

# Prehrana pauka bijelca, *Trachinus draco* (Linnaeus 1758.) u Jadranskom moru

---

**Alavanja, Nikola**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split, Faculty of Science / Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:166:445296>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-06-30**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Science](#)



Sveučilište u Splitu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Odjel za biologiju

Nikola Alavanja

**PREHRANA PAUKA BIJELCA, *Trachinus draco*  
(Linnaeus 1758.) U JADRANSKOM MORU**

Diplomski rad

Split, 2024.

Ovaj diplomski rad, izrađen u Splitu 2024. godine pod vodstvom prof. dr. sc. Mate Šantića, predan je na ocjenu Odjelu za biologiju Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Splitu radi stjecanja zvanja magistra edukacije biologije i kemije.

# Temeljna dokumentacijska kartica

Diplomski rad

Sveučilište u Splitu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Odjel za biologiju

Ruđera Boškovića 33, 21000 Split, Hrvatska

## PREHRANA PAUKA BIJELCA, *Trachinus draco* (Linnaeus 1758.) U JADRANSKOM MORU

Nikola Alavanja

### SAŽETAK

Za istraživanje prehrane pauka bijelca (*Trachinus draco*, Linnaeus 1758.) analizirana je 591 jedinka ulovljena na području obale otoka Visa, Kornata, Bračkog i Hvarskog kanala. Cilj rada je odrediti kvantitativno-kvalitativni sastav hrane, intenzitet hranjenja i promjene u sastavu hrane ovisno o sezoni i dužinskom rastu jedinki. Glavni plijen i neophodna hrana pauka bijelca su rakovi desetonožci, a sekundarni plijen predstavljaju ribe koštunjače i račići mizidi. Rakovi desetonožci dominantni su plijen u svim godišnjim razdobljima, a naročito ljeti (%IRI > 70). Glavni plijen kod najmanjih jedinki (< 15 cm) su račići mizidi, dok su ribe koštunjače najviše zastupljene u prehrani kod primjeraka većih od 25 cm.

Ključne riječi: pauk bijelac, *Trachinus draco*, prehrana, plijen

Rad sadrži: 26 stranica, 17 slika, 4 tablice, jezik izvornika: hrvatski jezik.

Mentor: prof. dr. sc. Mate Šantić

Ocjenjivači: prof. dr. sc. Mate Šantić

prof. dr. sc. Biljana Apostolska

doc. dr. sc. Antonela Sovulj

Rad prihvaćen: svibanj, 2024.

## **Basic documentation card**

Graduation thesis

University of Split

Faculty of Science

Department of Biology

Ruđera Boškovića 33, 21000 Split, Hrvatska

### **DIET OF GREATER WEEVER, *Trachinus draco* (Linnaeus 1758.) IN THE ADRIATIC SEA.**

Nikola Alavanja

#### **ABSTRACT**

For research on the diet of greater weever (*Trachinus draco*, Linnaeus 1758.), 591 fish samples were caught around the Vis, Kornati, Brač and Hvar area. The aim of the study was to determine the quantitative and qualitative composition of diet, intensity of feeding and changes in the composition of food depending on the season and length growth of individuals. The results of the diet research show that the main prey and the necessary food of the greater weever are decapods, and the secondary prey are Teleostei and Mysidacea crustaceans. Decapod crabs are the dominant prey in all seasons, especially in summer (%IRI > 70). The main prey of the smallest individuals (< 15 cm) are mysid shrimps, while bony fish are the main prey in the diet of individuals larger than 25 cm.

Keywords: weever fish, *Trachinus draco*, prey, diet

Thesis consists of: 27 pages, 17 pictures, 4 tables, original in: Croatian

Mentor: Mate Šantić, PhD, Prof.

Reviewers: Mate Šantić, PhD, Full Prof.

Biljana Apostolska, PhD, Full Prof.

Antonela Sovulj, PhD, Assoc. Prof.

Thesis accepted: May, 2024.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1. Osobine Jadransko more.....	1
1.2. Ihtiofauna Jadranskog mora.....	2
1.3. Porodica paukovki ( <i>Trachinidae</i> ).....	3
1.3.1 Pauk bijelac ( <i>Trachinus draco</i> ).....	3
1.4. Cilj rada .....	4
<b>2. MATERIJAL I METODE.....</b>	<b>5</b>
2.1. Područje istraživanja.....	5
2.2. Analiza prikupljenih uzoraka pauka bijelca .....	6
2.3. Analiza prehrane.....	6
<b>3. REZULTATI .....</b>	<b>9</b>
3.1. Dužinska raspodjela.....	9
3.2. Intenzitet hranjenja .....	9
3.3. Sastav hrane.....	11
3.4. Sastav hrane tijekom sezona.....	16
3.5. Sastav hrane u ovisnosti o dužinskom rastu .....	19
<b>4. RASPRAVA .....</b>	<b>22</b>
<b>6. LITERATURA .....</b>	<b>25</b>

# 1. UVOD

## 1.1. Osobine Jadransko more

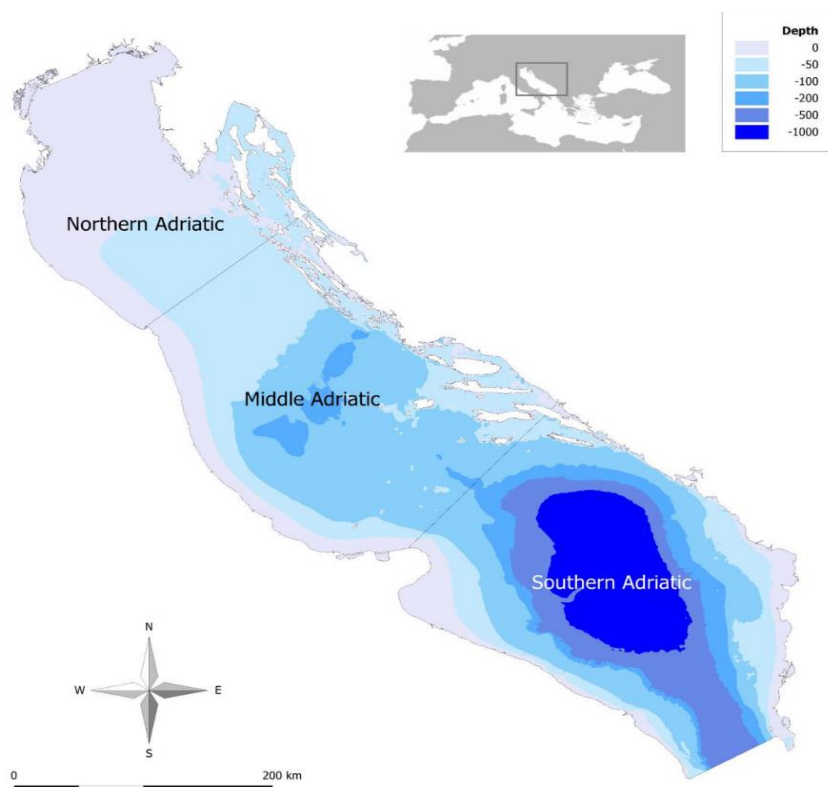
Jadransko more formirano je tijekom postglacijalnog razdoblja. Na području današnjeg Sredozemnog mora u prošlosti se nalazilo Tethys more koje se rasprostiralo od Atlantskog oceana preko Sredozemlja i južne Azije do Tihog oceana. Tijekom tercijara, uslijed uzdizanja visokih planinskih lanaca, Tethys more se razdvojilo u više odvojenih bazena. Od istočnog bazena formiralo se Sredozemno more, Crno more, Kaspijsko more i Aralsko jezero (Jardas, 1996). Današnje strukturalne karakteristike Jadransko more je poprimilo procesom transgresije koja se dogodila početkom kvartara (Jardas, 1996). Fosilizirani ostaci grebenskih koralja otkriveni u mediteranskoj subregiji ukazuju na to da je tropski životinjski svijet Tethys mora bio vrlo raznolik i dobro razvijen (Pérès i Gamulin-Brida, 1973).

### Bentos Jadranskog mora

U prošlosti su alpske rijeke nagomilavale slojeve različitih sedimenata pa dno sjevernog Jadrana danas podsjeća na kopneni reljef (Pérès i Gamulin-Brida, 1973). Usporeno gibanje vodenih masa pogoduje formiranju muljevitih sedimenata koji prekrivaju veliku površinu jadranskog bentosa. Uz priobalni pojas najčešći su pjeskoviti sedimenti (Jardas, 1996).

### Podjela Jadranskog mora

Jadransko more se dijeli na sjeverni, srednji i južni Jadran (Slika 1.) Palagruški prag čini granicu između sjevernog i južnog Jadrana. Srednji Jadran je razvedeno područje s velikim brojem otoka i kanala. Obale južnog Jadrana su strme, a morsko dno ima oštre nagibe. Najveća dubina Jadranskog mora izmjerena je u južnojadranskoj kotlini i iznosi 1330 metara (Pérès i Gamulin-Brida, 1973).



Slika 1. Podjela Jadranskog mora na sjeverni (Northern Adriatic), srednji (Middle Adriatic) i južni (Southern Adriatic) (Izvor: <https://www.mdpi.com/2410-3888/7/2/58>).

### Fizikalne osobine Jadranskog mora

Jadran pripada skupini umjereno toplih mora (Pérès i Gamulin-Brida, 1973). U najdubljim slojevima temperatura se gotovo nikad ne spušta ispod 11 °C. Ljeti je na otvorenom Jadranu temperatura između 22 i 25 °C. Zimi je sjeverni Jadran hladniji od južnog u prosjeku za 5°C, a razlike između srednjeg i južnog su znatno manje. Termoklina, odnosno najveći pad temperature, proteže se 10 do 30 metara ispod morske površine (Jardas, 1996). Sjeverni dio Jadrana ima najgušću vodu. Slijedi južni Jadran, a za srednji je karakteristična najmanja gustoća vode (Pérès i Gamulin-Brida, 1973). Jadransko more bogato je kisikom u površinskom i dubinskom dijelu što se pozitivno odražava na morski ekosustav. Plava boja i visoka razina prozirnosti karakteristični su za dio Jadrana udaljen od kopna. Približavajući se prema kopnu opada prozirnost, a boja postaje zelenkasta (Pérès i Gamulin-Brida, 1973).

### 1.2. Ihtiofauna Jadranskog mora

Na ihtiofaunu Jadranskog mora u prošlosti su najviše utjecali oscilacije temperature i razine mora,



a danas na promjene u sastavu ihtiofaune najviše utječe čovjek svojim djelovanjem. Velika je sličnost između vrsta Jadranskog i Sredozemnog mora. Zbog izravne povezanosti vrste neometano migriraju iz jednog mora u drugo. Manji utjecaj na bioraznolikost ihtiofaune imaju slatkovodne rijeke kolje se ulijevaju u Jadransko more. (Dulčić i Kovačić, 2020). Broj zabilježenih vrsta riba u Jadranskom moru je 456. U taj broj uključene su i vrste koje su svega jednom ulovljene i zabilježene u Jadranu. Takve su vrste primjerice *Pampus argenteus*, *Alectis alexandrina* i *Salaria basilisca*. U ihtiofauni Jadranskoga mora prevladavaju porodice: glavoči (*Gobiidae*) (46 vrsta), ljuskavke (*Sparidae*) (19 vrsta), usnače (*Labridae*) (18 vrsta), slingurke (*Blenniidae*) (18 vrsta) i žaboglavke (*Myctophidae*) (16 vrsta). Južni dio Jadrana odlikuje se većom nazočnošću termofilnih riba, a sjeverni većom nazočnošću borealnih riba. Broj vrsta riba opada od južnog prema sjevernom Jadranu (Dulčić i Kovačić, 2020).

### 1.3. Porodica paukovki (*Trachinidae*)

Porodici Trachinidae u Jadranskom moru pripadaju četiri vrste i to: pauk mrkulj (*Trachinus radiatus*), pauk žutac (*Echiichthys vipera*), pauk crnac (*Trachinus araneus*) i pauk bijelac (*Trachinus draco*). Pripadnici ove porodice obitavaju na pjeskovitom dnu, a većinu vremena provode ukopani u pijesak skrivajući se od grabežljivaca. Poznati po otrovnim žlijezdama koje se nalaze na prednjoj leđnoj peraji i škržnom poklopcu te ih se smatra najotrovnijim ribama u Jadranu. Ubod ovih vrsta uzrokuje jaku bol, otekline, povišenu temperaturu i pojačani rad srca. U ekstremnim slučajevima može prouzročiti trajne deformacije ili smrt (Dulčić i Kovačić, 2020).

#### 1.3.1 Pauk bijelac (*Trachinus draco*)

Sistematika Pauka bijelca:

Carstvo: Animalia

Koljeno: Chordata

Potkoljeno: Vertebrata

Infrakoljeno: Gnathostomata

Nadrazred: Osteichthyes

Razred: Actinopterygii

Red: Perciformes

Porodica: Trachinidae

Rod: Trachinus

Vrsta: *Trachinus draco*

Pauk bijelac rasprostranjen je u Istočnom Atlantiku, Crnom moru, Sredozemnom i Jadranskom moru. U Jadranu je brojna vrsta male gospodarske važnosti. Tijelo mu se sastoji od kratke glave i izduženog, bočno spljoštenog tijela (Slika 2). U usnoj šupljini nalazi se zubalo sastavljeno od sitnih, višerednih zuba. Na gornjoj strani glave nalaze se izbočene oči. Tijelo pauka bijelca je prekriveno ktenoidnim ljuskama, a na škržnom poklopcu nalazi se otrovna bodlja (Jardas, 1996). Pauk bijelac obitava na dubinama od 1 m do 300 m. Najviše vremena provodi ukopan u sediment s izbočenim očima i leđnom perajom (Slika 2). Noću napušta sedentarni način života u potrazi za hranom.. Ubod leđne peraje i bodlje na škržnom poklopcu otrovan je za ljude i izaziva ozbiljne zdravstvene probleme zbog proizvedenog neurotoksina (Dulčić i Kovačić, 2020).



Slika 2. Pauk bijelac (*Trachinus draco*) (<https://www.morski.hr/pauk-bijelac-najotrovnija-riba-jadrana/>)

#### 1.4. Cilj rada

Cilj ovog diplomskog rada je istražiti prehranu pauka bijelca iz Jadranskog mora. Određen je kvantitativno – kvalitativan sastav hrane, intenzitet prehrane te utjecaj sezona i dužinskog rasta na sastav hrane. Rezultati dobiveni ovim istraživanjem pružaju uvid u dinamiku odnosa predator-plijen kod bentoskih biocenoza pjeskovito-muljevutih dna Jadranskog mora. Dobiveni rezultati mogu se koristiti za usporedbu razlika u sastavu hrane pauka bijelca na pojedinim područjima Sredozemnog i Jadranskog mora.

## 2. MATERIJAL I METODE

### 2.1. Područje istraživanja

Za istraživanje prehrane pauka bijelca jedinke su ulovljene na četiri različita lokaliteta na području srednjeg Jadrana: akvatorij otoka Visa (A), akvatorij Kornata (B), područje Bračkog kanala (C) i područje Hvarskog kanala (D) (Slika 3).



Slika 3. Područje uzorkovanja pauka bijelca (*Trachinus draco*) na području srednjeg Jadrana. A – akvatorij otoka Visa, B - akvatorij Kornata, C - područje Bračkog kanala, D - područje Hvarskog kanala.

Jedinke su ulovljene pridnom povlačnom mrežom (kočom) koja se povlači po morskom dnu ili neposredno iznad njega, a namjena je ulov pridnenih ili demerzalnih vrsta riba ili drugih organizama. Uzorci su prikupljeni u svim sezonama tijekom jedne godine.

## 2.2. Analiza prikupljenih uzoraka pauka bijelca

Prikupljenim jedinkama izmjerena je ukupna dužina tijela (Lt) uz pomoć ihtimetra točnošću od 0.1 cm, a masa (W) je izvagana digitalnom vagom točnošću od 0,1 g. Sadržaj želudaca je konzerviran u 4% otopini formaldehida.

## 2.3. Analiza prehrane

Kvalitativno – kvantitativni sastav hrane, intenzitet prehrane i promjene u sastavu hrane u ovisnosti o sezonama i dužinskom rastu istraženi su na uzorku od 592 jedinke pauka bijelca. Jedinke su ulovljene parcijalno po sezonama. U laboratoriju je svakoj jedinki izoliran sadržaj želudca. Organizmi u sastavu hrane određeni su do najnižih sistematskih kategorija. Nakon identifikacije, sadržaj želudca osušen je pomoću filter papira i izvagan na digitalnoj vagi. Za određivanje sastava hrane korištena su tri hranidbena indeksa (Hureau, 1970; Rossechi i Nouaze, 1987):

POSTOTAK UČESTALOSTI POJAVLJIVANJA (%F):

$$\%F = \frac{n}{N} \times 100$$

N – ukupan broj želudaca

n – broj želudaca koji sadrže plijen određene skupine

POSTOTAK BROJNOSTI (%N)

$$\%N = \frac{np}{Np} \times 100$$

Np – ukupan broj jedinki svih pronađenih skupina plijena

np – broj jedinki određene sistematske skupine plijena

POSTOTAK MASE (%W)

$$\%W = \frac{pw}{Pw} \times 100$$

Pw – ukupna masa plijena svih pronađenih skupina

pw – masa plijena određene sistematske skupine

Navedeni hranidbeni indeksi (%F, %N, %W) koriste se za procjenu glavnih kategorija hrane u prehrani riba. Svaki od navedenih hranidbenih indeksa ima određene nedostatke. Postotak učestalosti pojavljivanja (%F) ne uzima u obzir brojnost i masu plijena, dok postotak brojnosti (%N) ne uzima u obzir masu i učestalost pojavljivanja plijena. Indeks postotka brojnosti može se povećati brojnim, ali vrlo sitnim plijenom. Indeks postotka mase može se povećati rijetkim, ali vrlo krupnim plijenom (Hyslop, 1980). Za analizu selektivnosti hrane i usporedbe razlika u sastavu hrane koriste se hranidbeni koeficijenti koji uključuju ranije navedene hranidbene indekse:

KOEFICIJENT RELATIVNOG ZNAČENJA (Index of Relative Importance – IRI) (Pinkas i sur., 1971):

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

Koeficijent relativnog značenja označava se kao:

$$\%IRI = (IRI / \Sigma IRI) \times 100$$

Skupina plijena koja sadržava više od 50% ukupnog postotka koeficijenta relativnog značenja (%IRI) klasificira se kao glavna (preferentna) hrana (Rossechi i Nouaze, 1987).

KOEFICIJENT GLAVNIH TIPOVA HRANE (Main Food Items – MFI) (Zander, 1982).

$$MFI = \frac{\%N + \%F}{2} \times \%W$$

Prema MFI razlikuju se četiri tipa hrane:

MFI > 75 – neophodna (esencijalna) hrana

MFI = 51 – 75 – glavna (preferentna) hrana

MFI = 26 – 51 – dodatna (sekundarna) hrana

MFI < 26 – slučajna sporedna hrana

KOEFICIJENT HRANJIVOSTI (Q) (Hureau, 1970)

$$Q = \%N \times \%F$$

prema kojem se hrana svrstava u tri kategorije:

$Q > 200$  – glavna (preferentna) hrana

$Q = 20 - 200$  – dodatna (sekundarna) hrana

$Q < 20$  – slučajna (sporedna) hrana

Za istraživanje intenziteta prehrane koristi se:

KOEFICIJENT PRAZNOSTI PROBAVILA (%V) (Hureau, 1970):

$$\%V = \frac{Er}{N} \times 100$$

$Er$  – broj praznih probavila

$N$  – ukupan broj svih analiziranih probavila

Statistička razlika brojnosti praznih želudaca (%V) tijekom sezona testirana je hi – kvadrat testom.

### 3. REZULTATI

#### 3.1. Dužinska raspodjela

Prehrana pauka bijelca istražena je na uzorku od 592 jedinice. Raspon ukupnih tjelesnih dužina bio je od 9.9 cm (Lt) do 31.2 cm (Lt). Najviše su zastupljene jedinice u rasponu od 22 do 24 cm (Slika 4).



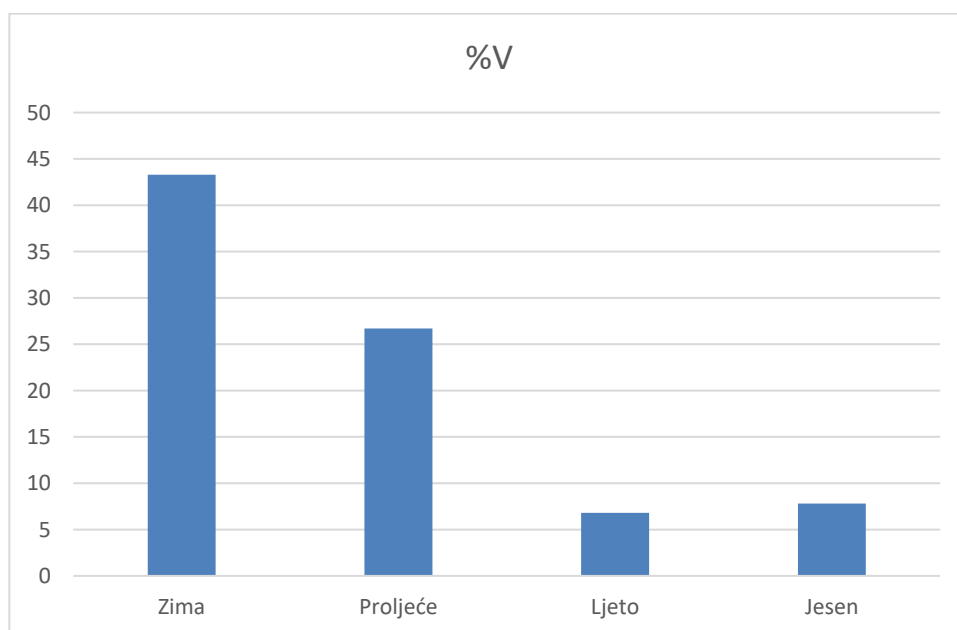
Slika 4. Dužinska raspodjela jedinki pauka bijelca (Lt) (*Trachinus draco*) u uzorku.

#### 3.2. Intenzitet hranjenja

Od ukupnog broja istraženih želudaca, 91 je bio potpuno prazan, dok je 501 sadržavao hranu. Koeficijent praznosti probavila iznosio je:

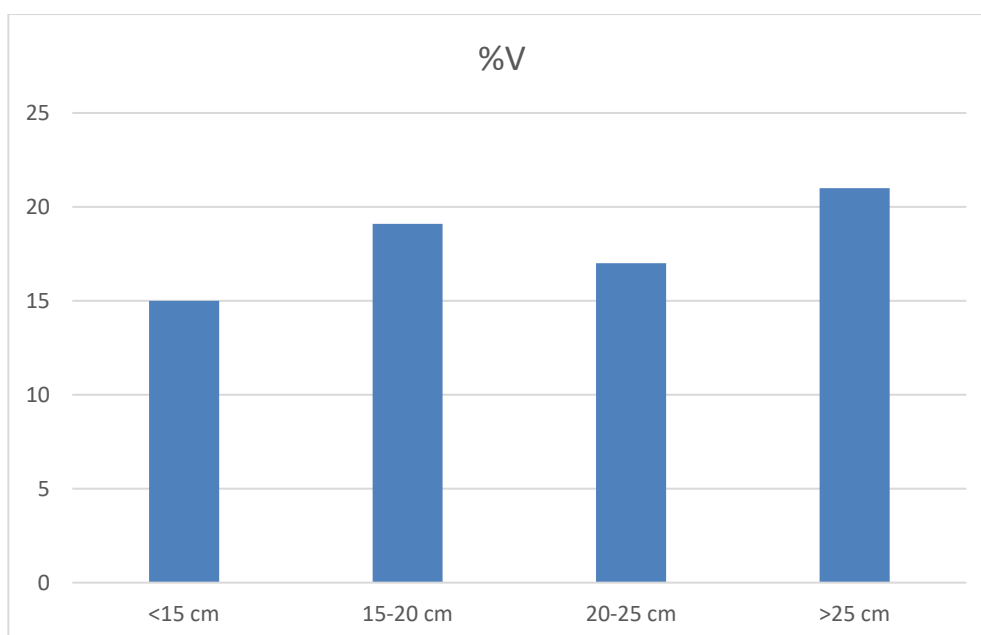
$$\%V = 91/592 \times 100 = 15.3\%$$

Najveće vrijednosti koeficijenata praznosti želudaca zabilježene su tijekom zime (43,3%) i proljeća (26,7%). Niske vrijednosti praznosti zabilježene su u ljetnom (6,8%) i jesenskom razdoblju (7.8%) (Slika 5). Vrijednosti praznosti želudaca statistički se značajno mijenjaju tijekom sezona ( $\chi^2 = 70.5$ ,  $p < 0.05$ ).



Slika 5. Sezonske promjene koeficijenta praznosti probavila (%V) pauka bijelca (*Trachinus draco*).

Vrijednosti koeficijenta između dužinskih skupina iznosile su od 15% (jedinke < 15 cm) do 21% (jedinke > 25 cm), ali se statistički značajno ne razlikuju ( $\chi^2 = 4.1$ ,  $p > 0.05$ ) (Slika 6).



Slika 6. Vrijednosti koeficijenta praznosti probavila (%V) pauka bijelca (*Trachinus draco*) po dužinskim skupinama.



### 3.3. Sastav hrane

U sadržaju želudca pauka bijelca pronađeno je 39 različitih vrsta plijena koje sistematski obuhvaćaju sedam glavnih skupina: školjkaši (Bivalvia), glavonožci (Cephalopoda), rakovi desetonožci (Decapoda), račići misidi (Mysidacea), rakovi jednakonožci (Isopoda), rakovi raznonožci (Amphipoda) i ribe koštunjače (Teleostei). Pronađenim vrstama izračunati su hranidbeni indeksi, koeficijent relativnog značaja (IRI) i postotak koeficijenta relativnog značaja (%IRI). (Tablica 1). Značajnost glavnih skupina plijena određena je hranidbenim koeficijentima (Tablice 2, 3 i 4).

Prema koeficijentu relativnog značaja (IRI) glavni plijen i neophodnu hranu pauka bijelca predstavljaju rakovi desetonožci (IRI = 3683,1, %IRI = 64,1%, Q = 2149,4, MFI = 42686,7). Sekundarni ili dodatni plijen su ribe koštunjače (IRI = 918,8, %IRI = 16, Q = 334,5, MFI = 4106,6) i račići misidi (IRI = 865, %IRI = 15,1%, Q = 212, MFI = 2898). Slučajni plijen predstavljaju školjkaši, glavonožci, rakovi jednakonožci, rakovi raznonožci i ribe koštunjače (Tablica 1).

Od pojedinačnih vrsta u prehrani najviše je zastupljen desetonožni račić, *Liocarcinus depurator* (%F = 9,8, %N = 6,2, %W = 5,9), a slijedi ga desetonožni račić *Galathea strigosa* (%F = 8,4; %N = 4,5; %W = 4,9) (Tablica 1).

Tablica 1. Kvalitativno – kvantitativni sastav hrane pauka bijelca: %F = postotak učestalosti pojavljivanja, %N = postotak brojnosti, %W = postotak biomase, IRI = koeficijent relativnog značaja, %IRI = postotak koeficijenta relativnog značaja.

SASTAV HRANE	%F	%N	%W	IRI	%IRI
<b>ŠKOLJKAŠI (Bivalvia)</b>					
<i>Cardium</i> sp.	1.4	1.1	1.2	3.2	0.1
<i>Chlomya</i> sp.	1.0	1.0	1.1	2.1	<0.1
<i>Turritella</i> sp.	0.8	0.6	0.7	1.0	<0.1
Neidentificirani Školjkaši	2.0	1.4	1.5	5.9	0.1
Ukupno Školjkaši	4.6	4.1	4.6	<b>39.7</b>	<b>0.7</b>
<b>GLAVONOŽCI (Cephalopoda)</b>					
<i>Sepia officinalis</i>	4.0	1.9	2.7	18.5	0.3

<i>Loligo vulgaris</i>	0.2	1.7	2.2	0.8	<0.1
<i>Sepiola</i> sp.	2.0	1.0	2.3	6.5	0.1
<i>Ommatostrephes sagittatus</i>	0.6	0.3	1.6	1.1	<0.1
Neidentificirani Glavonožci	2.4	1.4	2.6	9.7	0.2
Ukupno Glavonožci	10.6	6.3	11.4	<b>187.2</b>	<b>3.3</b>

## RAKOVI

### Desetonožci (Decapoda)

#### Decapoda Reptantia

<i>Liocarcinus depurator</i>	9.8	6.2	5.9	118.9	2.1
<i>Galathea strigose</i>	8.4	4.5	4.9	79.2	1.4
<i>Liocarcinus</i> sp.	6.0	3.5	4.1	45.5	0.8
<i>Liocarcinus corrugatus</i>	5.8	3.0	3.6	38.2	0.7
<i>Galathea intermedia</i>	5.4	2.7	3.2	31.7	0.6
<i>Crangon crangon</i>	3.8	1.8	3.9	21.3	0.4
<i>Upogebia</i> sp.	3.2	1.6	2.5	13.1	0.2
<i>Munida rugosa</i>	2.0	0.9	2.4	6.6	0.1
Neidentificirani Decapoda Reptantia	5.6	4.2	3.7	44.3	0.8

#### Decapoda Natantia (plivači)

<i>Processa</i> sp.	6.4	3.8	2.3	39.1	0.7
<i>Processa canaliculate</i>	5.2	2.8	1.7	23.0	0.4
<i>Alpheus</i> sp.	4.2	2.2	1.7	16.5	0.3
<i>Processa longirostris</i>	3.8	2.6	1.9	17.2	0.3
<i>Alpheus glaber</i>	3.4	1.6	1.4	10.2	0.2
Neidentificirani Decapoda Natantia	8.2	5.4	2.7	66.1	1.2
Ukupno Desetonožci (Decapoda)	39.7	46.8	45.9	<b>3683.1</b>	<b>64.1</b>

#### Neidentificirani Isopoda

#### Neidentificirani Amphipoda

### Mysidacea

<i>Anchialina agilis</i>	7.8	6.4	2.4	68.7	1.2
<i>Lophogaster typicus</i>	5.6	5.4	2.3	43.0	0.7
Neidentificirani Mysidacea	18.4	10.2	4.9	277.5	4.8
Ukupno Mysidacea	27.3	22.0	9.6	<b>865.0</b>	<b>15.1</b>

### RIBE KOŠTUNJAČE (Teleostei)

<i>Lesueurigobius friessi</i>	5.4	2.8	3.8	35.5	0.6
<i>Gobius</i> sp.	4.6	2.3	3.2	25.3	0.4
<i>Callyonimus</i> sp.	3.2	1.8	2.3	13.0	0.2
<i>Arnoglossus laterna</i>	3.0	2.2	3.3	16.6	0.3
<i>Trachurus trachurus</i>	2.0	0.9	2.0	5.9	0.1
<i>Micromesistius poutassou</i>	1.6	0.8	1.7	4.0	0.1
Neidentificirane Ribe Koštunjače	7.8	3.9	6.4	80.0	1.4
Ukupno Ribe koštunjače (Teleostei)	24.6	14.8	22.7	<b>918.8</b>	<b>16.0</b>

Tablica 2. Vrijednosti hranidbenih koeficijenata IRI, Q i MFI glavnih skupina plijena pauka bijelca dobivenih analizom sadržaja probavila.

Glavne skupine plijena	IRI	Q	MFI
Bivalvia	39.7	18.7	42.9
Cephalopoda	187.2	71.9	380.4
Decapoda	3683.1	2149.4	42686.7
Isopoda	21.4	6.5	13.6
Amphipoda	29.7	11.4	24.9
Mysidacea	865.0	212.0	2898.0
Teleostei	918.8	334.5	4106.6

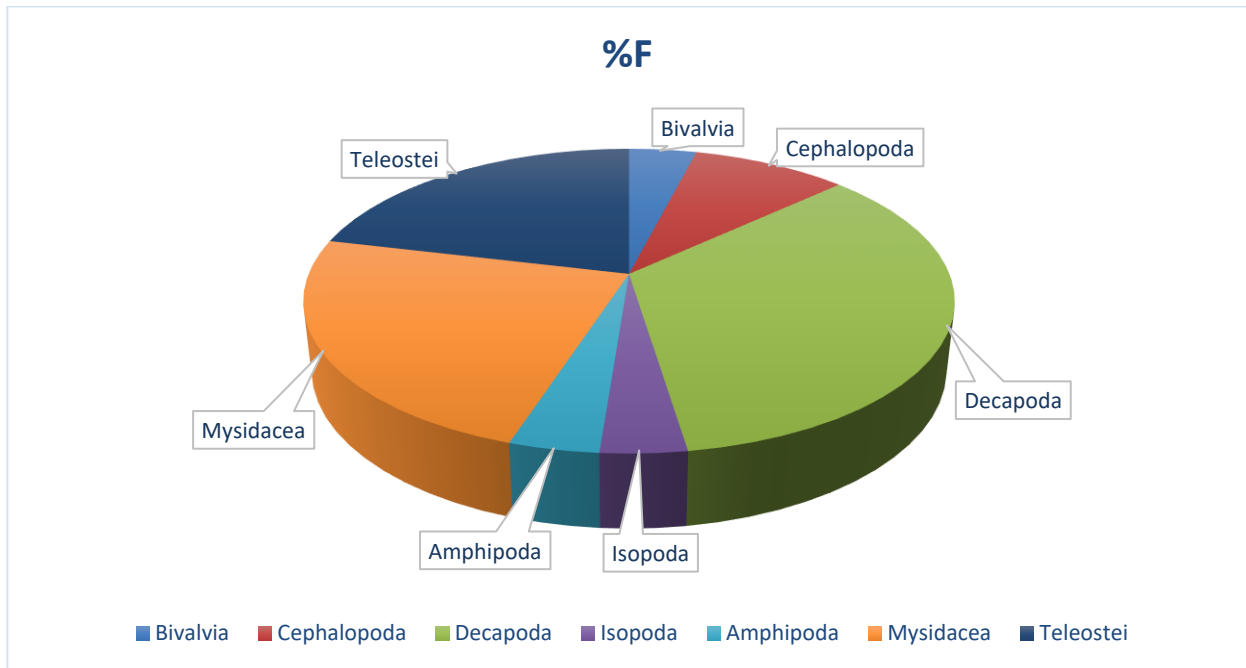
Tablica 3. Koeficijenti glavnih tipova hrane (MFI) i kategorije glavnih skupina plijena pauka bijelca (*Trachinus draco*).

Koeficijent glavnih tipova hrane	Razredi hrane	Skupina plijena
MFI > 75	Neophodna	Decapoda, Mysidacea, Teleostei
MFI = 51 - 75	Glavna	/
MFI = 26 – 51	Dodatna	Bivalvia
MFI < 26	Slučajna	Amphipoda, Isopoda

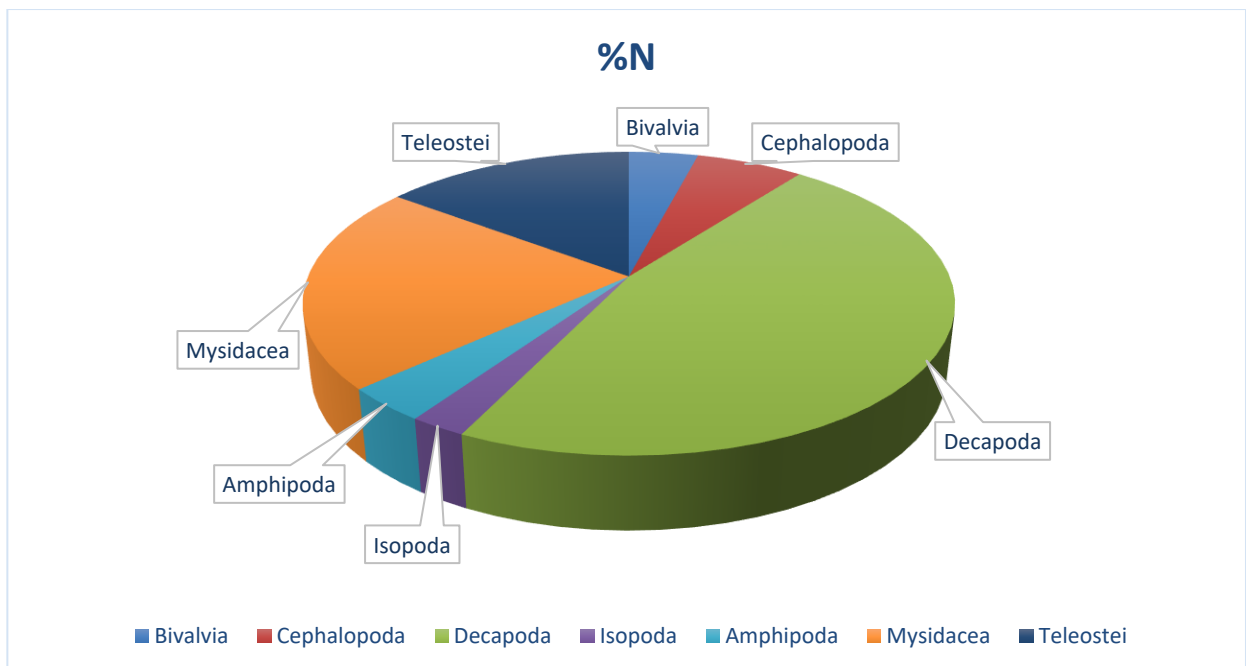
Tablica 4. Glavne skupine plijena pauka bijelca (*Trachinus draco*) prema koeficijentima hranjivosti (Q).

Koeficijent hranjivosti	Razredi hrane	Skupina plijena
Q > 200	Neophodna	Decapoda, Mysidacea, Teleostei
Q = 20 - 200	Dodatna	Cephalopoda
Q < 20	Slučajna	Bivalvia, Amphipoda, Isopoda

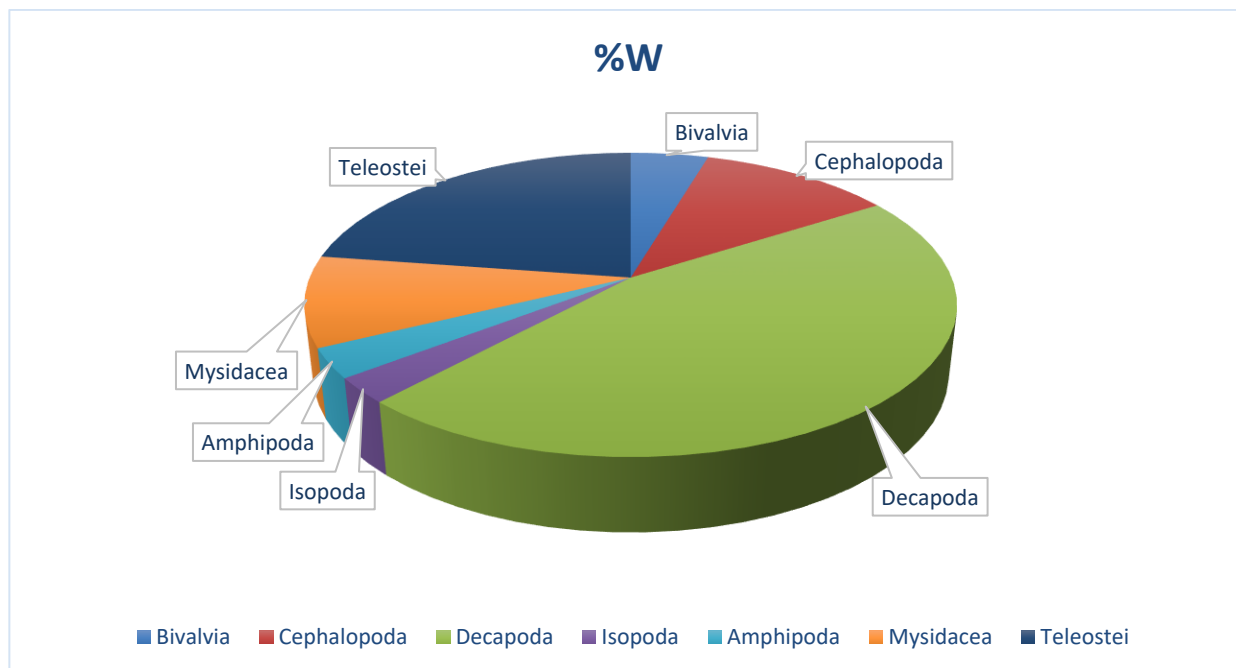
Postotak učestalosti (%F), brojnosti (%N) i biomase (%W) glavnih skupina plijena pauka bijelca (*Trachinus draco*) prikazan je na Slikama 7. 8. i 9.



Slika 7. Postotak učestalosti pojavljivanja (%F) glavnih skupina plijena u prehrani pauka bijelca (*Trachinus draco*).



Slika 8. Postotak brojnosti (%N) glavnih skupina plijena u prehrani pauka bijelca (*Trachinus draco*).

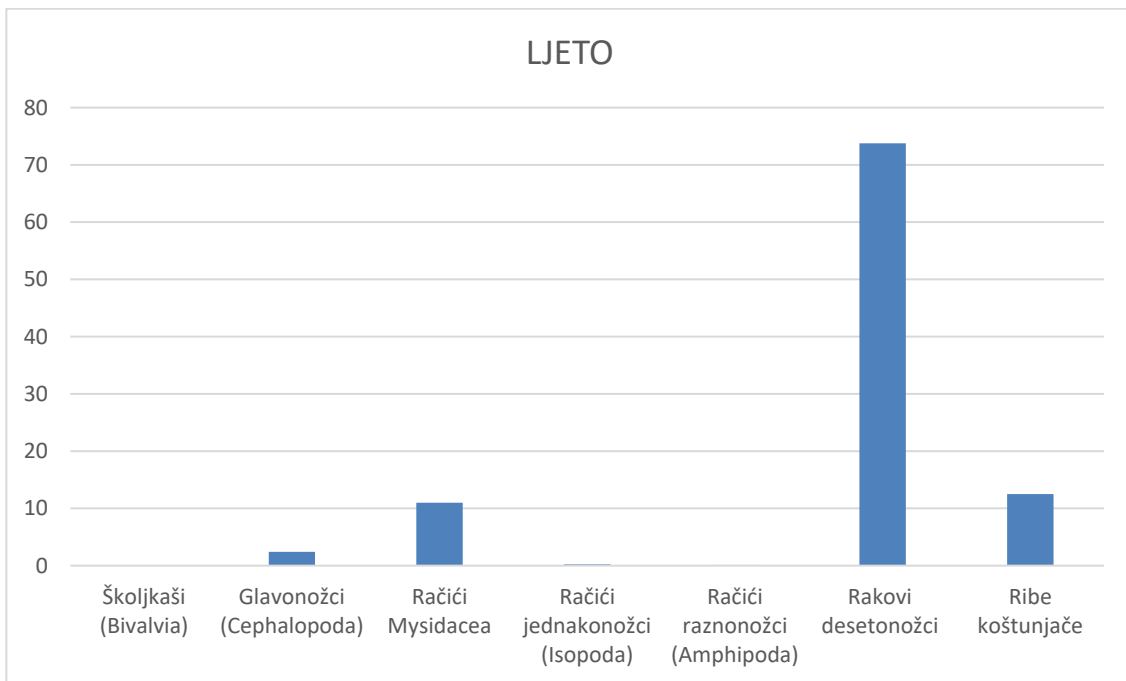


Slika 9. Postotak biomase (%W) glavnih skupina plijena u prehrani pauka bijelca (*Trachinus draco*).

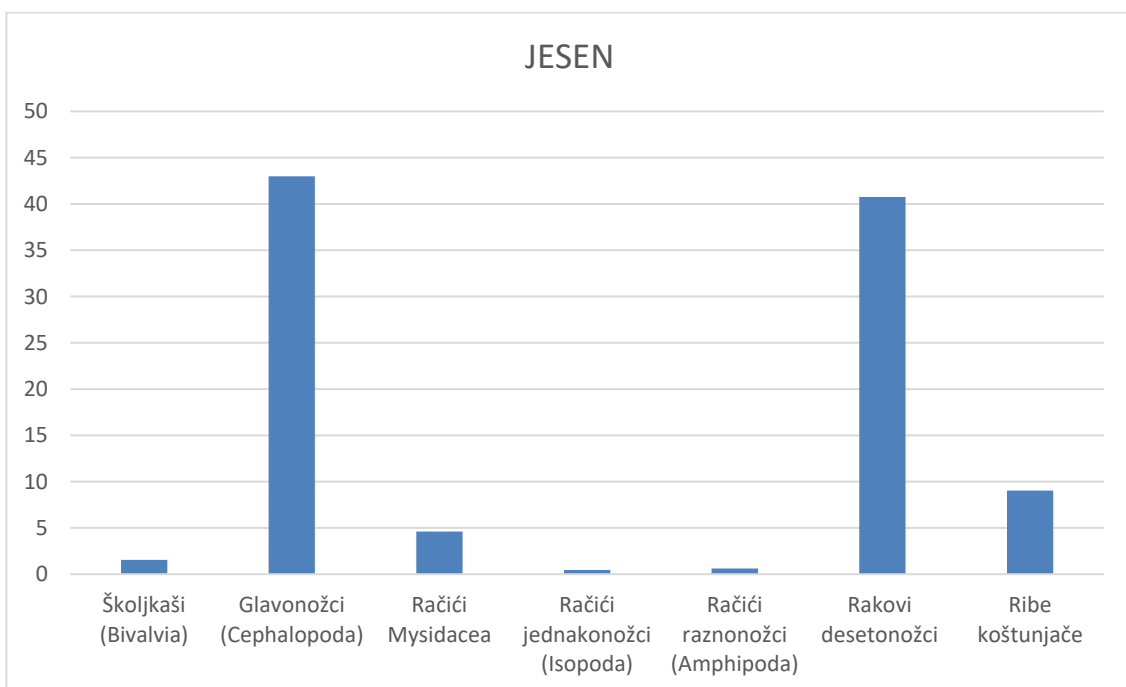
Rakovi desetonožci imaju najveću učestalost, brojnost i biomasu u sastavu hrane. Visoki postotak učestalosti i brojnosti pokazuju račići mizidi, dok ribe koštunjače imaju veliki doprinos u biomasi plijena. Ostale skupine plijena u sastavu hrane pokazuju snižene vrijednosti učestalosti (%F), brojnosti (%N) i biomase (%W).

### 3.4. Sastav hrane tijekom sezona

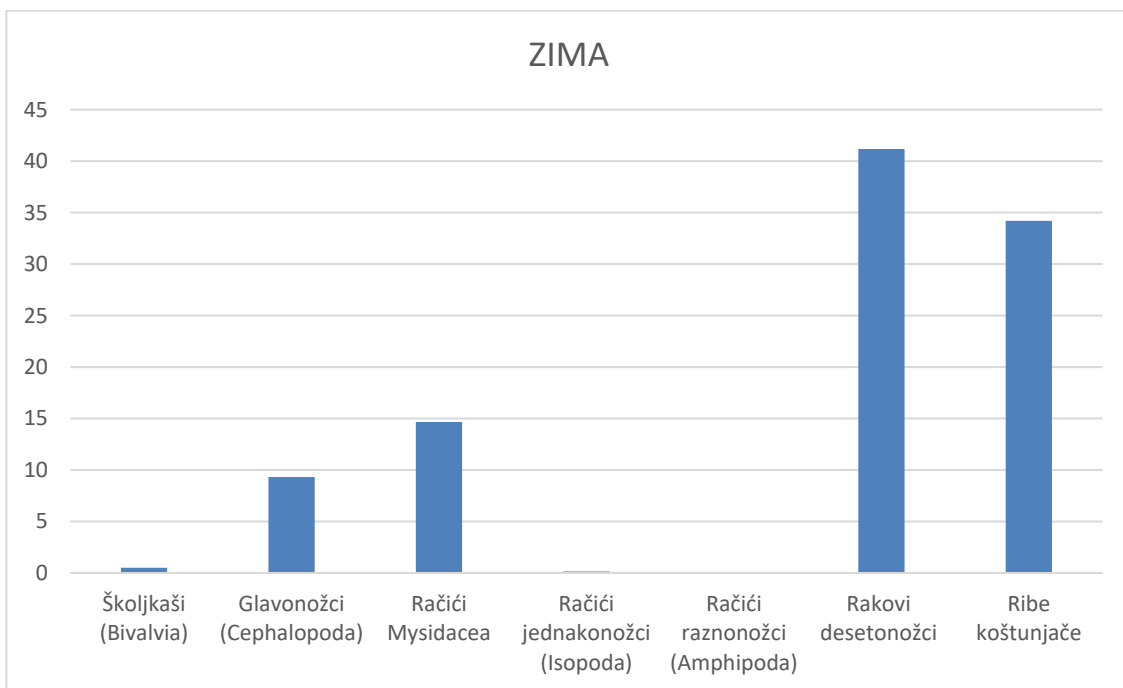
Sastav hrane tijekom sezona određen je analizom sadržaja 146 želudaca tijekom ljeta, 153 želudca tijekom jeseni, 90 želudaca tijekom zime i 112 želudaca tijekom proljeća. Rakovi desetonožci dominantni su plijen u svim godišnjim razdobljima, a naročito ljeti (%IRI > 70). Račići mizidi u prehrani pojavljuju se u svim godišnjim dobima, a u najvećoj mjeri proljetnom razdoblju (%IRI > 30). Glavonožci se u prehrani pauka bijelca pojavljuju tijekom ljeta, jeseni i zime, a u jesen su uz račiće desetonožce glavna skupina plijena (%IRI > 40). RIBE koštunjače sastavni su dio prehrane tijekom svih sezona, a s najvećim udjelom u sastavu hrane tijekom zime (%IRI > 30). Tijekom svih sezona udio školjkaša, račića raznonožaca i račića jednakonožaca u prehrani pauka bijelca je relativno malen (Slike 10, 11, 12 i 13).



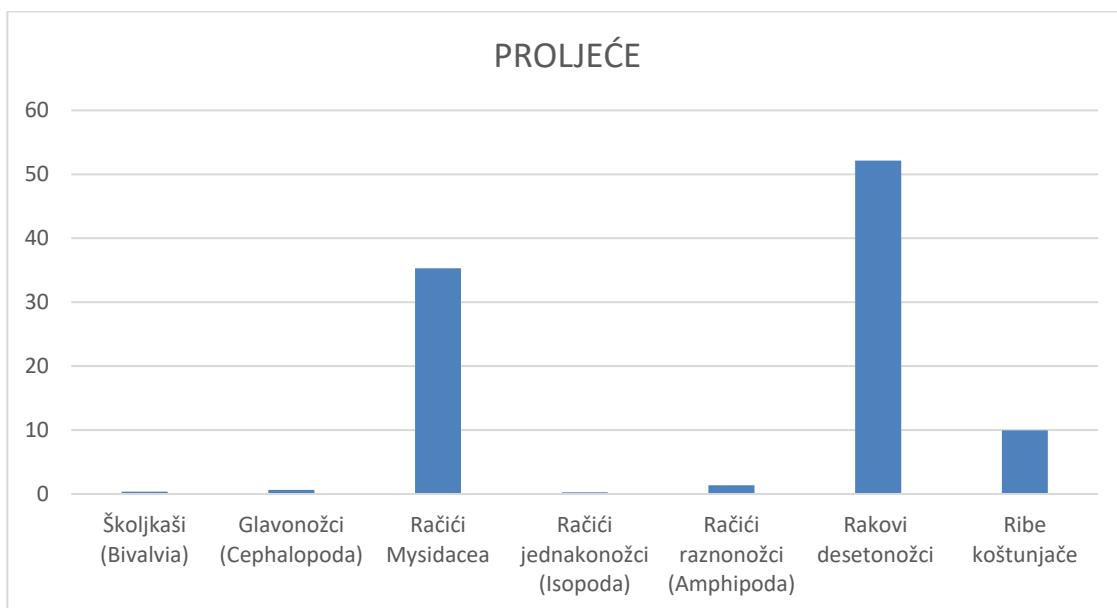
Slika 10. Sastav hrane pauka bijelca (*Trachinus draco*) ljeti.



Slika 11. Sastav hrane pauka bijelca (*Trachinus draco*) u jesen.



Slika 12. Sastav hrane pauka bijelca (*Trachinus draco*) zimi.

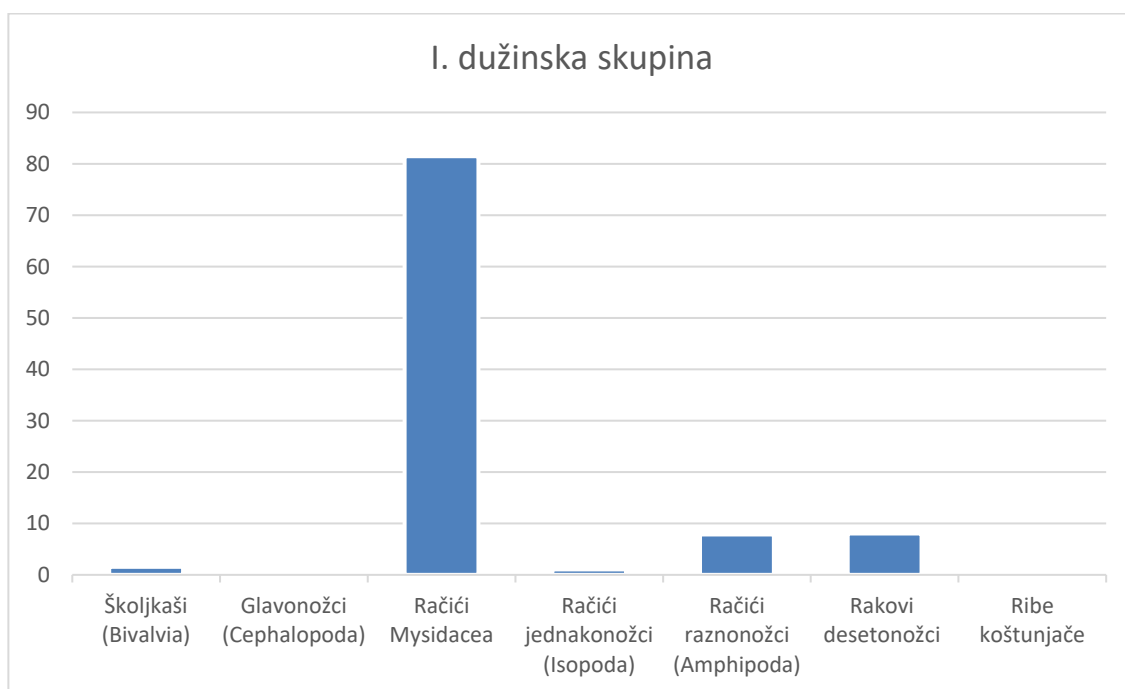


Slika 13. Sastav hrane pauka bijelca (*Trachinus draco*) u proljeće.

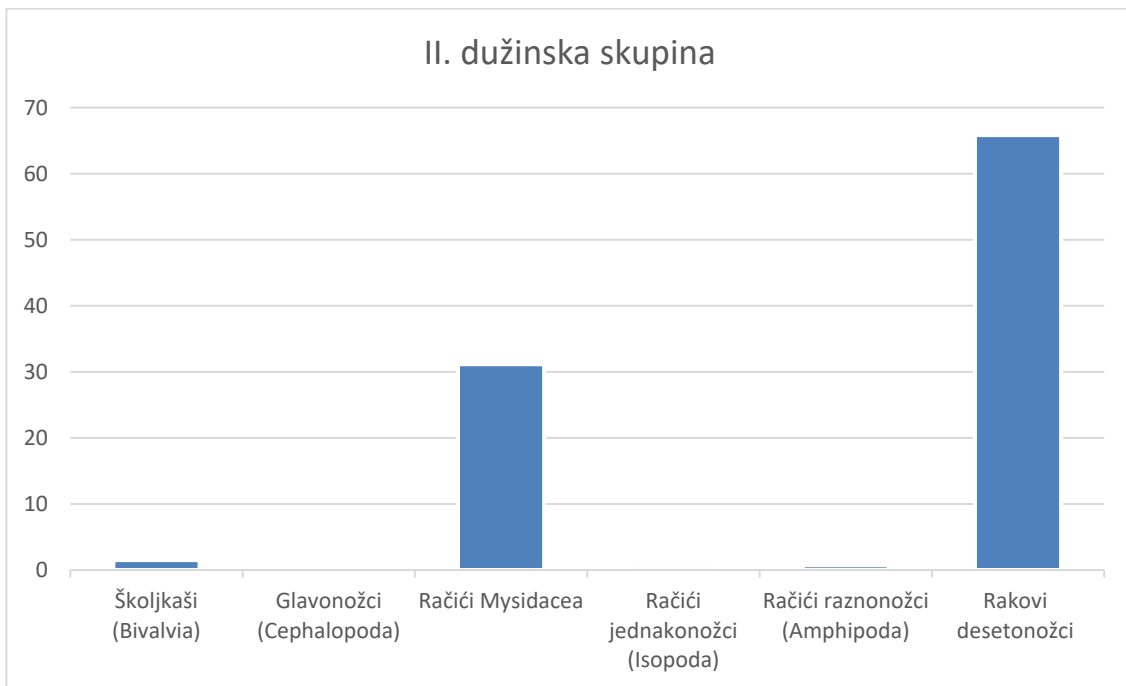


### 3.5. Sastav hrane u ovisnosti o dužinskom rastu

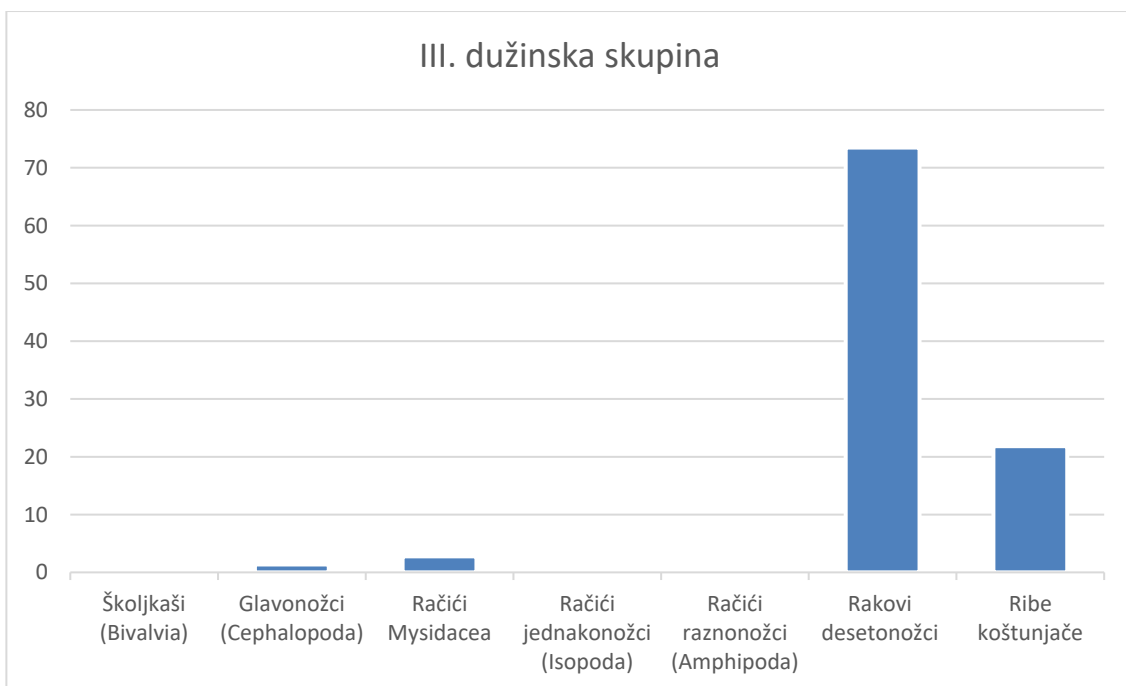
Za istraživanje sastava hrane u ovisnosti o dužinskom rastu, cjelokupni uzorak jedinki je podijeljen u četiri dužinske skupine: I. dužinska skupina (jedinke < 15 cm), II. dužinska skupina (jedinke 15 – 20 cm), III. dužinska skupina (jedinke 20 – 25 cm) i IV. dužinska skupina (jedinke 25 – 30 cm). Glavni plijen jedinki manjih od 15 cm su račići mizidi. Rakovi desetonožci dominantan su plijen kod primjeraka čija dužina je bila u rasponu od 15 do 25 cm, dok ribe koštunjače prevladavaju u prehrani najvećih riba (> 25 cm) (Slike 14, 15, 16 i 17).



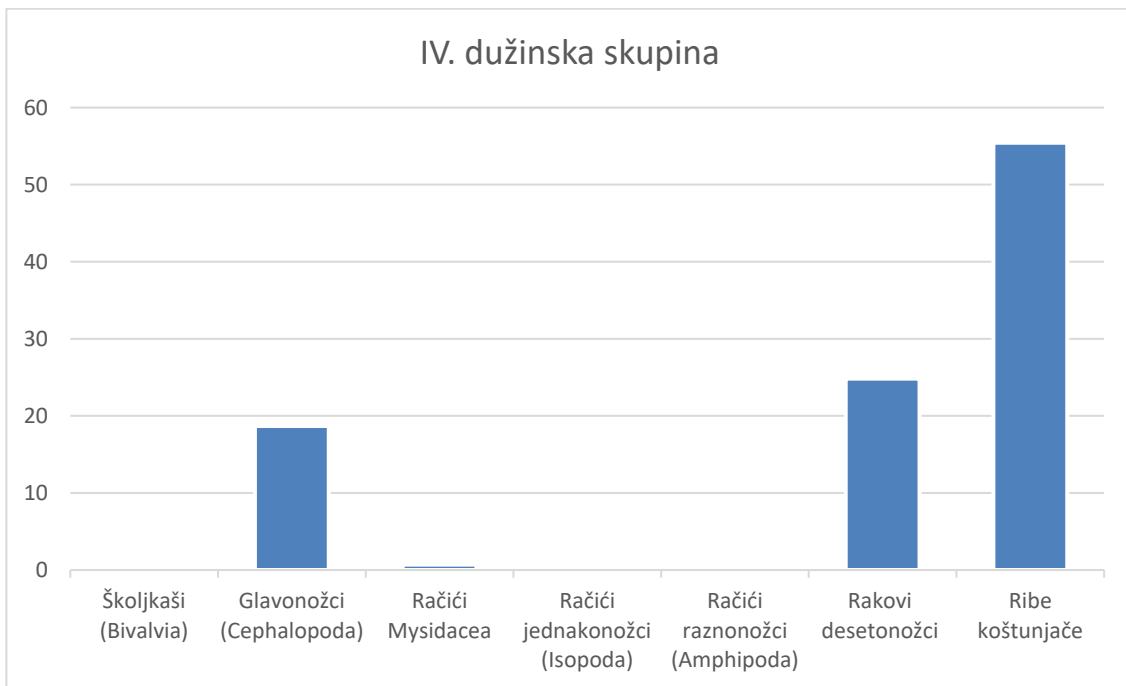
Slika 14. Sastav hrane I. dužinske skupine (jedinke < 15 cm) pauka bijelca (*Trachinus draco*).



Slika 15. Sastav hrane II. dužinske skupine (15 – 20 cm) pauka bijelca (*Trachinus draco*).



Slika 16. Sastav hrane III. dužinske skupine (20 – 25 cm) pauka bijelca (*Trachinus draco*).



Slika 17. Sastav hrane IV. dužinske skupine (25 – 30 cm) pauka bijelca (*Trachinus draco*).

## 4. RASPRAVA

Rezultati istraživanja prehrane pauka bijelca pokazuju da je to karnivorna riba kao i ostale vrste iz obitelji paukovki (Trachinidae) koje obitavaju u Jadranskom moru (Jardas, 1996; Dulčić i Kovačić, 2020.). Hrani se uglavnom različitim skupinama bentoskih organizama koje se razlikuju po svojoj veličini i morfologiji. Prema sastavu hrane, pauk bijelac je generalistički i oportunistički predator. Rakovi desetonožci (dekapodni rakovi) najviše su zastupljeni plijen u ishrani (%IRI = 64.1). Skupina plijena sa udjelom većim od 50% ukupnog koeficijenta relativnog značaja (%IRI) predstavlja glavnu hranu (Rosecchi i Nouaze, 1987). Zbog toga su dekapodni rakovi glavna (primarna) hrana pauka bijelca u Jadranskom moru. Također, vrijednosti koeficijenta hranjivosti (Q) i koeficijenta glavnih tipova hrane (MFI) ukazuju da su rakovi desetonožci glavni i neophodni plijen. Ribe koštunjače (%IRI = 15.9) i račići Mysidacea (%IRI = 15.0) predstavljaju sekundarni plijen. Niske vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (%IRI) ukazuju da su školjkaši (Bivalvia), glavonožci (Cephalopoda), rakovi jednakonožci (Isopoda) i rakovi raznonožci (Amphipoda) slučajni plijen. Međutim, u zapadnom dijelu Sredozemnog mora (zaljev Valencia) račići Mysidacea dominiraju u prehrani pauka bijelca (Vivó i Sainz, 1989; Morte i sur., 1999). Spomenuti autori navode da su dekapodni rakovi (*Alphus glaber* i *Goneplax rhomboides*) i ribe koštunjače (rodovi *Gobius* i *Callionymus*) također značajno zastupljeni u prehrani te predstavljaju sekundarni plijen. Razlike u sastavu hrane na pojedinim područjima Sredozemnog mora povezane su sa regionalnim razlikama u prisutnosti i dostupnosti različitih organizama koji se nalaze u sastavu bentoskih zajednicama (Ferrari i Chiericato, 1981). Rezultati u ovom radu potvrđuju da se pauk bijelac kao i ostale vrste iz obitelji paukovki (Trachinidae) dominantno hrane rakovima i ribama koštunjačama (Jardas, 1996). Pauk bijelac se za vrijeme dana zakapa u pjeskovito-muljevito dno, a noću aktivno lovi plijen (Wheeler, 1978). Plijen uglavnom lovi u bentosu. Plijen pronađen u prehrani pauka bijelca podudara se sa mnogim vrstama koje naseljavaju mekana pjeskovito-muljevita dna. Rakovi desetonožci (rodovi *Liocarcinus*, *Processa* i *Alpheus*), ribe koštunjače (*L. friessi*) i glavonožci (rodovi *Sepioida* i *Sepia*) vrlo su česte u bentoskim biocenozama pjeskovito-muljevitih dna Jadranskog mora (Jardas, 1996; Milišić, 2007; 2008). Također, pauk bijelac hrani se i bentopelagičnim ribama (*T. trachurus* and *M. poutassou*) što ukazuje da lov na plijen nije ograničen samo na bentos nego se odvija i u vodenom stupcu.

Zabilježen je mali broj praznih želudaca (%V = 15.3). Također, snižene vrijednosti praznosti želuca (%V) zabilježena je kod mnogih pridnenih jadranskih riba kao to su škrapun (Pallaoro i Jardas, 1991), špar (Matić-Skoko i sur., 2004) i kantar (Dulčić i sur., 2006). Navedeni podaci vjerojatno ukazuju na veliku brojnost i rasprostranjenost različitih organizama što omogućava

visoki intenzitet hranjenja kod navedenih vrsta. Brojnost i rasprostranjenost različitih organizama na lokalitetima uzorkovanja (srednji Jadran) povezana je uzlaznim vertikalnim strujama koje iz dubina dovode mineralne soli koje omogućavaju veliku organsku produkciju i razvoj velikog broja i biomase različitih morskih organizama (Regner i sur., 1987). Intenzitet prehrane je negativno povezan s koeficijentom praznosti probavila (%V) (Bowman i Bowman, 1980). Intenzitet prehrane pauka bijelca značajno se mijenja tijekom godine, jer je %V značajno veći u zimskom razdoblju. U moru, različiti činioci mogu utjecati na aktivnost hranjenja riba (Nikolsky, 1976). Mnoge vrste betonskih riba smanjuju intenzitet hranjenja pri nižim temperaturama mora (Tyler, 1971). U području istraživanja, temperatura mora je najniža zimi (Zore - Armanda, 1991) što vjerojatno utječe na metabolizam i smanjenu aktivnost hranjenja pauka bijelca.

Zabilježene su male sezonske promjene u sastavu hrane. Rakovi desetonožci dominiraju u prehrani tijekom cijele godine pogotovo u ljetnom razdoblju. Povećani ulov plijena tijekom ljeta podudara se razdobljem intenzivnog izvaljivanja iz jaja mnogih vrsta jadranskih rakova desetonožaca (Milišić, 2008). Međutim, u moru oko obala Danske, zabilježene su značajne sezonske promjene sastava hrane ove vrste. Rakovi desetonožci dominirali su u ishrani ljeti i zimi, a ribe košunjače u jesenskom razdoblju (Bagge, 2004). Navedene sezonske razlike u sastavu hrane na različitim morskim područjima povezane su s dostupnošću plijena čija distribucija, rasprostranjenost i brojnost ovisi o dinamici morskih struja i vodenih masa (Vučetić, 1973).

Dužinski rast glavni je činioc koji utječe na promjene sastava hrane. Manji primjerci uglavnom se hrane račićima Mysidacea, a porastom jedinki u prehrani značajno prevladavaju rakovi desetonožci, glavonožci i ribe košunjače. Navedeni rezultati u skladu su s podacima za prehranu ove vrste sa područja Španjolske (Vivó i Sainz, 1989; Morte i sur., 1999). Manje jedinke hrane se uglavnom račićima Mysidacea, a porastom ribe u hrani značajno prevladavaju rakovi desetonožci (Vivó i Sainz, 1989; Morte i sur., 1999). Promjena sastava hrane porastom riba česta je pojava. Optimalan unos energije hranom značajno se mijenja sa veličinom i starošću riba (Ross, 1977; Stoner i Livingston, 1984). Promjene u prehrani u skladu su s morfološkim promjenama riba tijekom njihovog rasta. Naime, veličina i širina usta direktno su povezani sa veličinom tijela riba (Ross, 1978; Stoner, 1980). Rastom se povećava veličina usnog otvora što omogućava hvatanje većeg plijena. Također, ova pojava omogućava ulov širokog spektra raznolikog i morfološki različitog plijena. Također, razdvajanje hranidbenih resursa i lov na različiti plijen omogućava zajednički život i opstanak juvenilnih i odraslih jedinki mnogih vrsta riba (Langton, 1982).

## 5. ZAKLJUČCI

- Prehrana pauka bijelca (*Trachinus draco*) istražena je na uzorku od 592 jedinke. Od ukupnog broja ulovljenih jedinki, 501 želudac je sadržavao hranu, a 91 želudac bio je potpuno prazan.

- Najveća praznost želudaca zabilježena je zimi (43,3%), a najniža je bila u ljetnom razdoblju (6,8%). Vrijednosti praznosti želudaca značajno se mijenjaju tijekom sezona.

- Glavni plijen najmanjih jedinki (< 15 cm) su račići mizidi. Rakovi desetonožci su dominantan je plijen kod primjeraka u rasponu od 15 do 25 cm, a ribe koštunjače su glavni plijen kod pauka bijelca većih od 25 cm.

- Glavni plijen i neophodnu hranu pauka bijelca u Jadranskom moru predstavljaju rakovi desetonožci, a sekundarni plijen su ribe koštunjače i račići misidi. Slučajni plijen su školjkaši (*Bivalvia*), glavonožci (*Cephalopoda*), rakovi jednakonožci (*Isopoda*), rakovi raznonožci (*Amphipoda*) i ribe koštunjače (*Teleostei*).

- Rakovi desetonožci glavni su plijen u svim godišnjim razdobljima. Račići mizidi su hrana pauka bijelca u svim sezonama, najviše u proljeće. Glavonožci imaju veliki udjel u prehrani u jesenskom razdoblju. RIBE koštunjače sastavni su dio rane tijekom svih sezona, s najvišim vrijednostima tijekom zime. Udio školjkaša, račića raznonožaca i jednakonožaca u sezonskom sastavu hrane relativno je malen.

## 6. LITERATURA

Bowman R.E., Bowman E.W. 1980. Diurnal variation in the feeding intensity and catchability of silver hake (*Merluccius bilinearis*). *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Science*, 37: 1565-1572

Dulčić J., Kovačić M. 2020. *Ichthyofauna of Adriatic Sea*. 677 p. Golden – Marketing – Tehnička knjiga, Zagreb.

Hureau, J.C. 1970. *Biologie comparée de quelques Poissons antarctiques*. Bull. Inst. Oceanogr. Monaco, 68 (139): 244 str.

Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, 17: 411-429.

Jardas, I. 1996. *Jadranska ihtiofauna*. Školska knjiga: Zagreb. 553str.

Langton R.W. 1982. Diet overlap between Atlantic cod, *Gadus morhua*, silver hake *Merluccius bilinearis*, and fifteen other northwest Atlantic finfishes. *Fishery Bulletin*, 80: 745-759.

Milišić N. 2007. *The Adriatic cephalopoda, bivalvia and gastropoda*. Marjan tisak: Split. 253 str.

Milišić N. 2008. *The Adriatic decapoda crustaceans*. Marjan tisak: Split. 183 str.

Nikolsky G.V. 1976. *The Ecology of Fishes*. Academic Press: London. 353 str.

Pinkas, L., Oliphant, M.S., Iverson, I.L.K. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fisheries Bulletin*, 152: 1-105.

Regner S., Regner D., Marasović I., Kršinić F. 1987. Spawning of sardine, *Sardinia pilchardus* (Walbaum 1792), in the Adriatic under upwelling conditions. *Acta Adriatica*, 28: 161-198.

Rosecchi E., Nouaze Y. 1987. Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Rev. Trav. Inst. Pech. Marit.*, 49: 111-123.

Ross S.T. 1977. Patterns of resource partitioning in sea robins, (Pisces: Triglidae). *Copeia*, 1977; 561-571.

Ross S.T. 1978. Trophic ontogeny of the leopard sea robin, *Prinotus scitulus* (Pisces: Triglidae). *Fisheries Bulletin*, 76: 225-234.

Stoner A. W., Livingston R. J. 1984. Ontogenetic patterns in diet and feeding morphology in sympatric sparid fishes from sea-grass meadows. *Copeia*, 1984: 174-178.

Tyler A.Y. 1971. Monthly changes in stomach contents of demersal fishes in Passamaquoddy Bay (N.B.) Fisheries Research Board of Canada Technical Report, 288: 1-114.

Zander, C.D. 1982. Feeding ecology of littoral gobiid and blennoid fish of the Banylus area (Mediterranean Sea). I. Main Food and trophic dimensions of niche and ecotope. *Vie Milieu*, 32: 10-20.

Zore – Armanda M., Bone M., Dadić V., Morović M., Ratković D., Stojanoski L., Vukadin I., 1991. Hydrographic properties of the Adriatic Sea in the period from 1971 through 1983. *Acta Adriatica*, 32: 6-55.



# **METOTIČKI DIO**

Mentor: prof. dr. sc. Mirko Rušćić

<b>Ime i prezime učitelja</b>	<b>Predmet</b>	<b>Razred</b>
Nikola Alavanja	Biologija	2.
<b>Nastavna tema</b> <i>Odrediti na osnovu godišnjeg izvedbenog kurikulumuma (GIK).</i>		<b>Datum</b>
Život u vodi/obilježja riba		22.5.2024.

<b>Cilj nastavne teme</b> <i>Odrediti u skladu s ciljem poučavanja dijela nastavne teme.</i>	
Usvajanje znanja o morfološkim i fiziološkim karakteristikama riba.	
<b>Ključni pojmovi</b> <i>Pojmovi koje učenik treba usvojiti uz poučavanje.</i>	<b>Temeljni koncepti</b> <i>Ideje koje učenici trebaju usvojiti na razini razumijevanja i/ ili primjene (uz pomoć konceptualnog okvira poučavanja biologije).</i>
Kružnoustе, hrskavičnjače, koštunjače, škrge, akvakultura	<p>Kružnoustе su <b>skupina riba bez razvijene čeljusti</b>. U kružnoustе svrstavamo paklare i sljepulje.</p> <p>Hrskavičnjače su skupina riba koja umjesto koštanog skeleta imaju hrskavicu. U hrskavičnjače svrstavamo morske pse, morske mačke i raže.</p> <p><b>Koštunjače</b> su najbrojnije ribe i, za razliku od ostalih skupina, <b>imaju koštani kostur</b>.</p> <p>Ribe dišu škragama koje su specijalizirane za uzimaju kisika otopljenog u vodi. Kreću se uz pomoć peraja. Razmnožavaju se spolno, vanjskom oplodnjom.</p>
<b>Kontekst poučavanja koncepta</b> <i>Sadržajni okvir učenja (na kojim će se primjerima učiti).</i>	
Učenici će na primjeru pauka bijelca opisati morfologiju riba. Opaziti će vrstu ljustaka, imenovati peraje, opisati oči, škrge, otvor za izlučivanje i objasniti funkciju navedenih vanjskih organa. Također, na istom primjeru odredit će vrstu skelta i opisati građu i funkciju unutarnjih organa. Na primjeru slika iz prezentacija učenici će upoznati s različitim taksonomskim kategorijama riba.	

<b>Odgojno-obrazovni ishodi</b> <i>Odabrati i preslikati iz Kurikuluma uz oznaku (šifru) ishoda.</i>	
BIO SŠ B.2.3.	Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živoga svijeta na Zemlji.

BIO SŠ A.2.1.	Povezuje pojavu novih svojstava s promjenom složenosti organizacijskih razina u organizmu.
<b>Primjeri:</b> OŠ PRI A.5.1. Učenik objašnjava temeljnu građu prirode BIO OŠ B.8.4. Povezuje različite načine razmnožavanja organizama s nasljeđivanjem roditeljskih osobina i evolucijom. BIO SŠ C.3.2. Analizira principe iskorištavanja energije na razini stanice.	

<b>Očekivanja međupredmetnih tema</b> <i>Odabrati i preslikati iz Kurikuluma uz oznaku (šifru) ishoda.</i>	
odr A.4.2.	Objašnjava važnost uspostavljanja prirodne ravnoteže.
odr A.2.2.	Uočava da u prirodi postoji međudjelovanje i međuovisnost.
odr C.4.1.	Prosuduje značaj održivoga razvoja za opću dobrobit
osr C.4.2.	Suradnički uči i radi u timu.

<b>Br. Ishoda u razradi(RI/IA)</b>	<b>Razrada ishoda</b> <i>Koristiti prema Kurikulumu.</i>  <b>Ishodi aktivnosti</b> <i>Prema potrebi dodati i specifično razraditi ishod iz razrade ishoda.</i>	<b>Zadatak/ primjer pitanja za provjeru</b> <i>Pitanja trebaju polaziti od razine propisane Kurikulumom (minimum), ali treba planirati i pitanja više razine usvojenosti.</i>	<b>KR</b>	<b>PU</b>
BIO SŠ B.2.3.5.	Objašnjava važnost razvoja osjetila i živčanog sustava životinja.	Što je bočna pruga?	R1	+
		Objasni mehanički podražaj uz pomoć kojeg riba zna da je u opasnosti?	R2	+
		Uspoređi živčani sustav ribe s živčanim sustavima ostalih kralježnjaka?	R2	+/-
BIO SŠ A.2.1.3.	Uspoređuje načine ishrane različitih organizama i energetske iskoristivost hrane.	Kako se hrane alge, a kako ribe?	R1	+
		Uspoređi trofičke razine energije u morskom i kopnenom ekosustavu.	R3	+/-
		Analiziraj sastav hrane pauka bijelca.	R2	-

BIO SŠ A.2.1.4.	Povezuje tjelesnu temperaturu sa stupnjem iskorištavanja hranjivih tvari i složenošću tjelesne građe.	Usporedi krvotok pauka bijelca i krokodila.	R2	+
<p><b>Kognitivna razina (KR):</b> I. reprodukcija, II. konceptualno razumijevanje i primjena znanja, III. rješavanje problema</p> <p><b>Procjena uspješnosti učenja (PU):</b> – odgovara manje od 5 učenika, +/- odgovara otprilike polovina učenika, + odgovara većina učenika</p> <p><b>Br. ishoda u razradi (RI):</b> dodati prema odgovarajućem broju iz dokumenta Kurikuluma Prirode i Biologije – numerirana razrada ishoda (npr. OŠ PRI A.5.1.2 Uočava na temelju praktičnih radova da su tvari građene od sitnih čestica; BIO OŠ B.8.4.9. Povezuje mitozu s razmnožavanjem jednostaničnih te s rastom i obnavljanjem višestaničnih organizama; BIO SŠ C.3.2.2. Analizira prijenos tvari kroz membranu/membranom s aspekta korištenja energije)</p> <p><b>(IA):</b> broj ishoda aktivnosti generirati prema nadređenom broju (RI) ishoda u razradi (npr. OŠ PRI A.5.1.2.1. Zaključuje na temelju praktičnog rada da je u morskoj vodi otopljena sol.)</p>				

**Tijek**

Artikulacija (pregledni nacrt nastavnog sata) - Kratki tablični pregled strukture nastavnog sata s iskazanim dominantnim aktivnostima i sociološkim oblicima rada te predviđenim trajanjem za svaki strukturni element sata (po potrebi dodati retke tablice). Uz svaku aktivnost obavezno navesti oznaku ishoda u razradi (prema Kurikulum Prirode i Biologije – numerirana razrada ishoda) koji se njome ostvaruje.

Tip sata	<b>Obrada novog nastavnog sadržaja</b>		Trajanje	45 min			
BR. NASTAVNOG SATA	STRUKTURNI ELEMENT NASTAVNOG SATA	DOMINANTNA AKTIVNOST	BR. ISHODA MPT OČEKIVANJ	KORISTITI	METODA	OBLIK RADA	TRAJANJE (min)
	<b>Početni dio</b>	Na početku sata s učenicima ću odigrati igru „skriveni objekt“. Prikazat ću sliku dobro skrivene ribe na morskom bentosu i pitati učenike da mi navedu sve što uočavaju na slici.	BIO SŠ B.2.3	PP , I	R	G	5
	<b>Središnji dio</b>	Učenicima ću pokazati izvornu stvarnost – svježe ulovljene primjerke pauka bijelca. Na kojim sve staništima pronalazimo ovu skupinu kralježnjaka (R1)? Koje su prilagodbe ribe morale stvoriti kako bi zauzele toliki broj različitih ekoloških niša (R2)? Kako dijelimo ribe (R2)? Navedi sve razlike između riba hrskavičnjača i koštunjača (R2). Objasni utjecaj navedenih karakteristika na život pojedinih skupina (R3). Koja riba se nalazi pred vama (R1)? Što znaš o prehrani te ribe (R2)? Učenike ću podijeliti u skupine i podijeliti svakoj skupini po jedan primjerak pauka bijelca. Svaki učenik će dobiti po jedan primjerak radnog lista na koji će odgovore upisati individualno, ali će do odgovora dolaziti u suradnji s ostalim učenicima iz svoje grupe. Učenici će najprije promotriti vanjsku građu primjerka ribe i ucrtati uočene dijelove na predviđen prostor u random listu. Kako dijelimo tijelo ribe (R1)? Koje peraje ima ova riba i čemu one služe (R2)? Koja je uloga otrovne bodlje (R1). Kako nastaje otrov u otrovnoj bodlji (R3)? Kako otrov djeluje na ljude (R1). Koje su komponente otrova (R2)? Kakve su oči (R1)? Kako riba diše (R1)? Koji su dijelovi škrge (R1)? Koja je uloga škrge (R1)? Kako se vrši izmjena plinova u škragama (R2)? Kakve su ljuske (R1)? Koje sve vrste ljusaka poznajete (R1)? Nakon što učenici promotre morfologiju, skalpelom će napraviti tanki rez na trbušnoj šupljini ribe i izvaditi pojedine organe? Ima li koja od riba plijen u trbušnoj šupljini (R1)? Čime se hrani pauk bijelac (R2)? Što će jesti veći primjerci pauka bijelca, a što manji (R2)? Usporedi trofičke razine energije u morskom i kopnenom ekosustavu (R3). Opišite građu probavila (R1). Opišite građu skeleta (R1). Opišite građu	Nako n toga	PP , R L	R, PR,	G	30

	sustava za izlučivanje (R2). Opišite građu gonada (R2). Objasnite razmnožavanje kod riba (R2). Opišite položaj i građu srca (R2). Usporedi krvotok pauka bijelca i krokodila (R2). Što je bočna pruga (R1)? Objasni mehanički podražaj uz pomoć kojeg riba zna da je u opasnosti (R2). Objasni funkciju plivajućeg mjehura (R2). Kako je građen mozak ribe (R1)? Usporedi živčani sustav ribe sa živčanim sustavima ostalih kralježnjaka (R2)?						
<b>Završni dio</b>	Učenici će individualno rješavati radne listiće u kojima se nalaze pitanja za provjeru znanja. Odgovore ću provjeravati usmeno zajedno s učenicima.	BIO SŠ B.2.3	R L	T	I	10	
<p><b>Nositelji aktivnosti:</b> N – nastavnik, U - učenici (dodati i mijenjati uloge ukoliko je potrebno uz svaku aktivnost)</p> <p><b>Koristiti u izvedbi:</b> RL – radni listić za učenike, UDŽ – udžbenik, RB – radna bilježnica, P – ploča, PM – prirodni materijal, E – pokus/eksperiment, MD – model, AP – aplikacija, PP – projekcija prezentacije, VL – video lekcija, APP – digitalni alat, P/SU – platforma/sustav učenja na daljinu, V – video zapis, A – animacija, I – igra, IU – igranje uloga, RS – računalna simulacija, M – mikroskop, L – lupa, F – fleks kamera, T – tablet, MO – mobitel, OP – organizator pažnje, AL - anketni listić TM - tekstualni materijali (dodati prema potrebi)</p> <p><b>Metode:</b> PR – praktični radovi, D – demonstracija, C – crtanje, I – usmeno izlaganje, R – razgovor, T – rad na tekstu i pisanje</p> <p><b>Oblici rada:</b> I – individualno, P – rad u paru, G – grupni rad, F – frontalno</p>							

**Materijalna priprema** *Popis nastavnog materijala, izvora znanja, sredstva i pomagala, odnosno svega što je potrebno pripremiti za uspješno odvijanje nastave prema postavljenom cilju i zamišljenom planu. Treba biti uključena izvora stvarnost kad god je to moguće, kao i nastavna sredstva te nastavna pomagala koja će se koristiti tijekom poučavanja i učenja.*

Nastavna sredstva: radni list, PowerPoint prezentacija, živa riječ nastavnika  
Nastavna pomagala: ploča, kreda, računalo, LCD projektor

**Plan učeničkog zapisa** *Može biti plan ploče ili zapis koji nastaje na temelju drugih poticaja.*

**Ploča:**

## RIBE

KRUŽNOUSTE - skupina riba bez razvijene čeljusti : paklare i sljepulje.

**HRSKAVIČNJAČE** - skupina riba koja umjesto koštanog skeleta imaju hrskavicu: morski psi, morske mačke i raže.

**KOŠTUNJAČE** - najbrojnije ribe koje imaju koštani kostur.

Zalijepiti radni list u bilježnicu!

**Vrednovanje** *Različiti pristupi vrednovanju.*

Vrednovanje za učenje	Vrednovanje kao učenje	Vrednovanje naučenog
Tijekom sata učenike uz pomoć pitanja i rasprave navodim na spoznaju novih pojmova.	Učenici postavljaju pitanja o svemu što im nije dovoljno jasno.	Učenici rješavaju radni listić za ponavljanje.

**Prilagodba za učenike s teškoćama u učenju** *Navesti način prilagodbe učenja mogućnostima i potrebama učenika te priložiti zadatke prilagodbe.*

Nema učenika s teškoćama u učenju.

**Prilagodba za darovite učenike** *Navesti način prilagodbe učenja mogućnostima i potrebama učenika te priložiti zadatke prilagodbe.*

Nema darovitih učenika.

**Prilozi** *Popis materijala koji će se koristiti u nastavi (radni listovi, ispis PP prezentacije i ostali materijal).*

**PowerPoint prezentacija:**



1



2

## Osnovna obilježja riba

Ribe su najstarija skupina kralježnjaka koji žive isključivo u vodenim staništima

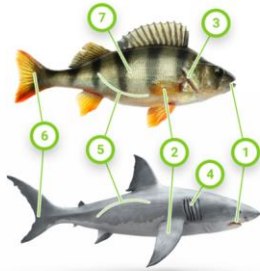
Razvile su prilagodbe na vodeni okoliš.

Do danas je opisano oko 30 000 živućih vrsta riba, koje možemo podijeliti u tri osnovne skupine:

**Kružnouse, hrskavičnjače i koštunjače.**

3

Usporedimo građu ribe hrskavičnjače i koštunjače



5



## Koštunjače

**Koštunjače** su najbrojnije ribe i, za razliku od ostalih skupina, **imaju koštani kostur.**

**Koža** im je **prekrivena ljuskama** koje se preklapaju poput crjepova, a zajedno s lučenom sluzi omogućavaju lakše kretanje kroz vodu sa smanjenim trenjem.

Možemo ih podijeliti na morske i slatkovodne.

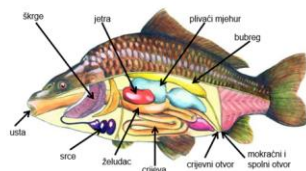
7

Specijalizirane vrste peraja kod lebdećih i dubokomorski riba rezultat su prilagodbe na okoliš



9

## Unutarnja građa ribe



11

## Kružnouse

Kružnouse su skupina riba bez razvijene čeljusti.

U kružnouse svrstavamo:

1. paklare i
2. sljepulje.



4

## Hrskavičnjače

U hrskavičnjače svrstavamo: morske pse, morske mačke i raže.



6

## Morske koštunjače



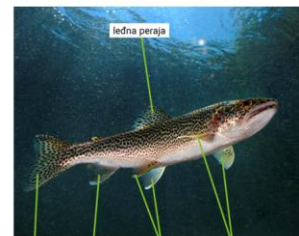
**Morske koštunjače** žive u morima i oceanima i prilagođene su životu u vodi s velikom koncentracijom otopljenih soli.

Morsku ribu možemo razvrstati u dvije skupine: **plavu ribu** i **bijelu ribu**.



8

## Vrste peraja kod riba



repna peraja, podrepna peraja, trbušne peraje, prsne peraja

10



## Radni listić:

DATUM:	
IME I PREZIME:	



# SEKCIJA RIBE

**Ishodi učenja:** Nakon obrade nastavne teme učenici će moći:

- secirati ribu.
- opisati morfologiju ribe.
- nabrojati unutrašnje organe ribe.

### MATERIJALI I PRIBOR:

Riba i pribor za seciranje.



### UPOZORENJE:

Pažljivo koristite oštre predmete. Na leđnom dijelu ribe nalazi se **otrovna bodlja**. Budi oprezan prilikom rukovanja!

### ISTRAŽIVAČKO PITANJE:

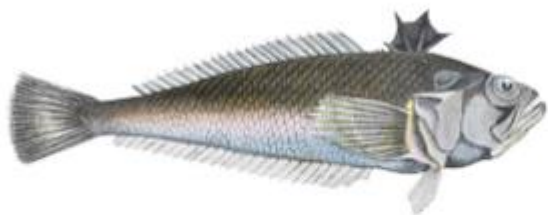
---

---

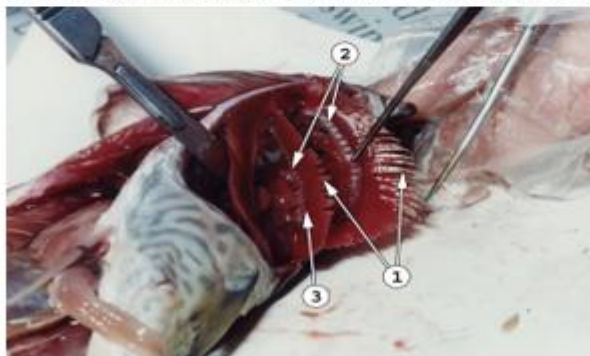
---

TIJEK RADA:

1. Postavi ribu u kadnicu za sekciju. Pred tobom se nalazi riba Jadranskog mora, pauk bijelac. Pažljivo promotri vanjsku građu. Ucrtaj i označi dijelove koje uočavaš na slici ispod teksta. Obrati pozornost na oblik tijela i simetriju, ljuske, pame i neparne peraje, oči i glavu.



2. Pincetom otvori škrgni poklopac i promotri građu škrga. Označi dijelove na slici.



1. \_\_\_\_\_

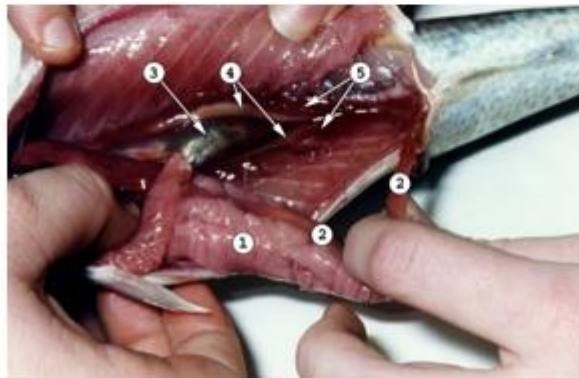
2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

3. Žiletom ili škarama zareži mišićni sloj na trbušnom dijelu pazeći da pri tome ne oštetiš unutrašnj organe.



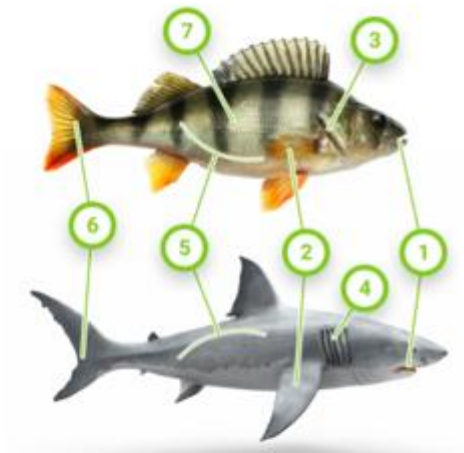
4. Promotri unutrašnje organe i označi dijelove na slici.



1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

PITNJA ZA PROVJERU ZNANJA:



Promotrite sliku, označite dijelove i odgovorite na iduća pitanja.

1. Kako dijelimo ribe?

\_\_\_\_\_

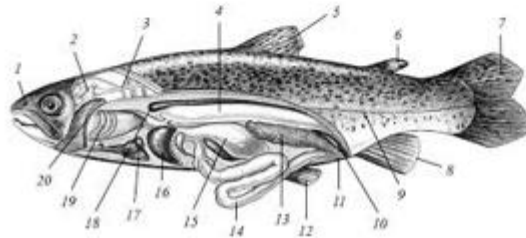
2. Navedi sve razlike između riba hrskavičnjača i koštunjača i objasni utjecaj navedenih karakteristika na život pojedinih skupina.

---

---

---

3. Označi dijelove ribe označene brojevima od 1 do 20.

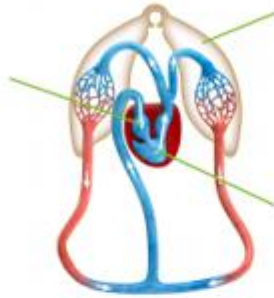


4. Uz pomoć slike opiši krvotok ribe i označi dijelove srca.

---

---

---

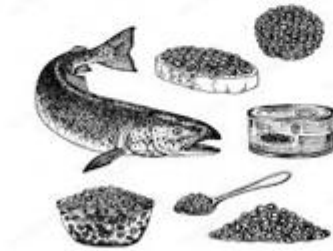


4. Kavijar se smatra ribljim specijalitetom u mnogim državama. Prisjeti se procesa razmnožavanja riba i objasni ga. U kojem dijelu tog procesa nastaje kavijar?

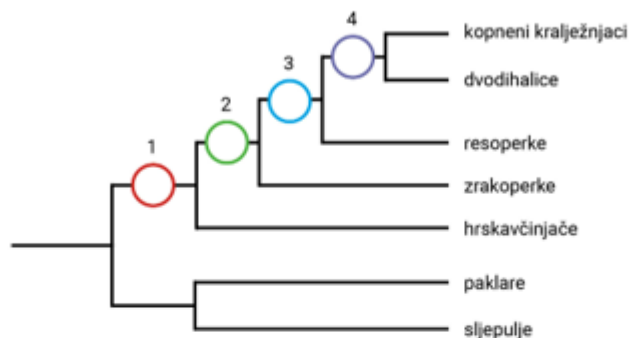
---

---

---



5. Pomoću kladograma različitih skupina riba odgovori na pitanja



Koja je skupina riba najstrodnija resperkama?

---

---

Kako tumačiš činjenicu da su dvodihalice najstrodnije kopnenim kralježnjacima?

---

---

Navedi zajedničke karakteristike paklara i sljepulja.

---

---

**Literatura** *Izvori za učenike i izvori koje je učitelj koristio za pripremu poučavanja.*

A. Lucić, J. Skejo, M. Heffer, Z. Sedlar, S. Blažetić, D. Bendelja, Ž. Lukša:  
BIOLOGIJA 2 - udžbenik biologije s dodatnim digitalnim sadržajima u drugom razredu  
gimnazije

V. Balta, D. Škrtić: BIOLOGIJA 2 – udžbenik biologije za drugi razred gimnazije. 2020., Profil  
Klett, Zagreb.

<https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/5e7d944d-1bcf-4564-8ac8-1b0c0c6e1f32/biologija-2/m06/j11/index.html>

