 28,12 %, potom izopodi 18,75 %. Manje su učestali kumacea 9,37 %, ličinke dekapoda 6,25 % i mizidi 3,12 %. U proljeće je najviše pronađeno kopepoda 93,18 %, a najmanje kumacea i ostracoda 18,18 %.



Slika 15. Učestalost plijena u probavilima mačinca crvenog, *Cepola macrophthalmus* na području južnog Jadrana tijekom 2013.

Udio praznih probavila tijekom cijele godine iznosio je 14,78 %.

Količina plijena nađena u želucima ribe tijekom proljeća i ljeta značajno je veća od broja jedinki zabilježenih u jesenskom i zimskom razdoblju (Kruskal-Wallis test, $H=92,11$; $p<0.001$). Međutim, utvrđene su velike varijacije u količini plijena za iste sezone: u pojedinim želucima nađena je izuzetno velika količina, dok je u drugim želucima zastupljenost plijena bila mala. Stoga, dobivene su vrlo niske medijalne vrijednosti i visoki ekstremi (Slika 16). Maksimum od 215 jedinki utvrđen je u želucu jedne ribe u ljetnoj sezoni.



Slika 16. „Box-Wisher plot“ brojnosti plijena u probavilima mačince crvenog, *Cepola macrophthalma* na području južnog Jadrana tijekom 2013.

4. RASPRAVA

Biologija i ekologija komercijalno važnih vrsta riba su tradicionalno predmet brojnih istraživanja (Lavenda, 1949; Johnson i Katavić 1986; Secor i Zdanowicz, 1998; Grigorakis i sur., 2002; Lambert i Dutil, 2011), prvenstveno zbog procjene ekonomske koristi od ribarstva (Schaefer, 2011) te zbog uvođenja vrsta u akvakulturu (Efthimiou i sur., 1994; Randall i Brummett, 2007). Znatno je manji broj radova o ekonomski manje važnim ribama, iako one mogu imati važnu ulogu u ispravnom funkcioniranju i održavanju ravnoteže morskih ekosustava (Wei i sur., 2012).

Jedna od njih je i mačinac crveni, koji prema dosadašnjim spoznajama ima širok areal horizontalnog i vertikalnog rasprostranjenja (Martin i Sabates, 1991).

U ovom istraživanju ukupna dužina jedinki mačinca crvenog na području južnog Jadrana kretala se u rasponu od 10,97 do 50 cm, a ukupna masa od 2,71 do 36,83 g. Mužjaci su bili ukupne dužine od 16,2 do 50 cm, mase od 4,51 do 36,83 g. Ženke su varirale od 13,1 do 36,2 cm i mase od 2,95 do 23,46 g. Dulčić i sur. (2008) su analizirali rast mačinca crvenog u istočnom Jadranu. U njihovom istraživanju analizirano je 1254 jedinki mačinca crvenog, dužine od 7,1 do 55,5 cm i mase 0,6 do 58,5 g. Stergiou (1999) na Egejskom moru je utvrdio da su mužjaci gotovo 8 cm duži od ženki. U ovom istraživanju razlika između najvećeg mužjaka (50 cm) i najveće ženke (36,2 cm) iznosi 13,8 cm. Do razlika u rasponu ukupnih dužina na istraživanim područjima vjerojatno dolazi zbog različitih i selektivnih alata.

Dužinsko - maseni odnos ovisi o ekološkim uvjetima u kojima jedinke žive, posebice o količini i kvaliteti potencijalne hrane (Jennings i sur., 2001). Produkcija srednjeg Jadrana je veća od izrazito oligotrofnog južnog dijela (Fonda-Umani, 1996). Stoga, gustoće populacija potencijalnog plijena su veće, osobito planktonskih kopepoda (Hure i sur., 1980) što bi se moglo odraziti na manje biometrijske vrijednosti mačinca crvenog u južnom Jadranu u usporedbi s produktivnijim područjima (Stergiou, 1993; Dulčić i sur., 2008; Murat i sur., 2010).

Promjene alometrijskog eksponenta ukazuju na promjene oblika tijela, fiziološke promjene i porast ili zastoj u stopi rasta (Frost, 1945). Alometrijski odnos mijenja se ovisno o spolu, dužini, starosti i lokalitetu na kojem je određena vrsta nađena. Vrijednosti koficijenta b (proljeće 1,553, ljeto 1,472, jesen 1,856 i zima

1,894) dobivene za sve sezone istraživanja ukazuju na negativan alometrijski rast, što znači da riba više raste u dužinu nego u masu. Ostala istraživanja mačinca crvenog na Mediteranu pokazala su iste rezultate. Tako je u Turskoj u zaljevu Saros zabilježen negativan alometrijski rast ove vrste: $b=1,51$ (Ismen i sur., 2007; Bok i sur., 2011), te u Egejskom moru u Grčkoj gdje je konstanta b iznosila ≤ 2 (Stergiou i sur., 2006; Ozaydin i sur., 2007). Mjerenja koja su rađena sjeverno od Sicilije također ukazuju na veći rast mačinca u dužinu: $b=1,79$ (Giacalone i sur., 2010.) Negativna alometrija karakteristična je kod vrsta izduženog tijela porodica Chlorophthalmidae, Moridae i Neoscopelidae (Thomas i sur., 2003). Dubokomorske vrste izduženog tijela imaju još neka zajednička obilježja poput tankog repnog drška (Chlorophthalmidae, Moridae), cikloidnih ljuski (Cepolidae, Moridae i Chlorophthalmidae) i završnih usta (Cepolidae, Moridae, Chlorophthalmidae i Neoscopelidae), (Jardas, 1996).

Indeks kondicije mačinca crvenog tijekom proljeća bio je manji nego tijekom ljeta, dok se tijekom jeseni i zime povećava. Naši podaci su potpuno suprotni od rezultata za Egejsko more gdje su najveći indeksi kondicije nađeni u lipnju i rujnu, a najmanji u zimsko - proljetnom razdoblju (Stergiou, 1993). Indeks kondicije je vrlo osjetljiv i pokazuje svako odstupanje koje nastaje uslijed utjecaja različitih ekoloških čimbenika, te je pod direktnim utjecajem starosti, spola i zrelosti gonada (Barnham i Baxter, 1998). Analizom promjena indeksa kondicije moguće je utvrditi određena fiziološka stanja riba. U ovom istraživanju indeks kondicije je najveći u zimu i tada mačinac crveni dobiva na masi. Pad tijekom proljetnih mjeseci podudara se sa sezonom mriješćenja.

U ovom se radu donose prvi rezultati istraživanja prehrane vrste *Cepola macrophthalma* za Jadransko more. Glavninu prehrane mačinca crvenog čine zooplanktonski organizmi, među kojim su izrazito dominirali kopepodi iz reda Poecilostomatoidea i Calanoidea. Kopepodi općenito imaju ključnu ulogu u hranidbenim lancima morskog ekosustava jer sudjeluju u prijenosu energije i organske tvari od primarnih proizvođača na više trofičke nivoe, kao što su karnivorni zooplanktoni i planktivorne ribe. Uobičajeno, dominiraju u prehrani svih juvenilnih i adultnih planktivornih riba (Raymont, 1983; Bartulović i sur., 2004, 2009; Lima-Junior i Goitein, 2001; Dobrosravić i sur., 2013). U Jadranskom moru kopepodi najveće gustoće populacija dostižu u proljeće i ljeto (Hure i Kršinić, 1998), što je u skladu s

našim nalazima maksimalne brojnosti u želucima ribe, kao i dominacijom vrsta reda Poecilostomatoidea za koje je poznato da su vrlo brojni u dubljim slojevima južnog Jadrana (Benović i sur., 2005). Od ostalih skupina zooplanktona brojne su bile ličinke eufauzida i dekapoda te, hiperidi i mizidi što je u skladu s dosadašnjim spoznajama o sastavu i zastupljenosti plijena mačinca crvenog u Sredozemnom moru (Stergiou, 1993). Sezonska raspodjela učestalosti i brojnosti ovih zooplanktonskih skupina u želucima riba su također u skladu s pojavom njihove najveće gustoće populacija u južnom Jadranu: ličinke dekapoda u proljeće (Lučić, 1998), furcilijske eufauzide u ljeto (Gangai i sur., 2012). U istraživanju koje su proveli Murati i sur. (2010) u Egejskom moru uz navedene vrste u probavilima mačinca crvenog zabilježili su i meduze, sifonofore i planktonske tunikate. Zbog nedovoljne istraženosti prehrane mačinca crvenog usporedili smo dosadašnje rezultate s rezultatima ostalih dubokomorskih vrsta sličnih morfoloških karakteristika. U Egejskom moru je istraživana prehrana pet dubokomorskih vrsta.

Kod vrsta *Argentina sphyraena* (srebrenjak) i *Glossanodon leioglossus* (srebrnica južnica) dominiraju kopepodi kao i kod mačinca crvenog u našem istraživanju. U prehrani zelenočiće, *Chlorophthalmus agassizi* osim kopepoda nalaze se i mekušci što nije slučaj kod prehrane mačinca u južnom Jadranu. Kljunčica, *Capros aper* se hrani kopepodima te četinočeljoustima kojima su pronađeni samo ostaci (zubići) u probavilima mačinca u ovom istraživanju. Jedina istražena dubokomorska vrsta u čijoj prehrani, za razliku od mačinca crvenog ne dominiraju kopepodi je zvjezdook *Hoplostethus mediterraneus*, u njegovoj prehrani dominiraju rakovi mizidi i ribe. Kod svih dubokomorskih vrsta istraživanih na Egejskom moru postotak ispraznosti probavila iznosi više od 40 % (Murat i sur., 2013), a u našem istraživanju udio praznih probavila tijekom cijele godine iznosi 14,78 %, što nam ukazuje na veću dostupnost hrane u području južnog Jadrana.

Budući da su naši uzorci prikupljeni na dubinama većim od 100 m gdje su promjene svih abiotičkih čimbenika sezonski zanemarive (Zore-Armanda i sur., 1991), naši rezultati ukazuju da je za intenzitet prehrane važna količina raspoloživog plijena.

5. ZAKLJUČAK

Raspon ukupnih dužina tijela analiziranih jedinki mačinca crvenog, *Cepola macrophthalma* u južnom Jadranu je bio od 10,97 do 50 cm (srednja vrijednost $24,62 \pm 6,86$ cm), a ukupna masa jedinki od 2,071 do 36,83 g (srednja vrijednost $12,99 \pm 6,93$ g).

Najveći udio mužjaka pripadao je dužinskom razredu od 25 do 30 cm, a najmanje jedinkama do 15 cm. Ženke su najviše zastupljene u dužinskom razredu od 20 do 25 cm, a najmanje od 45 do 50 cm. Dužinsko - maseni odnos tijekom svih sezona istraživanja pokazuje negativnu alometriju. Indeks kondicije je najveći tijekom zime.

U ovom se radu donose prvi rezultati istraživanja ishrane vrste *Cepola macrophthalma* za Jadransko more. Glavninu prehrane mačinca crvenog čine zooplanktonski organizmi, među kojim su izrazito dominirali kopepodi iz reda Poecilostomatoida i Calanoida. Nisu utvrđene značajne korelacije dužine tijela jedinki riba i ukupne količine plijena nađenog u njihovim želucima.

6. LITERATURA

- Allen, L.G., Horn, M.H.K., Edmonds, F.A., Usui, C.A. 1983. Structure and seasonal dynamics of fish assemblage in the Cabrillo Beach area of Los Angeles harbour, California. *Bulletin South California Academy of Science*. 82: 47-70.
- Atkinson, R. J. A., 1976. Some preliminary field observations of the burrows of the red band fish, *Cepola rubescens* L. *Journal of Fish Biology*. 9(2): 181-183.
- Atkinson, R. J. A., Pullin, R. S. V., Dipper, F. A., 1977. Studies on the Red band fish, *Cepola rubescens*. *Journal of Zoology*. 183(3): 369-384.
- Atkinson, R. J. A., Pelster, B., Bridges, C. R., Taylor, A. C., Morris, S., 1987. Behavioural and physiological adaptations to a burrowing lifestyle in the snake blenny, *Lumpenus lampraeformis*, and the red band-fish, *Cepola rubescens*. *Journal of Fish Biology*. 31(5): 639-659.
- Atkinson, R. J. A., Pullin, R. S. V., 1996. Observations on the Burrows and Burrowing Behaviour of the Red Band-Fish, *Cepola rubescens* L. *Marine Ecology*. 17(1-3): 23-40.
- Barnham, C. & Baxter, A. 1998. Condition factor, K, for salmonid fish. *Fisheries Notes, State of Victoria*, 1-2.
- Bartulović, V., Lučić, D., Conides, A., Glamuzina, B., Dulčić, J., Hafner, D., Batistić, M., 2004. Food of sand smelt, *Artherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Artherinidae) in the estuary of the Mala Neretva River (middle-eastern Adriatic, Croatia). *Scientia Marina*. 68: 597-603.
- Bartulović, V., Matić-Skoko, S., Lučić, D., Conides, A., Jasprica, N., Joksimović, A., Dulčić, J., Glamuzina, B., 2009. Recruitment and feeding of juvenile leaping grey mullet, *Liza saliens* (Risso, 1810) in the Neretva River estuary (south-eastern Adriatic, Croatia). *Acta Adriatica*. 50: 195-207.
- Benović, A., Lučić, D., Onofri, V., Batistić, M., Njire, J., 2005. Bathymetric distribution of medusae in the open waters of the middle and south Adriatic Sea during spring 2002. *Journal of Plankton Research*. 27: 79-89.
- Bok, T. D., Gokturk, D., Kahraman, A. E., Alicli, T. Z., Acum, T., Ates, C., 2011. Length-weight relationships of 34 fish species from the sea of Marmara, Turkey. *Journal of animal and veterinary advances*. 10(23): 3037-3042.

- Brown, M.E. 1957. The growth of brown trout (*Salmo trutta*, L.) II. The growth of two year-old trout at a constant temperature of 11,5°C. *Journal of Experimental Biology*. 22: 130-144.
- Dobrosravić, T., Zlatović, A., Bartulović, V., Lučić, D., Glamuzina, B., 2013. Diet overlap of juvenile salema (*Sarpa salpa*), bogue (*Boops boops*) and common two-banded sea bream (*Diplodus vulgaris*) in the south-eastern Adriatic. *Journal of Applied Ichthyology*. 29: 181-185.
- Dulčić, J., Kokan, B., Vrgoč, N., Glamuzina, B., Conides A. J., Skaramuca, B., 2008. Age, growth and mortality of red bandfish, *Cepola macrophthalmia* (L.), in the eastern Adriatic Sea (Croatian coast). *Journal of Applied Ichthyology*. 24(3): 351-353.
- Efthimiou, S., Divanach, P., Rosenthal, H. 1994. Growth, food conversion and agonistic behavior in common dentex (*Dentex dentex*) juveniles fed on pelleted moist and dry diets. *Aquatic Living Resources*. 7(4): 267-275.
- Fonda-Umani, S. 1996. Pelagic production and biomass in Adriatic Sea. *Sci. Mar.* 60 (Suppl. 2): 65-77.
- Frost, W.E. 1945. Age and growth of eels (*Anguilla anguilla*) from the Windemere catchment area. *J. Anim. Ecol.* 14: 106-124.
- Gangai, B., Lučić, D., Morović, M., Brautović, I., Miloslavić, M., 2012. Population structure and diel vertical migration of the euphausiid larvae in the open southern Adriatic Sea (July 2003). *Crustaceana*, 184: 4777-4785.
- Giacalone, V. M., D'Anna, G., Badalamenti, F., Pipitone, C., 2010. Weigh-length relationships and condition factor trends for thirty-eight fish species in trawled and untrawled areas off the coast of northern Sicily (central Mediterranean Sea). *Journal of applied ichthyology*. 26(6): 954-957.
- Grigorakis, K., Alexis, M.N., Taylor, K.D.A., Hole, M. 2002. Comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparatus aurata*); composition, appearance and seasonal variations. *International Journal of Food Science and Technology*. 37(5): 477-484.

- Hille, R. 1936. Age and growth of the cisco, *Leuciscus artedi* (Le Suer), in the lakes of the north-eastern highlands, Wisconsin. Bulletin of US Bureau of Fishery. 48: 211-317.
- Hure, J., Ianora, A., Scotto di Carlo, B. 1980. Spartial and temporal distribution of copepod communities in the Adriatic Sea. Journal of Plankton Research. 2 (4): 295-316.
- Hure, J., Kršinić, F. 1998. Planktonic copepods of the Adriatic sea. Spatial and temporal distribution. Nat. Croat., 7 (Suppl. 2): 1-135.
- Ismen, A., Ozen, O., Altinagac, U., Ozekinci, U., Ayaz, A. 2007. Weight-length relationships of 63 fish species in Saros Bay, Turkey. Journal of Applied Ichthyology. 23 (6): 707-708.
- Jardas, I., 1996. Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga Zagreb str. 250.
- Jennings, S., Kaiser, M., J., Reynolds, J., D., 2001. Marine Fisheries Ecology. Blackwell Science Ltd, U.K. 417.
- Johnson, D.W., Katavić, I. 1986. Survival and growth of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae as influenced by temperature, salinity and delayed initial feeding. Aquaculture. 52(1): 11-19.
- Kosić, B., 1903. Ribe Dubrovačke. Tisak dioničke tiskare Zagreb str. 26.
- Lambert, Y., Dutil, J-D. 1997. Can simple condition indices be used to monitor and quantify seasonal changes in the energy reserves of Atlantic cod (*Gadus morhua*) Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. 54: 104-112.
- Lambert, Y., Dutil, J-D. 2011. Energetic consequences of reproduction in Atlantic cod (*Gadus morhua*) in relation to spawning level of somatic energy reserves. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 57(4): 815-825.
- Lavenda, N. 1949. Sexual Differences and Normal Protogynous Hermaphroditism ai the Atlantic Sea Bass, *Centropristes striatus*. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. 3: 185-194.
- Lima-Junior, S., E., Goitein, R. 2001. A new method for the analysis of fish stomach contents. Maringá. 23(2): 421-424.
- Lučić, D., 1998. Annual variability of decapod larvae community in the shallow waters of the southern Adriatic. Acta Adriatica. 39, 25-30.

- Martin, P., Sabates, A., 1991. Spatio-temporal distribution pattern of the red band-fish *Cepola rubescens* Linnaeus at different stages of its life cycle in the northwestern Mediterranean. *Journal of fish Biology*. 39(4): 549-557.
- Martin, W.R. 1949. The mechanics of environmental control of body form in fishes. University of Toronto, *Studia Biologia*. 58: 91.
- Murat, T., Bayhan, B., leblebic, S., 2010. Feeding habits of *Cepola Macrophthalma* (Pisces: Cepolidae) in Izmir Bay, Aegean sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* 39.
- Murat, T., Bayhan, B., Filiz, H., Taşkavah, E., Bilge, G., 2013. Diet composition of the five deep sea fish from the Aegean sea. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 30(2): 61-67.
- Ozaydin, O., Uckon, D., Akalin, S., Leblebici, S., Tosunoglu, Z., 2007. Lenth-weight relationships of fishes captured from Izmir Bay, Central Aegean Sea. *Jurnal of applied ichthyology*. 23(6): 695-696.
- Piccinetti, C., Vrgoč, N., Marčeta, B., Manfredi C., 2012. Stanje pridnenih resursa Jadranskog mora. *Acta Adriatica. Monografija*. 5: 169-170.
- Randall, E., Brummett, D. 2007. Indigenous Species for African Aquaculture Development. *Ecological and Genetic Implication of Aquaculture Activities*. 6: 229-245.
- Raymont, J., E., G., 1983. *Zooplankton. U: Plankton and productivity in the Ocean* (Maxwell, M., C.) Pergamon Pre Ltd., Headington Hill Hall, Oxrofd; England, 811.
- Regner, S., 1977. On the feeding of *Serranus hepatus* (L.) and *Cepola macrophthalma* (L.) postlarvae in the central Adriatic. *Rap. Reun. Comm. Inter. Explor. Sci. mer Medit.* 24, 87-88.
- Ricker, W.E. 1958. Handbook for computation for biological statistics of fish population. *Bullentin of Fishery Research Board of Canada* 119 str. 300.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. *Bullentin of Fishery Research Board Canada* 191 str. 382.
- Quéro, J.C. 1990. Cepolidae. In J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post and L. Saldanha (eds.) *Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA)*. JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. 2. p. 853-854.

- Schaefer, M.B. 2011. Some Consideration of Population Dynamics and Economics in Relation to the Management of the Commercial Marine Fisheries. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 14(5): 669-681.
- Secor, D.H., Zdanowicz, S.V. 1998. Otolith microconstituent analysis of juvenile bluefin tuna (*Thunnus Thynnus*) from the Mediterranean Sea and Pacific Ocean. *Fisheries Research*. 36(2-3): 251-256.
- Stergiou, K. I., 1993. Abundance-depth relationship, condition factor and adaptive value of zooplanktophagy for red bandfish, *Cepola macrophthalma*. *Jurnal of Fish Biology*. 42(5): 645-660.
- Stergiou, K. I., Economidis, P., Sinis, A. 1996. Sex ratio, spawning season size at maturity of red bandfish in the western Aegean Sea. *Jurnal of Fish Biology*. 49(4): 561-572.
- Stergiou, K. I. 1999. Intraspecific variations in size and age at maturity for red bandfish, *Cepola macrophthalma*. *Environmental Biology of Fishes*. 54: 151-160.
- Stergiou, K. I., Economidis, P., Sinis, A. 2006. Age, growth and mortality of red bandfish, *Cepola macrophthalma* (L.), in the western Aegean Sea (Greece). *Jurnal of Fish Biology*. 40 (3): 395-418.
- Thomas, J., Venu, S., Kurup, B., M., 2003. Length-weight relationship of some deep-sea fish inhabiting the continetal slope beyond 250 m depth along the West Coast of India. *NAGA World Fish Center Quarterly*, 26 (2).
- Thompson, D.A.W. 1942. *On growth and form*. New York and Cambridge str. 56.
- Vallisneri, M., Piccinetti, C., Tommasini, S., 2002. Osservazioni sulla distribuzione e biologia di *Cepola macrophthalma* (L. 1758) (Cepolidae, Percoformes) del Mare Adriatico. *Biol. Mar. Medit.* 9, 1-4.
- Vallisneri, M., Piccinetti, C., Tommasini, S., 2006. Age, growth, and gonad organization in red bandfish (*Cepola macrophthalma* L. 1758) from the Adriatic Sea. *Acta Adriat.* 47, 217-221.
- Wei, C., L., Rowe, G., T., Haedrich, R., L., Boland, G., S., 2012. Long – Term Observation of Epibenthic Fish Zonation in the Deep Northern Gulf of Mexico. *Plos One* 7.

Zore-Armanda, M., B., Bone, V., Dadić, V., Morović, M., Ratković, D., Stojanovski, L., Vukadin, I., 1991. Hvdrographic properitis of the Adriatic Sea in the period from 1971 through 1983. Acta Adriatica. 32 (1): 1-547.

On-line izvori:

FAO <http://fao.org>

Fishbase <http://fishbase.org>

hr.iadriatic.hr