

Ishrana škrapinice, Scorpaena notata (Rafinesque, 1810.) u Jadranskom moru

Drlje, Marija

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:166:654919>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-22**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Science](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



Sveučilište u Splitu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Odjel za biologiju

Marija Drlje

**PREHRANA ŠKRPINICE, *Scorpaena notata* (Rafinesque, 1810.) U
JADRANSKOM MORU**

Diplomski rad

Split, 2022.

Sveučilište u Splitu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Odjel za biologiju

Marija Drlje

**PREHRANA ŠKRPINICE, *Scorpaena notata* (Rafinesque, 1810.) U
JADRANSKOM MORU**

Diplomski rad

Split, 2022.

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

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Splitu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Odjel za biologiju

Diplomski rad

PREHRANA ŠKRPINICE, *Scorpaena notata* (Rafinesque, 1810.) U JADRANSKOM MORU

Marija Drlje

Ruđera Boškovića 33, 21000 Split

SAŽETAK

Za istraživanje prehrane škrpinice (*Scorpaena notata*, Rafinesque, 1810.) analizirane su 798 jedinki škrpinice. Uzorci su sakupljeni na četiri različita lokaliteta: područje Kvarnera, Dugi otok, Šolta, Hvar. Cilj rada bio je odrediti kvantitativno-kvalitativni sastav hrane, intenzitet hranjenja i promjene u sastavu hrane tijekom sezona i dužinskog rasta. U Jadranskom moru glavni plijen i neophodnu hranu škrpinice predstavljaju rakovi Decapoda Reptantia, a rakovi Decapoda Natantia predstavljaju sekundarni plijen. Decapoda Reptantia su dominantan plijen u svim sezonama. Rakovi raznonožci predstavljaju glavni plijen jedinki manjih od 11 cm (I. dužinska skupina), dok su rakovi Decapoda Reptantia glavni plijen ostalih dužinskih skupina.

(29 stranica, 15 slika, 4 tablica, jezik izvornika: hrvatski)

Ključne riječi: škrpinica, *Scorpaena notata*, prehrana, Jadransko more

Voditelj: prof. dr. sc. Mate Šantić

Ocjenitelji: prof. dr. sc. Mate Šantić

prof. dr. sc. Biljana Apostolska

prof. dr. sc. Elma Vuko

Rad prihvaćen: 27. Rujna 2022.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Split

Faculty of Science

Department of Biology

Graduation thesis

DIET OF SMALL RED SCORPIONFISH, *Scorpaena notata* (Rafinesque, 1810.) IN THE ADRIATIC SEA

Marija Drlje

Ruđera Boškovića 33, 21000 Split

ABSTRACT

A total of 798 specimens of small red scorpionfish (*Scorpaena notata*, Rafinesque, 1810.) were analysed. Samples were collected in the Kvarner area, Long Island, Šolta and Hvar. The aim of study was to determine the quantitative and qualitative composition of diet, the intensity of feeding and changes in the composition of diet during the change of seasons and length groups. The main prey of small red scorpionfish are Decapoda Reptantia. Decapoda Natantia are additional prey of small red scorpionfish. Decapoda Reptantia are dominant prey in all seasons. Decapoda Natantia are dominant and main prey in size group smaller than 11 cm, while Decapoda Reptantia are main prey in size group up to 11 cm.

(29 pages, 15 figures, 4 tables, original in: Croatian)

Key words: small red scorpionfish, *Scorpaena notata*, diet, Adriatic sea

Supervisor: Mate Šantić, PhD, Prof.

Reviewers: Mate Šantić, PhD, Prof.

Biljana Apostolska, PhD, Prof.

Elma Vuko, PhD, Prof.

Thesis accepted: 27. september 2022.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Glavne osobine riba.....	1
1.2. Glavne osobine porodice bodeljki (Scorpaenidae).....	2
1.3. Glavne osobine i sistematski raspored škrpinice (Scorpaena notata; Rafinesque, 1810.).....	3
1.4. Važnost istraživanja prehrane riba	4
1.5. Ekološke karakteristike Jadranskog mora	4
1.5.1. Postanak Jadranskog mora	4
1.5.2. Smještaj i veličina Jadranskog mora	5
1.5.3. Fizikalne i kemijske osobine Jadranskog mora	5
1.6. Cilj rada.....	5
2. MATERIJAL I METODE.....	6
2.1. Istraženo područje	6
2.2. Analiza prikupljenih uzoraka	6
2.3. Analiza prehrane.....	7
3. REZULTATI.....	10
3.1. Dužinska raspodjela	10
3.2. Intenzitet hranjenja	10
3.3. Sastav hrane.....	12
3.4. Sastav hrane tijekom sezona.....	19
3.5. Sastav hrane tijekom rasta.....	21
4. RASPRAVA.....	23
5. ZAKLJUČCI	25
6. LITERATURA.....	26

1. UVOD

1.1. Glavne osobine riba

Ribe su hladnokrvne životinje koje pripadaju skupini kralježnjaka, a stanište im je isključivo voda. Imaju bilateralno simetrično tijelo prilagođeno mediju u kojem žive. Za kretanje im služe peraje, a za disanje škrge.

Ribe nalazimo u skoro svim vodama na Zemlji, primjerice; na visoko planinskim potocima, ali i u oceanskim dubinama (Jardas, 1996).

Tijelo ribe je vretensto te podijeljeno na glavu, trup i rep. Vretenasto tijelo prekrivaju ljuske ili koštane pločice (Jardas, 1996). Na glavi ribe nalazimo parne nosne otvore, a s donje strane velike škržne poklopce ispod kojih se nalaze škrge. Oči su smještene na bočnoj strani glave, a njihovi kapci su prozirni i međusobno srasli prekrivajući rožnicu. Od početka trupa do repa proteže se bočna pruga čije osjetilne stanice omogućavaju orijentaciju. Između trupnog i repnog dijela nalazi se analni otvor, a iza njega spolni i mokraćni otvor. Kod ribe razlikujemo parne (prsne i trbušne) i neparne peraje (leđna, repna, podrepna). Najvažnija za pokretanje riba je repna peraja. Dužina tijela ribe varira od 1 cm (npr. tropske slatkovodne ribe) pa do 20 m dužine (npr. kitopsine).

Koža ribe se sastoji od dva sloja, tanke pousmine i deblje usmine. U pousmini se nalaze sluzne i serozne žlijezde čija sluz smanjuje trenje pri kretanju kroz vodeni medij (Treer i sur., 1995).

Kostur je glavna potpora tijelu ribe. S obzirom na građu kostura ribe možemo podijeliti u dva velika razreda:

1. *Chondrichthyes* - hrskavičnjače

2. *Osteichthyes* – koštunjače

Hrskavični kostur je u riba hrskavičnjača prisutan tijekom cijelog života, dok je u riba koštunjača kostur djelomično ili potpuno okoštao. Zamjenom hrskavice koštanim tkivom, koje ne sadrži koštanu srž, nastaje koštani kostur. Kostur riba sastoji se od kralježnice, kostura lubanje te kostura peraja. Kostur lubanje dijeli se na živčani i škržni dio. Kralježnica je građena od amficelnih kralježaka (Young, 1985).

Poprečno-prugasti i glatki mišići čine mišićni sustav riba. Poprečno-prugaste mišiće nalazimo u trupu, glavi i perajama, a glatke mišiće u unutarnjim organima, koži i krvnim žilama.

Ribe za disanje koriste škrge, a njihovu osnovu čine škržni lukovi. U riba koštunjača nalazimo četiri para škrge na četiri škržna luka. Svaki škržni luk sadrži škržne listiće poredane u dva reda. U škržnom listiću se nalazi splet kapilara koje omogućuju izmjenu plinova.

Živčani sustav riba sastoji se od središnjeg i perifernog dijela. Središnji dio čine mozak i leđna moždina, a periferni dio čine živci (Young, 1985).

Probava hrane u riba započinje u ustima iz kojih se hrana potiskuje u kratki jednjak, a zatim u želudac. Na izlazu iz crijeva kod riba koštunjača nalazimo vratarničke privjeske, a njihova dužina i broj ovisi o vrsti ribe koštunjače. Ribe kod kojih nije razvijen želudac nemaju vratarničke privjeske (Young, 1985). Od želuca do analnog otvora crijevo ne mijenja promjer. U dvanaesterac, koji se nalazi na izlazu iz želuca, izljevaju se sekreti jetre, žučnog mjehura i gušterače (Treer i sur., 1995).

1.2. Glavne osobine porodice bodeljki (Scorpaenidae)

Bodeljke su porodica riba iz reda škrpinku, a obuhvaća 26 rodova sa 215 vrsta koje većinom žive u morskoj, a rjeđe u slatkoj vodi. Ovoj porodici pripadaju i neke otrovne, žarko obojene ribe koje žive na ili u blizini morskog dna. Vrste koje pripadaju ovoj porodici pretežito su bentoski predatori što znači da svoj plijen love pri dnu (bentosu). Najčešća hrana su im ribe i rakovi. Naziv Scorpaenidae potječe od starogrčke riječi „scorpions“ što znači škorpion. (Jardas, 1996).

Bodeljke su malene do srednje ribe (10-70 cm). Tijelo im je zdepasto, a glava im je velika i koščata s mnogo udubljenja i ispupčenja. Oči su im visoko na glavi, a ljuske ktenoidne ili cikloidne. Repna peraja im je zaobljena ili uleknuta (Dulčić i Kovačić, 2020).

Porodici bodeljki pripada i najotrovnija riba na svijetu- kamena riba (*Synanceja verrucosa*), koja živi na tropskom području Indijskog i Tihog oceana. U nas ovoj porodici pripadaju škrpine čiji je ubod također vrlo bolan. Budući da je otrov termolabilan, potrebno je ubodeno mjesto uroniti u što topliju vodu (Jardas, 1996).

1.3. Glavne osobine i sistematski raspored škrpinice (*Scorpaena notata*; Rafinesque, 1810.)

Škrpinica (Bodeč crveni) ima zdepasto i bočno stisnuto tijelo. Glava joj je velika i kratka (kraća od visine tijela), a na njoj se nalaze brojne bodlje, izbočenja i grebeni. Ima dobro razvijene bodlje predškržnog poklopca i zatiljno udubljenje (Slika 1). Naraste do 24 cm ukupne dužine i mase do 350 g. Vrlo je raznolike obojenosti, ovisno o tipu i pokrovu dna (ružičasta ili crvenkasta sa smeđim ili žutim mrljama). Škrpinica je subtropska vrsta, dubinskog raspona 10 do 700 m, uobičajna na 20 – 100 m na kamenitim, pjeskovito-ljušturnim i rjeđe pjeskovito-muljevitim dnima. Mrijesti se ljeti (srpanj-kolovoz), a oplođena iskra spolnu zrelost dostiže u navršenoj drugoj do trećoj godini. Mužjaci su nešto veći od ženke te žive nešto kraće od ženki. Najveća zabilježena starost mužjaka je 14 godina, a ženki 16 godina. Hrane se pretežno desetonožnim rakovima koji čine oko 80% prehrane. Rasprostranjena je u Atlantiku, Sredozemnom moru, Crnom moru te Jadranu (Dulčić i Kovačić, 2020).

Škrpinica pripada sljedećim sistematskim kategorijama (Jardas, 1996):

Carstvo: Animalia

Koljeno: Chordata

Potkoljeno: Vertebrata

Skupina: Gnathostomata

Nadrazred: Pisces

Razred: Osteichthyes

Podrazred: Actinopterygii

Red: Scorpaeniformes

Porodica: Scorpaenidae

Rod: *Scorpaena*

Vrsta: *Scorpaena notata*



Slika 1. Izgled škrpinice

1.4. Važnost istraživanja prehrane riba

Za istraživanje biologije i ekologije riba koriste se različite ihtiološke metode koje uključuju istraživanje biometrije, rasta, starosti, smrtnosti, dužinsko-masenog odnosa, kondicije i prehrane. Poznavanje hranidbenih odnosa riba, kao što je odnos predator – plijen, korisno je za procjenu uloge pojedinih riba u ekosustavu (Bachok i sur., 2004). Podaci o sastavu prehrane koriste se za izradu trofičkih modela koji predstavljaju alat za razumijevanje složenog odnosa između vrsta u obalnom ekosustavu. (Lopez-Perlata i Achila, 2002). Prehranom se može odrediti i intenzitet interspecijskih odnosa u zajednicama morskih riba (Morte i sur., 2001).

1.5. Ekološke karakteristike Jadranskog mora

1.5.1. Postanak Jadranskog mora

Jadransko more podrijetlom pripada mezozojskom moru Tethys, koje je bilo izrazito tropskog karaktera s tropskom florom i faunom. To more je povezivalo vode središnjeg Indika, Pacifika, Atlantika i Mediterana. Oblik današnjeg Jadrana formiran je tek u postglacijalnom dobu, početkom kvartara transgesijom. Sjeverni dio Jadranskog mora nastao je laganim savijanjem Zemljine kore, a na tom mjestu je nastala zavala koju je preplavilo more. Padska nizina pripadala je tom dijelu zavale te je tijekom pleistocena dospjela ponovno na suho. U mlađem tercijaru

došlo je do urušavanja Zemljine kore te je nastao južni Jadran i Otrantska vrata koja spajaju Jadransko more s Jonskim. (Jardas,1996).

1.5.2. Smještaj i veličina Jadranskog mora

Jadransko more nalazi se na granici između istočnog i zapadnog Mediterana . Njegova duljina je 783 km od Otrantskih vrata do Maranske lagune, a prosječna širina je 248,3 km. Jadransko more čini 4,6 % ukupne površine Mediterana. Jadransko more dijeli se na sjeverni, srednji i južni dio. (Jardas,1996).

1.5.3. Fizikalne i kemijske osobine Jadranskog mora

Slanoća. Jadransko more ima relativno visoku slanoću (38,3 g/mm). Slanost se smanjuje od juga prema sjeveru, te od otvorenog mora prema obali (Jardas,1996).

Temperatura. Jadransko more spada u topla mora. Voda iz najdubljih dijelova je uvijek toplija od 11-12 °C. Temperatura površinskih slojeva obično se kreće između 22-25 °C. Temperatura mora zimi je niža, a snižava se od juga prema sjeveru. U Sjevernom Jadranu temperatura se snižava ispod 4 °C, a na području srednjeg i južnog Jadrana ne pada ispod 11 °C (Jardas, 1996).

Boja i prozirnost. Boja mora ovisi o više čimbenika; boji neba, zagađenosti, morskom dnu te bogastvu živog svijeta. Voda Jadranskog mora je svjetlije modrozeleno boje jer je siromašna živim svijetom. Jadransko more ima visok stupanj prozirnosti, te ona raste od sjevernog prema južnom Jadranu (Jardas,1996).

1.6. Cilj rada

Cilj ovog diplomskog rada je istraživanje prehrane škrpinice iz Jadranskog mora. U tu svrhu određen je kvantitativno – kvalitativni sastav hrane, intenzitet prehrane te utjecaj sezona i dužinskog rasta na sastav hrane.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. Istraženo područje

Za istraživanje prehrane škrpinice jedinke su lovljene na četiri različita lokaliteta: područje Kvarnera (A), Dugi otok (B), Šolta (C) i Hvar (D) (Slika 2).

Jedinke su ulovljene na području circalitolarnog dna na dubinama od 50 do 67 m. Korištena je dubinska povlačna mreža ili koća. Dužina mreže iznosila je 30 m, a visina 8 m. Brzina kočarenja kretala se od 2 do 3 Nm/h. Materijal je sakupljan tijekom dana.



Slika 2. Četiri različita lokaliteta istraživanja u istočnom dijelu Jadranskog mora

2.2. Analiza prikupljenih uzoraka

Ukupna dužina tijela (Lt) svake jedinke izmjerena je ihtiomrom točnošću od 0,1 cm. Masa (W) izmjerena je digitalnom vagom točnošću od 0,1 g. Ukupna dužina tijela (Lt) jedinki bila je u rasponu od 6,0 cm do 20,5 cm što pokazuje da su prikupljene jedinke različitog rasta i životne dobi. Svježim jedinkama izvagani su želudci, a potom konzervirani u 4% - tnoj otopini formaldehida radi daljne analize prehrane.

2.3. Analiza prehrane

Na ukupno 798 jedinki škrpinice analiziran je kvantitativno – kvalitativni sastav hrane, intenzitet prehrane i promjene u sastavu hrane tijekom sezone i dužinskog rasta. Dio uzorak analiziran je na terenu, a dio u laboratoriju gdje su izvađeni želudci i njihov sadržaj. Kako bi se odstranila suvišna tekućina, sadržaj želuca je prije vaganja prenesen na filter papir. Na razini taksonomskih skupina plijena određen je sastav hrane u želudcima. Izračunata je frekvencija učestalosti pojavljivanja (F), brojnost (N) te biomasa (W) svake vrste određene skupine plijena. Za određivanje sastava hrane izračunati su 3 hranidbena indeksa (Hureau, 1970; Rossechi i Nouaze, 1987):

POSTOTAK UČESTALOSTI POJAVLJIVANJA (%F):

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

pri čemu je:

n - broj želuca koji sadrže određenu sistematsku skupinu plijena

N - ukupan broj želuca koji sadrže hranu

POSTOTAK BROJNOSTI (%N):

$$\%N = \frac{n_P}{N_P} \times 100$$

pri čemu je:

n_P - broj jedinki plijena određene sistematske vrste

N_P – ukupan broj jedinki svih pronađenih sistematskih skupina plijena

POSTOTAK MASE (%W):

$$\%W = \frac{p_W}{P_W} \times 100$$

pri čemu je:

p_w – masa jedinki plijena određene sistematske vrste

P_w – ukupna masa jedinki svih pronađenih sistematskih skupina plijena

Unatoč određenim nedostacima, za procjenu glavnih kategorija hrane kod ribljih populacija najčešće se koriste navedeni hranidbeni indeksi (%F, %N, %W). Nedostatak postotka učestalosti (%F) je zanemarivanje mase i brojnosti plijena, a postotka brojnosti (%N) zanemarivanje mase i učestalosti pojavljivanja plijena. Indeks postotka brojnosti može se povećati brojnim, ali vrlo sitnim plijenom, a indeks postotka mase rijetkim, ali krupnim plijenom. (Hyslop, 1980).

Za analizu selektivnosti hrane i lakše usporedbe razlika u sastavu hrane koriste se hranidbeni koeficijenti koji uključuju navedene hranidbene indekse:

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

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

Koeficijent relativnog značenja izražava 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).

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

pri čemu se razlikuju 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 tijekom sezona i dužinskog rasta koristi se:

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

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

pri čemu je:

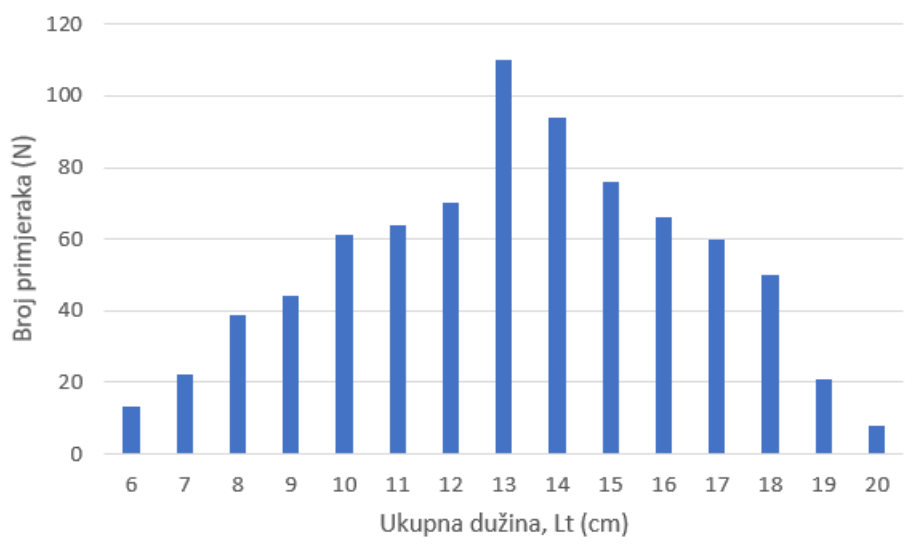
E_r – broj praznih probavila

N – ukupan broj svih analiziranih probavila

3. REZULTATI

3.1. Dužinska raspodjela

Prehrana škrpinice analizirana je na uzorku od 798 primjeraka. Raspon ukupnih tjelesnih dužina (Lt) kretao se od 6.0 cm do 20.5 cm (Slika 3).



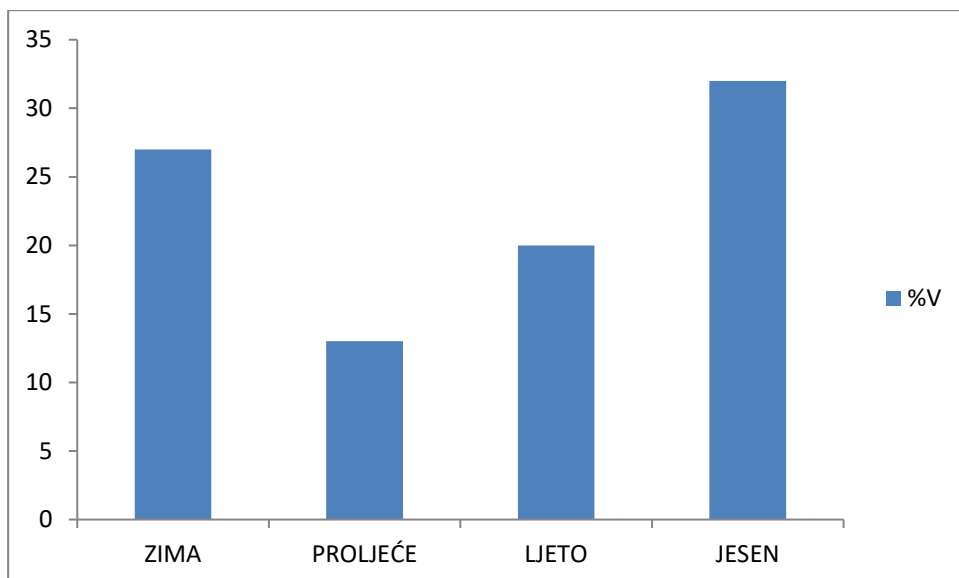
Slika 3. Dužinska raspodjela škrpinice (*Scorpaena notata*)

3.2. Intenzitet hranjenja

Od ukupnog broja istraženih želudaca, 186 želudaca je bilo potpuno prazno, dok je 612 želudaca sadržavalo hranu. Koeficijent praznosti probavila iznosio je:

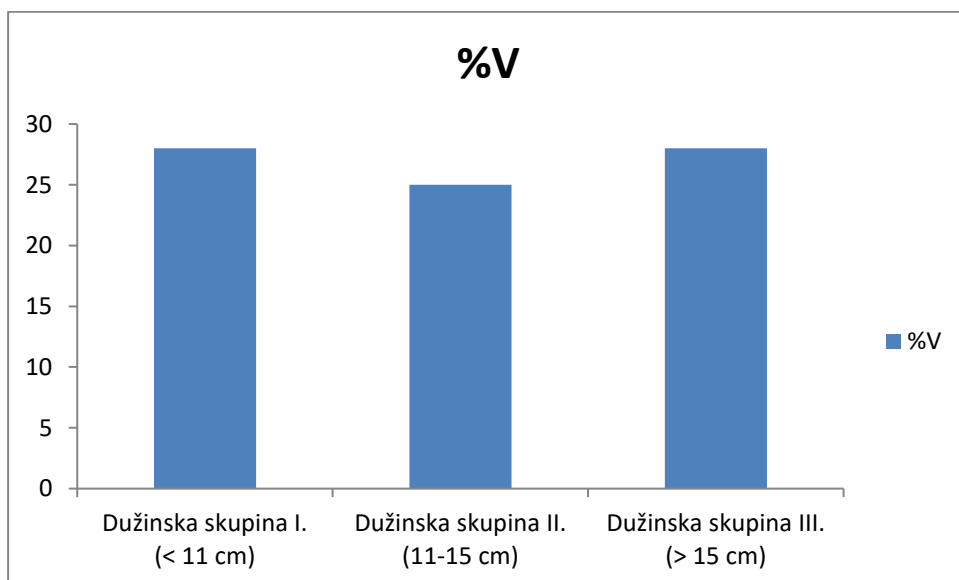
$$\% V = 186/798 \times 100 = 23,3 \%$$

Najveće vrijednosti koeficijenta praznosti želudca zabilježene su u jesen (32%) i zimu (27%). Najniže vrijednosti praznosti želudca zabilježene su u proljeće (13%). Vrijednosti praznosti želudca statistički se značajno mijenjaju tijekom sezona ($\chi^2 = 24,1; p < 0,05$)(Slika 4).



Slika 4. Sezonske promjene koeficijenta praznosti probavila (%V)

Vrijednost koeficijenta praznosti želuca za dužinsku skupinu I. (jedinke <11 cm) i dužinsku skupinu III. (jedinke >15 cm) iznosila je 28%, za dužinsku skupinu II. (jedinke 11-15 cm) vrijednost koeficijenta praznosti je 25%. Vrijednosti praznosti želuca (%V) statistički se značajno ne mijenjaju prema dužinskim skupinama ($\chi^2 = 3,7$; $p < 0,05$)(Slika 5).



Slika 5. Promjene koeficijenta praznosti probavila (%V) prema dužinskim skupinama.

3.3. Sastav hrane

U sadržaju želudca škrapinice pronađeno je 60 različitih vrsta plijena koje sistematski obuhvaćaju 11 glavnih skupina plijena: puževi (Gastropoda), školjkaši (Bivalvia), glavonošci (Cephalopoda), Mnogočetinjaši (Polychaeta), rakovi Stomatopoda, rakovi desetonožci- plivači (Decapoda Natantia), rakovi desetonožci (Decapoda Reptantia), rakovi mizidi (Mysidacea), rakovi istonožci (Isopoda), rakovi raznonožci (Amphipoda) te 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).

U jadranskom moru glavni plijen i neophodnu hranu škrapinice prema IRI predstavljaju rakovi Decapoda Reptantia (IRI=73,2, MFI=14413, Q=506,6), a rakovi Decapoda Natantia predstavljaju sekundarni plijen (IRI= 16,6, MFI=1195, Q= 217) . Slučajni plijen su mnogočetinjaši (Polychaeta), ribe koštunjače (Teleostei), mekušci (Puževi, Školjkaši i Glavonožci), rakovi Stomatopoda, rakovi mizidi (Mysidacea), rakovi istonožci (Isopoda) te rakovi raznonožci (Amphipoda) (Tablica 1).

Najveću frekvenciju (%F = 14,9), brojnost (%N = 34) i biomasu (%W = 56,9) pokazuju Decapoda Reptantia, a slijede ih Decapoda Natantia (%F = 8,2, %N = 26,5, %W = 11)(Slika 6, 7 i 8).

Najzastupljenija u ishrani je vrsta *Liocarcinus maculatus* koja pripada skupini Decapoda Reptantia (%IRI= 0.65).

Tablica 1. Kvalitativno- kvantitativni sastav prehrane škrapinice: %F= postotak učestalosti pojavljivanja, %N postotak brojnosti, %W= postotak biomase, IRI= koeficijent relativnog značaja, %IRI= postotak koeficijenta relativnog značaja.

SKUPINE PLIJENA	%F	%N	%W	IRI	%IRI
MEKUŠCI					
Puževi					
<i>Gibulla sp.</i>	0,33	0,42	0,27	0,23	0,01

<i>Columbella rustica</i>	0,16	0,2	0,47	0,1	0,005
<i>Pisania striata</i>	0,16	0,2	0,54	0,11	0,006
<i>Naticarius sp.</i>	0,16	0,2	0,13	0,05	0,003
Ukupno Puževi	0,82	1	1,4	2	0,11
Školjkaši					
<i>Barbatia sp.</i>	0,16	0,2	0,4	0,1	0,005
<i>Modiolus sp.</i>	0,16	0,2	0,34	0,09	0,005
Neidentificirani Školjkaši	0,82	2,5	0,81	2,7	0,15
Ukupno Školjkaši	1,1	2,9	1,5	4,8	0,26
Glavonožci					
<i>Sepietta sp.</i>	0,33	0,42	0,27	0,23	0,01
<i>Sepiola sp.</i>	0,16	0,2	0,67	0,14	0,008
Ukupno Glavonožci	0,49	0,62	0,94	0,76	0,04
MNOGOČETINJAŠI					
Neidentificirani Mnogočetinjaši	3,3	14,8	3,3	59,7	3,23
RAKOVI					
Stomatopoda					
<i>Rissoides desmarseti</i>	0,65	0,84	4,7	3,6	0,19
<i>Pseudosquillaopsis sp.</i>	0,16	0,2	1,3	0,24	0,01
Ukupno Stomatopoda	0,82	1	6,1	5,8	0,31
Decapoda (desetonožci)					
Decapoda Natantia					
<i>Jaxea nocturna</i>	2,3	2,9	0,81	8,5	0,46
<i>Alpheus sp.</i>	1,8	2,5	0,54	5,5	0,3
<i>Palaemon sp.</i>	1,3	2,1	0,4	3,3	0,18
<i>Processa sp.</i>	0,82	1	0,4	1,1	0,06
<i>Hippolyte sp.</i>	0,65	1,3	0,2	0,98	0,05
<i>Palaemon xipxias</i>	0,65	1	0,2	0,78	0,04
<i>Alpheus dentipes</i>	0,65	0,84	0,2	0,68	0,04
<i>Hippolyte longirostris</i>	0,49	0,63	0,13	0,37	0,02
<i>Processa canaliculata</i>	0,49	0,42	0,13	0,27	0,01
Neidentificirani Decapoda Natantia	4,6	13,8	8	100	5,41
Ukupno Decapoda Natantia	8,2	26,5	11	307,5	16,6

Decapoda Reptantia

Anomura

<i>Galathea squamifera</i>	1,1	1,5	1,7	3,5	0,19
<i>Galathea sp.</i>	0,98	1,9	1,5	3,3	0,18
<i>Galathea bolivari</i>	1,1	1,9	0,54	2,7	0,15
<i>Galathea intermedia</i>	0,65	1,3	0,4	1,1	0,06
<i>Pisidia longimana</i>	0,49	0,63	0,4	0,5	0,03
<i>Pisidia sp.</i>	0,33	0,63	0,4	0,34	0,02

Brachyura

<i>Liocarcinus maculatus</i>	1,3	1,7	7,5	12	0,65
<i>Pisa nodipes</i>	0,82	1,5	6,3	6,4	0,35
<i>Goneplax rhomboides</i>	0,98	1,3	4	5,2	0,28
<i>Pilumnus sp.</i>	0,65	1,3	6,1	4,8	0,26
<i>Liocarcinus sp.</i>	0,81	1	4,2	4,2	0,23
<i>Liocarcinus depurator</i>	0,49	0,63	3,2	1,9	0,1
<i>Pilumnus hirtellus</i>	0,65	0,84	2,4	2,1	0,11
<i>Liocarcinus arcuatus</i>	0,49	0,63	2,7	1,6	0,09
<i>Parthenope sp.</i>	0,49	0,63	1,4	0,99	0,05
<i>Pisa mucosa</i>	0,49	0,84	1,3	1	0,05
<i>Medorippe lanata</i>	0,16	0,21	1,3	0,24	0,01
<i>Ebalia sp.</i>	0,33	0,63	0,74	0,45	0,02
<i>Pilumnus villosissimus</i>	0,33	0,42	0,74	0,38	0,02
<i>Macropodia sp.</i>	0,33	0,84	0,4	0,41	0,02
<i>Ebalia edwardsii</i>	0,33	0,42	0,4	0,27	0,01
<i>Xantho poressa</i>	0,33	0,42	0,34	0,25	0,01
<i>Macropodia rostrata</i>	0,33	0,42	0,13	0,18	0,009
<i>Ethusa mascarone</i>	0,16	0,21	0,34	0,09	0,005

Neidentificirani Decapoda Reptantia 7,2 12,5 8,4 150,5 8,15

Ukupno Decapoda Reptantia 14,9 34 56,9 1354 73,2

Mysidacea

<i>Paramysis sp.</i>	0,82	2,3	0,74	2,5	0,14
Neidentificirani Mysidacea	0,98	2,9	1,3	4,1	0,22
Ukupno Mysidacea	1,10	5,2	2	7,9	0,43

Isopoda

<i>Sphaeroma sp.</i>	0,33	0,42	0,13	0,18	0,01
<i>Idotea sp.</i>	0,16	0,21	0,53	0,12	0,006
Neidentificirani Isopoda	0,98	2,1	1,2	3,2	0,17
Ukupno Isopoda	1,30	2,7	1,9	6	0,32

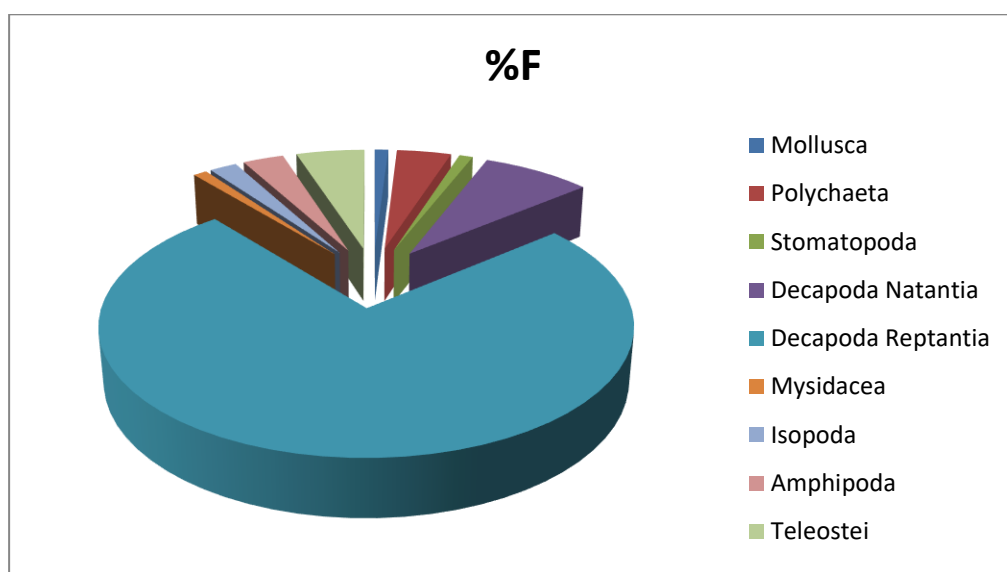
Amphipoda

Neidentificirani Amphipoda	2,50	5,8	2,4	20,5	1,1
----------------------------	------	-----	-----	------	-----

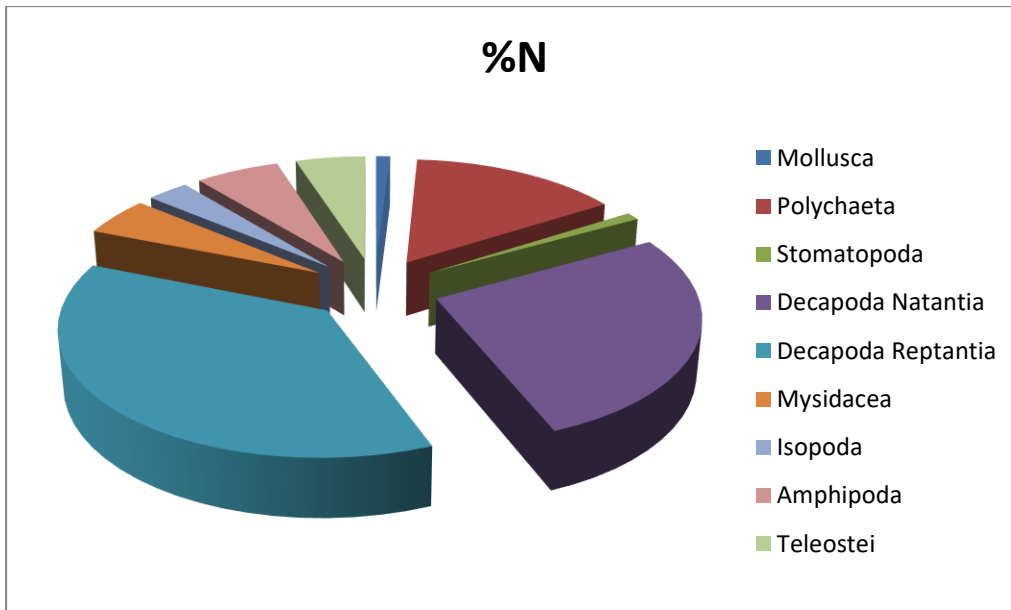
RIBE KOŠTUNJAČE

<i>Gobius sp.</i>	0,65	1	3	2,6	0,14
<i>Spicara flexuosa</i>	0,65	0,84	1,3	1,4	0,08
<i>Symphodus cinereus</i>	0,49	0,63	1,28	0,94	0,05
<i>Parablennius tentacularis</i>	0,33	0,63	2,2	0,93	0,05
<i>Serranus hepatus</i>	0,33	0,42	1,4	0,6	0,03
Neidentificirane RIBE	4,1	1,7	3,3	20,5	1,1
Ukupno ribe	4,40	5,2	12,6	78,3	4,2

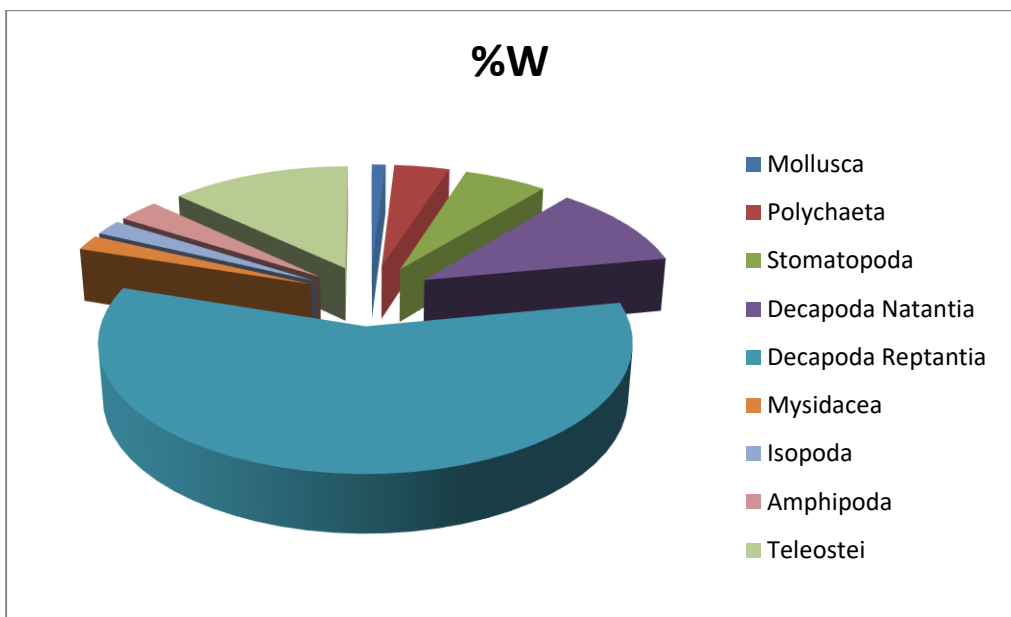
Frekvencija učestalosti (%F), brojnost (%N) i biomasa različitih skupina plijena prikazani su na slikama 6, 7 i 8.



Slika 6. Postotak učestalosti pojavljivanja (%F) u ishrani škrpinice



Slika 7. Postotak brojnosti (%N) u ishrani škrpinice



Slika 8. Postotak mase (%W) u ishrani škrpinice

Vrijednosti koefcijenta glavnih skupina plijena prikazani su u tablicama 2, 3 i 4.

Tablica 2. Vrijednosti hranidbenih koefcijenta Q, MFI, IRI

Glavne skupine plijena	MFI	Q	IRI
Puževi	0,57	0,82	2
Školjkaši	2,4	3,2	4,8
Glavonožci	0,14	0,3	0,76
Mnogočetinjaši (Polychaeta)	80,9	48,8	59,7
Rakovi Stomatopoda	2,5	0,82	5,8
Rakovi desetonožci- Plivači (Decapoda Natantia)	1195	217	307,5
Rakovi desetonožci (Decantia Reptantia)	14413	506.6	1354
Rakovi mizidi (Mysidacea)	5,7	5,7	7,9
Rakovi istonožci (Isopoda)	3,3	3,5	6
Rakovi raznonožci (Amphipoda)	17,4	14,5	20,5
Ribe koštunjače (Teleostei)	144,1	22,8	78,3

Tablica 3. Glavne skupine plijena prema koeficijentima hranjivosti

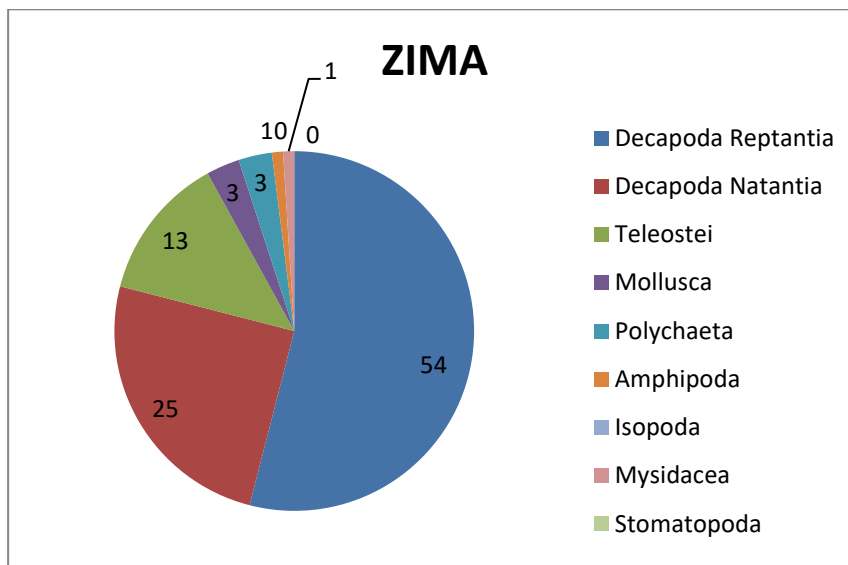
Koeficijent hranjivosti	Razredi hrane	Skupine plijena
Q > 200	Glavna	Decapoda Reptantia Decapoda Natantia
Q = 20- 200	Dodatna	Polychaeta Teleostei
Q < 20	Slučajna	Mollusca, Stomatopoda, Mysidacea, Isopoda, Amphipoda

Tablica 4. Koeficijent glavnih tipova hrane (MFI) i kategorije glavnih skupina plijena

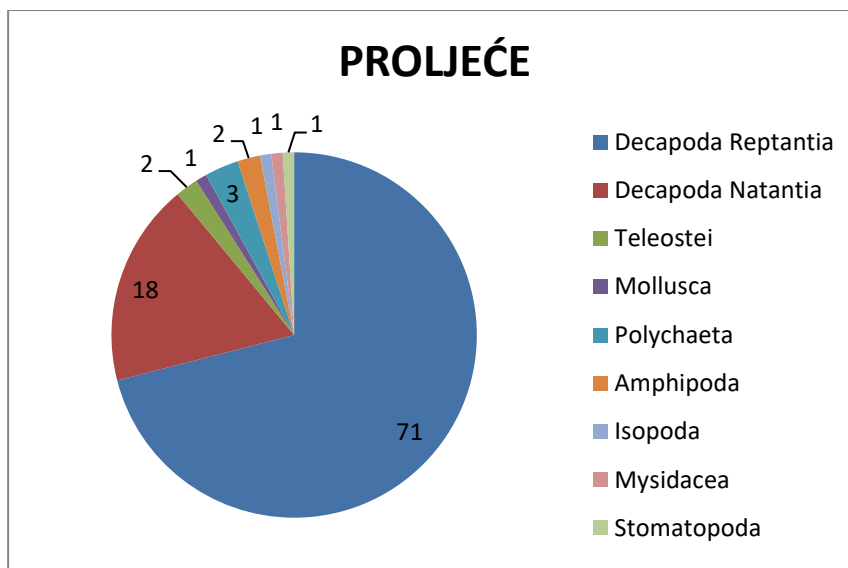
Koeficijent glavnih tipova hrane	Kategorija hrane	Skupine plijena
MFI > 75	Neophodna	Decapoda Reptantia Decapoda Natantia
MFI= 51-75	Glavna	/
MFI= 26-51	Dodatna	Polychaeta, Teleostei
MFI < 26	Slučajna	Mollusca, Stomatopoda, Mysidacea, Isopoda, Amphipoda

3.4. Sastav hrane tijekom sezona

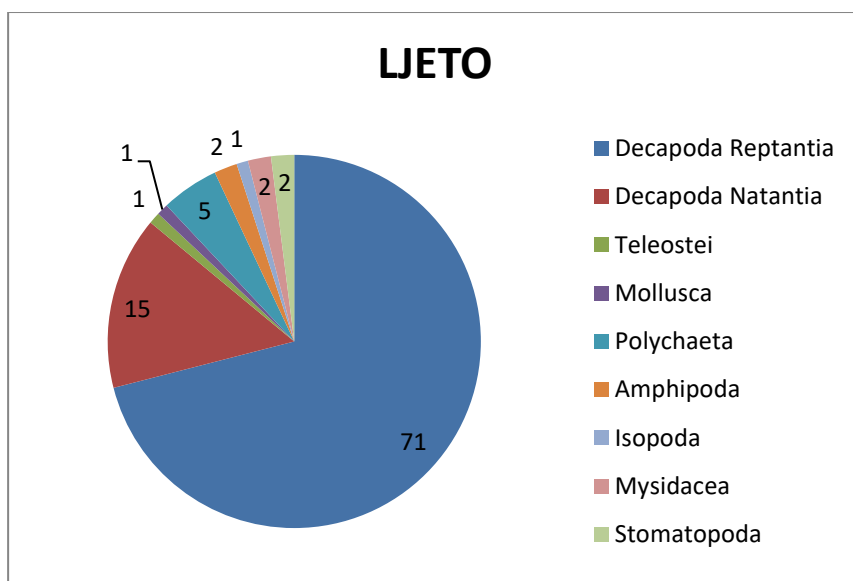
Sastav hrane tijekom sezona određen je analizom sadržaja želudca 121 jedinke tijekom zime, 171 jedinke za vrijeme proljeća, 152 jedinke u ljeto i 168 jedinke tijekom jeseni. Rakovi Decapoda Reptantia su dominantan plijen u svim sezonama, zatim slijede rakovi Decapoda Natantia. Rakove Stomatopoda i rakove istonožce (Isopoda) ne nalazimo u prehrani tijekom zime i jeseni, a rakove mizide (Mysidacea) ne nalazimo u prehrani tijekom jeseni. (Slika 9, 10, 11 i 12.)



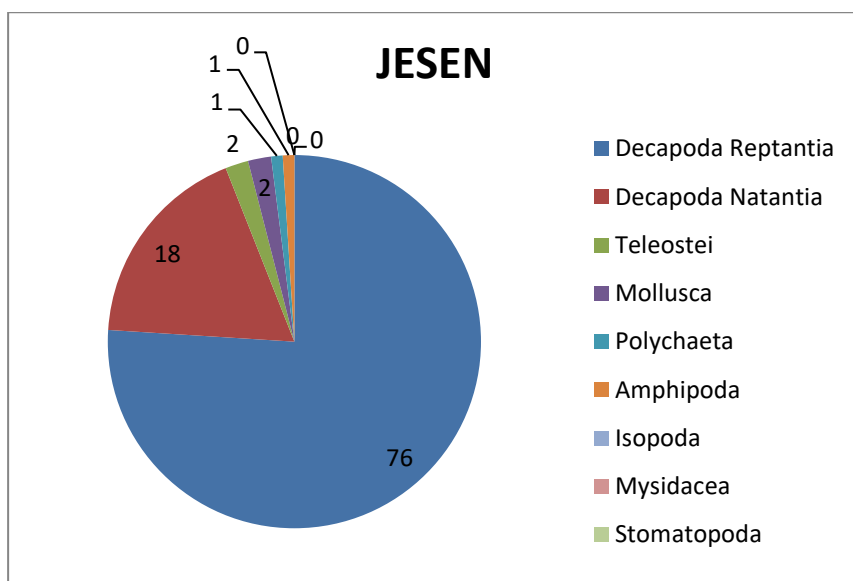
Slika 9. Sastav hrane zimi



Slika 10. Sastav hrane u proljeće



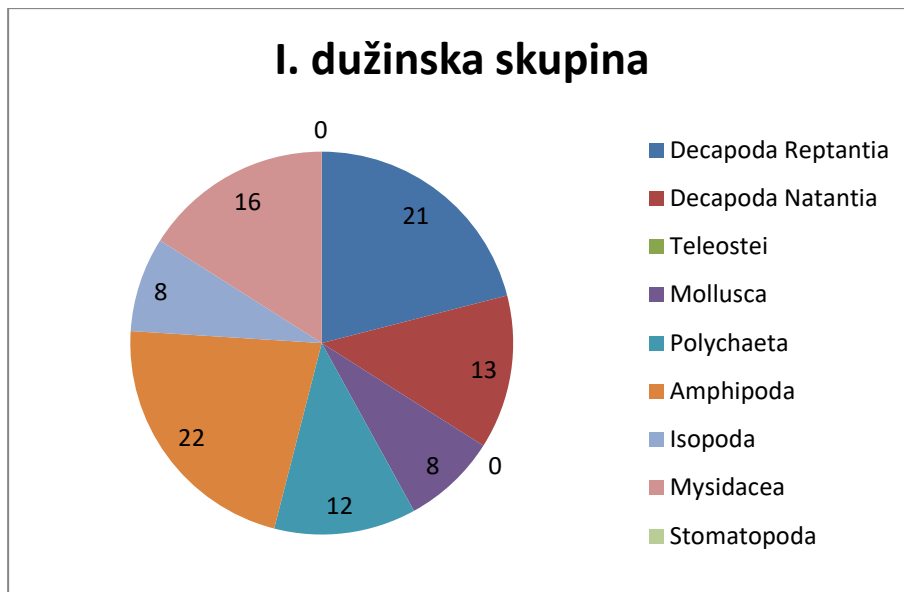
Slika 11. Sastav hrane ljeti



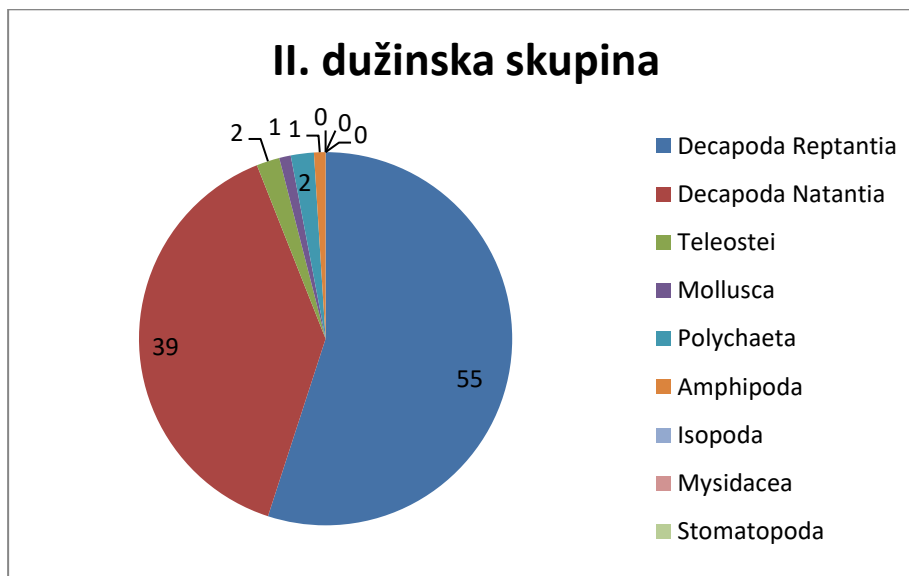
Slika 12. Sastav hrane u jesen

3.5. Sastav hrane tijekom rasta

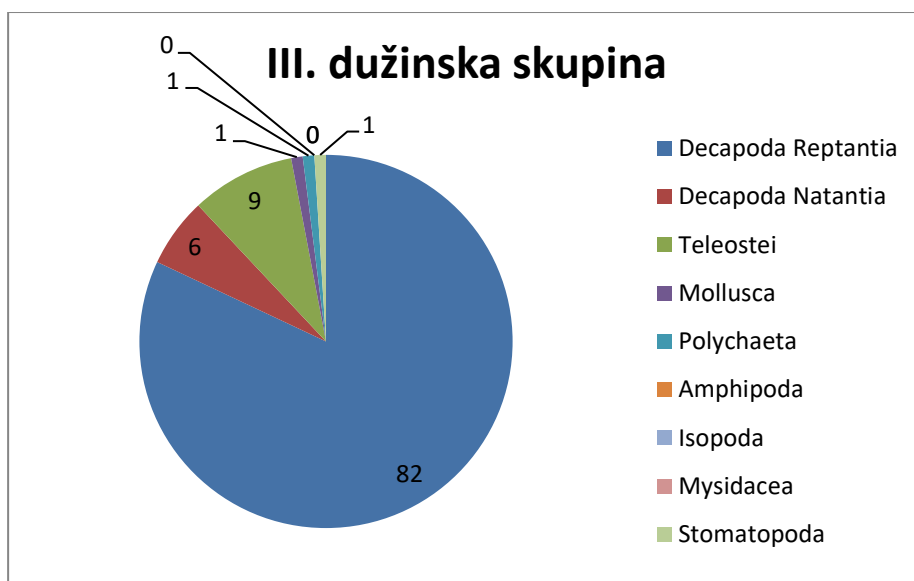
Za istraživanje prehrane tijekom rasta cjelokupni uzorak podijeljen je u tri dužinske skupine: I. dužinska skupina (jedinke < 11 cm), II. dužinska skupina (jedinke 11 – 15 cm) te III. dužinska skupina (jedinke >15 cm). Rakovi raznonožci (Amphipoda) predstavljaju glavni plijen I. dužinske skupine, dok su rakovi desetonožci glavni plijen II. i III. dužinske skupine (slika 13,14 i 15).



Slika 13. Sastav hrane za I. dužinsku skupinu



Slika 14. Sastav hrane za II. dužinsku skupinu



Slika 15. Sastav hrane za III. dužinsku skupinu

4. RASPRAVA

Analiza sastava hrane pokazuje da je škrpinica isključivo karnivorna riba koja se dominantno hrani različitim vrstama bentoskih organizama. Također i ostale jadranske vrste iz porodice škarpine (*Scorpaenidae*) poput bodečnjaka (*Helicolenus dactylopterus*), škrpine (*Scorpaenascrofa*), škrpuna (*Scorpaenaporcus*) su karnivorne vrste. U prehrani škrpinice prevladavaju rakovi, posebno rakovi desetonožci (dekapodni rakovi). Rakovi koji pripadaju skupini dekapoda Reptantia predstavljaju dominantni plijen (%IRI = 73.2). Skupina plijena koji obuhvaća više od 50% od ukupnog IRI (koeficijent relativnog značenja) klasificira se kao glavna hrana (Rosecchi i Nouaze, 1987). Prema koeficijentu relativnog značenja (IRI), rakovi plivači (dekapoda Natantia) su sekundarni plijen (%IRI = 16.6) dok ostale skupine plijena predstavljaju slučajnu hranu (Rosecchi i Nouaze, 1987). Također, vrijednosti koeficijenta hranjivosti (Q) i koeficijenta glavnih tipova hrane (MFI) ukazuju da su u Jadranskom moru dekapodni rakovi Reptantia glavni i neophodni plijen škrpinice.

Škrpinica je predator koji lovi uglavnom veliki plijen u odnosu na dužinu svoga tijela (Bell i Harmelin, 1983). Prilikom lova, u zasjedi miruje i čeka svoj plijen. Pri tom je kamuflirana izgledom i bojom svog tijela koja je vrlo slična okolini. Kriptička obojenost škrpinice predstavlja strategiju skrivanja u lovu na plijen (Bell i Harmelin, 1983). Plijen koji uglavnom lovi je pokretan poput dekapodnih rakova i riba (Harmelin-Vivien i sur., 1989). Ista strategija i tehnika ulova plijena uočena je kod škrpuna (*Scorpaena porcus*) i škrpine (*Scorpaena scrofa*). Za razliku od navedenih, vrsta *Scorpaena papillosa* koristi drugačiju strategiju i tehniku lova pri kojoj stalno pliva i u pokretu traži svoj plijen (Morte i sur., 2001).

Zbog toga što se hrani različitim, morfološki i oblicima raznovrsnim demersalnim organizmima, škrpinica vjerojatno ima značajnu ulogu u regulaciji brojnosti i biomase različitih vrsta koje obitavaju u bentoskim zajednicama Jadranskog i Sredozemnog mora.

Kao i u ovom istraživanju, dekapodni rakovi iz skupine Reptantia predstavljaju glavni plijen škrpinice koja obitava u zapadnom dijelu Jadranskog mora (Castriota i sur., 2012), na obalama Alžira (Mokrane i sur., 2015) i zapadnom Sredozemlju (Harmelin-Vivien i sur., 1989). Rezultati ovih studija potvrđuju važnost navedene skupine rakova u prehrani škrpinice. Dekapodni rakovi su često glavni plijen većine vrsta iz porodice škarpina bez obzira na geografsku zonu i biotop na kojima one obitavaju (Harmelin-Vivien i sur., 1989).

Intenzitet prehrane je negativno povezan s koeficijentom praznosti probavila (%V) (Bowman i Bowman, 1980). Intenzitet prehrane škrpinice značajno se mijenja tijekom godine, jer je %V značajno veći jesenskom i zimskom razdoblju. Mnoge vrste bentoskih riba smanjuju

intenzitet hranjenja pri nižim temperaturama mora (Tyler, 1971). U području istraživanja, temperatura mora opada značajno u jesenskom razdoblju, a najniža je zimi (Zore - Armanda, 1991) što vjerojatno utječe na metabolizam i smanjenu aktivnost hranjenja škrpinice.

U mnogim studijama prehrane riba uočen je sezonski utjecaj na sastav hrane. Međutim, u ovom istraživanju zabilježene su male promjene sastava hrane. Dekapodni rakovi Reptantia dominiraju u svim sezonama pogotovo od proljeća do jeseni. Također i sezonska analiza prehrane škrpinice u obalnim zonama Francuske obale pokazuje prevladavanje dekapodnih rakova Reptantia tijekom cijele godine (Harmelin-Vivien i sur., 1989).

U ovom istraživanju uočen je značajan utjecaj rasta jedinki na sastav hrane. Manji primjerci škrpinice uglavnom se malim račićima (amfipoda, mizida, isopoda). Porastom jedinki u ishrani značajno opada brojnost malih račića, a povećava se značajnost rakova iz skupine Reptantia i Natantia. Kod najvećih riba u prehrani značajno dominiraju rakovi Reptantia. Slične rezultate o promjeni prehrane vrsta iz porodice škarpine tijekom njihovog rasta navode različiti autori za područje Jadrana i Sredozemnog mora (Harmelin-Vivien i sur., 1989; Morte i sur., 2001; La Mesa i sur., 2007). Vjerojatno, razdvajanje hranidbenih niša i lov na sasvim različiti plijen omogućava zajednički život i opstanak juvenilnih i odraslih jedinki mnogih vrsta riba (Langton, 1982; Harmelin – Vivien i sur., 1989). Promjena sastava hrane dužinskim rastom česta je uočena kod riba. Optimalan unos energije hranom značajno se mijenja sa veličinom i starošću riba (Ross, 1977; Stoner i Livingston, 1984). Također, promjene sastava hrane u skladu su s morfološkim promjenama riba za vrijeme njihovog rasta. 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 i vrlo raznolikog plijena.

5. ZAKLJUČCI

- Prehrana škrpinice analizirana je na uzorku od 798 primjeraka. Od ukupnog broja istraženih želudaca, 186 želudaca je bilo potpuno prazno, dok je 612 želudaca sadržavalo hranu.
- Najveće vrijednosti koeficijenta praznosti želudca zabilježene su u jesen (32%) i zimu (27%). Najniže vrijednosti praznosti želudca zabilježene su u proljeće (13%). Vrijednosti praznosti želudca statistički se značajno mijenjaju tijekom sezona.
- Vrijednost koeficijenta praznosti želudca za dužinsku skupinu I. (jedinke <11 cm) i dužinsku skupinu III. (jedinke >15 cm) iznosila je 28%, za dužinsku skupinu II. (jedinke 11-15 cm) vrijednost koeficijenta praznosti je 25%. Vrijednosti praznosti želudca (%V) statistički se značajno ne mijenjaju prema dužinskim skupinama.
- U jadranskom moru glavni plijen i neophodnu hranu škrpinice prema IRI predstavljaju rakovi Decapoda Reptantia, a rakovi Decapoda Natantia predstavljaju sekundarni plijen. Slučajni plijen su mnogočetinjaši (Polychaeta), ribe koštunjače (Teleostei), mekušci (Puževi, Školjkaši i Glavonožci), rakovi Stomatopoda, rakovi mizidi (Mysidacea), rakovi istonožci (Isopoda) te rakovi raznonožci (Amphipoda)
- Rakovi Decapoda Reptantia su dominantan plijen u svim sezonama, zatim slijede rakovi Decapoda Natantia. Rakovi raznonožci (Amphipoda) predstavljaju glavni plijen I. dužinske skupine, dok su rakovi desetonožci glavni plijen II. i III. dužinske skupine.

6. LITERATURA

Bell J.D., Harmelin – Vivien M.L. 1983. Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. 2. Feeding habits. *Tethys*, 11: 1-14.

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.

Castriota L, Falautano M, Grazia Finioia M, Consoli P, Peda C, Esposito V, Battaglia P, Andaloro F., 2012: Trophic relationships among scorpaeniform fishes associated with gas platforms. *Helgol. Mar. Res.*, 66: 401–411.

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

Harmelin – Vivien M.L., Kaim – Malka R.A., Ledoyer M., Jacob – Abraham S.S. 1989. Food partitioning among scorpaenid fishes in Mediterranean seagrass beds. *Journal of Fish Biology*, 34: 715-734.

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.

La Mesa G. , La Mesa M., Tomasetti P. 2007. Feeding habits of Madeira rockfish *Scorpaena maderensis* from central Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 150: 1313-1320.

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.

Lopez – Peralta R.H., Arcila C.A.T. 2002. Diet composition of fish species from southern continental shelf of Columbia. *NAGA. Worldfish Center Quarterly*, 25: 23-29.

Mokrane, Z.; Laribi, H.; Touahria, N.; Boufersaoui ,N.; Zerouali, F., 2015: Diet in relation to the tract structure and the chitinolytic activity in *Scorpaena notata* (Rafinesque, 1810) at the Algerian coast. *Cahiers de Biologie Marine* 56 (3): 245-252.

Morte S., Redon M.J. & Sanz – Brau A. 2001. Diet of *Scorpaena porcus* and *Scorpaena notata* (Pisces: Scorpaenidae) in the Western Mediterranean. *Cahiers de Biologie Marine*, 42: 333-344 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.

Rosecchi E., Nouaze Y. (1987). Comparaison de conq indices alimentaires utilises dans;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.

Schoener T. 1970. Non-synchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. *Ecology*, 51: 408-418.

Stoner A.W. 1980. Feeding ecology of *Lagodon rhomboides* (Pisces: Sparidae): variation and functional responses. *Fisheries Bulletin*, 78: 337-352.

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-

METODIČKI DIO

Mentor: izv. prof. dr. sc. Mirko Ruščić

Ime i prezime učitelja	Predmet	Razred
Marija Drlje	Biologija	2. razred
Nastavna tema <i>Odrediti na osnovu godišnjeg izvedbenog kurikulumuma (GIK).</i>		Datum
Kralježnjaci / Ribe		/

Cilj nastavne teme <i>Odrediti u skladu s ciljem poučavanja dijela nastavne teme.</i>	
Stjecanje znanja o građi riba, njihovim životnim ciklusima te raznolikosti riba.	
Ključni pojmovi <i>Pojmovi koje učenik treba usvojiti uz poučavanje.</i>	Temeljni koncepti <i>Ideje koje učenici trebaju usvojiti na razini razumijevanja i/ ili primjene (uz pomoć konceptualnog okvira poučavanja biologije).</i>
Hrskavičnjače, koštunjače, škrge, plivači mjehur, ikra, mliječ	Prema građi kostura ribe dijelimo na hrskavičnjače i koštunjače. Tijelo većine riba je prekriveno ljuskama. Pokretanju ribe pomažu peraje, a razlikujemo parne prsne i trbušne peraje te neparne leđnu, repnu i podrepnu peraju. Ribe se razmnožavaju spolno, a oplodnja je vanjska.
Kontekst poučavanja koncepta <i>Sadržajni okvir učenja (na kojim će se primjerima učiti).</i>	
Pomoću izvorne stvarnosti (riba škrpinica) opisati vanjski izgled ribe. Na tijelu ribe vidjeti ćemo ljuske koje ćemo mikroskopirati. Uočiti ćemo peraje na ribi škrpinici te imenovati svaku peraju. Obajsnit ćemo razmnožavanje riba te uočiti spolni otvor na tijelu ribe.	

Odgojno-obrazovni ishodi <i>Odabrati i preslikati iz Kurikuluma uz oznaku (šifru) ishoda.</i>	
BIO SŠ A 2.2.	Uspoređuje specifičnosti građe pojedinih organizama i povezuje ih s razvojnim stablom živog svijeta
BIO SŠ B 2.1.	Objašnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama.
BIO SŠ B 2.3.	Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živog svijeta na zemlji.
Primjeri: 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.	

Očekivanja međupredmetnih tema <i>Odabrati i preslikati iz Kurikuluma uz oznaku (šifru) ishoda.</i>	
odr A.4.2.	Objašnjava važnost uspostavljanja prirodne ravnoteže.
osr A.4.3.	Razvija osobne potencijale.
pod B.4.2.	Planira i upravlja aktivnostima.
osr B.4.2.	Suradnički uči i radi u timu

Br. Ishoda u razradi(RI/IA)	Razrada ishoda <i>Koristiti prema Kurikulumu.</i> Ishodi aktivnosti <i>Prema potrebi dodati i specifično razraditi ishod iz razrade ishoda.</i>	Zadatak/ primjer pitanja za provjeru <i>Pitanja trebaju polaziti od razine propisane Kurikulumom (minimum), ali treba planirati i pitanja više razine usvojenosti.</i>	KR	PU
BIO SŠ A 2.2.	Uspoređuje specifičnosti građe pojedinih organizama i povezuje ih s razvojnim stablom živog svijeta	Čime je prekriveno tijelo riba? Koja je uloga vretenastog tijela ribe? Kako je građen živčani sustav riba?	R 1 R 2 R 1	+ +/- -
BIO SŠ B 2.1.	Objašnjava održavanje i narušavanje homeostaze u različitim organizama.	Na koji način se odvija osmoregulacija u riba? Što bi se dogodilo da slatkovodnu ribu prebacimo u more?	R 1 R 2	+/- +/-
BIO SŠ B 2.3.	Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete povezujući ih s evolucijom živog svijeta na zemlji.	Koja je uloga plivaćeg mjehura u riba?	R 1	+/-
<p>Kognitivna razina (KR): I. reprodukcija, II. konceptualno razumijevanje i primjena znanja, III. rješavanje problema Procjena uspješnosti učenja (PU): – odgovara manje od 5 učenika, +/- odgovara otprilike polovina učenika, + odgovara većina učenika Br. ishoda u razradi (RI): 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) (IA): 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	Obrada novog nastavnog sadržaja	Trajanje	Jedan sat				
BR. NASTAVNOG SATA	STRUKTURNI ELEMENT NASTAVNOG SATA	DOMINANTNA AKTIVNOST	BR. ISHODA I MPT OČEKIVANJA	KORISTITI	METODA	OBLIK RADA	TRAJANJE (min)
	Početni dio	Na početku sata pozdravit ću učenike i predstaviti se. Učenicima ću pokazati ribu škrpinicu te ih pitati prepoznaju li koja je to vrsta. Nakon toga, učenici će govoriti sve što već znaju o građi riba i načinu njihova života. Zatim ćemo napisati naslov; RIBE.	BIO SŠ A 2.2.	P M	R	F	5 min
	Središnji dio	Ribe predstavljaju najjednostavnije kraljevnjake. Gdje žive ribe? Ribe žive u slatkim ili slanim vodama. Kako možemo podijeliti ribe s obzirom na građu kostura? Na ribe hrskavičnjače i ribe koštunjače. Prisjetite se nekih karakteristika riba hrskavičnjača. Kostur im je građen od hrskavičnog tkiva, imaju škržne pukotine, ljuske su oštre i zupčaste, nemaju plivaći mjehur te imaju oštre zube. Učenici će zapisati karakteristike hrskavičnjača. Pomoću sekcije ribe škrpinice, upoznati ćemo se s građom riba koštunjača. Učenike ću podijeliti u skupine te svakoj skupini dati jedan primjerak škrpinice za sekciju. Svaki učenik će imati svoji radni list za sekciju ribe. Prvi zadatak je promotriti i opisati vanjski izgled ribe. Kako možemo podijeliti tijelo ribe? Na glavu, trup i rep. Što ribama pomaže pri kretanju? Peraje. Pojava parnih nastavaka (peraja) je važna pojava u evoluciji. Što se evolucijski razvilo iz parnih peraja? Udovi. Pokažite mi koje su peraje parne, a koje neparne. Kako bi nazvali te peraje? Parne; prsne i trbušne, neparne; leđne, repna i podrepna. Kakav oblik tijela imaju ribe? Vretenast. Koja je uloga vretenstog tijela ribe? Smanjuje otpor vode. Jeli možete uočiti liniju duž tijela ribe? Ta linija se naziva bočna pruga. Bočna pruga je osjetilni organ pomoću kojeg ribe osjećaju vibracije i smjer strujanja vode. Skicirat ćemo vanjski izgled ribe u radne listove. Čime je prekriveno tijelo ribe? Ljuskama. Svaka grupa će izvojiti ljusku ribe te je mikroskopirati i nacrtati u radne listove. Razlikujemo četiri vrste ljuski kod riba: Plakoidne,	BIO SŠ A 2.2.	P P R L P M	R	P R F G	25 min
			BIO SŠ B 2.3.				

	<p>ganoidne, kosmoidne i koštane. Započeti ćemo sa sekcijom da bi upoznali unutrašnju građu ribe. Sekciju radimo na način koji je prikazan u radnim listovima i PP prezentaciji. Od čega je građeno probavilo ribe? Usta, ždrijelo, jednjak, želudac. Koji još dijelovi sudjeluju u izbacivanju otpadnih tvari? Škrge, koža i bubrezi koji sudjeluju i u osmoregulaciji. Čemu služi osmoregulacija? Održavanju koncentracije otopljenih tvari u tjelesnim tekućinama približno koncentraciji u okolini. Kako ribe dišu? Škragama. Pronađite škrge na vašem primjerku. Riba ima četiri para škrge koje su smještene na četiri prednja škržna luka. Kakvo je srce u riba? Dvodijelno (jedna klijetka i jedna pretklijetka). Čemu služe arterije, a čemu vene? Arterije odvođe krv od srca do stanica, vene provode krv od stanica do srca. Koja je uloga plivaćeg mjehura? Pomaže pri kretanju, kad je napunjen plinom riba se podiže, a kad je prazan riba tone. Kakvog su spola ribe? Razdvojenog. Riba ima vanjsku oplodnju, ženke izbacuju ikru (jajne stanice), a mužjaci mliječ. Zašto ribe stvaraju veliki broj stanica? Većina oplođenih jajnih stanica ne preživi, hrana su drugim ribama. Od čega se sastoji živčani sustav riba? Mozak, leđna moždina i živci. Odrežite gornji dio glave ribe te promotrite i skicirajte izgled mozga. Koji su dijelovi mozga? Prednji mozak, srednji mozak, međumozak i stražnji mozak.</p>	BIO SŠ B 2.1.				
Završni dio	U završnom dijelu sata učenici će samostalno riješavati pitanja za ponavljanje iz radnog listića, a odgovore ćemo provjeriti usmeno.		R L	T	I	10 min
<p>Nositelji aktivnosti: N – nastavnik, U – učenici (dodati i mijenjati uloge ukoliko je potrebno uz svaku aktivnost) Koristiti u izvedbi: 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) Metode: PR – praktični radovi, D – demonstracija, C – crtanje, I – usmeno izlaganje, R – razgovor, T – rad na tekstu i pisanje Oblici rada: 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 izvorna stvarnost kad god je to moguće, kao i nastavna sredstva te nastavna pomagala koja će se koristiti tijekom poučavanja i učenja.

Izvorna stvarnost: riba škrpinica

Nastavna sredstva: PP prezentacija, živa riječ nastavnika, radni list

Nastavna pomagala: laptop, projektor, pokazivač

RIBE

Razlike u skupinama:

HRSKAVIČNJAČE:

- Kostur je građen od hrskavičnog tkiva
- Škržne pukotine
- Ljuske su oštre i zupčaste
- Tijelo na dodir hrapavo
- Nemaju plivaći mjehur
- Oštri zubi
- Nečisnica

KOŠTUNJAČE:

- Kostur je građen od koštanog tkiva
- Škržni poklopci
- Ljuske se preklapaju
- Tijelo na dodir glatko
- Plivaći mjehur
- Bočna pruga

Vrednovanje *Različiti pristupi vrednovanju.*

Vrednovanje za učenje	Vrednovanje kao učenje	Vrednovanje naučenog
Postavljanjem pitanja tijekom obrade sadržaja	Učenici uočavaju napredak te daju povratnu informaciju o usvojenom znanju	Riješavanjem radnog lista

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

1. PPT PREZENTACIJA

2. RADNI LIST

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

Remenar S., Perić Sertić M., Rebrina F., Đumlija S.
Biologija 2, udžbenik iz biologije za drugi razred gimnazije
ALFA d.d., Zagreb 2020.

Refleksija nakon poučavanja *Zabilješke nakon izvedbe nastavnog sata o uspješnosti sa sugestijama za poboljšanje.*

RADNI LIST

Sekcija ribe

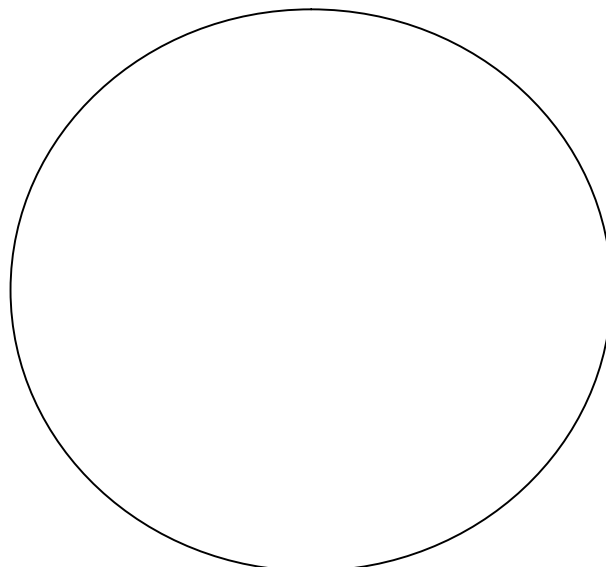
Vježba 1: Vanjski izgled ribe

- Promotri izgled ribe Škrpinice (*Scorpaena notata*) te skiciraj njen vanjski izgled i označi vrste peraja!

Vježba 2: Ljuske kod riba

Materijal i pribor:

- riba
- britvica
- predmetno i pokrovno stakalce
- Pomoću britvice ostruži jednu ljusku s tijela ribe, prenesi je na predmetno stakalce u kapljicu vode te pokrij pokrovnim staklacom. Izrađeni preparat mikroskopiraj i nacrtaj sliku mikroskopskog preparata!



Vježba 3: Unutrašnja građa ribe

Materijal i pribor:

- riba
- kadica za sekciju
- pribor za sekciju (pinceta, škare, skalpel)

1. KORAK:

- Skalpelom napravite rez kako je prikazano na slici. Rez radite od crijevnog otvora put glave.



2. KORAK:

- Napravite drugi rez u blizini repa, okomito na prvi kao što je prikazano na slici.



3. KORAK:

- Napravite treći rez u blizini glave, kako je prikazano na slici.



4. KORAK:

- Rastvorite razrezani dio ribe i promotrite unutrašnju građu ribe. Skicirajte unutrašnji izgled ribe i označite odgovarajuće dijelove.

Vježba 4: Mozak ribe

- Odrežite gornji dio glave ribe te promotrite i skicirajte izgled mozga ribe!

Pitanja za ponavljanje:

1. Ribe dijelimo na _____ i _____ .

2. Ribe dišu pomoću:

a) pluća

b) škrga

c) uzdušnica

d) kože

3. Poveži pojmove s lijeve strane s opisima s desne:

a) hrskavičnjače

• imaju vanjsku oplodnju

b) koštunjače

• osjetilo kojim koštunjače osjećaju gibanje vode

c) bočna pruga

• imaju unutarnju oplodnju

• organ koji ima ulogu kod proizvodnje zvuka

• osjetni organ za miris

4. Opiši građu živčanog sustava kod riba!

5. Zaokruži je li tvrdnja TOČNA (T) ili NETOČNA (N). Ukoliko je tvrdnja NETOČNA, napiši kako bi glasila TOČNA tvrdnja.

Prijenos kisika i ugljikovog dioksida kod riba obavljaju crvene krvne stanice. T / N

Arterije su krvne žile koje odvođe krv od stanica prema srcu. T / N

Ribe imaju dva para škrga. T / N

Kod riba koštunjača ženke izbacuju ikru. T / N

6. Nabroji dijelove mozga u riba!

RIBE



Ribe

- Najjednostavniji kralježnjaci
- Žive u slatkim ili slanim vodama
- Tijelo im je vretenstog oblika
- Za plivanje im služe peraje
- Dišu škragama



Dvije skupine:



HRSKAVIČNJAČE



KOŠTUNJAČE

Razlike u skupinama:

HRSKAVIČNJAČE:

- Kostur je građen od hrskavičnog tkiva
- Škržne pukotine
- Ljuske su oštre i zupčaste
- Tijelo na dodir hrapavo
- Nemaju plivaći mjehur
- Oštri zubi
- Nečisnica

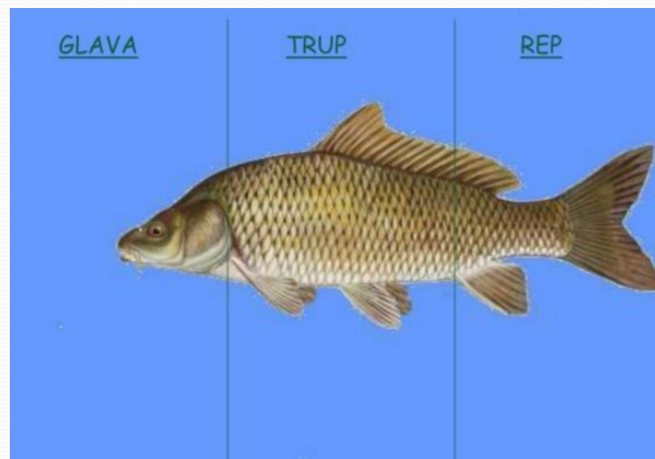
KOŠTUNJAČE:

- Kostur je građen od koštanog tkiva
- Škržni poklopci
- Ljuske se preklapaju
- Tijelo na dodir glatko
- Plivaći mjehur
- Bočna pruga

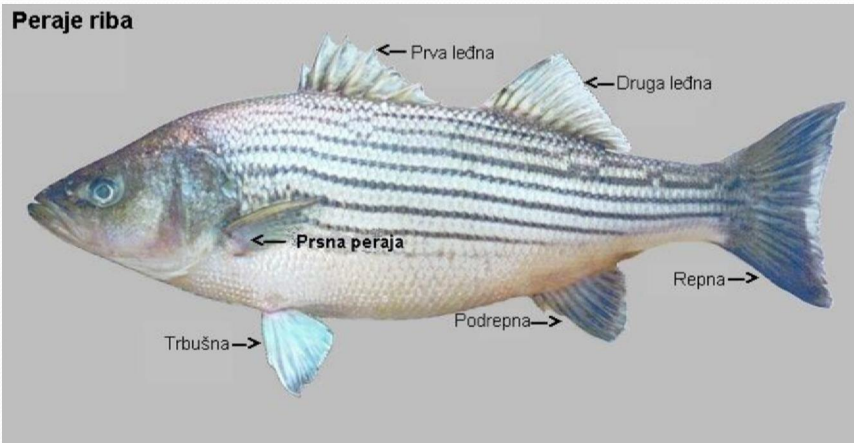
Vježba 1: Vanjski izgled ribe

- ZADATAK:
 - Promotriti izgled ribe škrpinice (*Scorpaena notata*) te skicirati njen vanjski izgled i označiti vrste peraja

Građa tijela



Vanjski izgled ribe



Vježba 2: Ljuske kod riba

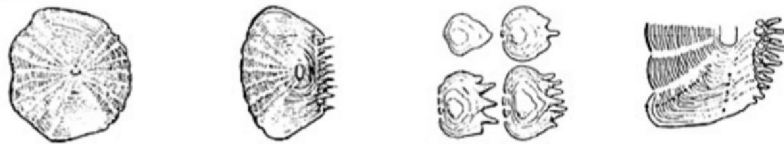
- **ZADATAK:**
 - Pomoću britvice ostruži jednu ljusku s tijela ribe, prenesi je na predmetno stakalce u kapljicu vode te pokrij pokrovnim staklacom. Izrađeni preparat mikroskopiraj i nacrtaj sliku mikroskopskog preparata!

Koža u riba

- Tijelo je prekriveno mnogobrojnim ljuskama
- Razlikujemo četiri tipa ribljih ljusaka:
 - Plakoidne (kod prečousta i hrskavičnjača)
 - Ganoidne (kod štitonoša, cjelokosta i fosilnih resoperki)
 - Kosmoidne (kod fosilnih dvodihalica i resoperki)
 - Koštane (sve koštunjače osim mnogoperki, resoperki i koštunjavki)

Koštane ljuske

- Ljuske su poslagane poput crijepova na krovu
- Po obliku razlikujemo: okruglaste i češljaste ljuske
- Sastoje se od koncentrično poredanih krugova koji označavaju zone prirasta
- Ljuske su prožete vapnencom



Vježba 3: Unutrašnja građa ribe

1. KORAK:

- Skalpelom napravite rez kako je prikazano na slici. Rez radite od crijevnog otvora put glave.



2. KORAK:

- Napravite drugi rez u blizini repa, okomito na prvi kao što je prikazano na slici.



3. KORAK:

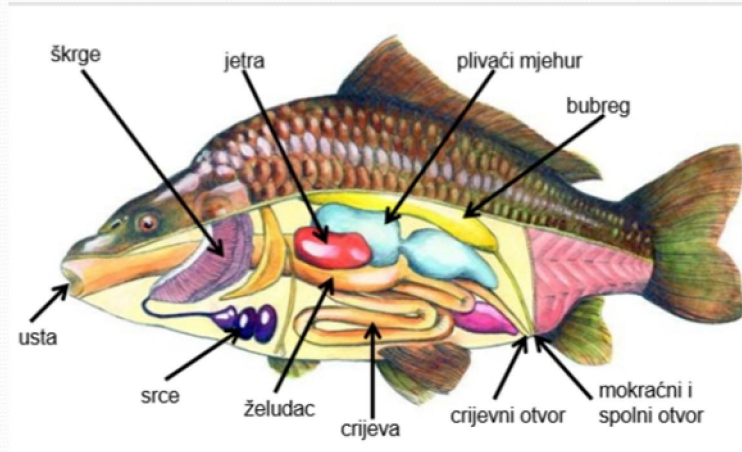
- Napravite treći rez u blizini glave, kako je prikazano na slici.



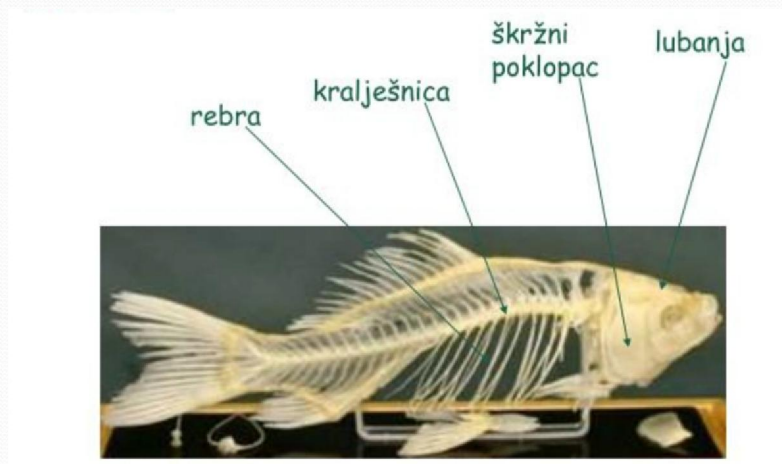
4. KORAK:

- Rastvorite razrezani dio ribe i promotrite unutrašnju građu ribe. Skicirajte unutrašnji izgled ribe i označite odgovarajuće dijelove.

Unutrašnja građa ribe:



Kostur ribe:

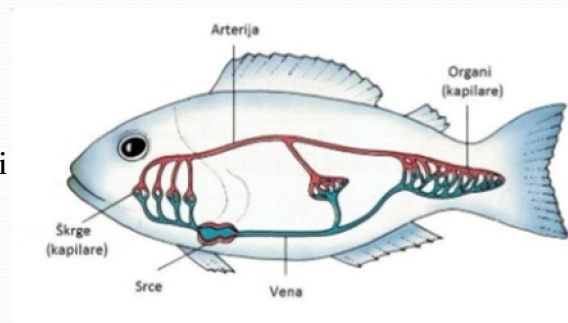


Disanje

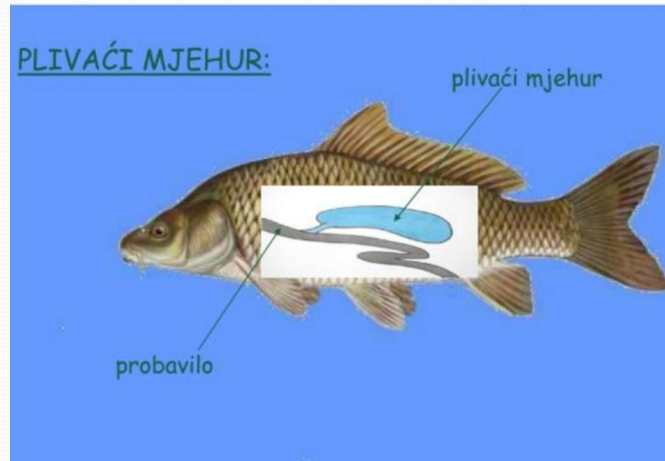
- Imaju četiri para škrge, koji su smješteni na četiri prednja škržna luka
- Na unutarnjoj strani nalazi se jedna poluškrge, koja nosi naziv lažne škrge, sastoji se od jednog reda škržnih listića koji ne sudjeluje kod disanja

Krvotok

- Prijenos kisika i ugljikovog dioksida obavljaju crvene krvne stanice
- Srce je vensko i sastoji se od jedne pretkljetke i jedne kljetke
- Arterije- krvne žile koje odvođe krv od srca do stanica
- Vene- krvne žile koje provode krv od stanica prema srcu



Plivaći mjehur



Razmnožavanje

Koštunjače:

- Vanjska oplodnja
- Ženke izbacuju ikru (jajne stanice)
- Mužjaci izbacuju mliječ (spermu)
- Nema brige za potomstvo

Hrskavičnjače:

- Unutarnja oplodnja
- Legu jaja ili su živorodne

Živčani sustav

- Mozak
- Kralježnična (leđna) moždina
- Živci
- Osjetila dobro razvijena- vid, sluh, njuh, okus i opip
- Bočna pruga- osjetilo kojim koštunjače osjećaju gibanje vode



Vježba 4: Mozak ribe

- Odrežite gornji dio glave ribe te promotrite i skicirajte izgled mozga ribe

