

DINAMIKA POPULACIJE VRSTE *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) U JADRANSKOM MORU

Ugrin, Nika

Doctoral thesis / Disertacija

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:226:411041>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported](#) / [Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerađivanja 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-17**



Repository / Repozitorij:

[Repository of University Department of Marine Studies](#)



UNIVERSITY OF SPLIT


DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU, SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA
SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU

Poslijediplomski sveučilišni studij Primijenjene znanosti o moru

Nika Ugrin

**DINAMIKA POPULACIJE VRSTE *Lepidorhombus boscii*
(Risso, 1810) U JADRANSKOM MORU**

Doktorski rad

Split, siječanj 2024.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU, SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA
SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU**

Poslijediplomski sveučilišni studij Primijenjene znanosti o moru

Nika Ugrin

**DINAMIKA POPULACIJE VRSTE *Lepidorhombus boscii*
(Risso, 1810) U JADRANSKOM MORU**

Doktorski rad

Split, siječanj 2024.

Ova je disertacija izrađena na Sveučilištu u Splitu, Sveučilišnom odjelu za studije mora, pod vodstvom prof. dr. sc. Svjetlane Krstulović Šifner, u sklopu Međusveučilišnog poslijediplomskog doktorskog studija „Primijenjene znanosti o moru“ pri Sveučilištu u Splitu i Sveučilištu u Dubrovniku.

ZAHVALE

Najveće hvala mojoj mentorici prof. dr. sc. Svjetlani Krstulović Šifner na brojnim savjetima, pomoći i podršci prilikom pisanja disertacije. Hvala Vam na svom prenesenom znanju koje je utjecalo na moj znanstveni razvoj. Svojom toplinom i otvorenim odnosom pružili ste mi mnogo više od samog mentorstva.

Veliko hvala komentoru doc. dr. sc. Igoru Isajloviću na prenesenom znanju, savjetima i pomoći kad god je bilo potrebno.

Izrazitu zahvalnost dugujem Silvani i Antoniju Šunjiću na pomoći prilikom sakupljanja uzoraka te firmama Lagena d.o.o. i PDT na donaciji potrošnog materijala.

Zahvaljujem doc. dr. sc. Antoneli Paladin s Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Splitu na pomoći prilikom izrade histoloških preparata te doc. dr. sc. Željki Trumbić i doc. dr. sc. Juri Brčiću na savjetima oko statističke obrade podataka.

Hvala dr. sc. Krešimiru Salamonu s Instituta Ruđer Bošković u Zagrebu, na susretljivosti i velikoj pomoći u analizi rendgenske difrakcije te prof. dr. sc. Suzani Jakovljević s Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, na pomoći oko SEM analize.

Hvala dr. sc. Marinu Vojkoviću s Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Splitu, dr. sc. Tirthankaru Mitri, dr. sc. Yvainu Carpentieru, dr. sc. Claire Pirim i prof. dr. sc. Cristianu Focsi sa Sveučilišta Lille u Francuskoj, na pomoći oko masene spektrometrije.

Hvala i svim mojim prijateljima i kolegama koji su sve ove godine slušali priče o ribicama i pomogli mi uljepšati dane daleko od kuće.

Hvala baki i dedi što su mi pomogli u financiranju doktorskog studija. Nadam se, deda, da negdje gore vidiš moj uspjeh.

Posebno hvala Boži, Miri i Stipi. Hvala vam na svemu i hvala što ste bili tako dobri prema meni, bili ste najbolji pomagači.

Hvala Ivanu što je bio tu za mene. Uz tebe je sve bilo lakše!

Na kraju najveću zahvalnost iskazujem mami, tati i sestri Beatti, jer sve ovo sam postigla zahvaljujući vama. Hvala vam na neizmjerljivoj ljubavi, podršci i vjeri u moj uspjeh.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Pataraća crnopjega, <i>Lepidorhombus boscii</i>	2
1.2. Dosadašnja istraživanja	6
1.3. Svrha i ciljevi istraživanja	8
2. MATERIJALI I METODE	10
2.1. Područje istraživanja.....	10
2.2. Istraživanja u okviru programa MEDITs.....	11
2.2.1. Karte rasprostranjenosti.....	15
2.2.2. Ulov na jedinicu površine.....	16
2.3. Mjesečna uzorkovanja na području otvorenog srednjeg Jadrana	17
2.3.1. Biometrijska analiza	20
2.3.2. Dužinsko-maseni odnos i omjer spolova.....	22
2.3.3. Indeks kondicije	24
2.3.4. Starost i rast	25
2.3.5. Smrtnost.....	27
2.3.6. Kemijska analiza otolita	28
2.3.6.1. Kalibracija mase otolita	30
2.3.7. Analiza kristalne strukture otolita	32
2.3.8. SEM analiza otolita	33
2.3.9. Ishrana	34
2.3.10. Razmnožavanje i razvoj gonada	38
2.3.10.1. Fekunditet	40
2.3.10.2. Histološka analiza gonada.....	40
3. REZULTATI.....	46
3.1. Rasprostranjenost i gustoća naselja <i>Lepidorhombus boscii</i> u sjevernom i srednjem Jadranu.....	46
3.1.1. Rasprostranjenost <i>Lepidorhombus boscii</i> po dubinama	49
3.1.2. Dužinski sastav populacije <i>Lepidorhombus boscii</i> u zoni GSA 17 s obzirom na dubinu.....	50
3.1.3. Rasprostranjenost juvenilnih i adultnih jedinki <i>Lepidorhombus boscii</i> u zoni GSA 17	50
3.1.4. Učestalost pojavljivanja <i>Lepidorhombus boscii</i>	52
3.1.5. Rasprostranjenost i zastupljenost <i>Lepidorhombus boscii</i> u hrvatskim ribolovnim zonama	54

3.2. Analiza sastava populacije <i>Lepidorhombus boscii</i> u istočnom Jadranu	57
3.2.1. Dužinski, maseni i spolni sastav populacije	57
3.3. Biometrijska analiza <i>Lepidorhombus boscii</i>	59
3.3.1. Morfometrijski odnosi.....	59
3.3.2. Merističke osobine	70
3.3.3. Osvrt na morfometrijske i merističke značajke populacije	73
3.3.4. Relativni rast	74
3.3.5. Pojava reverzne jedinke.....	77
3.4. Dužinsko-maseni odnos <i>Lepidorhombus boscii</i>	79
3.5. Indeks kondicije <i>Lepidorhombus boscii</i>	89
3.6. Starost i rast <i>Lepidorhombus boscii</i>	92
3.7. Smrtnost <i>Lepidorhombus boscii</i>	96
3.8. Kemijska analiza otolita <i>Lepidorhombus boscii</i>	99
3.9. Kristalizacija otolita <i>Lepidorhombus boscii</i>	104
3.10. SEM analiza otolita <i>Lepidorhombus boscii</i>	105
3.11. Ishrana <i>Lepidorhombus boscii</i>	111
3.11.1. Ishrana po sezonama	118
3.11.2. Ishrana ženki i mužjaka	121
3.11.3. Ishrana juvenilnih i adultnih jedinki.....	125
3.11.4. Hepatosomatski indeks <i>Lepidorhombus boscii</i>	129
3.12. Razmnožavanje i razvoj gonada <i>Lepidorhombus boscii</i>	130
3.12.1. Sazrijevanje.....	130
3.12.2. Gonadogeneza i mrijest	132
3.12.3. Fekunditet	134
3.12.4. Histološka analiza gonada	140
4. RASPRAVA.....	156
5. ZAKLJUČCI	187
6. LITERATURA	191
7. ŽIVOTOPIS	214

Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za studije mora
Sveučilište u Dubrovniku
Poslijediplomski sveučilišni studij: Primijenjene znanosti o moru

Doktorski rad

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

DINAMIKA POPULACIJE VRSTE *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) U JADRANSKOM MORU

Nika Ugrin

Rad je izrađen na Sveučilišnom odjelu za studije mora, Sveučilišta u Splitu.

Sažetak

U ovom radu predstavljeni su rezultati istraživanja vrste patarače crnopjege, *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810), na području sjevernog i srednjeg Jadrana. Dio uzoraka je prikupljen tijekom višegodišnjih istraživanja ekspedicije MEDITS u zoni GSA 17 (N=27720), a dio tijekom jednogodišnjeg mjesečnog uzorkovanja na području srednjeg Jadrana (N=1070). Rezultati istraživanja pokazuju da *L. boscii* u zoni GSA 17 obitava na dubinama od 61 do 659 m. Omjer spolova je bio 1:0,89 (ž/m). Biometrijska analiza je pokazala statistički značajne razlike u odnosu dužine prsne peraje i standardne dužine tijela, u broju kralježaka između mužjaka i ženki te u broju šipčica trbušne peraje. Dužinsko-maseni odnos ukupnog uzorka je pokazao pozitivno alometrijski rast ($b=3,29$). Prosječna vrijednost indeksa kondicije ukupnog uzorka iznosi 0,681. Rast populacije je opisan von Bertalanffyevom jednadžbom rasta ($L_{\infty}=39,63$ cm; $k=0,10$; $t_0=-4,09$). Starost jedinki je određena očitavanjem zona prirasta sagitalnih otolita. U uzorku su najbrojnije bile jedinke starosti dvije i tri godine. Najstarija analizirana ženka je imala 10 godina, a najstariji mužjak 6 godina. Utvrđeno je da je ribolovna smrtnost ($F=0,15$) veća od prirodne smrtnosti ($M=0,11$). Kemijskom analizom je detektiran veliki broj metala i organskih spojeva u otolitima. Rendgenskom difrakcijom je određena kristalna struktura otolita; otoliti pravilne morfologije građeni su od aragonita, a oni nepravilne morfologije od kalcita. Intenzitet hranjenja je bio najveći u proljeće, a najzastupljeniji plijen su rakovi, glavonošci i ribe. Ženke postaju spolno zrele pri dužini od $L_{t50\%}=19,2$ cm, odnosno pri manjim dužinama tijela u odnosu na mužjake ($L_{t50\%}=20,3$ cm). Najveće vrijednosti gonadosomatskog indeksa za ženke zabilježene su u ožujku, a za mužjake u studenom. Prosječni fekunditet ženki iznosi 87461 oocita. *L. boscii* u Jadranskom moru najintenzivnije se razmnožava od studenog do ožujka.

(216 stranica, 94 slike, 69 tablica, 239 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu i Sveučilišnoj knjižnici u Splitu.

Ključne riječi: biometrija, ishrana, Jadransko more, *Lepidorhombus boscii*, rast, razmnožavanje, smrtnost, starost

Mentor: Prof. dr. sc. Svjetlana Krstulović Šifner

Komentor: Doc. dr. sc. Igor Isajlović

Ocjenjivači: 1. Prof. dr. sc. Nedo Vrgoč

2. Prof. dr. sc. Mate Šantić

3. Izv. prof. dr. sc. Vedrana Nerlović

Rad prihvaćen: (27. studenog 2023.)

University of Split, University Department of Marine Studies

Ph.D. thesis

University of Dubrovnik

Postgraduate university study Applied Marine Sciences

Ph.D. in Natural Sciences

**POPULATION DYNAMICS OF THE *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) IN THE
ADRIATIC SEA**

Nika Ugrin

Thesis performed at University Department of Marine Studies, University of Split.

Abstract

This paper presents the results of research on the species of the four-spot megrim, *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810), in the area of the northern and central Adriatic. Part of the samples were collected during multi-year investigations of the MEDITS expedition in the GSA 17 zone (N=27720), and part during one-year monthly sampling in the area of the central Adriatic (N=1070). The results of the research show that *L. boscii* lives in the GSA 17 zone at depths from 61 to 659 m. The sex ratio was 1:0,89 (f/m). Biometric analysis showed that there are statistically significant differences in the ratio of the length of the pectoral fin to the standard length of the body, in the number of vertebrae between males and females, and in the number of rays of the ventral fin. The length-weight relationship of the total sample showed positive allometric growth ($b=3,29$). The average value of the condition factor of the total sample was 0,681. Population growth is described by the von Bertalanffy growth equation ($L_{\infty}=39,63$ cm; $k=0,10$; $t_0=-4,09$). Age was determined by reading the growth zones of the sagittal otoliths. The most numerous in the sample were specimens aged two and three years. The oldest female was 10 years old and the oldest male was 6 years old. Fishing mortality ($F=0,15$) of this species were higher than natural mortality values ($M=0,11$). Large number of metals and organic compounds were detected by chemical analysis of otoliths. The crystal structure of the otolith was determined by the X-ray diffraction; otoliths of regular morphology are composed of aragonite and those with irregular morphology of calcite. The intensity of feeding was the highest in spring, and the most abundant prey are crustaceans, cephalopods and fish. Females reached maturity ($L_t=19,2$ cm) at smaller lengths than males ($L_t=20,3$ cm). The highest values of the gonadosomatic index for females were recorded in March, and for males in November. The average fecundity of females is 87461 oocytes. *L. boscii* reproduces most intensively in the Adriatic Sea from November to March.

(216 pages, 94 figures, 69 tables, 239 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in National and University Library in Zagreb and Split University Library.

Keywords: Adriatic Sea, age, biometrics, diet, growth, *Lepidorhombus boscii*, mortality, reproduction

Supervisor: Svjetlana Krstulović Šifner, Ph.D. / Full Professor

Co-supervisor: Igor Isajlović, Ph.D. / Assistant professor

Reviewers: 1. Nedo Vrgoč, Ph.D. / Full Professor

2. Mate Šantić, Ph.D. / Full Professor

3. Vedrana Nerlović, Ph.D. / Associate Professor

Thesis accepted: (27th November 2023)

1. UVOD

Patarača crnopjega *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) pripada porodici Scophthalmidae, redu Pleuronectiformes te razredu Actinopterygii. Porodica Scophthalmidae ukupno broji 9 vrsta unutar 3 roda: *Lepidorhombus* (*L. whiffiagonis* (Walbaum, 1792) i *L. boscii* (Risso, 1810)), *Scophthalmus* (*S. rhombus* (Linnaeus, 1758), *S. maximus* (Linnaeus, 1758), *S. maeoticus* (Pallas, 1814) i *S. aquosus* (Mitchill, 1815)) te *Zeugopterus* (*Z. punctatus* (Bloch, 1787), *Z. regius* (Bonnaterre, 1788) i *Z. norvegicus* (Günther, 1862)). Vrste ove porodice su rasprostranjene na području sjevernog Atlantika, Mediterana te Crnog mora (Chanet, 2003), dok je vrsta *S. aquosus* zabilježena samo u zapadnom dijelu središnjeg Atlantika i Meksičkom zaljevu (McEachran & Fechhelm, 2006). Sve su vrste bentičke, žive na mekim dnima te su karakteristične po plosnatom obliku tijela i očima na lijevom boku.

Sistematski položaj vrste prema Eschmeyeru (1998):

Koljeno: Chordata

Podkoljeno: Vertebrata

Infrakoljeno: Gnathostomata

Nadrazred: Actinopterygii

Razred: Teleostei

Nadred: Acanthopterygii

Red: Pleuronectiformes

Podred: Pleuronectoidei

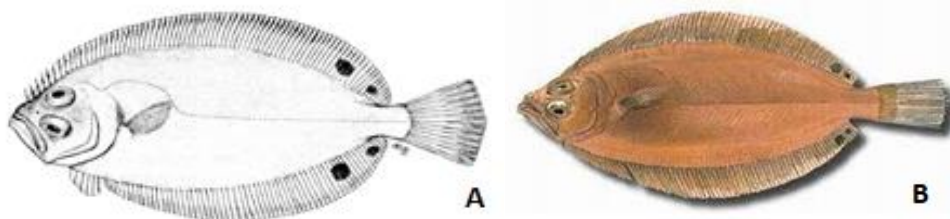
Porodica: Scophthalmidae

Rod: *Lepidorhombus* (Günther, 1862)

Vrsta: *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810)

1.1. Pataraća crnopjega *Lepidorhombus boscii*

Lepidorhombus boscii ima ovalno, jako plosnato tijelo. Relativno je šira u prednjem dijelu tijela, oči su joj veće i ovalne, smještene na lijevoj strani tijela (Jardas, 1996). Donje oko je smješteno djelomično ispred gornjeg. Njuška je kratka i šiljasta. Promjer oka je veći od dužine oka. Usta su prostrana, iskošena, a donja čeljust blago ispupčena (Dulčić & Kovačić, 2020) (Slika 1.1.1.). Bočna pruga je razvijena s obje strane tijela, iznad prsnih peraja je jako zakrivljena. Tijelo je prekriveno ljuskama koje lako otpadaju, na okatom boku su ktenoidne, a na slijepom cikloidne (Dulčić & Kovačić, 2020). Na bočnoj pruži ima 87-93 ljuske s porom. Na okatom boku je poluprozirna, svjetlosivo-žućkaste boje, s dvije karakteristične crne okrugle pjege na stražnjem dijelu leđne i podrepne peraje (Jardas, 1996). Leđna i podrepna peraja su duge, leđna peraja počinje neposredno ispred gornjeg oka i proteže se čitavom leđnom stranom tijela. Prsna peraja je na oba boka podjednako razvijena. Repna peraja ima duže središnje šipčice. Formula peraja prema Dulčić & Kovačić (2020) glasi D: 79-87; A: 65-69; P: 11-12; V: 5-6.



Slika 1.1.1. Pataraća crnopjega *Lepidorhombus boscii* (izvor: A- <https://eol.org/pages/46570240>; B- <https://shorturl.at/epW05>).

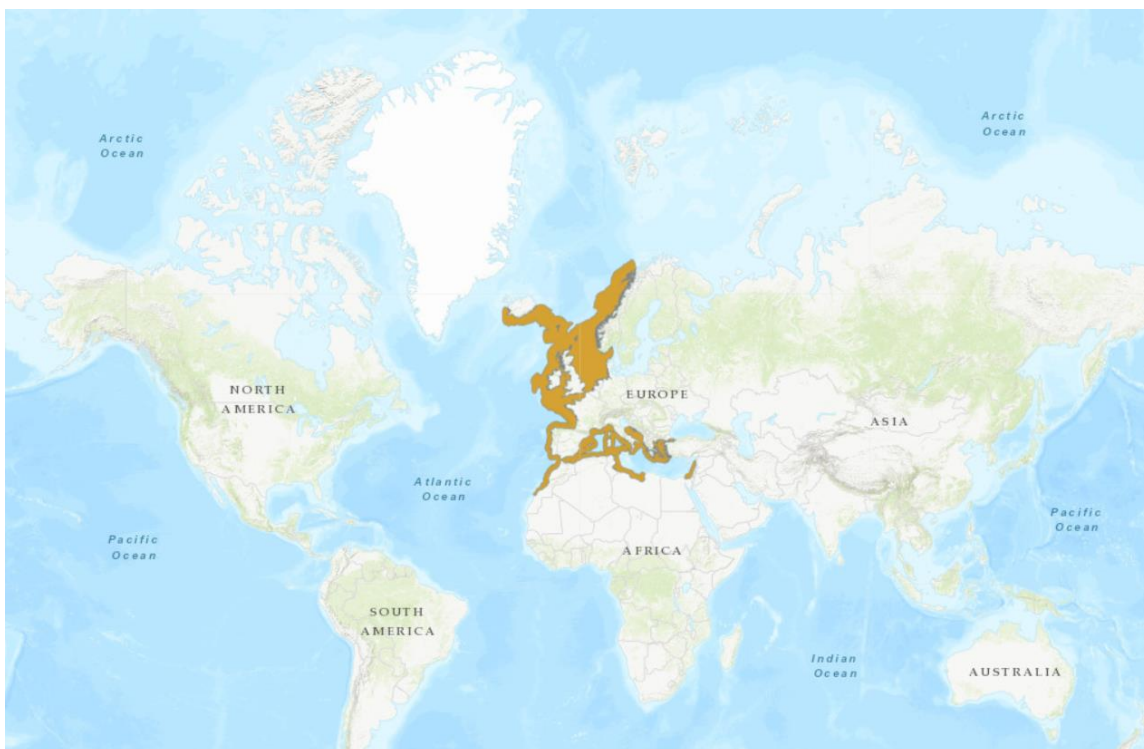
L. boscii je batijalna, bentička i sedentarna vrsta koja obitava na mekanim dnima, s preferencijom muljevitog dna (Slika 1.1.2.), može se naći na dubinama između 7 i 800 m, ali uglavnom između 100 i 450 m (Sanchez i sur., 1998; Cengiz i sur., 2015). Mrijesti se tijekom zime i početkom proljeća. Migracija oka s desne na lijevu stranu započinje pri 10 mm, a završava u primjeraka od oko 17 mm dužine (Dulčić & Kovačić, 2020). U populaciji brojčano dominiraju mužjaci (Jardas, 1996). Dužina tijela je oko 30-35 cm, a ženke su prosječno veće od mužjaka.

Dužina primjeraka opada s dubinom (Jardas, 1996). Najčešća su joj naselja na dnima koja su gusto naseljena raznovrsnim bodljikašima (Dulčić & Kovačić, 2020). Karnivorna je vrsta, hrani se pretežno manjim rakovima, zatim glavonošcima i ribama (Jardas, 1996).



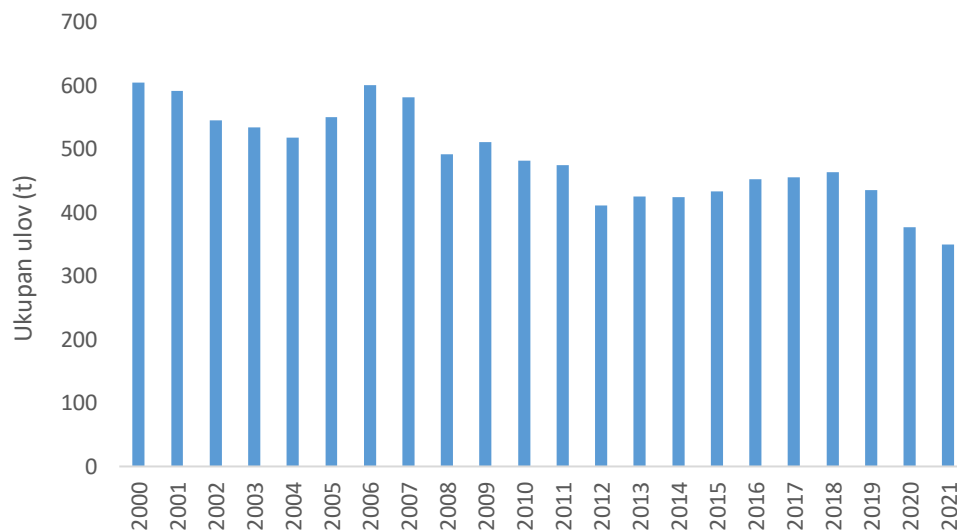
Slika 1.1.2. Vrsta *Lepidorhombus boscii* u prirodnom okruženju (izvor: <https://shorturl.at/dgtXZ>).

Životni vijek ove vrste je 15 godina (Fuertes, 1978). Područje rasprostranjenosti (Slika 1.1.3.) je istočni Atlantik, od Škotske do rta Bojador te u Mediteranu (Jardas, 1996; Dulčić & Kovačić, 2020; Chanet, 2003). U Jadranu je rasprostranjena samo u otvorenom dijelu i to uglavnom u srednjem i južnom Jadranu (Jardas, 1996). Patarača crnopjega se gotovo isključivo lovi pridnenom povlačnom mrežom kočom.

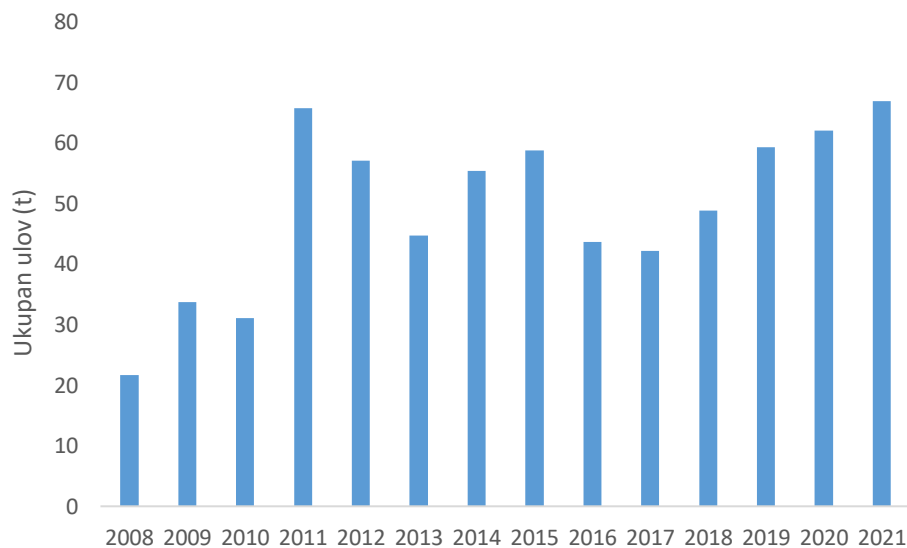


Slika 1.1.3. Područje rasprostranjenosti patarače crnopjege *Lepidorhombus boscii* (izvor: <https://shorturl.at/blEFH>).

L. boscii nije ciljane vrsta pridnenog ribolova, ali spada u gospodarski značajne vrste, posebice u istočnom, mediteranskom dijelu svog rasprostranjenja. Na slici 1.1.4. je prikazan ukupni ulov ove vrste u zemljama Europske unije na području Mediterana i Crnog mora u razdoblju od 2000. do 2021. godine (Eurostat, 2022). Najveći ulov zabilježen je 2006. (601,35 t), a najmanji 2021. godine (349,41 t). U Republici Hrvatskoj se *L. boscii* svrstava u kategoriju “patarače” zajedno s vrstama *L. whiffiagonis* (patarača oštronoska) i *Citharus linguatula* (patarača platušica). Patarače se najčešće ne odvajaju prema vrstama tijekom ulova i prodaje te se u statistici ulova bilježe pod zajedničkim nazivom “patarače”. Prema podacima Uprave ribarstva Ministarstva poljoprivrede (2008.-2021.), najmanji ulov patarača u Hrvatskoj zabilježen je 2008. godine (21,61 t), a najveći ulov 2021. godine (66,85 t) (Slika 1.1.5.).



Slika 1.1.4. Ukupan ulov patarače crnoplje *Lepidorhombus boscii* izražen u tonama (t) u zemljama Europske unije na području Mediterana i Crnog mora u razdoblju od 2000. do 2021. godine (izvor: <https://shorturl.at/vG369>).



Slika 1.1.5. Ukupan ulov patarača u Hrvatskoj u razdoblju od 2008. do 2021. godine (izvor: <https://www.fao.org/fishery/en/statistics/software/fishstatj>).

Lepidorhombus boscii prema Crvenoj knjizi morskih riba pripada u kategoriju “najmanje zabrinjavajuća” (Jardas i sur., 2008). Potencijalno je ugrožena prije svega ciljanim intenzivnim izlovljavanjem pridnom povlačnom mrežom kočom i degradacijom i/ili gubitkom staništa zbog ribolova (Dulčić & Kovačić, 2020).

1.2. Dosadašnja istraživanja

Znanstveni podaci o biologiji, ekologiji i dinamici populacije vrste *Lepidorhombus boscii* na području Jadrana iznimno su rijetki, ako se izuzmu ključevi za determinaciju s osnovnim biološkim i morfološkim karakteristikama riba (Šoljan, 1948; Jardas, 1996; Dulčić & Kovačić, 2020).

Brojnost te geografska i batimetrijska rasprostranjenost patarače crnopjege istraživane su na portugalskom, španjolskom i norveškom području, jugozapadnom Jadranu te u Egejskom moru (Silva & Azevedo, 1994; Sanchez & sur., 1998; Ungaro & Martino, 1998; Vassilopoulou, 2000; Sartor i sur., 2002; Wienerroither i sur., 2019). Navedena istraživanja su otkrila izraženu sklonost vrste prema finim sedimentima (pjeskovito-muljevitim dnima). Najveća brojnost zabilježena je na dubinama oko 300 m (Silva & Azevedo, 1994).

Morfometrijske i merističke karakteristike vrste istraživali su Robson i sur. (2005) na zapadnoj obali Irske. U istraživanjima dužinsko-masenog odnosa vrste u Mediteranu zabilježen je izometrijski (Mendes i sur., 2004) te pozitivno alometrijski rast (Stergiou & Politou, 1995; Ungaro & Martino, 1988; Tsagarakis i sur., 2015). Ugrin & Krstulović Šifner (2022) zabilježile su pojavu reverzne, dekstralno orijentirane jedinke *L. boscii* u istočnom Jadranu te usporedile njezine morfometrijske i merističke karakteristike u odnosu na nereverzne jedinke.

Starost i rast *L. boscii* istraživana je u španjolskim (Landa i sur., 2002), portugalskim (Castilho i sur., 1993; Santos, 1994; Texiera i sur., 2010), turskim i grčkim vodama (Vassilopoulou & Ondrias, 1999; Cengiz i sur., 2013), na području Irske (Robson i sur., 2000; Landa & Hernandez, 2020), u istočnom Ligurijskom moru (Maninni i sur., 1990), u zapadnom Ionskom moru (Carlucci i sur., 2002) te u zapadnom Jadranskom moru (Bello & Rizzi, 1987; Ungaro & Martino, 1998). Više autora zaključilo je da ženke rastu brže u odnosu na mužjake te

da dosežu veće dužine i starost (Maninni i sur., 1990; Vassilopoulou & Ondrias, 1999; Robson i sur., 2000; Landa i sur., 2002; Carlucci i sur., 2002; Texiera i sur., 2010; Cengiz i sur., 2013; Landa & Hernandez, 2020). U svim navedenim istraživanjima, starost je određena brojanjem prstenova prirasta na sagitalnim otolitima. Strukturu i dimenzije otolita te odnos dužine i starosti patarače crnopjege istraživali su Bostanci & Polat (2007), dok su Cengiz i sur. (2012) u Egejskom moru uspoređivali odnose ukupne dužine tijela s dimenzijama otolita. Tuset i sur. (2008) u atlasu otolita opisali su morfološke razlike lijevog i desnog otolita. U istraživanju koje su proveli Ugrin i sur. (2021) detaljno je opisana morfologija i morfometrija otolita *L. boscii* i *L. whiffiagonis* u istočnom dijelu Jadranskog mora. Osim toga opisani su odnosi između dimenzija otolita i ukupne dužine tijela ribe, te su opisane morfološke razlike između lijevog i desnog otolita dviju vrsti patarača. Podatke o smrtnosti navode Santos (1994; 1995) za područje portugalske obale, zatim Vassilopoulou & Ondrias (1999) te Cengiz i sur. (2014) za istočni dio Mediterana.

Ishranu ove vrste istraživali su Sartor & de Ranieri (1996) u zapadnom dijelu Tirenskog mora i kao najzastupljeniju hranu naveli bentičke organizme, odnosno makrobentičke rakove, dekapode i mizide. Značajne sezonske varijacije u hranjenju nisu uočili. Ishranu ove vrste također su istraživali Morte i sur. (1999) u zaljevu Valencija u Španjolskoj te Vassilopoulou (2006) u Egejskom moru. U oba rada autori su kao glavnu hranu izdvojili rakove, odnosno dekapode, amfipode i izopode, dok je riba bila zastupljena u želucima većih jedinki. Teixeira i sur. (2010) su ispitivali ishranu *L. boscii* duž portugalske obale te kao najzastupljeniju hranu navode rakove. Aktivnost hranjenja bila je najveća u proljeće i ljeto, ženke i male jedinke pokazivale su najniže vrijednosti indeksa praznoće probavila. Zanimljivo je istaknuti da su statistički značajne razlike u udjelu sadržaja plijena prema sezoni, spolu i veličini zabilježene samo na području zapadnog Mediterana (Teixeira i sur., 2010).

Santos (1994) je, osim starosti i rasta, proučavao fekunditet i reprodukciju patarače crnopjege u portugalskim vodama. Na području Egejskog mora, Taylan & Uluturk (2017) istraživali su gonadosomatski indeks i fekunditet ove vrste. U oba istraživanja su u uzorku dominirale ženke te su najviše vrijednosti gonadosomatskih indeksa ženki i mužjaka zabilježene u travnju, odnosno u veljači. Vassilopoulou & Haralabous (2008) analizirali su sadržaj lipida u mišićima, indeks kondicije, hepatosomatski, želučanosomatski i gonadosomatski indeks *L. boscii*

u Egejskom moru za oba spola tijekom različitih sezona. Prvu spolnu zrelost za ženke (14,9 cm) i za mužjake (15,3 cm) te razdoblje mrijesta (od veljače do svibnja) u zaljevu Saros u Egejskom moru zabilježili su Cengiz i sur. (2015). Ungaro & Martino (1988) istraživali su reproduktivne značajke vrste na talijanskoj obali Jadrana te navode kako je vrijeme mrijesta patarače crnopjege od siječnja do travnja s vrhuncem u ožujku. Nadalje, zabilježeno je kako *L. boscii* u zapadnom dijelu Jadrana dužinu prve spolne zrelosti dostiže sa 23,6 cm. Ugrin i sur. (2023) istraživali su fekunditet, dužinu prve spolne zrelosti i razvoj gonada *L. boscii* u istočnom Jadranu.

Petrakis i Stergiou (1997) analizirali su selektivnost različitih veličina i oblika oka na pridnenoj povlačnoj mreži koći za četiri komercijalne demerzalne vrste u grčkim vodama uključujući *L. boscii*, dok su Cengiz i sur. (2014) u svom radu o brojnosti i rasprostranjenosti opisali ulov ove vrste po jedinici ribolovnog napora (kg/sat) i jedinici površine (kg/km²) te su odredili ukupnu biomasu na osnovu mjesečnih uzoraka prikupljenih na različitim dubinama.

1.3. Svrha i ciljevi istraživanja

Unatoč gospodarskom značaju i velikoj brojnosti, patarača crnopjega je slabo istražena vrsta u Jadranu te ovaj rad predstavlja prvo detaljno istraživanje biologije, ekologije i dinamike populacije ove vrste na području Jadranskog mora.

Osim što će rezultati ovog rada doprinijeti boljem razumijevanju biologije i ekologije ove vrste oni će se moći koristiti i u svrhu pravilnog gospodarenja te dugoročno održivog korištenja populacije ove vrste u Jadranskom moru.

Ciljevi istraživanja su sljedeći:

- prikazat će se geografska rasprostranjenost vrste na istraživanom području, utvrditi preferentnost u odnosu na dubinu te učestalost pojavljivanja vrste u razdoblju od 1996. do 2021. godine u zoni GSA 17
- biometrijskim istraživanjima analizirat će se fenotipska obilježja mužjaka i ženki te relativni rast analizirane populacije patarače crnopjege u istočnom Jadranu

- sastav populacije prikazat će se analizom dužinskih raspodjela, omjerom spolova, dužinsko-masenim odnosom, indeksom kondicije te određivanjem starosti i dinamike rasta
- rendgenskom difrakcijom ispitat će se kristalna struktura normalnog i nepravilnog rasta otolita
- kemijskom analizom otolita utvrdit će se sastav i biomineralizacija otolita
- sastav nepravilno kristaliziranih otolita, odnosno odnos između pravilnog i nepravilnog rasta otolita (odnos aragonita i njegovih polimorfa) prikazat će se SEM analizom
- kvalitativno-kvantitativnom analizom sadržaja želuca ispitat će se sastav i intenzitet ishrane s obzirom na spol, sezonu i veličinu jedinki
- odredit će se hepatosomatski indeks
- analizom gonada mužjaka i ženki utvrdit će se značajke spolnog sazrijevanja i mrijesta te će se definirati dužina prve spolne zrelosti, razdoblje mrijesta i fekunditet te opisati proces gametogeneze tijekom jednogodišnjeg istraživanja
- analizirat će se prirodna, ribolovna i ukupna smrtnost te odrediti eksploatacijski omjer

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Područje istraživanja

Jadransko more je poluzatvoreno i plitko more s površinom od 138.595 km². Svojim položajem, geografskim i hidrografskim značajkama pripada u kategoriju manjih mora (Jardas i sur., 2008). Jadransko more karakterizira velika bioraznolikost i zbog toga se ubraja u specifične morske ekosustave svijeta (Radović, 1999; Jardas i sur., 2008). Procjenjuje se da u Jadranu živi oko 7.000 biljnih i životinjskih vrsta (Buljan, 1964; Bello, 1990; Jardas, 1996; Nikolić i sur., 2008; Kirinčić & Štević, 2008), ali i veliki broj vrsta koje još uvijek nisu otkrivene.

Najsjevernija točka Jadranskog mora također je i najsjeverniji dio Sredozemnog mora. Dužina Jadranskog mora iznosi oko 870 km, a najveća širina 216,7 km. Na temelju morfoloških i hidrogeografskih svojstava Jadransko more dijelimo na sjeverni, srednji i južni dio. Sjeverni dio Jadrana proteže se do zamišljene poprečne crte koja spaja Karlobag i Anconu, srednji dio uključuje područje između navedene crte koja spaja Karlobag i Anconu, i crte Makarska/Ploče-Mt. Gargano, a južni Jadran uključuje područje južnije od crte Makarska/Ploče-Mt. Gargano (Buljan, 1953). Kontinentska podina ili šelf, koji obuhvaća područja do 200 m dubine, zauzima čak 73,9 % Jadranskog mora (Tešić, 1968). Dubina Jadranskog mora se povećava od sjeverozapada prema jugoistoku. Srednja dubina Jadranskog mora iznosi 252 m (Jardas, 2008). S obzirom na navedeno, najveći dio morskog dna, odnosno bentala Jadranskog mora, pripada kontinentskoj podini ili šelfu, a značajno manji dio kontinentskom slazu ili batijalu, odnosno dubinama većim od 200 m (Tešić, 1968).

Dno Jadranskog mora prekriveno je recentnim sedimentima različite strukture i mineraloško-petrografskog sastava (Alfirević, 1977). Obzirom na fizičku strukturu i različite facijese morskog dna, razlikujemo hridinasto, šljunkovito, ljuštuno, pjeskovito te muljevito dno (Alfirević, 1977). Najveći dio dna prekrivaju muljeviti i pjeskoviti sedimenti. Dno sjevernog Jadrana uglavnom je prekriveno pjeskovitim sedimentima. Srednji dio Jadrana karakterističan je po različitim dnima na kojima uglavnom prevladavaju gline i ilovače sa širim zonama sitnog pijeska u kanalima i otvorenom dijelu mora, dok dno Jabučke kotline karakterizira fina koloidna glina (Alfirević, 1977). Dno južnog Jadrana prekriveno je finom koloidnom glinom, dok su

sjeverni rubovi kotline prekriveni pjeskovitim i pjeskovito-muljevitim sedimentima (Alfirević, 1977).

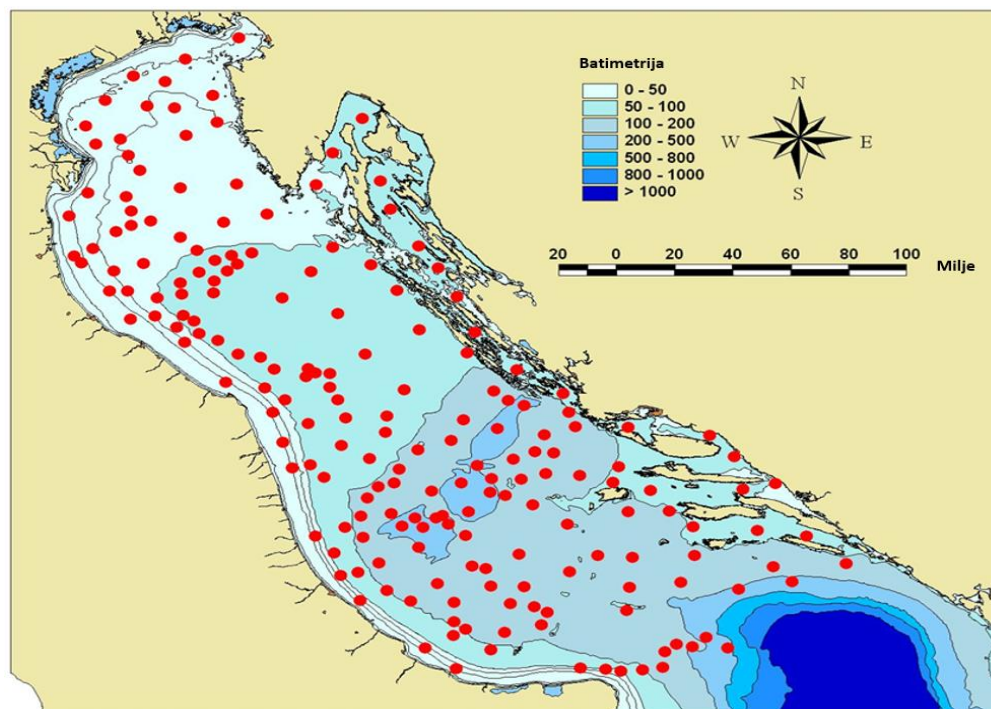
Jadransko more karakterizira prosječan salinitet od 38,3 ‰. Salinitet se smanjuje od juga prema sjeveru i od otvorenog mora prema obali (Buljan & Zore-Armanda, 1971; 1976). Jadransko more je oligotrofno (slabo produktivno), ali se njegov sjeverni dio smatra najproduktivnijim dijelom Sredozemlja (Buljan, 1964). Ograničavajući faktor produkcije je niska razina hranjivih soli, od kojih najvažniji utjecaj imaju soli dušika i fosfora (Zore-Armanda & Gačić, 1987). Jadransko more karakterizira umjerena klima, smatra se toplim morem s prosječnom godišnjom temperaturom vodenog stupca 16,2 °C (Zore-Armanda, 1987). Temperatura cijelog vodenog stupca otvorenog mora pokazuje značajne razlike između sjevernog i južnog dijela Jadranskoga mora tijekom godine (Zore-Armanda, 1967). Razlika u prosječnoj zimskoj temperaturi mora između sjevernog i južnog dijela (0-200 m) je oko 5 °C. Razlika u površinskom sloju je veća, od 8 do 10 °C (Zore-Armanda, 1991). U toplijim razdobljima termoklina se nalazi na 10 do 30 m. Minimalne temperature zabilježene su u veljači, a maksimalne u kolovozu.

Za potrebe praćenja stanja i upravljanja iskorištavanjem biološkim resursima, Jadransko more je temeljem odluka Generalnog savjeta za ribarstvo u Mediteranu (GFCM, eng. General Fisheries Commission for the Mediterranean) podijeljeno na dva geografska područja (GSA, eng. Geographical Sub Area): GSA 17 obuhvaća područje sjevernog i srednjeg Jadrana, a GSA 18 južni Jadran (FAO, 2012).

2.2. Istraživanja u okviru programa MEDITS

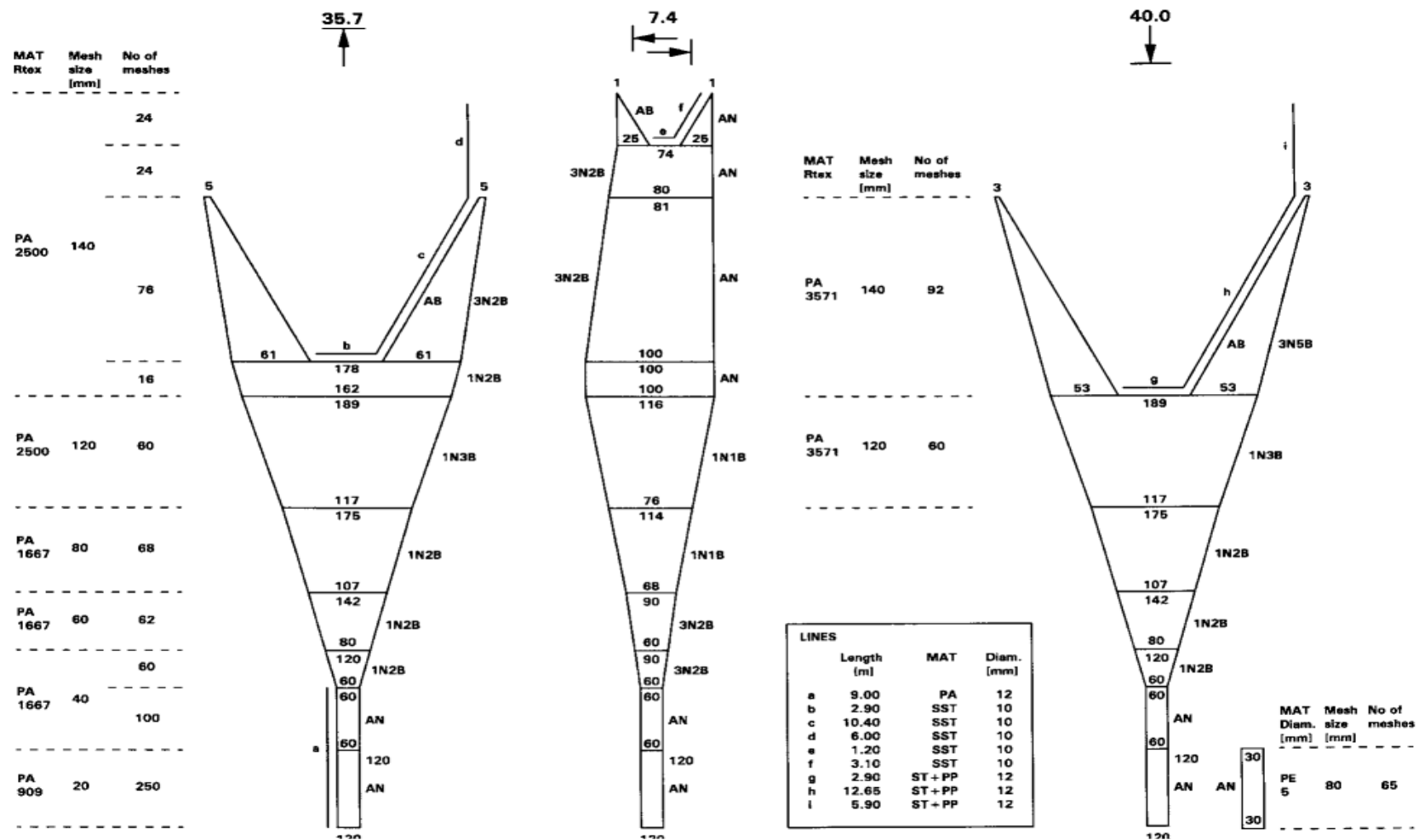
MEDITS (*Mediterranean International Bottom Trawl Survey*) je međunarodni ribarstveno-biološki program uspostavljen s ciljem prikupljanja podataka o pridnenim organizmima, njihovoj rasprostranjenosti i demografskoj strukturi na području Sredozemnog mora. Ekspedicija MEDITS započela je 1994. godine i traje sve do danas. Program se provodi jednom godišnje u proljetno-ljetnom razdoblju, uvijek na istim postajama, a uzorkovanje i obrada podataka se odvija prema metodologiji i protokolu MEDITS-a (Anonymous, 2017). Protokol definiraju tehničko-konstruktivske karakteristike alata, način uzorkovanja i analizu biološkog materijala.

Uzorkovanja se provode na temelju stratificirane sheme s nasumično odabranim postajama (Bertrand i sur., 2002). Stratifikacija obuhvaća pet dubinskih stratuma: 10 – 50 m, 50 – 100 m, 100 – 200 m, 200 – 500 m te 500 – 800 m (Green, 1979). U dubinskom stratumu od 500 do 800 m uzorkovalo se samo u talijanskom teritorijalnom moru 1996., 1997., 2002. i 2003. godine. U Jadranskom moru raspoređeno je ukupno 270 postaja, od čega se 180 postaja nalazi u zoni GSA 17 (Slika 2.2.1.).



Slika 2.2.1. Raspored postaja (●) ekspedicije MEDITS u zoni GSA 17.

Biološki uzorci prikupljaju se dubinskom pridnenom povlačnom mrežom (koća), tipa GOC 73 (Slika 2.2.2.), koju su za potrebe ovog istraživanja konstruirali francuski znanstvenici s Instituta za istraživanje mora (IFREMER, Sete). Navedena mreža se prema svojim tehničko-konstrukcijskim karakteristikama razlikuje od pridnenih povlačnih mreža koje se koriste u gospodarskom ribolovu. Glavna razlika je veličina oka na završnom dijelu mreže (saka mreže) koja kod GOC 73 iznosi 10 mm od čvora do čvora. Mreža GOC 73 ima veći vertikalni i horizontalni otvor na „ustima mreže“, ali i slabiji kontakt s morskim dnom od tipične mreže koće koja se koristi u gospodarskom ribolovu (Fiorentini i sur., 1994). Horizontalni i vertikalni otvor te položaj mreže u odnosu na morsko dno izmjereni su pomoću SCANMAR ultrazvučnog sustava (Fiorentini i sur., 1994).



Slika 2.2.2. Shematski prikaz pridnene povlačne mreže koće tipa GOC 73 korištene tijekom istraživanja u okviru MEDITS projekta (izvor: Bertrand i sur., 2002).

Horizontalni i vertikalni otvor mreže procijenjeni su i računskim metodama prema navedenoj jednadžbi (Souplet, 1996):

$$\text{Horizontalni otvor} = 17,46(1 - e^{-0,33 [(L/100) + 3,61]}),$$

$$\text{Vertikalni otvor} = 5,35(L^{-0,086}),$$

gdje je L - dužina čeličnog užeta.

Dužina strugara iznosila je 100 m na postajama do 200 m dubine, a 150 m na postajama dubljim od 200 m. Horizontalni otvor mreže iznosio je od 11,7 m do 18,8 m, a vertikalni od 2,2 m do 2,4 m ovisno o dubini. Poteg je trajao 30 min, a na dubinama većim od 200 m, 60 min. Potezi su se vršili tijekom dana, odnosno u vremenskom razdoblju koje započinje 30 minuta nakon izlaska sunca, a završava 30 minuta prije zalaska sunca. Brzina plovidbe za vrijeme trajanja potega je iznosila 3 čvora, a mjerena je GPS navigacijskim sustavom.

Analiza bioloških uzoraka obuhvaća identifikaciju vrsta ulovljenih organizama, određivanje ukupne mase i broja ulovljenih jedinki. Tijekom projekta MEDITS, obzirom na gospodarsku važnost u pridnom ribolovu u Mediteranu, za detaljniju biološku analizu odabrano je ukupno 38 ciljanih vrsta riba, rakova i glavonožaca te sve hrskavičnjake. Svim primjercima ciljanih vrsta, među kojima je i vrsta *Lepidorhombus boscii*, izmjerena je ukupna dužina tijela, određena masa te spol i stupanj zrelosti gonada (Bertrand i sur., 2002).

Za potrebe ove disertacije korišteni su podatci MEDITS ekspedicije za razdoblje od 1996. do 2021. godine prikupljeni u zoni GSA 17. U radu je izuzeta 1999. godina, jer zbog ratnih zbivanja nije bilo uzorkovanja. Tijekom navedenog razdoblja istraživanja prikupljeno je i analizirano ukupno 27720 jedinki vrste *L. boscii* koji su korišteni za analizu prostorne rasprostranjenosti i gustoće naselja patarače crnopjege, za analizu zastupljenosti ove vrste u koćarskim lovinama, za analizu preferentnosti vrste u odnosu na dubinu mora te za analizu rasprostranjenosti juvenilnih i adultnih jedinki. Adultne i juvenilne jedinke definirane su temeljem dužine prve spolne zrelosti ženki i mužjaka u srednjem istočnom Jadranu ($L_{50\%} = 20$ cm), odnosno juvenilne su sve manje, a adultne one koje su veće od 20 cm. Dužina prve spolne zrelosti određena je temeljem rezultata dobivenih u ovom istraživanju.

2.2.1. Karte rasprostranjenosti

Prostorna rasprostranjenost vrste *Lepidorhombus boscii* dobivena je iz podataka ekspedicije MEDITS 1996. do 2021. upotrebom GIS sustava (eng. Geographical Information Systems). Indeksi brojnosti i biomase interpolirani su za svaku godinu uzorkovanja pomoću programa ARC/INFO (Matheron, 1971; ESRI, 1991). Prostorna analiza je napravljena “kriging” metodom (Matheron, 1971). Rasprostranjenost vrste prikazana je za cijelo područje sjevernog i srednjeg Jadrana, odvojeno za juvenilne i adultne primjerke te po ribolovnim zonama Republike Hrvatske. Juvenilni i adultni primjerci odvojeni su na osnovu dužine prve spolne zrelosti ($L_t = 20$ cm).

Područje ribolovnog mora i ribolovnih zona u Jadranskom moru propisano je temeljem odredbi propisanih Pravilnikom o granicama u ribolovnom moru Republike Hrvatske (NN 5/2011). Područje ribolovnog mora u Republici Hrvatskoj dijeli se na unutarnje i vanjsko ribolovno more. Unutarnje ribolovno more obuhvaća površinu od obale kopna do polaznih crta kojima se spajaju točke na obali kopna i otoka, dok vanjsko ribolovno more obuhvaća teritorijalno more i isključivi gospodarski pojas.

Ukupna površina ribolovnog mora u Republici Hrvatskoj podijeljena je na jedanaest ribolovnih zona (Slika 2.2.1.1.). Ribolovna zona A nalazi se u unutarnjem i vanjskom ribolovnom moru, ribolovne zone B, C i D su u vanjskom ribolovnom moru, ribolovne zone E, F i G u unutarnjem ribolovnom moru, a zone H, I, J, K obuhvaćaju područje vanjskog ribolovnog mora i isključivog gospodarskog pojasa.



Slika 2.2.1.1. Podjela ribolovnih zona Republike Hrvatske (izvor: Pravilnik o granicama u ribolovnom moru Republike Hrvatske NN 5/11).

2.2.2. Ulov na jedinicu površine

Za procjenu brojnosti i biomase *Lepidorhombus boscii* na području sjevernog i srednjeg Jadrana korištena je tzv. “swept area” metoda (Sparre & Venema, 1998), kojom se ulov standardizirao na jedinicu površine. Tijekom ekspedicije MEDITS nije ispitivan koeficijent lovnosti „q“ mreže GOC 73, već je u obzir uzeta teoretska vrijednost $q = 1$. Sukladno navedenom gustoća populacije je izražena kao indeks brojnosti, odnosno indeks biomase po jedinici površine (Gramolini i sur., 2005).

Indeks brojnosti i indeks biomase izračunat je pomoću računalnog programa AtrIS (engl. AdriaMed Trawl Information System) prema sljedećoj formuli:

$$I = \sum_{i=1}^N W_i \times \bar{x}$$

gdje je:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^{ni} x_{i,j}}{\sum_{j=1}^{ni} A_{i,j}} \quad i \quad W_i = \frac{A_i}{A}$$

$\bar{x}$ - srednja vrijednost izmjerenih uzoraka po jedinici površine u stratumu i ,

W_i - relativni udio stratuma i u ukupnoj površini istraživnog područja,

A - ukupna površina istraživnog područja,

N - ukupni broj stratuma na istraživnom području (A),

A_i - površina pojedinog stratuma i ,

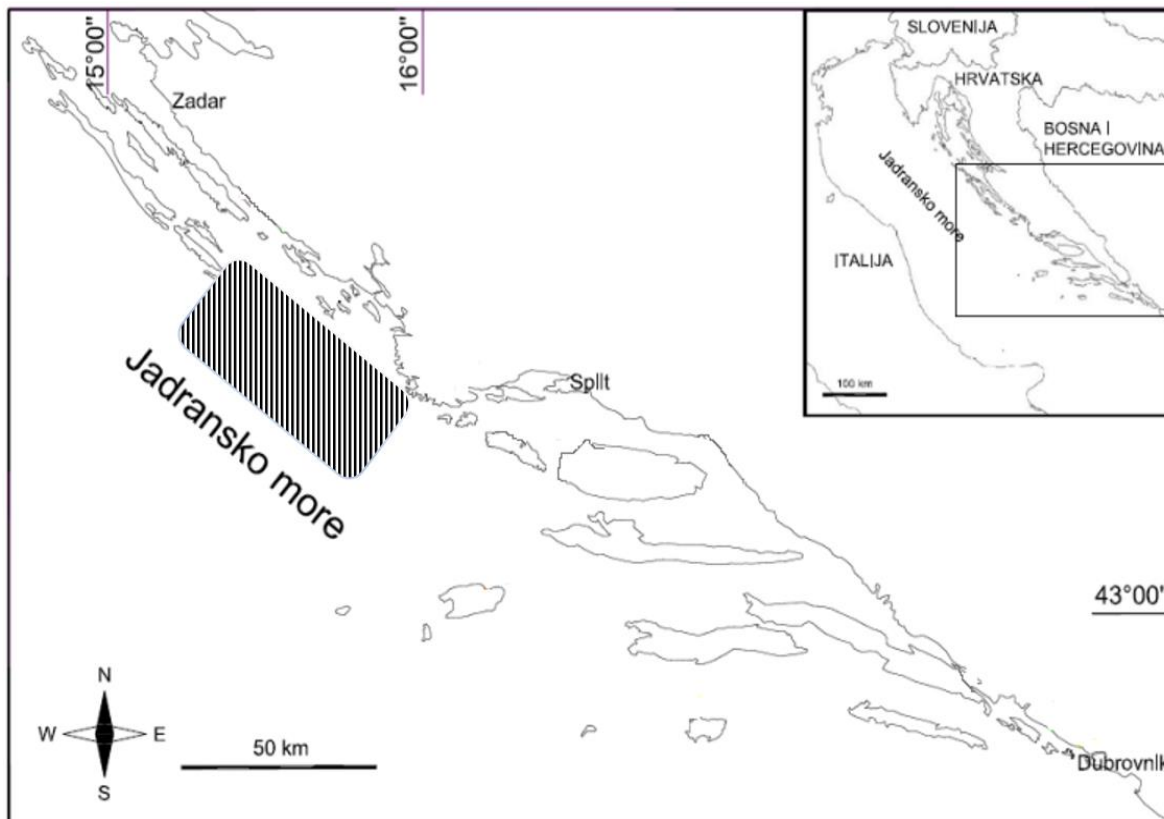
ni - broj potega u stratumu i ,

$A_{i,j}$ - prijeđena površina po potegu j u stratumu i ,

$x_{i,j}$ - izmjerena vrijednost uzorka u potegu j .

2.3. Mjesečna uzorkovanja na području otvorenog srednjeg Jadrana

Mjesečni uzorci vrste *Lepidorhombus boscii* (N=1070), prikupljeni su na području otvorenog srednjeg Jadrana u razdoblju od srpnja 2020. do lipnja 2021. kao dio komercijalnih lovina ostvarenih pridnenom povlačnom mrežom kočom na dubinama od 90 do 120 m (Slika 2.3.1.).



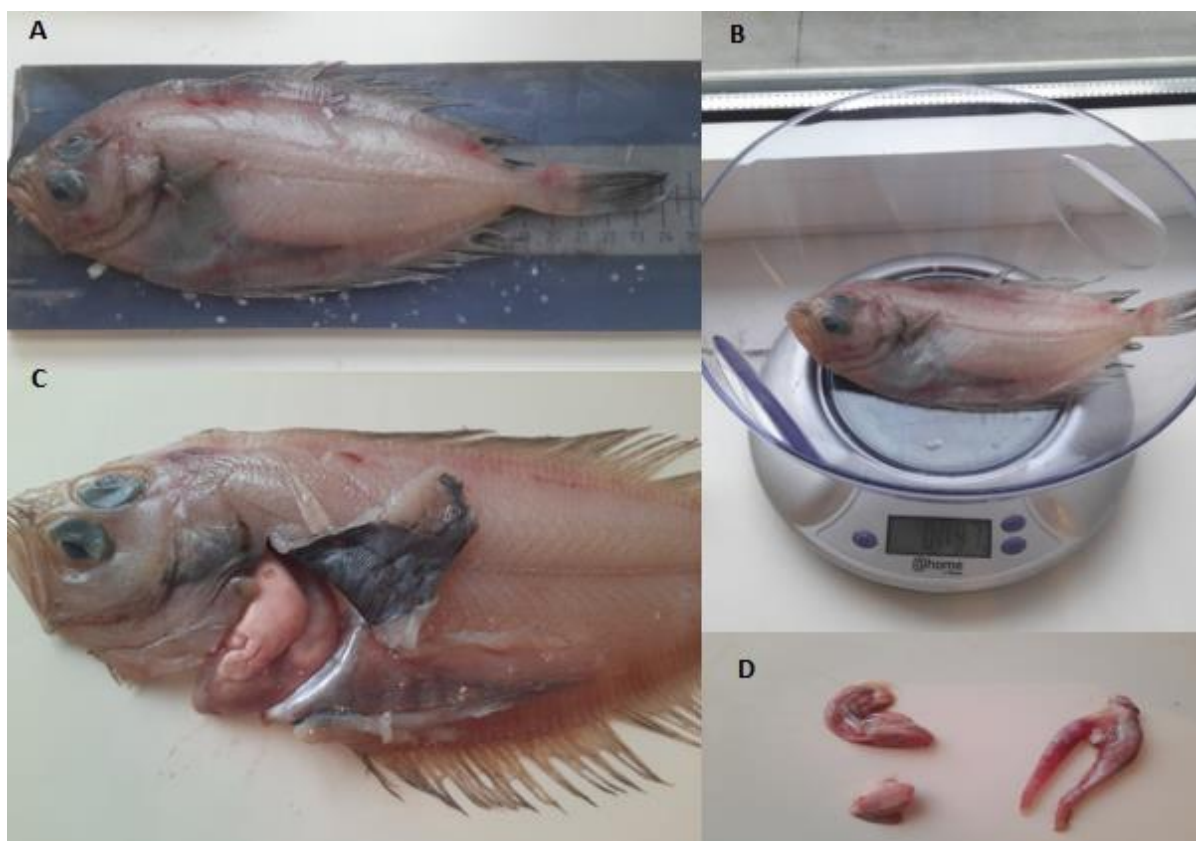
Slika 2.3.1. Područje uzorkovanja *Lepidorhombus boscii* u otvorenom srednjem Jadranu.

Jedinke su prikupljene pridnom povlačnom mrežom koćom ukupne duljine 45 metara (Slika 2.3.2.). Duljina ribarskog broda iznosila je 29,68 m, bruto tonaža 192, a snaga motora 530 kW. Veličina oka mrežnog tega sake romboidnog oblika iznosila je 50 mm. Poteg je u prosjeku trajao četiri do pet sati.



Slika 2.3.2. Ribarski brod Dišpet kojim se mjesečno uzorkovalo u srednjem Jadranu u razdoblju od srpnja 2020. do lipnja 2021. (izvor: Antonio Šunjić).

Nakon ulova i sortiranja mjesečni uzorci patarače crnopjege su pohranjeni na led i preneseni u laboratorij Sveučilišnog odjela za studije mora Sveučilišta u Splitu na daljnju obradu. Uzorci su uglavnom obrađivani odmah, a u slučajevima kada to nije bilo moguće, zamrznuti su na -18°C , te su naknadno obrađeni. Ukupna dužina tijela jedinki (Lt) mjerena je ihtiomrom s točnošću od 0,1 cm, dok su ostale morfometrijske veličine mjerene digitalnim pomičnim mjerilom s točnošću od 0,1 mm. Masa tijela mjerena je digitalnom vagom s točnošću od 1 g, a mase želuca, jetre i gonada mjerene su digitalnom vagom s točnošću od 0,01 g. Nakon vaganja, spol i stupanj zrelosti gonada određeni su makroskopski na temelju izgleda i relativne veličine gonada. Onim jedinkama kojima se spol nije mogao odrediti makroskopski, spol je određen promatranjem gonada pod lupom Olympus SZX10. Dio ovarija i testisa predviđenih za izradu histoloških preparata izvađeni su iz tijela analiziranih jedinki i pohranjeni u 4%-tnoj otopini formalina u plastičnim bočicama. Radi analize prehrane svim jedinkama su izvađeni želuci te su isti pohranjeni u 4%-tnoj otopini formalina. S ciljem određivanja starosti, izolirani su sagitalni otoliti riba i pohranjeni u plastične eppendorf epruvete do daljnje obrade (Slika 2.3.3.). Podatci mjesečnih uzorkovanja uneseni su i pohranjeni u bazu podataka u program Microsoft Excel 2010. Statističke analize napravljene su u R softveru (R core team, 2020).



Slika 2.3.3. Obrada uzoraka *Lepidorhombus boscii* - A- mjerenje ukupne dužine tijela; B- određivanje ukupne mase tijela; C, D- ekstrakcija jetre, želuca i gonada.

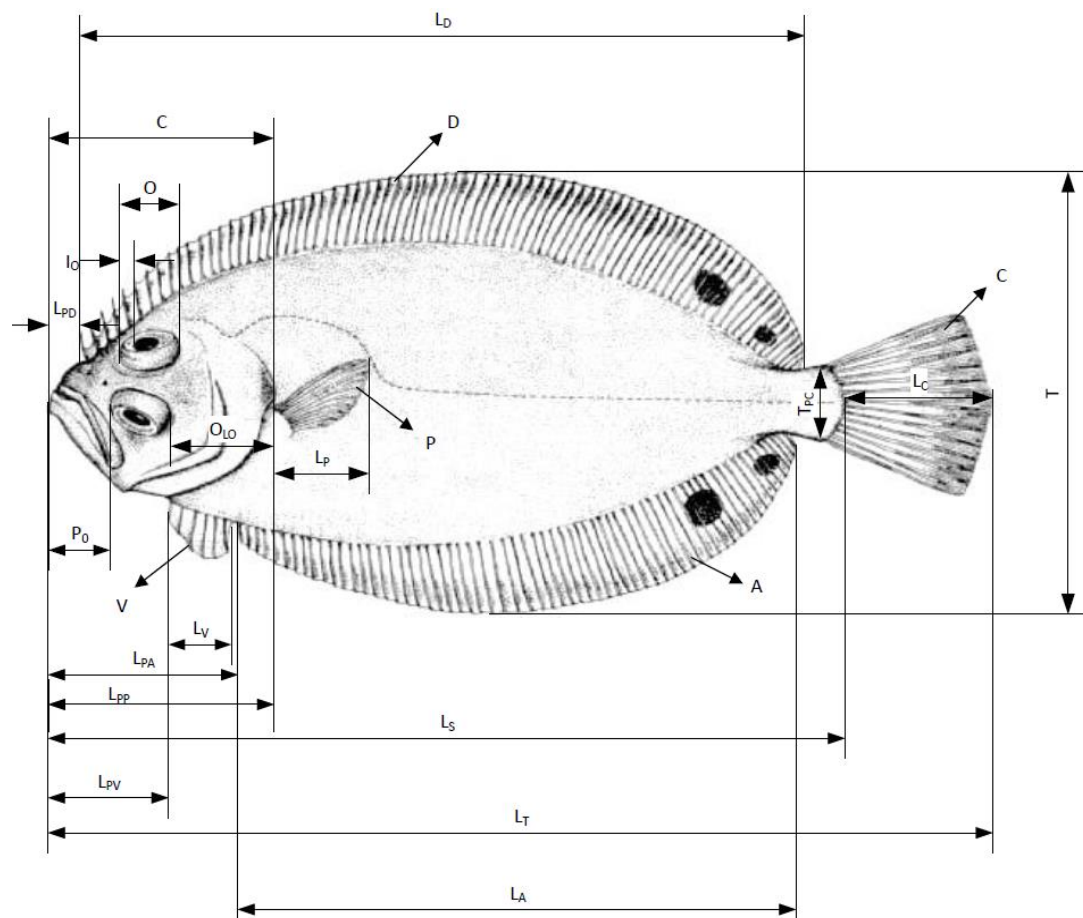
2.3.1. Biometrijska analiza

Biometrijska analiza i relativan rast određeni su na temelju nasumično odabranog uzorka koji se sastojao od 270 jedinki prikupljenih tijekom godine. Sva mjerenja su obavljena na svježim jedinkama.

Ukupna dužina tijela (L_t) izmjerena je ihtiomетrom s točnošću od 0,1 cm, dok su sve ostale biometrijske mjere uzimane digitalnim pomičnim mjerilom s točnošću od 0,1 mm. Broj kralježaka je određen na prethodno skuhanim jedinkama zbog lakšeg i preciznijeg brojanja kostiju. Analizirano je ukupno 18 morfometrijskih i 6 merističkih osobina (Slika 2.3.1.1.).

Analizirane su sljedeće morfometrijske mjere: ukupna dužina tijela (L_t), standardna dužina tijela (L_s), dužina glave (C), predleđna udaljenost (L_{pd}), predpodrepna udaljenost (L_{pa}), predprsna udaljenost (L_{pp}), predtrbušna udaljenost (L_{pv}), dužina osnovice leđne peraje (L_d), dužina osnovice podrepne peraje (L_a), dužina prsne peraje (L_p), dužina trbušne peraje (L_v), dužina repne peraje (L_c), najveća visina tijela (T), najmanja visina tijela / visina repnog drška (T_{pc}), promjer oka (O), širina međuočnog prostora (I_o), predočna udaljenost (P_o) i zaočna udaljenost (O_{lo}).

Od merističkih osobina analizirani su: broj šipčica leđne peraje (D), broj šipčica podrepne peraje (A), broj šipčica prsne peraje na okatom i slijepom boku (P), broj šipčica trbušne peraje (V), broj šipčica repne peraje (C), broj trupnih i repnih kralježaka ($Vert$).



Slika 2.3.1.1. Shematski prikaz tijela patare crnopjege *Lepidorhombus boscii*, s označenim mjerenim morfometrijskim veličinama (izvor: preuzeto i prilagođeno iz Encyclopedia of Life).

Prilikom obrade morfometrijskih i merističkih podataka korištene su mjere srednje vrijednosti, standardne devijacije i varijabilnosti. Za utvrđivanje razlika morfometrijskih i merističkih mjera između mužjaka i ženki korišten je *t-test*,

$$t = (x_1 - x_2) / (\sqrt{[(s_1^2 / N_1) + (s_2^2 / N_2)]})$$

gdje brojnik $(x_1 - x_2)$ predstavlja razliku aritmetičkih sredina, a nazivnik $\sqrt{[(s_1^2 / N_1) + (s_2^2 / N_2)]}$ standardnu pogrešku i razlike. Rezultati *t-testa* bili su statistički značajni ako je vjerojatnost nul-hipoteze $P < 0,05$.

Razlika između dviju aritmetičkih sredina je statistički značajna ako je dobivena razlika 1,96 odnosno gotovo dva puta veća od svoje standardne pogreške ($t > 1,96$).

Koeficijent varijabilnosti izračunat je pomoću sljedećeg izraza:

$$V = (s \times 100) / x$$

Relativni rast izražen je metodom linearne regresije, a prilikom analize u obzir su uzeti svi morfometrijski odnosi. Analizirano je ukupno dvanaest odnosa u usporedbi sa standardnom dužinom (*C/Ls*; *Ld/Ls*; *Lpd/Ls*; *La/Ls*; *Lpa/Ls*; *Lp/Ls*; *Lpp/Ls*; *Lv/Ls*; *Lpv/Ls*; *Lc/Ls*; *T/Ls*; *Tpc/Ls*), četiri odnosa u usporedbi s dužinom glave (*O/C*; *Io/C*; *Po/C*; *Olo/C*), odnos standardne i ukupne dužine tijela (*Ls/Lt*) i odnos najmanje i najveće visine tijela (*Tpc/T*).

2.3.2. Dužinsko-maseni odnos i omjer spolova

Za izračun dužinsko-masenog odnosa cjelokupnog uzorka (1070 jedinki) korišteni su podaci o ukupnoj dužini tijela (*Lt*) i masi tijela (*W*) analiziranih jedinki. Dužinsko-maseni odnos opisan je pomoću funkcionalne regresije (Ricker, 1975):

$$\log W = \log a + b \times \log Lt$$

odnosno pomoću sljedeće eksponencijalne jednadžbe:

$$W = a \times Lt^b$$

gdje je:

W - masa tijela (g),

Lt - ukupna dužina tijela (cm),

a i b - koeficijenti.

Ukoliko je vrijednost koeficijenta b veća od 3,0 ($b > 3$) onda je rast pozitivno alometrijski, odnosno prirast ribe je izraženiji u povećanju mase, nego u dužini tijela, a ukoliko je manja od 3,0 ($b < 3$) rast je negativno alometrijski, tj. prirast ribe je izraženiji u povećanju dužine tijela u odnosu na masu. Ako koeficijent b iznosi 3,0 ($b = 3$) rast je izometrijski, odnosno riba raste ravnomjerno i u dužinu i u masu, zadržavajući svoj uobičajeni oblik (Ricker, 1975).

Normalnost distribucije ispitana je Kolmogorov-Smirnov testom (Zar, 1999). Kako bi se potvrdilo jesu li vrijednosti koeficijenta b dobivene u linearnim regresijama statistički značajno različite od izometrijske vrijednosti ($b = 3$), procijenjen je 95% interval pouzdanosti ($CI_{95} \%$) (Bagenal & Tesch, 1978).

Omjer spolova analiziran je Chi-kvadrat testom prema formuli (Hollander & Wolfe, 1973):

$$\chi^2 = \sum (\mathbf{O}-\mathbf{E})^2 / \mathbf{E}$$

gdje je:

χ^2 - Chi - kvadrat test,

O - promatrane frekvencije,

E - očekivane frekvencije.

2.3.3. Indeks kondicije

Indeks kondicije određen je za sve analizirane jedinke pomoću kubičnoga ili Fultonova koeficijenta (Ricker, 1975) prema sljedećoj jednadžbi:

$$IK = 100 W \times L_t^{-3}$$

gdje je:

IK - indeks kondicije,

W - masa tijela (g),

L_t - ukupna dužina tijela (cm).

Normalnost distribucije ispitana je Shapiro-Wilk testom u R softveru (R Core Team, 2020) prema sljedećoj jednadžbi (Shapiro & Wilk, 1965).

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^n a_i x(i)\right)^2}{\left(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2\right)}$$

gdje je:

x_(i) - vrijednost uzorka,

x₍₁₎ - vrijednost najmanje vrijednosti u uzorku,

a_(i) - konstante generirane iz srednjih vrijednosti, varijanci i kovarijanci iz uzorka veličine n iz normalne distribucije.

Statističke razlike u indeksu kondicije između mužjaka i ženki ispitane su *t- testom*, dok su razlike u vrijednostima indeksa kondicije mužjaka i ženki između sezona ispitane analizom varijance (ANOVA) i Tukeyevim post-hoc testom u R softveru (R Core Team, 2020).

Analiza varijance ANOVA (Girden, 1992) izračunata je prema sljedećoj formuli:

$$S = \sum (X - \bar{x})^2 / (N - 1)$$

Tukey post-hoc test je izračunat prema sljedećoj formuli (Odeh & Evans, 1974):

$$HSD = \sqrt{q \frac{MS_w}{n_k}}$$

gdje je:

q - konstanta,

MS_w - srednja vrijednost (dobivena u ANOVA testu),

n_k - broj uzoraka u svakoj kategoriji.

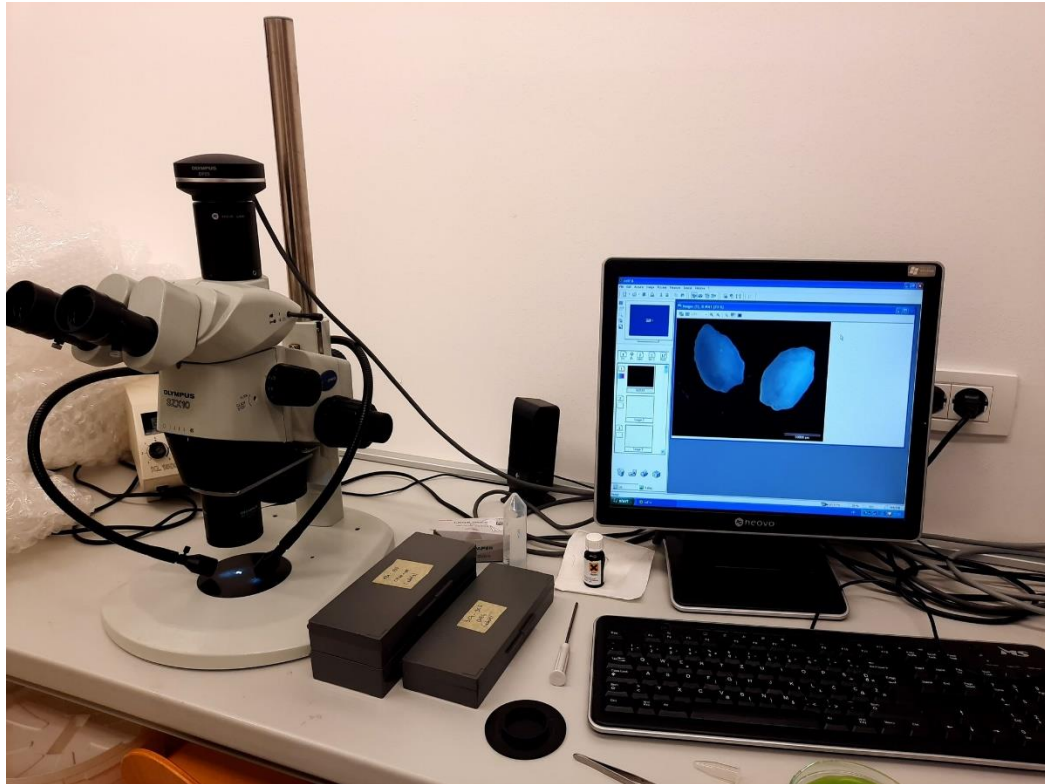
2.3.4. Starost i rast

Starost i rast lovljene populacije određena je na temelju analize otolita 921 jedinke. Za određivanje starosti korištena je direktna metoda očitavanja starosti pomoću sagitalnih otolita, odnosno brojanjem koncentričnih prstenova nastalih rastom u organsko-anorganskom matriksu otolita.

Otoliti su kalcificirane strukture smještene u trima šupljinama unutarnjeg uha (utriculus, sacculus i lagenae). Šupljine su obložene trepetljivim osjetilnim stanicama unutar kojih otoliti plivaju u endolimfatičnoj tekućini (Mendoza, 2006). Nalaze se kod svih riba iz nadreda Teleostei i služe kao organ za ravnotežu, ali također pomažu i osjetilu sluha. Tradicionalno se koriste s ciljem informiranja o klasifikaciji, starosti i veličini riba (Mendoza, 2006).

Od svakog para izoliranog iz jedinke nausmično je odabran jedan otolit kojemu je konveksna strana pobrušena u vodi uz pomoć finog brusnog papira. Zatim su obrušeni otoliti fotografirani na crnoj podlozi pod reflektirajućim svjetlom, korištenjem mikroskopske kamere Olympus DP-25 koja je postavljena na lupu Olympus SZX10 (Slika 2.3.4.1.). Pomoću fotografija obrušenih otolita određena je starost svake jedinke brojanjem tamnih (prozirnih) prstenova na otolitima. Svaki se godišnji prsten sastoji od neprozirne (opake) i prozirne (hijaline) zone, pa tako jedan zimski (hijalini) i jedan ljetni (opaki) prsten čine jednu navršenu godinu života ribe. Broj prstenova je razmjerni rastu otolita, a rast otolita starosti i rastu ribe. Rast

otolita je brži u toplijem nego u hladnijem dijelu godine kad je usporen ili u zastoju (Mendoza, 2006). S ciljem umanjivanja greške subjektivnog očitavanja i interpretiranja zona prirasta starost su očitavale dvije osobe, bez znanja o podacima vezanih za dužinu tijela i spola jedinke kojima otoliti pripadaju. Za analizu starosti i rasta koristili su se isključivo oni otoliti kod kojih su se oba očitavanja starosti u potpunosti podudarala. Oštećeni otoliti i oni na kojima nisu bili jasno vidljivi prsteni prirasta nisu uzeti u obzir prilikom analize.



Slika 2.3.4.1. Fotografiranje otolita *Lepidorhombus boscii* pod stereoskopom Olympus SZX10 povezanim s programom Cell' A.

Rast *L. boscii* opisan je Von Bertalanffyevom jednadžbom rasta (Beverton & Holt, 1957):

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

gdje je:

L_t - ukupna duljina tijela (cm) pri starosti t ,

L_{∞} - asimptotska vrijednost duljine L_t ,

k - koeficijent rasta,

t_0 - inicijalni kondicijski parametar ili teoretska starost pri duljini L_0 .

S ciljem utvrđivanja statistički značajnih razlika u parametrima rasta između spolova korišten je *t-test*.

2.3.5. Smrtnost

Smrtnost *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu određena je na poduzorku od 921 jedinke. Koeficijent ukupne smrtnosti (Z) određen je metodom linearizirane krivulje ulova (eng. Length-Converted Catch Curve, LCCC) s konstantnim vremenskim intervalima, korištenjem podataka o starosti vrste dobivenih analizom rasta pomoću otolita.

Linearizirani dio krivulje predstavlja logaritam broja ulovljenih primjeraka u godišnjim klasama koje su pod punom ribolovnom eksploatacijom i njihove starosti, a nagib dobivenog regresijskog pravca predstavlja ukupnu smrtnost (Z) (Sparre & Venema, 1998).

Prirodna smrtnost (M) određena je pomoću Taylorove formule (Taylor, 1958):

$$M = (2,996 \times K) / (2,996 + K \times t_0)$$

gdje su K i t_0 parametri dobiveni iz von Bertalanffyeve jednadžbe.

Koeficijent ribolovne smrtnosti (F) određen je iz vrijednosti koeficijenata ukupne (Z) i prirodne (M) smrtnosti prema jednadžbi:

$$F = Z - M$$

Eksploatacijski omjer (E) određen je temeljem vrijednosti koeficijenata ribolovne (F) i ukupne (Z) smrtnosti prema jednadžbi:

$$E = F / Z$$

2.3.6. Kemijska analiza otolita

Uz pomoć HR-L2MS masenog spektrometra s laserskom ablacijom (LDI, eng. Laser Desorption Ionization) i L2MS (eng. Two-step Laser Mass Spectrometry) (Slika 2.3.6.1.) analizirana je koncentracija taloženih kemijskih elemenata (metala) i organskih spojeva na otolitima. Analiza je provedena u Laboratoriju za fiziku lasera, atoma i molekula na Sveučilištu Lille u Francuskoj. Cilj je bio detektirati kemijski sastav otolita *L. boscii* iz istočnog Jadrana. Eksperimenti su izvedeni korištenjem visoke rezolucije u LDI i L2MS načinu rada. Deset uzoraka otolita je snimljeno u pozitivnom i negativnom spektru. Fluentnost desorpcije je varirala te su za svaki uzorak snimljena tri spektra.



Slika 2.3.6.1. HR-L2MS maseni spektrofotometar - Laboratorij za fiziku lasera, atoma i molekula, Sveučilište u Lilleu (izvor: <https://phlam.univ-lille.fr/recherche/pmi/equipements/spectrometre-hr-l2ms>).

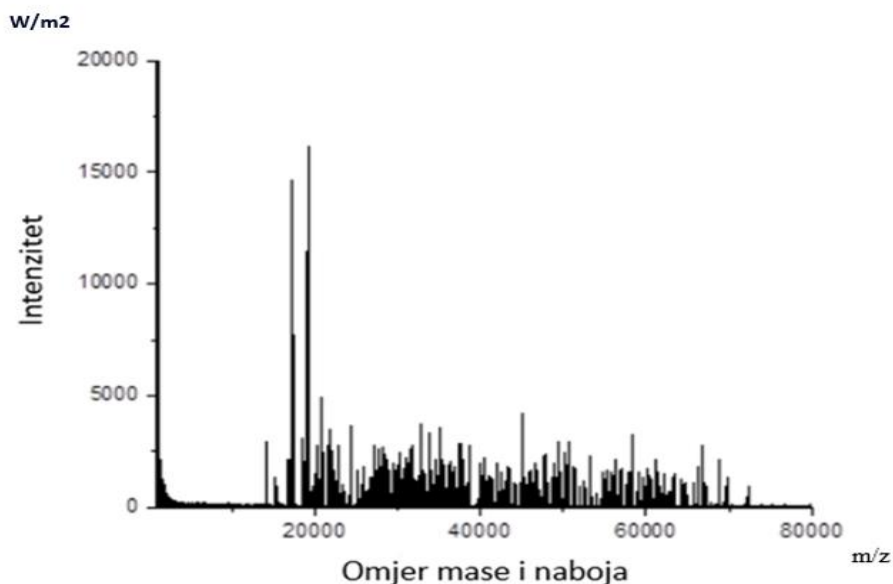
Sagitalni otoliti isprani su vodom, očišćeni od mekog tkiva, isprani Milli-Q vodom te osušeni na zraku. Nakon toga, uzorci su pričvršćeni na bakreni držač uzorka pomoću bakrene trake ispod uzorka i uvedeni u ionski izvor masenog spektrometra. Prilikom provođenja svakog eksperimenta, za desorpciju je korišten Nd:YAG laser valne duljine 266 nm (puls 4ns, brzina ponavljanja 10Hz). Laser se fokusira na površinu cijelog otolita normalnim upadom na točku od $\approx 150 \mu\text{m}$. Energija po laserskom impulsu sustavno se mijenjala za uzorke. Provedeno je nekoliko eksperimenata na svakom otolitu kako bi se odredili koraci za povećanje energije prema laserskom impulsu koji stvara značajnu razliku u spektru mase. Na primjer, korištenjem energije desorpcije prema laserskom impulsu = $50 \mu\text{J}$ (fluence= $283 \text{mJ}/\text{cm}^2$), snimljeni spektar nije pokazao značajne pikove (tj. pojavljuje se nekoliko pikova vrlo niskog intenziteta i $S/N=2-3$). Nadalje, spektri snimljeni za energiju po laserskom impulsu = 100 i $150 \mu\text{J}$ (fluence = 566 odnosno $850 \text{mJ}/\text{cm}^2$) također nisu pokazali značajne razlike, ali povećanje energije na $200 \mu\text{J}$ (fluence= $1130 \text{mJ}/\text{cm}^2$) pokazalo je razliku u spektrima mase. Različite energije prema laserskom impulsu, a koje su korištene za eksperimente su: $100 \mu\text{J}$, $200 \mu\text{J}$, $350 \mu\text{J}$, $600 \mu\text{J}$ i 1mJ što odgovara fluencijama: $566 \text{mJ}/\text{cm}^2$, $1131 \text{mJ}/\text{cm}^2$, $1980 \text{mJ}/\text{cm}^2$, $39,95 \text{mJ}^5$ i $39,95 \text{cm J}$.

Kod L2MS način rada, za ionizaciju je korišten Nd:YAG laser valne duljine 266 nm (puls 4 ns, brzina ponavljanja 10 Hz). Ionizacijska zraka oblikovana je u pravokutni lim veličine $1 \text{mm} \times 10 \text{mm}$. Energija po laserskom impulsu za ionizacijski laser održavana je na 8mJ (fluence= $80 \text{mJ}/\text{cm}^2$). Kašnjenje između desorpcije i ionizacijskih laserskih impulsa bilo je $13 \mu\text{s}$.

Maseni spektri dobiveni su u pozitivnom i negativnom načinu rada pomoću 9 masenih prozora (intervala) koji pokrivaju raspon 38-900m/z (masa/ broj naboja iona) s relativno ravnom funkcijom prijenosa. Utvrđeno je da je površinski kemijski sastav uzoraka nehomogen. Dakle, za svaki uzorak i za određeni laserski fluent dobivena su 3 masena spektra. Tijekom snimanja spektra, uzorak se kontinuirano pomicao u smjeru x i y s veličinom koraka od $150 \mu\text{m}$ s ciljem da se pokušaju prekriti cijele površine uzoraka (što je više moguće) u svakom pojedinačnom ciklusu. Jedno pokretanje se sastoji od 50 ciklusa, tj. spektar dobiven iz jednog pokretanja je zbroj spektara dobivenih tijekom 450 ($50 \text{ ciklusa} \times 9 \text{ masenih prozora}$) laserskih snimaka. Eksperimenti sustavno započinju na pojedinom uzorku s najnižim fluencijom desorpcije, a pozitivni i negativni spektri su dobiveni prije povećanja fluenta na višu vrijednost.

2.3.6.1. Kalibracija mase otolita

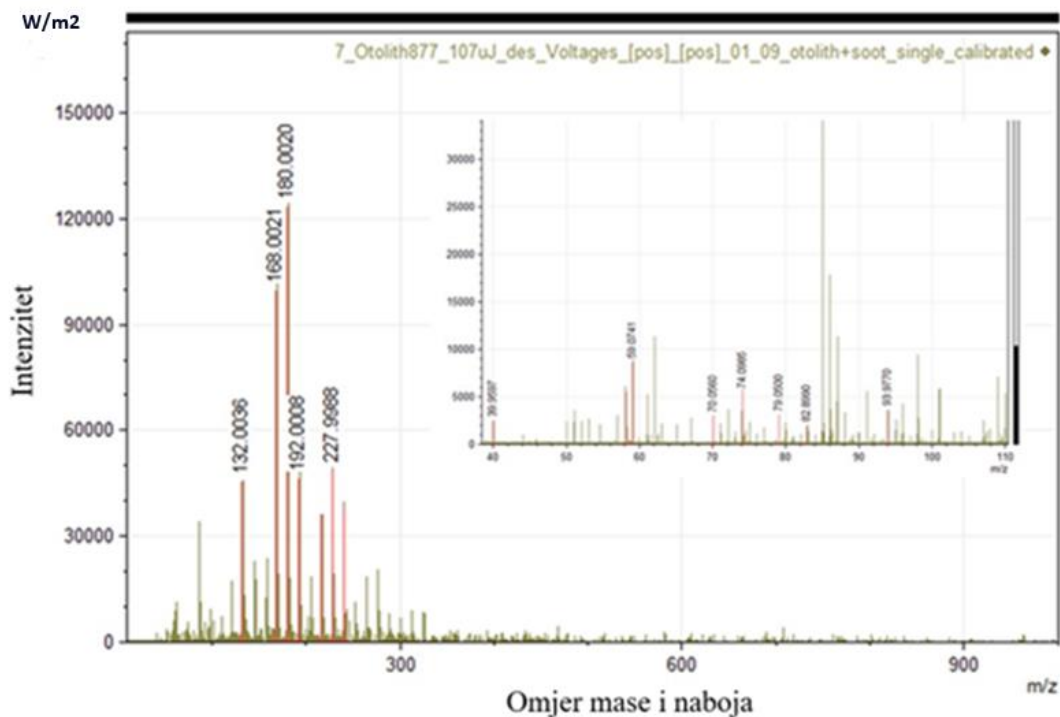
Spektar dobiven s fluencijom desorpcije 283mJ/cm^2 pokazao je nekoliko pikova s vrlo niskim intenzitetom i niskim omjerom S/N. Međutim, kada je fluentnost desorpcije povećana na 565 mJ/cm^2 , pojavilo se mnoštvo pikova. Tipični spektar (eng. In time of flight scale – pojam se temelji na vremenskoj razlici između emisije signala i njegovog povratka do senzora, nakon što ga objekt reflektira) dobiven korištenjem fluentne desorpcije = 565mJ/cm^2 prikazan je na slici 2.3.6.1.1.



Slika 2.3.6.1.1. Tipični spektar otolita *Lepidorhombus boscii* dobiven korištenjem fluentne desorpcije= 565mJ/cm^2 .

Nije bilo moguće kalibrirati gornji spektar korištenjem općenito korištenih *time of flight* vrijednosti za ugljikove klastere. Zaseban eksperiment izveden je smanjenjem fluentne desorpcije na 410 mJ/cm^2 ili energije po ionskom pulsu = $70\text{ }\mu\text{J}$, ispod ove vrijednosti, spektar je pokazao pikove vrlo niskog intenziteta i ukupne ionske struje.

S ciljem kalibracije masenih spektara, izveden je zaseban skup eksperimenata gdje su otoliti i dizelska čađa stavljeni (odvojeno) na držač uzorka. Spektri su dobiveni i u pozitivnom i u negativnom načinu rada koristeći isti fluent desorpcije i ionizacije kao što je već spomenuto. Tijekom snimanja spektra, držač uzorka pomican je u smjeru x i y tako da su čađa i otolit analizirani u jednom ciklusu, tj. spektar generiran iz jednog ciklusa sastoji se od spektra iz otolita i iz čađe. Spektar je zatim kalibriran korištenjem pikova iz klastera ugljika koji dolaze iz uzorka čađe. Nakon kalibracije spektra, identificirani su neki od pikova koji dolaze iz otolita, a isti su korišteni za kalibraciju ostalih uzoraka otolita. Kalibrirani spektar dobiven za fluenciju desorpcije=565mJ/cm² prikazan je na slici 2.3.6.1.2. Isti koraci ponovljeni su za sve fluente desorpcije.



Slika 2.3.6.1.2. Kalibrirani spektar (otolit i čađa). Označeni pikovi pokazuju vrh koji proizlazi iz čađe dok su označeni pikovi na dodatnoj slici oni koji dolaze iz otolita.

2.3.7. Analiza kristalne strukture otolita

Prilikom fotografiranja sagitalnih otolita uočeno je da su otoliti pojedinih jedinki “prozirni”, odnosno da su nepravilno kalcificirani i da nisu pravilno ciklički taloženi. Takvi otoliti su izdvojeni i ponovno fotografirani na većem povećanju (Slika 2.3.7.1.), a zatim je uz pomoć rendgenskog difraktometra Siemens D5000 (Slika 2.3.7.2.) napravljena analiza kristalne strukture istih, njih ukupno 19. Analiza 19 otolita je provedena u Laboratoriju za tanke filmove na Institutu Ruđer Bošković u Zagrebu.



Slika 2.3.7.1. Primjeri nepravilno kalcificiranih otolita iz uzorka (A, B, C, D) u usporedbi sa pravilno kalcificiranim otolitima (E, F).

Uzorci otolita očišćeni su od mekog tkiva, isprani, usitnjeni te su položeni (prah je razmazan) na silicijsku pločicu dimenzije 2x2 cm². Napravljena je tzv. simetrična rendgenska difrakcija (θ -2 θ XRD) gdje je uzorak mirovao, a izvor i točkasti detektor su simetrično (simultano) povećavali kut prema uzorku za 0,025° za svaku točku snimanja (vrijeme snimanja točke 70 s) u rasponu kuteva 20-70°. Dobiveni difraktogrami su obrađeni u programu OriginLab. Dobiveni spektri klasificirani su prema JCPDS bazi (eng. International Centre for Diffraction Data).



Slika 2.3.7.2. Rendgenski difraktometar za tanke filmove (izvor: Krešimir Salamon).

2.3.8. SEM analiza otolita

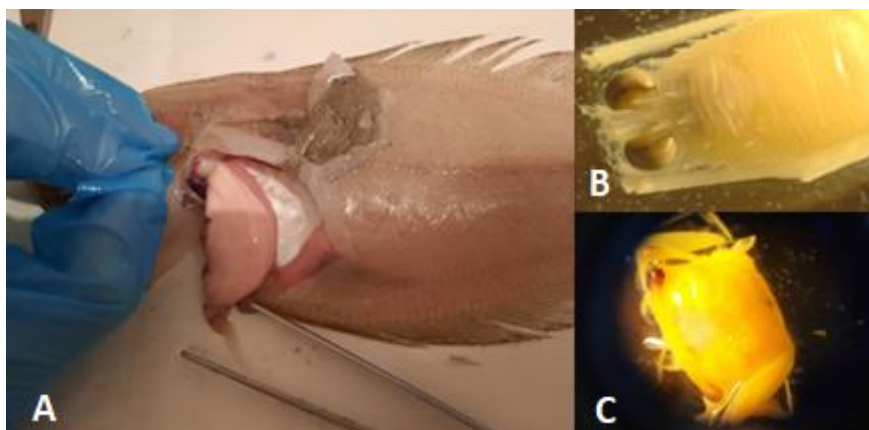
Skenirajuća elektronska mikroskopija primijenjena je u fotografiranju površina pravilnih i nepravilnih otolita (aragonit i kalcit) na povećanjima od 10, 20, 50 i 100 μm s ciljem prikazivanja morfoloških razlika u otolitima različite kristalne strukture. Analizirano je deset pravilnih uzoraka otolita (aragonit) i deset nepravilnih otolita (kalcit). Uzorci su fotografirani na skenirajućem elektronskom mikroskopu Tescan Vega TS5136LS u Laboratoriju za materijale na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu (Slika 2.3.8.1.).



Slika 2.3.8.1. Skenirajući elektronski mikroskop Tescan Vega TS5136LS
(izvor: Suzana Jakovljević).

2.3.9. Ishrana

Ishrana vrste *L. boscii* određena je kvalitativno-kvantitativnom analizom sastava hrane pronađene u želucima 1069 jedinki sakupljenih tijekom provedenih mjesečnih istraživanja na području srednjeg Jadrana. Želuci su izvađeni iz tijela, izvagani zajedno sa sadržajem s točnošću od 0,01 g i potom pohranjeni u 4%-tnoj otopini formaldehida. Analiza sadržaja želuca sastojala se u determinaciji pronađenog plijena, pomoću stereomikroskopa, do najniže moguće taksonomske kategorije ovisno o stupnju razgrađenosti (Slika 2.3.9.1.). Nakon toga je određen ukupni broj jedinki i masa svakog plijena u probavilu. Masa plijena je određena uz pomoć digitalne vage Steinberg BASIC (SBS-TW-500/10) s preciznošću od 0,01 g. Analizirana je ishrana mužjaka, ženki i ukupnog uzorka tijekom svih sezona te ishrana nezrelih ($Lt \leq 20$ cm) i zrelih jedinki ($Lt > 20$ cm) koja je napravljena je na osnovu dužine prve spolne zrelosti.



Slika 2.3.9.1. *Lepidorhombus boscii*: A- sekcija želuca u svrhu analize sadržaja ishrane, B i C- dijelovi rakova pronađeni u želucu patarače crnopjege.

Za opisivanje ishrane i kvantitativne procjene osnovnih kategorija hrane izračunati su sljedeći hranidbeni indeksi (Hureau, 1970; Berg, 1979; Rossechi & Nouaze, 1987):

1. postotak učestalosti pojavljivanja (%F): omjer broja probavila koja sadrže određeni plijen (n) i broja ukupno analiziranih probavila u kojima je pronađena hrana (N):

$$\%F = (n / N) \times 100$$

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

$$\%N = (np / Np) \times 100$$

3. postotak mase (%W): odnos ukupne mase jedinki određene taksonomske skupine (wp) i ukupne mase jedinki svih pronađenih skupina (Wp):

$$\%W = (wp / Wp) \times 100$$

Za analizu ishrane i lakšu usporedbu razlika u sastavu hrane različitih dužinskih kategorija i različitih sezona, izračunati su sljedeći koeficijenti koji su proizašli iz ranije navedenih hranidbenih indeksa:

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

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

2. koeficijent osnovnih tipova hrane (MFI) (Zander, 1982):

$$\text{MFI} = [(\%N + \%F) / 2] \times \%W$$

prema kojem postoje 4 različita tipa hrane:

- neophodna hrana (MFI > 75),
- glavna hrana (MFI = 52 – 75),
- dodatna (sekundarna) hrana (MFI = 26 – 51) i
- slučajna (sporedna) hrana (MFI < 26);

3. koeficijent hranjivosti (Q) (Hureau, 1970):

$$Q = \%N \times \%W$$

prema kojem se hrana pronađena u analiziranim probavilima može svrstati u 3 skupine:

- glavna hrana (Q > 200; teoretski najviše 10000),
- dodatna (sekundarna) hrana (Q = 20 – 200) i
- slučajna (sporedna) hrana (Q < 20; obično između 0 i 10).

4. koeficijent punoće probavila (%Jr) (Hureau, 1970):

$$\%Jr = (\text{masa probavljene hrane} / \text{masa ribe}) \times 100$$

5. koeficijent praznoće probavila (%V) (Hureau, 1970):

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

gdje je:

Er - broj praznih probavila,

N - ukupan broj svih analiziranih probavila.

Napravljena je usporedba kvalitativno-kvantitativnog sastava ishrane po sezonama. Analiza je provedena korištenjem parametarskog multivarijatnog modela u programu PRIMER 7 (Clarke & Gorley, 2015). Sličnost u sastavu ishrane među skupinama analizirana je pomoću Sørensen-Dice koeficijenta sličnosti koji radi na principu Bray-Curtisovog koeficijenta sličnosti i prisutstva odnosno odsustva podataka prema sljedećoj jednadžbi (Clarke & Warwick 1994):

$$S_{jk} = 100 \times \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{jk}|}{\sum_{i=1}^p |y_{ij} + y_{jk}|} \right\}$$

gdje je:

S_{jk} - sličnost sastava ishrane jedinki j i k ,

y_{ij} - broj primjeraka/ vrste hrane u želucu jedinke j ($i = 1, 2, \dots, p$; $j = 1, 2, \dots, n$),

y_{ik} - broj primjeraka/ vrste hrane u želucu jedinke k ($i = 1, 2, \dots, p$; $j = 1, 2, \dots, n$).

Sezonska obilježja ishrane prikazana su putem MDS-a (engl. Multi-Dimensional Scaling) (Young i sur., 1978). Obzirom da su rezultati prikazani kao srednje vrijednosti, na slikama su prikazane 95% *bootstrap* regije za 100 *bootstrap* poduzoraka, što odgovara 95% intervalima povjerenja. MDS-om je međusobna sličnost sastava hrane u probavilima prikazana pomoću udaljenosti - sličnije jedinke su ucrtane bliže, a što je sličnost manja jedinke su udaljenije na MDS prikazu. Neparametrijski jednosmjerni ANOSIM test (Clarke, 1993) korišten je kako bi se utvrdilo postoje li značajne razlike u ishrani patarače crnopjege obzirom na sezonu. R vrijednosti dobivene testom kreću se u granicama od 0 do 1 te ukazuju na razlike u kvalitativno-kvantitativnom sastavu ishrane među sezonama, pri čemu manja R vrijednost označava manju razliku među pojedinim sezonama.

Osim želuca, izolirana je i izvagana jetra svih jedinki, organ čija je uloga između ostalog, skladištenje probavljenih hranjivih tvari. Hepatosomatski indeks je povezan s gonadosomatskim indeksom, zbog procesa vitelogeneze koji sintetizira vitelogenin u hepatopankreasu i indicira lučenje estradiola (Hismayasari i sur., 2015). Vitelogenin se izlučuje u krv i prenosi u oocite uzrokujući nakupljanje žumanjka. Nakupljanje žumanjka uzrokuje promjene u veličini oocita te

dovodi do ukupnog povećanja mase ovarija. Aktivnost vitelogeneze povećava hepatosomatski, ali i gonadosomatski indeks (Hismayasari i sur., 2015).

Hepatosomatski indeks (HSI) je izračunat prema sljedećoj formuli:

$$\text{HSI} = (\text{masa jetre/masa ribe}) \times 100$$

2.3.10. Razmnožavanje i razvoj gonada

Reproduktivni ciklus *L. boscii* u istočnom Jadranu opisan je na temelju gonada izoliranih iz 1069 jedinki prikupljenih tijekom dvanaest mjesečnih uzorkovanja.

Spol i stupnjevi zrelosti gonada određeni su na osnovu makroskopskog izgleda i veličine gonada. U slučajevima kada makroskopski nije bilo moguće točno utvrditi spol, napravljen je razmaz gonada na predmetnome stakalcu, i uz pomoć mikroskopa je određen spol.

Za određivanje stupnjeva zrelosti, odnosno prepoznavanje pojedinih razvojnih stadija gonada prikupljenih tijekom jednogodišnjeg istraživanja na području istočnog Jadrana, upotrijebljena je skala prema Holden & Raitt (1974) (Tablica 2.3.10.1.).

Tablica 2.3.10.1. Morfološki izgled i stupnjevi zrelosti gonada ženki i mužjaka *Lepidorhombus boscii* prema Holden & Raitt (1974).

Stadij	Ženke	Mužjaci
I	Ovariji su tanki, prozirni i crvenkasto-roze boje. Jaja nisu vidljiva golim okom.	Testisi su tanki, bjelkasti, gotovo prozirni.
II	Ovariji su crvenkasto-roze boje i prozirni, slabo prokrvljeni, promjer je povećan, a oocyte počinju biti vidljive te su prozirne.	Testisi su povećani te poprimaju mliječno bijelu boju.
III	Jajnici su povećani, čvrsti, narančasto-crvene boje, dobro prokrvljeni, oocyte su neprozirne i jasno vidljive golim okom.	Testisi su veliki, mliječno bijele boje, mekani na dodir, sperma ne izlazi pri pritisku na abdomen ribe.
IV	Jajnici su veliki, narančasto-roze boje i dobro prokrvljeni, jaja su velika i prozirna, izlaze na abdominalni pritisak.	Testisi su veliki, mlohavi i mekani, bijele boje, a sperma izlazi na abdominalni pritisak.
V	Jajnici su mlohavi, tamno crveni usred pucanja folikula, vidljive su zaostale oocyte.	Testisi su mlohavi s nešto preostale sperme, boja je mliječno-krvava.

Razdoblje mriješta određeno je temeljem učestalosti pojavljivanja spolno zrelih jedinki tijekom svakog mjeseca, analizom gonadosomatskog indeksa te histološkom analizom.

Gonadosomatski indeks (GSI) je izračunat pomoću jednadžbe:

$$\text{GSI} = (\text{Wg} / \text{W}) * 100$$

gdje je:

Wg - masa gonada,

W - masa tijela (g).

Odnos između udjela spolno zrelih jedinki i ukupne dužine tijela (Y) opisan je logističkim modelom prema jednadžbi:

$$Y = 1/(1 + \exp(a-b \times X))$$

gdje je:

X - ukupna dužina tijela (Lt),

a i b - parametri logističke jednadžbe.

Na temelju parametara a i b logističke jednadžbe određene su dužine pri kojima je 25% (Lt_{25%}), 50% (Lt_{50%}) i 75% (Lt_{75%}) jedinki spolno zrelo:

$$\text{Lt}_{25\%} = (a - \ln 3) / b$$

$$\text{Lt}_{50\%} = a / b$$

$$\text{Lt}_{75\%} = (a + \ln 3) / b$$

Dobivena vrijednost Lt_{50%} predstavlja tzv. dužinu prve spolne zrelosti, odnosno dužinu kod koje je približno 50% jedinki u populaciji spolno zrelo. Grafički prikazi napravljeni su u paketu sizeMath u R softweru.

2.3.10.1. Fekunditet

Za određivanje fekunditeta analizirano je ukupno 30 gonada zrelih ženki kojima su prebrojane oocite iz poduzoraka uzetih s prednjeg, srednjeg i stražnjeg dijela ovarija. Svaki poduzorak izvagan je s točnošću od 0,01 g, potom je stavljen u petrijevu zdjelicu koja je sadržavala kap destilirane vode te su uz pomoć lupe prebrojane oocite.

Fekunditet (F) je određen temeljem sljedeće jednadžbe (Laevast, 1965):

$$F = (W_{ov} / W_u) * N_u$$

gdje je:

W_{ov} - masa ovarija,

W_u - masa odabranog uzorka ovarija,

N_u - broj oocita u odabranom uzorku ovarija.

Odnosi između fekunditeta i ukupne dužine tijela, mase tijela, gonadosomatskog indeksa i starosti opisani su metodom linearne regresije.

2.3.10.2. Histološka analiza gonada

Za potrebe ovog dijela istraživanja analizirane su gonade 115 jedinki, od toga 55 mužjaka i 60 ženki. Histološki preparati napravljeni su hematoksilin eozin tehnikom bojanja (Tablica 2.3.10.2.1. i Tablica 2.3.10.2.2.) i pomoću mikroskopa Leica DMC 4500 u program LAS (eng. Leica Application Suite). Promjer oocita određen je u programu AxioVision 4.8. Gonade su obrađene histološkom tehnikom koju je opisao Ramos (1986).

Tablica 2.3.10.2.1. Postupak dehidracije korišten u pripremi histoloških preparata gonada mužjaka i ženki *Lepidorhombus boscii*.

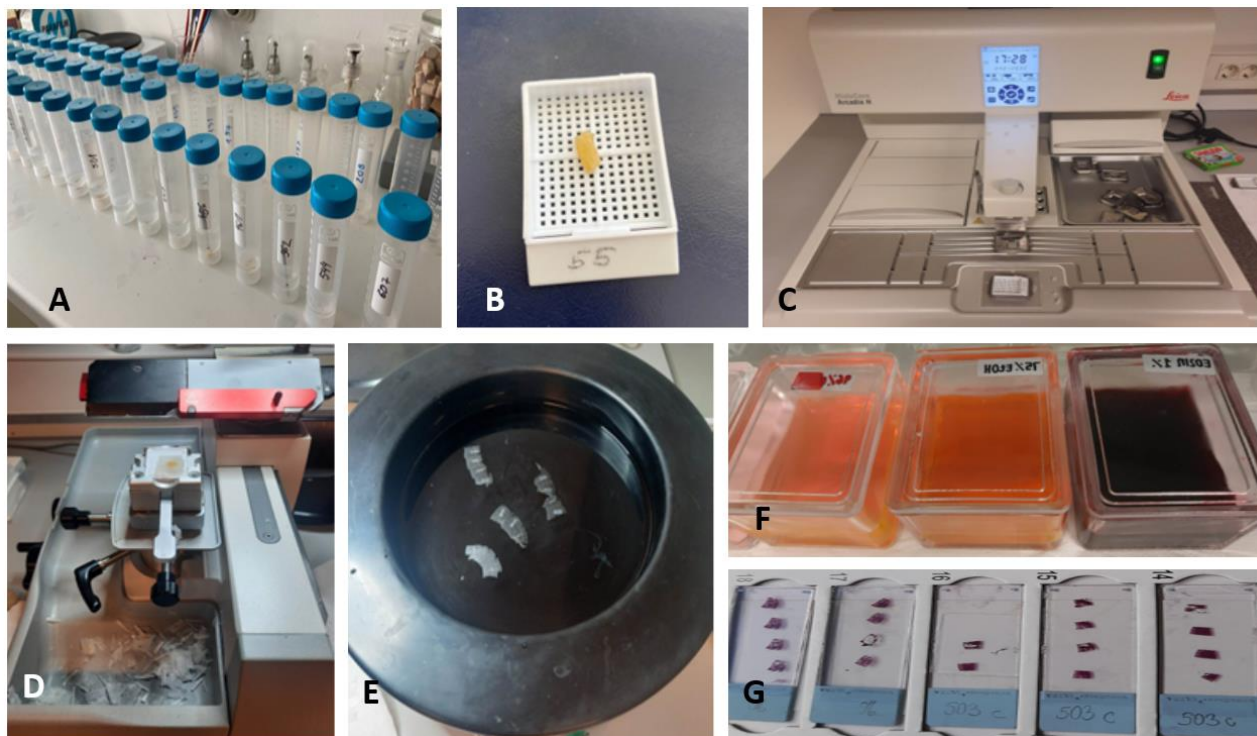
Alkohol (%)	Vrijeme (h)
75	1
96	2
96	1
100	1
100	2 (može ostati i preko noći)

Nakon dehidracije, uslijedio je proces istiskivanja alkohola iz tkiva u ksilenu (s ciljem impregnacije tkiva), tri puta u trajanju od 15 do 20 minuta. Nakon što je ksilen zamijenio alkohol, tkivo postaje prozirno i uklapa se u parafin. Tkivo se provlači kroz tri parafinske kupelji na temperaturi od 58 °C u trajanju od jednog sata u svakoj kupelji. Nakon uklapanja u parafinsku kupelj izrađeni su parafinski blokovi ulijevanjem parafina u metalne kalupe. Parafinski blokovi ostavljeni su na sobnoj temperaturi dok parafin ne očvrсне. Tkiva u dobivenim parafinskim blokovima izrezana su kliznim mikrotomom na debljinu od 7 µm. Zatim je uslijedilo ravnanje u vodenoj kupelji i prenošenje na predmetno stakalce. Nakon što su osušeni na sobnoj temperaturi, parafinski rezovi su deparafinirani. Navedenim procesom je pomoću ksilena i etanola uklonjen parafin. Deparafiniranje ksilenom napravljeno je dva puta po pet minuta. Nakon toga uzorci su stavljani po tri minute u otopinu 100 %, 96 % te 75 % etanola. Nakon deparafiranja rezovi su isprani u destiliranoj vodi te obojani hematoksilin-eozin tehnikom. Postupak bojanja histoloških preparata naveden je u tablici 2.3.10.2.2.

Tablica 2.3.10.2.2. Postupak bojanja histoloških preparata gonada mužjaka i ženki *Lepidorhombus boscii*.

	Vrijeme (h)
ksilol 1	5 min
ksilol 2	5 min
100 % etanol	3 min
96 % etanol	3 min
75 % etanol	3 min
destilirana voda	ispiranje
hematoksilin	15 min
topla obična voda	10 min
2 % eozin	2 min
75 % etanol	kratko ispiranje
96 % etanol	2 min
100 % etanol	2 min
ksilol 3	5 min
ksilol 4	5 min

Nakon što su histološki preparati gonada izrađeni i osušeni u struji toplog zraka, analizirani su pod mikroskopom Leica DMC 4500 na raznim povećanjima (100, 200 i 500 μm). Cijeli postupak izrade histoloških preparata prikazan je na slici 2.3.10.2.1..



Slika 2.3.10.2.1. Postupak izrade histoloških preparata: A- dehidracija kroz alkohol; B- rezanje uzoraka i polaganje u kazete; C- uklapanje u parafin; D- rezanje blokova na mikrotomu sa čeličnom oštricom; E- odrezani blokovi prije polaganja na predmetno stakalce; F- bojanje preparata; G- sušenje preparata.

Za opisivanje razvojnih stadija muških spolnih stanica upotrebljena je terminologija prema Grier (1981) te Grier & Uribe-Aranzábal (2009). Razvojne stadije možemo razlikovati obzirom na veličinu i smanjenjem bazofilnog obojenja spolnih stanica mužjaka. Razvojni stadiji oocita standardizirani su prema Yamamoto (1956) i Tyler & Sumpter (1996), dok je klasifikacija atretičkih i poslijeovulacijskih oocita kategorizirana prema Hunter & Macewicz (1985a) te Hunter i sur. (1985b) (Tablica 2.3.10.2.3.).

Tablica 2.3.10.2.3. Razvojni stadiji spolnih stanica ženki i mužjaka *Lepidorhombus boscii*.

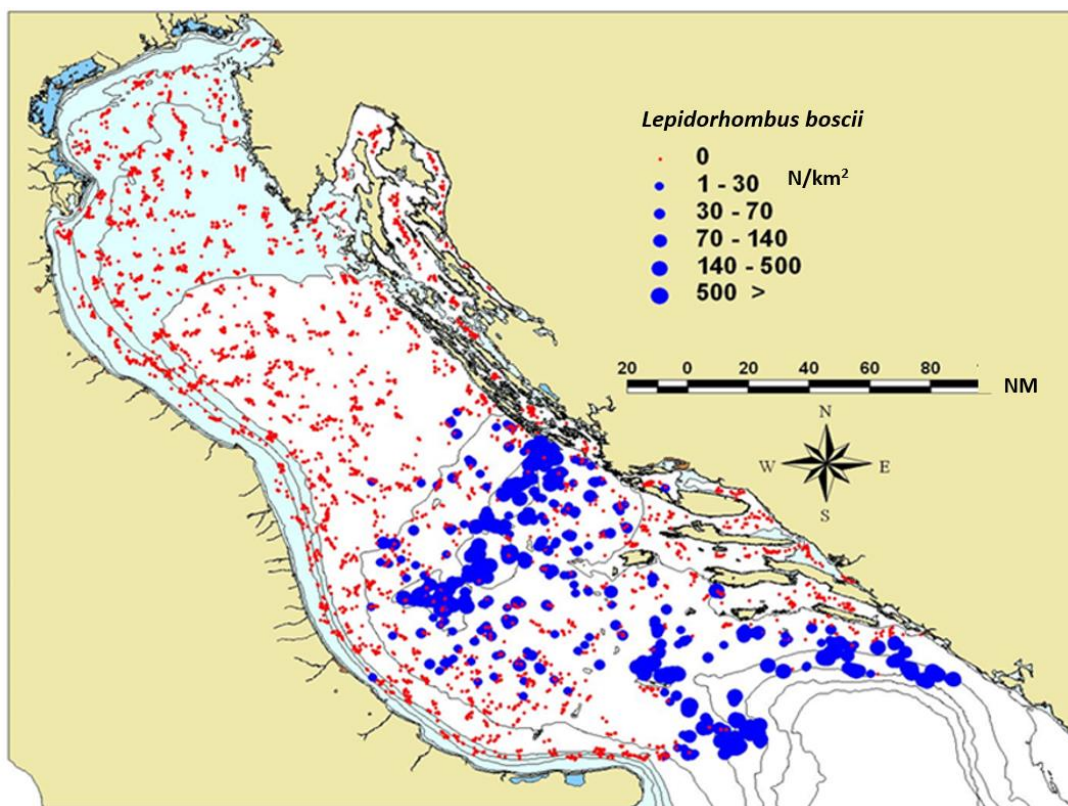
Stadij	Ženke	Mužjaci
I.	Germinativno tkivo ovarija sadrži oogonije koje se pojavljuju pojedinačno ili u skupinama. Oogonije se razvijaju u previtelogene oocite koje su podijeljene u nekoliko stadija (kromatin nukleolus, perinuklearni i stadij kortikalnih alveola). Oocite su u kromatin nukleolus stadiju, koji karakteriziraju male okrugle stanice kojima je citoplazma vrlo tanka i slabo bazofilna, te u ranom perinuklearnom stadiju kod kojih je citoplazma homogena i bazofilna. Brojne relativno velike bazofilne jezgrice s povećanom aktivnošću javljaju se na periferiji jezgre.	Vidljive su stanice spermatogonija. Okrugle srednje velike stanice s jezgrom koja sadržava mnogo kromatina, položene su uz bazalnu membranu.
II.	U ovom stadiju vidljive su oogonije i oocite u kasnom perinuklearnom stadiju kod kojeg je vidljiv kromatinski materijal raspršen u jezgri. Na periferiji jezgre, u neposrednoj blizini membrane, vidljive su brojne kružne jezgrice. Citoplazma je podijeljena u dvije koncentrične zone: unutarnju gustu i bazofilnu te vanjsku manje gustu i blago bazofilnu. Spljošteni folikularni ovoj oko oocita može označavati kraj ovog stadija, koji čini posljednji stupanj primarnoga rasta. U ovom stadiju vidljive su i oocite u stadiju kortikalnih alveola kod kojih se na periferiji formira uska zona manjih kortikalnih alveola, a pojedine se vakuole pojavljuju u bazofilnom ovoj citoplazme oko jezgre. Jezgra sadrži brojne jezgrice, koje se grupiraju u prsten blizu jezgrine membrane.	Vidljive su spermatogonije u prvoj fazi spermatogeneze. Dijelimo ih u dvije kategorije: A ili osnovne stanice i B ili sekundarne stanice. A-spermatogonije dijele se na način da polovica njih i dalje ostaju A-spermatogonije, a preostale postaju B-spermatogonije. B-spermatogonije dalje se mitotički dijele i postupno rastu te se u konačnici diferenciraju u spermatocite. Sve A-spermatogonije ostaju nediferencirane i predstavljaju rezervu sjemenskog epitela.
III.	U ovom stadiju dominiraju sekundarne oocite u stadiju kortikalnih alveola sa žumanjčanim granulama, vidljive su i oocite u kasnom perinukleolus stadiju te vitelogene oocite. Vitelogeneza počinje pohranjivanjem granula proteinskog žumanjca na periferiji oocita. U ovom stadiju dolazi do	Prisutne su reproduktivne stanice u svim fazama spermatogeneze (spermatogoniji, spermatocite I. i II. reda, spermatide). Spermatocite II. reda manje su od spermatocita I. reda i nalaze se bliže lumenu sjemenog kanalića.

	multipliciranoga povećanja broja i pomicanja većine kortikalnih alveola. Masne kapljice se povećavaju i raspršuju između žumanjčanih kapljica. Trajanjem vitelogeneze citoplazma postaje manje bazofilna. Oocyte ostaju u ovom stadiju dok ne nastave mejozu, kao odgovor na hormonalnu stimulaciju, ili do atrezije oocita.	
IV.	Oocyte vidljive u ranijem stadiju još su uvijek prisutne, međutim prevladavaju one oocyte koje su u stadiju migracije jezgre. U ovom stadiju razvoja, jezgra sadržava veći broj jezgrića te migrira prema periferiji. Nakon toga dolazi do spajanja proteinskih žumanjčanih granula i masnih kapljica. Oocyte zbog hidratacije naglo povećavaju svoj volumen, a citoplazma ostaje okružena zonom radiatom.	U sjemenovodu su prisutni zreli spermatozoidi. Zastupljene su spermatogonije koje služe kao rezervni materijal za sljedeću sezonu mrijesta. Spermatozoidi su vidljivi u bočnim kanalima.
V.	Prevladavaju oocyte u stadiju migracije jezgre, dolazi do naglog povećanja volumena stanice zbog hidratacije i ograničenog uzimanja proteina, dok jezgrina membrana nestaje. Uočljiva je prisutnost postovulacijskih mjehurića.	U ovom stadiju pojavljuje se sjemena tekućina koja razrjeđuje spermatozoide.
VI.	Vidljivo je germinativno tkivo nepravilna oblika, oocyte u ranom perinuklearnom stadiju, atretične oocyte te postovulacijski mjehurići.	Vidljivi su ostaci spermatozoida koji će se razgraditi te spermatogonije.
VII.	Vidljivo je germinativno tkivo u procesu reorganizacije, tkivo sadrži atretične folikule i oocyte u perinuklearnom stadiju.	Testisi su djelomično ili potpuno ispražnjeni.

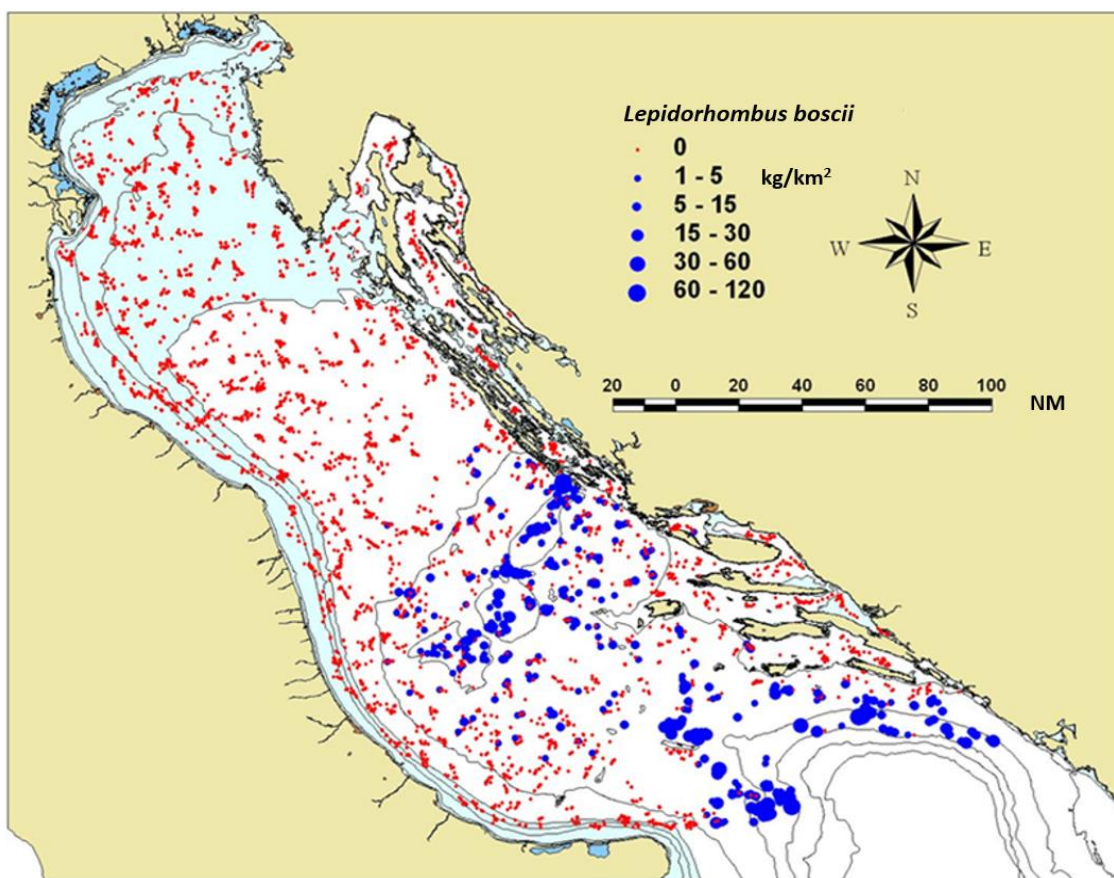
3. REZULTATI

3.1. Rasprostranjenost i gustoća naselja *Lepidorhombus boscii* u sjevernom i srednjem Jadranu

Rasprostranjenost *Lepidorhombus boscii* u sjevernom i srednjem Jadranu (GSA 17) prikazana je pomoću GIS sustava, na temelju podataka ekspedicije MEDITS od 1996. do 2021. godine. U navedenom razdoblju ukupno je ulovljeno 27720 jedinki ove vrste. Najveći indeksi brojnosti zabilježeni su na području otvorenog srednjeg Jadrana (Jabučka kotlina) i na rubovima Južnojadranske kotline, dok se u sjevernom Jadranu vrsta uopće nije lovila (Slike 3.1.1. i 3.1.2.). Prosječni indeks brojnosti populacije *L. boscii* tijekom ekspedicije MEDITS u GSA 17 iznosio je 11,87 N/km², a prosječni indeks biomase 0,69 kg/km². Raspon prosječnih indeksa brojnosti kretao se, ovisno o godini, u rasponu od 2,48 do 32,68 N/km², a indeks biomase u rasponu od 0,22 do 1,44 kg/km².



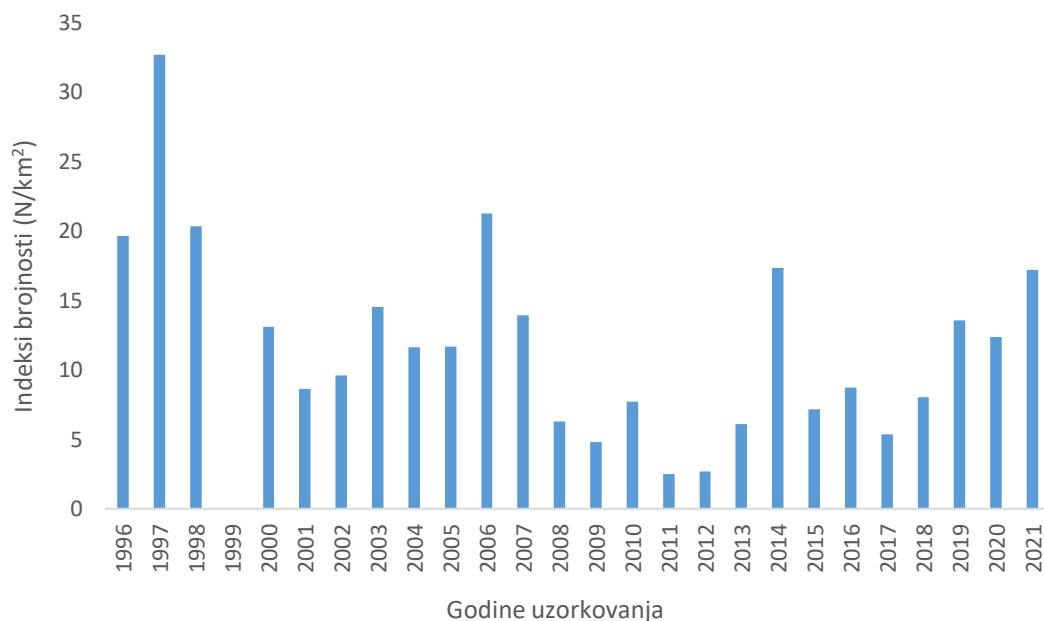
Slika 3.1.1. Rasprostranjenost i gustoća naselja *Lepidorhombus boscii* u zoni GSA 17 (N/km²) prema podacima ekspedicije MEDITS u razdoblju od 1996.- 2021. godine.



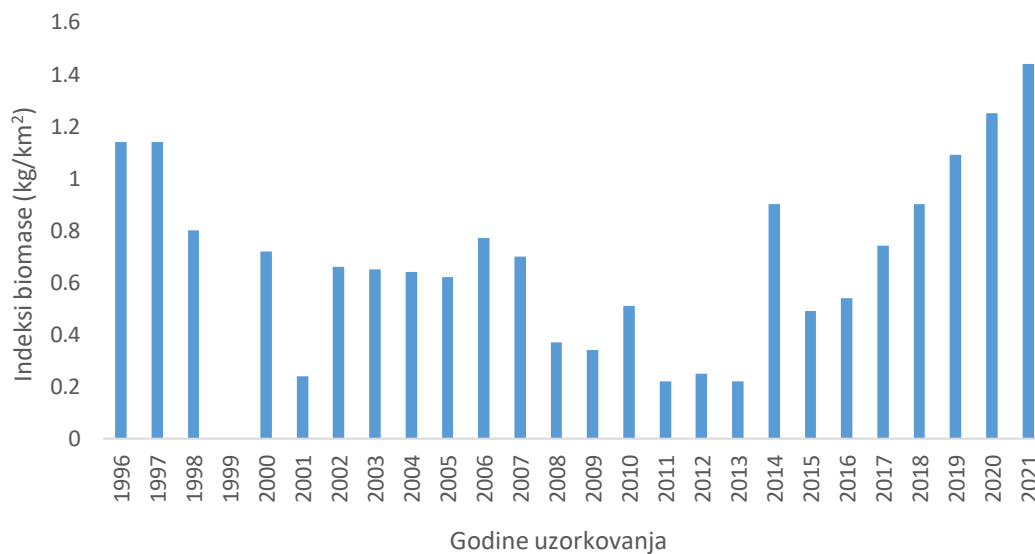
Slika 3.1.2. Rasprostranjenost i gustoća naselja *Lepidorhombus boscii* u zoni GSA 17 (kg/km^2) prema podacima ekspedicije MEDITs u razdoblju od 1996.- 2021. godine.

Najviše vrijednosti indeksa brojnosti u zoni GSA 17 zabilježene su 1997. godine ($32,68 \text{ N}/\text{km}^2$). Narednih godina dolazi do pada vrijednosti indeksa brojnosti sve do 2006. godine kada srednja vrijednost indeksa brojnosti iznosi $21,27 \text{ N}/\text{km}^2$. Sljedećih godina vrijednosti su u padu, te je 2011. godine zabilježena najmanja vrijednost indeksa brojnosti ($2,48 \text{ N}/\text{km}^2$). Nakon toga vrijednosti indeksa brojnosti su u porastu te su 2014. godine zabilježene vrijednosti indeksa brojnosti koji iznosi $17,33 \text{ N}/\text{km}^2$. Nakon 2014. godine, vrijednosti indeksa brojnosti su u padu, međutim 2021. godine su ponovno u porastu ($17,19 \text{ N}/\text{km}^2$) (Slika 3.1.3.).

Najniži indeksi biomase u zoni GSA 17 zabilježeni su 2011. godine ($0,22 \text{ kg}/\text{km}^2$), a nakon toga, 2014. godine indeks je u porastu ($0,90 \text{ kg}/\text{km}^2$). Naredne godine, 2015. zabilježen je ponovni pad ($0,49 \text{ kg}/\text{km}^2$), međutim već 2016. godine dolazi do rasta vrijednosti indeksa biomase koji je u porastu sve do 2021. godine kada su zabilježene najveće vrijednosti ($1,44 \text{ kg}/\text{km}^2$) (Slika 3.1.4.).



Slika 3.1.3. Srednje vrijednosti koeficijenta brojnosti (N/km²) *Lepidorhombus boscii* na području zone GSA 17 tijekom ekspedicije MEDITS u razdoblju od 1996. do 2021. godine.



Slika 3.1.4. Srednje vrijednosti indeksa biomase (kg/km²) *Lepidorhombus boscii* na području zone GSA 17 tijekom ekspedicije MEDITS u razdoblju od 1996. do 2021. godine.

3.1.1. Rasprostranjenost *Lepidorhombus boscii* po dubinama

Prema podacima ekspedicije MEDITS u razdoblju od 1996. do 2021. godine za područje GSA 17 raspon dubina na kojima patarača crnopjega obitava je od 61 do 659 m. Najveći indeksi brojnosti i biomase zabilježeni su u dubinskom stratumu od 200 do 500 m. Prosječna vrijednost indeksa brojnosti u zoni GSA 17 u dubinskom stratumu od 200 do 500 m iznosi 97,12 N/km², dok prosječna vrijednost indeksa biomase iznosi 6,1 kg/km². U dubinskom stratumu od 100 do 200 m prosječna vrijednost indeksa brojnosti iznosi 21,58 N/km², a indeksa biomase 1,52 kg/km². Sljedeći po zastupljenosti je dubinski stratum od 500 do 800 m, gdje prosječna vrijednost indeksa brojnosti iznosi 9,10 N/km², dok prosječna vrijednost indeksa biomase iznosi 1,01 kg/km². U najplićem dubinskom stratumu, od 10 do 50 m, nije zabilježen ulov ove vrste (Tablice 3.1.1.1. i 3.1.1.2.).

Tablica 3.1.1.1. Rasponi i srednje vrijednosti indeksa brojnosti (N/km²) *Lepidorhombus boscii* u GSA 17 po dubinskim stratumima.

	10 – 50 m	50 – 100 m	100 – 200 m	200 – 500 m	500 – 800 m
(N/km ²)	-	0 – 17,27	0,91 – 166,6	7,93 – 392,71	4,84 – 10,85
$\bar{x} \pm SD$	-	0,57 ± 2,49	21,58 ± 27,95	97,12 ± 97,12	9,10 ± 2,86

Tablica 3.1.1.2. Prosječni indeksi biomase (kg/km²) *Lepidorhombus boscii* u GSA 17 po dubinskim stratumima.

	10 – 50 m	50 – 100 m	100 – 200 m	200 – 500 m	500 – 800 m
(kg/km ²)	-	0 – 0,37	0,06 – 7,74	0,22 – 21,81	0,29 – 1,95
$\bar{x} \pm SD$	-	0,03 ± 0,08	1,52 ± 1,72	6,1 ± 5,14	1,01 ± 0,70

3.1.2. Dužinski sastav populacije *Lepidorhombus boscii* u zoni GSA 17 s obzirom na dubinu

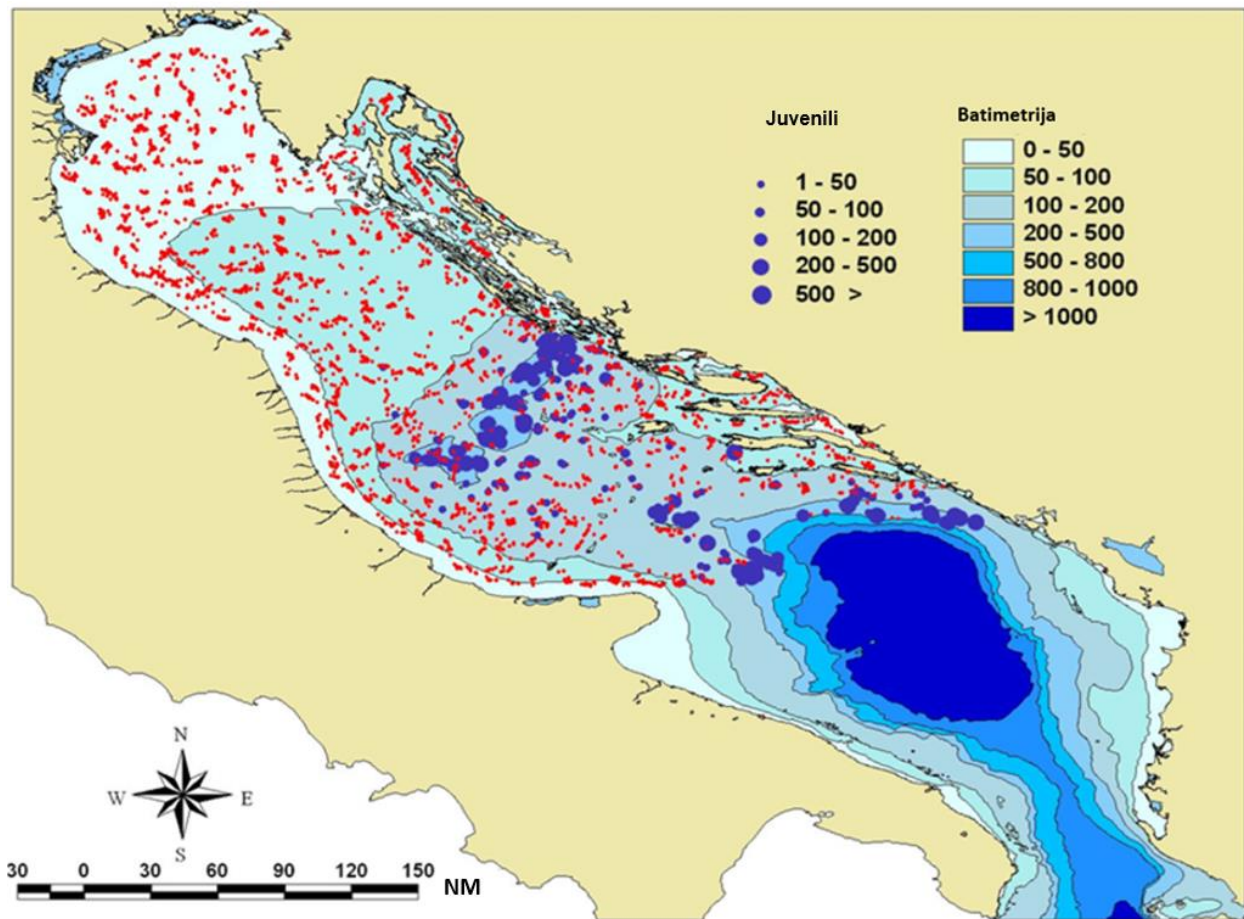
Dužine ulovljenih primjeraka *L. boscii* za vrijeme ekspedicije MEDITS kretale su se u rasponu od 35 do 380 mm ($347,50 \pm 202,07$ mm). Najveći dužinski rasponi zabilježeni su u dubinskom stratumu od 200 do 500 m (od 40 do 380 mm), dok je najmanji raspon zabilježen na dubinama od 500 do 800 m, na kojima su lovljeni isključivo veći primjerci (min. 200 mm) te je stoga i prosječna dužina primjeraka u tom dubinskom stratumu najveća ($226,25 \pm 34,24$ mm). Dužinski raspon i srednje vrijednosti dužine po dubinskim stratumima prikazani su u tablici 3.1.2.1.

Tablica 3.1.2.1. Dužinski raspon lovljene populacije *Lepidorhombus boscii* u GSA 17 po dubinskim stratumima.

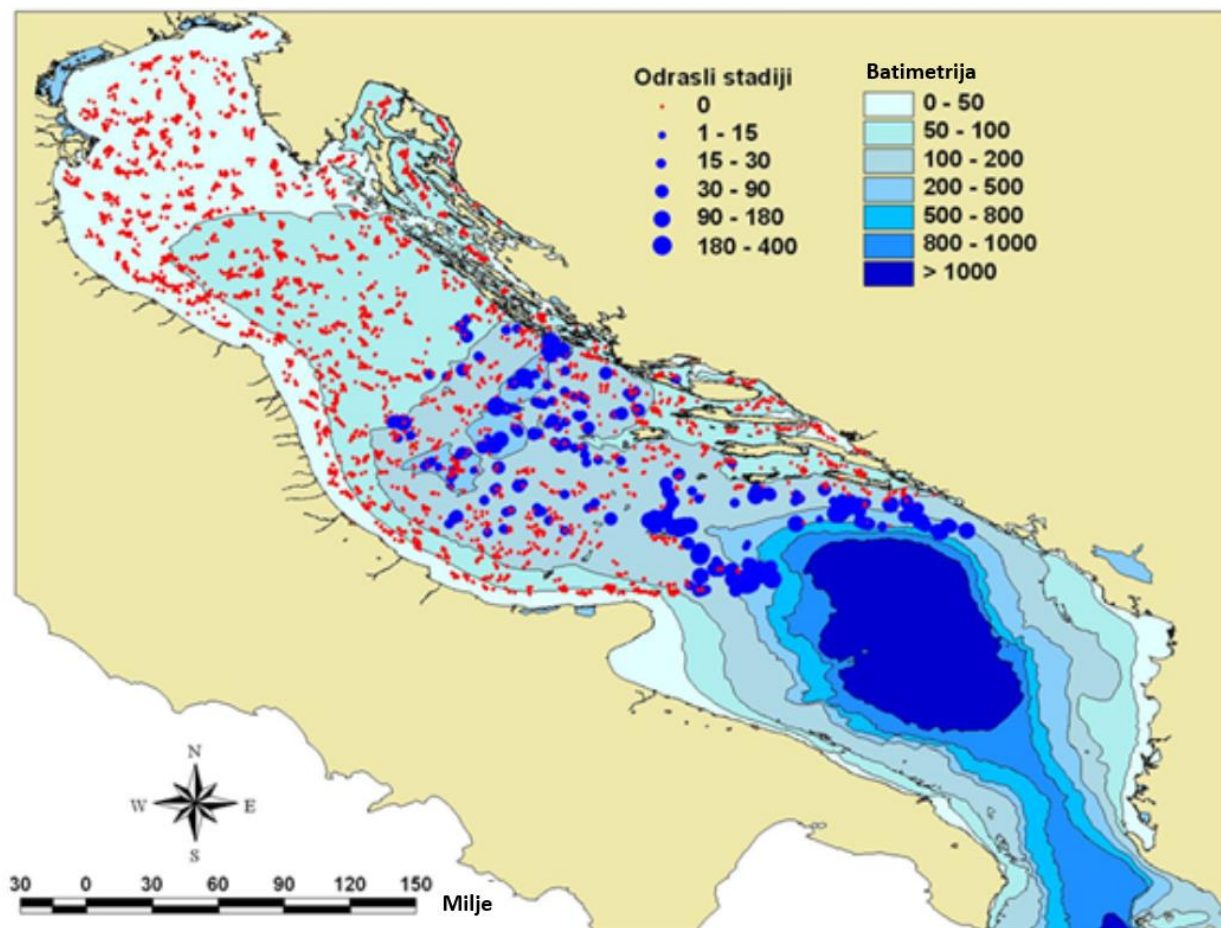
	10 – 50 m	50 – 100 m	100 – 200 m	200 – 500 m	500 – 800 m
Dužinski raspon (mm)	-	60 – 290	35 – 365	40 – 380	200 – 274
$\bar{x} \pm SD$	-	171, 85 $\pm$ 74,15	199,87 $\pm$ 63,88	186,04 $\pm$ 63,01	226, 25 $\pm$ 34,24

3.1.3. Rasprostranjenost juvenilnih i adultnih jedinki *Lepidorhombus boscii* u zoni GSA 17

Iz karata rasprostranjenosti prikazanih korištenjem indeksa brojnosti vidljivo je da nema gotovo nikakve razlike u području rasprostranjenosti juvenilnih i adultnih primjeraka patarače crnopjege u GSA 17. I juvenilne i adultne jedinke *L. boscii* obitavaju na području otvorenog srednjeg Jadrana posebice na širem području Jabučke kotline te na rubovima Južnojadranske kotline. U kanalskim područjima kao ni i u sjevernom Jadranu nisu registrirani ni juvenilni ni adultni primjerci ove vrste (Slika 3.1.3.1.A. i 3.1.3.1.B.).



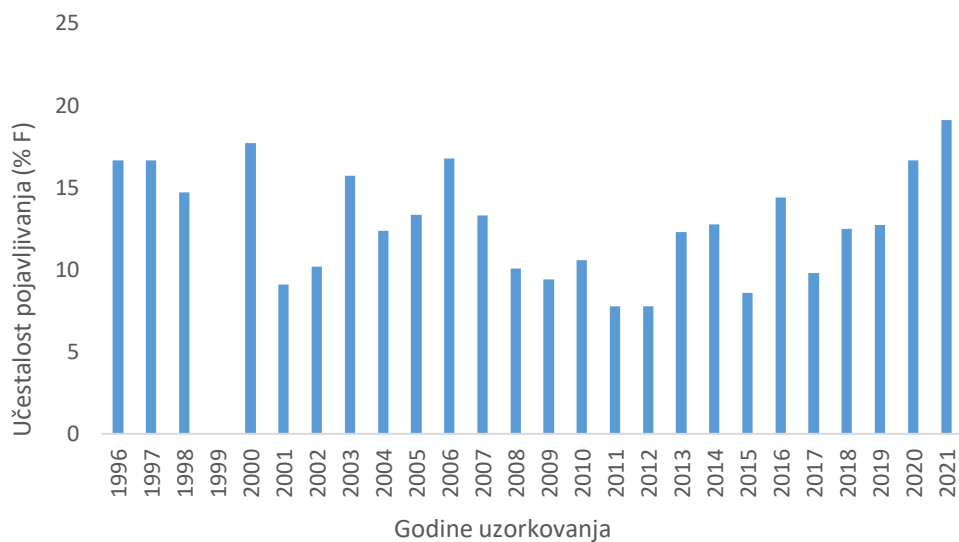
Slika 3.1.3.1.A. Rasprostranjenost i relativna brojnost (N/km^2) juvenilnih jedinki *Lepidorhombus boscii* tijekom ekspedicije MEDITS u razdoblju od 1996. do 2021. godine u zoni GSA 17



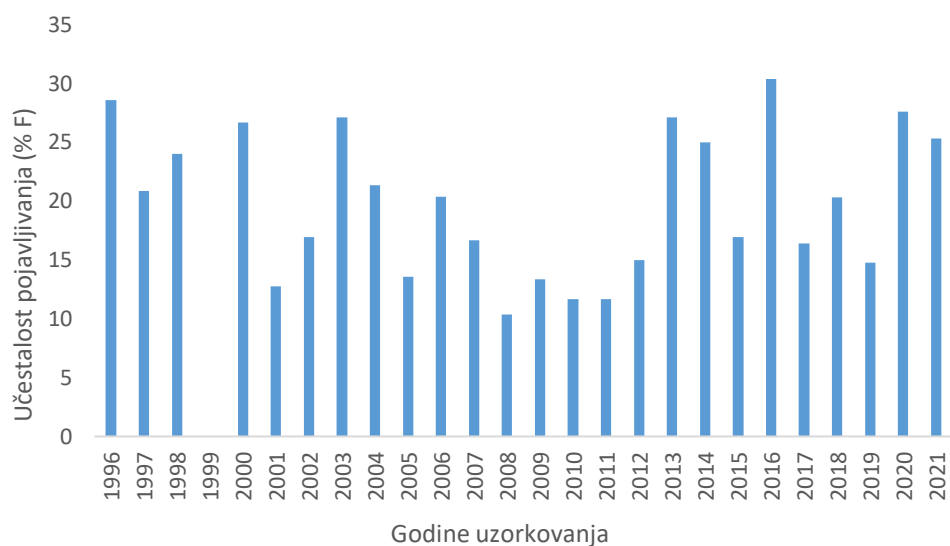
Slika 3.1.3.1.B. Rasprostranjenost i relativna brojnost (N/km^2) adultnih jedinki *Lepidorhombus boscii* tijekom ekspedicije MEDITS u razdoblju od 1996. do 2021. godine u zoni GSA 17.

3.1.4. Učestalost pojavljivanja *Lepidorhombus boscii*

Učestalost pojavljivanja predstavlja postotni udio broja postaja na kojima je vrsta ulovljena u ukupnom broju postaja (%F). Ova vrijednost izračunata je za vrstu *L. boscii* na cijelom području sjevernog i srednjeg Jadrana (GSA 17) te posebno za istočno dio sjevernog i srednjeg Jadrana prema podacima dobivenim tijekom ekspedicije MEDITS u razdoblju od 1996. do 2021. godine. Utvrđeno je da se prosječna godišnja vrijednost %F u GSA 17, kretala od 7,78 % do 19,10 %, a srednja vrijednost bila je 12,83 % (Slika 3.1.4.1.). Učestalost pojavljivanja *L. boscii* u istočnom dijelu sjevernog i srednjeg Jadrana bila je u prosjeku veća te se kretala od 10,34 % do 30,36 % sa srednjom vrijednošću od 19,78 % (Slika 3.1.4.2.).



Slika 3.1.4.1. Učestalost pojavljivanja (%F) vrste *Lepidorhombus boscii* na području sjevernog i srednjeg Jadrana (GSA 17) tijekom ekspedicije MEDITS u razdoblju od 1996.- 2021. godine.



Slika 3.1.4.2. Učestalost pojavljivanja (%F) vrste *Lepidorhombus boscii* na području istočnog dijela sjevernog i srednjeg Jadrana tijekom ekspedicije MEDITS 1996.- 2021. godine.

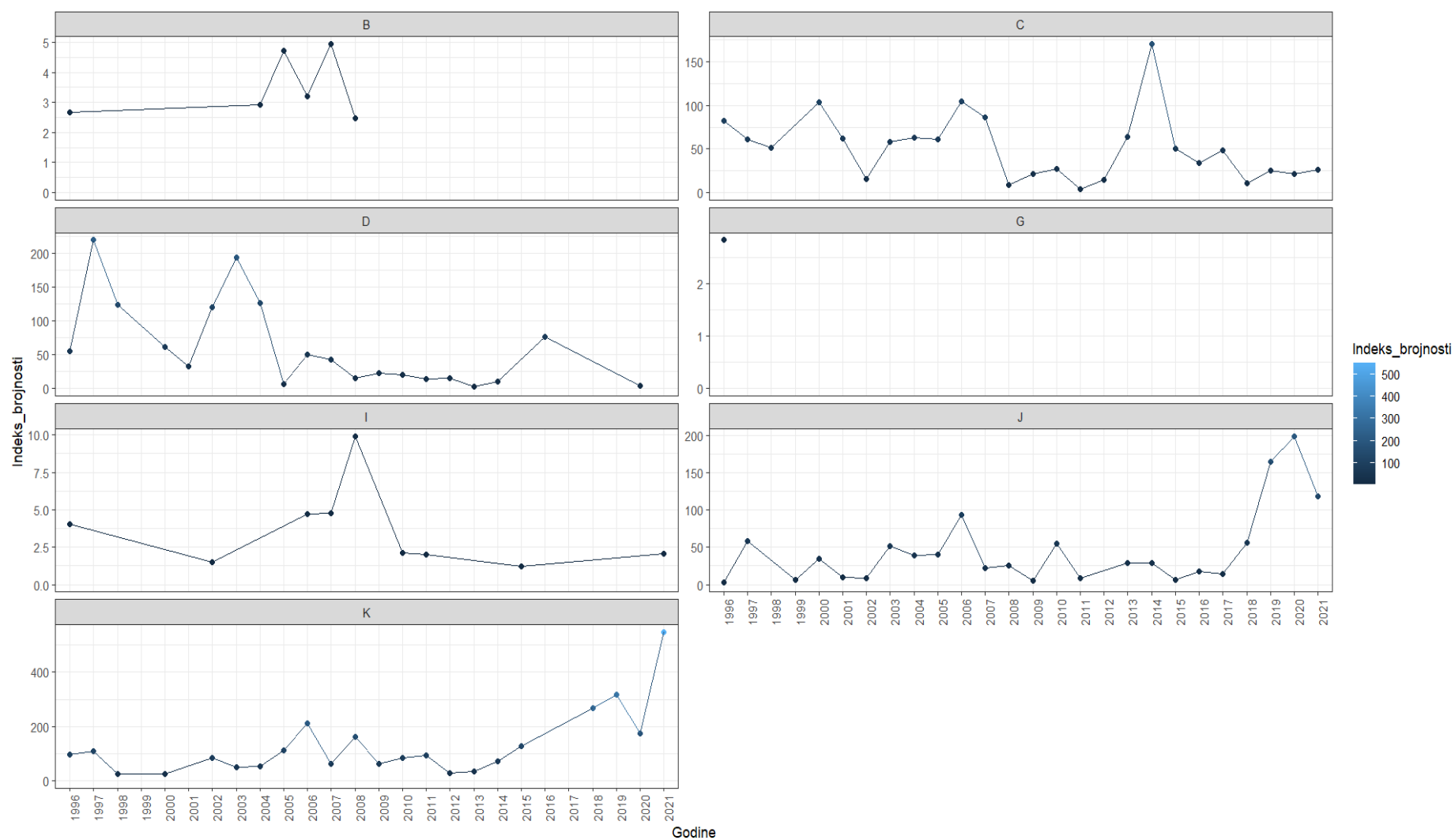
3.1.5. Rasprostranjenost i zastupljenost *Lepidorhombus boscii* u hrvatskim ribolovnim zonama

Prosječni indeksi brojnosti i biomase vrste *L. boscii* analizirani su po ribolovnim zonama Republike Hrvatske tijekom ekspedicije MEDITS u razdoblju od 1996. do 2021. godine. Utvrđeno je da je patarača crnopjega rasprostranjena u 7 od ukupno 11 ribolovnih zona. Najbrojnija je u ribolovnim zonama otvorenog južnog Jadrana, odnosno u zoni K (126,79 N/km², 9,02 kg/km²) te nešto manje u zoni D (60,71 N/km², 4,45 kg/km²). Zastupljenost je velika i u ribolovnim zonama otvorenog srednjeg Jadrana, tj. u zoni C (51,06 N/km², 2,67 kg/km²) i u zoni J (45,61 N/km², 2,28 kg/km²) (Slika 3.1.5.1. i Slika 3.1.5.2.). Od svih ribolovnih zona u kojima je lovljena, vrsta je bila najmanje zastupljena u ribolovnoj zoni G (2,82 N/km², 0,28 kg/km²), odnosno u kanalskim područjima srednjeg Jadrana. *L. boscii* nije rasprostranjen u ribolovnim zonama plitkog sjevernog Jadrana uz zapadne obale Istre, odnosno u zonama A i H, kao ni u kanalskim zonama sjevernog Jadrana, tj. u zonama E i F (Tablica 3.1.5.1.).

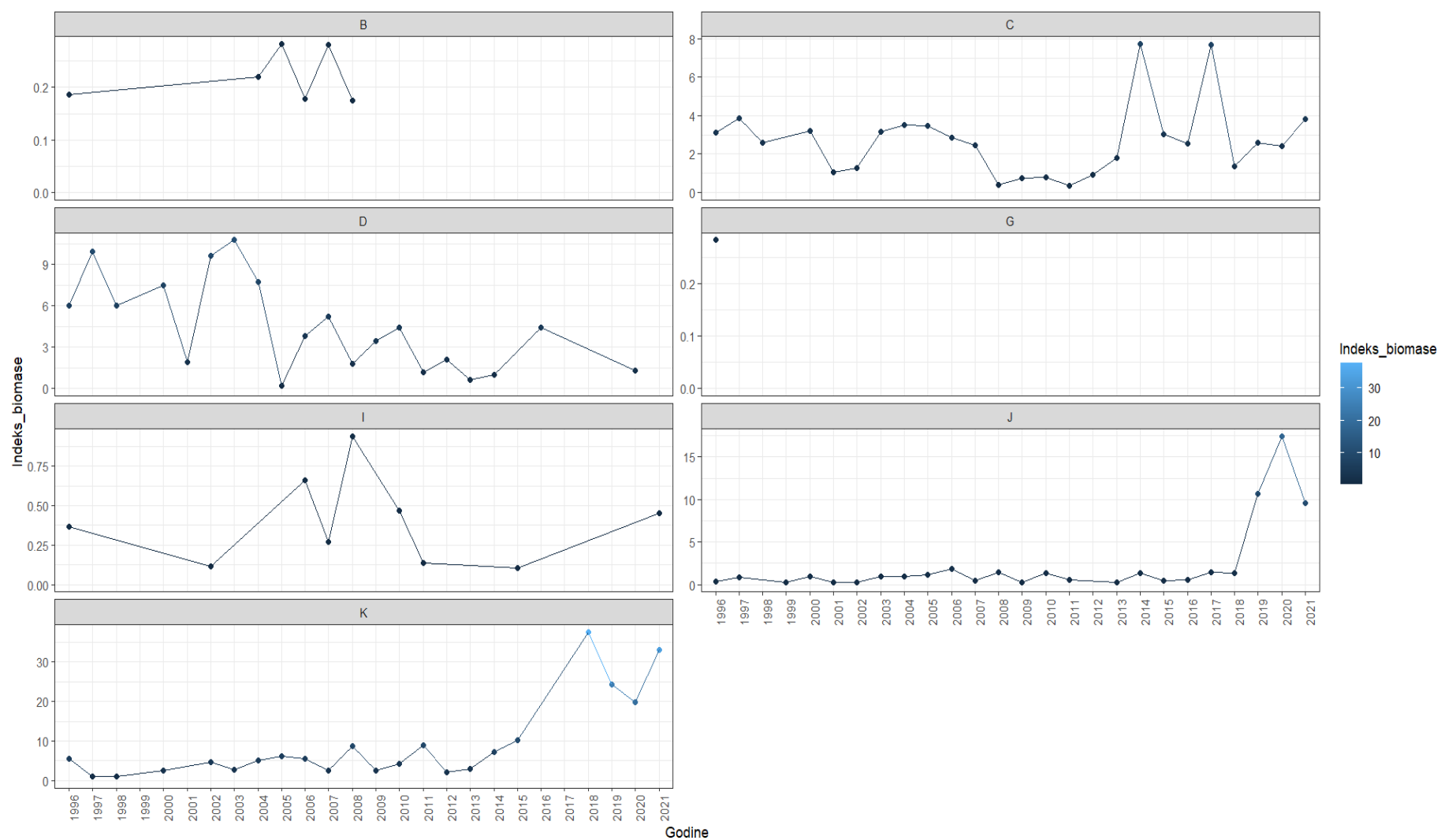
Tablica 3.1.5.1. Srednje vrijednosti indeksa brojnosti i indeksa biomase (N/km², kg/km²) vrste *Lepidorhombus boscii* u ribolovnim zonama Republike Hrvatske tijekom ekspedicije MEDITS u razdoblju od 1996. do 2021. godine.

	RIBOLOVNE ZONE										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
N/km²	0	3,48	51,06	60,71	0	0	2,82	0	3,60	45,61	126,79
kg/km⁻²	0	0,22	2,67	4,45	0	0	0,28	0	0,39	2,28	9,02

Na slikama 3.1.5.1. i 3.1.5.2. prikazane su godišnje oscilacije srednjih vrijednosti indeksa brojnosti i indeksa biomase u ribolovnim zonama u kojima je vrsta lovljena tijekom ekspedicije MEDITS 1996.- 2021. godine.



Slika 3.1.5.1. Prosječne vrijednosti indeksa brojnosti (N/km^2) vrste *Lepidorhombus boscii* po ribolovnim zonama Republike Hrvatske tijekom ekspedicije MEDITS u razdoblju od 1996. do 2021. godine.

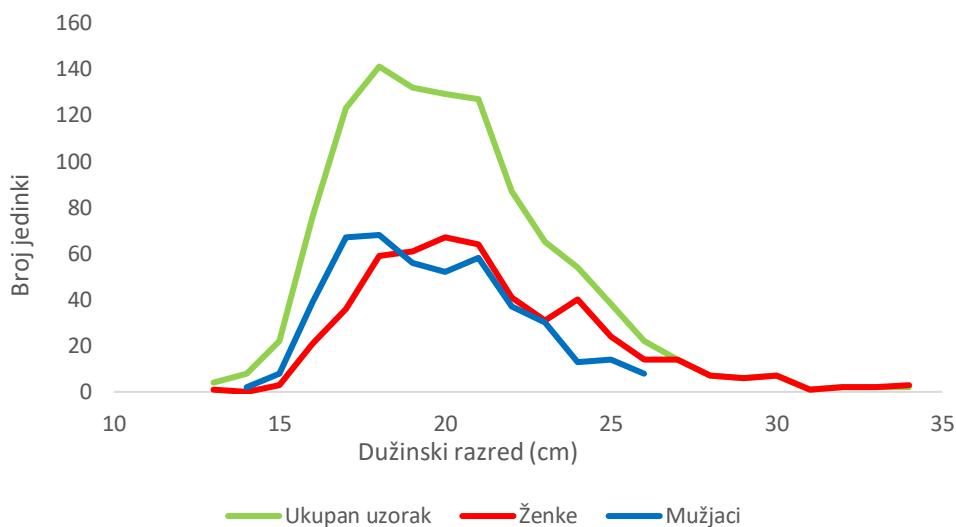


Slika 3.1.5.2. Prosječne vrijednosti indeksa biomase (kg/km^2) vrste *Lepidorhombus boscii* u ribolovnim zonama Republike Hrvatske tijekom ekspedicije MEDITS u razdoblju od 1996. do 2021. godine.

3.2. Analiza sastava populacije *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu

3.2.1. Dužinski, maseni i spolni sastav populacije

Tijekom jednogodišnjeg mjesečnog uzorkovanja pridnenom povlačnom mrežom kočom provedenog u razdoblju od srpnja 2020. do lipnja 2021. godine, sakupljeno je ukupno 1070 jedinki patarače crnopjege. Ukupna dužina tijela analiziranih jedinki bila je u rasponu od 12,5 do 34,0 cm, a prosječna dužina bila je $20,02 \pm 3,21$ cm (Slika 3.2.1.1.). Masa lovljenih jedinki kretala se u rasponu od 12,18 do 288,20 g te je u prosjeku iznosila $60,38 \pm 37,18$ g.



Slika 3.2.1.1. Dužinska raspodjela jedinki *Lepidorhombus boscii* (N=1070) tijekom jednogodišnjeg istraživanja na području istočnog Jadrana.

Ukupni uzorak sastojao se od 507 ženki (47,38 %), 455 mužjaka (42,52 %) te 108 jedinki neodređenog spola (10,09 %). Omjer mužjaka i ženki statistički se razlikovao od očekivanog omjera 1:1, te je iznosio 1: 0,89 (Chi-kvadrat test, $P < 0,001$) u korist ženki. Ukupna dužina tijela ženki bila je u rasponu 12,5 do 34,0 cm ($21,00 \pm 3,47$ cm), dok je raspon ukupne dužine tijela mužjaka bio je od 13,6 do 26,1 cm ($19,41 \pm 2,54$ cm). Raspon dužina tijela jedinki neodređenog spola bio je od 13,0 do 26,4 cm ($17,83 \pm 2,68$ cm). Ukupna dužina tijela jedinki razvrstana je u dužinske razrede od 1 cm. Najmanji broj jedinki zastupljen je u dužinskim razredima od 13 i 14

cm, a najveći u dužinskim razredima od 18 i 20 cm. Razlika između srednjih vrijednosti ukupnih dužina tijela mužjaka i ženki nije statistički značajna (*t-test*, $t=0,02$, $P<0,05$). Koeficijent varijabilnosti ukupnih dužina za mužjake iznosi 13,12 %, a za ženke 16,54 %, dok za ukupni uzorak iznosi 16,02 %.

Masa ulovljenih jedinki ($N=1070$) bila u rasponu od 12,18 do 288,20 g ($60,38 \pm 37,18$). Masa mužjaka bila je u rasponu od 14,40 do 126,20 g ($52,66 \pm 23,64$), dok je masa ženki bila u rasponu od 12,18 do 288,20 g ($71,37 \pm 45,58$). Srednja vrijednost mase ženki nije bila značajno veća od srednje vrijednosti mase mužjaka (*t-test*, $t=0,0004$, $P<0,05$).

Analiza omjera spolova *L. boscii* iz istočnog Jadrana pokazala je značajnu dominaciju ženki u veljači, svibnju, srpnju i kolovozu ($p < 0,05$), dok je tijekom ostalih mjeseci omjer m/ž bio blizu 1:1 (Tablica 3.2.1.1.). Više mužjaka ulovljeno je u siječnju, ožujku, travnju i kolovozu te je u tim mjesecima zabilježena statistička značajna razlika u omjeru spolova u korist mužjaka ($p < 0,05$).

Tablica 3.2.1.1. Broj mužjaka i ženki te omjer spolova (m/ž) *Lepidorhombus boscii* po mjesecima (* - statistička značajnost, Chi-kvadrat test, $p < 0,05$).

Mjeseci	Broj jedinki		m/ž
	Mužjaci	Ženke	
Srpanj	36	63	1:1,75 *
Kolovoz	44	39	1:1,12 *
Rujan	15	26	1:0,57
Listopad	37	49	1:0,75
Studen	41	44	1:0,93
Prosinac	37	37	1:1
Siječanj	43	39	1:1,10 *
Veljača	27	45	1:0,6 *

Ožujak	45	40	1:1,12 *
Travanj	56	28	0,5:1 *
Svibanj	43	61	1:0,70 *
Lipanj	31	37	1:0,83

3.3. Biometrijska analiza *Lepidorhombus boscii*

Biometrijske osobine populacije *Lepidorhombus boscii* analizirane su na nasumično odabranom uzorku od 270 jedinki. Podzorak se sastojao od 145 ženki (53,70 %) i 125 mužjaka (46,29 %). Raspon ukupnih dužina tijela jedinki bio je od 12,5 do 34,0 cm ($20,96 \pm 3,54$ cm). Ukupna dužina tijela ženki bila je u rasponu od 12,5 do 34,0 cm ($21,38 \pm 3,61$ cm), a mužjaka u rasponu od 13,0 do 26,7 cm ($20,45 \pm 3,39$ cm).

3.3.1. Morfometrijski odnosi

Odnos standardne i ukupne dužine tijela (Ls/Lt)

Srednja vrijednost odnosa standardne i ukupne dužine tijela iznosila je 82,87 % za ženke i 82,79 % za mužjake. Veći raspon veličina zabilježen je kod mužjaka (Tablica 3.3.1.1.). Veća varijabilnost ovog odnosa je zabilježena kod mužjaka. Statistički značajna razlika između mužjaka i ženki u ovom odnosu nije utvrđena (*t-test*, $t=0,24$).

Tablica 3.3.1.1. Odnos standardne i ukupne dužine tijela (*Ls/Lt*).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	72,25 – 89,02	$82,87 \pm 1,92$	0,24	2,32
♂	125	62,59 – 95,09	$82,79 \pm 3,18$		3,84
Ukupni uzorak	270	62,59 – 95,09	$82,83 \pm 2,58$		3,11

Odnos dužine glave i standardne dužine tijela (C/Ls)

Srednja vrijednost odnosa dužine glave i standardne dužine tijela iznosila je 28,38 % za ženke i 28,29 % za mužjake. Najmanja i najveća vrijednost ovog odnosa zabilježene su kod mužjaka (22,29 % - 38,97 %) (Tablica 3.3.1.2.). Veća varijabilnost zabilježena je kod mužjaka. Statistički značajna razlika između mužjaka i ženki u ovom odnosu nije utvrđena (*t*-test, *t*=0,14).

Tablica 3.3.1.2. Odnos dužine glave i standardne dužine tijela (C/Ls).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	22,38 – 31,88	28,77 ± 1,37	0,14	4,77
♂	125	22,29 – 38,97	28,74 ± 2,01		7,01
Ukupni uzorak	270	22,29 – 38,97	28,76 ± 1,69		5,90

Odnos dužine osnovice leđne peraje i standardne dužine tijela (Ld/Ls)

Srednja vrijednost odnosa dužine osnovice leđne peraje i standardne dužine tijela iznosila je 85,56 % za ženke i 84,95 % za mužjake. Najmanja veličina ovog odnosa zabilježena je kod mužjaka (61,09 %), a najveća kod ženki (98,26 %). (Tablica 3.3.1.3.). Varijabilnost je bila veća kod mužjaka. Razlika između mužjaka i ženki za ovaj odnos nije statistički značajna (*t*-test, *t*=0,32).

Tablica 3.3.1.3. Odnos dužine osnovice leđne peraje i standardne dužine tijela (Ld/Ls).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	65,04 – 98,26	85,56 ± 4,76	0,32	5,57
♂	125	61,09 – 96,57	84,95 ± 5,36		6,31
Ukupni uzorak	270	61,09 – 98,26	85,28 ± 5,05		5,92

Odnos dužine osnovice podrepne peraje i standardne dužine tijela (La/Ls)

Srednja vrijednost odnosa dužine osnovice podrepne peraje i standardne dužine tijela iznosila je 68,50 % za ženke i 68,26 % za mužjake. Najniža i najviša vrijednost ovog raspona utvrđena je kod mužjaka (55,26 – 87,38 %) te ujedno i određuje raspon ovog odnosa (Tablica 3.3.1.4.). Veća varijabilnost zabilježena je kod mužjaka. Statistički značajna razlika između spolova u ovom odnosu nije utvrđena (*t-test*, $t=0,53$).

Tablica 3.3.1.4. Odnos dužine osnovice podrepne peraje i standardne dužine tijela (*La/Ls*).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	55,45 – 80,43	68,50 ± 3,47	0,53	5,06
♂	125	55,26 – 87,38	68,26 ± 3,91		5,73
Ukupni uzorak	270	55,26 – 87,38	68,39 ± 3,67		5,37

Odnos dužine prsnih peraja i standardne dužine tijela (Lp/Ls)

Srednja vrijednost odnosa dužine prsnih peraja i standardne dužine tijela iznosila je 14,17 % za ženke i 14,78 % za mužjake. Najniža vrijednost (7,01 %) zabilježena je kod ženki, a najviša od 20,15 % kod mužjaka (Tablica 3.3.1.5.). Varijabilnost ovog odnosa bila je veća kod mužjaka (12,15 %). Za ovaj odnos utvrđena je statistički značajna razlika između mužjaka i ženki (*t-test*, $t=2,87$).

Tablica 3.3.1.5. Odnos dužine prsnih peraja i standardne dužine tijela (*Lp/Ls*).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	7,01 – 17,75	14,17 ± 1,65	2,87*	11,69
♂	125	9,17 – 20,15	14,78 ± 1,76		11,95
Ukupni uzorak	270	7,01 – 20,15	14,45 ± 1,73		11,98

Odnos dužine trbušnih peraja i standardne dužine tijela (Lv/Ls)

Srednja vrijednost odnosa dužine trbušnih peraja i standardne dužine tijela iznosila je 7,83 % za ženke i 7,42 % za mužjake. Najmanja i najveća vrijednost je zabilježena za mužjake (4,16 – 21,70 %) (Tablica 3.3.1.6.). Varijabilnost ovog odnosa je bila veća za ženke nego za mužjake. Statistički značajna razlika između mužjaka i ženki u ovom odnosu nije utvrđena (*t* - *test*, *t*=1,43).

Tablica 3.3.1.6. Odnos dužine trbušnih peraja i standardne dužine tijela (*Lv/Ls*).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	4,47 - 21,08	7,83 $\pm$ 2,60	1,43	33,32
♂	125	4,16 – 21,70	7,42 $\pm$ 2,03		27,36
Ukupni uzorak	270	4,16 – 21,70	7,64 $\pm$ 2,36		30,93

Odnos dužine repne peraje i standardne dužine tijela (Lc/Ls)

Srednja vrijednost odnosa dužine repne peraje i standardne dužine tijela bila je 19,94 % za ženke i 19,74 % za mužjake. Najveća i najmanja veličina raspona zabilježena je kod ženki te ujedno određuje i raspon ovog odnosa (11,92 – 35,50 %) (Tablica 3.3.1.7.). Veća varijabilnost zabilježena je kod ženki. T-testom nije utvrđena statistički značajna razlika dobivenog odnosa *Lc/Ls* između mužjaka i ženki (*t* - *test*, *t*=0,65).

Tablica 3.3.1.7. Odnos dužine repne peraje i standardne dužine tijela (*Lc/Ls*).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	11,92 – 35,50	19,94 $\pm$ 3,13	0,65	15,69
♂	125	12,56 – 23,83	19,74 $\pm$ 1,84		9,34
Ukupni uzorak	270	11,92 – 35,50	19,85 $\pm$ 2,61		9,34

Odnos predleđne udaljenosti i standardne dužine tijela (Lpd/Ls)

Srednja vrijednost odnosa predleđne udaljenosti i standardne dužine tijela bila je 7,04 % za ženke i 6,96 % za mužjake. Najmanja vrijednost zabilježena je kod mužjaka (3,29 %), a najveća kod ženki (17,26 %) (Tablica 3.3.1.8.). Veća varijabilnost zabilježena je kod ženki. Statistički značajna razlika u dobivenim srednjim vrijednostima ovog odnosa između spolova nije utvrđena (*t*-test, *t*=0,32).

Tablica 3.3.1.8. Odnos predleđne udaljenosti i standardne dužine tijela (*Lpd/Ls*).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	3,74 – 17,26	7,04 ± 2,05	0,32	29,23
♂	125	3,29 – 15,40	6,96 ± 1,97		28,33
Ukupni uzorak	270	3,29 – 17,26	7,00 ± 2,01		28,77

Odnos pretpodrepane udaljenosti i standardne dužine tijela (Lpa/Ls)

Srednja vrijednost odnosa pretpodrepane udaljenosti i standardne dužine tijela iznosila je 28,77 % za ženke i 28,76 % za mužjake. Najmanja vrijednost raspona zabilježena je kod ženki (19,71 %), a najveća kod mužjaka (35,35 %) (Tablica 3.3.1.9.). Varijabilnost je bila veća kod mužjaka. Statistički značajna razlika između mužjaka i ženki nije ustanovljena (*t*-test, *t*=0,02).

Tablica 3.3.1.9. Odnos pretpodrepane udaljenosti i standardne dužine tijela (*Lpa/Ls*).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	19,71 – 34,90	28,77 ± 1,91	0,02	6,64
♂	125	21,21 – 35,35	28,76 ± 2,05		7,12
Ukupni uzorak	270	19,71 – 35,35	28,77 ± 1,97		6,85

Odnos preprsne udaljenosti i standardne dužine tijela (Lpp/Ls)

Srednja vrijednost odnosa preprsne udaljenosti i standardne dužine tijela iznosila je 28,68 % za ženke i 28,59 % za mužjake. Najmanja i najveća vrijednost raspona zabilježena je kod mužjaka (12,09 % - 35,34 %) (Tablica 3.3.1.10.). Varijabilnost je bila veća za mužjake (9,19 %). Statistički značajna razlika između spolova nije utvrđena za ovaj odnos (*t-test*, $t=0,30$).

Tablica 3.3.1.10. Odnos preprsne udaljenosti i standardne dužine tijela (*Lpp/Ls*).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	14,26 – 33,80	28,68 ± 2,31	0,30	8,05
♂	125	12,09 – 35,34	28,59 ± 2,62		9,19
Ukupni uzorak	270	12,09 – 35,34	28,64 ± 2,46		8,58

Odnos predtrbušne udaljenosti i standardne dužine tijela (Lpv/Ls)

Srednja vrijednost odnosa predtrbušne udaljenosti i standardne dužine tijela iznosila je 21,05 % za ženke i 21,20 % za mužjake. Najmanja i najveća vrijednost ovog odnosa zabilježene su kod mužjaka (8,06 % - 29,15 %) (Tablica 3.3.1.11.). Veća varijabilnost zabilježena je kod mužjaka. Statistički značajna razlika u ovom odnosu nije utvrđena (*t-test*, $t=0,61$).

Tablica 3.3.1.11. Odnos predtrbušne udaljenosti i standardne dužine tijela (*Lpv/Ls*).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	11,32 – 27,08	21,05 ± 2,02	0,61	9,61
♂	125	8,06 – 29,15	21,20 ± 2,59		12,23
Ukupni uzorak	270	8,06 – 29,15	21,09 ± 2,31		10,98

Odnos najveće visine tijela i standardne dužine tijela (T/Ls)

Srednja vrijednost odnosa najveće visine tijela i standardne dužine tijela iznosila je 36,93 % za ženke i 35,93 % za mužjake. Najveća i najmanja veličina ovog raspona zabilježena je kod ženki te ujedno određuje i raspon ovog odnosa (28,53 – 54,65 %) (Tablica 3.3.1.12.). Varijabilnost je bila veća kod mužjaka. Razlike između spolova u ovom odnosu nisu statistički značajne (*t*-test, *t*=0,04).

Tablica 3.3.1.12. Odnos najveće visine tijela i standardne dužine tijela (*T/Ls*).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	28,53 – 54,65	36,93 ± 2,65	0,04	7,24
♂	125	29,83 – 48,76	35,93 ± 2,70		7,31
Ukupni uzorak	270	28,53 – 54,65	35,93 ± 2,68		7,26

Odnos najmanje visine tijela i standardne dužine tijela (Tpc/Ls)

Srednja vrijednost odnosa najmanje visine tijela i standardne dužine tijela iznosila je 8,49 % za ženke i 8,54 % za mužjake. Najmanja vrijednost raspona zabilježena je kod mužjaka (5,52 %), a najveća kod ženki (20,55 %) (Tablica 3.3.1.13.). Varijabilnost je bila veća za mužjake (16,01 %). Statistički značajna razlika između dobivenih srednjih vrijednosti dvaju spolova nije utvrđena (*t*-test, *t*=0,34).

Tablica 3.3.1.13. Odnos najmanje visine tijela i standardne dužine tijela (*Tpc/Ls*).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	6,64 – 20,55	8,54 ± 1,27	0,34	14,88
♂	125	5,52 – 14,28	8,49 ± 1,05		12,46
Ukupni uzorak	270	5,52 – 20,55	8,51 ± 1,17		13,80

Odnos promjera oka i dužine glave (O/C)

Srednja vrijednost odnosa promjera oka i dužine glave iznosila je 30,33 % za ženke i 30,32 % za mužjake. Raspon ovog odnosa za ukupni uzorak određuje najmanja i najveća vrijednost zabilježena kod ženki (15,27 % - 50,69 %) (Tablica 3.3.1.14.). Varijabilnost je bila veća kod ženki. Statistički značajna razlika između spolova nije zabilježena (*t*-test, *t*=0,01).

Tablica 3.3.1.14. Odnos promjera oka i dužine glave (O/C).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	15,27 - 50,69	30,33 ± 4,80	0,01	15,83
♂	125	17,70 - 50,69	30,32 ± 3,90		12,86
Ukupni uzorak	270	15,27 - 50,69	30,32 ± 4,40		14,50

Odnos širine međuočnog prostora i dužine glave (lo/C)

Srednja vrijednost odnosa širine međuočnog prostora i dužine glave iznosila je 14,95 % za ženke i 14,90 % za mužjake. Najmanja i najveća vrijednost zabilježena je kod mužjaka (8,77 % - 39,38 %) (Tablica 3.3.1.15.). Varijabilnost je bila veća kod ženki. Nije ustanovljena statistički značajna razlika između spolova (*t*-test, *t*=0,07).

Tablica 3.3.1.15. Odnos širine međuočnog prostora i dužine glave (lo/C).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	9,14 - 39,38	14,95 ± 5,68	0,07	37,99
♂	125	8,77 - 39,38	14,90 ± 5,36		36,03
Ukupni uzorak	270	8,77 - 39,38	14,92 ± 5,52		37,03

Odnos predočne udaljenosti i dužine glave (Po/C)

Srednja vrijednost odnosa predočne udaljenosti i dužine glave iznosila je 32,27 % za ženke i 32,62 % za mužjake. Najmanja i najveća postotna srednja vrijednost zabilježena su kod mužjaka (12,77 % - 42,69 %) (Tablica 3.3.1.16.). Varijabilnost je bila veća za mužjake. Razlika između dobivenih srednjih vrijednosti za mužjake i ženke nije statistički značajna (*t*-test, *t*=0,75).

Tablica 3.3.1.16. Odnos predočne udaljenosti i dužine glave (*Po/C*).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	22,35 - 40,46	32,27 $\pm$ 3,49	0,75	10,79
♂	125	12,77 - 42,69	32,62 $\pm$ 4,03		12,36
Ukupni uzorak	270	12,77 - 42,69	32,43 $\pm$ 3,73		11,51

Odnos zaočne udaljenosti i dužine glave (Olo/C)

Srednja vrijednost odnosa zaočne udaljenosti i dužine glave iznosila je 55,02 % za ženke i 54,73 % za mužjake. Najmanja vrijednost ovog odnosa zabilježena je kod ženki (24,38 %), a najveća kod mužjaka (68,14 %) (Tablica 3.3.1.17.). Varijabilnost je bila veća kod mužjaka. Statistički značajna razlika između spolova u ovom odnosu nije ustanovljena (*t*-test, *t*=0,41).

Tablica 3.3.1.17. Odnos zaočne udaljenosti i dužine glave (*Olo/C*).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	24,38 - 67,45	55,02 $\pm$ 5,80	0,41	10,55
♂	125	27,28 - 68,14	54,73 $\pm$ 5,92		10,82
Ukupni uzorak	270	24,38 - 68,14	54,89 $\pm$ 5,84		10,66

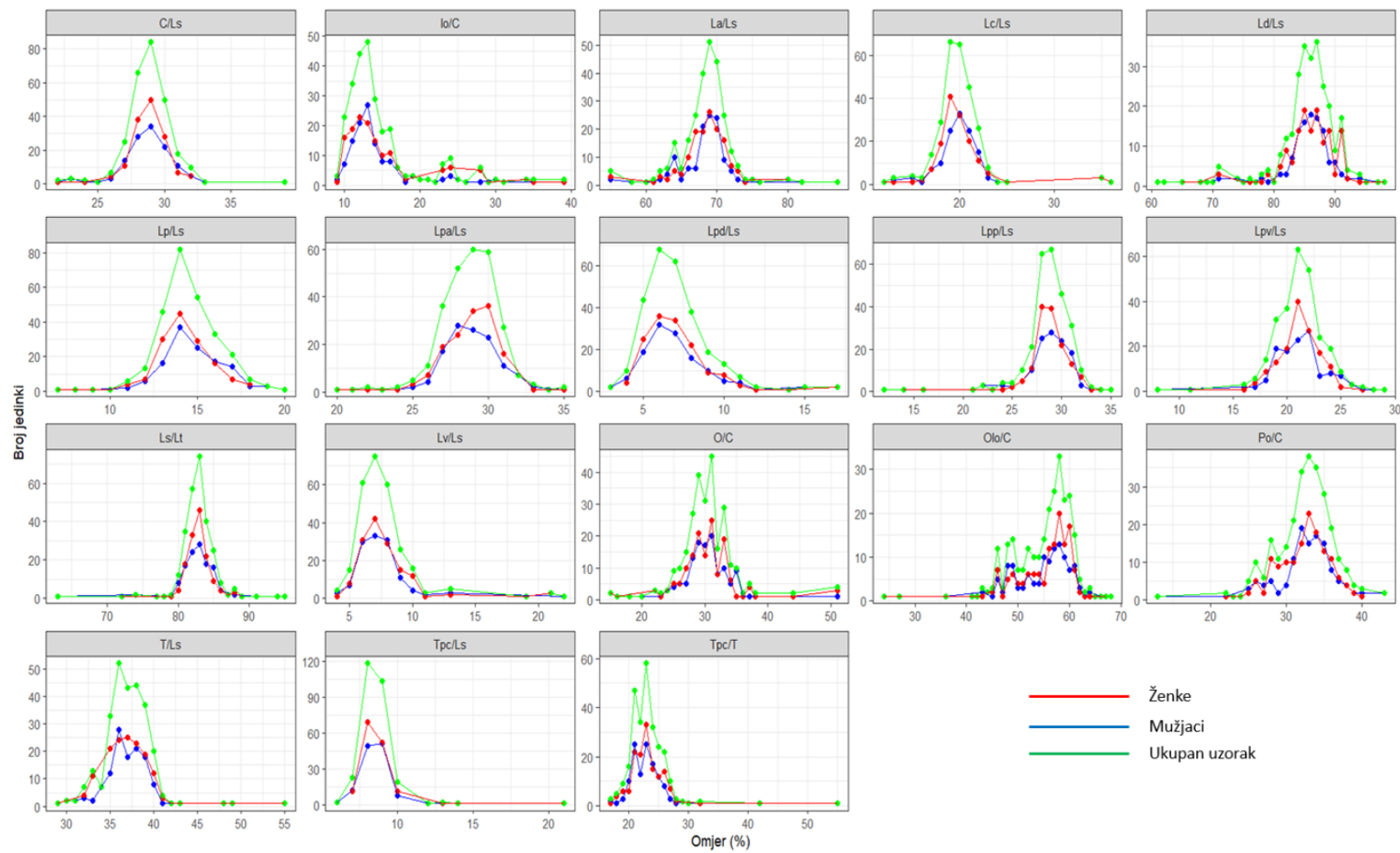
Odnos najmanje i najveće visine tijela (T_{pc}/T)

Srednja vrijednost odnosa najmanje i najveće visine tijela iznosila je 23,21 % za ženke i 23,05 % za mužjake. Najmanja i najveća vrijednost ovog odnosa zabilježena je kod ženki (16,50 % - 55,25 %) (Tablica 3.3.1.18.). Varijabilnost je bila veća kod ženki. Statistički značajna razlika u dobivenom odnosu između spolova nije utvrđena (t - test, $t=0,39$).

Tablica 3.3.1.18. Odnos najmanje i najveće visine tijela (T_{pc}/T).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon (%)	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	16,50 – 55,25	$23,21 \pm 3,60$	0,39	15,54
♂	125	17,32 – 41,66	$23,05 \pm 2,99$		12,99
Ukupni uzorak	270	16.50 – 55,25	23.14 ± 3.33		14.40

Učestalost postotnih vrijednosti svih analiziranih morfometrijskih odnosa prikazana je na slici 3.3.1.1.



Slika 3.3.1.1. Učestalost postotnih vrijednosti odnosa tjelesnih dužina *Lepidorhombus boscii* iz istočnog Jadrana (objašnjenje kratica navedeno je na str. 20).

3.3.2. Merističke osobine

Broj šipčica leđne peraje (D)

Broj šipčica leđne peraje bio je u rasponu od 59 do 87. Srednja vrijednost broja šipčica iznosila je 77,56 za ženke i 77,28 za mužjake (Tablica 3.3.2.1.). Varijabilnost je bila veća za ženke (5,18 %). Statistički značajna razlika u broju šipčica leđne peraje između spolova nije utvrđena (*t*-test, $t=0,58$).

Tablica 3.3.2.1. Broj šipčica leđne peraje (D).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	59 - 87	77,56 $\pm$ 4,02	0,58	5,18
♂	125	67 - 86	77,28 $\pm$ 3,79		4,90
Ukupni uzorak	270	59 - 87	77,43 $\pm$ 3,91		5,05

Broj šipčica podrepne peraje (A)

Broj šipčica podrepne peraje bio je u rasponu od 50 - 74. Srednja vrijednost za ženke iznosila je 61,62, a za mužjake 61,43 (Tablica 3.3.2.2.). Varijabilnost je bila veća za mužjake (7,60 %). Razlika u broju šipčica podrepne peraje između spolova nije bila statistički značajna (*t*-test, $t=0,34$).

Tablica 3.3.2.2. Broj šipčica podrepne peraje (A).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	50 - 73	61,62 $\pm$ 4,56	0,34	7,40
♂	125	50 - 74	61,43 $\pm$ 4,67		7,60
Ukupni uzorak	270	50 - 74	61,53 $\pm$ 4,60		7,48

Broj šipčica prsne peraje (P)

Broj šipčica prsnih peraja bio je u rasponu od 6 - 12, a srednja vrijednost broja šipčica iznosila je 10,00 za ženke i 10,13 za mužjake (Tablica 3.3.2.3.). Varijabilnost je bila veća kod ženki (6,17 %). Statistički značajna razlika u broju šipčica prsne peraje između spolova nije utvrđena (*t*-test, *t*=1,87).

Tablica 3.3.2.3. Broj šipčica prsne peraje (P).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	6 - 12	10,00 ± 0,61	1,87	6,17
♂	125	8 - 12	10,13 ± 0,51		5,06
Ukupni uzorak	270	6 - 12	10,06 ± 0,57		5,70

Broj šipčica trbušne peraje (V)

Broj šipčica trbušnih peraja bio je u rasponu od 4 - 6. (Tablica 3.3.2.4.). Srednja vrijednost broja šipčica za ženke iznosila je 5,22, a za mužjake 5,38. Veća varijabilnost je zabilježena kod mužjaka (9,37 %). Utvrđena je statistički značajna razlika u broju šipčica trbušne peraje između spolova (*t*-test, *t*=2,75).

Tablica 3.3.2.4. Broj šipčica trbušne peraje (V).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	4 - 6	5,22 ± 0,43	2,75*	8,87
♂	125	4 - 6	5,38 ± 0,50		9,37
Ukupni uzorak	270	4 - 6	5,29 ± 0,48		9,23

Broj šipčica repne peraje (C)

Broj šipčica repne peraje bio je u rasponu od 16 - 18. Srednja vrijednost broja šipčica iznosila je 16,86 za ženke i 17,61 za mužjake (Tablica 3.3.2.5.). Varijabilnost je bila veća kod ženki (3,58 %). Statistički značajna razlika u broju šipčica repne peraje između spolova nije utvrđena (*t* -test, *t*=1,61).

Tablica 3.3.2.5. Broj šipčica repne peraje (C).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	16 - 18	17,61 $\pm$ 0,63	1,61	3,58
♂	125	16 - 17	16,86 $\pm$ 0,38		2,27
Ukupni uzorak	270	16 - 18	17,20 $\pm$ 0,63		3,68

Broj trupnih i repnih kralježaka (Vert.)

Broj kralježaka bio je u rasponu od 26 - 43. Srednja vrijednost trupnih i repnih kralježaka iznosila je 37,98 za ženke i 37,40 za mužjake (Tablica 3.3.2.6.). Varijabilnost je bila veća kod mužjaka (6,20 %). Utvrđena je statistički značajna razlika u broju trupnih i repnih kralježaka između spolova (*t* -test, *t*=2,25).

Tablica 3.3.2.6. Broj trupnih i repnih kralježaka (Vert.).

Spol	Broj jedinki (N)	Raspon	$\bar{x} \pm SD$	t	V (%)
♀	145	33 - 43	37,98 $\pm$ 1,81	2,25*	4,76
♂	125	26 - 42	37,40 $\pm$ 2,32		6,20
Ukupni uzorak	270	26 - 43	37,71 $\pm$ 2,07		5,51

3.3.3. Osvrt na morfometrijske odnose i merističke značajke populacije

Razlike između spolova

Razlike u srednjim vrijednostima analiziranih morfometrijskih odnosa između mužjaka i ženki bile su statistički značajne (*t-test*, $P < 0,05$) jedino za odnos dužine prsnih peraja i standardne dužine tijela (Lp/Ls). Razlike u srednjim vrijednostima analiziranih merističkih obilježja između spolova statistički su se razlikovale u broju trupnih i repnih kralježaka i u broju šipčica trbušne peraje (*t-test*, $P < 0,05$).

Širi rasponi analiziranih vrijednosti nađeni su kod mužjaka za 11 morfometrijskih odnosa (Ls/Lt , C/Ls , Ld/Ls , La/Ls , Lp/Ls , Lv/Ls , Lpa/Ls , Lpp/Ls , Lpv/Ls , Po/C , Olo/C), dok je za preostalih 7 morfometrijskih odnosa raspon bio veći kod ženki (Ls/Ls , Lpd/Ls , T/Ls , Tpc/Ls , O/C , Io/C , Tpc/T). Veće srednje vrijednosti kod ženki zabilježene su za 15 morfometrijskih odnosa (Ls/Lt , C/Ls , Ld/Ls , La/Ls , Lv/Ls , Lc/Ls , Lpd/Ls , Lpa/Ls , Lpp/Ls , T/Ls , Tpc/Ls , O/C , Io/C , Olo/C , Tpc/T), dok su kod mužjaka utvrđene veće srednje vrijednosti za ukupno 3 morfometrijska odnosa (Lp/Ls , Lpv/Ls , Po/C)

Širi raspon u broju šipčica leđne i repne peraje zabilježen je kod ženki, dok mužjaci pokazuju širi raspon u broju šipčica podrepne i prsne peraje te u broju trupnih i repnih kralježaka. Raspon u broju šipčica trbušne peraje bio je jednak kod oba spola. Veće srednje vrijednosti kod ženki zabilježene su u broju šipčica leđne i repne peraje, dok su veće srednje vrijednosti kod mužjaka zabilježene u broju šipčica podrepne i prsne peraje te u broju trupnih i repnih kralježaka.

Veće varijabilnosti prevladavale su kod mužjaka u 10 morfometrijskih odnosa (Ls/Lt , C/Ls , Ld/Ls , La/Ls , Lp/Ls , Lpa/Ls , Lpp/Ls , Lpv/Ls , T/Ls , Po/C), a kod ženki u 8 morfometrijskih odnosa (Lv/Ls , Lc/Ls , Lpd/Ls , Tpc/Ls , Olo/C , Tpc/T).

Dijagnoza populacije

U standardnoj dužini tijela, dužina glave se kreće od 3,33 do 4,19 puta; predleđna udaljenost od 9,65 do 26,86 puta; predpodrepna udaljenost od 3,38 do 3,89 puta; predprsna udaljenost od 3,37 do 4,64 puta; predtrbušna udaljenost od 5,19 do 6,96 puta; dužina osnovice leđne peraje od 1,09 do 1,21 puta; dužina osnovice podrepne peraje od 1,44 do 1,54 puta; dužina prsne peraje od 7,40 do 8,67 puta; dužina trbušne peraje od 6,48 do 23,58 puta; dužina repne peraje od 4,02 do 6,04 puta; najveća visina tijela od 2,58 do 3,50 puta te najmanja visina tijela od 8,83 do 13,21 puta. Standardna dužina tijela sadržana je od 1,15 do 1,21 puta u ukupnoj dužini tijela. Promjer oka čini od 3,31 do 3,64, međuočni prostor od 4,24 do 7,33, predočna udaljenost od 1,34 do 3,59 i zaočna udaljenost od 1,75 do 2,38 puta u dužini glave. Najmanja visina tijela stane u najveću visinu tijela od 3,40 do 3,77 puta.

Merističke osobitosti

D: 59 - 87, A: 50 - 74; P: 6 - 12; V: 4 - 6; C: 16 - 36

Vert. 26 - 43

3.3.4. Relativni rast

Relativni rast određenih morfometrijskih odnosa određen je s obzirom na ukupnu dužinu tijela *Lepidorhombus boscii*. Izračunate vrijednosti relativnog rasta u morfometrijskim odnosima za mužjake, ženke i ukupni uzorak prikazane su u sljedećoj tablici (Tablica 3.3.4.1.).

Tablica 3.3.4.1. Relativni rast određenih morfometrijskih odnosa vrste *Lepidorhombus boscii* iz istočnog Jadrana.

Odnos	Ženke		Mužjaci		Ukupni uzorak	
	b	R ²	b	R ²	b	R ²
Ls/Lt	0,0522	0,004	0,0894	0,0093	0,1177	0,0266
C/Ls	-0,0213	0,0015	-0,0355	0,0037	-0,0017	8×10 ⁻⁶
Ld/Ls	0,079	0,0029	0,1966	0,0159	0,2313	0,0261
Lpd/Ls	-0,1468	0,502	0,0053	9 × 10 ⁻⁵	0,0002	9 × 10 ⁻⁸

<i>La/Ls</i>	0,1136	0,0112	0,0161	0,0002	-0,0227	0,0005
<i>Lpa/Ls</i>	-0,0094	0,0002	-0,0045	6×10^{-5}	-0,0090	0,0003
<i>Lp/Ls</i>	-0,0774	0,024	0,0403	0,0061	-0,0314	0,0041
<i>Lpp/Ls</i>	-0,0508	0,0036	-0,0179	0,0005	-0,0562	0,0065
<i>Lv/Ls</i>	-0,0064	0,0001	-0,0404	0,0047	0,0364	0,003
<i>Lpv/Ls</i>	-0,0702	0,0091	0,1217	0,026	-0,0521	0,0064
<i>Lc/Ls</i>	0,0442	0,0066	0,0241	0,002	0,1062	0,0207
<i>T/Ls</i>	0,1006	0,0141	-0,0227	0,0008	0,2692	0,1262
<i>Tpc/Ls</i>	-0,0185	0,0044	0,0001	0,0019	-0,0116	0,0012
<i>O/C</i>	0,0706	0,0043	-0,246	0,047	-0,2428	0,0382
<i>Io/C</i>	-0,3368	0,0452	0,0972	0,0039	-0,4693	0,0903
<i>Po/C</i>	0,148	0,0173	0,0064	3×10^{-5}	0,1166	0,0122
<i>Olo/C</i>	0,5456	0,0981	0,028	0,0003	0,2231	0,0182
<i>Tpc/T</i>	-0,1084	0,0174	0,0393	0,002	-0,2081	0,0489

Iz navedenih odnosa za cjelokupni uzorak slijedi da za svaki porast ukupne dužine tijela od jednog centimetra, odnos *C/Ls* zaostaje za 0,001%, odnos *La/Ls* za 0,022 %, odnos *Lpa/Ls* za 0,009%, odnos *Lp/Ls* za 0,031 %, odnos *Lpp/Ls* za 0,05 %, odnos *Lpv/Ls* za 0,05 %, odnos *Tpc/Ls* za 0,011 %, odnos *O/c* za 0,242 %, odnos *Io/C* za 0,469 % te odnos *Tpc/T* za 0,208 %. S druge strane, porast s povećanjem ukupne dužine tijela za jedan centimetar su pokazali sljedeći odnosi: *Ls/Lt* za 0,117 %, *Ld/Ls* za 0,231 %, *Lpd/Ls* za 0,0002 %, *Lv/Ls* za 0,036 %, *Lc/Ls* za 0,106%, *T/Ls* za 0,269 %, *Po/C* za 0,116 % i *Olo/C* za 0,223 %. Dakle, iz navedenog se može zaključiti da jedinke u odnosu na ukupnu dužinu tijela imaju manju dužinu glave, manju dužinu osnovice podrepne peraje, manju pretpodrepnu udaljenost, manju dužinu prsne peraje, manju pretprsnu udaljenost, manju predtrbušnu udaljenost, manju visinu repnog drška, manji promjer oka te manju širinu međuočnog prostora. Također, utvrđeno je da jedinke u odnosu na ukupnu dužinu tijela imaju veću standardnu dužinu tijela, veću dužinu osnovice leđne peraje, veću predleđnu udaljenost, veću dužinu trbušne peraje, veću dužinu repne peraje, veću visinu tijela te veću predočnu i zaočnu udaljenost.

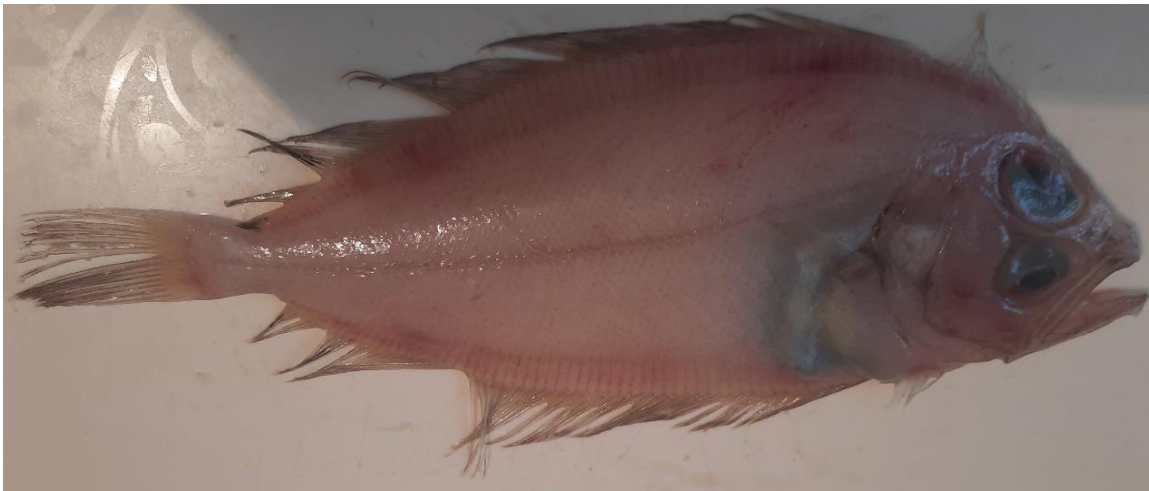
Za ženke slijedi da za svaki porast ukupne dužine tijela od jednog centimetra, sljedeći odnosi zaostaju: odnos *C/Ls* za 0,021 %, odnos *Lpd/Ls* za 0,146 %, odnos *Lpa/Ls* za 0,009 %, odnos *Lp/Ls* za 0,077 %, odnos *Lpp/Ls* za 0,050 %, odnos *Lv/Ls* za 0,006 %, odnos *Lpv/Ls* za

0,070 %, odnos Tpc/Ls za 0,018 %, odnos Io/C za 0,336 % te odnos Tpc/T za 0,108 %. S povećanjem ukupne dužine tijela za jedan centimetar, porast pokazuju sljedeći odnosi: Ls/Lt za 0,052 %, Ld/Ls za 0,079 %, La/Ls za 0,112 %, Lc/Ls za 0,044 %, T/Ls za 0,100 %, O/C za 0,706 %, Po/C za 0,148 % te Olo/C za 0,545%. Iz navedenog se može zaključiti da ženke u odnosu na ukupnu dužinu tijela imaju manju dužinu glave, manju predleđnu udaljenost, manju pretpodrepnu udaljenost, manju duljinu prsne peraje, manju pretprsnu udaljenost, manju dužinu trbušne peraje, manju predtrbušnu udaljenost, manju visinu repnog drška, manju širinu međuočnog prostora te najmanju visinu tijela za najvećom visinom tijela. Isto tako ženke u odnosu na ukupnu dužinu tijela imaju veću standardnu dužinu tijela, dužu osnovicu leđne peraje, dužu osnovicu podrepne peraje, dužu repnu peraju, veću visinu tijela, veći promjer oka te veću predočnu i zaočnu udaljenost.

Kod mužjaka, za svaki porast ukupne dužine tijela od jednog centimetra, zaostaju sljedeći odnosi: odnos C/Ls za 0,035 %, odnos Lpa/Ls za 0,004 %, odnos Lpp/Ls za 0,017 %, odnos Lv/Ls za 0,040 %, odnos T/Ls za 0,022% te odnos O/C za 0,246 %. S povećanjem ukupne dužine tijela za jedan centimetar, porast pokazuju sljedeći odnosi: odnos Ls/Lt za 0,089 %, odnos Ld/Ls za 0,196 %, odnos Lpd/Ls za 0,005 %, La/Ls za 0,016 %, odnos Lp/Ls za 0,040 %, odnos Lpv/Ls za 0,121 %, odnos Lc/Ls za 0,024 %, odnos Tpc/Ls za 0,0001%, odnos Io/C za 0,097 %, odnos Po/C za 0,006%, odnos Olo/C za 0,028 % te odnos Tpc/T za 0,039 %. Iz navedenog se može zaključiti da mužjaci u odnosu na ukupnu dužinu tijela imaju manju dužinu glave, manju pretpodrepnu udaljenost, manju predtrbušnu udaljenost, manju dužinu trbušne peraje, manju visinu tijela i manji promjer oka. Osim toga mužjaci u odnosu na ukupnu dužinu tijela imaju veću standardnu dužinu tijela, dužu osnovicu leđne peraje, veću predleđnu udaljenost, dužu osnovicu podrepne peraje, dužu prsnu peraju, veću predtrbušnu udaljenost, dužu repnu peraju, veću visinu repnog drška, veću širinu međuočnog prostora, veću predočnu i zaočnu udaljenost te veću najmanju visinu tijela za najvećom visinom.

3.3.5. Pojava reverzne jedinke

U ukupnom analiziranom uzorku pronađena je jedna reverzna jedinka, odnosno jedinka s desnom (dekstralnom) orijentacijom, koja se vrlo rijetko javlja kod vrste *L. boscii* (Slika 3.3.5.1.). Ukupna dužina tijela jedinke iznosila je 20,56 cm. Biometrijske mjere reverzne jedinke prikazane su u tablici 3.3.5.1. Dobivene vrijednosti ne pokazuju varijacije niti odstupanja u odnosu na nereverzne jedinke, odnosno ova pojava nije vezana uz značajnije razlike u morfologiji. Reverzna jedinka predstavlja iznimno rijedak nalaz te stoga nije secirana nego je cjelovita konzervirana u 4% otopini formaldehida i pohranjena u laboratoriju Odjela za studije mora Sveučilišta u Splitu.



Slika 3.3.5.1. Reverzna jedinka vrste *Lepidorhombus boscii* pronađena u analiziranim mjesečnim uzorcima s područja srednjeg Jadrana.

Tablica 3.3.5.1. Usporedba morfometrijskih i merističkih značajki reverzne jedinke u odnosu na ostale analizirane jedinke vrste *Lepidorhombus boscii* (objašnjenja kratica na slici 2.6.1., str. 20).

	Reverzna jedinka	Nereverzne jedinke	
		Raspon (mm)	$\bar{x} \pm SD$
	MORFOMETRIJA		
LT	205,69	125-340	209,64 $\pm$ 35,40
LS	167,61	108-280	173,69 $\pm$ 29,43
C	47,82	25-84	49,87 $\pm$ 8,68
Lpd	11,35	4,02-29,01	12,16 $\pm$ 3,86
Lpa	51,54	27,71-82,8	49,89 $\pm$ 8,80
Lpp	49,39	23,25-82,93	49,62 $\pm$ 9,06
Lpv	36,28	15,51-53,94	36,55 $\pm$ 6,96
Ld	148,44	88,6-254,77	148,26 $\pm$ 27,39
La	115,56	70,11-194,01	118,59 $\pm$ 20,33
Lp	22,54	12,45-37,81	25,04 $\pm$ 4,88
Lv	9,61	4,58-43,19	13,29 $\pm$ 4,97
Lc	36,82	17,88-69,58	34,52 $\pm$ 7,79
T	63,64	30,82-108,11	64,33 $\pm$ 12,75
Tpc	13,22	8,17-31,71	14,76 $\pm$ 3,03
O	15,69	7,76-23,05	15,03 $\pm$ 2,88
Po	11,21	7,16-62,64	16,44 $\pm$ 4,76
Olo	22,63	10,8-47,78	27,40 $\pm$ 5,74
MERISTIKA			
D	76	59-87	77,43 $\pm$ 3,91
A	65	50-74	61,53 $\pm$ 4,60
P	10	5-12	10,03 $\pm$ 0,69
V	5	4-6	5,29 $\pm$ 0,48
C	23	16-36	23,71 $\pm$ 3,55

3.4. Dužinsko-maseni odnos *Lepidorhombus boscii*

Dužinsko-maseni odnos izračunat je na temelju podataka o masi i dužini svih analiziranih jedinki *Lepidorhombus boscii* (N=1070) i to za cijeli uzorak te odvojeno za mužjake (N=455) i ženke (N=507). Ukupni uzorak uključivao je i jedinke neodređenog spola (N=108).

Izračunati su rasponi mase i njihove srednje vrijednosti sa standardnim devijacijama za dužinske razrede od 13 do 34 cm, i to za mužjake, ženke i ukupni uzorak (Tablica 3.4.1.). Prosječna masa jedinki povećava se s porastom ukupne dužine tijela. Ženke imaju veću prosječnu masu u više dužinskih razreda, u odnosu na mužjake.

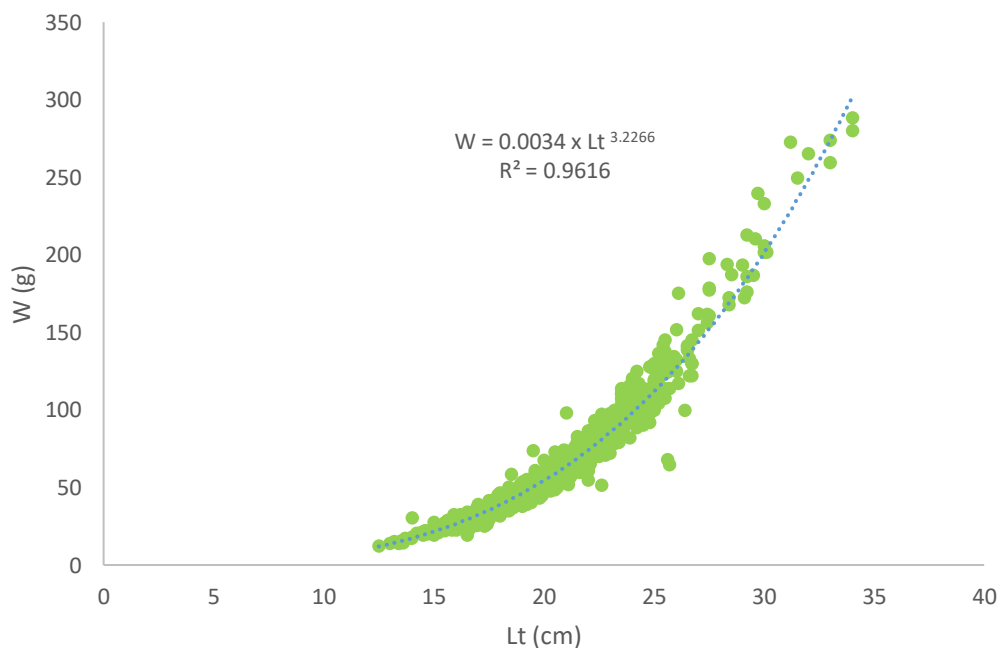
Tablica 3.4.1. Broj primjeraka *Lepidorhombus boscii* i prosječne mase jedinki sa standardnim devijacijama po dužinskim razredima u ukupnom uzorku iz istočnog Jadrana (ukupna duljina tijela jedinki razvrstana je u dužinske razrede od 1 cm, npr. dužinski razred 13 obuhvaća jedinke ukupne dužine tijela od 12,5 do 13,4 cm itd.).

Dužinski razred (cm)	Mužjaci		Ženke		Ukupan uzorak	
	N	$\bar{x}$ W(g) $\pm$ SD	N	$\bar{x}$ W(g) $\pm$ SD	N	$\bar{x}$ W(g) $\pm$ SD
13	-	-	3	13,32 $\pm$ 17,20	4	13,79 $\pm$ 1,23
14	5	19,17 $\pm$ 6,42	2	20,75 $\pm$ 0,41	8	19,29 $\pm$ 4,99
15	8	21,41 $\pm$ 1,56	8	22,74 $\pm$ 1,41	22	22,16 $\pm$ 1,94
16	39	27,18 $\pm$ 2,55	24	27,29 $\pm$ 1,83	76	27,35 $\pm$ 2,24
17	59	31,85 $\pm$ 3,19	53	31,80 $\pm$ 3,65	123	31,96 $\pm$ 3,37
18	60	37,62 $\pm$ 4,27	68	38,15 $\pm$ 3,40	141	37,98 $\pm$ 3,84
19	57	44,27 $\pm$ 3,94	64	44,42 $\pm$ 3,81	132	44,58 $\pm$ 4,05
20	59	52,02 $\pm$ 5,94	56	53,01 $\pm$ 4,45	130	52,66 $\pm$ 5,26
21	47	61,74 $\pm$ 6,50	64	61,92 $\pm$ 7,97	128	61,96 $\pm$ 7,23
22	42	73,48 $\pm$ 8,19	35	73,88 $\pm$ 6,65	87	72,98 $\pm$ 7,55
23	31	84,99 $\pm$ 9,80	29	83,56 $\pm$ 6,61	64	84,13 $\pm$ 8,27
24	19	98,16 $\pm$ 9,35	27	100,95 $\pm$ 7,99	54	101,20 $\pm$ 9,26
25	13	117,63 $\pm$ 11,99	19	107,48 $\pm$ 10,32	38	111,23 $\pm$ 12,07
26	7	132,13 $\pm$ 22,71	12	115,66 $\pm$ 26,27	22	121,43 $\pm$ 24,05
27	3	138,88 $\pm$ 17,20	9	141,17 $\pm$ 14,31	14	140,93 $\pm$ 13,19

28	-	-	6	179,28 ± 14,24	7	178,29 ± 13,26
29	-	-	6	187,97 ± 14,39	6	187,96 ± 14,39
30	-	-	7	211,19 ± 18,60	7	211,19 ± 18,60
31	-	-	1	272,50 ± 0	1	272,5 ± 0
32	-	-	2	257,15 ± 11,10	2	257,15 ± 11,10
33	-	-	2	266,65 ± 9,97	2	266,65 ± 9,97
34	-	-	2	284,10 ± 5,79	2	284,10 ± 5,79
Ukupno	455	67,18 ± 5,92	507	117,95 ± 6,57	1070	118,25 ± 5,83

Dobiveni dužinsko-maseni odnos ukupnog uzorka (Slika 3.4.1.) izražen je sljedećom jednadžbom:

$$W = 0,0034 \times Lt^{3,2266}, R^2 = 0,9616$$



Slika 3.4.1. Dužinsko-maseni odnos ukupnog uzorka *Lepidorhombus boscii* (N = 1070) s područja istočnog Jadrana.

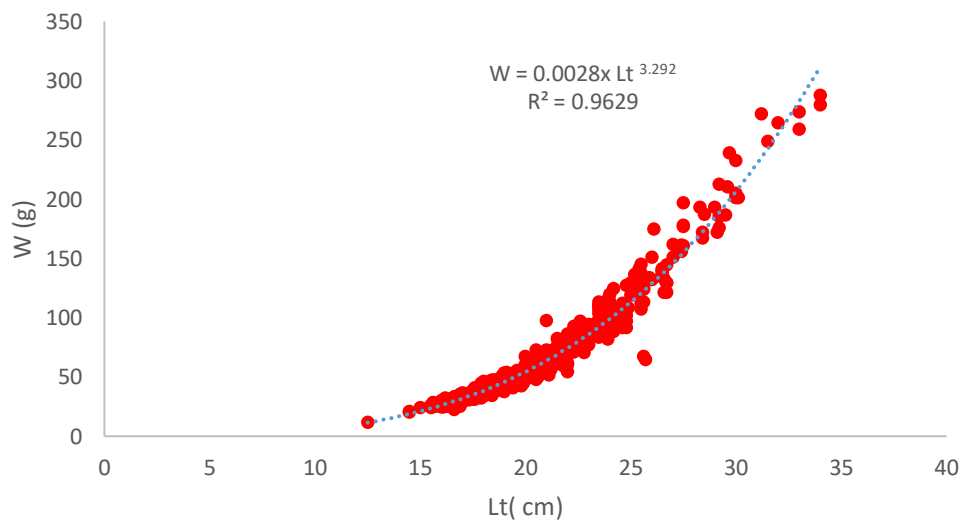
Osim za ukupni uzorak, dužinsko-maseni odnosi određeni su odvojeno za ženke i mužjake te su izraženi sljedećim jednadžbama (Slika 3.4.2. A i B) :

Ženke:

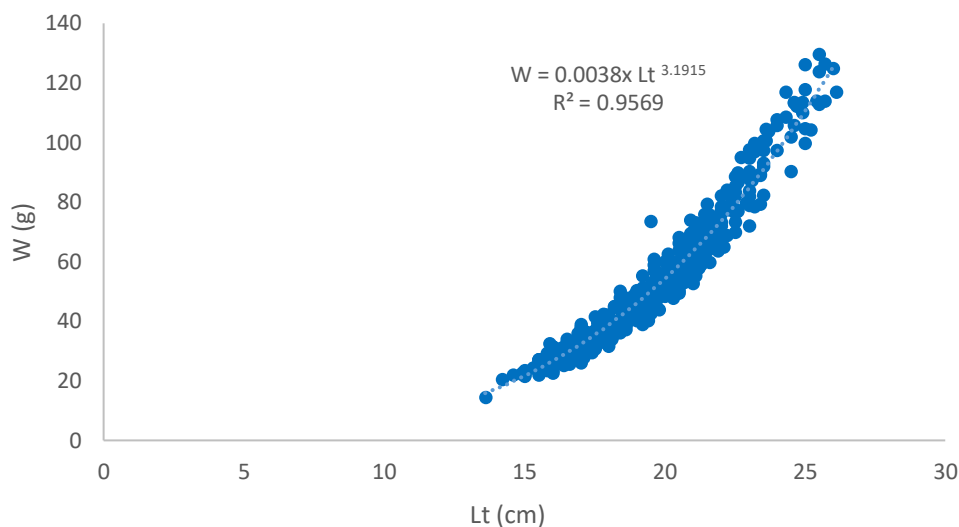
$$W = 0,0028 \times Lt^{3,2912}, R^2 = 0,9629$$

Mužjaci:

$$W = 0,0038 \times Lt^{3,1915}, R^2 = 0,9569$$



Slika 3.4.2.A. Dužinsko-maseni odnos ženki *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.



Slika 3.4.2.B. Dužinsko-maseni odnos mužjaka *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.

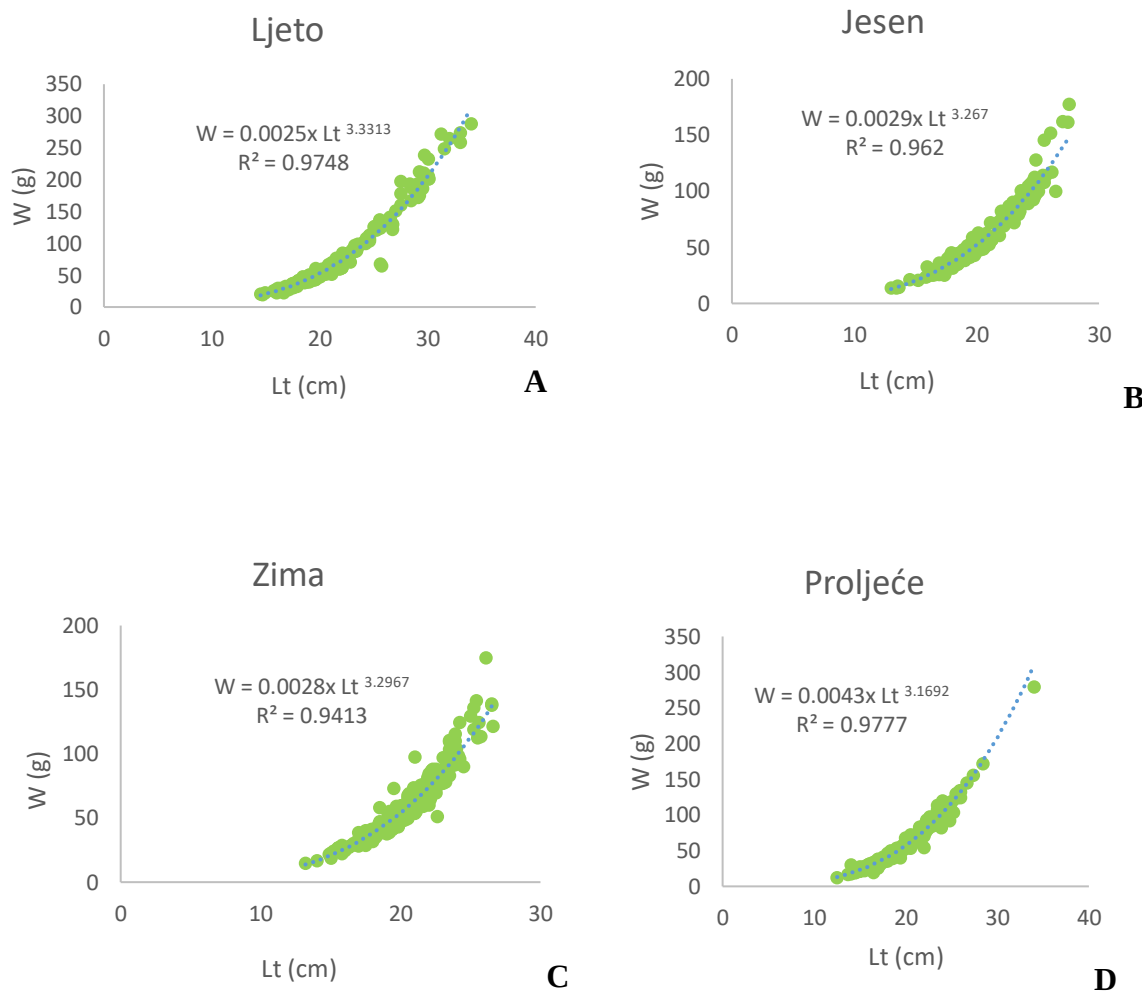
Vrijednosti koeficijenta b pokazuju da je rast ženki, mužjaka i ukupnog uzorka *L. boscii* u istočnom Jadranu pozitivno alometrijski ($b > 3$), odnosno da je prirast mase veći od prirasta dužine. Zabilježena je statistički značajna razlika koeficijenta b u odnosu na 3 kod mužjaka i ženki te razlika koeficijenta b u odnosu na 3 između mužjaka i ženki ($t=4,8$) (Tablica 3.4.2.).

Tablica 3.4.2. Rasponi ukupne dužine i mase tijela, vrijednosti koeficijenata a i b dobivenih iz dužinsko-masenog odnosa te 95%-tne granice pouzdanosti koeficijenta b za mužjake, ženke i ukupni uzorak *Lepidorhombus boscii*: t - studentov t -test; s - stupanj značajnosti b u odnosu na 3 (* $p < 0,05$, ns - nije značajno); R^2 - koeficijent determinacije.

Sve sezone	N	Lt _{min} – Lt _{max} (cm)	W _{min} - W _{max} (g)	a	b	95 % CI (b)	t	s	R ²
Mužjaci	458	13,6-26,1	14,4-129,7	0,0038	3,19	3,19-3,32	3,92	*	0,956
Ženke	505	12,5-34,0	12,18-288,20	0,0028	3,29	3,23-3,34	5,18	*	0,962
Ukupni uzorak	1070	12,5-34,0	12,18-288,20	0,0034	3, 23	3,25-3,32	8,14	*	0,961

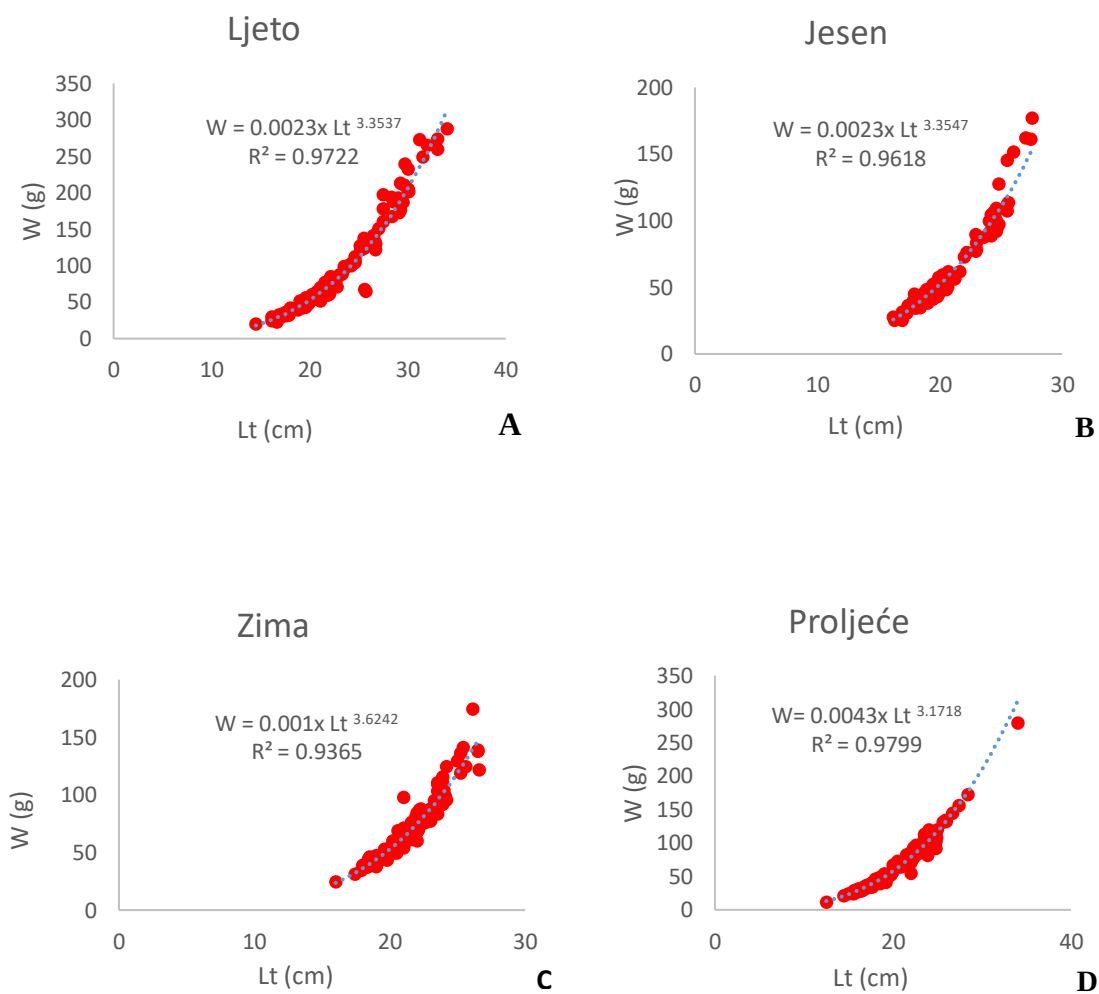
Napravljena je usporedba dužinsko-masениh odnosa po sezonama i to odvojeno za mužjake, ženke i ukupni uzorak (Slike 3.4.4., 3.4.5. i 3.4.6.).

Ukupni uzorak:



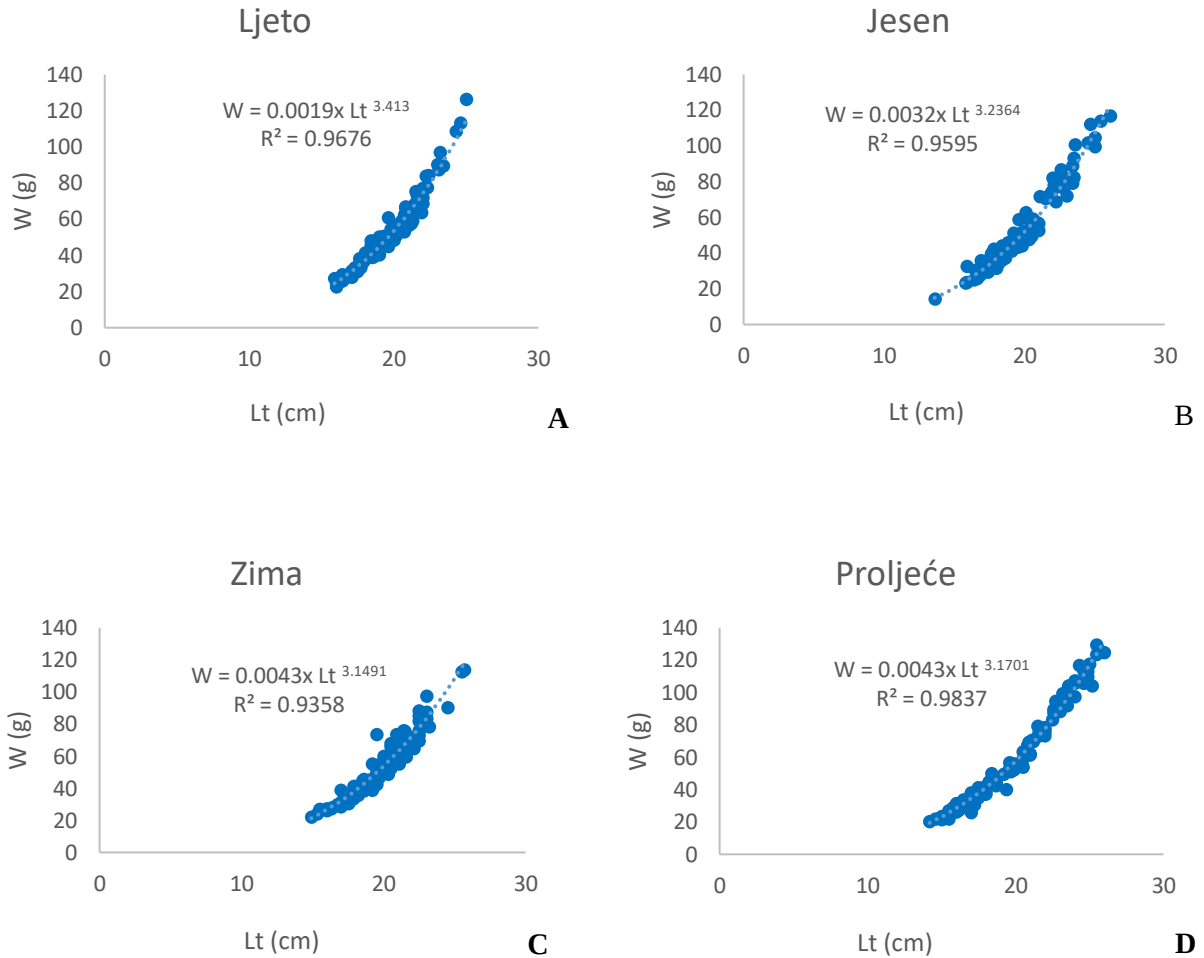
Slika 3.4.4. Dužinsko-maseni odnos ukupnog uzorka *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu po sezonama: A- ljeto, B- jesen, C- zima, D- proljeće.

Ženke:



Slika 3.4.5. Dužinsko-maseni odnos ženki *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu po sezonama: A- ljeto, B- jesen, C- zima, D- proljeće.

Mužjaci:



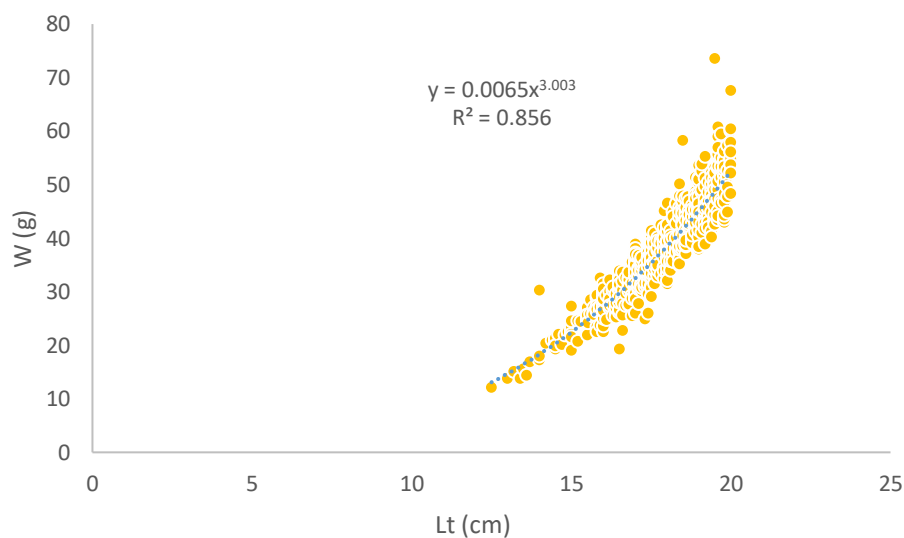
Slika 3.4.6. Dužinsko-maseni odnos mužjaka *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu po sezonama: A- ljeto, B- jesen, C- zima, D- proljeće.

Vrijednosti koeficijenta b pokazuju da je rast mužjaka u proljeće, ljeto i jesen pozitivno alometrijski, a zimi izometrijski. Vrijednosti koeficijenta b za ženke pokazuju pozitivno alometrijski rast u ljeto, jesen i zimu, dok je rast izometrijski u proljeće. U tablici 3.4.3. su prikazani rasponi dužine i mase tijela tijekom sezona, vrijednosti koeficijenta b , 95% intervali pouzdanosti za koeficijent b , te koeficijent determinacije (R^2). Statistički značajna razlika koeficijenta b u odnosu na 3 kod mužjaka je zabilježena u ljeto, jesen i proljeće, a kod ženki u ljeto, jesen i zimu.

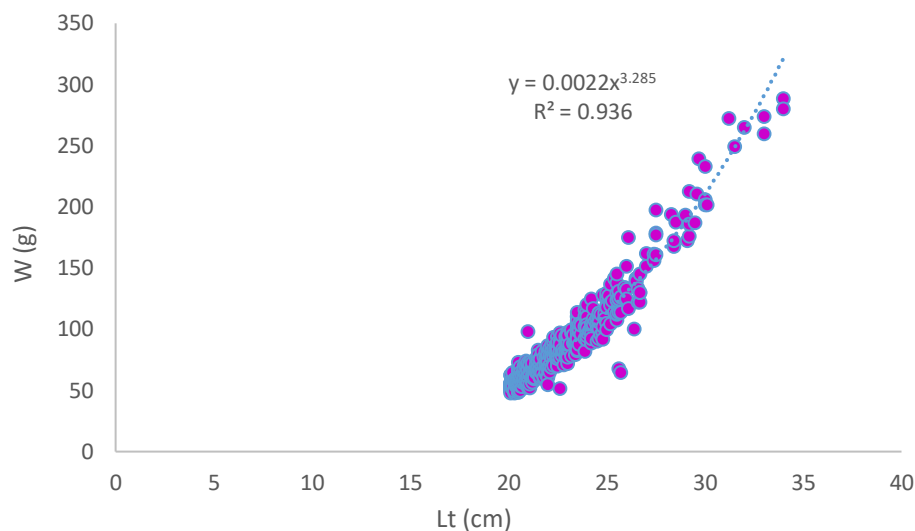
Tablica 3.4.3. Rasponi ukupne dužine i mase tijela, vrijednost koeficijenta b dobivenog iz dužinsko-masenog odnosa te 95%-tne intervale pouzdanosti koeficijenta b za mužjake, ženke i ukupni uzorak *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu: t - studentov *t*-test; s - stupanj značajnosti b u odnosu na 3 (* $p < 0,05$, ns - nije značajno); R^2 - koeficijent determinacije.

	Sezona	N	Lt _{min} – Lt _{max} (cm)	W _{min} – W _{max} (g)	b	95% CI (b)	t	s	R ²
Mužjaci	Ljeto	95	15,90-25,00	22,61-126,2	3,41	3,39-3,67	3,78	*	0,967
	Jesen	115	13,60-26,10	14,4-117,00	3,24	3,12-3,34	2,09	*	0,959
	Zima	115	14,90-25,70	22,31-113,89	3,15	2,93-3,26	0,57	ns	0,935
	Proljeće	133	14,20-26,00	20,46-129,70	3,17	3,09-3,23	2,28	*	0,983
Ženke	Ljeto	127	14,50-34,00	20,46-288,20	3,35	3,23-3,47	2,91	*	0,972
	Jesen	129	16,20-27,50	14,40-117,00	3,55	3,43-3,66	4,73	*	0,961
	Zima	123	16,00-26,60	25,08-175,10	3,62	3,46-3,84	3,42	*	0,936
	Proljeće	126	12,50-34,00	12,18-280,00	3,17	2,92-3,18	0	ns	0,979
Ukupni uzorak	Ljeto	235	14,50-34,00	20,20-288,20	3,33	3,27-3,41	4,85	*	0,974
	Jesen	256	13,00-27,50	13,90-177,30	3,27	3,31-3,49	4,44	*	0,962
	Zima	292	13,20-26,60	15,20-175,10	3,30	3,32-3,56	3,66	*	0,941
	Proljeće	287	12,50-34,00	12,18-280,00	3,17	3,01-3,11	1,2	ns	0,977

Usporedba dužinsko-masenog odnosa juvenilnih ($L_t \leq 20$ cm) i adultnih ($L_t > 20$ cm) jedinki prikazana je na slikama 3.4.7. i 3.4.8. Vrijednosti koeficijenta b pokazuju da je rast juvenilnih jedinki *L. boscii* u istočnom Jadranu izometrijski ($b = 3,00$), što znači da juvenilne jedinke rastu jednako i u dužinu i u masu. Rast adultnih jedinki *L. boscii* je pozitivno alometrijski ($b = 3,28$) odnosno adultne jedinke brže rastu u masu nego u dužinu (Slike 3.4.7. i 3.4.8.). Statistički značajna razlika koeficijenta b u odnosu na 3 zabilježena je kod adultnih jedinki (Tablica 3.4.4.).



Slike 3.4.7. Dužinsko-maseni odnos juvenilnih jedinki *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.



Slika 3.4.8. Dužinsko-maseni odnos adultnih jedinki *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.

Tablica 3.4.4. Rasponi ukupne dužine i mase tijela, vrijednosti koeficijenta a i b dobivenih iz dužinsko-masenog odnosa te 95%-tne granice pouzdanosti koeficijenta b za juvenilne i adultne jedinke *Lepidorhombus boscii*: t - studentov *t*-test; s - stupanj značajnosti b u odnosu na 3 (* $p < 0,05$, ns – nije značajno); R^2 - koeficijent determinacije.

Sve sezone	N	Lt _{min} – Lt _{max} (cm)	W _{min} - W _{max} (g)	a	b	95 % CI (b)	t	s	R ²
Juvenilni	590	12,5 – 20,0	12,18 – 73,63	0,0065	3,00	2,89 - 3,11	0	ns	0,85
Adulti	479	20,1 – 34,0	47,70 – 288,20	0,0022	3,29	3,22 - 3,34	4,66	*	0,93

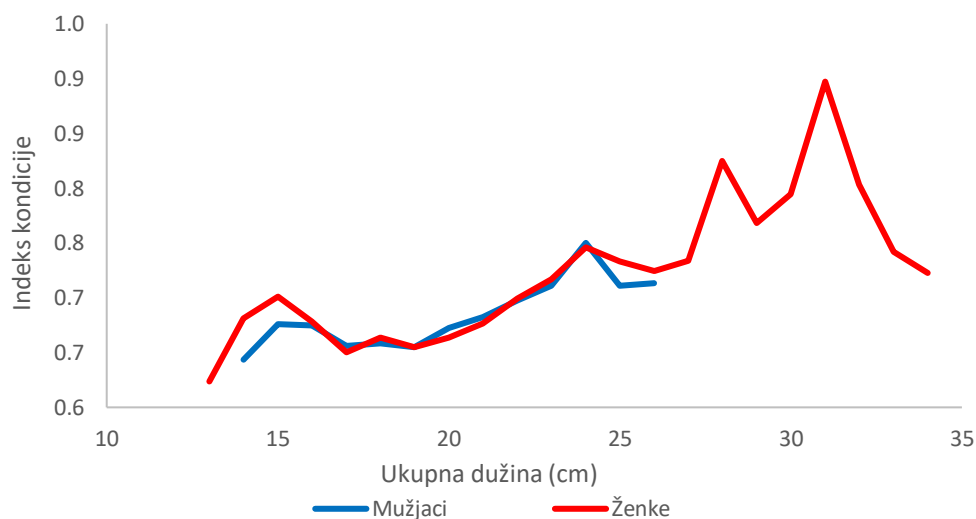
3.5. Indeks kondicije *Lepidorhombus boscii*

Indeks kondicije izračunat je za ukupni uzorak (N=1070), mužjake (N=455) i ženke (N=507) te po sezonama. Vrijednosti indeksa kondicije za ukupan uzorak su u rasponu od 0,381 do 1,107 ($0,681 \pm 0,072$), za mužjake od 0,530 do 0,993 ($0,675 \pm 0,062$), a za ženke od 0,381 do 1,057 ($0,690 \pm 0,077$) (Tablica 3.5.1). Vrijednost indeksa kondicije kod mužjaka najveći je kod jedinki dužinskog razreda 24 cm, a kod ženki je najveći u dužinskim razredima 30 i 31 cm. Prema dobivenim rezultatima, može se zaključiti da veći mužjaci i ženke u prosjeku imaju bolju kondiciju u odnosu na manje jedinke, obzirom da se indeks kondicije uglavnom povećava s rastom ukupne dužine tijela. Iznimka su najveći dužinski razredi oba spola kod kojih su te vrijednosti nešto niže, a smanjenje je naročito izraženo kod ženki (Slika 3.5.1.). Razlike u indeksu kondicije između mužjaka i ženki su statistički značajne (*t-test*, $t=3,22$, $p=0,001$, $p<0,05$), odnosno njegova vrijednost je u prosjeku veća kod ženki.

Tablica 3.5.1. Promjene srednje vrijednosti indeksa kondicije (IK) i mase (g) vrste *Lepidorhombus boscii* u odnosu na dužinu tijela (Lt) u mužjaka (N=455), ženki (N=507) i ukupnog uzorka (N=1070).

Dužinski razred (cm)	Mužjaci		Ženke		Ukupan uzorak	
	IK	$\bar{x}W(g)$	IK	$\bar{x}W(g)$	IK	$\bar{x}W(g)$
13	-	-	0,624	13,32	0,624	13,79
14	0,644	19,17	0,681	20,75	0,711	19,29
15	0,676	21,41	0,701	22,74	0,674	22,16
16	0,675	27,18	0,678	27,29	0,673	27,35
17	0,656	31,85	0,650	31,80	0,652	31,96
18	0,658	37,62	0,664	38,15	0,660	37,98
19	0,655	44,27	0,655	44,42	0,660	44,58
20	0,672	52,02	0,664	53,01	0,668	52,66
21	0,682	61,74	0,676	61,92	0,681	61,96
22	0,697	73,48	0,699	73,88	0,697	72,98
23	0,711	84,99	0,717	83,56	0,708	84,13

24	0,750	98,16	0,746	100,95	0,747	101,20
25	0,711	117,63	0,733	107,48	0,725	111,23
26	0,713	132,13	0,724	115,66	0,712	121,43
27	-	-	0,734	141,17	0,734	140,93
28	-	-	0,825	179,28	0,825	178,29
29	-	-	0,768	187,97	0,768	187,96
30	-	-	0,795	211,19	0,795	211,19
31	-	-	0,897	272,50	0,897	272,5
32	-	-	0,803	257,15	0,803	257,15
33	-	-	0,742	266,65	0,742	266,65
34	-	-	0,723	284,10	0,723	284,10
Ukupno	0,685	67,18	0,723	117,95	0,722	118,25



Slika 3.5.1. Srednje vrijednosti indeksa kondicije vrste *Lepidorhombus boscii* u odnosu na ukupnu dužinu tijela ženki, mužjaka i ukupnog uzorka na području istočnog Jadrana.

Najniže vrijednosti indeksa kondicije mužjaka i ženki zabilježene su u jesen a, najviše u proljeće (Tablica 3.5.2.). Zabilježene su statistički značajne razlike za ukupan uzorak između sezona (ANOVA, $p = 2,2 \times 10^{-16}$, $p < 0,05$). Statistički značajne razlike za ukupan uzorak zabilježene su između ljeta i jeseni (Tukey test, $p = 0,0001$, $p < 0,05$), proljeća i ljeta (Tukey test, $p = 0,00005$, $p < 0,05$), zime i jeseni (Tukey test, $p = 0,0000033$, $p < 0,05$), proljeća i ljeta

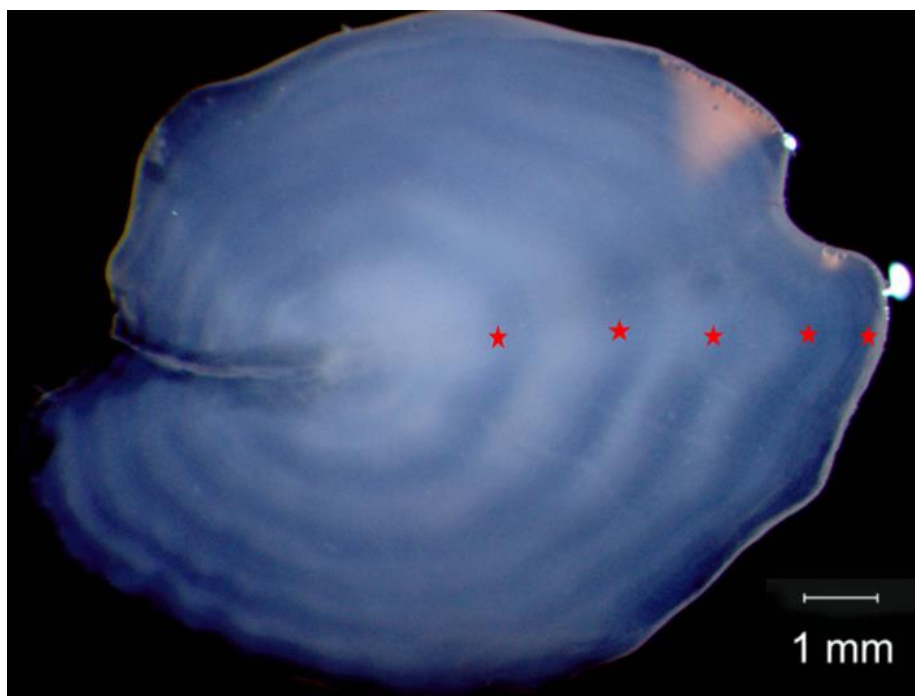
(Tukey test, $p = 0,00005$, $p < 0,05$) i zime i proljeća (Tukey test, $p = 0,0003$, $p < 0,05$). Statistički značajna razlika nije utvrđena samo između zime i ljeta (Tukey test, $p = 0,90$, $p > 0,05$).

Tablica 3.5.2. Rasponi i srednje vrijednosti sa standardnim devijacijama ($\bar{x} \pm SD$) indeksa kondicije (IK) vrste *L. boscii* po sezonama za mušjake, ženke i ukupni uzorak na području istočnog Jadrana.

	Sezona	N	IK (raspon)	$\bar{x} \pm SD$
Mušjaci	Ljeto	95	0,552-0,808	$0,664 \pm 0,056$
	Jesen	115	0,542-0,811	$0,646 \pm 0,057$
	Zima	115	0,551-0,993	$0,673 \pm 0,064$
	Proljeće	133	0,530-0,815	$0,713 \pm 0,048$
Ženke	Ljeto	127	0,382-0,950	$0,688 \pm 0,877$
	Jesen	129	0,530-0,876	$0,657 \pm 0,062$
	Zima	123	0,554-1,058	$0,691 \pm 0,081$
	Proljeće	126	0,515-0,875	$0,726 \pm 0,060$
Ukupni uzorak	Ljeto	235	0,381-0,949	$0,677 \pm 0,075$
	Jesen	256	0,482-0,876	$0,649 \pm 0,061$
	Zima	292	0,446-1,057	$0,680 \pm 0,074$
	Proljeće	287	0,430-1,107	$0,717 \pm 0,661$

3.6. Starost i rast *Lepidorhombus boscii*

Za analizu starosti i rasta izabran je poduzorak od 921 jedinke (86,07 % ukupnog uzorka). Očitavani su isključivo otoliti koji su imali jasno vidljive zone prirasta (opaka i hijalina) (Slika 3.6.1.). Otoliti koji su oštećeni prilikom brušenja te oni na kojima čitljivost nije bila dovoljno dobro vidljiva nisu uzeti u obzir.

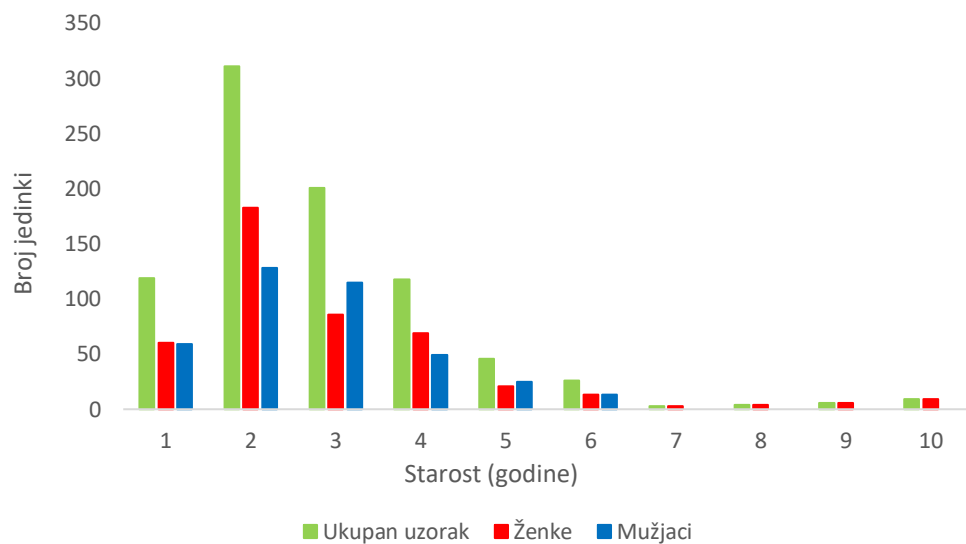


Slika 3.6.1. Primjer otolita petogodišnje jedinke *Lepidorhombus boscii* s označenim prstenovima prirasta.

Ukupna dužina tijela *L. boscii* u analiziranom poduzorku (N=921) bila je u rasponu od 12,5 do 34,0 cm ($19,97 \pm 3,26$ cm). Poduzorak se sastojao od 433 ženke i 387 mužjaka. Raspon ukupne dužine tijela ženki bio je u rasponu od 12,5 do 34,0 cm ($20,43 \pm 3,65$ cm), a mužjaka od 13,5 do 27,4 cm ($19,58 \pm 2,71$ cm). Očitavanjem zona prirasta na otolitima utvrđeno je da najstarija ženka u uzorku ima 10 godina, a najstariji mužjak 6 godina. U ukupnom uzorku dominiraju jedinke starosti od 2 do 3 godine, dok su jedinke starosti od 7 do 10 godina utvrđene samo kod ženki i najmanje su zastupljene (Tablica 3.6.1., Slika 3.6.2.).

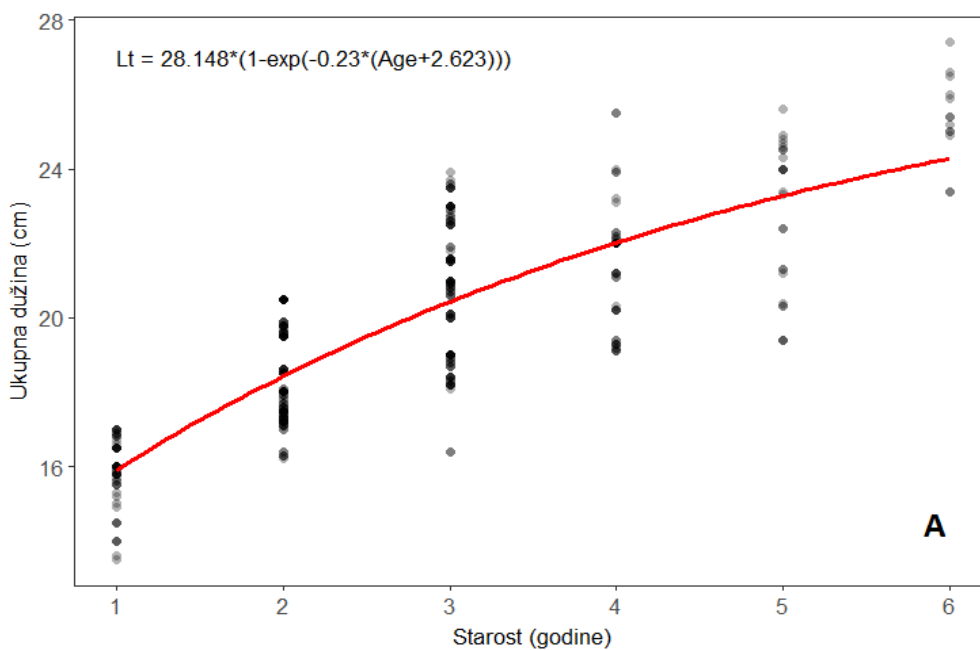
Tablica 3.6.1. Broj jedinki (N), srednje vrijednosti ($\pm$ SD) i raspon ukupnih dužina tijela ženki, mužjaka i ukupnoga uzorka *Lepidorhombus boscii* iz istočnog Jadrana po starosnim razredima.

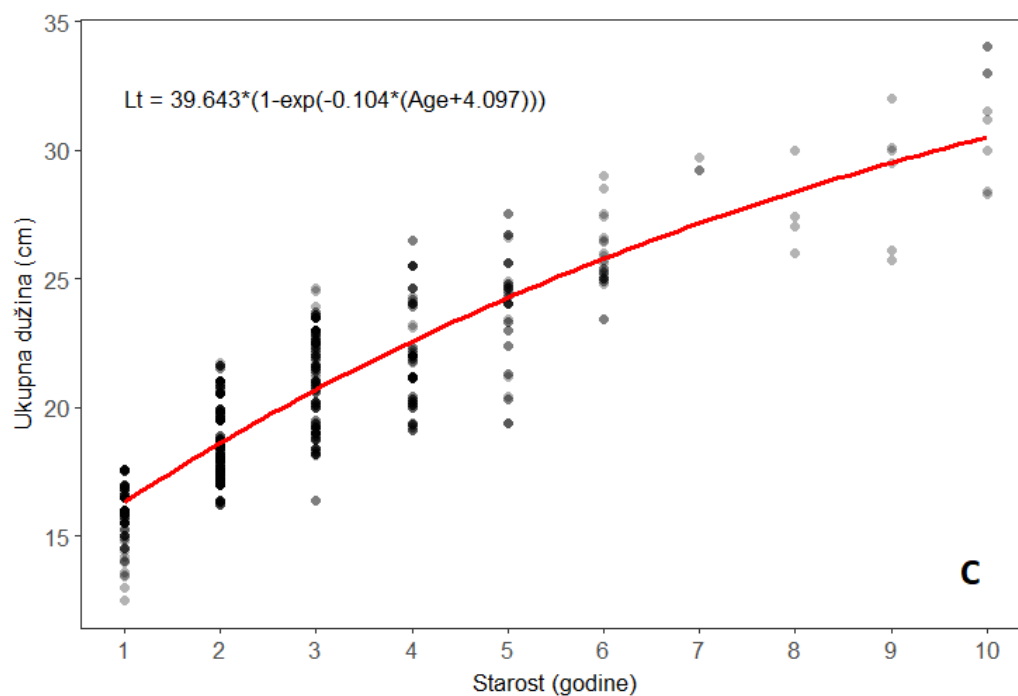
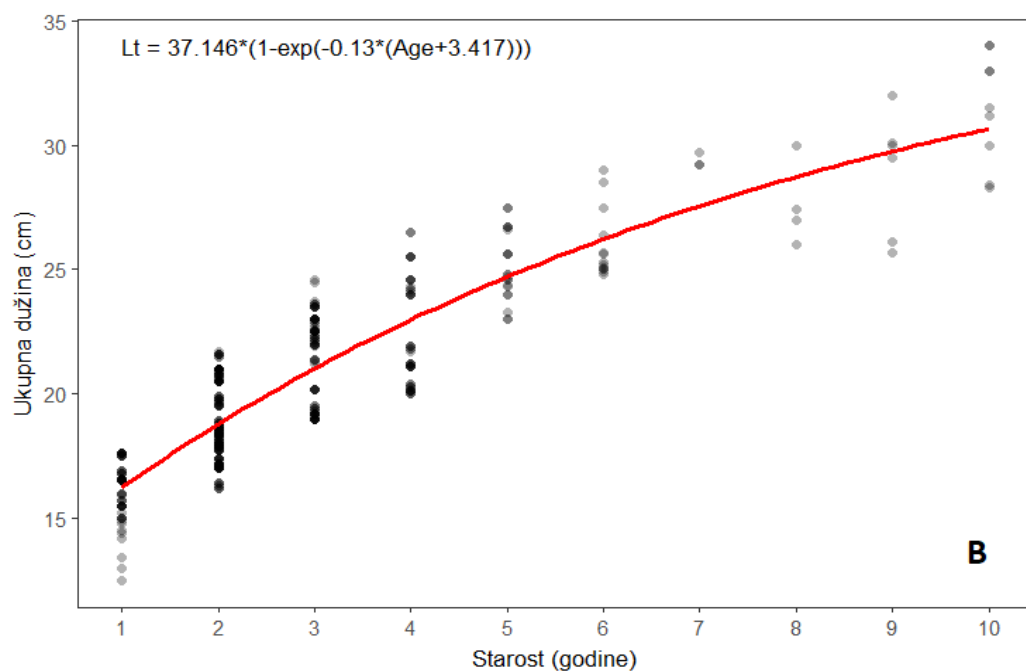
Starosni razred (godina)	Ženke			Mužjaci			Ukupni uzorak		
	N	Raspon (cm)	$\bar{x} \pm SD$	N	Raspon (cm)	$\bar{x} \pm SD$	N	Raspon (cm)	$\bar{x} \pm SD$
1	60	12,5 - 17,6	16,12 $\pm$ 1,19	59	13,5 - 17,0	15,86 $\pm$ 0,89	119	12,5 - 17,6	15,99 $\pm$ 1,06
2	183	16,2 - 21,7	18,83 $\pm$ 1,47	128	16,2 - 20,5	18,35 $\pm$ 1,20	311	16,2 - 21,7	18,63 $\pm$ 1,38
3	86	19,0 - 24,6	21,43 $\pm$ 1,72	115	16,4 - 23,9	20,73 $\pm$ 1,81	201	16,4 - 16,6	21,03 $\pm$ 1,80
4	69	20,0 - 26,5	22,31 $\pm$ 2,07	49	19,1 - 25,5	21,43 $\pm$ 1,62	118	19,1 - 26,5	21,86 $\pm$ 1,90
5	21	23,0 - 27,5	25,14 $\pm$ 1,38	25	19,4 - 25,6	22,73 $\pm$ 2,01	46	19,4 - 27,5	23,83 $\pm$ 29,0
6	13	24,8 - 29,0	26,0 $\pm$ 1,42	13	23,4 - 27,4	25,39 $\pm$ 1,14	26	23,4 - 29,0	25,69 $\pm$ 1,30
7	3	29,2 - 29,7	29,36 $\pm$ 0,28	-	-	-	3	29,2 - 29,7	29,36 $\pm$ 0,28
8	4	26,0 - 30,0	27,6 $\pm$ 1,70	-	-	-	4	26,0 - 30,0	27,6 $\pm$ 1,70
9	6	25,7 - 32,0	28,9 $\pm$ 2,47	-	-	-	6	25,7 - 32,0	28,9 $\pm$ 2,47
10	9	28,3 - 34,0	31,48 $\pm$ 2,21	-	-	-	9	28,3 - 34,0	31,48 $\pm$ 2,21



Slika 3.6.2. Zastupljenost starosnih razreda za mužjake, ženke i ukupan uzorak *Lepidorhombus boscii*.

Rast *L. boscii* opisan je von Bertalanffy-evom jednadžbom rasta. Na sljedećim slikama prikazan je rast ženki (A), mužjaka (B) te ukupnog uzorka (C) (Slika 3.6.3.).





Slika 3.6.3. Von Bertalanffyjeve krivulje rasta mužjaka (A), ženki (B) i ukupnoga uzorka (C) za vrstu *Lepidorhombus boscii* na području istočnog Jadrana.

U tablici 3.6.2. su prikazane vrijednosti parametara dobivene von Bertalanffyevim modelom rasta za ženke, mužjake i ukupni uzorak. Uspoređujući parametre Von Bertalanffyeve jednadžbe rasta, uočljivo je da je vrijednost asimptotske dužine (L_{∞}) veća kod ženki nego kod mužjaka, dok vrijednost koeficijenta rasta k ukazuje na brži rast kod mužjaka.

Tablica 3.6.2. Vrijednosti parametara dobivenih von Bertalanffyevim modelom rasta za ženke, mužjake i ukupni uzorak *Lepidorhombus boscii* na području istočnog Jadrana.

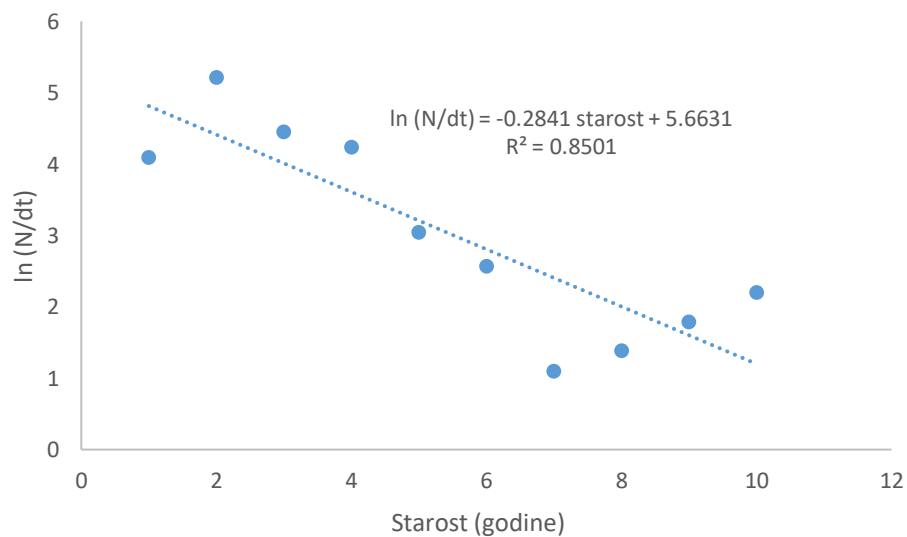
Parametri	Ženke	Mužjaci	Ukupni uzorak
L_{∞} (cm)	37,14	28,14	39,63
K (godine ⁻¹)	0,13	0,23	0,10
t_0 (godine)	-3,41	-2,63	-4,09
R^2	0,74	0,59	0,69

3.7. Smrtnost *Lepidorhombus boscii*

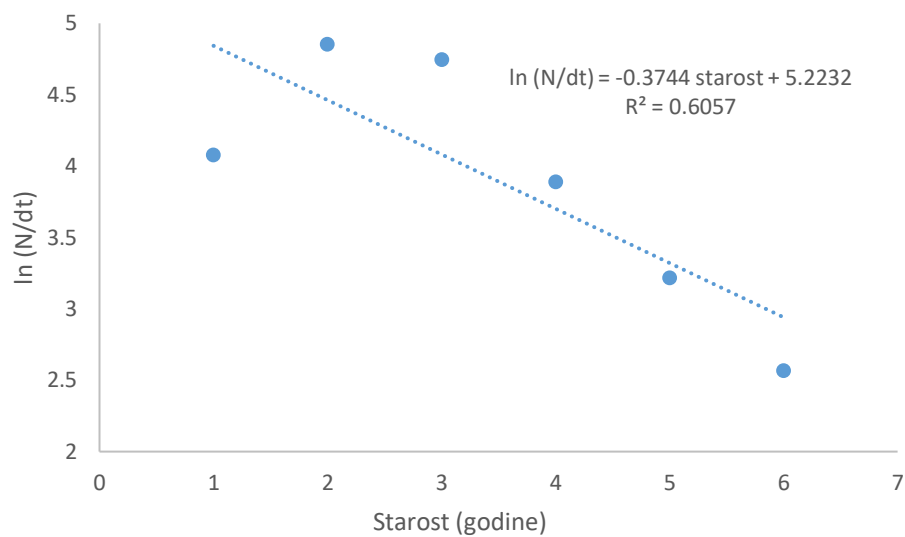
Smrtnost *L. boscii* na području istočnog Jadrana istražena je na poduzorku od 921 jedinke kojima je prethodno određena starost. Vrijednosti ukupne (Z), prirodne (M), ribolovne (F) smrtnosti te omjera iskorištavanja (E) prikazani su u tablici 3.7.1. Linearizirana krivulja ulova za ženke, mužjake i ukupni uzorak pomoću kojih su dobivene vrijednosti ukupne smrtnosti (Z) prikazane su na slikama 3.7.1., 3.7.2. i 3.7.3. Za cijeli uzorak ukupna smrtnost iznosila je 0,26. Izračunata ukupna smrtnost za ženke (0,28) manja je nego za mužjake (0,37). Veća ribolovna smrtnost zabilježena je za ženke (0,13), dok je veća vrijednost prirodne smrtnosti utvrđena za mužjake (0,28). Omjer iskorištavanja za ukupni uzorak iznosi 0,57, dok je gledano po spolovima on veći kod ženki (0,46) nego kod mužjaka (0,24).

Tablica 3.7.1. Vrijednost ukupne (Z), prirodne (M) i ribolovne (F) smrtnosti i omjera iskorištavanja (E) ženki, mužjaka i ukupnog uzorka *Lepidorhombus boscii* u istočnom dijelu Jadranskog mora.

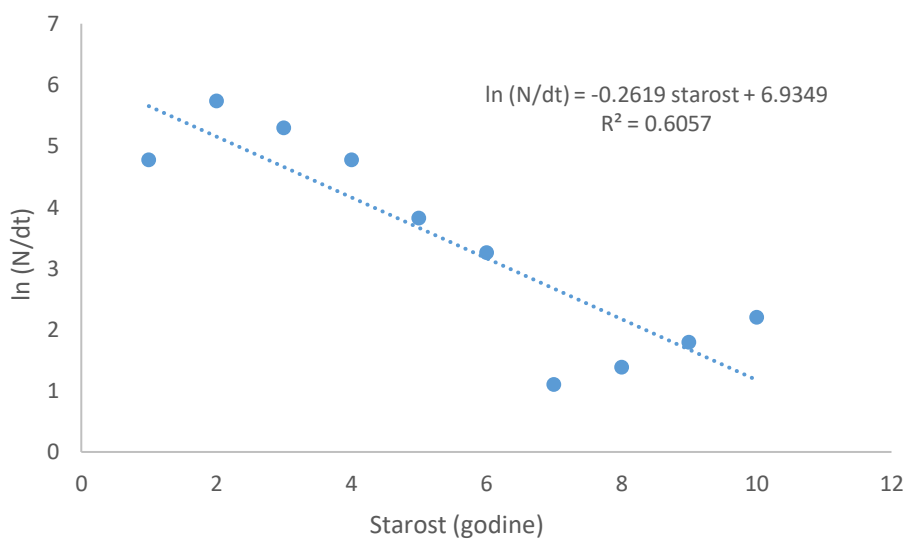
	Ženke	Mužjaci	Ukupni uzorak
Ukupna smrtnost (Z) (godine ⁻¹)	0,28	0,37	0,26
Prirodna smrtnost (M) (godine ⁻¹)	0,15	0,28	0,11
Ribolovna smrtnost (F) (godine ⁻¹)	0,13	0,09	0,15
Omjer iskorištavanja (E)	0,46	0,24	0,57



Slika 3.7.1. Linearizirana krivulja ulova za ženke *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.



Slika 3.7.2. Linearizirana krivulja ulova za mužjake *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.

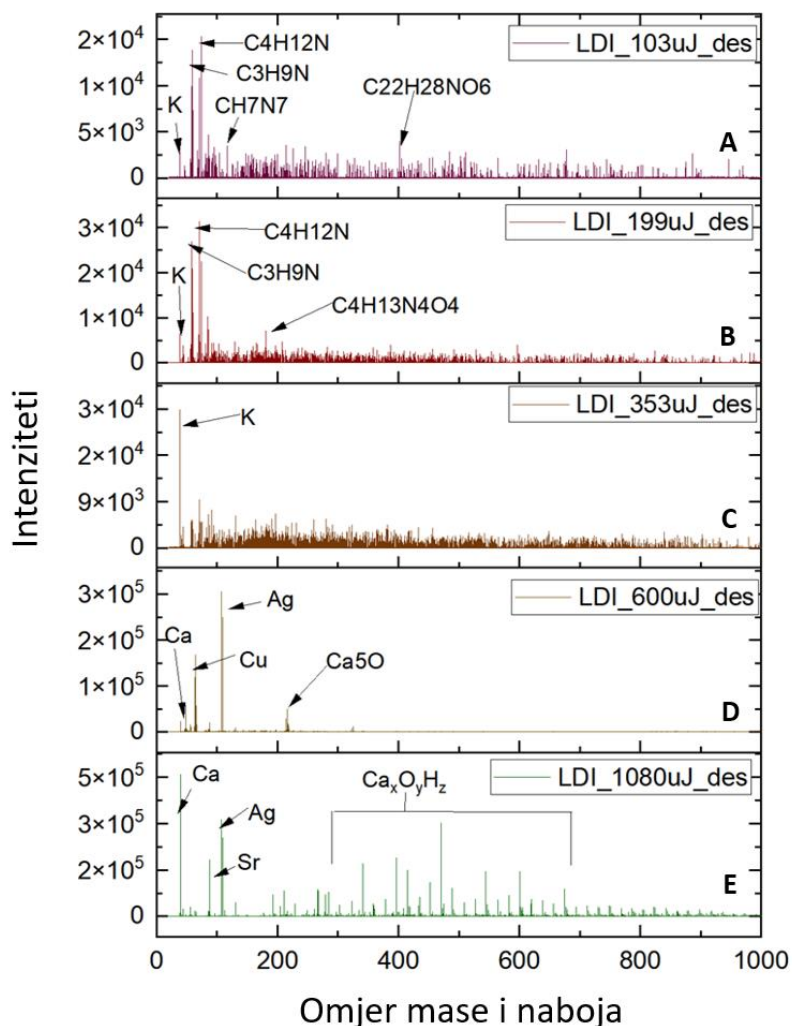


Slika 3.7.3. Linearizirana krivulja ulova za ukupni uzorak *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.

3.8. Kemijska analiza otolita *Lepidorhombus boscii*

Za potrebe kemijske analize analizirano je deset uzoraka otolita *Lepidorhombus boscii*. Raspon ukupnih dužina tijela uzorkovanih jedinki bio je od 14,9 do 24,2 cm ($18,29 \pm 2,69$), a njihova masa bila je u rasponu od 22,56 do 92,11 g ($45,01 \pm 20,37$). Raspon starosti jedinki čiji su otoliti analizirani bio je od dvije do pet godina.

Spektri dobiveni za sve uzorke otolita relativno su slični, ali imaju različite intenzitete. Spektri dobiveni za različite fluente desorpcije u LDI načinu rada prikazani su na slici 3.8.1. Slika pokazuje da za fluente desorpcije u rasponu od 500-2000 mJ/cm² (energija po laserskom pulsu=100-350 μJ), spektri pokazuju vrhove ugljikovodika koji sadrži dušik. Neki od navedenih pikova označeni su na slici 3.8.1. Zanimljiva značajka spektra je da ne prikazuje pikove koji odgovaraju C_x klasterima ili EPA-16 PAH (policiklički aromatski ugljikovodici). Među metalima, samo kalij se može vidjeti u spektrima snimljenim za gore spomenuti raspon fluentnosti desorpcije.



Slika 3.8.1. Usporedba intenziteta masenih spektara dobivenih za različite energije desorpcije: A: spektar dobiven na 103 μJ ; B: spektar dobiven na 199 μJ ; C: spektar dobiven na 353 μJ ; D: spektar dobiven na 600 μJ ; E: spektar dobiven na 1080 μJ .

Povećanjem fluentnosti desorpcije iznad 2000 mJ/cm^2 (energija po laserskom pulsu = 600 i 1000 μJ), spektri pokazuju pikove koji odgovaraju metalima. Neki od ovih metala prikazani su na slici 3.8.1. Uz molekularne vrhove ovih metala, identificirani su i vrhovi koji odgovaraju oksidima metala. Većina ovih oksida, kako pokazuju spektri, su u hidroksidnom stanju. Kako se fluentnost desorpcije povećava, uočavaju se pikovi koji odgovaraju klasterima CaOH_2 . Najznačajniji pikovi, koji su identificirani za različite fluente desorpcije, sažeti su u tablici 3.8.1.

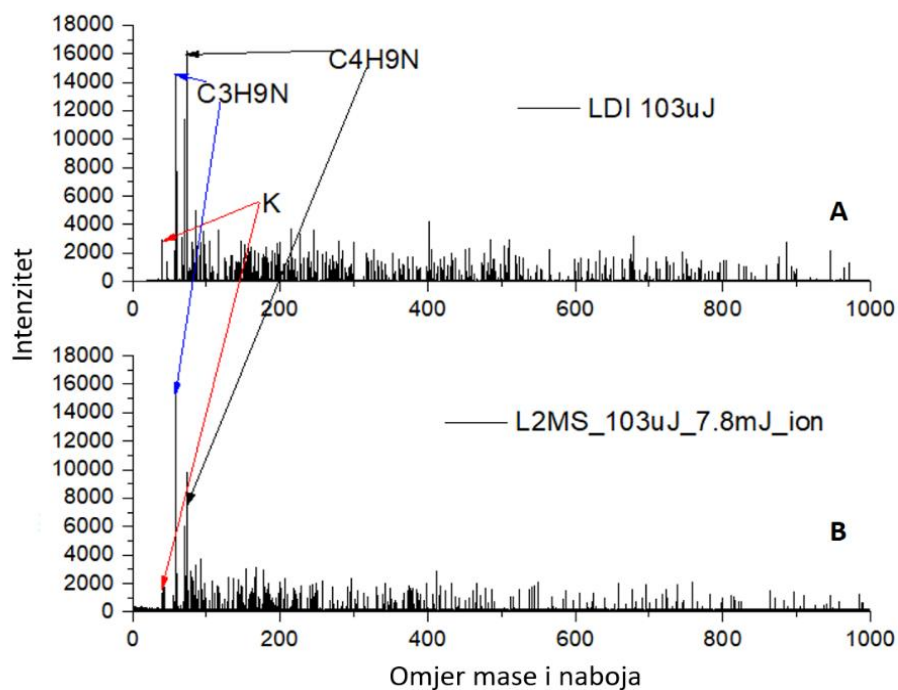
Tablica 3.8.1. Najznačajniji pikovi identificirani na slici 3.8.1.

Detektirana masa	Kemijski spoj	Stvarna (precizna) masa	Pogreška (ppm)
LDI_100μJ/cm²; fluent=566mJ/cm²			
38,962	K	38,963	19,524
46,064	C ₂ H ₈ N	46,065	21,960
58,065	C ₃ H ₈ N	58,065	-0,819
59,073	C ₃ H ₉ N	59,073	5,9312
60,080	C ₃ H ₁₀ N	60,081	10,420
67,055	C ₅ H ₇	67,054	-12,624
70,067	C ₄ H ₈ N	70,065	-18,707
71,074	C ₄ H ₉ N	71,073	-16,746
74,097	C ₄ H ₁₂ N	74,096	-11,552
86,094	C ₅ H ₁₂ N	86,097	25,249
95,085	C ₇ H ₁₁	95,086	7,2960
104,107	C ₃ H ₁₂ N ₄	104,106	-9,644
117,07	CH ₇ N ₇	117,076	30,209
147,101	C ₅ H ₁₃ N ₃ O ₂	147,100	-3,656
214,128	CH ₁₄ N ₁₀ O ₃	214,125	-13,144
246,060	C ₄ H ₂ N ₁₄	246,059	-4,206
280,16	C ₁₆ H ₂₄ O ₄	280,167	7,833
299,099	C ₂₀ H ₁₃ NO ₂	299,094	-15,709
402,191	C ₄ H ₁₆ N ₂₃ O	402,191	-0,099
484,423	C ₂₆ H ₅₂ N ₅ O ₃	484,423	-0,578
511,15	C ₁₄ H ₁₉ N ₁₄ O ₈	511,151	-1,527
564,252	C ₁₉ H ₃₀ N ₁₅ O ₆	564,250	-3,634
678,300	C ₃₃ H ₃₆ N ₁₃ O ₄	678,301	1,1134
LDI_200μJ/cm²; fluent=1130mJ/cm²			
38,962	K	38,963	36,246
44,051	C ₂ H ₆ N	44,050	-30,408
58,065	C ₃ H ₈ N	58,065	9,849
59,072	C ₃ H ₉ N	59,073	18,181
71,07	C ₄ H ₉ N	71,073	-1,443
74,098	C ₄ H ₁₂ N	74,096	-15,201
84,080	C ₅ H ₁₀ N	84,081	14,031
86,095	C ₅ H ₁₂ N	86,097	15,104
94,067	C ₆ H ₈ N	94,065	-19,069
103,051	C ₃ H ₇ N ₂ O ₂	103,050	-8,673
129,064	CH ₅ N ₈	129,064	-2,208
181,094	C ₄ H ₁₃ N ₄ O ₄	181,093	-1,307
207,094	C ₃ H ₁₁ N ₈ O ₃	207,095	3,279
234,058	C ₄ H ₈ N ₇ O ₅	234,058	2,119

282,117	C ₇ H ₁₂ N ₁₁ O ₂	282,117	0,196
387,131	C ₁₉ H ₁₅ N ₈ O ₂	387,132	1,470
LDI_350μJ/ cm²; fluent 1980mJ/cm²			
56,964	CaOH ₂	56,965	8,559
58,067	C ₃ H ₈ N	58,065	-23,301
59,073	C ₃ H ₉ N	59,073	2,288
71,071	C ₄ H ₉ N	71,073	22,925
86,097	C ₅ H ₁₂ N	86,097	-1,973
91,052	C ₇ H ₇	91,054	21,916
164,027	C ₁₂ H ₄ O	164,026	-9,904
280,113	C ₂₁ H ₁₄ N	280,112	-3,599
LDI_600μJ/ cm²; fluent 3400mJ/cm²			
39,960	Ca	39,962	52,342
45,951	46Ti	45,952	22,530
46,948	47Ti	46,951	57,961
47,946	Ti	47,947	30,107
48,946	49Ti	48,947	36,130
49,942	50Ti	49,944	37,870
53,939	54Fe	53,939	0,694
55,935	Fe	55,939	65,449
56,934	57Fe	56,935	19,320
56,964	CaOH	56,965	9,506
61,947	46TiO	61,947	-3,082
62,931	Cu	62,929	-31,784
62,947	47TiO	62,946	-12,709
63,943	TiO	63,942	-16,519
65,94	50TiO	65,939	-15,212
72,937	FeOH	72,937	4,105
85,909	86Sr	85,909	1,488
86,911	87Sr	86,908	-29,659
87,906	Sr	87,905	-11,780
106,906	Ag	106,905	-14,545
108,905	109Ag	108,904	-10,729
119,903	SrO ₂	119,895	-63,836
130,932	Ca ₂ O ₃ H ₃	130,933	5,673
137,908	Ba	137,905	-23,622
143,876	Ti ₂ O ₃	143,880	30,885
215,798	Ca ₅ O	215,807	43,417
LDI_1000μJ/ cm²; fluent 5670mJ/cm²			
38,962	K	38,963	38,297
39,961	Ca	39,962	33,797
43,953	44Ca	43,955	37,303
47,948	Ti	47,947	-1,042

55,936	Fe	55,939	49,988
62,928	Cu	62,929	10,614
64,927	⁶⁵ Cu	64,927	10,047
87,905	Sr	87,905	4,823
106,906	Ag	106,905	-9,777
108,905	¹⁰⁹ Ag	108,904	-3,986
112,924	Ca ₂ O ₂ H	112,922	-14,570
130,932	Ca ₂ O ₃ H	130,933	10,346
148,943	Ca ₂ O ₄ H ₅	148,943	3,040
192,888	Ca ₂ O ₇ H	192,897	44,110
204,899	Ca ₃ O ₅ H ₅	204,901	7,084
210,898	Ca ₂ O ₈ H ₃	210,907	41,619
228,909	Ca ₂ O ₉ H ₅	228,918	39,974

Spektri uzoraka također su snimljeni u L2MS načinu rada s istim fluencijama desorpcije kao što je ranije navedeno. U L2MS načinu rada, intenzitet nekih pikova raste, ali broj i položaj pikova (u odnosu na m/z skalu) ostaje isti kao u LDI. Slika 3.8.2. prikazuje usporedbu spektara snimljenih u LDI i L2MS načinu rada za iste fluente desorpcije.



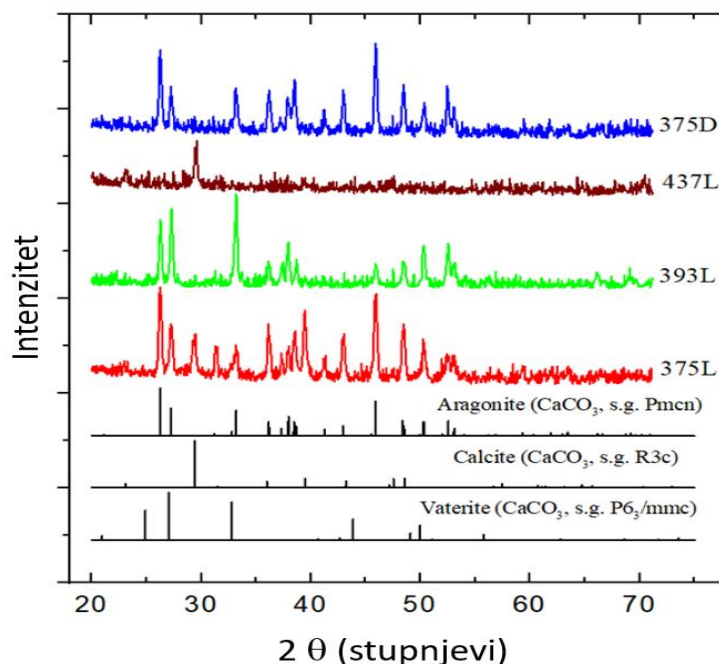
Slika 3.8.2. Spektri snimljeni u LDI (energija desorpcije- 103 μ J) i L2MS načinu rada (energija desorpcije 103 μ J).

3.9. Kristalizacija otolita *Lepidorhombus boscii*

Prilikom analiziranja 500 jedinki i 500 parova otolita pronađena su 4 para otolita u kojima je uglavnom samo jedan otolit u paru bio nepravilnog izgleda i kristalizacije za kojega su pod stereomikroskopom uočene granuliranije i prozirnije stukture u odnosu na drugi otolit. Za navedene otolite napravljena je analiza rendgenske difrakcije.

Slika 3.9.1. prikazuje eksperimentalne difraktograme dobivena za 4 otolita zajedno s izračunatim spektrima očekivanih CaCO_3 polimorfnih faza (prema JCPDS bazi (eng. International Centre for Diffraction Data)).

Analiza položaja difrakcijskih pikova u 2θ skali (kut 2θ) te njihovi intenziteti u odnosu na izračunate referentne spektre pokazuju da su svi ispitani otoliti sastavljeni od kalcijevog karbonata CaCO_3 , odnosno od njegovih polimorfa aragonita i kalcita. Pravilno kalcificirani otoliti imaju kristalnu strukturu aragonita (uzoci 375D i 393L), dok su otoliti nepravilnog izgleda građeni od kalcita (uzorak 437L) ili kombinacije aragonita (~75%) i kalcita (~25%) (uzorak 375L). Također, treba napomenuti da neki otoliti nepravilnog izgleda pokazuju i dodatne pikove koji nisu identificirani (pikovi na $31,4$ i $39,5^\circ$ za uzorak 375L na slici 3.9.1.). U jedinkama s nepravilnim jednim otolitom u paru nisu zabilježene promjene u dužinsko-masenom odnosu, niti u veličini otolita.

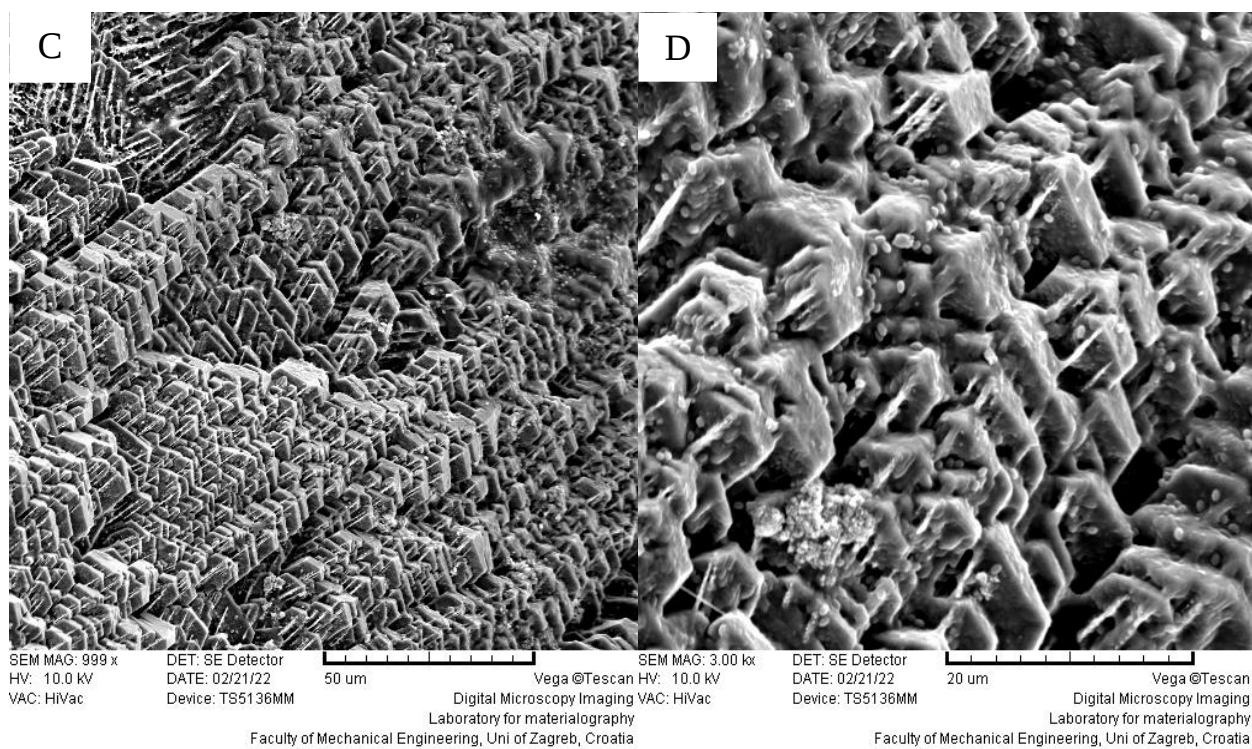
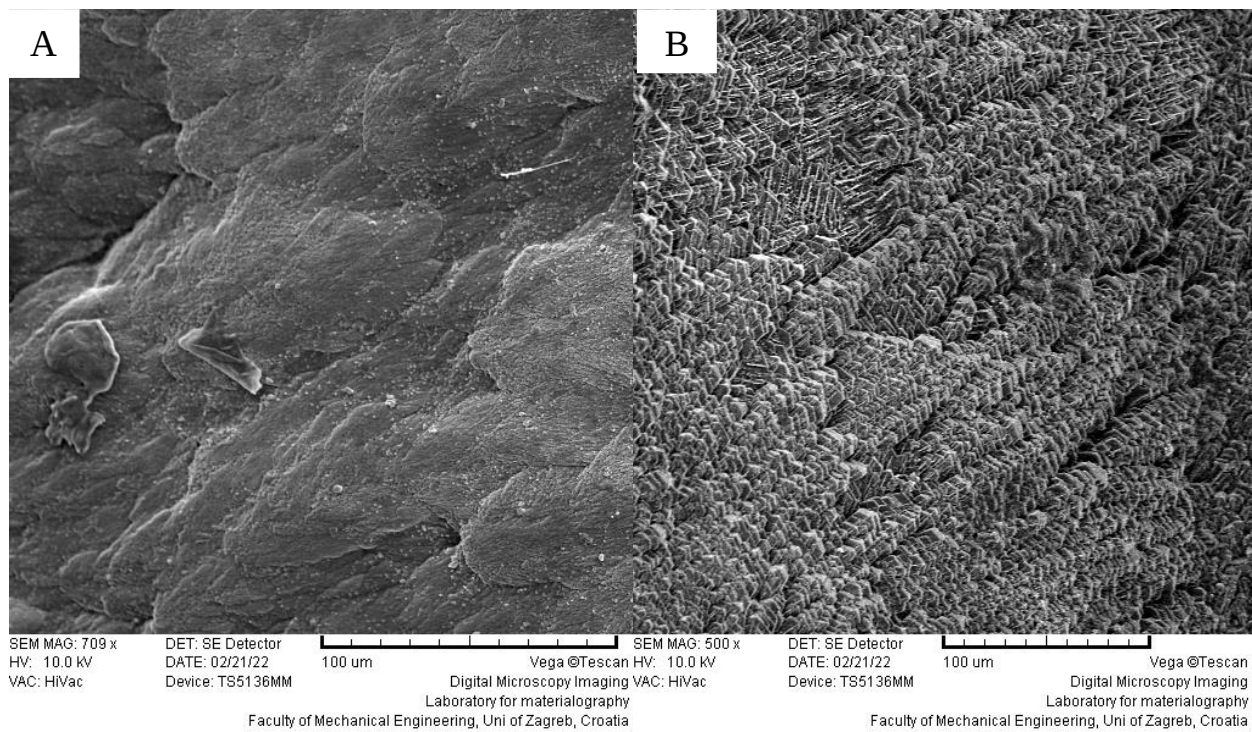


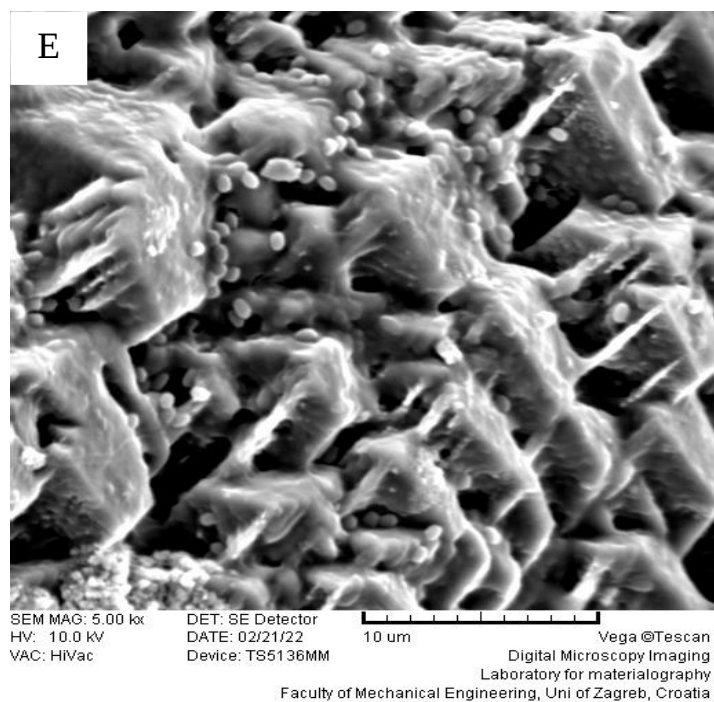
Slika 3.9.1. Difraktogrami za 4 primjerka otolita s izračunatim spektrima za aragonit i kalcit prema JCPDS bazi.

3.10. SEM analiza otolita *Lepidorhombus boscii*

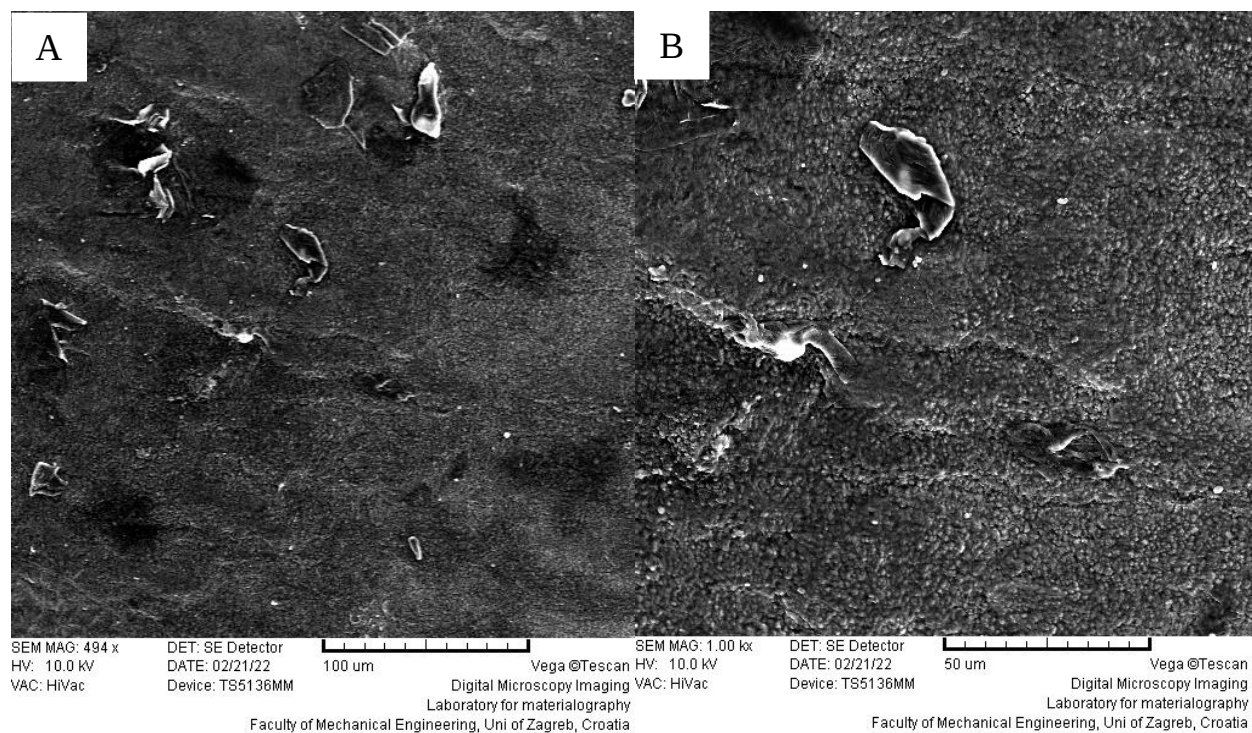
Mikrofotografije dobivene skenirajućim elektronskim mikroskopom pokazale su da se površina pravilnih otolita (Slike 3.10.1. i 3.10.2.) razlikuje od površine nepravilnih otolita (Slike 3.10.3. i 3.10.4.). Pod manjim povećanjem, na površini pravilnih dijelova otolita ženki vidljivo je preklapanje listastih slojeva, dok su na većim povećanjima vidljive razne kuglaste, igličaste i mnogokutne strukture. Na površini pravilnih dijelova otolita mužjaka vidljiva je hrapavija površina sa nekoliko sitnih izbočina, dok su na većim povećanjima vidljive uglavnom kuglaste strukture na hrapavijoj površini.

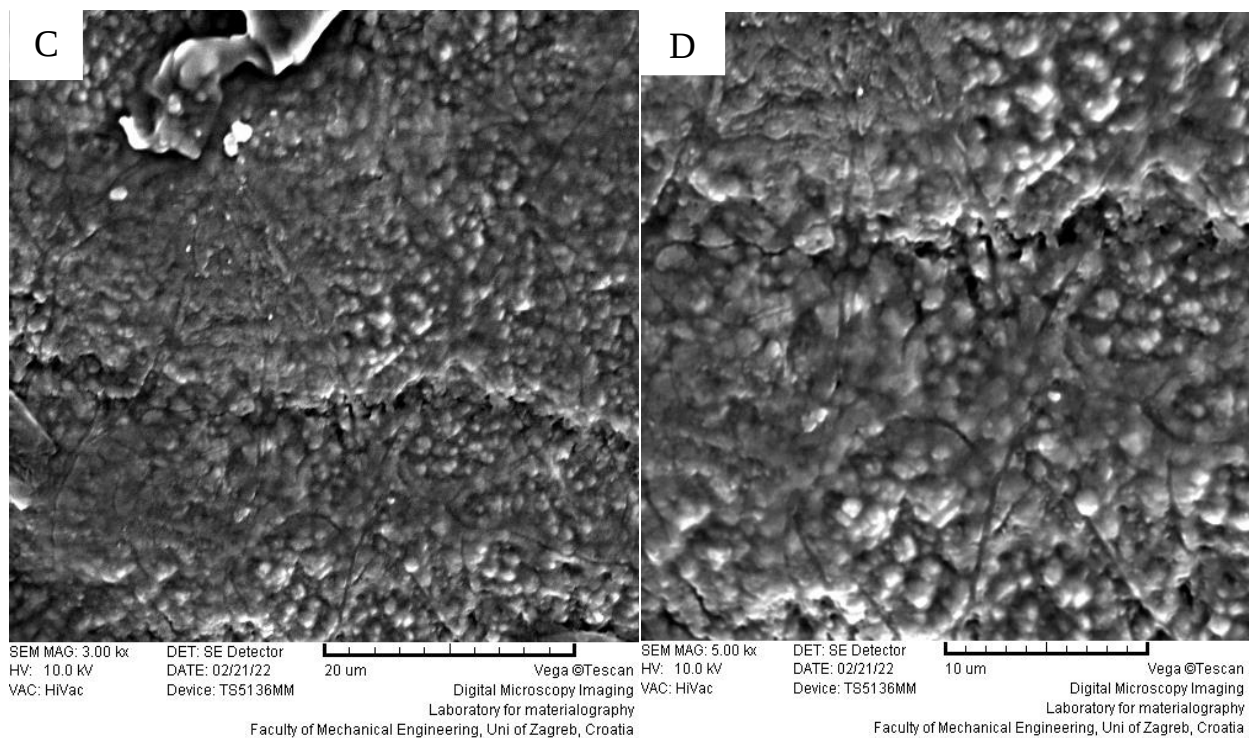
Nepravilni dijelovi otolita ženki pod manjim povećanjem pokazuju glatku površinu sa kuglastim strukturama koje pod većim povećanjima izgledaju izduženo. Na glatkoj površini vidljive su sitne čestice. Pod manjim povećanjem nepravilnih dijelova otolita mužjaka vidljiva je hrapava površina sa sitnim česticama, dok su na većim povećanjima vidljive kuglaste i igličaste strukture.



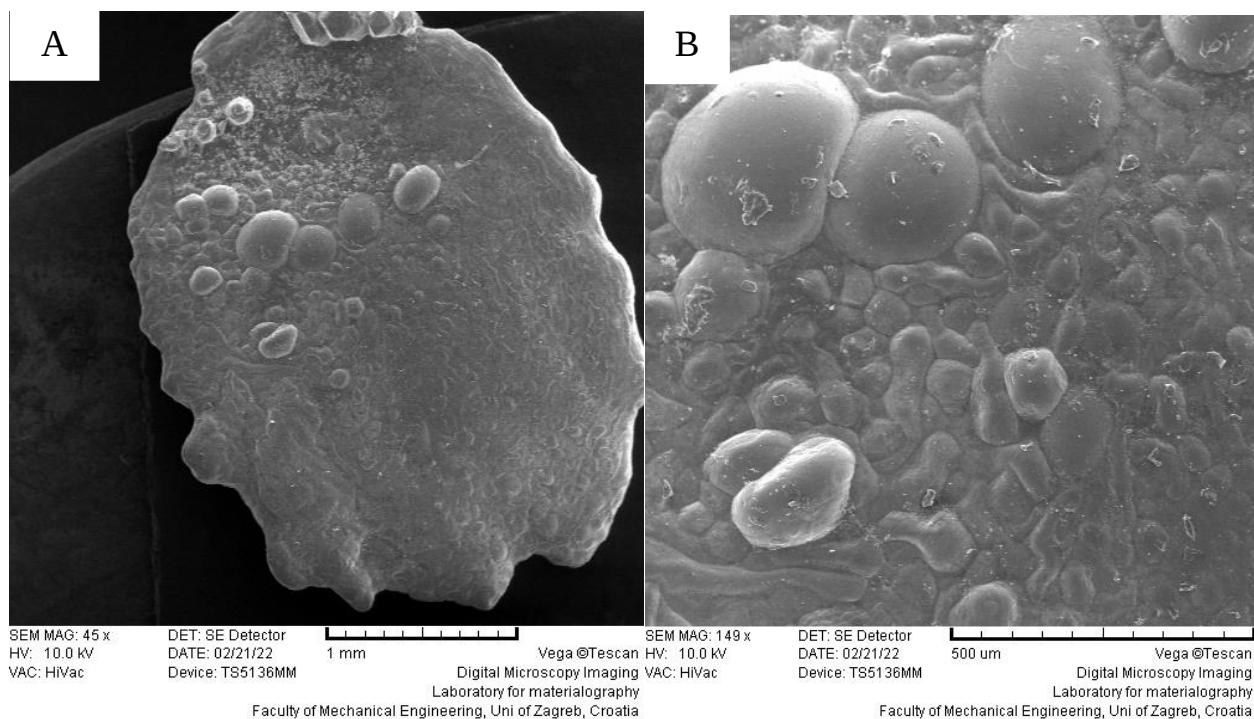


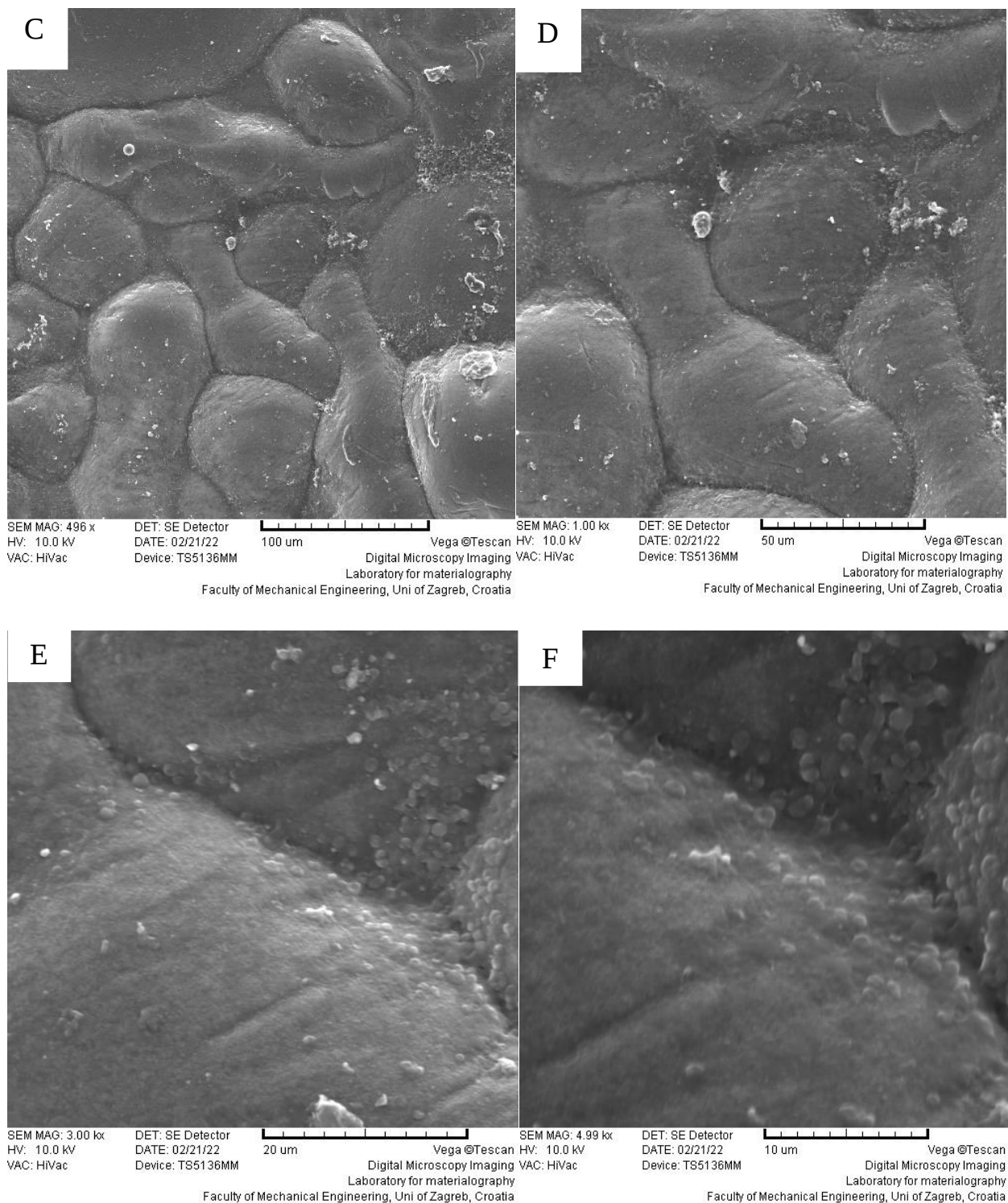
Slika 3.10.1. Mikrofotografije pravilno kalcificiranog otolita (aragonit) ženke na različitim povećanjima: A, B- 100 µm; C- 50 µm; D- 20 µm; E- 10 µm.



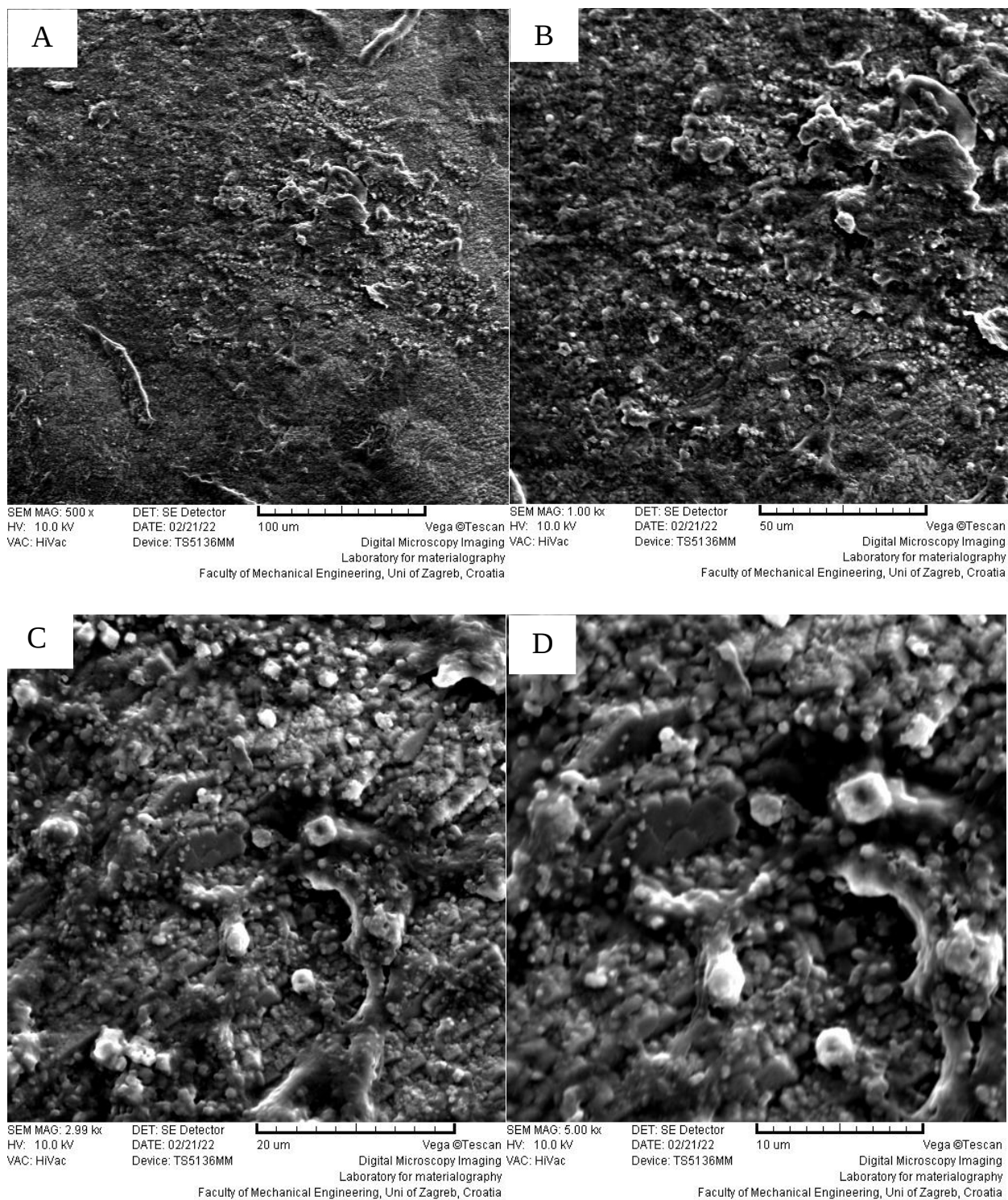


Slika 3.10.2. Mikrofotografije pravilno kalcificiranog otolita (aragonit) mužjaka na različitim povećanjima: A- 100 µm; B- 50 µm; C- 20 µm; D- 10 µm.





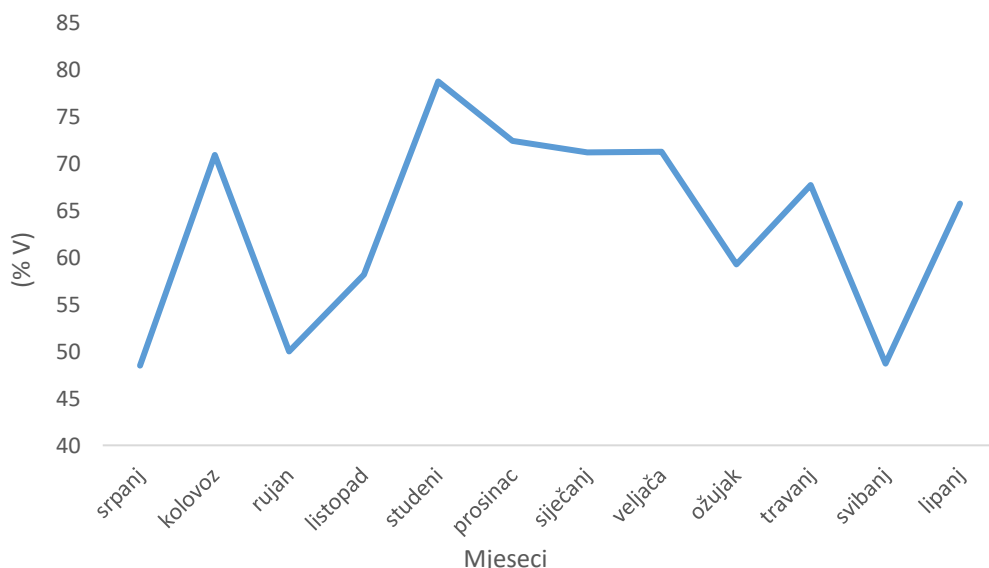
Slika 3.10.3. Mikrofotografije nepravilno kalcificiranog otolita (aragonit) ženke na različitim povećanjima: A- 1 mm; B- 500 μm; C- 100 μm; D- 50 μm; E- 20 μm; F- 10 μm.



Slika 3.10.4. Mikrofotografije nepravilno kalcificiranog otolita (aragonit) mužjaka na različitim povećanjima: A- 100 μ m; B- 50 μ m; C- 20 μ m; D-10 μ m.

3.11. Ishrana *Lepidorhombus boscii*

Kvalitativno-kvantitativna analiza ishrane provedena je na ukupnom uzorku (N=1069) koji se sastoji od 507 ženki (47,38 %), 455 mužjaka (42,52 %) i 108 jedinki neodređenog spola (10,09 %). Od ukupno 1070 analiziranih želudaca, 677 je bilo potpuno praznih, stoga je koeficijent praznoće probavila (%V) bio visok (63,27 %). Najveća vrijednost ovog koeficijenta zabilježena je u studenom (78,72 %), a najniža u svibnju (48,71 %) i srpnju (48,48 %) (Slika 3.11.1.). Prosječni koeficijent punoće probavila (%Jr) je bio nizak i iznosi 0,51%.



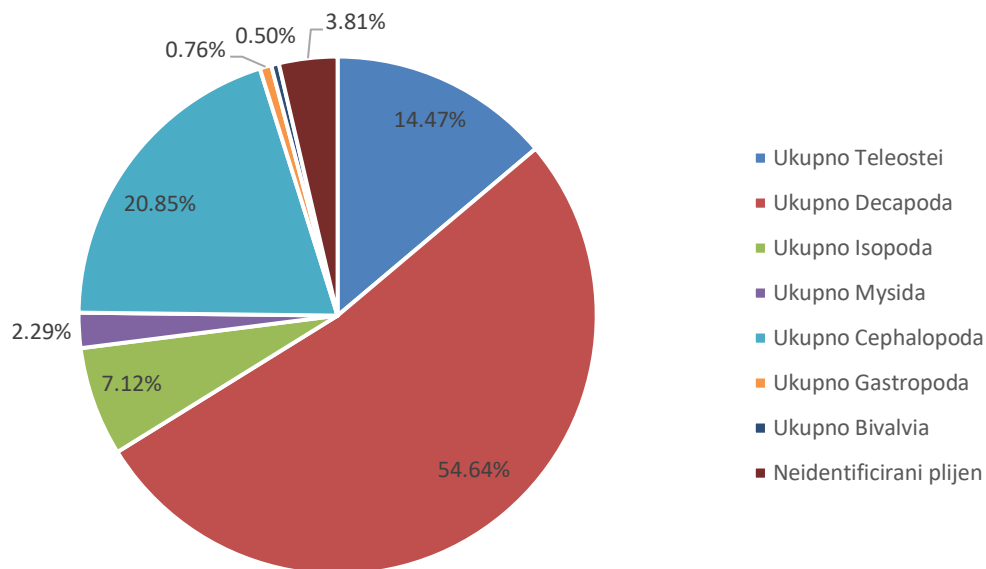
Slika 3.11.1. Prikaz mjesečnih kolebanja udjela praznih probavila (%V) *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.

U analiziranim želucima *L. boscii* determinirane su tri skupine plijena: ribe (Pisces), rakovi (Crustacea) i mekušci (Mollusca). Prema učestalosti pojavljivanja plijena prevladavaju rakovi (64,05%) i mekušci (25,42%), dok su ribe (14,47%) najmanje zastupljene. Prema postotku brojnosti također dominiraju rakovi (62,97%) i mekušci (21,18%), dok su ribe (13,84%) najmanje zastupljene. Prema postotku mase prevladavaju rakovi (53,5%), zatim mekušci (28,11%) te ribe (13,65%). Pronađeni plijen ukazuje na poprilično raznoliku prehranu vrste *L. boscii* u istočnom Jadranu (Tablica 3.11.1. i Slike 3.11.2., 3.11.3. i 3.11.4.).

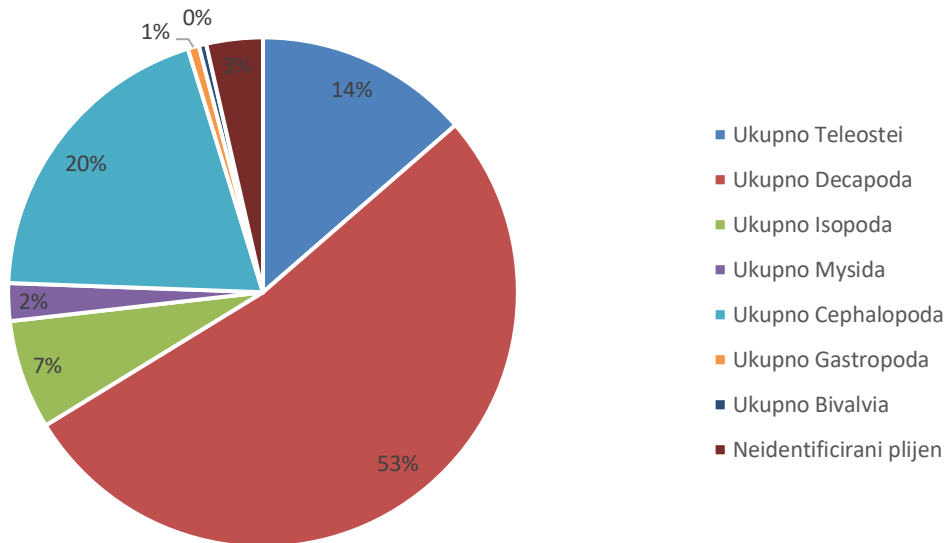
Tablica 3.11.1. Vrijednosti postotka učestalosti pojavljivanja (% F), postotka brojnosti (% N) i postotka mase (% W) plijena pronađenog u ukupnom uzorku vrste *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.

Vrsta plijena	% F	% N	% W
PISCES			
TELEOSTEI			
<i>Argentina sphyraena</i>	10,25	0,24	0,11
<i>Callionymus fasciatus</i>	0,25	0,24	0,09
<i>Cepola rubescens</i>	0,50	0,48	1,06
<i>Lesueurigobius friessi</i>	0,25	0,24	0,13
<i>Merluccius merluccius</i>	9,92	9,48	10,08
Neidentificirani Teleostei	3,30	3,16	2,18
Ukupno Teleostei	14,47	13,84	13,65
CRUSTACEA			
DECAPODA			
<i>Alpheus glaber</i>	0,25	0,24	0,27
<i>Eriphia spinifrons</i>	0,25	0,24	0,03
<i>Goneplax rhomboides</i>	18,06	18,00	11,38
<i>Munida intermedia</i>	5,34	5,10	2,78
<i>Munida nexa</i>	1,52	1,49	0,64
<i>Munida speciosa</i>	2,03	1,94	1,35
<i>Munida spp.</i>	1,01	1,21	0,55
<i>Parapenaeus longirostris</i>	23,40	22,62	21,34
<i>Processa canaliculata</i>	0,50	0,48	0,33
<i>Solenocera membranacea</i>	1,27	1,21	2,19
<i>Upogebia pulsilla</i>	0,25	0,24	0,20
Neidentificirani Crustacea	0,76	0,72	0,79

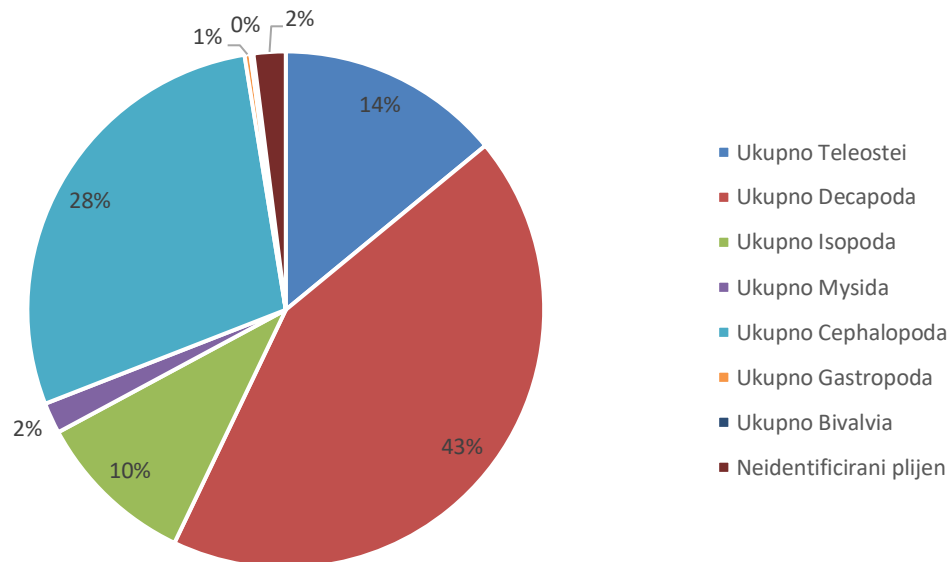
Ukupno Decapoda	54,64	53,49	41,85
MYSIDA			
<i>Lophogaster typicus</i>	2,29	2,43	1,88
Ukupno Mysida	2,29	2,43	1,88
ISOPODA			
<i>Anuropodione amphiandra</i>	7,12	7,05	9,77
Ukupno Isopoda	7,12	7,05	9,77
MOLLUSCA			
CEPHALOPODA			
<i>Alloteuthis media</i>	11,45	10,94	18,18
<i>Illex coindetii</i>	1,78	1,70	2,78
<i>Loligo vulgaris</i>	1,01	0,97	2,78
<i>Sepia officinalis</i>	4,58	4,37	2,86
<i>Sepiola rondeletii</i>	0,25	0,24	0,21
Neidentificirani Cephalopoda	1,78	1,70	0,76
Ukupno Cephalopoda	20,85	19,98	27,57
GASTROPODA			
Neidentificirani Gastropoda	0,76	0,72	0,36
Ukupno Gastropoda	0,76	0,72	0,36
BIVALVIA			
<i>Nucula sp.</i>	0,25	0,24	0,12
<i>Nuculana pella</i>	0,25	0,24	0,06
Ukupno Bivalvia	0,50	0,48	0,18
NEIDENTIFICIRANO	3,81	3,64	1,95



Slika 3.11.2. Učestalost pojavljivanja (F%) pojedinih skupina plijena u želucima *Lepidorhombus boscii*.



Slika 3.11.3. Brojčana zastupljenost (N%) pojedinih skupina plijena u želucima *Lepidorhombus boscii*.



Slika 3.11.4. Masena zastupljenost (W%) pojedinih skupina plijena u želucima *Lepidorhombus boscii*.

Vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI), koeficijenta osnovnih tipova hrane (MFI) i koeficijenta hranjivosti (Q) prikazani su u tablici 3.11.2. Neophodna i glavna hrana *L. boscii* su tri skupine plijena: rakovi (IRI = 5338,98; MFI = 2336,27; Q = 2496,33), mekušci (IRI = 979,72; MFI = 570,36; Q = 551,17) i ribe (IRI = 397,78; MFI = 193,21; Q = 188,91). Od rakova neophodnu hranu čine vrste *Parapenaeus longirostris* (IRI = 1028,66; MFI = 491,03; Q = 482,71), *Goneplax rhomboides* (IRI = 530,60; MFI = 205,18; Q = 204,84) i *Anuropodione amphiandra* (IRI = 119,75; MFI = 69,22; Q = 68,87), od mekušaca *Alloteuthis media* (IRI = 333,42; MFI = 203,52; Q = 198,88), a od riba neophodnu hranu čini *Merluccius merluccius* (IRI = 194,03; MFI = 97,77; Q = 95,55). Sve ostale pronađene vrste plijena predstavljaju slučajnu (sporednu) hranu.

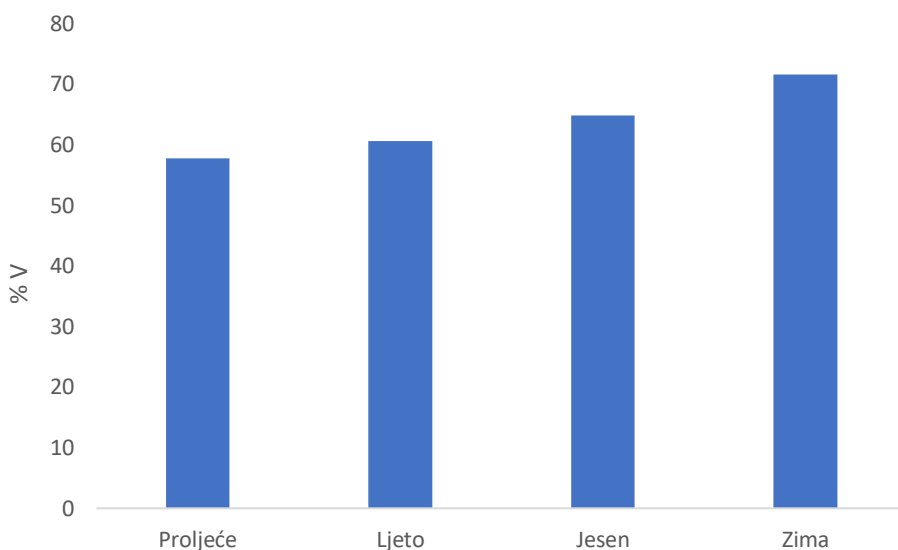
Tablica 3.11.2. Vrijednost koeficijenta relativnog značaja (IRI), koeficijenta osnovnih tipova hrane (MFI) i koeficijenta hranjivosti (Q) plijena *Lepidorhombus boscii*.

Vrsta plijena	IRI	MFI	Q
PISCES			
TELEOSTEI			
<i>Argentina sphyraena</i>	0,08	0,02	0,02
<i>Callionymus fasciatus</i>	0,08	0,02	0,02
<i>Cepola rubescens</i>	0,77	0,51	0,50
<i>Lesueurigobius friessi</i>	0,09	0,03	0,03
<i>Merluccius merluccius</i>	194,03	97,77	95,55
Neidentificirani Teleostei	17,62	7,04	6,88
Ukupno Teleostei	397,78	193,21	188,91
CRUSTACEA			
DECAPODA			
<i>Alpheus glaber</i>	0,12	0,06	0,06
<i>Eriphia spinifrons</i>	0,06	0,007	0,007
<i>Goneplax rhomboides</i>	530,60	205,18	204,84
<i>Munida intermedia</i>	42,07	14,51	14,17
<i>Munida nexa</i>	3,23	0,96	0,93
<i>Munida speciosa</i>	6,67	2,67	2,61
<i>Munida spp.</i>	1,77	0,61	0,66
<i>Parapenaeus longirostris</i>	1028,66	491,03	482,71
<i>Processa canaliculata</i>	1,02	0,16	0,15
<i>Solenocera membranacea</i>	4,31	2,71	2,64
<i>Upogebia pulsilla</i>	0,11	0,04	0,04
Neidentificirani Crustacea	1,14	0,58	0,56
Ukupno Decapoda	5209,37	2262,62	2238,55

MYSIDA			
<i>Lophogaster typicus</i>	9,86	4,43	4,56
Ukupno Mysida	9,86	4,43	4,56
ISOPODA			
<i>Anuropodione amphiandra</i>	119,75	69,22	68,87
Ukupno Isopoda	119,75	69,22	68,87
MOLLUSCA			
CEPHALOPODA			
<i>Alloteuthis media</i>	333,42	203,52	198,88
<i>Illex coindetii</i>	7,87	4,83	4,72
<i>Loligo vulgaris</i>	3,78	2,75	2,69
<i>Sepia officinalis</i>	33,11	12,79	12,49
<i>Sepiola rondeletii</i>	0,11	0,05	0,05
Neidentificirani Cephalopoda	4,37	1,32	1,29
Ukupno Cephalopoda	978,57	562,84	550,84
GASTROPODA			
Neidentificirani Gastropoda	0,82	0,26	0,25
Ukupno Gastropoda	0,82	0,26	0,25
BIVALVIA			
<i>Nucula sp.</i>	0,09	0,02	0,02
<i>Nuculana pella</i>	0,07	0,01	0,01
Ukupno Bivalvia	0,33	0,08	0,08
NEIDENTIFICIRANO	21,29	7,26	7,09

3.11.1 Ishrana po sezonama

Koeficijenti punoće (%Jr) i praznoće (%V) probavila te vrijednosti koeficijenta (IRI, MFI i Q) analizirani su i po sezonama. Najviši koeficijent punoće probavila (%Jr) zabilježen je u jesen (1,80%), a najniži u ljeto (1,12%). Najviši koeficijent praznoće probavila (%V) zabilježen je u zimu (71,53%), a najniži u ljeto (60,54%) (Slika 3.11.1.1.).



Slika 3.11.1.1. Sezonske varijacije u postotku praznih probavila (%V) vrste *Lepidorhombus boscii* iz istočnog Jadrana.

Rakovi su imali najviše vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI) od svih skupina plijena tijekom svih sezona, s vrhuncem u proljeće. Najniža vrijednost IRI za mekušce zabilježena je tijekom zime, a najviša u jesen, dok je kod riba najniža vrijednost IRI zabilježena u ljeto, a najviša tijekom zime (Tablica 3.11.1.1.).

Tablica 3.11.1.1. Vrijednost koeficijenta relativnog značaja (IRI) plijena *Lepidorhombus boscii* po sezonama.

Skupina plijena	ljet	jesen	zima	proljeće
Pisces	174,61	558,96	1345,32	274,94
Crustacea	7954,30	2462,95	3661,80	12401,47
Mollusca	194,62	4498,75	83,95	191,40

Rakovi su neophodna hrana patarače crnopjege tijekom cijele godine, a najviša vrijednost koeficijenta glavnih tipova hrane (MFI) za ovu skupinu je zabilježena tijekom proljeća (MFI = 6212,79). Najviše vrijednosti MFI za ribe su zabilježene zimi (MFI = 702,59). Ribe su neophodna hrana u jesen, zimu i proljeće, dok su ljeti manje zastupljene u prehrani i u tom dijelu godine predstavljaju glavnu hranu (MFI = 66,92). Mekušci su prema koeficijentu MFI neophodna hrana tijekom svih sezona, a najviše vrijednosti su zabilježene tijekom jesen (MFI = 2519,74) (Tablica 3.11.1.2.).

Tablica 3.11.1.2. Vrijednosti koeficijenta glavnih tipova hrane (MFI) plijena *Lepidorhombus boscii* po sezonama.

Skupina plijena	ljet	jesen	zima	proljeće
Pisces	66,92	278,98	702,59	140,41
Crustacea	2686,71	1018,14	1755,43	6212,79
Mollusca	137,66	2519,74	802,19	102,58

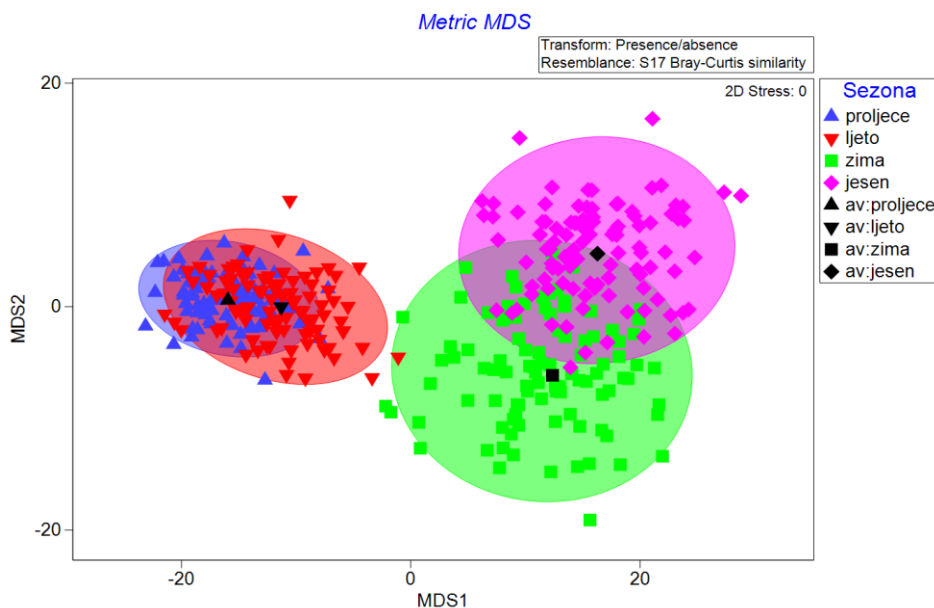
Najviše vrijednosti koeficijenta hranjivosti (Q) tijekom svih sezona zabilježene su za rakove, koji su prema ovom koeficijentu neophodna hrana patarače crnopjege tijekom cijele godine, a najviša vrijednost zabilježena je u proljeće (Q=6261,84). Ribe i mekušci u jesen i zimu predstavljaju neophodnu hranu, a u proljeće i ljet su vrijednosti Q znatno niže te su ove skupine

u toplijem dijelu godine dodatna (sekundarnu) hrana. Slično tome, i mekušci su neophodna hrana u jesen i zimu, a dodatna (sekundarna) u proljeće i ljeto (Tablica 3.11.1.3.).

Tablica 3.11.1.3. Vrijednosti koeficijenta hranjivosti (Q) plijena *Lepidorhombus boscii* po sezonama.

Skupina plijena	ljeto	jesen	zima	proljeće
Pisces	66,92	267,56	702,59	131,57
Crustacea	2636,95	976,46	1690,62	6261,84
Mollusca	137,66	2416,59	817,15	95,58

Usporedba sastava ishrane 358 jedinki vrste *L. boscii* između pojedinih sezonama analizirana je s obzirom na broj primjeraka plijena podijeljenog u 3 sistematske kategorije (Mollusca, Crustacea, Teleostei). Na slici 3.11.1.2. uočeno je grupiranje koje ukazuje na to da sastav ishrane ovisi o sezonama. Isto pokazuju i rezultati statističke analize (ANOSIM; $R = 0,033$; $p = 0,01$, $p < 0,05$) (Tablica 3.11.1.2.).



Slika 3.11.1.2. Usporedba sastava ishrane (MDS) podijeljene u 3 sistematske kategorije (Crustacea, Mollusca, Teleostei) vrste *Lepidorhombus boscii* po sezonama.

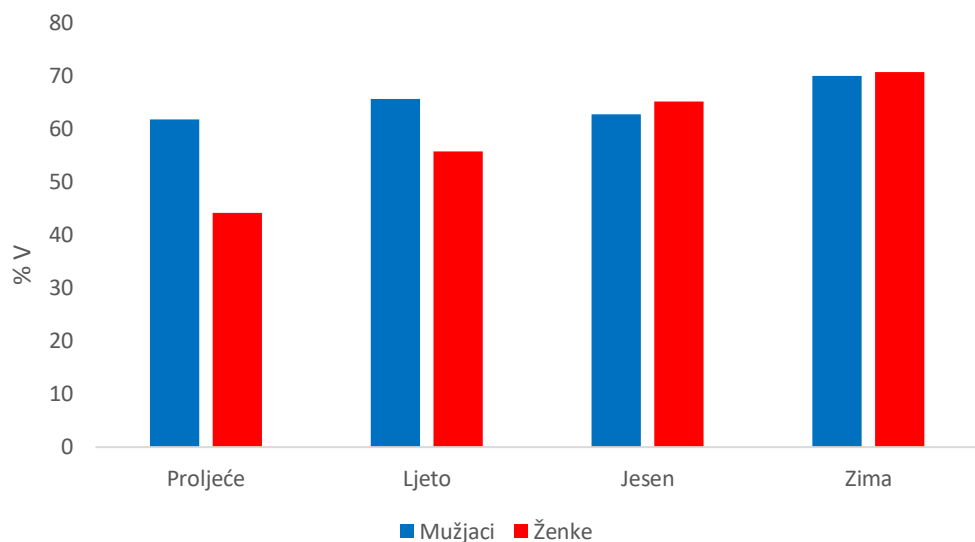
Međutim, R vrijednosti dobivena za usporedbom parova sezona, sugeriraju da među sezonama postoji veća ili manja sličnost. Najveća je sličnost u ishrani patarače crnopjege tako utvrđena između proljeća i ljeta ($R=0,008$), i između jeseni i zime ($R=0,003$) te je ujedno za ova dva para sezona utvrđeno da među njima ne postoji statistički značajna razlika u ishrani ($p>0,05$).

Tablica 3.11.1.4. Rezultati ANOSIM testa usporedbe ishrane vrste *Lepidorhombus boscii* po sezonama (globalni $R = 0,033$, $p<0,05$).

Sezone	R	p
proljeće - ljeto	0,008	$p > 0,05$
proljeće - jesen	0,180	$p < 0,05$
proljeće - zima	0,200	$p < 0,05$
ljeto - jesen	0,134	$p < 0,05$
ljeto - zima	0,156	$p < 0,05$
jesen - zima	0,003	$p > 0,05$

3.11.2. Ishrana ženki i mužjaka

Analizirano je 508 probavila ženki, od kojih su 293 bila potpuno prazna, stoga je koeficijent praznoće probavila (%V) vrlo visok (57,66 %). Koeficijent punoće probavila ženki (%Jr) je bio nizak i iznosi 0,56 %. Od 455 analiziranih probavila mužjaka, 297 ih je bilo potpuno prazno, stoga je koeficijent praznoće probavila (%V) za ukupni uzorak bio vrlo visok (65,27 %). Sezonske varijacije u postotku praznih probavila mužjaka i ženki prikazane su na slici 3.11.2.1. Koeficijent punoće probavila mužjaka (%Jr) je bio nizak i iznosi 0,51%.

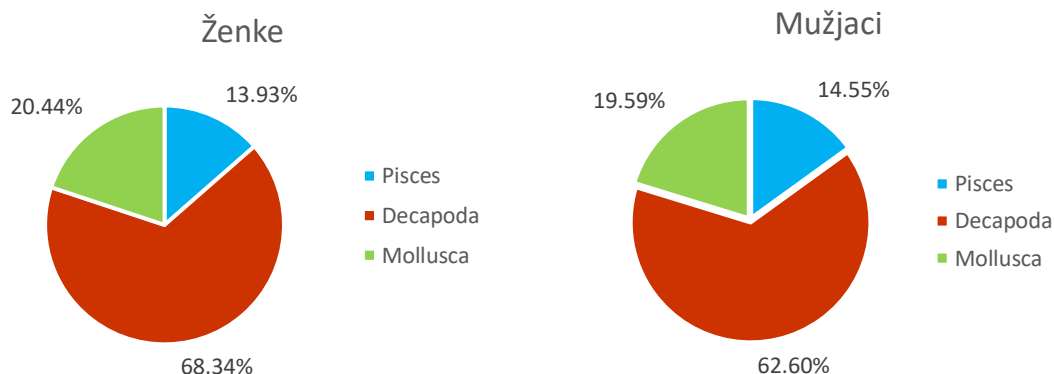


Slika 3.11.2.1. Sezonske varijacije u postotku praznih želuca (%V) mužjaka i ženki vrste *Lepidorhombus boscii* iz istočnog Jadrana.

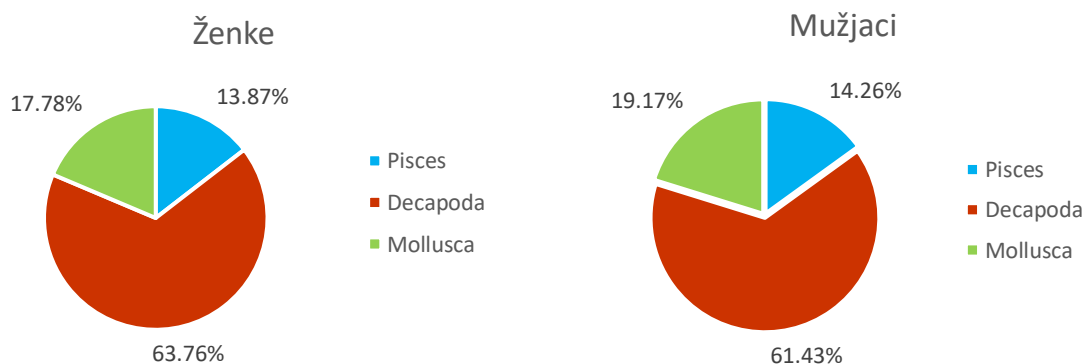
U analiziranim želucima ženki i mužjaka pronađene su tri skupine plijena: Pisces, Crustacea i Mollusca. Prema učestalosti pojavljivanja kod ženki su najzastupljeniji rakovi (68,34%), na drugom mjestu su mekušci (20,44%), dok su ribe (13,93%) najmanje zastupljene. Prema postotku brojnosti dominiraju rakovi (67,73%), zatim mekušci (17,78%) te ribe (13,87%). Prema postotku mase također dominiraju rakovi (61,72%), mekušci (25,46%) te ribe (14,53%). Kod mužjaka, prema postotku učestalosti pojavljivanja također dominiraju rakovi (62,6%), a slijede ih mekušci (19,59%) i ribe (14,55%). Prema postotku brojnosti prevladavaju rakovi (61,43%), drugi po zastupljenosti su mekušci (19,17%) te ribe (14,26%). Prema postotku mase prevladavaju rakovi (57,38%), mekušci (28,96%) te ribe (12,57%) (Tablica 3.11.2.1. i Slike 3.11.2.2, 3.11.2.3. i 3.11.2.4.).

Tablica 3.11.2.1. Vrijednost postotka učestalosti pojavljivanja plijena (%F), postotka brojnosti (% N) i postotka mase (%W) plijena ženki *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.

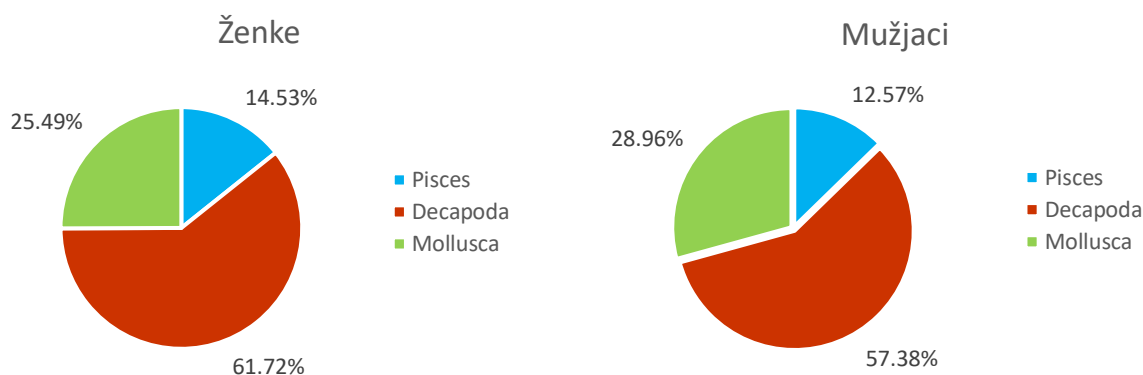
ŽENKE			MUŽJACI		
Skupina plijena	%F	%N	%F	%N	%W
Pisces	13,93	13,87	14,55	14,26	12,57
Crustacea	68,34	67,73	62,6	61,43	57,38
Mollusca	20,44	17,78	19,59	19,17	28,9



Slika 3.11.2.2. Učestalost pojavljivanja (F%) pojedinih skupina plijena u želucima ženki i mužjaka *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.



Slika 3.11.2.3. Brojčana zastupljenost (N%) pojedinih skupina plijena u želucima ženki i mužjaka *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.



Slika 3.11.2.4. Masena zastupljenost (W%) pojedinih skupina plijena u želucima ženki i mužjaka *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.

Vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI), koeficijenta osnovnih tipova hrane (MFI) i koeficijenta hranjivosti (Q) za ženke i mužjake prikazani su u sljedećoj tablici (Tablica 3.11.2.2.). Prema koeficijentu relativnog značaja (IRI), neophodnu hranu čine sve tri skupine plijena. Prema koeficijentu glavnih tipova hrane (MFI), neophodnu hranu kod oba spola *L. boscii* predstavljaju sve tri skupine plijena. Prema koeficijentu hranjivosti (Q) sve tri skupine plijena čine neophodnu hranu za ženke, dok su kod mužjaka rakovi i mekušci neophodna hrana, a ribe dodatna (sekundarna) hrana.

Tablica 3.11.2.2. Vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI), koeficijenta glavnih tipova hrane (MFI) i koeficijenta hranjivosti (Q) plijena ženki i mužjaka *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.

Skupina plijena	ŽENKE			MUŽJACI		
	IRI	MFI	Q	IRI	MFI	Q
Pisces	395,61	201,96	201,53	390,37	181,07	179,24
Crustacea	6119,49	2825,53	2837,32	5634,16	2540,06	2520,96
Mollusca	852,81	472,26	439,93	810,02	495,51	493,69

Vrijednosti navedenih koeficijenta (IRI, MFI i Q) za ženke i mužjake analizirane su i po sezonama (Tablica 3.11.2.3.).

Tablica 3.11.2.3. Vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI), osnovnih tipova hrane (MFI) i koeficijenta hranjivosti (Q) plijena ženki i mužjaka *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu po sezonama.

		Crustacea			Mollusca			Pisces		
		IRI	MFI	Q	IRI	MFI	Q	IRI	MFI	Q
ŽENKE	ljeto	12517,20	6332,04	6418,39	209,60	124,02	117,62	174,55	63,58	60,28
	jesen	1964,85	675,39	684,57	4803,65	2667,17	2595,86	505,74	323,90	346,97
	zima	3276,31	1470,47	1449,77	2275,44	1265,54	1302,87	1094,97	595,15	571,05
	proljeće	13706,20	7000,67	7284,31	45,34	23,71	17,99	182,97	80,79	65,87
MUŽJACI	ljeto	10515,02	5342,46	5417,70	107,96	59,64	55,05	187,31	96,60	92,66
	jesen	3744,18	1617,78	1574,73	1944,65	1172,55	1103,58	835,67	387,53	364,73
	zima	3935,65	2057,87	2057,87	1166,37	619,93	621,25	1316,77	615,66	605,80
	proljeće	14675,77	7571,42	8430,04	234,40	101,81	110,74	161,99	102,45	119,16

3.11.3. Ishrana juvenilnih i adultnih jedinki

Ukupni analizirani uzorak patarače crnopjege podijeljen je u dva dužinska razreda: $Lt \leq 20$ cm i $Lt > 20$ cm, kako bi se utvrdila razlika u ishrani juvenilnih i adultnih jedinki. Odabrana diskriminantna dužina tijela od 20 cm otprilike odgovara dužini prve spolne zrelosti ove vrste prema literaturnim podacima.

U ukupnom uzorku bilo je 590 juvenilnih jedinki, od kojih je 410 imalo potpuno prazne želuca te je stoga za njih koeficijent praznoće probavila (%V) bio vrlo visok (69,49 %). Suprotno tom, koeficijent punoće probavila juvenilnih jedinki (%Jr) je bio nizak i iznosio je 1,68 %. Slično

je bilo i kod adultnih jedinki gdje je od ukupno 479 analiziranih probavila, njih 268 bilo potpuno prazno. S obzirom na to i kod ovih je jedinki koeficijent praznoće probavila bio visok (55,94 %), a koeficijent punoće probavila nizak te je iznosio 1,15 %.

Rezultati pokazuju da u probavilima juvenilnih i adultnih jedinki *L. boscii* u istočnom Jadranu, prema učestalosti pojavljivanja, kao i prema postotku brojnosti i postotku mase, prevladavaju rakovi, dok su na drugom mjestu mekušci, a na trećem ribe (Tablica 3.11.3.1.).

Tablica 3.11.3.1. Vrijednosti postotka učestalosti pojavljivanja plijena (%F), postotka brojnosti (% N) i postotka mase (%W) plijena juvenilnih i adultnih jedinki *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.

	Lt ≤ 20 cm			L t > 20 cm		
Skupina plijena	%F	%N	%W	%F	%N	%W
Pisces	3,44	3,66	3,48	12,64	13,41	15,32
Crustacea	60,34	64,22	50,95	64,36	68,29	51,67
Mollusca	30,17	32,11	41,17	17,24	18,29	30,66

Vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI), koeficijenta glavnih tipova hrane (MFI) i koeficijenta hranjivosti (Q) plijena juvenilnih i adultnih jedinki *L. boscii* prikazani su u tablici 3.11.3.2.

Prema koeficijentu relativnog značaja (IRI) jedinkama do 20 cm dužine tijela neophodnu i glavnu hranu čine rakovi (IRI = 6949,36) i mekušci (IRI = 2210,86), dok ribe predstavljaju slučajnu (sporednu) hranu (IRI = 24,56). Kod jedinki *L. boscii* koje su duže od 20 cm, prema koeficijentu relativnog značaja (IRI) neophodnu i glavnu hranu čine sve tri skupine plijena: rakovi (IRI = 7721,74), mekušci (IRI = 844,17) i ribe (IRI = 363,32).

Prema koeficijentu osnovnih tipova hrane (MFI) za jedinke do 20 cm dužine, rakovi (MFI = 3173,17) i mekušci (MFI = 1282,03) također čine neophodnu i glavnu hranu, dok su ribe slučajna (sporedna) hrana (MFI = 12,35). Kod jedinki većih od 20 cm, prema koeficijentu osnovnih tipova hrane (MFI) neophodnu i glavnu hranu čine rakovi (MFI = 3427,29), mekušci (MFI = 544,90) i ribe (MFI = 199,62).

Nadalje, prema koeficijentu hranjivosti (Q) jedinki dužine tijela do 20 cm, rakovi (Q = 3272,01) i mekušci (Q = 1321,97) predstavljaju neophodnu hranu, a ribe slučajnu (sporednu) hranu (Q = 12,73). Prema koeficijentu hranjivosti (Q), neophodnu i glavnu hranu jedinki *L. boscii* dužih od 20 cm čine rakovi (Q = 3528,69), mekušci (Q = 561,02) i ribe (Q = 205,52).

Tablica 3.11.3.2. Vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI), koeficijenta osnovnih tipova hrane (MFI) i koeficijenta hranjivosti (Q) plijena juvenilnih i adultnih jedinki *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.

	Lt ≤ 20 cm			L t > 20 cm		
Skupina plijena	IRI	MFI	Q	IRI	MFI	Q
Pisces	24,56	12,35	12,73	363,32	199,62	205,52
Crustacea	6949,36	3173,17	3272,01	7721,74	3427,29	3528,69
Mollusca	2210,86	1282,03	1321,97	844,17	544,90	561,02

Vrijednosti navedenih koeficijenta (IRI, MFI i Q) analizirane su i po sezonama za juvenilne i adultne jedinke. Kod juvenilnih jedinki, rakovi su imali najviše vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI) u proljeće, ljeto i zimu, a mekušci u jesen. RIBE i rakovi predstavljaju neophodnu hranu u svim sezonama. Mekušci su slučajna hrana ljeti. Rakovi su imali najviše vrijednosti koeficijenta osnovnih tipova hrane (MFI) tijekom svih sezona, dok su mekušci slučajna (sporedna) hrana ljeti. Najviše vrijednosti koeficijenta hranjivosti (Q) tijekom svih sezona zabilježene su za rakove. Nadalje, prema koeficijentu hranjivosti (Q) ribe predstavljaju glavnu hranu u jesen i zimu, a mekušci u jesen, zimu i proljeće (Tablica 3.11.3.3.).

Kod adultnih jedinki, rakovi su imali najviše vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI) tijekom svih sezona, dok je najniža vrijednost koeficijenta zabilježena za ribe u ljeto i za mekušce u proljeće. Rakovi predstavljaju neophodnu hranu tijekom cijele godine, a najviša vrijednost koeficijenta MFI je zabilježena tijekom proljeća (MFI = 6212,79). Najviše vrijednosti koeficijenta MFI za ribe su zabilježene zimi (MFI = 81131,71), a za mekušce tijekom jeseni (MFI = 2093,76). Najviše vrijednosti koeficijenta hranjivosti (Q) tijekom svih sezona zabilježene

su za rakove. Ribe i mekušci predstavljaju glavnu hranu u ljeto, jesen i zimu. Ribe su slučajna (sporedna) hrana u proljeće, dok su mekušci u proljeće dodatna (sekundarna) hrana (Tablica 3.11.3.3.).

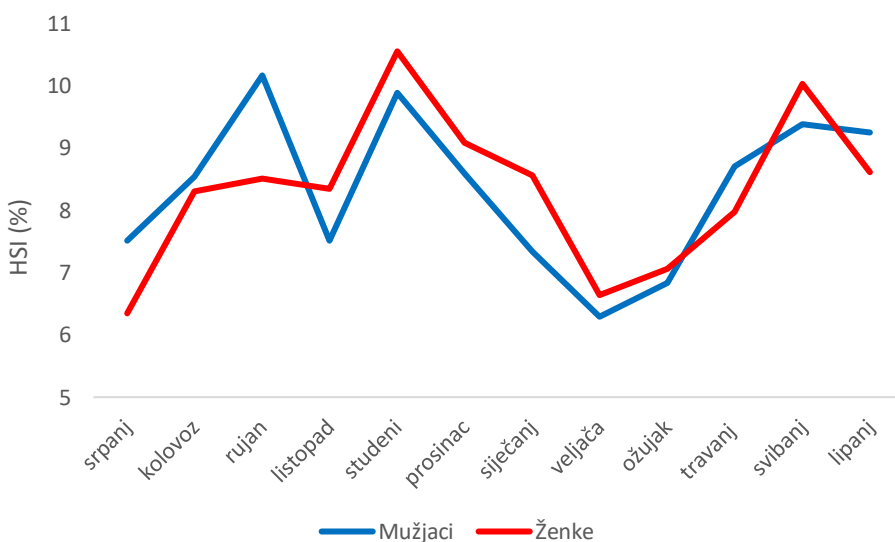
Tablica 3.11.3.3. Vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI), koeficijenta osnovnih tipova hrane (MFI) i koeficijenta hranjivosti (Q) plijena *Lepidorhombus boscii* ($Lt \leq 20$ cm i $Lt > 20$ cm) u istočnom Jadranu.

		Crustacea			Mollusca			Pisces		
		IRI	MFI	Q	IRI	MFI	Q	IRI	MFI	Q
Lt > 20 cm	ljeto	10358,25	5222,39	5380,64	156,47	9,70	10	282,16	139,32	143,54
	jesen	1693,49	605,68	630,92	4865,46	2881,16	3001,21	548,54	282,03	293,78
	zima	5496,15	2372,94	2433,69	1474,5	838,14	859,54	490,5	260,39	266,99
	proljeće	9069,65	4216,52	4290,49	909,92	475,67	484,02	31,38	121,75	123,89
Lt ≤ 20 cm	ljeto	6691,69	2635,12	2864,26	991,04	751,64	817,00	153,19	84,34	91,67
	jesen	4382,25	1693,64	1693,64	2093,76	1215,85	1215,85	830,00	488,07	491,51
	zima	4340,11	2704,68	2847,03	757,44	330,77	347,77	1509,28	537,57	565,87
	proljeće	81131,71	23595,82	24837,7	139,20	29,65	31,21	119,85	9,22	9,71

3.11.4. Hepatosomatski indeks *Lepidorhombus boscii*

Hepatosomatski indeks (HSI) izračunat je odvojeno za oba spola. Prosječna vrijednost hepatosomatskog indeksa kod ženki je iznosila 1,65, dok je kod mužjaka iznosila 1,58. Najniža zabilježena vrijednost kod ženki iznosila je 6,34, najviša 10,55, dok je najniža zabilježena vrijednost kod mužjaka iznosila 6,29, a najviša 10,16. Statistički značajna razlika vrijednosti ovog indeksa između mužjaka i ženki nije utvrđena (t -test, $t=1,52$ $p=0,12$, $p>0,05$).

Mjesečne promjene srednjih vrijednosti hepatosomatskog indeksa mužjaka i ženki prikazane su na slici 3.11.4.1. Najviše vrijednosti hepatosomatskog indeksa kod mužjaka su zabilježene u rujnu (10,16), a kod ženki u studenom (10,55). Najmanje vrijednosti HSI zabilježene su u veljači kod oba spola, 6,64 kod ženki i 6,29 kod mužjaka.



Slika 3.11.4.1. Mjesečne promjene hepatosomatskog indeksa (HSI) ženki i mužjaka *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.

Sezonske promjene srednjih vrijednosti hepatosomatskog indeksa mužjaka i ženki prikazane su u tablici 3.11.4.1. Najviše srednje vrijednosti hepatosomatskog indeksa (HSI) kod mužjaka ($1,72 \pm 0,69$) i ženki ($1,83 \pm 0,64$) zabilježene su u jesen. Najmanje prosječne vrijednosti HSI zabilježene su ljeti kod ženki i zimi kod mužjaka.

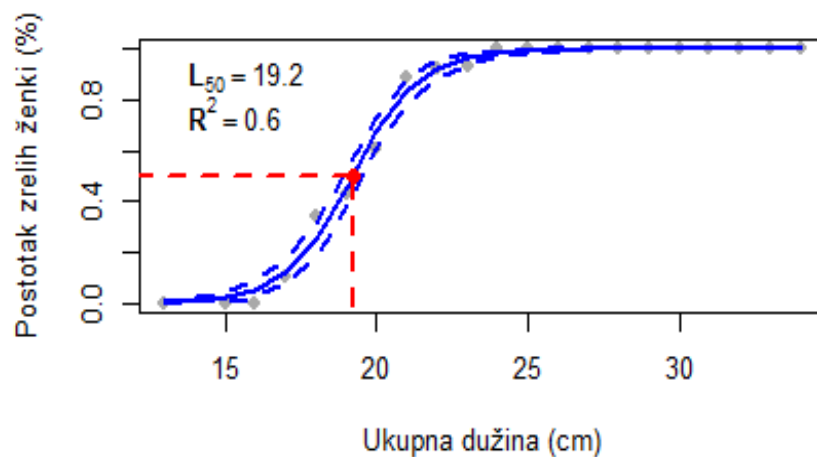
Tablica 3.11.4.1. Raspon i srednje sezonske vrijednosti ($\bar{x}$) sa standardnim devijacijama ($\pm SD$) hepatosomatskog indeksa (HSI) ženki i mužjaka *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.

Ženke				Mužjaci		
Sezona	N	Raspon	$\bar{x} \pm SD$	N	Raspon	$\bar{x} \pm SD$
Proljeće	129	0,23 – 4,05	$1,72 \pm 0,74$	137	0,41 – 3,53	$1,59 \pm 0,60$
Ljeto	132	0,05 – 5,71	$1,48 \pm 0,83$	100	0,11 – 5,60	$1,60 \pm 0,77$
Jesen	114	0,49 – 3,75	$1,83 \pm 0,64$	91	0,27 – 3,93	$1,72 \pm 0,69$
Zima	121	0,44 – 3,87	$1,61 \pm 0,69$	101	0,42 – 4,05	$1,42 \pm 0,59$

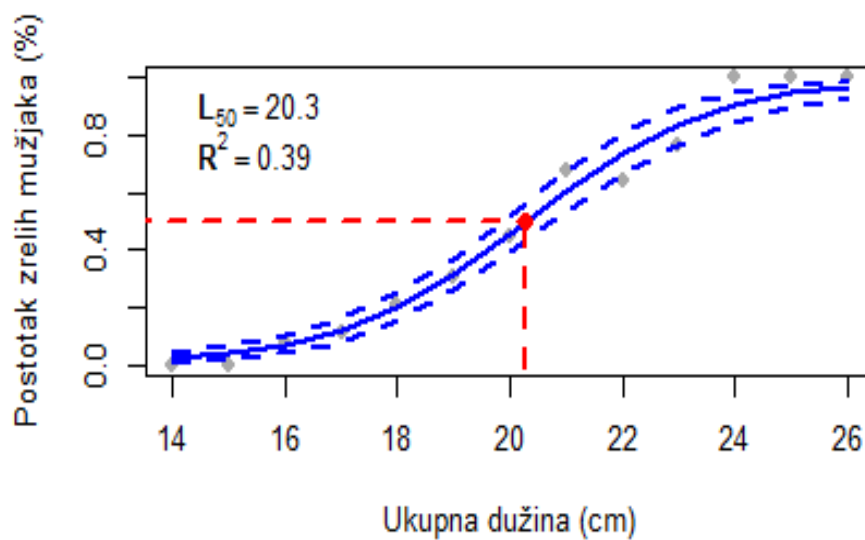
3.12. Razmnožavanje i razvoj gonada *Lepidorhombus boscii*

3.12.1. Sazrijevanje

Dužina prve spolne zrelosti određena je za oba spola na uzorku od ukupno 962 jedinke koji se sastojao od 508 ženki s rasponom ukupne dužine tijela od 12,50 do 34,00 cm i 455 mužjaka s rasponom ukupne dužine tijela od 13,60 do 26,10 cm. Dužina prve spolne zrelosti ($L_{t50\%}$), odnosno dužina tijela pri kojoj je 50% jedinki spolno zrelo, za ženke je iznosila 19,2 cm ($CI_{95\%} = 18,9 - 19,5$) (Slika 3.12.1.1.), a $L_{t50\%}$ mužjaka bio je 20,3 cm ($CI_{95\%} = 19,9 - 20,7$) (Slika 3.12.1.2.).



Slika 3.12.1.1. Dužina prve spolne zrelosti ženki *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.



Slika 3.12.1.2. Dužina prve spolne zrelosti mužjaka *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.

Odnos između udjela zrelih jedinki (Y) i ukupne dužine tijela (Lt) *L. boscii* opisan je sljedećim logističkim jednadžbama:

ženke:
$$Y = 1/(1 + \exp(17,16 - 0,89 \times Lt))$$

mužjaci:
$$Y = 1/(1 + \exp(12,08 - 0,59 \times Lt))$$

Temeljem logističke jednadžbe određene su i dužine pri kojima je 25% i 75% jedinki spolno zrelo. Za ženke navedene dužine tijela su $Lt_{25\%} = 18,04$ cm i $Lt_{75\%} = 20,51$ cm, a za mužjake $Lt_{25\%} = 18,61$ cm i $Lt_{75\%} = 22,33$ cm.

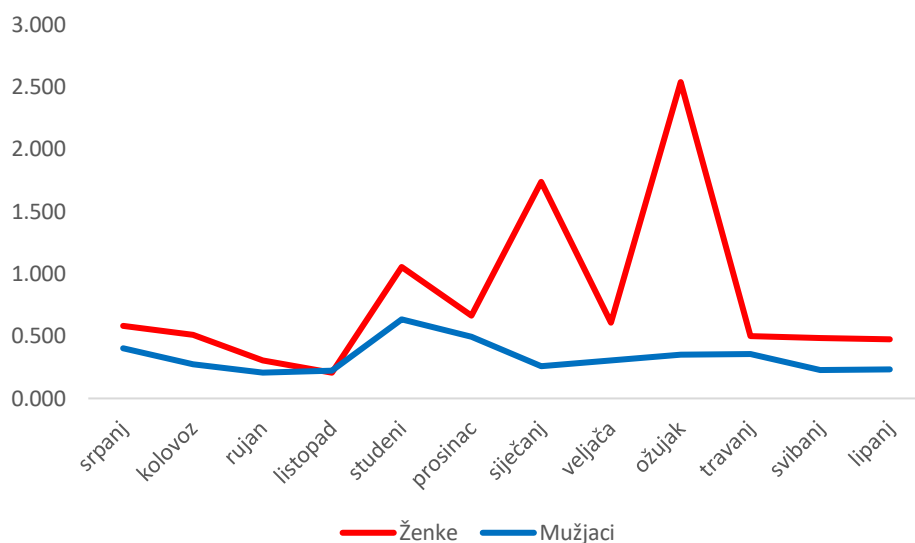
3.12.2. Gonadogeneza i mrijest

Vrijednosti gonadosomatskoga indeksa ukupnog uzorka (N=963) bile su u rasponu od 0,02 do 7,46 ($0,58 \pm 0,90$), za ženke u rasponu od 0,02 do 7,46 ($0,80 \pm 1,13$), a za mužjake u rasponu od 0,03 do 2,47 ($0,33 \pm 0,37$) (Tablica 3.12.2.1.). Srednja vrijednost gonadosomatskog indeksa za ženke (0,80) je bila statistički značajno veća od srednje vrijednosti za mužjake (0,37) (*t-test*, $P < 0,0005$). Najveće srednje vrijednosti za ženke su zabilježene u studenom, siječnju i ožujku (slika 3.12.2.1.), a za mužjake u studenom i prosincu (Slika 3.12.2.1.).

Tablica 3.12.2.1. Raspon i srednje mjesečne vrijednosti ($\bar{x}$) sa standardnim devijacijama ($\pm SD$) gonadosomatskog indeksa (GSI) ženki i mužjaka *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.

Ženke				Mužjaci		
Mjeseci	N	Raspon	$\bar{x} \pm SD$	N	Raspon	$\bar{x} \pm SD$
Srpanj	63	0,02 – 2,92	$0,58 \pm 0,56$	36	0,10 – 2,00	$0,40 \pm 0,39$
Kolovoz	38	0,09 – 1,81	$0,51 \pm 0,43$	44	0,71 – 1,93	$0,27 \pm 0,28$
Rujan	26	0,09 – 0,59	$0,30 \pm 0,14$	15	0,08 – 0,62	$0,20 \pm 0,14$
Listopad	49	0,09 – 0,45	$0,20 \pm 0,07$	36	0,05 – 1,31	$0,22 \pm 0,21$
Studen	44	0,03 – 3,27	$1,05 \pm 0,82$	41	0,70 – 1,82	$0,63 \pm 0,57$
Prosinac	37	0,09 – 3,29	$0,66 \pm 0,60$	36	0,11 – 2,31	$0,49 \pm 0,44$
Siječanj	39	0,08 – 7,06	$1,73 \pm 2,01$	43	0,04 – 1,05	$0,26 \pm 0,17$
Veljača	45	0,50 – 5,19	$0,60 \pm 1,21$	27	0,10 – 2,47	$0,30 \pm 0,48$
Ožujak	40	0,09 – 7,46	$2,53 \pm 1,88$	43	0,09 – 2,33	$0,35 \pm 0,47$

Travanj	28	0,11 – 2,05	$0,49 \pm 0,46$	52	0,09 – 2,19	$0,35 \pm 0,40$
Svibanj	61	0,10 – 1,07	$0,48 \pm 0,22$	42	0,03 – 0,73	$0,23 \pm 0,16$
Lipanj	37	0,18 – 1,99	$0,47 \pm 0,31$	29	0,05 – 0,61	$0,23 \pm 0,16$



Slika 3.12.2.1. Srednje mjesečne vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI %) kod ženki i mužjaka *Lepidorhombus boscii*.

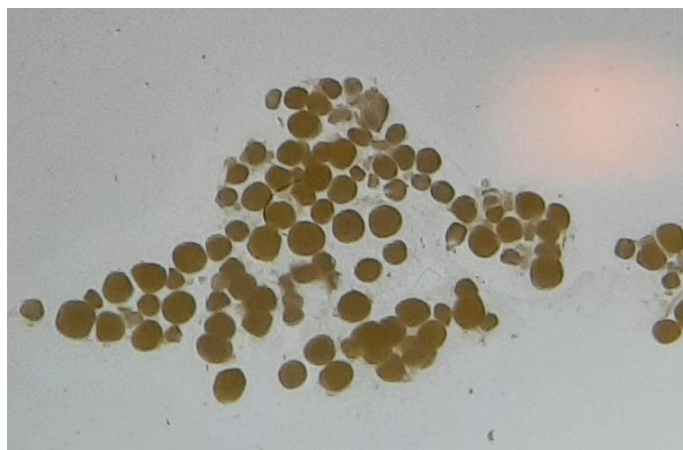
Vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI) prikazane su i po sezonama (Tablica 3.12.2.2.). Najviše srednje vrijednosti kod ženki su zabilježene zimi (1,05), dok su kod mužjaka najviše srednje vrijednosti zabilježene u jesen (0,39). Najniže srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa kod ženki su zabilježene u ljeto (0,52), a kod mužjaka u proljeće (0,03).

Tablica 3.12.2.2. Raspon i srednje sezonske vrijednosti ($\bar{x}$) sa standardnim devijacijama ($\pm SD$) gonadosomatskog indeksa (GSI) ženki i mužjaka *Lepidorhombus boscii* u istočnom Jadranu.

Sezona	Ženke			Mužjaci		
	N	Raspon	$\bar{x} \pm SD$	N	Raspon	$\bar{x} \pm SD$
Proljeće	129	0,06 – 7,46	$0,97 \pm 1,35$	137	0,03 – 2,33	$0,03 \pm 0,35$
Ljeto	138	0,02 – 2,92	$0,52 \pm 0,46$	109	0,05 – 2,00	$0,30 \pm 0,30$
Jesen	119	0,03 – 3,27	$0,54 \pm 0,64$	92	0,05 – 1,87	$0,39 \pm 0,45$
Zima	121	0,08 – 7,06	$1,05 \pm 1,49$	106	0,04 – 2,47	$0,35 \pm 0,38$

3.12.3. Fekunditet

Fekunditet *L. boscii* analiziran je na uzorku od 30 zrelih ženki (Slika 3.12.3.1.) ukupne dužine tijela od 23,5 do 26,50 cm ($25,12 \pm 1,03$ cm) i mase tijela od 99,99 do 179,00 g ($125,89 \pm 23,34$ g). Masa gonada analiziranih ženki bila je u rasponu od 2,00 do 9,16 g ($4,53 \pm 2,33$ g). Promjer oocita po najdužoj osi bio je u rasponu od 34,01 do 562,72 μm ($178,49 \pm 129,83$ μm).



Slika 3.12.3.1. Izgled zrelih oocita iz ovarija spolno zrelih ženki *Lepidorhombus boscii* pod lupom pri povećanju od 16X.

Raspon promjera oocita po mjesecima prikazan je u tablici 3.12.3.1. Najmanje srednje vrijednosti u promjeru oocita zabilježene su u rujnu (53,4 μm), dok su najveće srednje vrijednosti u promjeru oocita zabilježene u ožujku (419,5 μm).

Tablica 3.12.3.1. Mjesečne varijacije promjera oocita (N = 360) ženki vrste *Lepidorhombus boscii* iz istočnog Jadrana.

Mjeseci	Raspon oocita (μm)	$\bar{x} \pm \text{SD}$
Srpanj	66,0 - 128,9	99,9 $\pm$ 16,2
Kolovoz	76,8 - 124,2	102,1 $\pm$ 12,9
Rujan	34,0 - 63,9	53,4 $\pm$ 7,1
Listopad	46,5 - 74,7	61,2 $\pm$ 7,6
Studeni	190,2 - 300,6	243,4 $\pm$ 31,6
Prosinac	113,8 - 281,6	203,9 $\pm$ 48,2
Siječanj	126,2 - 368,7	244 $\pm$ 74,9
Veljača	53,2 - 127,2	86,9 $\pm$ 18,2
Ožujak	300,6 - 562,8	419,5 $\pm$ 71,9
Travanj	80,0 - 202,7	117,9 $\pm$ 34,6
Svibanj	210,7 - 517,9	401,6 $\pm$ 101,1
Lipanj	72,9 - 165,6	107,5 $\pm$ 25,9

Sezonski raspon promjera oocita je prikazan u tablici 3.12.3.2. Najmanje srednje vrijednosti u promjeru oocita zabilježene su u ljeto (103,17 μm), a najveće vrijednosti u promjeru oocita zabilježene su u proljeće (313,06 μm). Statistički značajne razlike utvrđene su između proljeća i jeseni, proljeća i ljeta, proljeća i zime, zime i ljeta (ANOVA, Tukey test, $p < 0.0001$) te između jeseni i ljeta (ANOVA, Tukey test, $p = 0.02$, $p < 0.05$).

Tablica 3.12.3.2. Sezonske varijacije promjera oocita (N = 360) ženki vrste *Lepidorhombus boscii* iz istočnog Jadrana.

Sezone	Raspon oocita (µm)	$\bar{x} \pm SD$
Proljeće	80,0 - 562,72	313,06 ± 157,20
Ljeto	65,69 - 165,78	103,17 ± 19,19
Jesen	34,01 - 300,58	119,40 ± 90,29
Zima	53,22 - 368,65	178,34 ± 84,77

Fekunditet (F), odnosno ukupni broj oocita u gonadama zrelih ženki kretao se od 22,248 do 142,848, a u prosjeku je iznosio 91,910 uz standardnu devijaciju 44,286 (Tablica 3.12.3.3.).

Tablica 3.12.3.3. Srednje vrijednosti fekunditeta (F), mase tijela (W), mase ovarija i gonadosomatskog indeksa (GSI) u pojedinim dužinskim razredima.

Dužinski razred	Lt (cm)	Broj jedinki	W (g)	Masa gonada (g)	GSI	Fekunditet (F)
24	23,5-24,4	9	105,8,25 ± 8,25	3,12 ± 0,88	2,93 ± 0,60	55,479 ± 29,355
25	24,7-25,4	9	121,76 ± 16,57	4,50 ± 2,54	3,60 ± 1,75	81,695 ± 45,00
26	25,5- 26,3	7	148,18 ± 27,94	5,76 ± 1,19	4,03 ± 1,26	119,420 ± 27,00
27	26,8- 27,2	5	139,32 ± 1,29	7,77 ± 1,75	5,57 ± 1,23	137,359 ± 122,273

Odnos fekunditeta (F) i ukupne dužine tijela (Lt) (Slika 3.12.3.1.), mase tijela (W) (Slika 3.12.3.2.), mase gonada ženki (Wg) (Slika 3.12.3.3.), gonadosomatskog indeksa (GSI) (Slika 3.12.3.4.) i starosti (t) (Slika 3.12.3.5.) *L. boscii* opisan je sljedećim jednadžbama:

$$F = 5,3 \times 10^4 Lt - 10^6; R^2 = 0,61$$

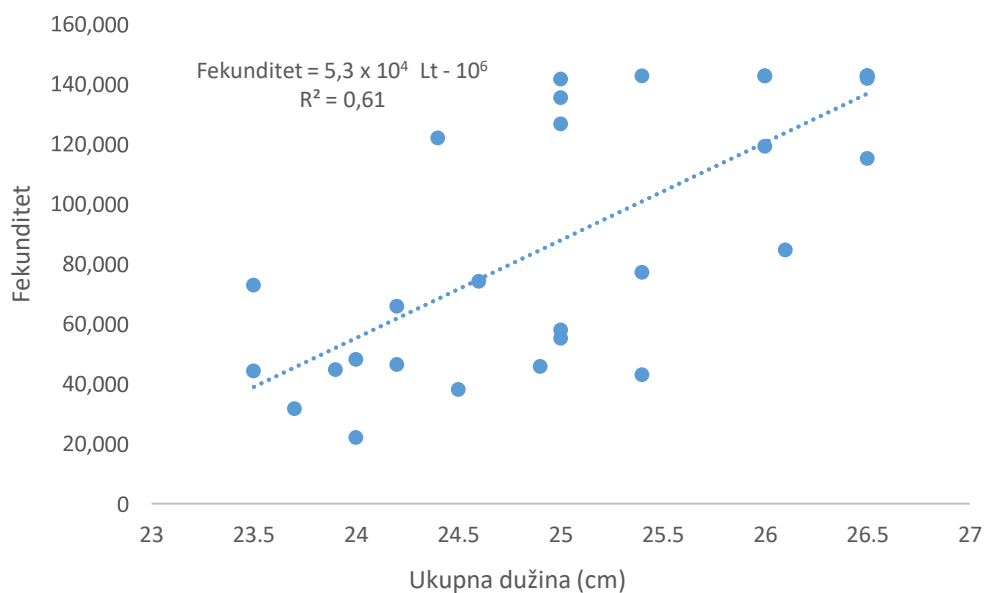
$$F = 1641,9 W - 9,8 \times 10^4; R^2 = 0,30$$

$$F = 1,9 \times 10^3 Wg^{0.997} ; R^2 = 0,71$$

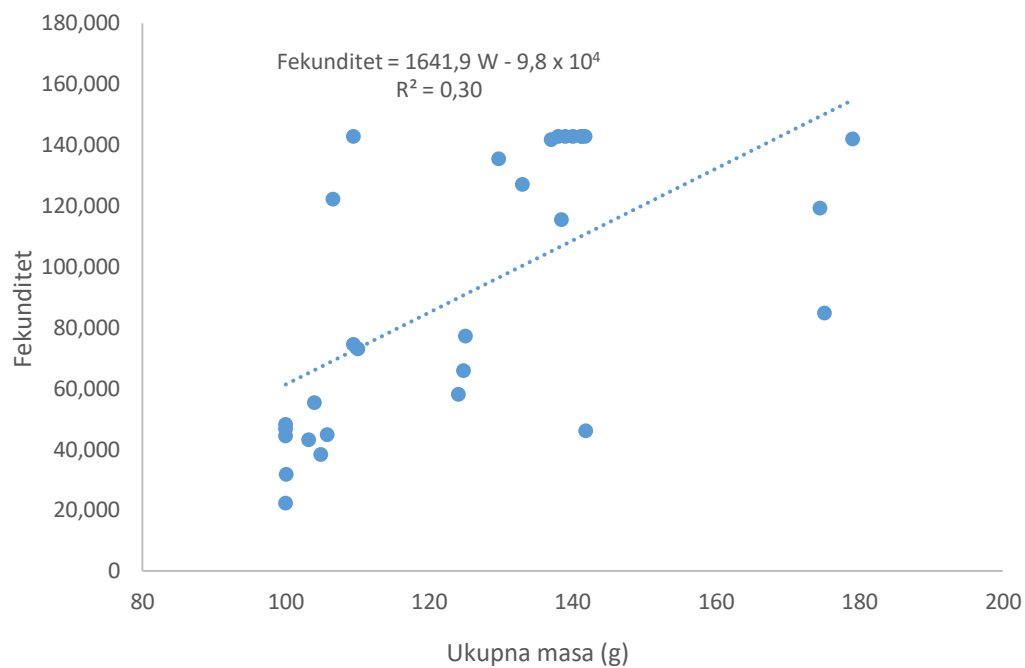
$$F = 3,6 \times 10^5 GSI - 3,0 \times 10^4; R^2 = 0,62$$

$$F = 2,4106 t - 27815; R^2 = 0,37$$

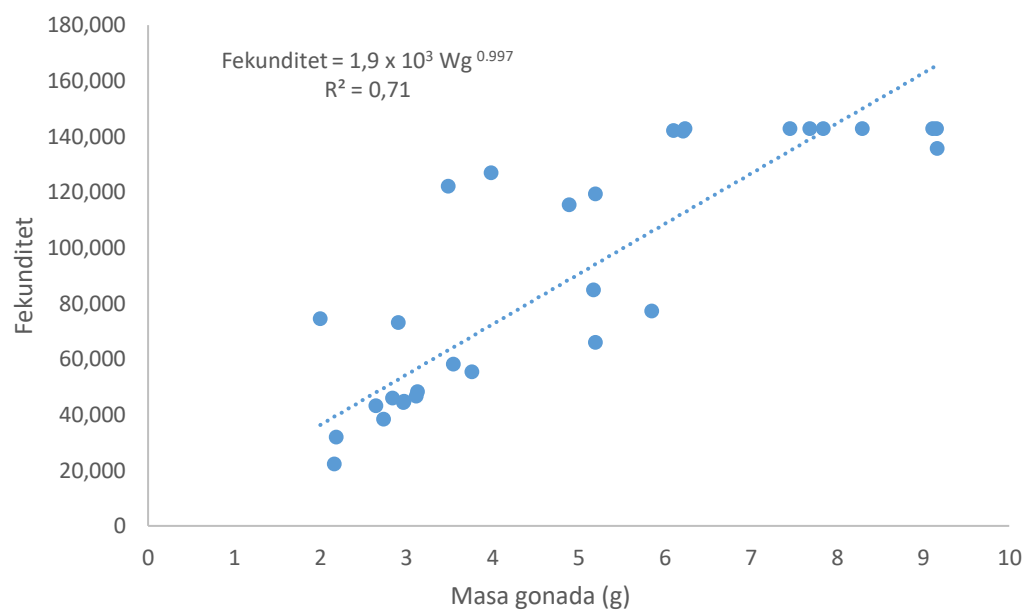
Rezultati ukazuju na porast fekunditeta s porastom ukupne dužine tijela, mase tijela, mase gonada, gonadosomatskog indeksa i starosti analiziranih jedinki. Najveći koeficijenti determinacije zabilježeni su za odnos fekunditeta i mase gonada ($R^2 = 0,71$) te za odnos fekunditeta i gonadosomatskog indeksa ($R^2 = 0,62$). Najmanji koeficijent determinacije utvrđen je za odnos fekunditeta i starosti ($R^2 = 0,37$). Odnosi fekunditeta sa ukupnom dužinom tijela, masom tijela, gonadosomatskim indeksom i starošću opisani su linearnim modelima, dok je odnos između fekunditeta i mase gonada opisan nelinearnim power modelom.



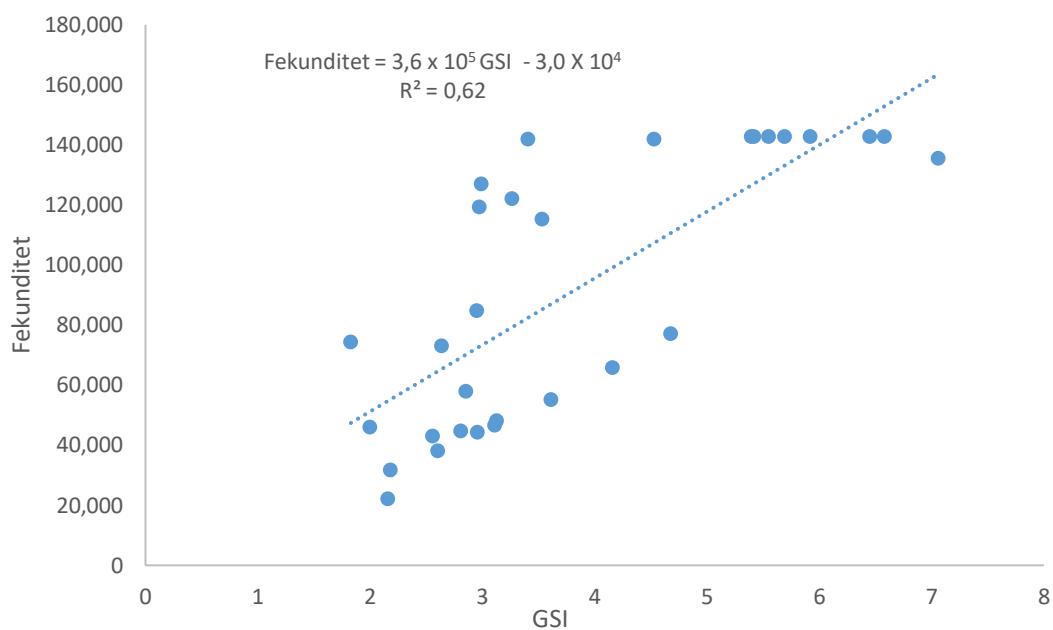
Slika 3.12.3.1. Odnos fekunditeta i ukupne dužine tijela vrste *Lepidorhombus boscii*.



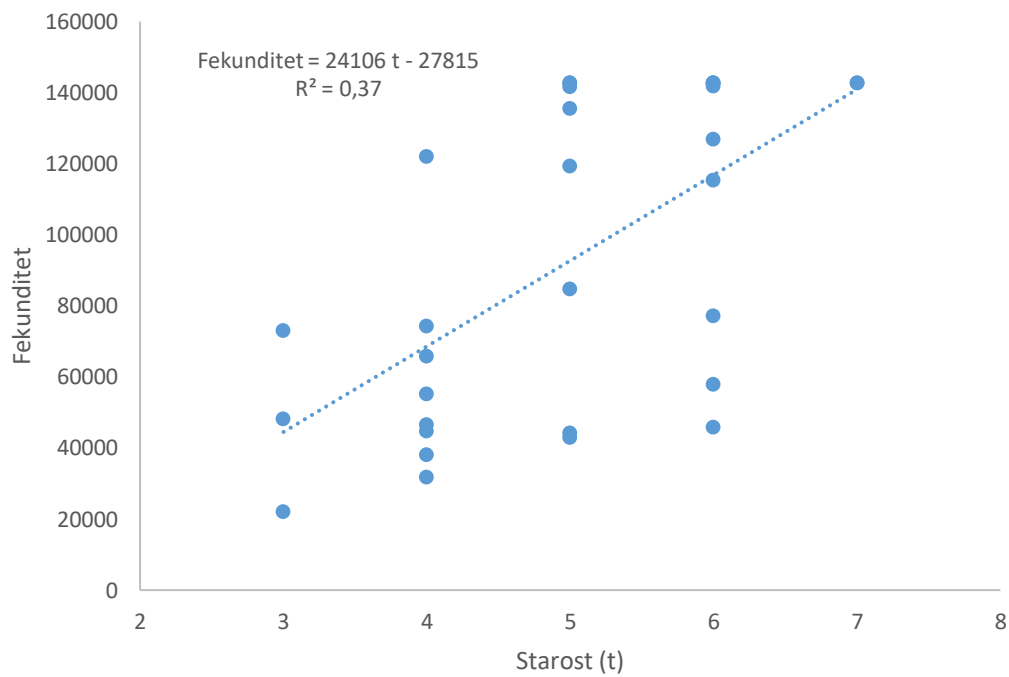
Slika 3.12.3.2. Odnos fekunditeta i ukupne mase tijela vrste *Lepidorhombus boscii*.



Slika 3.13.3.3. Odnos fekunditeta i mase gonada vrste *Lepidorhombus boscii*.



Slika 3.12.3.4. Odnos fekunditeta i gonadosomatskog indeksa vrste *Lepidorhombus boscii*.

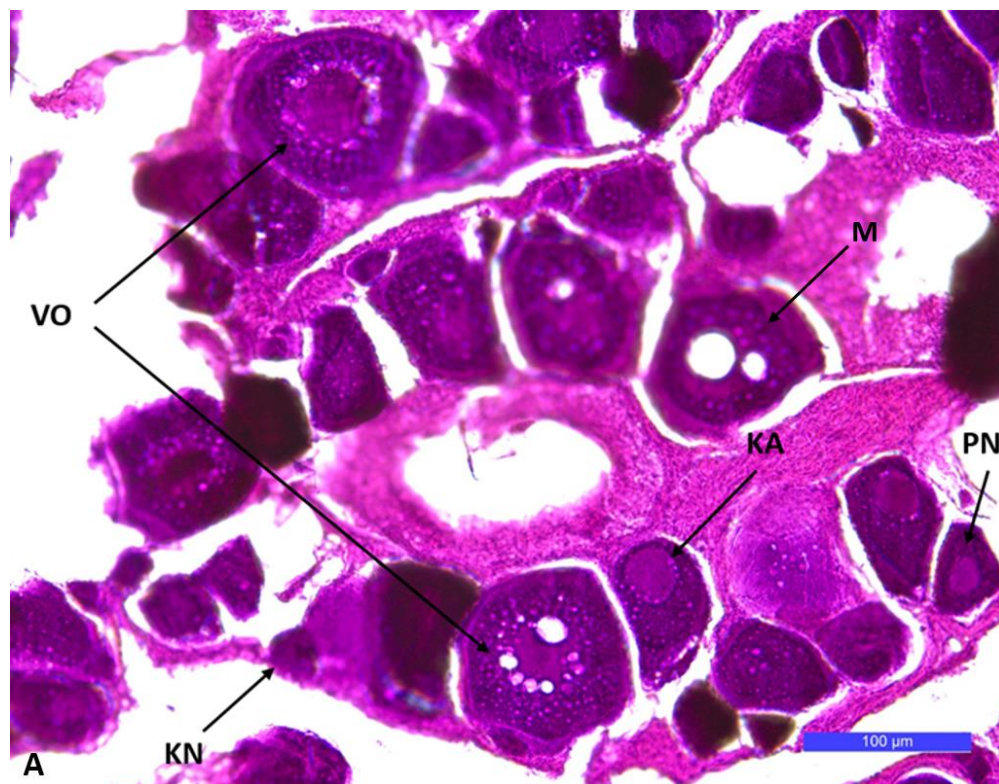


Slika 3.12.3.5. Odnos fekunditeta i starosti vrste *Lepidorhombus boscii*.

3.12.4. Histološka analiza gonada

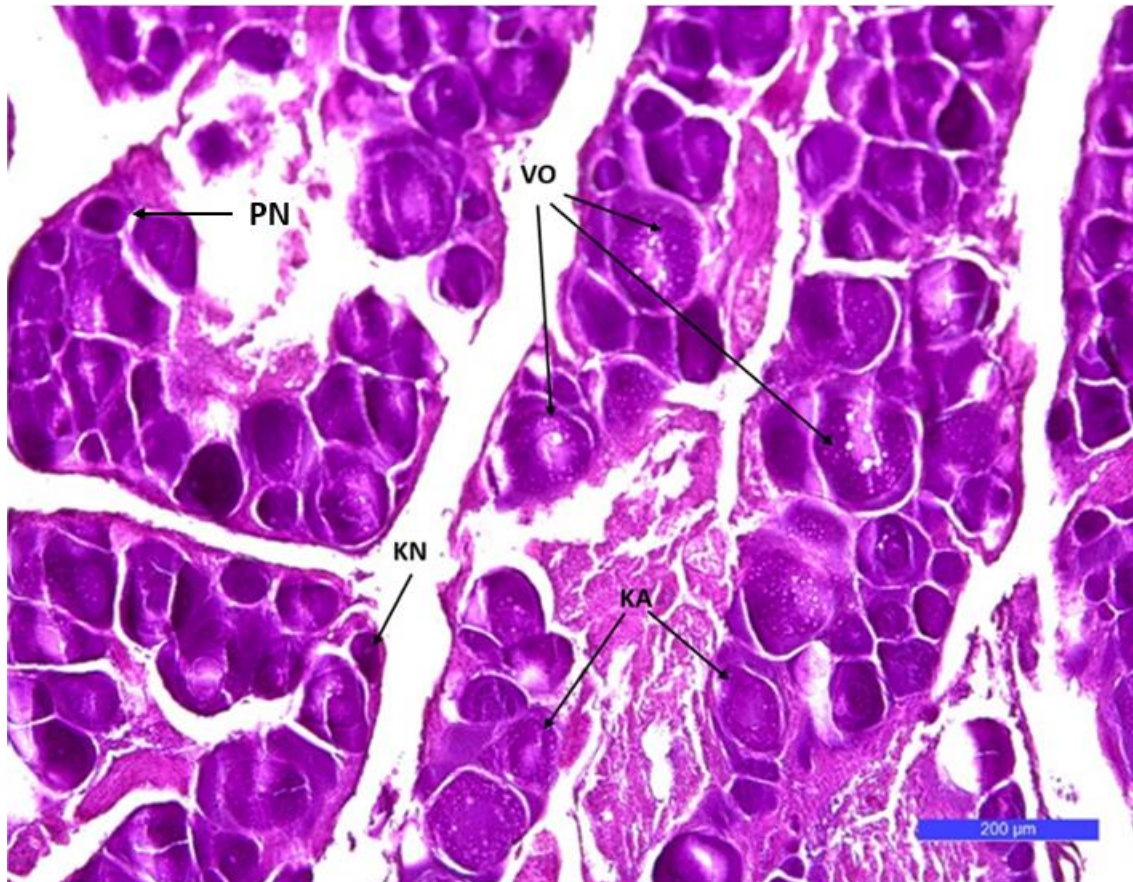
Oogeneza

Histološkom analizom ovarija *Lepidorhombus boscii* utvrđena je prisutnost oocita u kromatin nukleolus stadiju, perinuklearnom stadiju, stadiju kortikalnih alveola te stadiju vitelogenih oocita tijekom cijele godine. Tijekom srpnja (Slika 3.12.4.1.) u ovarijima su zastupljene vitelogene oocite (faza sazrijevanja) i veliki broj zrelih oocita koje su ispunjene žumanjčanim kapljicama, ali i oocitama u stadiju migracije jezgre (Slika 3.12.4.1.). U navedenom stadiju, jezgra migrira prema perifernom dijelu, a žumanjčane i uljne kapljice se spajaju. U srpnju se također uočavaju povećane oocite. Promjer oocita u srpnju bio je u rasponu od 65,96 do 128,85 μm ($99,9 \pm 16,18$).



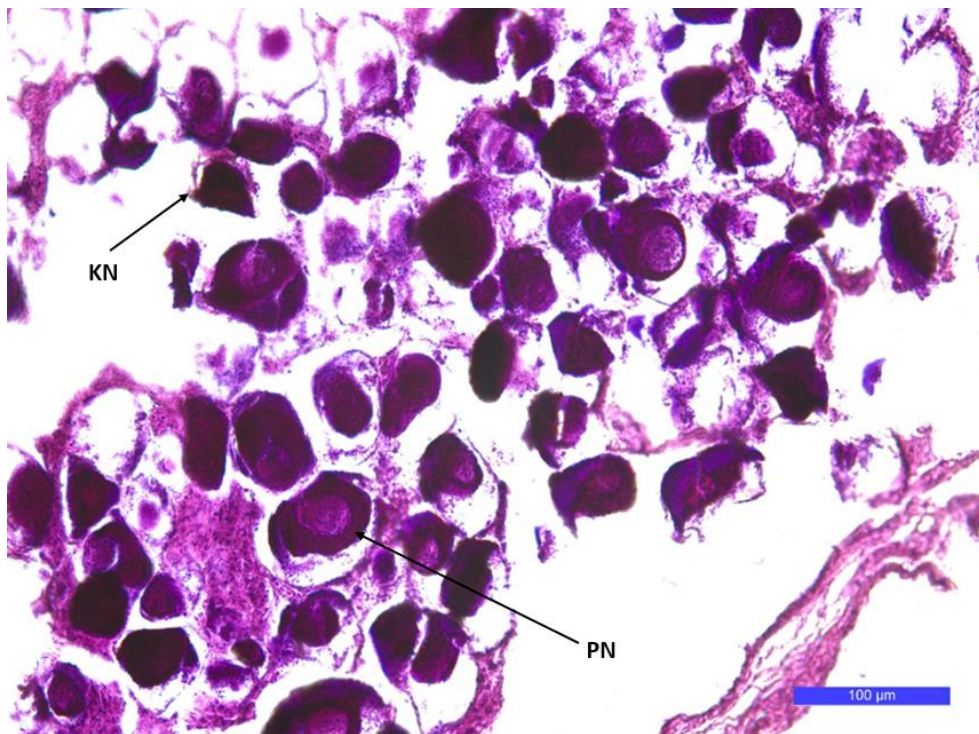
Slika 3.12.4.1. Histološki presjek kroz ovarij vrste *Lepidorhombus boscii* iz srpnja; kromatin nukleolus stadij (KN); perinuklearni stadij (PN); stadij kortikalnih alveola (KA); stadij vitelogeneze (VO); stadij migracije jezgre (M).

Tijekom kolovoza prevladavaju oocyte u različitim fazama razvoja (previtelogene, vitelogene te oocyte u stadiju kortikalnih alveola) (Slika 3.12.4.2.). Vitelogene oocyte su zastupljene u manjoj mjeri. Promjer oocita u kolovozu bio je u rasponu od 76,70 - 124,25 μm ($102,10 \pm 12,95$).

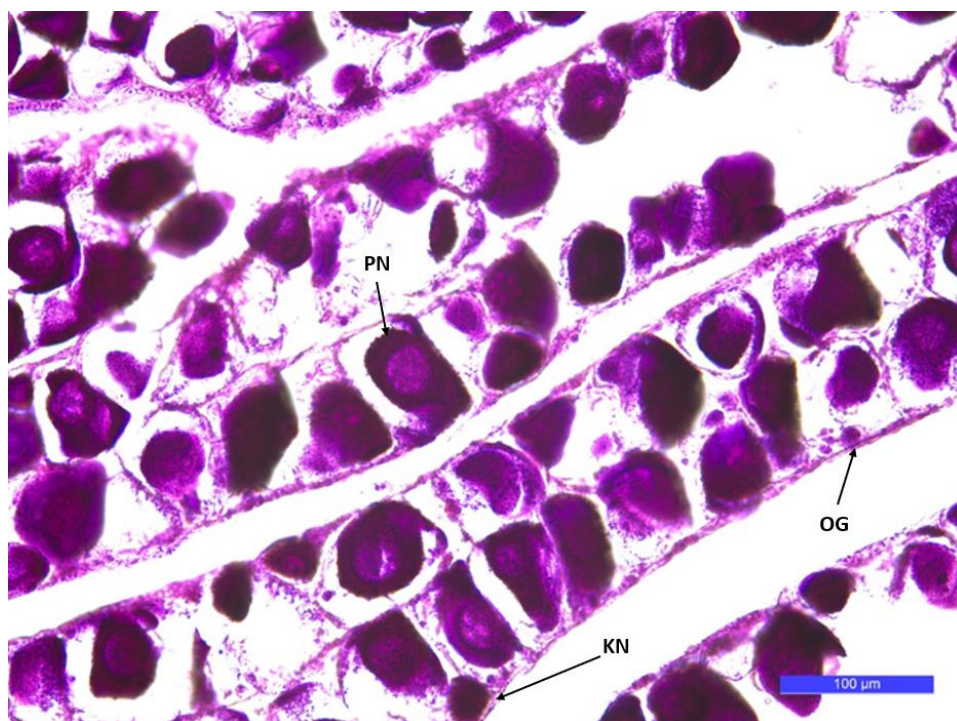


Slika 3.12.4.2. Histološki presjek kroz ovarij vrste *Lepidorhombus boscii* iz kolovoza; kromatin nukleolus stadij (KN); perinuklearni stadij (PN); stadij kortikalnih alveola (KA); stadij vitelogeneze (VO).

U rujnu i listopadu dolazi do povećavanja broja oocita u kromatin nukleolus stadiju, perinuklearnom stadiju te stadiju kortikalnih alveola (Slika 3.12.4.3. i Slika 3.12.4.4.), dok vitelogene oocyte nisu vidljive. Nakon ovog stadija dolazi do intenzivnog rasta i razvoja gonada. Promjer oocita u rujnu bio je u rasponu od 34,01 - 63,98 μm ($53,49 \pm 7,11$), a u listopadu od 46,62 - 74,67 μm ($61,24 \pm 7,50$).

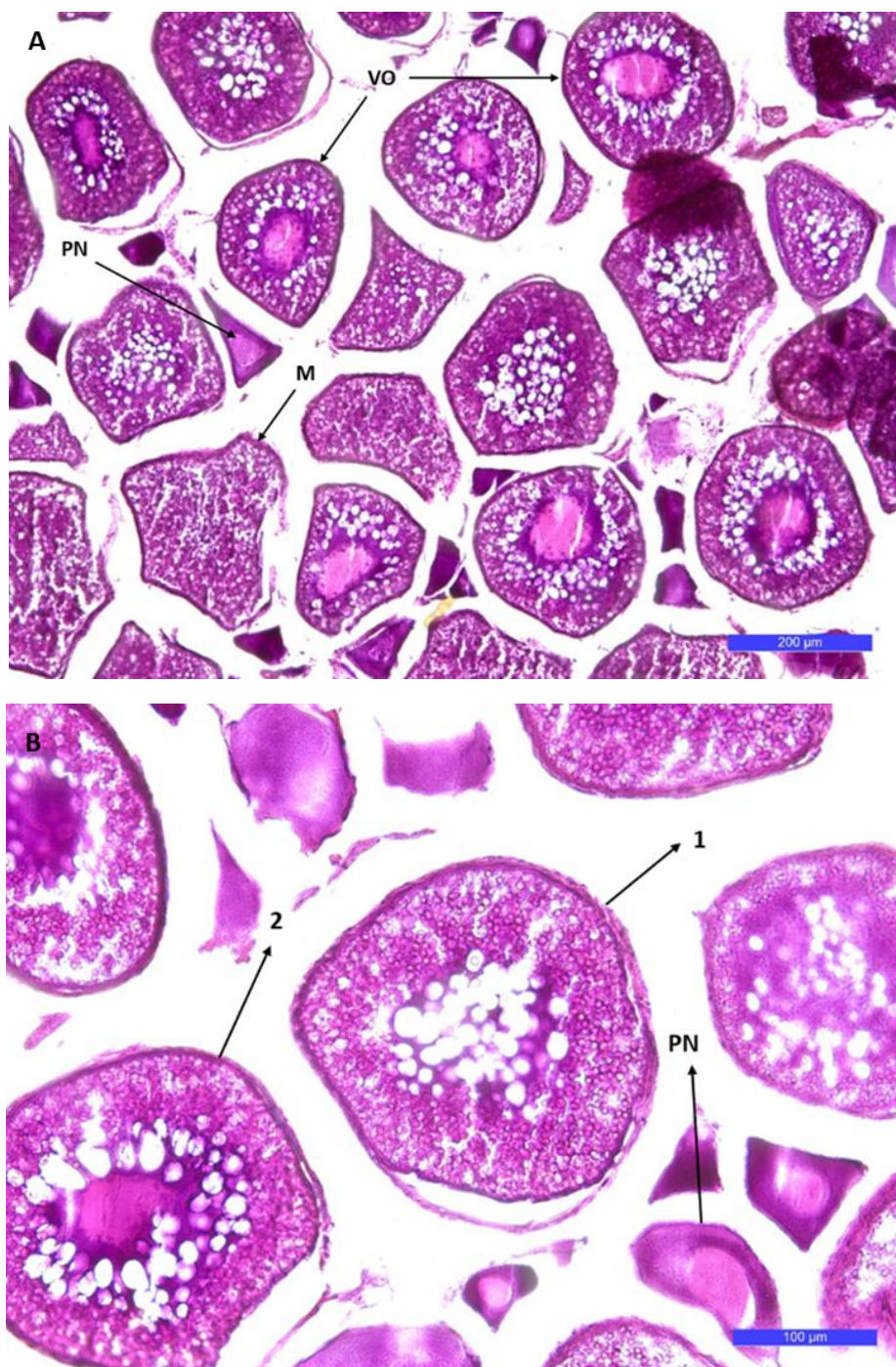


Slika 3.12.4.3. Histološki presjek kroz ovarij vrste *Lepidorhombus boscii* iz rujna; kromatin nukleolus stadij (KN); perinuklearni stadij (PN).



Slika 3.12.4.4. Histološki presjek kroz ovarij vrste *Lepidorhombus boscii* iz listopada; kromatin nukleolus stadij (KN); perinuklearni stadij (PN); oogonije (OG).

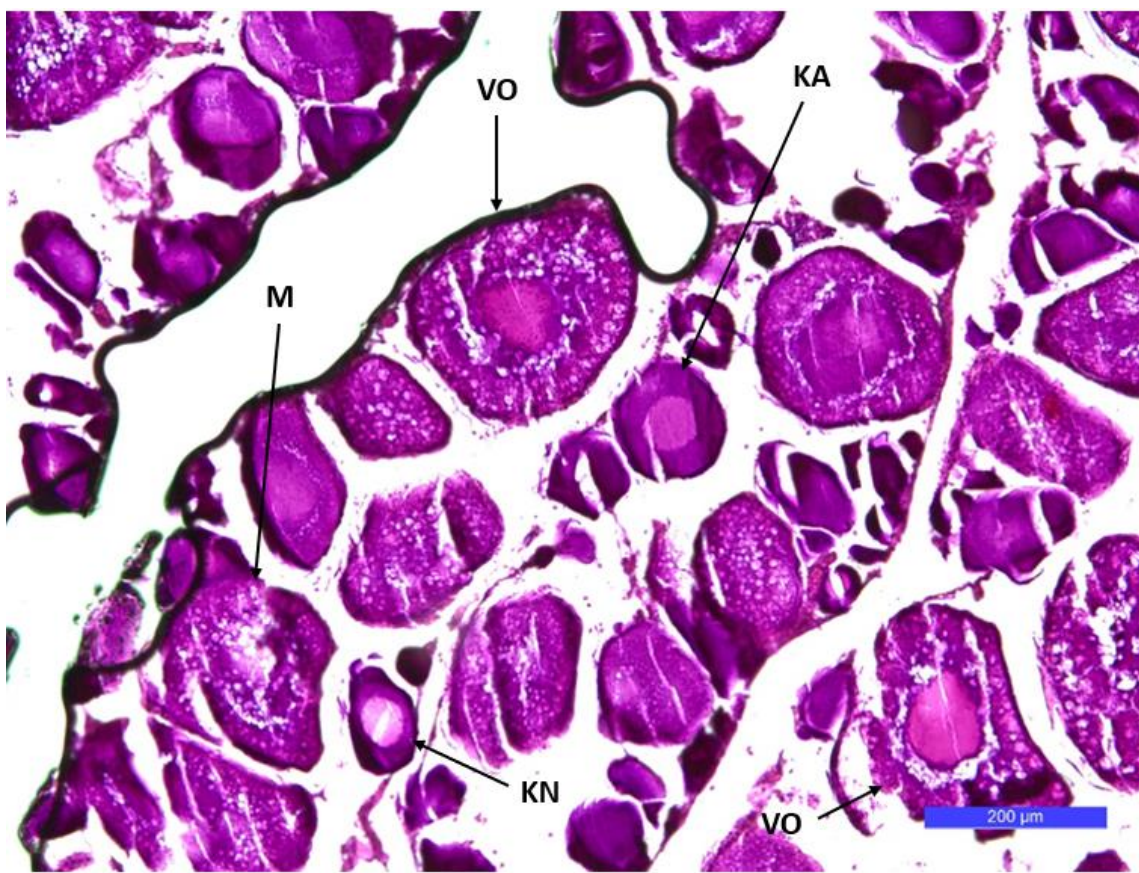
U studenom dolazi do razvoja gonada i stadija vitelogeneze, pojavljivanja vitelogenih oocita koje su pune žumanjčanih i uljnih kapljica (Slika 3.12.4.5.). Osim toga, vidljive su i zrele oocite u stadiju migracije. Promjer oocita u studenom bio je u rasponu od 190,22 - 300,58 μm ($243,48 \pm 31,53$).





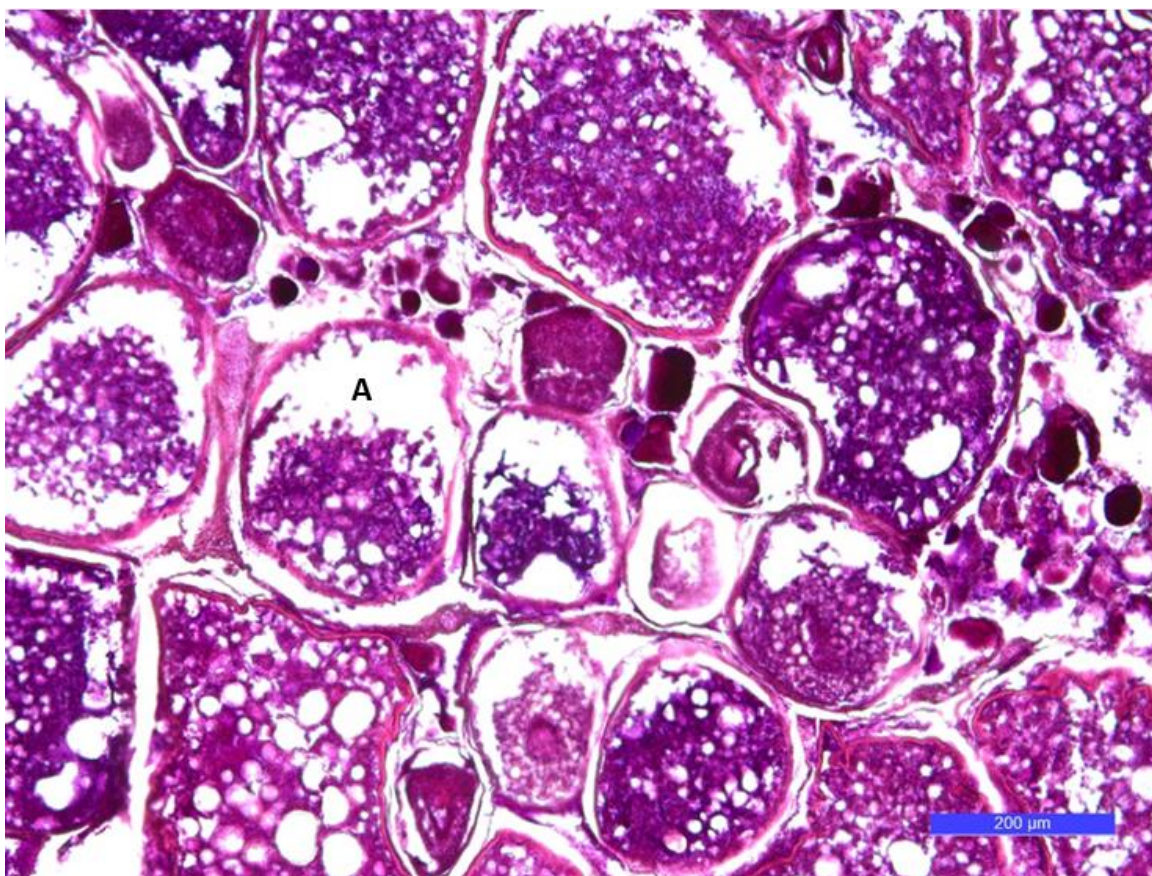
Slika 3.12.4.5. Histološki presjek kroz ovarij vrste *Lepidorhombus boscii* iz studenog; A- perinuklearni stadij (PN); stadij vitelogeneze (VO); stadij migracije jezgre (M), B- oocita s masnim kapljicama (1); oocita s masnim kapljicama u kasnijoj fazi (2), oocita u perinuklearnoj fazi (PN), C- jezgra (1); jezgrica (2); žumanjčana zrnca (3); zona radiata (4).

U prosincu su prisutne oocite u kromatin nukleolus stadiju, stadiju kortikalnih alveola, stadiju vitelogeneze, te stadiju migracije jezgre (Slika 3.12.4.6.). Promjer oocita iz prosinca bio je u rasponu od 113,77 - 281,54 μm ($203,95 \pm 48,25$).



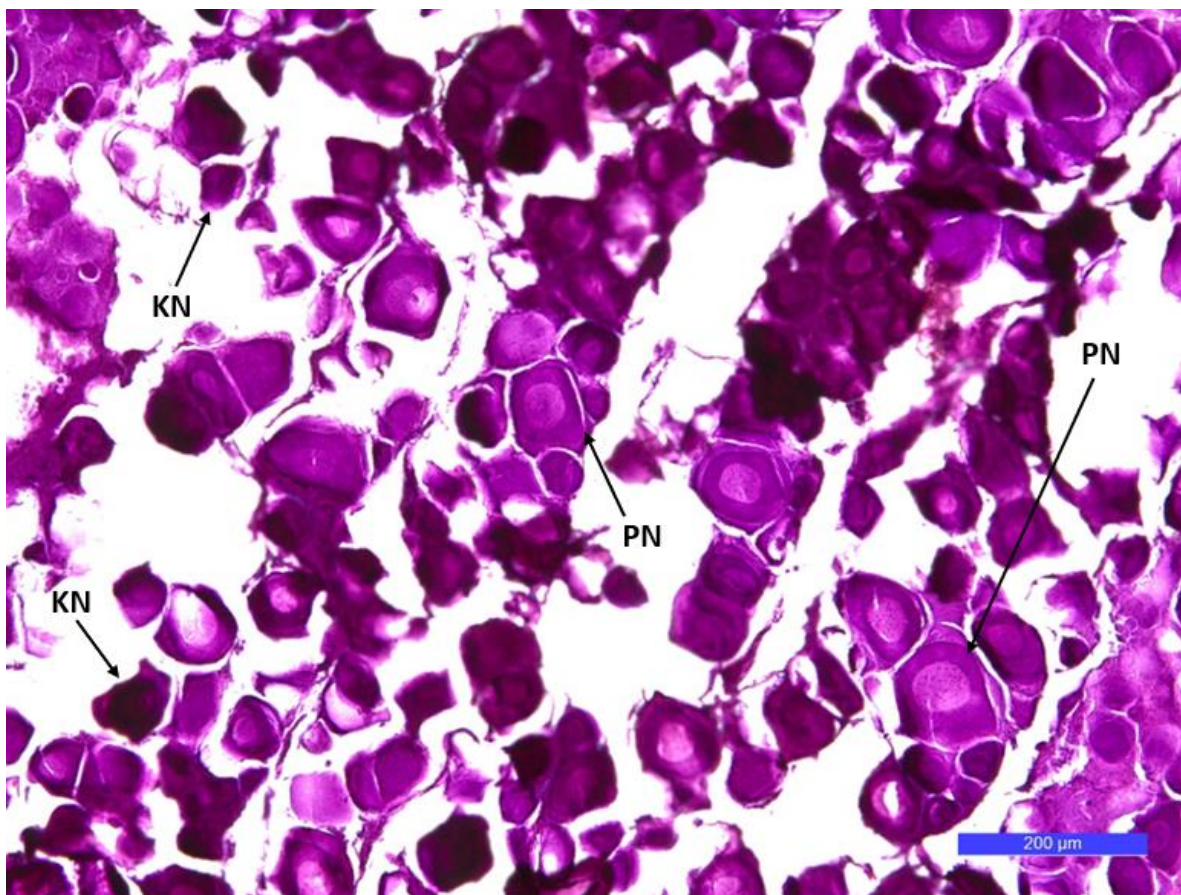
Slika 3.12.4.6. Histološki presjek kroz ovarij vrste *Lepidorhombus boscii* iz prosinca; kromatin nukleolus stadij (KN); stadij kortikalnih alveola (KA); stadij vitelogeneze (VO); stadij migracije jezgre (M).

U siječnju, nakon mrijesta, vidljiv je povećan broj postvitelogenih oocita koje nisu izbačene tijekom mrijesta, stoga je došlo do njihove degeneracije i resorpcije (atrezija) (Slika 3.12.4.7.). Također, u fazi nakon mrijesta, vidljive su i previtelogene i vitelogene oocite. Promjer oocita u siječnju bio je u rasponu od 126,23 - 368,65 μm ($244,00 \pm 74,89$).



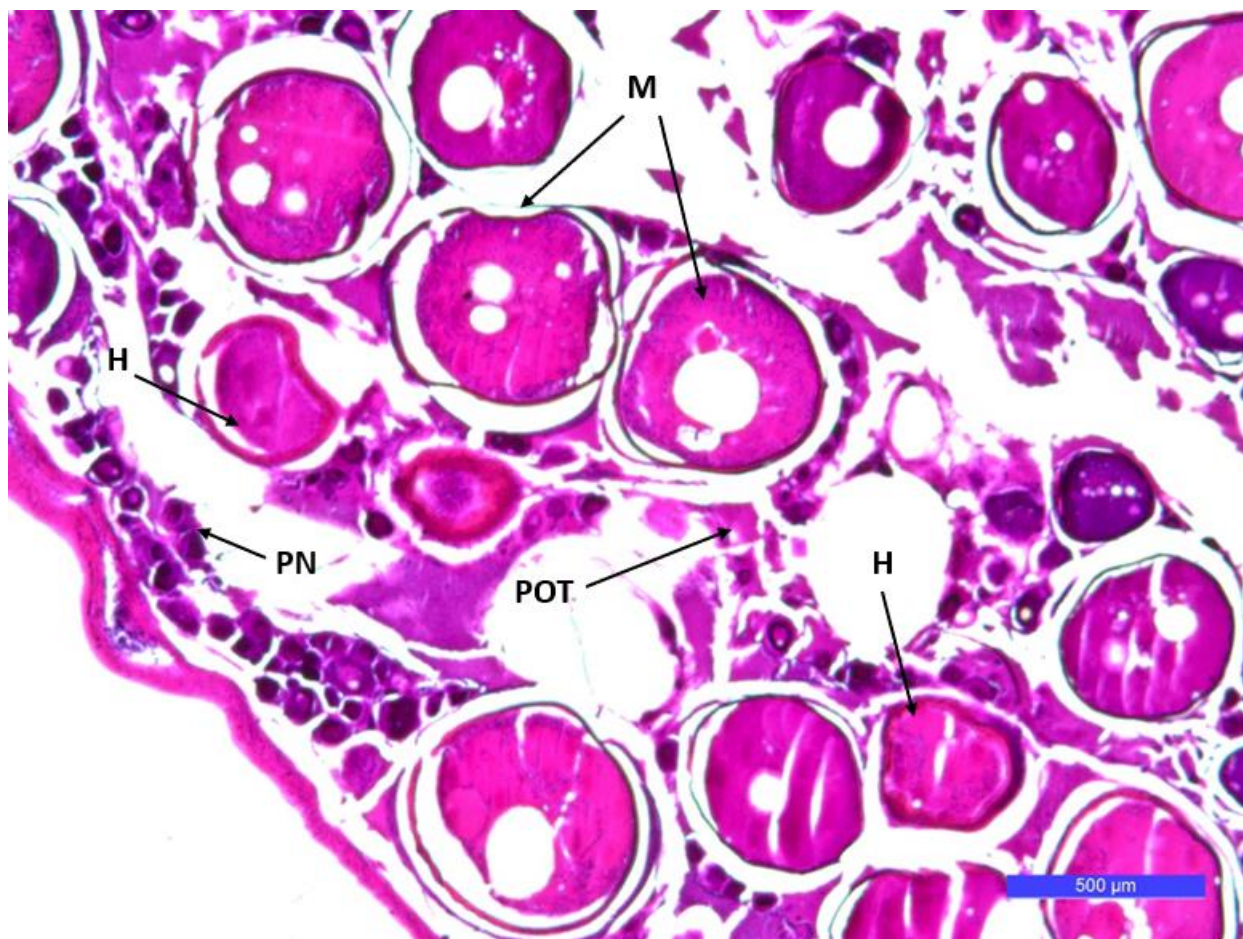
Slika 3.12.4.7. Histološki presjek kroz ovarij vrste *Lepidorhombus boscii* iz siječnja; atrezija (A).

Tijekom veljače ovariji su ponovno u fazi previtelogeneze, povećan je broj oocita u kromatin nukleolus stadiju i perinuklearnom stadiju (Slika 3.12.4.8.). Nakon ovog stadija započinje intenzivniji razvoj gonada, kao i pojava stadija vitelogeneze. Promjeri oocita tijekom veljače bili su u rasponu od 53,22 - 127,27 μm ($86,98 \pm 18,21$).



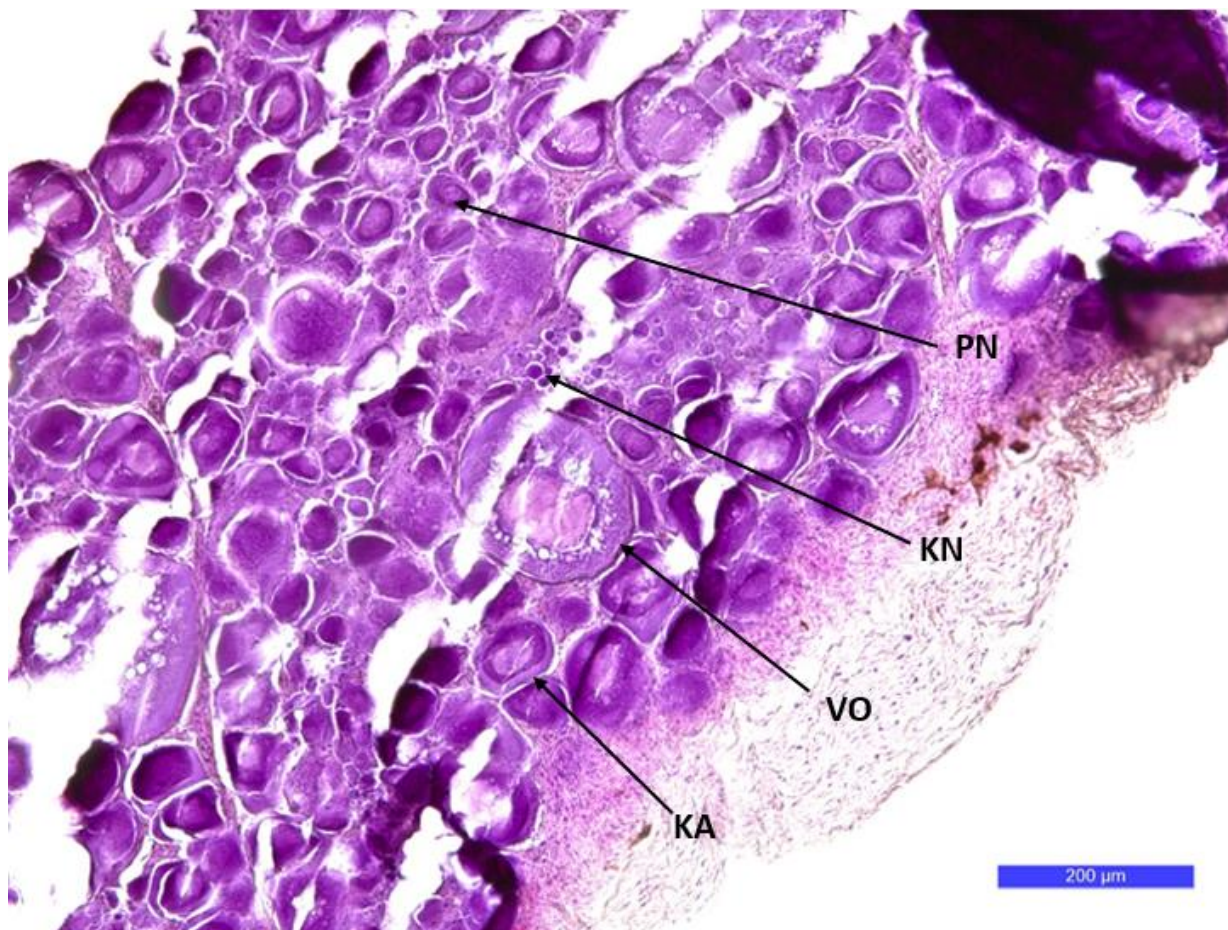
Slika 3.12.4.8. Histološki presjek kroz ovarij vrste *Lepidorhombus boscii* iz veljače; kromatin nukleolus stadij (KN); perinuklearni stadij (PN).

U ožujku počinje intenzivni razvoj gonada. Na slici histološkog preparata vidljive su vitelogenske oocyte pune žumanjčanih i uljnih kapljica. U ovom stadiju uočavaju se i zrele oocyte u stadiju migracije jezgre te hidratizirane jajne stanice (stadij hidratacije) (Slika 3.12.4.9.). U stadiju hidratacije dolazi do ulaska vode i bjelančevina u stanicu. Promjer oocita se povećava do pucanja jezgrine membrane. Na slici je vidljivo i postovulacijsko tkivo. Promjeri oocita u ožujku bili su u rasponu od 300,51 - 562,72 μm ($419,50 \pm 71,94$).



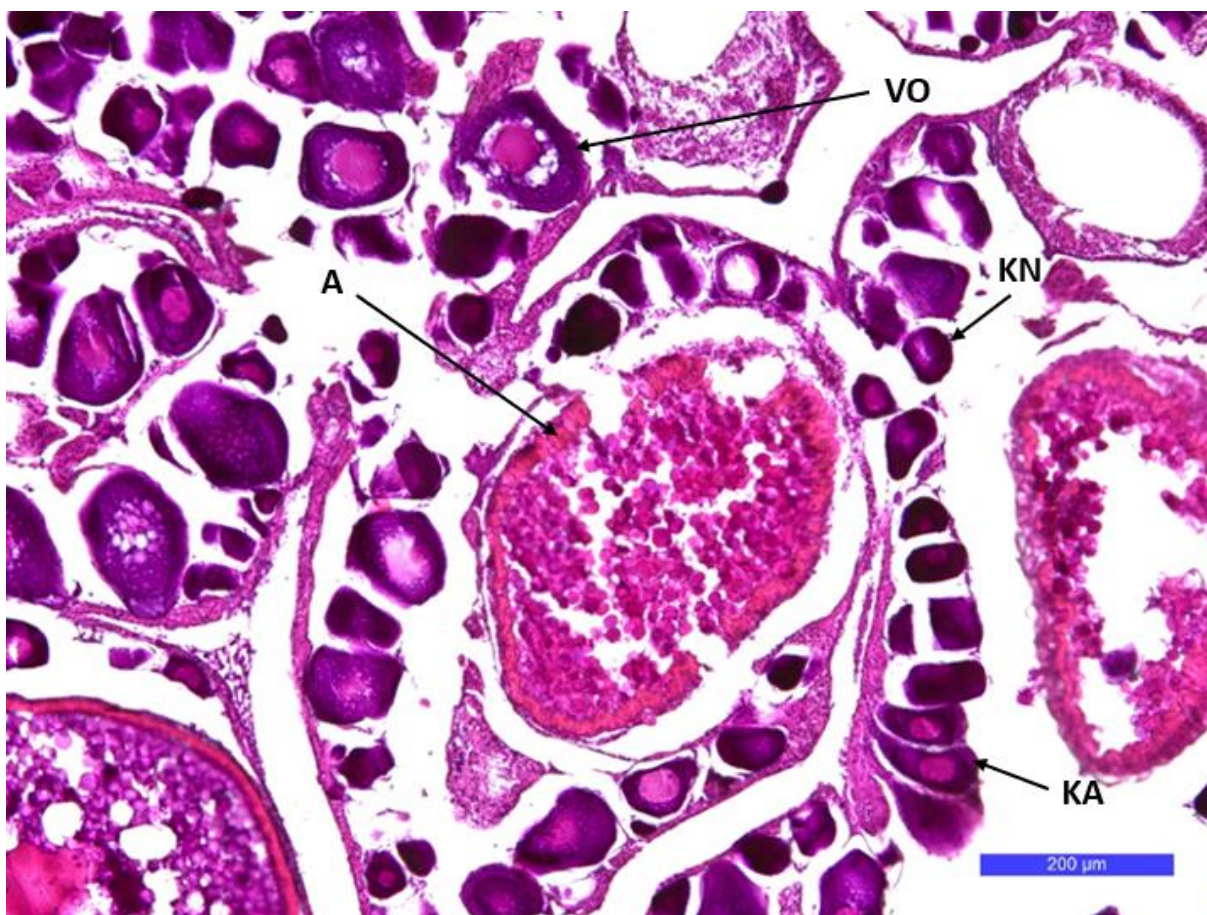
Slika 3.12.4.9. Histološki presjek kroz ovarij vrste *Lepidorhombus boscii* iz ožujka; perinuklearni stadij (PN); stadij migracije jezgre (M); stadij hidratacije (H); postovulacijsko tkivo (POT).

U travnju prevladavaju oocyte u kromatin nukleolus stadiju, perinuklearnom stadiju, stadiju kortikalnih alveola te oocyte u stadiju vitelogeneze koje su zastupljene u najmanjem postotku (Slika 3.12.4.10.). Promjeri oocita iz travnja bili su u rasponu od 80,00 - 202,69 μm ($117,93 \pm 34,51$).



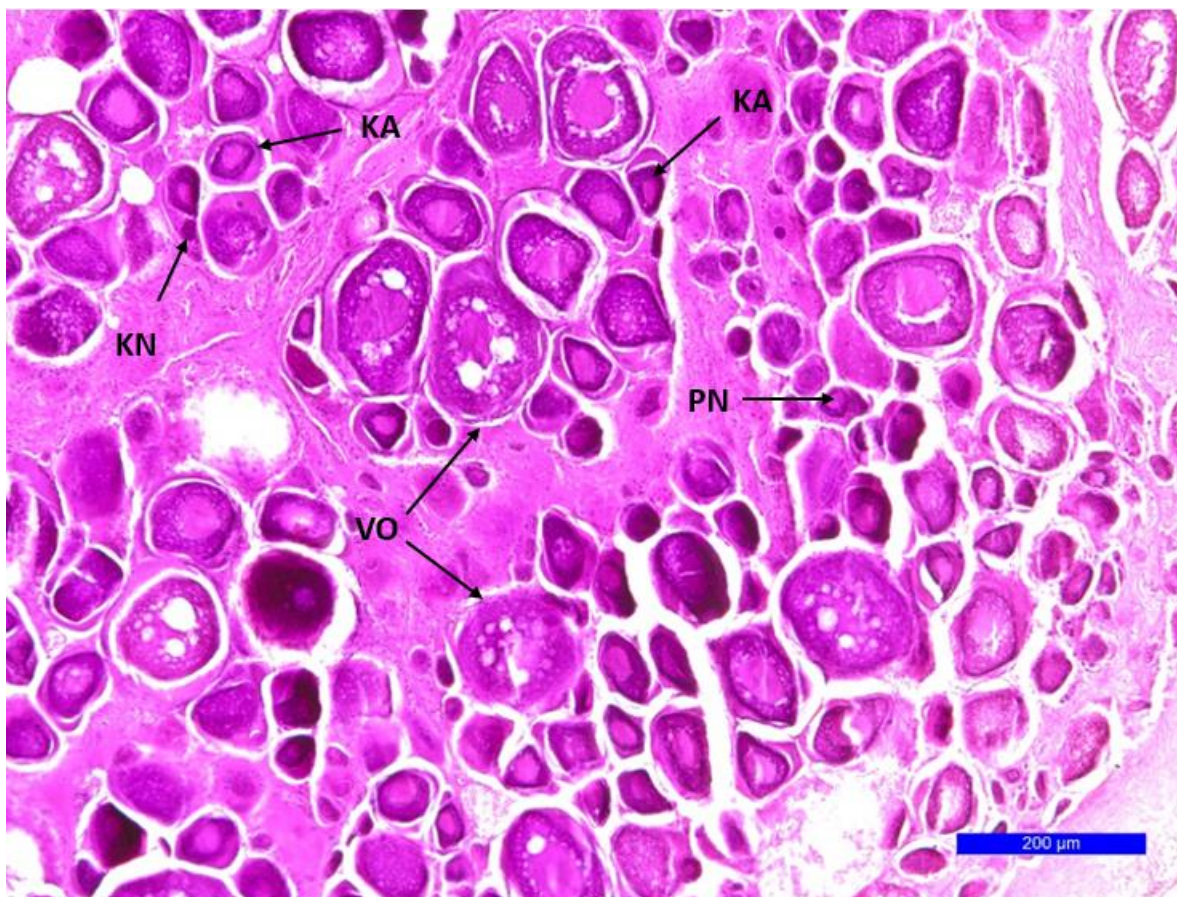
Slika 3.12.4.10. Histološki presjek kroz ovarij vrste *Lepidorhombus boscii* iz travnja; kromatin nukleolus stadij (KN); perinulearni stadij (PN); stadij kortikalnih alveola (KA); stadij vitelogeneze (VO).

Na histološkom preparatu iz svibnja vidljive su atretične oocite koje su karakterizirane raspadom jezgre, vitelinskih globula i zone radiata (Slika 3.12.4.11.). Promjeri oocita bili su u rasponu od 210,64 - 517,98 μm ($401,75 \pm 101,15$).



Slika 3.12.4.11. Histološki presjek kroz ovarij vrste *Lepidorhombus boscii* iz svibnja: atretična oocita (A); stadij kortikalnih alveola (KA); kromatin nukleolus stadij (KN); stadij vitelogeneze (VO).

U lipnju, kao i u travnju prevladavaju oocyte u kromatin nukleolus, perinuklearnom, stadiju kortikalnih alveola te oocyte u stadiju vitelogeneze (Slika 3.12.4.12.). U navedenom periodu promjer oocita bio je u rasponu od 72,86 - 165,78 μm ($107,50 \pm 25,85$).

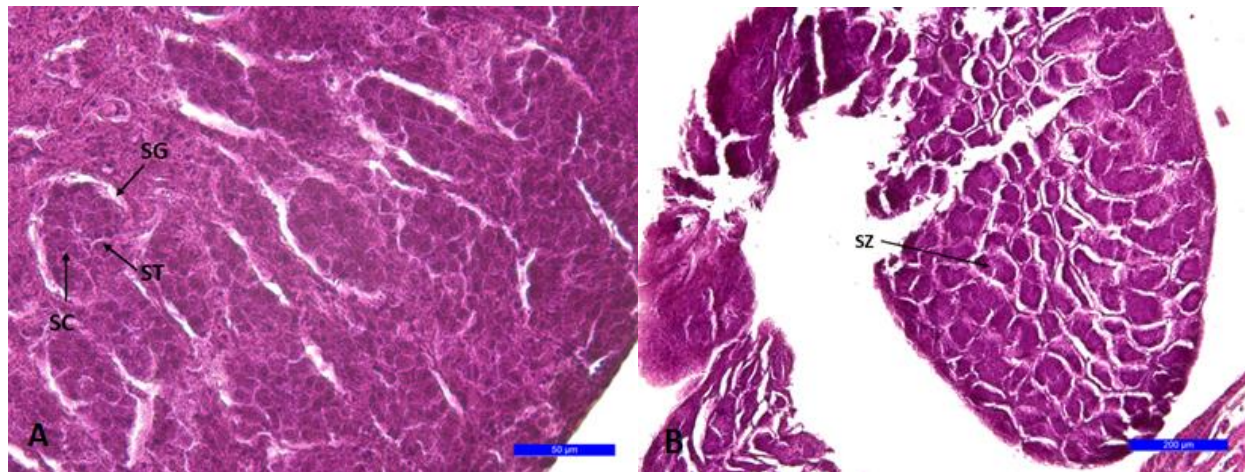


Slika 3.12.4.12. Histološki presjek kroz ovarij vrste *Lepidorhombus boscii* iz lipnja: kromatin nukleolus stadij (KN); perinulearni stadij (PN); stadij kortikalnih alveola (KA); stadij vitelogeneze (VO).

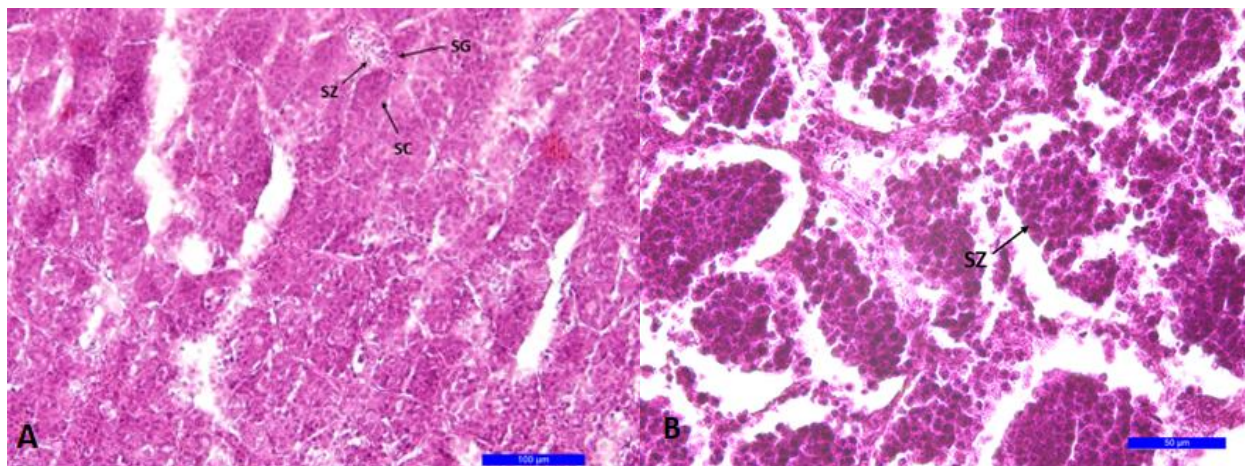
Spermatogeneza

Sjemenici mužjaka *Lepidorhombus boscii* su podijeljeni u režnjeve unutar kojih se nalaze stanice u različitim stupnjevima razvoja (spermatogonije, spermatocite, spermatide i spermatozoidi). Na histološkim presjecima testisa su tijekom svih sezona vidljive reproduktivne stanice u svim stadijima spermatogeneze. Spermatogonije se nalaze uz bazalnu membranu, dok se spermatocite nalaze bliže lumenu sjemenog kanalića. Spermatide koje su promjerom manje u odnosu na spermatocite, vidljive su uz rub lumena sjemenog kanalića (Slika 3.12.4.13.).

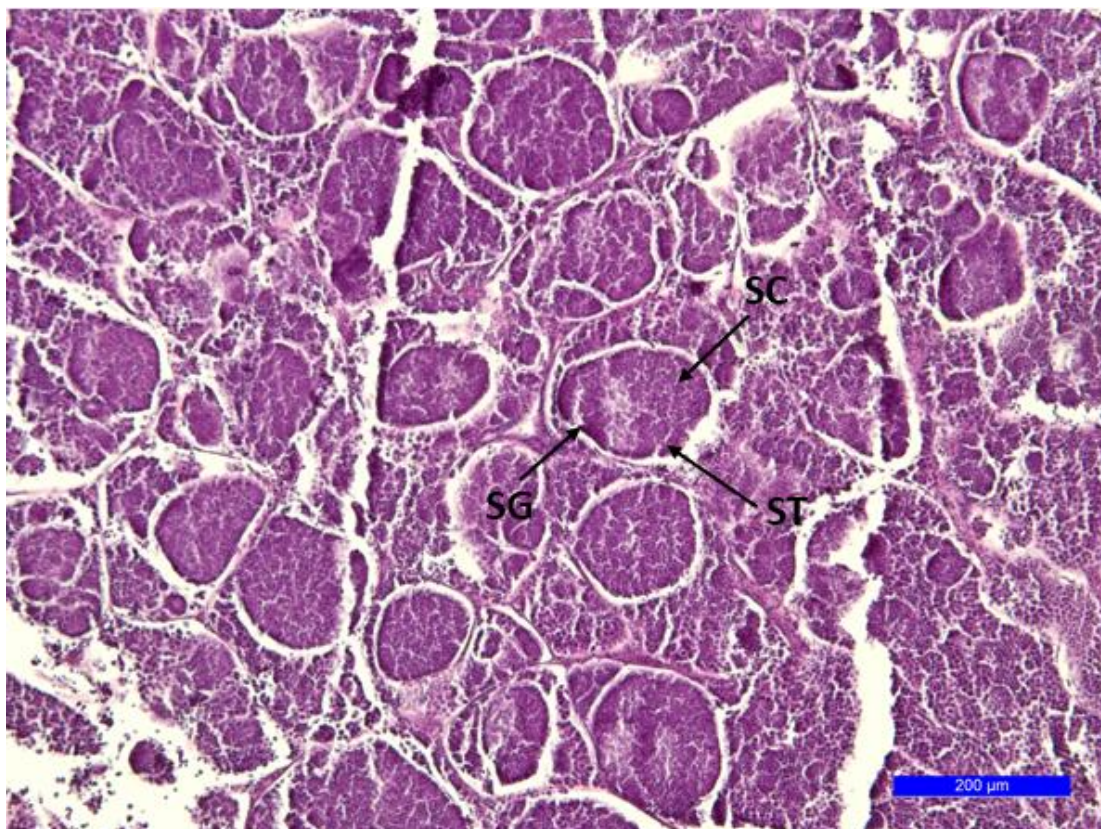
Tijekom srpnja i kolovoza te u razdoblju od studenog do travnja, u testisima je vidljiv porast spermatozoida, ali vidljive su i spermatogonije koje predstavljaju rezervni materijal za iduću sezonu mrijesta. Unutar spermatogenih cisti uočljive su spermatocite, spermatide i spermatogonije (Slika 3.12.4.14., Slika 3.12.4.15. i Slika 3.12.4.16.)



Slika 3.12.4.13. Histološki presjek testisa vrste *Lepidorhombus boscii* iz kolovoza; A: spermatogonije (SG); spermatocite (SC); spermatide (ST); B: spermatozoidi (SZ).

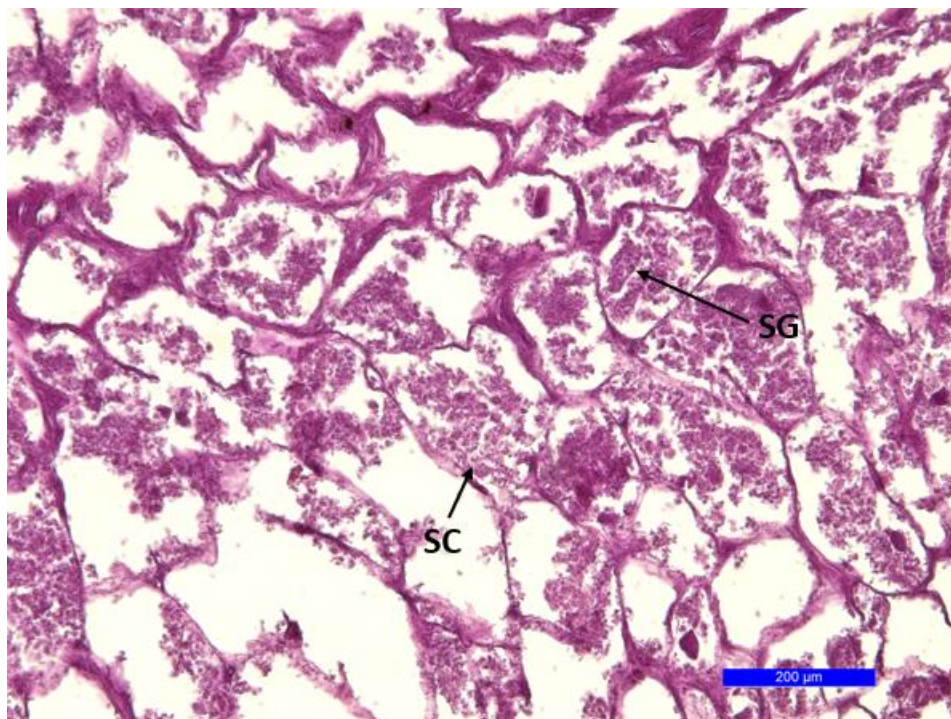


Slika 3.12.4.14. Histološki presjeci testisa vrste *Lepidorhombus boscii* iz rujna; A: spermatogonije (SG); spermatocite (SC); spermatide (ST); B: spermatozoidi (SZ).

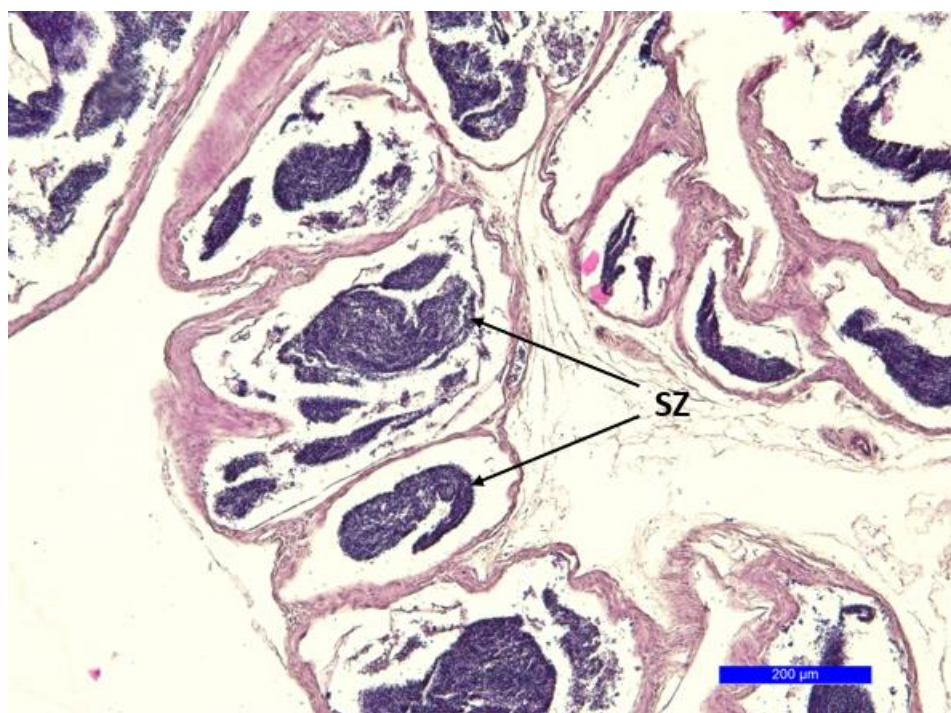


Slika 3.12.4.15. Histološki presjek testisa vrste *Lepidorhombus boscii* iz studenog; spermatogonije (SG); spermatocite (SC); spermatide (ST).

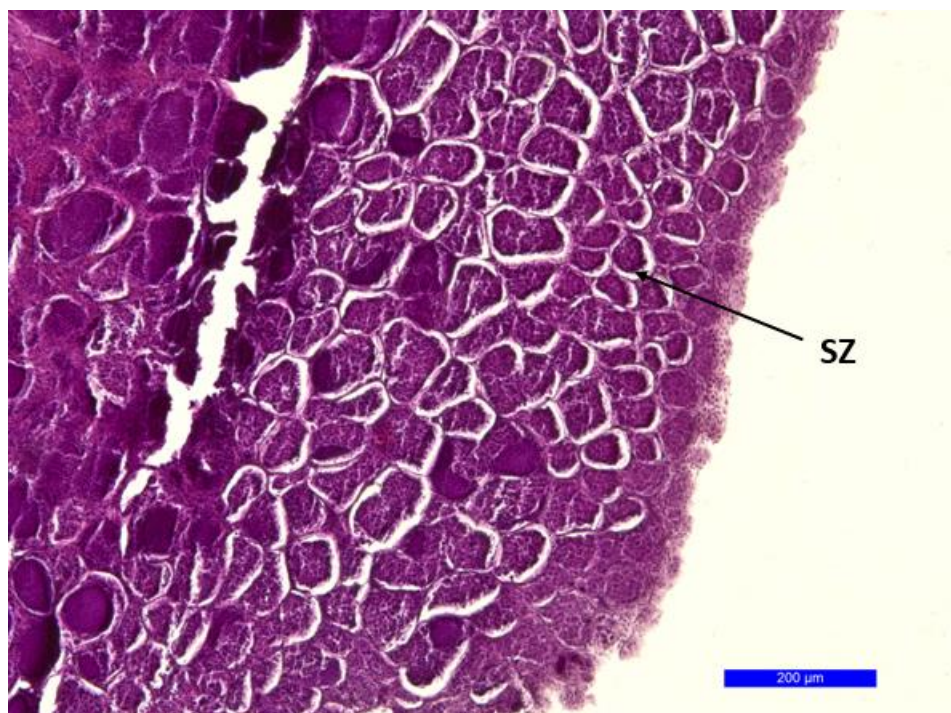
U siječnju su prisutne spermatogonije i spermatocite te ostaci spermatozoida koji će se razgraditi (Slika 3.12.4.16.). U razdoblju od ožujka do lipnja vidljivi su spermatozoidi (Slike 3.12.4.17. i 3.12.4.18.).



Slika 3.12.4.16. Histološki presjek testisa *Lepidorhombus boscii* iz siječnja; spermatogonije (SG); spermatocite (SC).



Slika 3.12.4.17. Histološki presjek testisa *Lepidorhombus boscii* iz ožujka; spermatozoidi (SZ).



Slika 3.12.4.18. Histološki presjek testisa *Lepidorhombus boscii* iz lipnja; spermatozoidi (SZ).

4. RASPRAVA

Rasprostranjenost i gustoća naselja vrste *Lepidorhombus boscii*. Rezultati istraživanja rasprostranjenosti *L. boscii* provedenih na osnovu podataka dobivenih u sklopu ekspedicije MEDITS u razdoblju od 1996. do 2021. godine na području sjevernog i srednjeg Jadrana (GSA 17) ukazuju da ova vrsta obitava u širokom dubinskom rasponu, od 61 m pa sve do dubine od 659 m, pri čemu treba naglasiti da su se uzorkovanja u stratumima većim od 500 m odvijala samo tijekom nekih godina na području talijanskog teritorijalnog mora. Prema kartama rasprostranjenosti najveća brojnost patarače crnopjege zabilježena je u otvorenom srednjem Jadranu, na rubovima Jabučke i Južnojadranske kotline. Područje Jabučke kotline karakteristično je zbog ulijevanja hladne vode iz sjevernog Jadrana. Hladna voda koja se ulijeva i zadržava u kotlini je bogata hranjivim tvarima (Zavatarelli i sur., 1998). Navedeni uvjeti pogoduju rastu i zadržavanju morskih organizama, zbog toga se područje Jabučke kotline smatra mrijestilištem i rastilištem velikog broja morskih organizama te predstavlja bogato ribolovno područje (Županović & Jardas, 1986). Gledano po dubinskim stratumima, prosječne srednje vrijednosti indeksa brojnosti i indeksa biomase u zoni GSA 17 su bile najveće izvan šelfa, odnosno na području kontinentalnog slaza od 200 do 500 m, zatim u dubinskom stratumu od 100 do 200 m, dok je najmanji indeks brojnosti zabilježen u dubinskom stratumu od 50 do 100 m. U dubinskom stratumu od 10 do 50 m nije zabilježen ulov patarače crnopjege. Dobiveni rezultati su u skladu s prethodno dobivenim rezultatima s različitih područja uzorkovanja. Sartor i sur. (2002) također su analizirali podatke s ekspedicije MEDITS uključujući cijeli Mediteran te su zaključili kako je *L. boscii* najzastupljeniji na muljevitim dnima od 200 do 400 m dubine. Silva & Azavedo (1994) navode kako *L. boscii* na portugalskoj obali obitava isključivo na dubinama većim od 200 m. Njihovi podaci su u suprotnosti s podacima koje su dobili Lopez-Veige i sur. (1976) te Sanchez & Olaso (1987) za galicijski šelf i Kantabrijsko more, a navode kako vrsta najviše obitava na dubinama od 100-200 m. Nadalje, Vassilopoulou (2000) zaključuje kako je vrsta najrasprostranjenija na muljevitim ili pjeskovito-muljevitim dnima na dubinama od 200 do 450 m. Također, isti autor navodi kako je vrsta rijetka na dubinama od 100 do 220 m i na dubinama od 450 do 550 m dubine. Dwivedi (1964) smatra da je optimalni raspon dubine za ovu vrstu između 100 i 250 m na francuskoj obali Mediterana, i od 300 do 400 m na francuskoj obali Atlantika. Bello & Rizzi (1987) navode kako je *L. boscii* u Jadranu zastupljen na dubinama od

100 do 400 m. Isto nalaze Sanchez i sur. (1998) na području španjolskog šelfa, ali navode i dominaciju *L. boscii* na svim tipovima mekih dna. Fuertes (1978) je proveo istraživanje kod španjolske obale Galicije i nalazi da je vrsta najzastupljenija na dubinama između 150 i 375 m, dok Wienerroither i sur. (2019) iznose kako 35 % jedinki ove vrste ulovljeno na 200-250 m dubine na području norveškog šelfa.

Prema istraživanjima provedenim u sklopu projekta MEDITS na cijelom području Mediterana u razdoblju od 1994. do 1999. godine, prosječni indeksi biomase *L. boscii* su bili najveći na području grčke obale u Jonskom moru te u vodama uz marokansku i sardinijsku obalu. Rezultati naših istraživanja na području zone GSA 17 na osnovu podataka MEDITS za razdoblje od 1996. do 2021. godine pokazuju znatne međugodišnje varijacije indeksa brojnosti i biomase, a navedene razlike mogu ovisiti o značajkama okoliša, dostupnosti resursa, ribolovnom alatu, ali i o intenzitetu iskorištavanja vrste od strane lokalnih ribolovnih flota (Sartor i sur., 2002).

Sartor i sur. (2002) navode kako su važan dio ulova *L. boscii* u Mediteranu tijekom ekspedicije MEDITS u razdoblju od 1994. do 1999. godine činile spolno nezrele, odnosno jednogodišnje jedinke. Primjerice, na području Egejskog mora ukupna dužina ulovljenih jedinki se kretala od 7 do 14 cm. Visoki postotak nezrelih jedinki u ulovu, nije nužno pokazatelj prekomjernog iskorištavanja, pogotovo ako drugi parametri ne ukazuju na prelov. Zabilježene razlike u dužinskim rasponima ovise također o vremenu i području uzorkovanja. Tako je primjerice, u zoni GSA 17 tijekom naših istraživanja, a na osnovu podataka ekspedicije MEDITS u razdoblju od 1996. do 2021. godine, zabilježen dužinski raspon od 3,5 do 38 cm te je 29,28% od ukupne lovljene populacije *L. boscii* bilo nezrelo ($L_t \leq 20$ cm), što znači da su na području sjevernog i srednjeg Jadrana u ulovima dominirali adultni primjerci.

Indeks brojnosti *L. boscii* u ulovima u portugalskim vodama u razdoblju od 1990. do 1991. godine pokazuje trend postupnog opadanja tijekom godina, s tim da je uočena veća brojnost u sjevernom području tijekom ljeta, a u južnom u jesen (Silva & Azevedo, 1994). Prema podacima ekspedicije MEDITS, na području zone GSA 17 vidljiv je značajan trend porasta indeksa brojnosti i biomase ove vrste u razdoblju od 2016. do 2021. godine, što je najvjerojatnije direktna posljedica uspostave zaštićenog područja u Jabučkoj kotlini (FRA Jabuka (engl. Fisheries restricted area)), posebice u ribolovnoj zoni J, gdje je uočen najintenzivniji porast

indeksa brojnosti i biomase upravo u tom vremenskom razdoblju. Temeljem odluke GFCM-a iz 2017. godine uspostavljeno je zaštićeno područje (geografski definirano područje na kojemu je propisano ograničenje ribolovnog napora i/ili zabrana ribolova) oko Jabučke kotline, s ciljem zaštite osjetljivih morskih ekosustava gdje se mrijeste i hrane brojne gospodarski važne vrste. Uredbom 2019/982 Europskog parlamenta i Vijeća (EU, 2019/982), odluka o zaštićenom području (FRA) je ratificirana 2019. godine i preporukom GFCM je zaštita Jabučke kotline postala trajna (GFCM/44/2021/2).

Proučavanje rasprostranjenosti i brojnosti vrsta pruža informacije o preferiranim staništima i o mogućim prostornim i vremenskim kretanjima ribljih stokova. Među glavnim čimbenicima koji određuju rasprostranjenost vrste su dostupnost plijena i temperatura mora (Rose & Leggett, 1989), koji su često u korelaciji s dubinom (Swain, 1993). U mnogim vodenim ekosustavima starije odnosno veće pridnene ribe obitavaju u dubljim i hladnijim područjima, dok manje jedinke zauzimaju pliće i toplije krajeve gdje je dostupna veća količina hrane, a samim time je i stopa rasta veća (Helfman, 1978; Machperson & Duarte, 1991). Ukoliko se odabir staništa temelji na resursima odnosno brojnosti plijena, tada rasprostranjenost ovisi o gustoći plijena (Rosenzweig, 1991). Kod velikog broja ribljih vrsta su zabilježene migracije vezane uz odlaske u plića područja radi hranjenja, no kod ove vrste to nije uočeno što ukazuje da su uvjeti za život u otvorenom moru te na većim dubinama povoljni u smislu hranjenja juvenilnih i adultnih jedinki.

Zastupljenost vrste *Lepidorhombus boscii* u koćarskim lovinama. Udio vrste *L. boscii* u ulovima tijekom višegodišnjih istraživanja koja su provedena tijekom ekspedicije MEDITS u cijeloj zoni GSA 17 iznosi 12,83 %, a u srednjem istočnom Jadranu 19,78 %. Navedeni podaci ukazuju na veliki gospodarski značaj ove vrste u koćarskom ribolovu. Što se tiče istočnog Jadrana, *L. boscii* je lovljen u ribolovnim zonama B, C, D, G, I, J i K. U ribolovnoj zoni K, odnosno na području vanjskog otvorenog južnog dijela Jadranskog mora zabilježene su najveće srednje vrijednosti indeksa brojnosti i biomase. Znatna zastupljenost vrste bila je zabilježena u zonama D koja obuhvaća otvoreni južni dio Jadrana i u zoni C, odnosno na području otvorenog srednjeg Jadrana, koje je ujedno i područje poznato po vrlo intenzivnom pridnenom koćarenju. Ribolovne zone D i K predstavljaju područje gdje su dubine veće od 200 m, što je u skladu s dosadašnjim rezultatima koji dokazuju da *L. boscii* preferira dublja područja. Niske prosječne

vrijednosti indeksa brojnosti i biomase zabilježene su u kanalskim područjima srednjeg jadrana (ribolovna zona G), što ukazuje na manju komercijalnu važnost ove vrste na tom području. Ulovi *L. boscii* nisu zabilježeni u ribolovnim zonama A, E, F i H, odnosno na plićim područjima na kojima uglavnom prevladava krupniji sediment (Alfirević, 1977). Dobiveni rezultati mogu biti korisni u daljnjem upravljanju stokovima ove vrste na području Jadrana s ciljem pružanja informacija o brojnosti i rasprostranjenosti u različitim ribolovnim zonama.

Analiza sastava populacije vrste *Lepidorhombus boscii*. Tijekom jednogodišnjeg istraživanja *L. boscii* provedenih u razdoblju od srpnja 2020. do lipnja 2021. godine na području srednjeg istočnog Jadrana, raspon dužina tijela analiziranih jedinki iznosio je od 12,5 do 34 cm. Najveća izmjerena ukupna dužina tijela iznosila je 34 cm, a radilo se o ženki koja je ulovljena u ljetnom razdoblju. Najveći mužjak u uzorku imao je 26,1 cm. Jedinke manje od 12,5 cm nisu bile zastupljene u ulovu, s obzirom da su mjesečna uzorkovanja obavljana komercijalnom pridnenom povlačnom mrežom koćom koja lovi veće jedinke.

Raspon ukupne dužine tijela patarače crnopjege bio je znatno veći tijekom ekspedicije MEDITS od 1996. do 2021. godine u zoni GSA 17. U navedenim istraživanjima najveća ulovljena jedinka imala je ukupnu dužinu tijela 38 cm, a ujedno predstavlja najveću do sada ulovljenu jedinku ove vrste na području sjevernog i srednjeg Jadrana. Do sada je najveća registrirana jedinka ove vrste imala ukupnu dužinu tijela 49 cm i ulovljena je na području norveškog šelfa (Wienerroither i sur., 2019). Najmanja jedinka ulovljena eksperimentalnom mrežom tijekom ekspedicije MEDITS imala je svega 3,5 cm. Ostala, do sada provedena istraživanja koja obuhvaćaju analizu dužinskih raspona vrste *L. boscii* prikazana su u tablici 4.1.

Tablica 4.1. Dužinski rasponi (cm) zabilježeni tijekom istraživanja vrste *Lepidorhombus boscii*.

Autori	Područje		Dužinski raspon (cm)
Castilho i sur. (1993)	Portugal	♂	10,2 - 32,5 cm ($18,8 \pm 0,42$)
		♀	10,2 - 39,1 cm ($23,4 \pm 0,57$)
		Ukupno	-
Santos (1995)	Portugal	♂	-
		♀	-
		Ukupno	7 - 44 cm
Sartor & de Ranieri	Italija	♂	-
		♀	-
		+	-

(1996)		Ukupno	5 - 26 cm
Vassilopoulou & Ondrias (1999)	Istočni Mediteran	♂ ♀ Ukupno	9 - 14 cm 13 - 17 cm -
Landa & Perez (1997)	Španjolska	♂ ♀ Ukupno	- - 5 - 35 cm
Sartor i sur. (2002)	Mediteran	♂ ♀ Ukupno	- - 2 - 48 cm
Mendes i sur. (2004)	Portugal	♂ ♀ Ukupno	- - 16,2 - 34,6 cm
Vassilopoulou (2006)	Sjeveroistočni Mediteran	♂ ♀ Ukupno	- - 5,3 - 27,8 cm
Cengiz i sur. (2013)	Turska	♂ ♀ Ukupno	10,9 - 30,3 cm (17,6 ± 0,26) 11,4 - 40,8 cm (25,6 ± 0,32) 10,9 - 40,8 cm
Landa & Fontenla (2016)	Španjolska	♂ ♀ Ukupno	- - 7,4 - 33,8 cm
Wienerroither i sur. (2019)	Norveška	♂ ♀ Ukupno	- - 7 - 49 cm
Landa & Hernandez (2020)	Irska	♂ ♀ Ukupno	- - 4,6 - 39,4 cm
MEDITS	GSA 17	♂ ♀ Ukupno	- - 3,5 - 38,0 cm
Ovo istraživanje	Istočni Jadran	♂ ♀ Ukupno	13,6 - 26,1 cm 12,5 - 34,0 cm 12,5 - 34,0 cm

Najveće zabilježene dužine tijela *L. boscii* ulovljenih na području španjolskih (Landa & Perez, 1997; Landa i Fontenla, 2016) i portugalskih voda (Castilho i sur., 1993; Mendes i sur., 2004) uglavnom se podudaraju s podacima ovog istraživanja. Veći dužinski rasponi zabilježeni su na području turskih (Cengiz i sur., 2013) i norveških voda (Wienerroither i sur., 2019). Iznimka su

Vassilopoulou & Ondrias (1999) koji su na području istočnog Mediterana tijekom dvogodišnjeg istraživanja, u kojem su analizirane ukupno 15323 jedinke, zabilježili samo manje primjerke ove vrste od kojih je najveća bila ženka dužine tijela 17 cm. Smanjeni rast vrste u istočnom Mediteranu, mogao bi se povezati s činjenicom da se područje istočnog dijela Mediterana smatra jednim od najoligotrofnijih morskih područja u Mediteranu (Friligos, 1980). Ribe koje obitavaju na područjima s visokom dostupnom razinom resursa rastu brže od onih koje obitavaju na područjima sa nižom razinom resursa (Belk, 1995). Nadalje, razlike u dužinskim rasponima mogu se pripisati veličini uzorka, ribolovnom alatu, odnosno različitom ribolovnom naporu na području uzorkovanja, ali i prostorno-vremenskim razlikama te razdoblju istraživanja. U svim spomenutim istraživanjima korišteni ribolovni alat je bila pridnena povlačna mreža koća kojom se uzorkovalo tijekom cijele godine, međutim njihova konstrukcijska obilježja nisu svugdje ista (negdje je to eksperimentalna, a u nekim istraživanjima komercijalna mreža). Osim navedenog, u obzir se trebaju uzeti i abiotički čimbenici na različitim geografskim područjima, kao što su varijacije u temperaturi i razlike između trofičkog potencijala na različitim područjima koji također utječu na rast i veličinu jedinki (Ozaydin i sur., 2000).

Biometrijske osobine i relativni rast vrste *Lepidorhombus boscii*. Biometrijska istraživanja imaju dugu tradiciju u ihtiologiji, obzirom da ukazuju na specifičnosti pojedine riblje vrste i populacije. Različite morfološke razlike uvjetovane su genetičkim i antropogenim čimbenicima, ali i različitim tipovima ekosustava (Szcyglinska, 1983).

Rezultati provedene biometrijske analize vrste *L. boscii* predstavljaju prvo ovakvo istraživanje patarače crnopjege na području Jadranskog mora, a koje uključuje i testiranje eventualnih razlika u pojedinim morfometrijskim obilježjima između mužjaka i ženki. Prema dostupnoj literaturi, biometrijski podaci za ovu vrstu istraženi su samo na području zapadne obale Irske (Robson i sur., 2005). Međutim, analize provedene u navedenom istraživanju nisu toliko detaljne te su obuhvatile samo mjerenja ukupne i standardne dužine tijela, dužine glave, udaljenosti od vrha gubice do prednjeg dijela oka, promjera oka, visine tijela, te odnosa dužine glave i standardne dužine tijela na 100 jedinki iz komercijalnog ulova. U ovom istraživanju, u usporedbi sa ženkama, mužjaci su imali veći raspon vrijednosti za 11 od 18 morfometrijskih odnosa. Visoke vrijednosti koeficijenta varijabilnosti koje su utvrđene u pojedinim morfometrijskim mjerama (>10%) ukazuju na postojanje morfoloških razlika između uzorkovanih

jedinki (Carvalho, 1993). Međutim, statistički značajna razlika između mužjaka i ženki u morfometrijskim odnosima utvrđena je jedino u odnosu između dužine prsnih peraja i standardne dužine tijela, dok su statistički značajne razlike u merističkim značajkama između mužjaka i ženki utvrđene u broju trupnih i repnih kralježaka te u broju šipčica trbušne peraje. Na razlike u morfometrijskim i merističkim karakteristikama između mužjaka i ženki na različitim područjima uzorkovanja mogu utjecati abiotičke promjene u okolišu ili one mogu biti genetski uvjetovane (Cabral i sur., 2003). Utvrđene vrijednosti morfometrijskih odnosa nije moguće u potpunosti usporediti s rezultatima koje su proveli Robson i sur. (2005), zbog razlika u načinu mjerenja, međutim možemo zaključiti da su srednje vrijednosti raspona morfometrijskih osobina manje kod jedinki *L. boscii* iz Jadranskog mora (Tablica 4.2.).

Tablica 4.2. Usporedba morfometrijskih osobina *Lepidorhombus boscii* sa područja zapadne obale Irske i istočnog dijela srednjeg Jadrana (Lt - ukupna dužina, Ls - standardna dužina, C - dužina glave, Io - širina međuočnog prostora, T - najveća visina tijela).

	Lt	Ls	C	Io	T
$\bar{x} \pm SD$					
Robson i sur., 2005.	28,64 $\pm$ 2,97	23,69 $\pm$ 2,54	6,21 $\pm$ 0,72	2,25 $\pm$ 0,20	9,02 $\pm$ 1,18
Ovo istraživanje	20,96 $\pm$ 3,54	17,35 $\pm$ 2,44	4,98 $\pm$ 0,71	2,57 $\pm$ 0,17	12,75 $\pm$ 0,23

Meristička obilježja *L. boscii*, osim Robsona i sur. (2005), opisuju još i Jadrans (1996) te Dulčić & Kovačić (2020) koji navode merističke podatke o broju šipčica u perajama i broju kralježaka patarače crnopjege (Tablica 4.3). Iz navedenog je vidljivo da *L. boscii* iz istočnog Jadrana ima šire raspone u broju šipčica leđne, podrepne i prsne peraje u odnosu na dobivene rezultate ostalih istraživanja. Razlike u morfometrijskim i merističkim značajkama mogu se povezati s veličinom uzorka, različitim temperaturama mora na različitim područjima istraživanja (Robson i sur., 2005). Razlike u rasponu ukupnih dužina tijela uzorkovanih jedinki iz Jadranskog mora i jedinki sa obale zapadne Irske ovise o karakteristikama korištenog ribolovnog alata, ali i o području i vremenu istraživanja. Širi rasponi pojedinih morfometrijskih osobina jedinki *L. boscii* iz Jadranskog mora i jedinki *L. boscii* sa zapadne obale Irske mogu se

povezati sa vremenskim trajanjem uzorkovanja. Istraživanje na području zapadne obale Irske je trajalo svega nekoliko mjeseci, dok je ovo istraživanje u Jadranskom moru trajalo jednu godinu.

Tablica 4.3. Broj šipčica u leđnoj (D), podrepnoj (A), prsnim (P), trbušnim (V) i repnoj (C) peraji *Lepidorhombus boscii* u dosad provedenim istraživanjima.

Autori	D	A	P	V	C	Vert.
Jardas (1996)	79 - 87	65 - 69	11 - 12	5 - 6	-	-
Robson i sur., 2005.	79 - 89	63 - 71	10 - 12	6	17	39 - 43
Dulčić & Kovačić (2020)	79 - 87	65 - 69	11 - 12	5 - 6	-	-
Ovo istraživanje	59 - 87	50 - 74	6 - 12	4 - 6	16 - 36	26 - 43

Analiza relativnog rasta ukazuje na to da veće jedinke *L. boscii* imaju manju dužinu glave, manju dužinu osnovice podrepne peraje, manju pretpodrepnu udaljenost, manju dužinu prsne peraje, manju pretprsnu udaljenost, manju predtrbušnu udaljenost, manju visinu repnog drška, manji promjer oka i manju širinu međuočnog prostora, veću standardnu dužinu tijela, veću dužinu osnovice leđne peraje, veću predleđnu udaljenost, veću dužinu trbušne peraje, veću dužinu repne peraje, veću visinu tijela te veću predočnu i zaočnu udaljenost. Relativni rast vrste *L. boscii* do sada nije istražen, stoga rezultati dobiveni tijekom ovog istraživanja predstavljaju prve podatke o relativnom rastu patarače crnopjege.

Rijetka pojava reverzne jedinke vrste *Lepidorhombus boscii*. Kod vrsta iz reda Pleuronectiformes, ontogenetska metamorfoza rezultira migracijom oka s jedne strane tijela na drugu (Brewster, 1987) i to definira lijevu (sinistralnu) ili desnu (dekstralnu) orijentaciju (Macdonald, 2013). Vrstu *L. boscii* karakterizira lijeva (sinistralna) orijentacija, a u ukupnom analiziranom uzorku nađena je i opisana samo jedna dekstralna jedinka koja ujedno predstavlja prvi takav dokumentirani nalaz u Jadranskom moru (Ugrin & Krstulović Šifner, 2022). Udio pojavnosti migracije oka na stranu tijela koja nije karakteristična za određenu vrstu (reverzije) ovisi o vrsti i geografskom području (Beaumont i Mann, 1984). Ovakva pojava smatra se

prvenstveno genetskom aberacijom (Gudger, 1935), ali može biti povezana i s ekološkim stresom. Naime, brojne studije upućuju da nepovoljni uvjeti okoliša mogu uzrokovati genetska oštećenja ili utjecati na razvoj morfoloških obilježja tijekom ranih faza životnog ciklusa (Norman, 1934).

Reverzije su zabilježene u mnogih plosnatica i navedena pojava je kod nekih vrsta vrlo česta (Norman, 1934), dok je kod nekih rijetka. Pojave reverzija koje rezultiraju sinistralnom orijentacijom u vrsta s deksalnom orijentacijom i obrnuto, dobro su dokumentirane (Norman, 1934). Visoka učestalost pojavljivanja reverznih jedinki zabilježena je kod iverka, *Platichthys flesus* (Duncker, 1899; Beaumont & Mann, 1984; Ginsburg, 1952; Kramer i sur., 1995; Hubbs & Kuronuma, 1942). U vrsta *Pleuronectes platessa* i *Hippoglossus hippoglossus* rijetko su zabilježene reverzne jedinke, dok su kod vrste *Paralichthys californicus* jedinke sinistralne orijentacije gotovo jednako česte kao i one dekstralne orijentacije (Norman, 1934), odnosno incidencija sinistralnih jedinki kod iste iznosi čak 40% (Ginsburg, 1952; Kramer i sur., 1995). Autori Bruno & Fraser (1987) izvijestili su o jednom slučaju reverzije između 15 859 analiziranih jedinki vrste *Limanda limanda* uzorkovanih u Sjevernom moru.

Slično je utvrđeno i za vrstu *Lepidorhombus whiffiagonis* tijekom istraživanja provedenih u Sjevernom moru, koje je trajalo od 2008. do 2012 (Macdonald, 2013). Tada je u ukupnom uzorku od 39 072 primjerka pronađena samo jedna reverzna jedinka ove vrste. Veličina reverzne jedinke *L. whiffiagonis* iznosila je 231 mm standardne dužine tijela, odnosno 371 mm ukupne dužine. U reverzne jedinke interorbitalna širina je bila manje izražena, a duljina repne peraje veća od odgovarajućih vrijednosti nereverznh jedinki (Macdonald, 2013). Kod vrste *L. boscii* pojava reverzije je vrlo rijetka. Primjerice, svega četiri jedinke *L. boscii* dekstralne orijentacije zabilježene su u uzorku od ukupno 15 323 jedinke iz Egejskog mora tijekom istraživanja provedenih 1991. i 1992. godine (Vassiloupoulou, 1993), a drugi nalazi reverznih jedinki za ovu vrstu uopće nisu dokumentirani u dostupnoj literaturi. Ukupne dužine tijela reverznih jedinki *L. boscii* u Egejskom moru kretale su se od 119 mm do 133 mm, dok je maksimalna ukupna dužina tijela (Lt) zabilježena u uzorku iznosila 341 mm (Vassiloupoulou, 1993). Morfometrijske i merističke karakteristike reverzne jedinke *L. boscii* iz Jadranskog mora istražene tijekom ovog istaživanja predstavljaju prve detaljne podatke, obzirom da morfometrijske i merističke karakteristike reverzne jedinke s područja Egejskog mora nisu detaljno opisane.

Dužinsko-maseni odnos i omjer spolova vrste *Lepidorhombus boscii*. Dužinsko-maseni odnosi ovise o brojnim čimbenicima, a promjene alometrijskog koeficijenta b ukazuju na promjenu oblika tijela, fiziološke promjene te povećanje ili smanjenje stope rasta (Frost, 1945). Kod određene vrste vrijednosti dužinsko-masenog odnosa uglavnom nisu jednake tijekom godine i najčešće ovise o temperaturi, salinitetu, dostupnosti hrane, spolu, razvoju spolnih stanica, i zastupljenosti juvenilnih i adultnih primjeraka u uzorku. Vrijeme ulova, vrsta ribolovnog alata i ribolovni napor također uvelike mogu utjecati na razlike u ovom odnosu (Ricker, 1973; Pauly, 1984).

Dužinsko-maseni odnos lovljene populacije *Lepidorhombus boscii* u istočnom dijelu srednjeg Jadrana pokazuje pozitivni alometrijski rast ($b = 3,23$). Gledano po spolovima, i mužjaci ($b = 3,19$) i ženke ($b = 3,29$) ove vrste u srednjem istočnom Jadrana pokazuju pozitivno alometrijski rast što se podudara s do sada objavljenim podacima o dužinsko-masenom odnosu patarače crnopjege na drugim područjima istraživanja, tako je pozitivni alometrijski rast ove vrste zabilježen i u portugalskim vodama (Santos, 1994, 1995; Mendes i sur., 2004), na području istočnog Mediterana (Stergiou & Politou, 1995; Vassilopoulou i sur., 1999), na zapadnoj obali Irske (Robson i sur., 2000), u Egejskom moru (Cengiz i sur., 2013; Tsagarakis i sur., 2015), u zapadnom Ligurijskom moru (Mannini i sur., 1990) te u zapadnom Ionskom moru (Carlucci i sur., 2002). Dužinsko-maseni odnos mužjaka i ženki analiziran je i u jugozapadnom dijelu Jadranskog mora (Bello & Rizzi, 1988) gdje je također za oba spola zabilježena pozitivna alometrija. Negativnu alometriju ($b = 2,27$) kod ove vrste zabilježili su jedino Morey i sur. (2003) na području oko Balearskih otoka. U ovom istraživanju analiziran je i dužinsko-maseni odnos nezrelih i zrelih jedinki *L. boscii*. Nezrele jedinke pokazuju izometrijski rast ($b = 3,00$), dok zrele jedinke pokazuju pozitivno alometrijski rast ($b = 3,28$). Statistički značajna razlika koeficijenta b u odnosu na 3 zabilježena je između mužjaka i ženki te adultnih jedinki. Sezonski gledano, statistički značajna razlika koeficijenta b u odnosu na 3 kod mužjaka je zabilježena u ljeto, jesen i proljeće, a kod ženki u ljeto, jesen i zimu.

Razlike u b vrijednostima iste vrste na različitim područjima uzorkovanja autori najčešće povezuju s kvalitetom vode i količinom dostupne hrane. Nadalje, Mommsen (1998) alometrijske razlike povezuje s veličinom uzorka i dužinskim rasponima uzorkovanih jedinki. Na sezonske varijacije u dužinsko-masenom odnosu utječu mnogi čimbenici uključujući stanište, područje, spolnu zrelost gonada, spol, prehranu i punoću želuca te zdravlje odnosno kondiciju ribe (Alagöz Ergüden i sur., 2020).

Podatke za mužjake i ženke odvojeno iznose brojni autori te navode da je vrijednost koeficijenta b nešto viša za ženke nego za mužjake, što je u skladu i s podacima ovog istraživanja (Tablica 4.4.), jer je također utvrđeno da ženke imaju veću vrijednost koeficijenta b u odnosu na mužjake te da je b vrijednost između mužjaka i ženki statistički značajna.

Analiza dužinsko-masenog odnosa *L. boscii* po sezonama pokazala je da su vrijednosti koeficijenta b u ženki najniže u proljeće, a kod mužjaka zimi. Najviše vrijednosti zabilježene su kod ženki u ljeto, a najviše kod mužjaka tijekom zime. Prema podacima ovog istraživanja to odgovara razdoblju mrijesta koje u Jadranskom moru traje tijekom cijele godine s vrhuncem mrijesta od studenog do ožujka u kojemu je zabilježen najveći broj izmriještenih jedinki. Sukladno tome, naglo smanjenje koeficijenta b u proljeće može se objasniti smanjivanjem mase tijela zbog gubitka spolnih produkata.

Poboljšani rast ženki tijekom toplih razdoblja može se racionalizirati činjenicom da će više temperature dovesti do povećanja metaboličke stope ribe i time dolazi do ubrzavanja procesa probave što dovodi do većeg prirasta mase ribe (Jisr i sur., 2018). Od abiotskih čimbenika, svaka promjena temperature mora imati utjecaj na fiziološka svojstva riba. Osim temperature, smatra se da je kvaliteta hrane vrlo važna za rast (Alagöz Ergüden i sur., 2020).

Tablica 4.4. Vrijednosti koeficijenta a i b , koeficijenta determinacije R^2 dužinsko-masenog odnosa, broj jedinki u uzorku (N) i raspon ukupne dužine tijela (cm) tijekom različitih istraživanja dužinsko-masenih odnosa vrste *Lepidorhombus boscii*.

Autori	Područje	N	Spol	Raspon dužine (cm)	a	b	R^2
Bello & Rizzi (1988)	Jugozapadni Jadran	290	♂	-	0,0034	3,24	-
			♀	-	0,0032	3,26	-
			Ukupno	10-20	-	-	-
Mannini i sur., 1990	Istočno Ligurijsko more	-	♂	-	0.0090	3,02	-
			♀	-	0.0040	3,26	-
			Ukupno	-	-	-	-
Santos (1994)	Portugal	657	♂	-	0,0045	3,156	0,98
			♀	-	0,0025	3,359	0,94
			Ukupno	-	-	-	-
Santos (1995)	Portugal	3408	♂	-	0,0055	3,080	0,98
			♀	-	0,0031	3,299	0,98
			Ukupno	11-44	-	-	-

Stergiou & Politou (1995)	Istočni Mediteran	219	♂ ♀ Ukupno	- - -	- - 0,0017	- - 3,285	- - 0,98
Vassilopoulou i sur. (1999)	Istočni Mediteran	-	♂ ♀ Ukupno	- - -	0,00000166 0,00000189 0,00000184	3,293 3,264 3,271	0,97 0,97 0,97
Robson i sur. (2000)	Zapadna obala Irske	150	♂ ♀ Ukupno	- - 24-42	- - 0,0062	- - 3,367	- - 0,9391
Carlucci i sur. (2002)	Zapadno Ionsko more	-	♂ ♀ Ukupno	- - -	0,0040 0,0050 -	3,18 3,14 -	- - -
Morey i sur. (2003)	Balearski otoci	364	♂ ♀ Ukupno	- - -	- - 0,063	- - 2,27	- - -
Mendes i sur. (2004)	Portugal	82	♂ ♀ Ukupno	- - 16,2-34,6	- - 0,0041	- - 3,196	- - 0,895
Cengiz i sur. (2013)	Turska	788	♂ ♀ Ukupno	10,9-30,3 11,4-40,8 10,9-40	0,0069 0,0032 -	3,04 3,31 -	0,97 0,99 -
Tsagarakis i sur. (2015)	Turska	420	♂ ♀ Ukupno	- - 12,2-29,0	- - 0,0049	- - 3,146	- - 0,9723
Ovo istraživanje	Istočni Jadran	1070	♂ ♀ Ukupno	13,6-26,1 12,5-34,0 12,5-34,0	0,0038 0,0028 0,0034	3,191 3,291 3,226	0,956 0,962 0,961

Omjer spolova jedan je od najvažnijih faktora u procjeni ribljih populacija (Vicentini i sur., 2003). Omjer spolova može varirati između različitih vrsta, ali i između različitih populacija iste vrste (Nikolsky, 1969). Odstupanje od očekivanog omjera spolova 1:1, pokazao je dominaciju ženki u odnosu na mužjake tijekom razdoblja istraživanja. Brojni autori navode kako je udio ženki u ulovu veći u odnosu na udio mužjaka (Castilho i sur., 1993; Santos, 1994; Vassilopoulou & Ondrias, 1999; Robson i sur., 2000; Teixeira i sur., 2020; Cengiz i sur., 2013), što je zabilježeno i u ovom istraživanju. Dominacija ženki u ulovu može se pripisati razlikama u ishrani, sazrijevanju, migraciji, smrtnosti i različitim stopama rasta između spolova (Avsar, 2005; Innal, 2010).

Omjer spolova pokazao je ukupnu dominaciju ženki u ukupnom uzorku. Značajna dominacija ženki zabilježena je u veljači, svibnju, srpnju i kolovozu. Mužjaci su dominirali u

siječnju, ožujku, travnju i kolovozu ($p < 0,05$). Kada je u pitanju omjer spolova za ukupni uzorak, slične rezultate je dobio Santos (1994) (1:0,95), Castihlo i sur. (1993) (1:0,76), Teixeira i sur. (2010) (1:0,93) na obali Portugala, Taylan & Uluturk (2017) (1:0,41) u Egejskom moru, i Vassilopoulou i sur., (1999) (1:0,73) u grčkim vodama. Razlike u omjeru spolova mogu se povezati sa razlikama u broju analiziranih jedinki, područjem uzorkovanja, ali i sezonskim varijacijama (Taylan & Uluturk, 2010).

Indeks kondicije vrste *Lepidorhombus boscii*. Indeks kondicije opisuje fizičko stanje ribe te se povezuje sa starošću, spolom, zrelošću gonada, punoćom ribljeg probavila, temperaturom mora, salinitetom, ali i nizom drugih bioloških i ekoloških čimbenika specifičnih za određenu vrstu (Barnham & Baxter, 1998). Analizom i praćenjem promjena indeksa kondicije mogu se utvrditi određena specifična ekološka i fiziološka stanja populacija riba. Generalno, populacija koja je u dobroj kondiciji trebala bi pokazivati dobro zdravlje, veće stope rasta i preživljavanja, ali i reproduktivni potencijal (Wooton, 1985).

U ovom istraživanju korišten je Fultonov indeks kondicije (Fulton, 1911) koji je prikladan za usporedbu pojedinačnih riba unutar određene populacije, a može ukazivati i na razlike vezane uz spol, sezonu ili područje (Ricker, 1975). Nadalje, u ovom istraživanju ispitane su sezonske varijacije indeksa kondicije te je utvrđeno da ženke imaju veće srednje vrijednosti ovog indeksa u svim sezonama u odnosu na mužjake. Najniže srednje vrijednosti indeksa kondicije kod oba spola zabilježene su u jesen. Uočeni pad vrijednosti indeksa kondicije s dolaskom hladnijeg dijela godine (kraj jeseni) povezan je s nižom stopom hranjenja, s obzirom da je u zimskom periodu zabilježen i najveći udio jedinki s praznim probavilima. Dakle, indeks kondicije je usko povezan s ishranom, budući da se stanje poboljšava ili smanjuje ovisno o intenzitetu hranjenja i dostupnosti plijena (Morte i sur., 1999). Nadalje, sezonske razlike indeksa kondicije mogu se javiti ovisno o fazi reproduktivnog ciklusa određene riblje populacije (King, 1995). Autori Vassilopoulou & Haralabous (2008) navode kako se vrijednosti indeksa kondicije *L. boscii* iz istočnog Mediterana nisu statistički značajno razlikovale između sezona, no ipak kao izuzetak navode ribe velike ($L_t > 181$ mm) i srednje ($111 < L_t < 180$ mm) veličine ulovljene tijekom proljeća, kod kojih je indeks kondicije bio značajno veći. Najveće srednje vrijednosti indeksa kondicije kod oba spola *L. boscii* iz Jadranskog mora su zabilježene zimi i u proljeće, odnosno tijekom najintenzivnijeg mriješta (od studenog do ožujka). Tijekom navedenog razdoblja zabilježene su i najviše vrijednosti

gonadosomatskog indeksa, stoga nagli porast vrijednosti indeksa kondicije možemo povezati s rastom gonada u kojima dolazi do hidratacije jaja, a ne do povećanja energetske rezervi. Završetkom mrijesta, točnije u ožujku, vrijednosti indeksa kondicije su niže. Dakle, udio izmriještenih jedinki je visok, a gonadosomatski indeks nizak, što ukazuje na smanjenje mase gonada i mase tijela nakon razdoblja mrijesta čime se može objasniti pad indeksa kondicije u ovom razdoblju. Indeks kondicije povezan je sa razdobljem mrijesta i na portugalskoj obali i u Egejskom moru (Taylan & Uluturk, 2017; Santos, 1994; Vassilopoulou & Haralabous, 2008).

Osim sezonskih promjena, utvrđeno je da se indeks kondicije *L. boscii* povećava sa porastom ukupne dužine tijela. Najmanje vrijednosti indeksa kondicije utvrđene su kod najmanjih jedinki, dok se povećavanje vrijednosti indeksa kondicije povećava s porastom ukupne dužine tijela. Vassilopoulou & Haralabous (2008) također navode kako vrijednosti Fultonovog indeksa kondicije u sjeveroistočnom Mediteranu rastu s povećanjem dužine ribe. Općenito, u ovom istraživanju srednje vrijednosti indeksa kondicije za oba spola pokazuju relativno niske vrijednosti tijekom cijele godine, a kod srodne vrste *L. whiffiagonis* su zabilježeni slični rezultati. Maksimalne zabilježene vrijednosti indeksa kondicije *L. whiffiagonis* sa zapadne obale Irske zabilježene su u razdoblju od siječnja do studenog, s vrhuncem u srpnju (Robson, 2004). Uspoređujući vrijednosti indeksa kondicije *L. boscii* iz ovog istraživanja s razdobljem mrijesta *L. whiffiagonis* sa zapadne obale Irske koje se odvija od zime do proljeća, uočljivo je da su maksimalne vrijednosti indeksa kondicije obiju vrsta prisutne u neposrednom razdoblju prije mrijesta.

Zaključno, Le Cren (1951) smatra da ukoliko su vrijednosti indeksa kondicije veće od 1, ribe pokazuju dobro opće stanje, dok vrijednosti < 1 ukazuje na lošije stanje. Prosječna srednja vrijednost indeksa kondicije ukupnog uzorka *L. boscii* iz Jadranskog mora iznosi 0,68. Nadalje, maksimalne vrijednosti indeksa kondicije mužjaka i ženki su manje od 1 tijekom svih sezona. Niske vrijednosti indeksa kondicije mogu ukazivati i na povećanu smrtnost manjih jedinki tijekom pojedinih godišnjih doba, koja je uzrokovana lošim općim stanjem (Vassilopoulou & Haralabous, 2008). Slaba kondicija kod riba može uzrokovati smanjenje fekunditeta, atreziju oocita, a može utjecati i na potpuni izostanak mrijesta (Rideout i sur., 2000). Zalihe energije važne su za zahtjevne aktivnosti kao što su migracije, reprodukcija i preživljavanje u razdobljima života kada je hrana manje dostupna. Ipak, važno je naglasiti da pouzdanije zaključke nije moguće definirati na temelju Fultonovog indeksa kondicije s obzirom da isti ovisi samo o odnosu dužine i

mase ribe (Ricker, 1975), što može biti posljedica niza bioloških i ekoloških čimbenika (Pallaoro, 1996).

Starost i rast vrste *Lepidorhombus boscii*. Informacije o starosti i rastu populacije od ključne su važnosti za procjenu stanja biozaliha u moru (Cengiz i sur., 2013). Ove informacije, između ostalog, koriste se za kalkulaciju stopa mortaliteta te ujedno služe kao ulazni parametri za modele procjena ribolovnih stokova (Campana, 2001), što je čini neophodnom komponentom kvalitetnog dugoročno održivog menadžmenta u ribarstvu (Cailliet i sur., 2001). S druge strane, rast je jedan od najvažnijih procesa u životnom ciklusu jedinke, koji utječe na cjelokupnu dinamiku riblje populacije (Zhan, 1995).

Za očitavanje starosti u ovom istraživanju korišteni su sagitalni otoliti čiji je rast pod utjecajem različitih čimbenika u okolišu, ali i fizioloških promjena u organizmu (Pannella, 1971). Najveća očitana starost *L. boscii* u ovom istraživanju iznosi 10 godina i pripada ženki ukupne dužine tijela 34 cm. U odnosu na navedeno istraživanje, veću starost patarače crnopjege zabilježili su Castilho (1993) na području portugalskog kontinentalnog šelfa (12 godina), Santos (1994, 1995) u portugalskim vodama (14 godina), Cengiz i sur. (2013) na području Egejskog mora (13 godina) te Landa & Hernandez (2020) na području Porcupine Bank u Irskoj (13 godina). Navedene razlike nisu neuobičajene, jer je poznato da maksimalna starost može varirati između populacija istih vrsta, posebice među onima koje imaju široko područje rasprostranjenosti (Gibson, 2005).

U analiziranoj populaciji *L. boscii* iz Jadranskog mora zabilježen je starosni raspon od jedne do deset godina. Najstariji mužjak imao je šest godina, a najstarija ženka deset godina. Najviše mužjaka i ženki zabilježeno je u drugom i trećem starosnom razredu odnosno starosti dvije i tri godine, dok je najmanji broj jedinki zabilježen u najvećim starosnim razredima. Robson i sur. (2000) navode kako je starosni raspon jedinki ulovljenih na zapadnoj obali Irske bio od pet do devet godina za mužjake, te od četiri do jedanaest za ženke, međutim najveći broj jedinki imao je šest godina. Zanimljivo je kako za zapadnu obalu Irske ne postoje podaci o jedinkama patarače crnopjege koje su mlađe od četiri godine. Stopa rasta ove vrste na zapadnoj obali Irske je unutar donjeg dijela raspona koje su zabilježili autori u južnim dijelovima Europe (Robson i sur., 2000). To može biti posljedica činjenice da je navedeno istraživanje provedeno blizu sjeverne granice rasprostranjenosti vrste (Sanchez i sur., 1998), gdje su niže temperature mora mogle usporiti stopu

rasta (Cailliet i sur., 2001). Najveći broj mužjaka od četiri i pet godina te ženki od šest godina zabilježio je i Santos (1994) na portugalskoj obali. Na ostalim istraživanim lokacijama zabilježeni su starosni razredi patarače crnonopjege koji su malo manji ili jednaki onima koji su zabilježeni u ovom istraživanju (Texiera i sur., 2010; Landa & Fontenla, 2016). Najniži starosni rasponi zabilježeni su na području istočnog Mediterana, i to, od jedne do šest godina za mužjake i od jedne do osam godina za ženke (Vassiloupoulou & Ondrias, 1999). Niža stopa rasta ove vrste na istoku Mediterana mogla bi se povezati sa produktivnosti područja, jer se istraživano područje smatra jednim od najslabije produktivnih morskih područja (Friligos, 1980). Naime, ribe koje na raspolaganju imaju velike količine resursa rastu brže (Belk, 1995), a suprotno tome, što je količina hrane manja i što je manja prosječna veličina ribe, to je kraći prosječni životni vijek i ranije spolno sazrijevanje (Vassiloupoulou & Ondrias, 1999).

Von Bertalanffyjevi parametri rasta *L. boscii* u Jadranskom moru pokazuju veću asimptotsku dužinu za ženke ($L_{\infty} = 37,14$) u odnosu na mužjake ($L_{\infty} = 28,14$). Asimptotske dužine dobivene u ovom istraživanju slične su rezultatima istraživanja patarače crnopjege na drugim geografskim područjima. Ženke imaju veću asimptotsku dužinu, što je uobičajeno za plosnatice, ali je i u skladu s ostalim, ranije provedenim istraživanjima rasta *L. boscii* (Castilho i sur., 1993; Santos, 1994, 1995; Bello & Rizzi, 1988; Ungaro & Martino, 1988; Vassiloupoulou & Ondrias, 1999; Robson i sur., 2000; Carlucci i sur., 2002; Teixeira i sur., 2010; Cengiz i sur., 2013; Landa & Hernandez, 2020) (Tablica 4.5.).

Vrijednost konstante brzine rasta (k) u ovom istraživanju iznosi 0,13 za ženke, i 0,23 za mužjake, iz čega možemo zaključiti da mužjaci *L. boscii* u Jadranskom moru rastu brže u odnosu na ženke. Brže stope rasta mužjaka zabilježene su na području portugalske obale (Santos, 1994, 1995; Teixeira i sur., 2010) i u Egejskom moru (Cengiz i sur., 2013). Razlike u brzini rasta među spolovima nisu rijetkost, jer je slično utvrđeno i kod patarače platušice *C. linguatula* na području Egejskog mora (Vassiloupoulou & Papaconstantinou, 1994; Ulutürk i sur., 2016) i kod srodne vrste *L. whiffiagonis* u sjevernom dijelu istočnog Atlantika i u Jadranskom moru (Landa i sur., 1996; Landa & Piñeiro, 2000; Šantić i sur., 2012).

Razlike u stopama rasta i dugovječnosti vrste *L. boscii* koje su utvrđene različitim istraživanjima, mogu se pripisati razlikama u biotičkim i abiotičkim uvjetima koji vladaju na određenom području, kao što su primjerice temperatura mora, salinitet, intenzitet ribolova ili kompeticija za hranu (Weatherly i sur. 1987; Šantić i sur., 2002). Osim toga, razlike u

vrijednostima parametara koji opisuju dinamiku rasta u različitim područjima mogu biti posljedica razlika između uzoraka (veličina uzorka i raspon dužina), metodologije korištene prilikom određivanja starosti (Monterio i sur., 2006), ali i pogreškama u interpretaciji starosti (Matić-Skoko i sur., 2007).

Tablica 4.5. Parametri von Bertalanffyeve jednadžbe rasta tijekom različitih istraživanja vrste *Lepidorhombus boscii* (L_{∞} - asimptotska vrijednost dužine L_t , k – koeficijent rasta, t_0 – inicijalni kondicijski parametar pri duljini L_0).

Autori	Područje		L_{∞}	k (godine ⁻¹)	t_0	N
Bello & Rizzi (1987)	Jugozapadni Jadran	♂	27,60	0,21	-1,27	131
		♀	28,50	0,26	-0,85	159
		Ukupno	-	-	-	-
Mannini i sur., 1990	Istočno Ligurijsko more	♂	-	-	-	-
		♀	-	-	-	-
		Ukupno	42,00	0,16	-0,67	-
Castilho i sur. (1993)	Portugal	♂	37,5	0,14	-1,93	328
		♀	44,0	0,14	-1,52	250
		Ukupno	-	-	-	609
Santos (1994)	Portugal	♂	34,79	-0,198	-1,436	217
		♀	39,77	-0,157	-1,858	227
		Ukupno	-	-	-	-
Santos (1995)	Portugal	♂	36,133	-0,187	-1,507	923
		♀	43,142	-0,130	-2,174	789
		Ukupno	-	-	-	-
Ungaro & Martino (1988)	Jugozapadni Jadran	♂	37,14	0,19	-0,59	-
		♀	35,49	0,24	-0,22	-
		Ukupno	-	-	-	-
Vassilopoulou & Ondrias (1999)	Istočni Mediteran	♂	25,5	0,21	-1,08	1009
		♀	30,5	0,17	-1,10	1422
		Ukupno	31,1	0,16	-1,12	2431
Robson i sur. (2000)	Irska	♂	-	-	-	-
		♀	-	-	-	-
		Ukupno	34,39	0,27	1,99	150
Carlucci i sur., 2002.	Zapadno Ionsko more	♂	48,00	0,10	-1,34	-
		♀	49,05	0,10	-1,24	-
		Ukupno	49,05	0,11	-0,99	-

Cengiz i sur. (2013)	Turska	♂	39,1	0,11	-2,59	235
		♀	49,8	0,09	-2,15	553
		Ukupno	-	-	-	788
Landa & Fontenla (2016)	Španjolska	♂	-	-	-	-
		♀	-	-	-	-
		Ukupno	49	0,13	-1,13	11741
Landa & Hernandez (2020)	Irska	♂	-	-	-	-
		♀	-	-	-	-
		Ukupno	50,09	0,126	-0,296	1464
Teixeira i sur. (2010)	Portugal	♂	30,8	0,15	-4,40	105
		♀	30,2	0,19	-3,40	216
		Ukupno	-	-	-	-
Ovo istraživanje	Istočni Jadran	♂	28,14	0,23	-2,63	389
		♀	37,14	0,13	-3,41	433
		Ukupno	39,63	0,10	-409	822

Smrtnost vrste *Lepidorhombus boscii*. Prirodna i ribolovna smrtnost u različitim omjerima zajedno čine ukupnu smrtnost određene populacije (Robson, 2004). Određivanje vrijednosti parametara smrtnosti neizostavni su dio istraživanja dinamike populacija i predstavlja značajnu komponentu u procjenama stanja ribolovnih biozaliha (Caddy, 1983).

U ovom radu napravljena je procjena ukupne smrtnosti (Z), prirodne smrtnosti (M) i ribolovne smrtnost (F) za ženke i mužjake i ukupni uzorak vrste *L. boscii* u istočnom srednjem Jadranu. U literaturi ne postoje podaci o smrtnosti patarače crnopjege na području Jadranskog mora, međutim postoje podaci za područje portugalske obale (Santos, 1994, 1995) i Egejskog mora (zaljev Saros) (Cengiz i sur., 2014) (Tablica 4.6.). Za procjenu ukupne smrtnosti u ovom radu je korištena metoda linearizirane krivulje ulova. Provedena analiza pokazala je da prirodna smrtnost ukupnog uzorka *L. boscii* u Jadranskom moru iznosi 0,11. Gledano po spolovima, veća vrijednost zabilježena je za mužjake (M = 0,28) nego za ženke (M = 0,15). Slično je utvrđeno i u istraživanjima smrtnosti patarače crnopjege na području portugalske obale, gdje je Santos (1995) utvrdio veću prirodnu smrtnost mužjaka u odnosu na ženke koja je ujedno vrlo slična vrijednosti dobivenoj u ovom istraživanju (0,29). Veća prirodna smrtnost mužjaka nije neuobičajena kod pridnenih vrsta. Tako je autor Cardador (1988), istražujući smrtnost nekih kočarskih vrsta (*Solea solea*, *Merluccius merluccius*) utvrdio veće vrijednosti prirodne smrtnosti kod mužjaka na

području oko Baleara. Fernández i sur. (2009) smatraju kako se veće vrijednosti prirodne smrtnosti kod mužjaka mogu povezati sa niskim vrijednostima hepatosomatskog indeksa u vrijeme i neposredno nakon razdoblja mrijesta. Nadalje, zaključuju kako mrijest iscrpi energetske rezerve mužjaka do te mjere da se hepatopankreas više ne može oporaviti. U ovom je istraživanju ustanovljena ukupna prirodna smrtnost *L. boscii* od 0,11, što je manje od vrijednosti dobivenih u drugim istraživanjima. Najveću prirodnu smrtnost ukupnog uzorka ($M = 0,38$) ove vrste zabilježio je Santos (1994) na portugalskoj obali, dok su Cengiz i sur. (2014) u Egejskom moru, također na ukupnom uzorku, zabilježili nešto manju vrijednost ($M = 0,24$). Vrijednost ribolovne smrtnosti ukupnog uzorka *L. boscii* u Jadranskom moru iznosi 0,15. Veća vrijednost ribolovne smrtnosti zabilježena je kod ženki ($F = 0,13$), dok je kod mužjaka iznosila 0,09. Znatno manje vrijednosti ribolovne smrtnosti zabilježili su Santos (1994) na portugalskoj obali ($F=0,07$), i Cengiz i sur. (2014) u Egejskom moru ($F = 0,07$). Treba napomenuti da je istraživanje provedeno u Egejskom moru bilo u vrijeme kada je na istraživanom području bila na snazi zabrana koćarenja.

Omjer iskorištavanja, odnosno udio ribolovne smrtnosti u ukupnoj smrtnosti, dobiven za vrstu *L. boscii* u ovom istraživanju ($E = 0,57$) veći je od vrijednosti dobivenih za područje Egejskog mora ($E = 0,22$), dok su Ungaro & Marano (1995) utvrdili da je u južnom Jadranu razina eksploatacije u vrijeme istraživanja bila na prihvatljivoj razini. Gulland (1971) navodi kako je populacija optimalno iskorištena ukoliko vrijednost iskorištavanja iznosi 0,5. Vrijednosti omjera iskorištavanja u ovom istraživanju su visoke, stoga možemo zaključiti da je populacija ove vrste u Jadranskom moru pod velikim ribolovnim pritiskom. Navedeno ne iznenađuje, jer se vrsta *L. boscii* lovi primarno pridnenom povlačnom mrežom koćom, koja je izrazito neselektivan ribolovni alat koji lovi sve organizme na svom putu djelovanja pri čemu, između ostalih, i brojne neciljane i nekomercijalne vrste, ali i primjerke čija je dužina tijela daleko ispod zakonski propisane minimalne lovne duljine (Krstulović Šifner i sur., 2009). U ovom istraživanju su najzastupljenije dvogodišnje i trogodišnje jedinke *L. boscii* koje dužinu prve spolne zrelosti dosežu upravo u tim godinama života i stoga je mogućnost prelova ove vrste u Jadranskom moru visoka. Brojni autori ukazuju na stanje pretjerane eksploatacije nekih plosnatica, primjerice za vrstu *Solea solea* u Lionskom zaljevu (Farrugio & Marin, 1999). Obzirom na visok omjer iskorištavanja utvrđen za vrstu *L. boscii* u srednjem Jadranu svakako su potrebna daljnja istraživanja i monitoring vezano uz kontrolu izlova ove vrste.

Tablica 4.6. Vrijednosti ukupne (Z), prirodne (M) i ribolovne (F) smrtnosti i omjer iskorištavanja (E) ukupnog uzorka vrste *Lepidorhombus boscii* tijekom različitih istraživanja.

Autori	Područje	Spol	Z (godine ⁻¹)	M (godine ⁻¹)	F (godine ⁻¹)	E
Santos (1994)	Portugalska obala	♂	-	0,41	-	-
		♀	-	0,34	-	-
		Ukupno	0,45	0,38	0,07	-
Santos (1995)	Portugalska obala	♂	0,87	0,29	0,58	-
		♀	0,43	0,21	0,22	-
		Ukupno	0,58	0,27	0,31	-
Cengiz i sur. (2014)	Egejsko more	♂	-	-	-	-
		♀	-	-	-	-
		Ukupno	0,31	0,24	0,07	0,22
Ovo istraživanje	Istočni Jadran	♂	0,34	0,28	0,09	0,28
		♀	0,28	0,15	0,13	0,46
		Ukupno	0,27	0,11	0,15	0,57

Kristalizacija otolita vrste *Lepidorhombus boscii*. Kod riba koštunjača nalazimo tri para otolita koji se međusobno razlikuju po obliku, veličini, položaju i funkciji. Otoliti se nalaze u trima šupljinama unutarnjeg uha (utriculus, sacculus i lagena). Šupljine su obložene trepetljivim osjetilnim stanicama unutar kojih otoliti plivaju u endolimfatičnoj tekućini (Mendoza, 2006). Uključeni su u recepciju zvuka, percepciju ravnoteže, gravitacijski osjećaj i linearno ubrzanje (Popper & Lu, 2000) te su važna za kretanje i opažanje okruženja, što u konačnici predstavlja ključ za preživljavanje (Fay & Popper, 2000; Slabbekoorn i sur., 2010). Otoliti su trodimenzionalni i ne rastu jednakom brzinom stoga nisu pravilni niti simetrični (Mendoza, 2006). Sagitalni otoliti se zbog svoje veličine i lakše čitljivosti najčešće koriste za određivanje starosti i rasta (Campana 1999). Morfološke karakteristike otolita znatno se razlikuju između pojedinih vrsta. Oblici otolita kolebaju od jednostavnih kružnih do nepravilnih oblika (Campana, 1999), a sastoje se od niza svijetlih i tamnih koncentričnih kružnica različitih radijusa (Mendoza, 2006; Black i sur., 2008).

Brojni autori su uočili postojanje malog postotka nečitljivih otolita nepravilno kristaliziranih ili tzv. aberantnih otolita (Mugiya 1972; Gauldie i sur., 1997). Studije o prirodi ovih aberantnih otolita pokazale su da su sagitalni otoliti najčešće sastavljeni od aragonita, zatim naizmjeničnih kristalnih oblika poput vaterita (Gauldie, 1993; Oxman i sur., 2007; Ma i sur.,

2008), te u manjoj mjeri od kalcita (Palmork i sur., 1963; Gauldie 1993; Campana 1999), stoga možemo zaključiti da različiti polimorfi kalcijeva karbonata utječu na veličinu, oblik, gustoću, opći izgled otolita (Oxman i sur., 2007; Ma i sur., 2008; Reimer i sur., 2016), ali i elementarni sastav (Gauldie i sur., 1997; Melancon i sur., 2005; Oxman i sur., 2007). Reimer i sur. (2016) aberantnu morfologiju otolita povezali su sa značajnim oštećenjem sluha koji može utjecati na percepciju, orijentaciju i komunikaciju s okruženjem. Međutim, mehanizmi koji pokreću abnormalnost u otolitima, još uvijek su nepoznati, te se još uvijek sa sigurnošću ne može utvrditi prevladavaju li ovakvi aberanti u ribama koje žive u zatočeništvu ili kod divljih jedinki. Brojni autori (Sweeting i sur., 2004; Reimer i sur., 2016; Ma i sur., 2008) smatraju da stresni uvjeti, velika gustoća populacije, fluktuacije temperature, bolesti ili razni fizički utjecaji mogu imati utjecaj na strukturne ili fiziološke promjene koje utječu na stvaranje otolita. Prema podacima iz dostupne literature može se zaključiti da je kod velikog broja plosnatih riba kao što su *Solea solea*, *Limanda aspera* i sl. uočena visoka stopa aberantne kristalizacije otolita (Dierking i sur., 2012). U ovom istraživanju pronađeno je ukupno 19 aberantnih otolita (1,77 % ukupnog uzorka). Površina aberantnih otolita sastojala se uglavnom od kalcita, dok je kod manjeg broja takvih otolita zabilježena kombinacija kalcita i aragonita.

Otoliti su bili nepravilno oblikovanog zrnatog, hrapavog izgleda, posebno na rubovima. Neke od njih karakteriziraju vidljive izbočine i površinske deformacije, odnosno razlikuju se u topografiji vanjske površine u odnosu na drugi par. Vjerojatno je riječ o jačim modifikacijama čvrstih struktura, odnosno o nakupinama kristala. Takvi otoliti uočeni su i kod nedoraslih jedinki *Platichthys flesus* prikupljenih u portugalskim vodama (Vânia Freitas, 2015, osobno promatranje), zatim kod jezerske pastrve (Bowen i sur., 1999), američke jegulje (Jessop i sur., 2008), te europske jegulje (Tzeng i sur., 2007). Jónsson (1966) ovakvo stanje pripisuje starosnoj strukturi i geografskom položaju. Temminck & Schlegel (1846) te Ma i sur. (2008) su prilikom proučavanja jedinki vrste *Plecoglossus altivelis* zaključili da varijacije saliniteta uslijed uzvodnih migracija mogu djelovati kao stresor i imati utjecaj na aberantnu kristalizaciju. Iako rezultati brojnih mineraloških analiza ukazuju kako zamjena polimorfa utječe na gustoću otolita (Tomás i sur., 2004; Oxman i sur., 2007), u ovom istraživanju nije zabilježen značajan gubitak mase u odnosu na ostatak analiziranih jedinki.

Uzroci abnormalnog razvoja otolita su još uvijek nepoznati, ali neke studije takve fiziološke promjene povezuju sa stresom, bolestima ili nekim drugim abiotičkim čimbenicima poput temperature i saliniteta (Sweeting i sur., 2004; Tzeng i sur., 2007; Ma i sur., 2008). Detaljno ispitivanje morfometrije i mineralogije otolita neophodne su kako bi se stekao precizniji uvid u kristalizaciju aberantnih primjeraka. Mjesto uzorkovanja (staništa ili migratorna područja), mjerenje dodatnih abiotičkih parametara, analiza genetskih i neuroendokrinih čimbenika te direktno povezivanje morfologije otolita svakako su faktori koji bi trebali biti uključeni u daljnja istraživanja.

Kemijska analiza otolita vrste *Lepidorhombus boscii*. Tvrdе kalcificirane strukture morskih organizama (otoliti riba, statoliti glavonožaca, ljuštore školjkaša itd.) često predstavljaju predmet istraživanja i koriste se u analizama biomineralizacije, fiziologije i prirasta (Rogers i sur., 2019). Osim navedenog, tvrde strukture (otoliti, ljuske, sipina kost, ljuštore školjkaša) se sve češće koriste za rekonstrukciju kretanja morskih organizama i analizu svojstava morske vode u kojima organizam obitava (Peharda i sur., 2020). Nataloženi kemijski elementi u tvrdim strukturama mogu pružiti uvid u način života, staništa kroz koja prolaze tijekom životnog ciklusa te endogene procese koji se mogu povezati sa rastom i navikama morskih organizama (Hussy i sur., 2020). Staništa na kojima organizmi obitavaju i parametri poput temperature, saliniteta i otopljenog kisika direktno utječu na kemijski sastav vode te sudjeluju u fiziologiji i dinamici ugradnje kemijskih elemenata u tvrde strukture (Kalish i sur., 1989; Gillikin i sur., 2000; Beck i sur., 2001; Correia i sur., 2011; Teodósio i sur., 2016; Cowen i sur., 2000, 2009; Rogers i sur., 2019). Catalan i sur. (2018) navode kako na proces ugradnje pojedinih kemijskih elemenata u otolite utječu ishrana i različiti ribolovni pritisci, koji prije svega imaju utjecaja na parametre rasta.

Analiza elemenata u tragovima na ribljim otolitima u novije vrijeme postaje sve popularnija metoda u ihtiologiji koja zahvaljujući tehničkim mogućnostima dovodi do povećanog razumijevanja fizioloških i ekoloških procesa. Najpreciznije metode temelje se na induktivnoj masenoj spektrometriji spojene plazme (ICPMS) s laserskom ablacijom (Ludsin i sur., 2006). Takve metode uključuju analizu kemijskog sastava jezgre i prstenova otolita, koje u konačnici predstavljaju važan alat za praćenje kretanja jedinki, ali i njihove veze sa populacijom (Crook i sur., 2006). Nekoliko autora koristilo je LA-ICPMS za uzorkovanje jezgre otolita, s ciljem identifikacije područja razmnožavanja i novačenja (Chittaro i sur., 2006). Jezgra otolita se

može identificirati kao regija omeđena prvom istaknutom zonom rasta, koja obuhvaća početno mjesto taloženja kalcij-karbonatnog matriksa, koji je poznat kao primordium. Primordium se razvija u ribljim embrijima ubrzo nakon oplodnje, a sastoji se od proteina i granula kalcija koje se spajaju u lokuse (Brophy i sur., 2004). Iako je kemijski sastav otolita prilično dobro poznat (Campana 1999), nedavne studije su izvijestile o izrazitom povećanju koncentracija pojedinih elemenata u jezgri (Brophy i sur., 2004; Ludsins i sur., 2006.; Chittaro i sur., 2006).

U ovom istraživanju, masenim spektrometrom je analiziran kemijski sastav sagitalnog otolita *L. boscii* iz istočnog Jadrana. U otolitima patarače crnopjege iz Jadranskog mora su utvrđeni sljedeći kemijski elementi: kalij, kalcij, titanij, željezo, bakar, stroncij, srebro, barij, njihovi izotopi te razni organski spojevi. Identifikacija pikova pokazala je kako većina pikova odgovara oksidima metala koji su u hidroksidnom stanju. Nadalje, povećanjem fluentnosti desorpcije pojavljuju se pikovi koji odgovaraju klasterima CaOH_2 .

Poznato je kako se tijekom rasta ribe, u otolite ugrađuju razni elementi iz okoliša (Campana, 2001). Ambijentalne koncentracije navedenih elemenata su pod utjecajem niza vanjskih čimbenika koji variraju na prostornoj i na vremenskoj skali (Rogers i sur., 2019). U raznim istraživanjima utvrđeno je više od 30 različitih elemenata u strukturi otolita (Kalish i sur., 1989; Campana, 1999, 2000). Posljedično, mikrokemija otolita iz različitih okolišnih uvjeta razlikuje se po elementarnom sastavu i uspješno može odrediti strukturu populacije (Campana, 2000, 2001). Omjeri Ba/Ca, Mg/Ca, U/Ca, B/Ca i Sr/Ca u morskom okolišu pokazuju jaku korelaciju s temperaturom i salinitetom (Kalish i sur., 1989; Campana, 1999; Sadekov i sur., 2009; Long i sur., 2014). Neki elementi (npr. stroncij i barij) se uspješno koriste za rekonstrukciju okolišne i obalno-estuarijske migracijske povijesti za pojedine vrste riba (Campana, 1999; Chittaro i sur., 2006; Fowler i sur., 2016), budući da njihove koncentracije odražavaju lokalnu dostupnost u morskoj vodi. Grupa autora, Secor i sur. (2000) dokazali su više koncentracije Sr/Ca kod morskih riba i više koncentracije Ba/Ca kod slatkovodnih vrsta. Ostali elementi, poput kalija, natrija i mangana, vjerojatno su povezani sa fiziološkom regulacijom organizama (Green i sur., 2009; Bouchoucha i sur., 2018). Koncentracija Zn povezana je s antropogenim utjecajem: otpadne vode, plastični otpad, protuobraštajne boje, poljoprivreda, turizam (Cuevas i sur., 2019; Burns, i sur., 2020). U dosadašnjim istraživanjima kemije otolita kod drugih vrsta morskih riba na različitim područjima uzorkovanja, niti jedan autor nije

zabilježio prisustvo titanija, kao što je slučaj kod otolita *L. boscii* iz Jadranskog mora. Titanij je element koji se prirodno pojavljuje i može se naći u različitim izvorima okoliša, kao što su tlo, voda, more i sedimenti. Nadalje, prisutnost titanija na otolitima može se povezati sa kontaminacijom okoliša nastalom uslijed antropogenog djelovanja (industrijska ispuštanja) (Gillanders & Munro, 2003). Neki autori navode kako prisustvo titanija na otolitima može biti povezano sa hranidbenim navikama, odnosno sa hranom koja može sadržavati titanij u tragovima (Gillanders & Kingsford, 2002; Bubinas & Clarke, 2015).

Zaključno, kemijske analize otolita omogućile su istraživanja ribljih staništa, migracija, strategija hranjenja, povezanosti nedoraslih i odraslih populacija te strukture populacije (Campana, 1999). Upotreba kemijskog sastava otolita kao prirodnog markera moguća je s obzirom da su otoliti metabolički inertni, neprestano rastu i ugrađuju kemijske elemente u tragovima tijekom rasta (Campana, 1999). Kemija otolita slabo je istražena u Sredozemnom i Jadranskom moru. Ovim istraživanjem dobiven je preliminarni uvid u koncentracije kemijskih elemenata nataloženih na otolitima jedinki ove vrste u srednjem Jadranu. Daljna istraživanja kemije otolita s uključenom kemijskom analizom morske vode omogućit će bolji uvid u obrasce kretanja i utvrđivanje podrijetla ove vrste, međutim nemoguće je procijeniti koliki je doprinos staništa analiziranih jedinki i njihov utjecaj na kemijski sastav otolita. Ovi rezultati nedovoljni su za detaljne procjene, ali svakako predstavljaju uvod u buduća istraživanja koja bi se trebala temeljiti na većem broju uzoraka sa više lokacija.

SEM analiza otolita vrste *Lepidorhombus boscii*. SEM analiza otolita *L. boscii*, izvedena je po prvi put na vrsti *L. boscii* kako bi se istražila vanjska struktura sagitalnog otolita ove vrste. Rezultati su pokazali vrlo osebujnu kristalnu organizaciju. Mikrofotografije napravljene uz pomoć SEM-a pokazale su prisutnost aragonitnih kristala različitih oblika (kružni, mnogokutni i lamelarni oblici). Slične morfološke strukture otkrivene su i na otolitima nekih drugih vrsta riba (Stransky i sur., 2008; D'Iglio i sur., 2022). Stransky i sur. (2008) tijekom istaživanja morfologije otolita vrste *Acipenser brevirostrum* (Lesueur, 1818), navode kako se mnogokutni kristali mogu povezati s prisustvom kalcita i kalcitnih kristala. Kugličaste strukture zabilježene na otolitima *L. boscii* iz Jadranskog mora mogu se usporediti s morfološki sličnim strukturama pronađenim na otolitima vrste *Encheliophis boraborensis* (Durand i sur., 2012). Kuglice bi mogle predstavljati sloj nakupljenih karbonata koji otolitima daje njihovu kuglastu površinu

(Papasotiropoulos i sur., 2002; Cardinale i sur., 2004). Nepravilni rubovi *L. boscii* iz Jadranskog mora slični su otolitima vrsta *Chelon labrosus* i *Oedalechilus labeo* (D'Iglio i sur., 2022), vrste *Istigobius ornatus* iz istočnog Mediterana (Sadeghi i sur., 2020) te vrstama iz porodice Mugilidae iz sjeveroistočnog Mediterana (Çiçek i sur., 2020).

Ishrana vrste *Lepidorhombus boscii*. U dostupnoj znanstvenoj literaturi ne postoje podaci o analizi prehrane ove vrste u Jadranskom moru, osim informacije da se hrani manjim ribama, glavonošcima i rakovima (Jardas, 1996; Dulčić & Kovačić, 2020). U ovoj doktorskoj disertaciji je temeljem vrijednosti postotka učestalosti pojavljivanja, postotka brojnosti i postotka mase plijena utvrđeno da se *L. boscii* iz Jadranskog mora hrani trima skupinama hrane (Crustacea, Mollusca i Pisces). Prema postotku učestalosti pojavljivanja, na prvom mjestu se nalazi skupina Crustacea, zatim Mollusca te Pisces. Prema postotku mase dominiraju Crustacea, Mollusca te Pisces. Dominacija rakova prema postotku učestalosti pojavljivanja i prema postotku mase zabilježena je također na portugalskoj obali (Teixeira i sur., 2010), u Egejskom moru (Vassilopoulou, 2006), u zaljevu Valencija u Španjolskoj (Morte i sur., 1999) te u Tirenskom moru (Sartor & de Ranieri, 1996). Međutim, s obzirom na relativno mali broj analiziranih primjeraka, ali i vrsta u navedenim istraživanjima, teško je sa sigurnošću utvrditi razlikuje li se režim ishrane vrste *L. boscii* zaista među pojedinim područjima uzorkovanja.

Nadalje, prema koeficijentu osnovnih tipova hrane i koeficijentu hranjivosti, ustanovljeno je kako sve tri skupine predstavljaju neophodnu i glavnu hranu. Vrste kao što su *Parapeneus longirostris*, *Goneplax rhomboides*, *Anuropodione ampliandra* te *Alloteuthis media* predstavljaju najzastupljeniju hranu u želucima *L. boscii* iz istočnog Jadrana. Sve ostale pronađene vrste plijena predstavljaju slučajnu (sporednu) hranu. Podaci dobiveni u ovom istraživanju u skladu su s podacima koje su iznijeli Teixeira i sur. (2010). Dakle, *L. boscii* sa portugalske obale također preferira rakove (Decapoda) i ribu. Nadalje, autor navodi kako su rakovi najzastupljeniji u jesenskom hranjenju, dok je ovo istraživanje pokazalo kako rakovi imaju najviše vrijednosti koeficijenta relativnog značaja tijekom svih godišnjih doba. *L. boscii* iz Egejskog mora također najviše konzumira dekapodne rakove, a u želucima prevladavaju *Processa canaliculate*, *Alpheus glaber* i *Lophogaster typicus*, dok je koeficijent relativnog značaja najviši tijekom zime i proljeća (Vassilopoulou, 2006). *Alpheus glaber* i *L. typicus* predstavljaju glavnu hranu i kod *L. boscii* iz Tirenskog mora (Sartor i de Ranieri, 1996). Morte i

sur. (1999) uočili su da rakovi (Mysida i Decapoda) predstavljaju najvažniji plijen ove vrste, dok su ribe u prehrani zastupljene u puno manjoj mjeri, što se podudara s rezultatima ovog istraživanja. *Processa meditteranea* najvažniji je plijen ove vrste u zaljevu Valencija u Španjolskoj, što je i vidljivo po koeficijentu relativnog značaja (Morte i sur., 1999). *L. boscii* se smatra eurifagnom vrstom koja se najviše hrani rakovima i to uglavnom redovima Decapoda i Mysida (Vassilopolou, 2006), što se također podudara s rezultatima ovog istraživanja. Navedene sličnosti mogu biti posljedica slične zastupljenosti pojedinih vrsta rakova na područjima istraživanja u Jadranskom, Egejskom, Tirenskom moru te u zaljevu Valencija.

Analizom ishrane po dužinskim razredima utvrđeno je da Mysida predstavlja glavni plijen kod jedinki manjih od 20 cm, dok red Decapoda predstavlja glavni plijen kod jedinki iz Tirenskog mora koje su veće od 20 cm (Sartor i Ranieri, 1996). Vassilopoulou (2006) navodi kako ribe predstavljaju glavnu hranu kod jedinki koje su veće od 18 cm, dok sporednu hranu čine Mysida. Kod manjih ($L_t \leq 20$ cm) i većih jedinki ($L_t \geq 20$ cm) *L. boscii* iz Jadranskog mora, rakovi predstavljaju neophodnu hranu tijekom svih sezona, a ribe i mekušci u ljeto, jesen i zimu. Manje ribe imaju veće stope rasta tijekom prvih godina života, što je povezano s većim intenzitetom hranjenja tijekom tog razdoblja upravo s ciljem maksimiziranja rasta (Vassilopoulou & Ondrias, 1999). Brojni autori zaključuju kako je povećanje veličine ribe povezano s povećanjem konzumacije većeg plijena, što je u skladu s teorijom optimalnog traženja hrane (Gerking, 1994), prema kojoj veći grabežljivci konzumiraju veći plijen kako bi maksimizirali dobitak energije u odnosu na napor hvatanja plijena (Braber & de Groot, 1973; Gerking, 1994; Platell & Potter, 1998).

Intenzitet ishrane *L. boscii* u Jadranskom moru pokazuje sezonsku varijabilnost. U zimskom razdoblju zabilježen je najveći udio jedinki s praznim probavilom. Visok postotak praznih probavila i niže vrijednosti hepatosomatskog indeksa i indeksa kondicije ukazuju na slabu dostupnost hrane u okolišu (Batoool & Siddiqui, 2020). Autor Tyler (1971) navodi kako se intenzitet hranjenja smanjuje sa snižavanjem temperature mora, što utječe na usporavanje metabolizma i time rezultira smanjenim hranjenjem. Vassilopolou (2006) također navodi da su primjerci *L. boscii* s punim želucima rijetki, pogotovo u ljeto i proljeće. Viši intenziteti hranjenja zabilježeni su u proljeće i tijekom ljeta, što se može povezati s višim temperaturama mora, što dovodi do ubrzanja metabolizma. Obzirom na veliki postotak praznih probavila u jesen, može se zaključiti da vrijeme početka mrijesta ima utjecaja na intenzitet hranjenja. Mnoge pridnene vrste

riba pokazuju niže vrijednosti hranjenja kao posljedicu fizioloških promjena koje se događaju tijekom mrijesta (Pallaoro & Jardas, 1991). Nadalje brojni autori navode kako veće jedinke imaju nižu aktivnost hranjenja i praznija probavila u odnosu na one najmanje (Teixeira i sur., 2010). Takvo ponašanje je u skladu s istraživanjima prehrane nekih plosnatice (*Citharus linguatula*, *Microchirus azevia*, *Platichthys flesus*) ali i ove vrste iz Jadranskog mora (Belghyti i sur., 1993; Vassilopoulou, 2006; de Juan i sur., 2007; Texiera i sur., 2010). Texiera i sur. (2010) navode kako *L. boscii* pokazuje sezonske, ontogene i spolne varijacije, koje su bile u skladu s prethodnim studijama.

Analiza Sørensen-Dice koeficijenta sličnosti pokazala je da sastav ishrane *L. boscii* iz Jadranskog mora ovisi o sezonama. Sezonske varijacije mogu biti povezane s prostorno vremenskim promjenama bentoskog plijena (Matallanas, 1982; Wootton, 1998). Varijacije u aktivnosti hranjenja rezultat su interakcije mnogih čimbenika, kao što su dostupnost plijena i faze reproduktivnog ciklusa. U umjerenim područjima najveća primarna proizvodnja zabilježena je u proljeće i ljeto, što može povećati dostupnost plijena. Također, ženke imaju veće energetske potrebe za rastom i razmnožavanjem (Pitt, 1973; Lozán, 1992), što možemo povezati s nižim vrijednostima indeksa praznoće probavila u vrijeme mrijesta.

Hepatosomatski indeks (HSI) *Lepidorhombus boscii*. HSI je povezan sa metaboličkom aktivnošću i ukazuje na količinu skladištene energije obzirom da se u jetri energija pohranjuje u obliku glikogena (Lenhardt i sur., 2009). Kod *L. boscii* iz Jadranskog mora, najviše srednje vrijednosti hepatosomatskog indeksa kod mužjaka su zabilježene u rujnu, a kod ženki u studenom, dok su najmanje vrijednosti zabilježene u veljači kod oba spola. Najviše vrijednosti HSI kod ženki zabilježene su u vrijeme početka najintenzivnijeg mrijesta, točnije u studenom kada su zabilježene i najviše vrijednosti gonadosomatskog indeksa kod oba spola. U tom razdoblju dolazi i do naglog pada intenziteta hranjenja. Upravo tada je zabilježen najveći postotak praznih probavila koji se može povezati sa smanjenom aktivnošću hranjenja za vrijeme mrijesta i razvojem spolnih žlijezda (Lenhardt i sur., 2009). Od studenog do veljače su vrijednosti HSI u padu, što se može povezati sa procesom smanjenja energetske rezerve iz jetre koje su iskorištene za vrijeme intenzivne reproduktivne aktivnosti. Vassilopoulou & Haralabous (2008) također navode kako su vrijednosti hepatosomatskog indeksa *L. boscii* iz Egejskog mora najniže u proljeće, odnosno na kraju razdoblja intenzivnog mrijesta. Hepatosomatski indeks može se povezati i sa indeksom kondicije. Najviše vrijednosti indeksa kondicije za ukupan

uzorak zabilježene su u jesen i tijekom zime, nakon čega u proljeće dolazi do pada vrijednosti istih. Vrijednosti hepatosomatskog indeksa zimi padaju, a u proljeće rastu. Oscilacije indeksa mogu se povezati sa gubitkom masti (indeks kondicije) i glikogena iz jetre.

Razmnožavanje vrste *Lepidorhombus boscii*. Reproductivna biologija riba ima važnu ulogu u upravljanju ribarstvom te daje vrijedne informacije koje mogu služiti kao ulazni parametri za razvoj modela za procjenu ribljih fondova (Gutiérrez-Estrada i sur., 2000). Smanjivanje dužine prve spolne zrelosti može ukazivati na ranjivost, ali i ugroženost vrste jer prekomjerna eksploatacija nezrelih jedinki može imati negativne posljedice na novačenje i očuvanje cjelokupne populacije (Anderson i sur., 2008).

U ovom istraživanju utvrđeno je da ženke *L. boscii* prvu spolnu zrelost dosežu pri manjim ukupnim dužinama tijela nego mužjaci. Dužina pri kojoj je 50% spolno zrelih jedinki iznosi 19,18 cm za ženke i 20,25 cm za mužjake. Ženke i mužjaci počinju spolno sazrijevati u drugoj godini života. Teixeira i sur. (2010) također iznose kako 50% jedinki *L. boscii* s portugalske obale postaju spolno zrele u drugoj godini, odnosno s ukupnom dužinom tijela od 18,20 do 19,00 cm, ali bez odvojenih podataka za mužjake i ženke. Santos (1995) u svom istraživanju, također na portugalskoj obali, navodi kako ženke prvu spolnu zrelost dostižu s nešto manjim dužinama i starošću nego mužjaci, odnosno sa 20 cm dužine tijela i sa starošću od 3,2 godine, dok je kod mužjaka to dužina od 19 cm, odnosno starost od 2,8 godina. Na području istočnog Mediterana jedinke spolnu zrelost ($L_{50\%}$) dosežu sa 20 cm ukupne dužine tijela (Petrakis & Stergiou, 1997). Razlike koje su utvrđene u dužini prve spolne zrelosti na različitim područjima istraživanja najčešće su posljedica različitih biotičkih i abiotičkih čimbenika koji prevladaju na tim područjima (Teixeira i sur., 2010), kao što su temperatura mora, salinitet, trajanje dnevnog osvjetljenja (fotoperiod) ili količina dostupne hrane.

Analiza gonadosomatskog indeksa (GSI) važan je aspekt istraživanja reproduktivne biologije neke vrste te, između ostalog, omogućava kvantitativnu procjenu stupnja razvoja gonada i sezone mrijesta (Gutiérrez-Estrada i sur., 2000). Najveća srednja vrijednost GSI za ženke zabilježena je u ožujku ($2,53 \pm 1,88$) i siječnju ($1,73 \pm 2,01$), a za mužjake u studenom ($0,63 \pm 0,57$) i prosincu ($0,49 \pm 0,44$). Obzirom da su tijekom cijele godine u uzorku zastupljene zrele jedinke mužjaka i ženki, može se zaključiti da mrijest *L. boscii* u Jadranskom moru traje cijelu godinu, dok je vrhunac mrijesta utvrđen u razdoblju od studenog do ožujka kada su

zabilježeni najviši pikovi. Nakon vrhunca mrijesta slijedi pad vrijednosti gonadosomatskog indeksa te se najniže vrijednosti GSI javljaju u razdoblju od travnja do srpnja. Prosječne vrijednosti gonadosomatskog indeksa su u fazi spolnog sazrijevanja i spolne zrelosti očekivano veće kod ženki nego kod mužjaka, jer ženke u sazrijevanju imaju prosječno veću masu gonada u odnosu na mužjake. Produženi mrijest je biološki značajno obilježje populacije, stoga što povećava biološku otpornost populacije na nepredviđene promjene u okolišu koje na nju mogu negativno utjecati (Krstulović Šifner & Vrgoč, 2009). Slično je ranije utvrđeno i kod nekih drugih vrsta riba, poput patarače platušice *C. linguatula* (Ulutürk i sur., 2016) i plosnatice bljedice *Arnoglossus laterna* (Ilkyaz i sur., 2017), kod kojih se razdoblje razmnožavanja proteže kroz veći dio godine. Vrhunac mrijesta u istočnom Jadranu je zabilježen u ožujku što odgovara rezultatima dobivenim za ovu vrstu u jugozapadnom Jadranu (Ungaro & Martino, 1988). Slične rezultate za vrstu *L. whiffiagonis* zabilježio je Robson (2004) za područje zapadne obale Irske, gdje je vrhunac mrijesta zabilježen u ožujku, dok vrijednosti naglo padaju u kolovozu. Razdoblje mrijesta *L. boscii* u Egejskom moru je od zime do proljeća (veljača-travanj) prema vrijednostima gonadosomatskog indeksa (Taylan & Uluturk, 2017), dok je razdoblje mrijesta *L. boscii* na obalama Portugala, od siječnja do ožujka (Santos, 1994). Istraživanje Vassilopoulou & Haralabous (2008) pokazalo je kako je razdoblje mrijesta *L. boscii* u sjevernom Egejskom moru u proljeće, što je u skladu s rezultatima ovog istraživanja. Razdoblja mrijesta ove vrste na svim područjima istraživanja su zimi i u proljeće, kao što je utvrđeno i u ovom istraživanju.

Fekunditet vrste *Lepidorhombus boscii*. Fekunditet vrste *L. boscii* u istočnom dijelu srednjeg Jadrana kretao se u rasponu od 22,248 - 142,848 ($91,910 \pm 44,286$). Dobivene vrijednosti fekunditeta u skladu su s rezultatima koje navode Taylan & Uluturk (2017) za područje Egejskog mora (29977 do 282937; $89\,132 \pm 58\,703$). Santos (1994) za područje portugalske obale navodi znatno veće prosječne srednje vrijednosti fekunditeta (42 000 - 180 000; $119\,390 \pm 54\,912$). Na fekunditet mogu utjecati količina i kvaliteta hrane koju ribe konzumiraju, ali i čimbenici okoliša (Taylan & Uluturk, 2017). Proizvodnja oocita u ženki varira ovisno o vrsti i veličini jedinke (Demirsoy, 1993). U ovom istraživanju najveći koeficijenti determinacije zabilježeni su u odnosima između fekunditeta i mase gonada ($R^2 = 0,71$), između fekunditeta i gonadosomatskog indeksa ($R^2 = 0,62$) te između fekunditeta i ukupne dužine tijela ($R^2 = 0,61$). Pozitivne korelacije između fekunditeta i ukupne dužine tijela za ovu vrstu su zabilježene i na drugim područjima

uzorkovanja, tj. na portugalskoj obali ($R^2 = 0,53$) (Santos, 1994) i u Egejskom moru ($R^2 = 0,72$) (Taylan & Uluturk, 2017).

Promjer oocita vrste *Lepidorhombus boscii*. Promjer oocita zrelih ženki *L. boscii* u Jadranskom moru bio je u rasponu od 34,01 do 562,72 μm ($178,49 \pm 129,83 \mu\text{m}$). U ovarijima *L. boscii* oocite se postupno povećavaju zajedno s razvojem ovarija. Previtelogene oocite karakterizira velika citoplazma. Nakon primarne faze rasta i početka vitelogeneze, koju karakterizira formiranje zone radiate i pojava kortikalnih alveola u citoplazmi, dolazi do povećavanja promjera oocita. U ožujku promjer oocita iznosi 562,72 μm . Histološkom analizom gonada iz tog razdoblja uočena je visoka prisutnost oocita u migrirajućoj jezgri, žumanjku i hidriranom stadiju, a u testisima visoka zastupljenost spermija. U literaturi nema dostupnih podataka o razvoju jajnih stanica i njihovim veličinama za *L. boscii*. Međutim, postoje podaci za srodnu vrstu *L. whiffiagonis* sa zapadne obale Irske u kojoj je promjer oocita tijekom svih stadija razvoja bio u rasponu između 27 i 616 μm ($209,48 \pm 44,74 \mu\text{m}$) (Robson, 2004). U oba istraživanja, raspon promjera oocita nije identificiran za svaki pojedinačni stadij zrelosti, međutim uočeno je da se promjer oocita *L. boscii* iz Jadranskog mora i *L. whiffiagonis* sa zapadne obale Irske povećava s približavanjem vremena mrijesta. Za obje vrste, vidljiva je kontinuirana zastupljenost oocita svih veličina tijekom svih sezona. Previtelogene i vitelogene oocite su gotovo uvijek zastupljene u gonadama. Temeljem histološke analize gonada i veličinske raspodjele oocita utvrđeno je da *L. boscii* ima asinkroni razvoj gonada i da se mrijesti nekoliko puta godišnje. Mrijest tijekom dužeg vremenskog razdoblja povećava otpornost populacije i smanjuje rizik od prelova zbog prekomjernog iskorištavanja.

Histološka analiza gonada vrste *Lepidorhombus boscii*. Histološkom analizom gonada utvrđeno je kako *L. boscii* ima zrele gonade tijekom cijele godine, stoga možemo zaključiti kako *L. boscii* iz Jadranskog mora ima produženu sezonu mrijesta s vrhuncem od studenog do ožujka. Slične rezultate zabilježili su Taylan & Uluturk (2017) i Vassilopoulou & Haralabous (2008) za područje Egejskog mora, te Santos (1994) za portugalsku obalu. Tijekom cijele godine u ovarijima *L. boscii* prisutne su oocite u stadiju previtelogeneze i vitelogeneze. U ožujku i studenom dolazi do porasta broja oocita, te su vidljive oocite u stadiju migracije jezgre i hidratacije. U siječnju je vidljiva atrezija, a postovulacijsko tkivo, ali i vitelogene oocite u ožujku. Ovaj rezultat je dokaz da se vrsta mrijesti više puta godišnje. Postovulacijsko tkivo u

gonadama je najvidljivije u razdoblju nakon mrijesta, odnosno u ožujku. Kod riba koštunjača je dokazano da brojni čimbenici poput temperature mora, nedostatka hrane, prisutnosti stresa i sl. uzrokuju pojavu atrezije (Guraya, 1986). Luckenbach i sur. (2008) atreziju opisuju kao regulacijski proces za održavanje homeostaze ovarija, koja u konačnici predstavlja odnos između broja i veličine oocita. Neiskorištene oocyte se nakon završetka reproduktivnog ciklusa resorbiraju (Guraya, 1994).

Reproduktivni razvoj mužjaka poklapa se s reproduktivnim razvojem ženki, iako maksimalne vrijednosti gonadosomatskog indeksa mužjaka i ženki nisu zabilježene u isto vrijeme. U srpnju i kolovozu te od studenog do travnja, u kanalićima testisa je vidljiv porast spermatozoida čiji se broj nadalje povećava. U siječnju su vidljive spermatogonije i spermatocite, te ostaci spermatozoida s rezervnim materijalom za iduću sezonu mrijesta. Uvidom u histološke preparate ženki i mužjaka, utvrđeno je da razvoj gonada prati vrijednosti gonadosomatskog indeksa, odnosno da su gonade najzrelije u studenom i ožujku.

5. ZAKLJUČCI

- Vrsta *L. boscii* je na području sjevernog i srednjeg Jadrana (GSA 17) rasprostranjena u dubinskim stratumima 50-100 m, 100-200 m, 200-500 m i 500- 800 m, a najveći prosječni indeksi brojnosti i biomase zabilježeni su u plićim područjima kontinentalne padine, odnosno u dubinskom stratumu od 200 do 500 m i to na širem području Jabučke kotline i rubnim dijelovima Južnojadranske kotline. Rasprostranjenost juvenilnih i adultnih primjeraka gotovo su jednake iz čega se može zaključiti da vrsta tijekom životnog ciklusa boravi na istim područjima, odnosno da ne postoje migracije vezane uz posebna područja hranjenja i razmnožavanja.
- Relativno velika učestalost pojavljivanja *L. boscii* u ukupnim lovinama tijekom ekspedicije MEDITS od 1996.-2021. godine u zoni GSA 17 (7,78 % do 19,10 %) govori o zastupljenosti, ali ujedno i o biološko-ekološkom te ribolovnom značaju ove vrste u pridnenim zajednicama otvorenog srednjeg Jadrana.
- Vrsta *L. boscii* u istočnom Jadranu je zastupljena u ribolovnim zonama B, zatim u zoni C koja predstavlja područje otvorenog srednjeg Jadrana, zoni D koja obuhvaća otvoreni južni dio Jadrana, zoni G, odnosno u kanalskim područjima, zonama I, J koje obuhvaćaju vanjsko otvoreno područje srednjeg Jadrana i ribolovnoj zoni K koja obuhvaća područje vanjskog otvorenog južnog dijela Jadrana. Najveće srednje vrijednosti indeksa brojnosti i biomase zabilježene su u ribolovnoj zoni K (126, 79 N/km²; 9,02 kg/km²) gdje su dubine veće od 200 m.
- Biometrijska analiza lovljene populacije patarače crnopjege na području istočnog dijela otvorenog srednjeg Jadrana pokazala je da postoji statistički značajna razlika između mužjaka i ženki u odnosu dužine prsnih peraja i standardne dužine, u broju trupnih i repnih kralježaka te u broju šipčica trbušne peraja. Širi raspon u broju šipčica leđne i repne peraje zabilježen je kod ženki, dok mužjaci pokazuju širi raspon u broju šipčica podrepne i prsne peraje te u broju trupnih i repnih kralježaka. Istražene merističke osobine prikazane su kao: D: 59 – 87, A: 50 – 74; P: 6 – 12; V: 4 – 6; C: 16 – 36; Vert. 26 – 43.

- U ukupnom uzorku zabilježena je jedna reverzna jedinka, odnosno jedinka s desnom (dekstralnom) orijentacijom, dužine 20,56 cm. Morfometrijske i merističke značajke ove jedinke nisu se značajno razlikovale od obilježja ostalih analiziranih jedinki u uzorku.
- Dužinsko-maseni odnos ukupnog uzorka ($b = 3,22$), ženki ($b = 3,29$) i mužjaka ($b = 3,19$) je pozitivno alometrijski. Izometrijski rast zabilježen je kod ženki u proljeće, za mužjake tijekom zime te za juvenilne jedinke. Statistički značajna razlika koeficijenta b u odnosu na 3 zabilježena je za mužjake, ženke i adultne jedinke. Statistički značajne razlike koeficijenta b u odnosu na 3 kod mužjaka su zabilježene u ljeto, jesen i proljeće, a kod ženki u ljeto, jesen i zimu.
- Vrijednost indeksa kondicije ukupnog uzorka kreće se u rasponu od 0,381 do 1,107 ($0,681 \pm 0,072$), za mužjake od 0,530 do 0,993 ($0,675 \pm 0,062$), a za ženke od 0,381 do 1,057 ($0,690 \pm 0,077$). Utvrđene su statistički značajne razlike u indeksu kondicije između spolova.
- Očitavanjem zona prirasta na sagitalnim otolitima utvrđena je starost ženki u rasponu od 1 do 10 godina. U analiziranoj populaciji najzastupljenije su jedinke starosti 2 i 3 godine. Najstarija ženka imala je 10 godina, a najstariji mužjak 6 godina. Rast *L. boscii* opisan je von Bertalanffyjevom modelom rasta (ukupan uzorak: $L_{\infty}=39,63\text{cm}$; $k=0,10$; $t_0=-4,09$; ženke: $L_{\infty}=37,14\text{ cm}$; $k=0,13$; $t_0= -3,41$; mužjaci: $L_{\infty}=28,14\text{ cm}$; $k=0,23$; $t_0= -2,63$). Vrijednost asimptotske dužine (L_{∞}) je veća kod ženki, dok vrijednost koeficijenta k ukazuje na brži rast mužjaka.
- Vrijednost ribolovne smrtnosti populacije patarače crnopjege na području otvorenog srednjeg Jadrana ($F = 0,15$) veća su od vrijednosti prirodne smrtnosti ($M = 0,11$). Usporede li se spolovi, za ženke je utvrđena veća ribolovna smrtnost ($F = 0,13$), dok su veće vrijednosti prirodne smrtnosti zabilježene za mužjake ($M = 0,28$). Omjer iskorištavanja (E), odnosno udio ribolovne u ukupnoj smrtnosti, za ukupni uzorak iznosio je $E = 0,57$.
- Masenom spektrometrijom s laserskom ablacijom analiziran je kemijski sastav sagitalnih otolita te je utvrđena prisutnost raznih metala (kalij, kalcij, titanij, željezo, bakar, stroncij, srebro i barij) i njihovih izotopa te organskih spojeva.

- Rendgenskom difrakcijom ustanovljeno je da pravilni otoliti imaju kristalnu strukturu aragonita, dok su otoliti nepravilne morfologije građeni od kalcita ili kombinacije aragonita (~75%) i kalcita (~25%).
- Skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM) analizirane su površine pravilno i nepravilno kalcificiranih otolita mužjaka i ženki te je utvrđeno da se morfološki međusobno razlikuju.
- U analiziranim želucima *L. boscii* pronađene su tri skupine plijena: rakovi (Crustacea), ribe (Pisces) i mekušci (Mollusca). Sve tri skupine plijena čine neophodnu hranu, s time da su rakovi neophodna hrana tijekom cijele godine, a ribe i mekušci u jesen i zimu. Od Crustacea najzastupljenije vrste plijena i neophodna hrana su *Parapeneus longirostris* (IRI= 1028,66; MFI= 491,03; Q= 482,71), *Goneplax rhomboides* (IRI= 530,60; MFI= 205,18; Q= 204,84) i *Anuropodione amphandra* (IRI= 119,75; MFI= 69,22; Q= 68,87), od Mollusca, *Alloteuthis media* (IRI= 333,42; MFI= 203,52 ;Q= 198,88) te od Pisces, *Merluccius merluccius* (IRI=194,03; MFI=97,77; Q=95,55).
- Analizom ishrane po sezonama utvrđeno je da rakovi i mekušci čine neophodnu hranu tijekom svih sezona, dok su ribe neophodna hrana u jesen, zimu i proljeće.
- Neophodnu i glavnu hranu juvenilnih jedinki čine rakovi i mekušci, dok ribe predstavljaju slučajnu (sporednu) hranu. Rakovi i ribe su neophodna hrana juvenilnih jedinki tijekom svih sezona, a mekušci u jesen. Neophodnu i glavnu hranu adultnih jedinki čine rakovi, mekušci i ribe. Rakovi su neophodna hrana adultnih jedinki tijekom svih sezona, dok su ribe neophodna hrana zimi, a mekušci u jesen.
- Ženke *L. boscii* prvu spolnu zrelost dosežu pri manjim ukupnim dužinama tijela u odnosu na mužjake. Dužina (L_{50}) pri kojoj je 50% ženki u lovljenoj populaciji bilo spolno zrelo iznosila je 19,2 cm, dok je ova dužina kod mužjaka iznosila 20,3 cm.
- Najveće srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa (GSI) za ženke su zabilježene u studenom, siječnju i ožujku, a za mužjake u studenom i prosincu, dok su najmanje vrijednosti zabilježene u listopadu kod oba spola.
- Fekunditet *L. boscii* je iznosio od 22248 do 142848 zrelih oocita ($87,4617 \pm 40677,97$). Promjer zrelih oocita bio je u rasponu od 34,01 do 562,72 μm ($178,49 \pm 129,83 \mu\text{m}$). Fekunditet ženki povećava se s porastom ukupne dužine tijela, mase tijela, mase gonada, gonadosomatskog indeksa i starosti analiziranih jedinki.

- Histološkom analizom utvrđeno je da su tijekom cijele godine u ovarijima *L. boscii* zastupljene previtelogene i vitelogene oocite. Postepeni razvoj ovarija i sazrijevanje oocita se mijenja tijekom godine. Najviše oocita u stadiju migracije jezgre i stadiju hidratacije zabilježeno je u studenom i ožujku, dok su atretične oocite i postovulacijsko tkivo zastupljeni nakon mrijesta. U sjemenicima mužjaka tijekom cijele godine vidljivi su različiti stadiji spermatogeneze. Najveće količine spermatozoida vidljive su tijekom srpnja i kolovoza te od studenog do travnja.
- Obzirom na mjesečne promjene u vrijednostima gonadosomatskog indeksa i histološku analizu gonada utvrđeno je da *L. boscii* u Jadranskom moru ima produženo razdoblje razmnožavanja koje je najintenzivnije u razdoblju od studenog do ožujka.

6. LITERATURA

- Alagöz Ergüden, S., Ayas, D., Ergüden, D. (2020). The length-weight relationship and condition factor of yellowspotted puffer *Torquigener flavimaculosus* Hardy & Randall, 1983 in the Eastern Mediterranean (Yumurtalık Bight, Turkey). *Marine Science and Technology Bulletin*, 9(2), 87-9. <https://doi.org/10.33714/masteb.700374>
- Alba Serrat, A., Saborido-Rey, F., Garcia-Fernandez, C., Muñoz, M., Lloret, J., Thorsen, A., Kjesbu, O.S. (2019) New insights in oocyte dynamics shed light on the complexities associated with fish reproductive strategies. *Scientific Report*, 9,18411. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54672-3>
- Alfirević, S. (1977) Geološke karakteristike morskog dna na području jadranskog šelfa s posebnim osvrtom na njegovu ekonomsku važnost. *Hidrografski godišnjak HJRM*, Split, pp. 171-200.
- Anderson, C.N.K., Hsieh, C.H., Sandin, S.A., Hewitt, R., Hollowed, A., Beddington, J., May, R.M., Sugihara, G. (2008) Why fishing magnifies fluctuations in fish abundance. *Nature*, 452, 835-839. <https://doi.org/10.1038/nature06851>
- Anonymous (2017) *MEDITS-Handbook*. Version n. 9, MEDITS Working Group: 106 pp.
- Avşar, D. (2005) Fisheries biology and population dynamics. *Nobel Press*, Adana, Turkey, 332 pp. (in Turkish).
- Bagenal, T.B., & Tesch, F.W. (1978) Age and growth. In: *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. Bagenal, T.B. (Ed.). Blackwell Scientific Publications, pp. 101-136. Oxford, UK
- Barnham, C., & Baxter, A. (1998) Condition Factor K for Salmonid Fish. *Fisheries Notes*, pp. 1-3. <https://www.worldcat.org/title/condition-factor-k-for-salmonid-fish/oclc/271795413>
- Batool, T., & Siddiqui, G. (2020) The seasonal variation in diet composition and feeding strategy of *Grammoplites suppositus* (Troschel, 1840) (Family: Platycephalidae) in relation to its sex and size. *Indian Journal of Geo Marine Sciences*, 49 (12), 1848-1855.
- Beaumont, W. R. C., & Mann, R. H. K. (1984) The age, growth and diet of a freshwater population of the flounder, *Platichthys flesus* (L.) in southern England. *Journal of Fish Biology*, 25, 607-616.

- Beck, M.W., Heck, K.L., Able, K.W., Childers, D.L., Eggleston, D.B., Gillanders, B.M.; Halpern, B., Hays, C.G., Hoshino, K., Minello, T.J. (2001) The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *Bioscience*, 51, 633-641. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051%5b0633:TICAMO%5d2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051%5b0633:TICAMO%5d2.0.CO;2)
- Belghyti, D., Aguesse, P., Gabrion, C. (1993) Éthologie alimentaire de *Citharus linguatula* et *Dicologlossa cuneata* sur les côtes atlantiques du Maroc. *Vie Milieu*, 43, 95-108.
- Bello, G., & Rizzi, E. (1987) On the growth of the four-spotted sculdfish, *Lepidorhombus bosci*, from the Southern Adriatic. p. 142-146. In: *Rapport de la cinquième Consultation technique du Conseil général des pêches pour la Méditerranée sur l'évaluation des stocks dans l'Adriatique et la mer Ionienne: Bari, Italie, 1-5 juin 1987*. Caddy, J.F., Savini, M. (Eds). *FAO Fisheries Report*, No. 394. FAO, Rome.
- Bello, G., Marano, G., Rizzi, E. (1988). Risorse demersali del Basso Adriatico: Risultati del primo anno di indagine. In: *Seminari delle unità operative responsabili dei progetti di ricerca promossi nello ambito dello schema preliminare di piano per la pesca e l'acquacoltura*. (Ministero della Marina Mercantile ed.) Vol. 3 (pp. 1533-1556) Rome.
- Bello, G. (1990) The cephalopod fauna of the Adriatic. *Acta Adriatica*, 31(1/2), pp. 275-291.
- Belk, M.C. (1995) Variation in growth and age at maturity in bluegill sunfish: genetic or environmental effects? *Journal of Fish Biology*, 47, 237-247. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1995.tb01891.x>
- Berg, J. (1979) Discussion of the methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the food of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). *Marine Biology*, 50, 263-273. <https://doi.org/10.1007/BF00394208>
- Bertrand, J.A., Gil de Sola, L., Papaconstantinou, C., Relini, G., Souplet, A. (2002) The general specifications of the Medits surveys. *Scientia Marina*, 66(2): 9-17. <https://doi.org/10.3989/scimar.2002.66s29>
- Beverton, R.J.H., & Holt, S.J. (1957) *On the dynamics of exploited fish populations. Fishery Investigations*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Great Britain, 19, 1-533.
- Bostanci, D., & Polat N. (2007) Otolith structure, otolith dimensions-fish length relationships and age determination of fourspotted megrim *Lepidorhombus bosci* (Risso, 1810).

- Bouchoucha, M., Pécheyran, C., Gonzalez, J.L., Lenfant, P., Darnaude, A.M. (2018) Otolith fingerprints as natural tags to identify juvenile fish life in ports. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 212, 210-218. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.07.008>
- Bowen Jr, C.A., Bronte, C.R., Argyle, R.L., Adams, J.V., Johnson, J.E. (1999) Vateritic sagitta in wild and stocked lake trout: applicability to stock origin. *Transactions of the American Fisheries Society*, 128, 929-38.
- Braber, L., & de Groot, S.J. (1973) The food of five flatfish species (Pleuronectiformes) in the southern North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, 6, 163-172.
- Brewster, B. (1987). Eye migration and cranial development during flatfish metamorphosis: a reappraisal (Teleostei: Pleuronectiformes). *Journal of Fish Biology*, 31, 805-833. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1987.tb05281.x>
- Brophy, D., Jeffries, T. E., Danilowicz, B. S. (2004) Elevated manganese concentrations at the cores of clupeid otoliths: possible environmental, physiological, or structural origins. *Marine Biology*, 144, 779-786.
- Bruno, D. W., & Fraser, C. O. (1987). A case of reversal in the common dab, *Limanda limanda* (L.). *Journal of Fish Biology*, 32, 483-484.
- Bubinas, A. V., & Clarke, L. M. (2015) Application of laser ablation ICP-MS for otolith elemental analysis: Influence of otolith growth and microstructure. *Fisheries Research*, 167, 135-145.
- Buljan, M. (1953) Fluctuations of salinity in Adriatic. Izveštaj ribarstveno-biološke ekspedicije. "Hvar" 1948-49, Split, Institut za oceanografiju i ribarstvo, 2(2): 1-63.
- Buljan, M. (1964) Ocjena produktivnosti Jadrana dobivena na temelju njegovih hidrografskih svojstava. *Acta Adriatica*, 11(4): 35-45.
- Buljan, M., & Zore-Armanda, M. (1971) Osnovi oceanografije i pomorske meteorologije, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Posebna izdanja
- Buljan, M., & Zore-Armanda, M. (1976) Oceanographical properties of the Adriatic Sea. *Oceanography and Marine Biology*, 14, 11-98.
- Burns, N. M., Hopkins, C. R., Bailey, D.M., Wright, P.J. (2020) Otolith chemoscape analysis in whiting links fishing grounds to nursery areas. *Communications Biology*, 3: 690.

- Burrows, M.T. (2001) Depth selection behaviour during activity cycles of juvenile plaice on a simulated beach slope. *Journal of Fish Biology*, 59, 116-125. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2001.tb02342.x>
- Campana, S.E. (1999) Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications. *Marine Ecology Progress Series*, 188, 263-297.
- Campana, S.E., Chouinard, G.A., Hanson, J.M., Fr chet, A., Bratley, J. (2000) Otolith elemental fingerprints as biological tracers of fish stocks. *Fisheries Research*, 46, 343-357. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(00\)00158-2](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(00)00158-2)
- Campana, S.E. (2001) Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology*, 59(2), 197-242. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2001.tb00127.x>
- Cailliet, G.M., Andrews, A.H., Burton, E.J., Waters, D.L., Kline, D.E. (2001) Age determination and validation studies of marine fishes: do deep-dwellers live longer? *Experimental Gerontology*, 36(4-6), 739-764. [https://doi.org/10.1016/S0531-5565\(00\)00239-4](https://doi.org/10.1016/S0531-5565(00)00239-4)
- Cardador, F. (1988) *Estratgias de explorac o do stock de pescada (Merluccius merluccius L.) das guas Ibero-Atl nticas*. Instituto Nacional de Investiga o das Pescas, Lisboa: pp. 1-140.
- Carlucci R., Capezzuto, F., D'Onghia, G. (2002) Aspetti della biologia di *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) (Osteichthyes, Scophthalmidae) nel Mar Ionio. *Biologia Marina Mediterranea*, 9(1): 747-750.
- Cabral, H. N., Marques, J. F., Rego, A. L., Catarino, A. I., Figueiredo, J., Garcia, J. (2003) Genetic and morphological variation of *Synaptura lusitanica* Capello, 1868, along the Portuguese coast. *Journal of Sea Research*, 50, 167-175. [https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(03\)00060-1](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(03)00060-1)
- Cardinale, M., Doering-Arjes, P., Kastowsky, M., Mosegaard, H. (2004) Effects of sex, stock, and environment on the shape of known-age Atlantic cod (*Gadus morhua*) otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 61, 158-167.
- Carvalho, I. (1993) Evolutionary aspects of fish distribution: genetic variability and adaptation. *Journal of Fish Biology*, 43, 57-73.

- Castilho, R., Dinis, M.T., Erzini, K. (1993) Age and growth of megrim *Lepidorhombus boscii*, Risso of the Portuguese continental coast. *Fisheries Research*, 16, 339-346. [https://doi.org/10.1016/0165-7836\(93\)90145-W](https://doi.org/10.1016/0165-7836(93)90145-W)
- Cengiz, Ö., Ozekinci, U., Ismen, A., Oztekin, A. (2012) Relationship between total length - otolith size of four-spotted megrim, *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810), from Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28(5), 429-434.
- Cengiz, Ö., Ozekinci, U., Ismen, A., Oztekin, A. (2013) Age and growth of the four-spotted megrim (*Lepidorhombus boscii* Risso, 1810) from Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *Mediterranean Marine Science*, 14/1, 36-44.
- Cengiz, Ö., Özekinci, U., İşmen, A., Öztekin, A., Aslan, A. (2014) Exploitation and Mortalities of Four-Spotted Megrim (*Lepidorhombus boscii* Risso, 1810) From Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey), poster presentation, 1st International Symposium on Aquatic Sciences and Technology, Cyprus
- Cengiz, Ö., Ozekinci, U., Ismen, A., Oztekin, A. (2014) Distribution and Abundance of Four-spotted megrim (*Lepidorhombus boscii* Risso, 1810) from Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *Fen Bilimleri Dergisi*, 4(1), 27-35.
- Cengiz, Ö., Ozekinci, U., Ismen, A., Oztekin, A. (2015) Some Reproductive Characteristics of Four-spotted megrim (*Lepidorhombus boscii* Risso, 1810) from Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *Journal of Agricultural Sciences*, 21, 270-278.
- Champagnat, C., Caverivière, A., Conand, C., Cury, P., Durand, J.R. (1983) Pêche, biologie et dynamique du tassergal (*Pomatomus saltator*, Linnaeus, 1766) sur les côtes sénégal-mauritaniennes. *Travaux et Documents de l'ORSTOM*, No. 168. ORSTOM Editions, Paris.
- Chanet, B. (2003) Interrelationships of Scopthalmid fishes (Pleuronectiformes: Scopthalmidae). *Cybiu*, 27(4), 275-286.
- Chittaro, P.M., Hogan, J.D., Gagnon, J., Fryer, B.J., Sale, P.F. (2006) In situ experiment of ontogenetic variability in the otolith chemistry of *Stegastes partitus*. *Marine Biology*, 149, 1227-1235. <https://doi.org/10.1007/s00227-006-0280-x>
- Clarke, K.R. (1993) Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18 (1), 117-143.

- Clarke, K.R., & M. Warwick. (1994) *Change in Marine Communities*. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, U.K, 144 pp.
- Clarke, K.R., & Gorley, R.N. (2015). *PRIMER v7: User manual/tutorial*. Plymouth: Primer-E Ltd, 296 pp.
- Correia, A.T., Pipac, T., Gonçalves, J.M.S., Erzini, K., Hamer, P.A. (2011) Insights into population structure of *Diplodus vulgaris* along the SW Portuguese coast from otolith elemental signatures. *Fisheries Research*, 111, 82-91. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.06.014>
- Cowen, R.K., Lwiza, K.M.M., Sponaugle, S., Paris, C.B., Olson, D.B. (2000) Connectivity of marine populations. *Open or closed Science*, 287, 857-859. <https://doi.org/10.1126/science.287.5454.857>
- Cowen, R.K., & Sponaugle, S. (2009) Larval dispersal and marine population Connectivity. *Annual Review of Marine Science*, 1, 443-466. <https://doi.org/10.1126/science.287.5454.857>
- Crook, D. A., Macdonald, J. I., O'Connor, J. P., Barry. B. (2006) Use of otolith chemistry to examine patterns of diadromy in the threatened Australian grayling *Prototroctes maraena*. *Journal of Fish Biology*, 69, 1330-1344. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2006.01191.x>
- Cuevas, M.J., Górski, K., Castro, L., Vivancos, A., Reid, M. (2019) Otolith elemental composition reveals separate spawning areas of anchoveta, *Engraulis ringens*, off central Chile and northern Patagonia. *Scientia Marina*, 83, 317-326. <https://doi.org/10.3989/scimar.04918.28A>
- Çiçek, E., Avşar, D., Yeldan, H., Manaşirli, M. (2020) Comparative morphology of the sagittal otolith of mullet species (Mugilidae) from the Iskenderun Bay, north-eastern Mediterranean. *Acta Biologica Turcica*, 33, 219-226.
- de Juan, S., Cartes, J.E., Demestre, M. (2007) Effects of commercial trawling activities in the diet of the flat fish *Citharus linguatula* (Osteichthyes: Pleuronectiformes) and the starfish *Astropecten irregularis* (Echinodermata: Asteroidea). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 349, 152-169. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2007.05.003>
- Demirsoy, A. (1993) Yaşamın Temel Kuralları Omurgalılar/ Anamniyota. Cilt III/Bölüm I, Meteksan A.Ş. Baskı Tesisleri Ankara, 684 pp. (In Turkish).

- Depczynski, M., & Bellwood, D.R. (2005) Shortest recorded vertebrate lifespan found in a coral reef fish. *Current Biology*, 288-289. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2005.04.016>
- D'Iglio, C., Natale, S., Albano, M., Savoca, S., Famulari, S., Gervasi, C., Lanteri, G., Panarello, G., Spanò, N., Capillo, G. (2022) Otolith Analyses Highlight Morpho-Functional Differences of Three Species of Mullet (Mugilidae) from Transitional Water. *Sustainability*, 14, 398.
- Dierking, J., Morat, F., Letourneur, Y., Harmelin-Vivien, M. (2012) Fingerprints of lagoonal life: migration of the marine flatfish *Solea solea* assessed by stable isotopes and otolith microchemistry. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 105, 23-32. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2011.03.018>
- Dulčić, J., & Kovačić, M. (2020) *Ihtiofauna Jadranskog mora*. Golden marketing- Tehnička knjiga, Institut za oceanografiju i ribarstvo, pp. 468-470
- Duncker, G. (1899) Variation und Asymmetrie bei *Pleuronectes flees* L. *Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Abteilung Helgoland*, 3, 333-406.
- Durand, J.D., Shen, K.N., Chen, W.J., Jamandre, B.W., Blel, H., Diop, K., Nirchio, M., Garcia de León, F.J., Whitfield, A.K., Chang, C.W. (2012) Systematics of the grey mullets (Teleostei: Mugiliformes: Mugilidae): Molecular phylogenetic evidence challenges two centuries of morphology-based taxonomy. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 64, 73-92.
- Dwivedi, S. (1964). Ecologie, morphologie, et biologie comparees des deux especes du genre *Lepidorhombus*: *L. megastoma* (Donovan) et *L. boscii* (Risso). Etude de leur races et populations. *Revue des Travaux de l'Institut de Peches maritimes*, 28(4), 323-399.
- Eschmeyer, W. N. (1998) *Catalog of Fishes*. Special Publication of the Center for Biodiversity Research and Information, no. 1, Vol. 1-3, San Francisco, California, USA
- ESRI (1991) ARC/INFO users info guide. Environmental System Research Institute Inc Readlans California
- EU. *Regulation 2019/982 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 amending Regulation No 1343/2011 on Certain Provisions for Fishing in the GFCM (General Fisheries Commission for the Mediterranean) Agreement Area*; EU: Brussels, Belgium, 2019; pp. 1-22.

- Fay, R.R., & Popper, A.N. (2000) Evolution of hearing in vertebrates: the inner ears and processing. *Hearing Research*, 149, 1-10. [https://doi.org/10.1016/S0378-5955\(00\)00168-4](https://doi.org/10.1016/S0378-5955(00)00168-4)
- Farrugio, H., & Marin, J. (1999) État des pêcheries et des stocks de poissons demersaux et de petits pélagiques du Golfe du Lion (Unité de gestion CGPM 37 1.2). FAO GFCM working paper.
- Fiorentini, I., Cosmi, G., Sala, A., Palumbo, V. (1994) Caratteristiche e prestazioni delle attrezzature a strascico impiegate per la valutazione delle risorse demersali in Italia. *Biologia Marina Mediterranea*, 1(2), 115-134.
- Fowler, A.M., Smith, S.M., Booth, D.J., Stewart, J. (2016) Partial migration of grey mullet (*Mugil cephalus*) on Australia's east coast revealed by otolith chemistry. *Marine Environmental Research*, 119, 238-244. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.06.010>
- Friligos, N. (1980) Nutrients in Greek waters. Journees Etudes. *Pollutions*, 5, 1025-1034.
- Frost, W.E. (1945) Age and growth of eels (*Anguilla anguilla*) from the Windemere catchment area. *Journal of Animal Ecology*, 14, 106-124.
- Fuertes, J.R. (1978). Edad y crecimiento del gallo (*Lepidorhombus boscii*, Risso) en el litoral gallego. *Investigation Pesquera*, 42(2), 241-253.
- Fulton, T.W. (1911) Cited in Bagenal, T. 1978 Re: Condition Factor. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Blackwell Scientific Publications, IB P Handbook No. 3. Third Edition. pp. 101-136.
- Gauldie, R.W. (1993) Polymorphic crystalline structure of fish otoliths. *Journal of Morphology*, 218, 1-28. <https://doi.org/10.1002/jmor.1052180102>
- Gauldie, R.W., Sharma, S.K., Volk, E. (1997) Micro-Raman spectral study of vaterite and aragonite otoliths of the coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, A 118, 753-57.
- Gerking, S.D. (1994) *Feeding Ecology of Fish*. San Diego, CA, Academic Press.
- GFCM. *Recommendation GFCM/44/2021/2 on the Establishment of a Fisheries Restricted Area in the Jabuka/Pomo Pit in the Adriatic Sea (Geographical Subarea 17), Amending Recommendation*; GFCM: Roma, Italy, 2021.
- Gibson, R.N. (2005) *Flatfishes: biology and exploitation*. Fish & Aquatic Resources Series 9. Blackwell Science, Oxford.

- Gillanders, B. M., & Munro, A. R. (2003) Analysis of fish otoliths for trace elements: A review. *Marine and Freshwater Research*, 54(6), 705-712.
- Gillanders, B. M., & Kingsford, M. J. (2002) Elemental fingerprints of otoliths of fish may distinguish estuarine 'nursery' habitats. *Marine Ecology Progress Series*, 240, 237-246
- Gillikin, D.P., Wanamaker, A.D., Andrus, C.F.T. (2019) Chemical sclerochronology. *Chemical Geology*, 526. [doi:10.1016/j.chemgeo.2019.06.016](https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2019.06.016)
- Ginsburg, I. (1952) Flounders of the genus *Paralichthys* and related genera in American waters. *Fishery Bulletin*, 52, 267-351.
- Girden, E. R. (1992) *ANOVA: Repeated measures*. Sage, 84 pp.
- Gramolini, R., Mannini, P., Milone, N., Zeuli, V. (2005) AdriaMed Trawl Survey Information System (ATrIS): User Manual. GCP/RER/010/ITA/TD-17 (AdriaMed Technical Documents 17). FAO, Termoli
- Green, R.H. (1979) *Sampling Design and Statistical Methods for Environmental Biologists*. John Wiley and Sons, Toronto
- Green, B.C., Smith, D.J., Earley, S.E., Hepburn, L.J., Underwood, G.J.C. (2009) Seasonal changes in community composition and trophic structure of fish populations of five salt marshes along the Essex coastline, United Kingdom. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 85, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2009.08.008>
- Grier, H.J. (1981) Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. *American Zoology*, 21, 345-357.
- Grier, H.J., & Uribe-Aranzábal, M.C. (2009) The testis and spermatogenesis in teleosts. U B.G.M. Jameson (ed.). *Reproductive biology and phylogeny of fish (agnathans and bony fishes)* Science Publishers. Vol. 8A (pp. 119-142) Enfieldm New Hampshire. .
- Gudger, E.W. (1935) Abnormalities in flatfishes (Heterosomata). Reversal of sides a comparative study of the known data. *Journal of morphology*, 58, 1-39. <https://doi.org/10.1002/jmor.1050580102>
- Gudger, E. W. (1936). A reversed almost wholly ambicolorate summer flounder, *Paralichthys dentatus*. *American Museum Novitates*, 896, 1-5.
- Gulland, J.A. (1971) The fish resources of the ocean. Fishing New Books. England, pp. 255.
- Guraya, S. (1986) *The cell and molecular biology of fish oogenesis*. Monographs in Developmental Biology, Vol. 18, S Karger Pub. New York, pp. 1-262.

- Guraya, S. (1994) Gonadal development and production of gametes in fish. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, B60, 15-32.
- Gutiérrez-Estrada, J.C., Pulido-Calvo, I., Prenda, J. (2000) Gonadosomatic index estimates of an introduced pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*) population in a Mediterranean stream, using computational neural networks. *Aquatic Science*, 62, 350- 363.
- Helfman, G. S. (1978) Patterns of community structure in fish: summary and overview. *Environmental Biology and Fish*, 3, 129-148.
- Hismayasari, I.B., Marhendra, A.P.W., Saidin, S.R., Supriyadi, S.D. (2015) Gonadosomatic index (GSI), hepatosomatic index (HSI) and proportion of oocytes stadia as an indicator of rainbowfish *Melanotaenia boesemani* spawning season. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(5): 359-362.
- Hollander, M. & Wolfe, D.A. (1973) Nonparametric Statistical Methods. New York: Wiley.
- Holden M.J. & Raitt F.S. (1974) *Manual of fisheries science Part 2 - Methods of resource investigations and their application*. FAO, Rome.
- Hubbs, C. L., & Kuronuma, K. (1942) Hybridization in nature between two genera of flounders in Japan. *Papers of the Michigan Academy of Science, Arts and Letters*, 27, 267-306.
- Hunter, J.R., & B. Macewicz. (1985) Rates of atresia in the ovary of captive and wild northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fisheries Bulletin*, 83, 119-136.
- Hunter, J.R., Lo, N.C.H., Leong, R., Macewicz, B. (1985b) Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: Lasker, R. (ed.). *An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS, 36: 67-78.
- Hureau, J.C. (1970) Biologie comparée de quelques Poissons antarctiques (Nototheniidae). *Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco*, 68, 1-244.
- Hussy, K., Mosegaard, H., Jessen, F. (2004) Effect of age and temperature on amino acid composition and the content of different protein types of juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*) otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(6), 1012-1020. <https://doi.org/10.1139/f04-037>
- Ilkyaz, A.T., Metin, G., Soykan, O., Kinacigil, H.T. (2017) Age, growth, and reproduction of Mediterranean sculdfish, *Arnoglossus laterna* (Actinopterygii: Pleuronectiformes:

- Bothidae), in the east-central Aegean Sea. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 47(1): 53-61. [doi: 10.3750/AIEP/02051](https://doi.org/10.3750/AIEP/02051)
- Innal, D. (2010) Population structures and some growth properties of three Cyprinid species [*Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758); *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758) and *Alburnus escherichii* (Steindachner, 1897)] living in Camkoru Pond (Ankara, Turkey). *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Kafkas*, 16 (Suppl.), 297-304.
- Jardas, I., Pallaoro, A., Vrgoč, N., Jukić Peladić, S., Dadić, V. (2008) Uvod. U: Crvena knjiga morskih riba Hrvatske. Ed. I. Jardas, Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska, Zagreb, pp. 14-53.
- Jessop, B.M., Cairns, D.K., Thibault, I., Tzeng, W.N. (2008) Life history of American eel *Anguilla rostrata*: new insights from otolith microchemistry. *Aquatic Biology*, 1, 205-16. <https://doi.org/10.3354/ab00018>
- Jisr, N., Younes, G., Sukhn, C., El-Dakdouki, M.H. (2018) Length-weight relationships and relative condition factor of fish inhabiting the marine area of the Eastern Mediterranean city, Tripoli-Lebanon. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 44, 299-305.
- Jónsson, G. (1966) Contribution to the biology of the dab (*Limanda limanda* L.) in Icelandic waters. *Rit Fiskideildar*, 4, 3-35.
- Kalish, J.M. (1989) Otolith chemistry: Validation of the effects of physiology, age and environment on otolith composition. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 132, 151-178. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(89\)90126-3](https://doi.org/10.1016/0022-0981(89)90126-3)
- King, M. (1995) *Population Dynamics. In Fisheries Biology, Assessment and Management*. Fishing News Books, Oxford, pp. 103-120.
- Kirinčić, M., Števcic, Z. (2008) Fauna of the Adriatic decapod crustaceans (Crustacea: Decapoda) – status and outlook. *Natura Croatica*, 17(2), pp. 131-139.
- Kramer, D. E., Barss, W. H., Paust, B. C., Bracken, B. E. (1995). Guide to Northeast Pacific flatfishes: Families Bothidae, Cynoglossidae, and Pleuronectidae. *Marine Advisory Bulletin* 47 , p. 104. Fairbanks, AK: Alaska Sea Grant College Program, University of Alaska.
- Krstulović Šifner, S., & Vrgoč, N. (2009) Reproductive cycle and sexual maturation of the musky octopus *Eledone moschata* (Cephalopoda: Octopodidae) in the northern and central Adriatic Sea. *Scientia Marina*, 73(3), 439-447. [doi: 10.3989/scimar.2009.73n3439](https://doi.org/10.3989/scimar.2009.73n3439)

- Laevast, T. (1965) Section 4. Research of fish stocks. In *Manual of Methods in Fisheries Biology*; FAO Manual on Fishery Science; FAO: Rome, Italy, Vol. 1, pp. 1–20.
- Landa, J., Pineiro, C., Perez, N. (1996) Megrim (*Lepidorhombus whiffiagonis*) growth patterns in the northeast Atlantic. *Fisheries Research*, 26: 279-294.
- Landa, J., & Perez, N. (1997) Ageing ‘on sight’ of four spot megrim, *Lepidorhombus boscii* (Risso) otoliths and their validation. *Fisheries research*, 30, 27-31. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(97\)00003-9](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(97)00003-9)
- Landa, J., & Pineiro, C. (2000) Megrim (*Lepidorhombus whiffiagonis*) growth in the North-eastern Atlantic based on backcalculation of otolith rings. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 1077-1090.
- Landa, J., Perez, N., Pineiro, C. (2002) Growth patterns of the four spot megrim (*Lepidorhombus boscii*) in the northeast Atlantic. *Fisheries Research*, 55, 141-152. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(01\)00302-2](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00302-2)
- Landa, J., & Fontenla, J. (2016) Age and growth of four spot megrim (*Lepidorhombus boscii*) in northern Iberian waters corroborated by cohort tracking. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 179, 181-188. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.01.010>
- Landa, J., & Hernandez, C. (2020) Age estimation, corroboration and back-calculation of four-spot megrim (*Lepidorhombus boscii*) on the Porcupine Bank using otoliths. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 243, 106890. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106890>
- Le Cren, E. D. (1951) The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20: 201-219.
- Lenhardt, M., Jarić, I., Cakić, P., Cvijanović, G., Gačić, Z., Kolarević, J. (2009) Seasonal changes in condition, hepatosomatic index and parasitism in sterlet (*Acipenser ruthenus* L.). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 33(3):209-14.
- Lopez Veiga, E.C., Labrata, E., Alonso Allende, J.M., Perezganaras, G., Tournon J. (1976) Distribucion y abundancia de especies bentonicas de Galicia. Resultados de la campaña Galicia I (septiembre 1974). *Res. Exp. Cient. BIO Comide.*, 5, 31-75.
- Long, K., Stern, N., Williams, I.S., Kinsley, L., Wood, R., Sporcic, K., Fallon, S., Kokkonen, H., Moffat, I., Grün, R. (2014) Fish otolith geochemistry, environmental conditions and human occupation at Lake Mungo, Australia. *Quaternary Science Reviews*, 88, 82-95. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.01.012>

- Lozán, J.L. (1992) Sexual differences in food intake, digestive tract size, and growth performance of the dab, *Limanda limanda* L. *Netherlands Journal of Sea Research*, 29, 223-227. [https://doi.org/10.1016/0077-7579\(92\)90022-7](https://doi.org/10.1016/0077-7579(92)90022-7)
- Ludsin, S. A., Fryer, B. J., Gagnon, J. E. (2006) Comparison of solution-based versus laser ablation– inductively coupled plasma mass spectrometry for analysis of larval fish otolith microchemical composition. *Transactions of the American Fisheries Society*, 135, 218-231. <https://doi.org/10.1577/T04-165.1>
- Luckenbach, J., Iliev, D., Goetz, F., Swanson, P. (2008) Identification of differentially expressed ovarian genes during primary and early secondary oocyte growth in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Journal of Reproductive Biology and Endocrinology*, 6, 2-16. <https://doi.org/10.1186/1477-7827-6-2>
- Ma, T., Kuroki, M., Miller, M.J., Ishida, R., Tsukamoto, K. (2008) Morphology and microchemistry of abnormal otoliths in the ayu, *Plecoglossus altivelis*. *Environmental Biology of Fishes*, 83, 155-67.
- Macdonald, P. (2013) A rare occurrence of reversal in the common megrim *Lepidorhombus whiffiagonis* (Pleuronectiformes: Scophthalmidae) in the northern North Sea. *Journal of Fish Biology*, 83, 691-694. <https://doi.org/10.1111/jfb.12204>
- Macpherson, E., & Duarce, C.M. (1991). Bathymetric trends in demersal fish size: is there a general relationship? *Marine Ecology Progress Series*, 71, 103-112.
- McEachram, J.D., & Fechhelm, J.D. (1998) *Fishes of the Gulf of Mexico*, University of Texas Press, Vol.2, pp.1014
- Mannini, P., Reale, B., Righini, P. (1990) Osservazioni sulla biologia e la pesca di *Lepidorhombus bosci* (Risso) (Osteichthyes, Schophthalmidae) nel Tirreno settentrionale. *Oebalia*, 16(1), 245-255.
- Matallanas, J. (1982) Estudio del regimen alimentario de *Lampanyctus crodilus* (Risso, 1810) (Pisces, Myctophidae) en las costas catalanas (Med. occid.). *Téthys*, 10, 254-260.
- Matheron, G. (1971) *The Theory of Regionalized Variables and Its Applications*. Les Cahiers du Centre de Morphologie Mathematique in Fontainebleu, Paris, pp. 1-110.
- Matić-Skoko, S., Kraljević, M., Dulčić, J., Jardas, I. (2007) Age, growth, maturity, mortality, and yield-per-recruit for annular sea bream (*Diplodus annularis* L.) from the eastern middle

- Adriatic Sea. *Journal Applied Ichthyology*, 23 (2), 152-157.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00816.x>
- Mendes, B., Fonseca, P., Campos, A. (2004) Weight–length relationships for 46 fish species of the Portuguese west coast. *Journal of Applied Ichthyology*, 20, 355-361.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2004.00559.x>
- Mendoza, R.R. (2006) Otoliths and their applications in fishery science. *Ribarstvo* 64, 89-102.
<https://hrcak.srce.hr/8984>
- Mommsen, T.P. (1998) *Growth and metabolism*. In: Evans, D.H. (Ed.), *The Physiology of Fishes*. CRC Press, New York, pp. 65-97.
- Monterio, P., Bentes, L., Coelho, R., Correia, C., Goncalves, C. (2006) Age and growth, mortality, reproduction and relative yield per recruit of the bogue, *Boops boops* Linne, 1758 (Sparidae), from the Algarve (South of Portugal) longline fishery. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(5), 345-352.
- Morey, G., Moranta, J., Massuti, E., Grau, A., Linde, M., Riera, F., Morales-Nin, B. (2003) Weight–length relationships of littoral to lower slope fishes from the Western Mediterranean. *Fisheries Research*, 62, 89-9. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(02\)00250-3](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(02)00250-3)
- Morte, S., Redon, M. J., Sanz-Brau, A. (1999) Feeding ecology of two megrims *Lepidorhombus boscii* and *Lepidorhombus whiffiagonis* in the western Mediterranean (Gulf of Valencia, Spain). *Journal of Marine Biology Association of United Kingdom*, 79, 161-169.
- Mugiya, Y. (1972) On aberrant sagittas of teleostean fishes. *Japanese Journal of Ichthyology*, 19, 11-14.
- Nikolić, T., AntoniĆ, O., Alegro, A. L., Dobrović, I., Bogdanović, S., Liber, Z., Rešetnik, I. (2008) Plant species diversity of Adriatic islands: An introductory survey. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 142:3, 435-445.
- Nikolski, G. V. (1969) *Theory of fish population dynamics*. Oliver & Boyd, Edimburg. 323 pp.
- Norman, J. R. (1934) *A Systematic Monograph of the Flatfishes (Heterosomata)*. Vol. 1, Psettodidae, Bothidae, Pleuronectidae, p. 459. London: British Museum (Nat. Hist.).
- Odeh, R. E., & Evans, J. O. (1974) Algorithm AS 70: Percentage Points of the Normal Distribution. *Applied Statistics*, 23, 96-97. [doi:10.2307/2347061](https://doi.org/10.2307/2347061)

Odluka o proglašenju isključivog gospodarskog pojasa Republike Hrvatske u Jadranskom moru, NN 10/2021.

Oxman, D.S., Barnett-Johnson, R., Smith, M.E., Coffin, A., Miller, D.L., Josephson, R., Popper, A.N. (2007) The effect of vaterite deposition on sound reception, otolith morphology, and inner ear sensory epithelia in hatchery-reared Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 64, 1469-78. <https://doi.org/10.1139/f07-106>

Ozaydin, O., Bilecenoglu, M., Kaya, M. (2000) Age and growth of the Curled Picarel *Centracanthus cirrus* Rafinesque, 1810 (Osteichthyes: Centracanthidae) in Northern Cyprus, Eastern Mediterranean Sea. *Acta Adriatica*, 41(2), 35-42.

Pallaoro, A., & Jardas, I. (1991) Food and feeding habits of black scorpionfish (*Scorpaena porcus* L. 1758) (Pisces, Scorpaenidae) along the Adriatic coast. *Acta Adriatica*. 32, 885-898.

Pallaoro, A. (1996) Dinamika populacije, ribarstveni značaj i zaštita ušate, *Oblada melanura* L. duž istočne obale Jadranskog mora. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 206 pp.

Palmork, K.H., Taylor, M.E.U., Coates, R. (1963) The crystal structure of aberrant otoliths. *Acta Chemica Scandinavica*, 17, 1457-58.

Pannella, G. (1971) Fish otoliths. Growth layers and periodical patterns. *Science*, 173, 1124-1127. doi.org/10.1126/science.173.4002.1124

Papaconstantinou, C., Polito, C.Y., Caragitsou, K.I., Stergiou, K.I., Mytilineou, C.H., Vassipoulou, V., Fourtouni, A., Karkani, M., Kavadas, S., Petrakis, G., Siapatis, A., Chatziinikolaou, P., Giagnisi, M. (1994) *Investigation of the abundance and distribution of demersal stocks of primary importance to the Greek fishery in the North Aegean Sea*. Final Report, contract number no. MA-1-90, National Centre for Marine Research (Greece), Institute of Zoology and Comparative Anatomy, University of Bari (Italy), 418 pp.

Papasotiropoulos, V., Klossa-Kilia, E., Kiliass, G., Alahiotis, S. (2002) Genetic divergence and phylogenetic relationships in grey mullets (Teleostei: Mugilidae) based on PCR-RFLP analysis of mtDNA segments. *Biochemical Genetics*, 40, 71-86.

- Pauly, D. (1980) On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *ICES Journal of Marine Science*, 39(2), 175-192. <https://doi.org/10.1093/icesjms/39.2.175>
- Peharda, M., Schöne, B.R., Limburg, K.E. (2020) Sclerochronological research: Opportunities and challenges. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 246: 107012.
- Petrakis, G., & Stergiou, K.I. (1997) Size selectivity of diamond and square mesh codends for four commercial Mediterranean fish species. *ICES Journal of Marine Science*, 54, 13-23. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1996.0172>
- Pinkas, L., Oliphant, M.S., Iversen, I.L.K. (1971) Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fishery Bulletin*, 152, 1-105.
- Pitt, T.K. (1973) Food of the American plaice (*Hippoglossoides platessoides*) from the Grand Bank, Newfoundland. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 30, 1261-1273. <https://doi.org/10.1139/f73-206>
- Platell, M.E., & Potter, I.C. (1998) Distributions, size compositions and diets of two abundant benthic ambush-feeding teleosts in coastal waters of south-western Australia. *Journal of Marine Biological Association of United Kingdom*, 78, 587-608. <https://doi.org/10.1017/S0025315400041643>
- Popper, A.N., & Lu, Z. (2000) Structure–function relationships in fish otolith organs. *Fisheries Research*, 46, 15-25. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(00\)00129-6](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(00)00129-6)
- Pravilnik o granicama u ribolovnom moru Republike Hrvatske, NN 5/2011.
- R Core Team (2020) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Radović, J. (1999) *Pregled stanja biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske sa strategijom i akcijskim planovima zaštite*. Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, Zagreb
- Ramos, M.A. (1986) *Contribuição para o conhecimento da ultraestrutura do oócito e do funcionamento da gónada da dourada (Sparus aurata L., Pisces, Perciformes)*. Dissertação apresentada no INIP para acesso à categoria de Investigador Auxiliar. 123 pp. [in Portuguese]
- Reimer, T., Dempster, T., Warren-Myers, F., Jensen, A.J., Swearer, S.E. (2016) High prevalence of vaterite in sagittal otoliths causes hearing impairment in farmed fish. *Scientific Reports*, 6: e25249. pp. 8. <https://doi: 10.1038/srep25249>

- Ricker, W.E. (1975) Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191, 1-382.
- Rideout, R.M., Burton, M.P.M. & G.A. Rose. (2000) Observation on mass atresia and skipped spawning in northern *Atlantic cod*, from Smith Sound, Newfoundland. *Journal of fish biology*, 57, 1429-1440. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb02222.x>
- Robson, S.M., King, P.A., Hannan, J., McGrath, D. (2000) *Age and Growth of a Sample of Four-Spot Megrim, Lepidorhombus boscii, from off the West Coast of Ireland*. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, Vol. 100B, No.3, pp. 143-148.
- Robson, S.M. (2004) *Age, growth, reproductive biology and population dynamics of the common megrim Lepidorhombus whiffiagonis (Walbaum, 1792) from off the west coast of Ireland*. Unpublished thesis (Doctor of Philosophy in Fisheries Biology), Galway-Mayo Institute of Technology
- Robson, S.M., King, P.A., McGrath, D. (2005) The Morphometric and Meristic Characteristics of Common Megrim *Lepidorhombus whiffiagonis* and Four-Spot Megrim *Lepidorhombus boscii* from off the West Coast of Ireland. *The Irish Naturalists' Journal*, Vol. 28, No. 3, pp. 116-119.
- Rogers, T.A., Fowler, A.J., Steer, M.A., Gillanders, B.M. (2019) Spatial connectivity during the early life history of a temperate marine fish inferred from otolith microstructure and geochemistry. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 227, 106342. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106342>
- Rose, G. A., & Leggett, W. C. (1989) Interactive effects of geophysically-forced sea temperatures and prey abundance on mesoscale coastal distributions of a marine predator, Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46, 1904-1913. <https://doi.org/10.1139/f89-240>
- Rossechi, E., & Nouaze, Y. (1987) Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 49, 111-123.
- Rosenzweig, M.L. (1991). Habitat selection and population interactions : the search for mechanism. *American Naturalist*, 137, S5-S28.

- Sadeghi, R., Esmaeili, H.R., Zarei, F., Reichenbacher, B. (2020) Population structure of the ornate goby, *Istigobius ornatus* (Teleostei: Gobiidae), in the Persian Gulf and Oman Sea as determined by otolith shape variation using ShapeR. *Environmental Biology of Fishes*, 103, 1217-1230.
- Sadekov, A., Eggins, S.M., De Deckker, P. (2005) Characterization of Mg/Ca distributions in planktonic foraminifera species by electron microprobe mapping. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 6.
- Sanchez, F., & Olaso, I. (1987) *Results of the bottom-trawl survey "Cantabrico 86" made in ICES Division VIIIc*. ICES CM. 1987iG:20, 16 pp.
- Sanchez, F., Perez, N., Landa, J. (1998) Distribution and abundance of megrim (*Lepidorhombus boscii* and *Lepidorhombus whiffiagonis*) on the northern Spanish shelf, *ICES Journal of Marine Science*, 55, 494-514. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1997.0279>
- Santos, P.T. (1994) Growth and reproduction of the population of the four-spot megrim (*Lepidorhombus boscii* Risso) off the Portuguese coast. *Netherlands Journal of Sea Research*, 32(3/4), 379-383. [https://doi.org/10.1016/0077-7579\(94\)90015-9](https://doi.org/10.1016/0077-7579(94)90015-9)
- Santos, P.T. (1995) Growth, mortality and maturation of *Lepidorhombus boscii* in Portuguese waters, Demersal Fish Committee CM 1995/G, 38
- Sartor, P., & de Ranieri, E. (1996) Food and feeding habits of *Lepidorhombus boscii* (Pisces, Scophtalmidae) in the Southern Tuscan Archipelago, Tyrrhenian Sea. *Vie Milieu*, 46(1), 57-64.
- Sartor, P., Sbrana, M., Ungaro, N., Marano, C.A., Piccinetti, C., Manfrin, G.P. (2002) Distribution and abundance of *Citharus linguatula*, *Lepidorhombus boscii* and *Solea vulgaris* (Osteichthyes:Pleuronectiformes) in the Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 66(2), 83-102. <https://doi.org/10.3989/scimar.2002.66s283>
- Secor, D.H., & Rooker, J.R. (2000) Is otolith strontium a useful scalar of life-cycles in estuarine fishes. *Fisheries Research*, 46, 359-371.
- Shapiro, S.S. & Wilk, M.B. (1965) An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, 52, 591-611. <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>

- Silva, A., & Azevedo, M. (1994) Abundance and distribution of mergims *Lepidorhombus boscii* and *L.whiffiagonis*, in ICES DIVISION IXa (Portuguese waters), International Council for the Exploration of the Sea, C.M.1994/G:21, Demersal Committee
- Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C., Popper, A.N. (2010) A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in Ecology & Evolution*, 25, 419-27.
- Souplet, A. (1996) Definition des estimateurs. U: Bertrand J (ed) Campagne internationale de chalutage demersal en Mediterranee, Vol. 3, Indices de biomasse et distributions en tailles Etude 94/047 IFREMER/CE 94/011 IEO/CE 94/057SIBM/CE 94/051 NCMR/CE.
- Sparre, P., & Venema, S.C. (1998) *Introduction to tropical fish stock assessment*, Part I Manual. FAO Fisheries Technical Paper, 306, 1.
- Stergiou, K.I., & Politou, C.Y. (1995) Biological parameters, body length-weight and length-height relationships for various species in Greek waters. *Naga*, 18 (2), 42-45.
- Stransky, C., Murta, A.G., Schlickeisen, J., Zimmermann, C. (2008) Otolith shape analysis as a tool for stock separation of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Northeast Atlantic and Mediterranean. *Fisheries Research*, 89, 159-166.
- Swain, D.P. (1993) Age and density-dependent bathymetric pattern of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50, 1255-1264. <https://doi.org/10.1139/f93-142>
- Sweeting, R.M., Beamish, R.J., Neville, C.M. (2004) Crystalline otoliths in teleosts: comparisons between hatchery and wild coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) in the Strait of Georgia. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14, 361-69. <https://doi.org/10.1007/s11160-005-3793-3>
- Szczyglinska, A. (1983) Variability of taxonomic features in some perch (*Perca fluviatilis* L.) populations from freshwater reservoirs of northern Poland. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 13, 39-59.
- Šantić, M., Jardas, I., Pallaoro, A. (2002) Age, growth and mortality rate of horse mackerel *Trachurus trachurus* (L.) living in the eastern Adriatic. *Periodicum Biologorum*, 104(2), 165-173.
- Šoljan, T. (1948) *Ribe Jadrana*. Nakladni zavod Hrvatske. Zagreb, pp. 21-22.

- Taylan, B., & Uluturk, E. (2017) Determination of fecundity in the four-spot megrim *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) (Pisces: Scophthalmidae) from the Aegean Sea. *Cahiers de Biologie Marine*, 58, 213-217.
- Taylor, C. C. (1958) Cod growth and temperature. *Journal du Conseil*, 23, 366-370. <https://doi.org/10.1093/icesjms/23.3.366>
- Teodósio, M.A., Paris, C.B., Wolanski, E., Morais, P. (2016) Biophysical processes leading to the ingress of temperate fish larvae into estuarine nursery areas: A review. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 183, 187-202.
- Teixeira, C.M., Batisat, M.I., Cabral, H.N. (2010) Diet, growth and reproduction of four flatfishes on the Portuguese coast. *Scientia Marina*, 74 (2) 223-233. [doi: 10.3989/scimar.2010.74n2223](https://doi.org/10.3989/scimar.2010.74n2223)
- Tešić, M. (1968) *Vojnopomorska geografija* DSNO. Mornarička uprava, Split
- Tyler, C.R., & Sumpter, J.P. (1996). Oocyte growth and development in teleosts. *Review in Fish and Biology Fisheries* 6, 287–318 <https://doi.org/10.1007/BF00122584>
- Tyler, A.Y. (1971) Monthly changes in stomach contents of demersal fishes in Passamaquoddy Bay (N.B.). *Fisheries Research*. Board Can. Techn. Pap. 288, 114 pp.
- Tomás, J., Geffen, A.J., Allen, I.S., Berges, J. (2004) Analysis of the soluble matrix of vaterite otoliths of juvenile herring (*Clupea harengus*): do crystalline otoliths have less protein. *Comparative Biochemistry and Physiology*, A139, 301-308. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2004.09.013>
- Tsagarakis, K., Basusta, A., Basusta, N., Biandolino, F., Bostanci, D., Buz, K., Djodjo, Z., Dulčić, J., Gokoglu, M., Gucu, A., Machias, A., Maravelias, C., Ozvarol, Y., Polat, N., Prato, E., Yedier, S., Vasilakopoulos, P. (2015). New Fisheries-related data from the Mediterranean Sea (October 2015). *Mediterranean Marine Science*, 16(3), 703-713.
- Tuset, V.M., Lombarte, A., Assis, C.A. (2008) Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72, 7-198. <https://doi.org/10.3989/scimar.2008.72s17>
- Tzeng, W.N., Chang, C.W., Wang, C.H., Shiao, J.C., Iizuka, Y., Yang, Y.J. (2007) Misidentification of the migratory history of anguillid eels by Sr/Ca ratios of vaterite otoliths. *Marine Ecology Progress Series*, 348, 285-95.

- Ulutürk, E., Akalın, S., Tunka-Eronat, E.G., Özaydın, O., Tosunoğlu, Z. (2016) Some biological aspects of Spotted Flounder *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758) in Izmir Bay (Aegean Sea). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(1): 1-6. [https://doi:10.12714/egejfas.2016.33.1.01](https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.1.01)
- Ungaro, N., & Martino. M. (1998) *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810): biologia della specie e demografia della popolazione suifondi strascicabili dell'adriatico pugliese. *Biologia marina Mediterranea*, 5 (2), 192-200.
- Ugrin, N., Škeljo, F., Ferri, J., Krstulović Šifner, S. (2021) Use of the otolith morphology and morphometry for species discrimination of mergims *Lepidorhombus spp.* in the central eastern Adriatic Sea, *Journal of Marine Biology Association of United Kingdom*, 101, 735-741. <https://doi.org/10.1017/S0025315421000564>
- Ugrin, N., & Krstulović Šifner, S. (2022) A rare occurrence of reversal in the four-spotted mergim *Lepidorhombus boscii* (Risso 1810) (Pleuronectiformes: Scophthalmidae) in the Central Adriatic Sea, *Journal of Fish Biology*, 101(5), 1358-1360. <https://doi.org/10.1111/jfb.15177>
- Ugrin, N., Paladin, A., Krstulović Šifner, S. (2023) Fecundity, Length at First Sexual Maturity and Gonadal Development of *Lepidorhombus boscii* in the Eastern Adriatic Sea, *Biology*, 12(1), 131, 15. <https://doi.org/10.3390/biology12010131>
- Vassilopoulou, V., & Papaconstantinou, C. (1992) A priliminary study of the biology of the spotted flounder, in the North Aegean Sea. *The Mediterranean Science Commission*, 33.
- Vassilopoulou, V. (1993) Orientation anomalies (reversal) of the four-spotted megrim (*Lepidorhombus boscii*) in the Aegean Sea. *Journal of Fish Biology*, 45, 165-166. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1994.tb01294.x>
- Vassilopoulou, V., & Ondrias, I. (1999) Age and growth of the four-spotted megrim (*Lepidorhombus boscii*) in eastern Mediterranean waters. *Journal of Marine Biology Association of United Kingdom*, 79, 171-178. <https://doi.org/10.1017/S0025315498000198>
- Vassilopoulou, V. (2000) Abundance and distribution of four-spotted megrim (*Lepidorhombus boscii*) in the Aegean Sea, *Belgian Journal of Zoology*, 130 (Supplement 1), 81-85.

- Vassilopoulou, V. (2006) Dietary habits of the deep- sea flatfish *Lepidorhombus boscii* in north-eastern Mediterranean waters. *Journal of Fish Biology*, 69, 1202-1220.
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2006.01199.x>
- Vassilopoulou, V., & Haralabous, J. (2008) Effects of sexual maturity and feeding on condition of a deep-sea flatfish, *Lepidorhombus boscii*, in north-eastern Mediterranean waters, *Journal of Natural History*. 42(5-8), 695-720.
<https://doi.org/10.1080/00222930701835647>
- Vicentini, R.N., & Araújo, F.G. (2003) Sex ratio and size structure of *Micropogoni asfurnieri* (Desmarest, 1823) (Perciformes, Sciaenidae) in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro. *Brazilian Journal of Biology*, 63(4), 13 pp.
- Walsh, S.J., & Hickey, W.M. (1993) Behavioural reactions of demersal fish to bottom trawls at various light conditions. *ICES Marine Science Symposium*, 196, 68-76.
- Weatherley, A.H., Gill, H. S., Casselman, J. M. (1987) *The biology of fish growth*. Academic Press. London, 443 pp.
- Wootton, R.J. (1985) Energetics of reproduction. In: Tytler P, Calow P, editors. Fish energetics: new perspectives. Baltimore (MD): *Johns Hopkins University Press*. pp. 231-254.
- Wootton, R.J. (1998) Feeding. pp. 27-62. In. R.J. Wootton (2nd ed.) *Ecology of Teleost Fishes*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Wienerroither, R., Bjelland, O., Jensen, G., Sveistrup, A.K. (2019) Teleostei, Scopthalmidae: four-spot megrim spotted in Norwegian waters. *Fauna norvegica*, 39, 26-29.
<https://doi.org/10.5324/fn.v39i0.2872>
- Yamamoto, K. (1956) Studies on the formation of fish eggs. Annual cycle in the development of the ovarian eggs in the flounder, *Liopsetta obscura*. *Journal of the Faculty of the Science*, Hokkaido University, ser.VI Zool., 12, 362-373.
- Young, F.W., Takane, Y., Lewycky, R. (1978) ALSCAL: A nonmetric multidimensional scaling program with several individual-differences options. *Behavior Research Methods*. 10:451-453.
- Zander, C.D. (1982) Feeding ecology of littoral gobiid and blennoid fish of the Banyuls area (Mediterranean Sea). I. Main Food and trophic dimensions of niche and ecotope. *Vie et Milieu*, 32, 10-20.
- Zhan, B.Y. (1995) *Fishery resources assessment*. China Agriculture Press, Beijing. (in Chinese).

- Zar, J.H. (1999) *Biostatistical Analysis*. 4th Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Zavatarelli, M., Raicich, F., Bregant, D., Russo, A., Artegiani, A. (1998) Climatological biogeochemical characteristics of the Adriatic Sea. *Journal of Marine Systems*, 18, 227-263.
- Zore-Armanda, M. (1967) *On seasonal changes of surface water circulation in the Adriatic Sea*. Hidrografski godišnjak, Split.
- Zore-Armanda, M., & Gačić, M. (1987) Effects of bura on the circulation in the North Adriatic, *Annales Geophysicae*, 5, 93-102.
- Zore-Armanda, M. (1991) Natural characteristics and climatic changes of the Adriatic Sea, *Acta Adriatica*, 32(2), 567-587.
- Županović, S., & Jardas, I. (1986) A contribution to the study of biology and population dynamics of the Adriatic hake, *Merluccius merluccius* (L.). *Acta Adriatica*, 27, 97-146.

7. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 4. prosinca 1993. godine u Rijeci, gdje sam završila osnovnu školu i opću gimnaziju. Diplomirala sam 2018. godine na Sveučilišnom odjelu za studije mora, Sveučilišta u Splitu s temom “Procjena starosti patarača u istočnom Jadranu na temelju morfologije i morfometrije otolita”. Dobitnica sam rektorove nagrade za izvrsnost. Poslijediplomski sveučilišni doktorski studij Primijenjene znanosti o moru pri Sveučilištu u Splitu upisala sam 2019. godine. Od listopada 2019. do rujna 2021. godine bila sam zaposlena kao asistentica na dvama projektima (AdSWiM- Upravljanje korištenje pročišćenih komunalnih otpadnih voda radi kvalitete Jadranskog mora, CAAT- Razvoj tehnologije za procjenu autopurifikacijskih sposobnosti priobalnih voda) na Katedri za privrednu hidrotehniku na Fakultetu građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu. Od lipnja 2022. do travnja 2023. bila sam zaposlena kao stručna suradnica na projektu „FishSAFE- Inovativne udice za parangale za povećanje selektivnosti te smanjenje neželjenog/nedoraslog ulova“ pri Sveučilišnom odjelu za studije mora. Od akademske godine 2022./ 2023., asistentica sam u naslovnom zvanju (područje prirodnih znanosti, polje biologija) na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Splitu te vodim praktikume iz kolegija “Osnove mikrobiologije” i “Specijalna mikrobiologija” na prijediplomskom i diplomskom studiju Biologije i kemije, a od akademske godine 2023./ 2024. vodim praktikume iz kolegija “Kralježnjaci”, “Animalna fiziologija”, “Modelni organizmi i istraživanja u biologiji” i “Alge i gljive” na prijediplomskom studiju Biologije.

Tijekom rada i školovanja na doktorskom studiju sudjelovala sam na radionicama First advance course on quantitative methods for ecosystem approach to fisheries applications u Veneciji od 1. do 6. srpnja 2019. godine, na Znanstvenoj školi o okolišu “Sveobuhvatni pristup istraživanju antropogenih pritisaka na okoliš” na Institutu Ruđer Bošković u Zagrebu od 7. do 10. prosinca 2021. godine te na Znanstvenoj školi o okolišu “Multidisciplinarni pristup istraživanju mikro- i nano- čestica u prirodnim sustavima” na Institutu Ruđer Bošković u Zagrebu od 22. do 25. studenog 2022. godine. Od studenog 2021. do veljače 2022. godine sudjelovala sam na usavršavanju i stjecanju znanja u Laboratoriju za zoologiju na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Splitu. Objavila sam pet znanstvenih radova te sudjelovala na šest međunarodnih skupova.

POPIS RADOVA

Znanstveni radovi objavljeni u CC časopisima

- Šegvić -Bubić, T., Žužul, I., Talijančić, I., **Ugrin, N.**, Lepen Pleić, I., Žuvić, L., Stagličić, N., Grubišić, L. (2020) Translocation and Aquaculture Impact on Genetic Diversity and Composition of Wild Self-Sustainable *Ostrea edulis* Populations in the Adriatic Sea. *Frontiers in Marine Sciences*, 7:84.
- Ugrin N.**, Ferri, J., Škeljo, F., Krstulović Šifner, S. (2021). Use of otolith morphology and morphometry for species discrimination of megrims *Lepidorhombus* spp. in the Central Eastern Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 101, 735-741.
- Ugrin, N.**, & Krstulović Šifner, S. (2022) A rare occurrence of reversal in the four-spotted mergim *Lepidorhombus boscii* (Risso 1810) (Pleuronectiformes: Scophthalmidae) in the Central Adriatic Sea. *Journal of Fish Biology*, 101(5), 1358-1360.
- Ugrin, N.**, Paladin, A., Krstulović Šifner, S. (2023) Fecundity, Length at First Sexual Maturity and Gonadal Development of *Lepidorhombus boscii* in the Eastern Adriatic Sea. *Biology*, 12(1), 131, 15.
- Paladin, A., **Ugrin, N.**, Matić-Skoko, S., Dragičević, B., Dulčić, J. (2023) Age, Growth, and Validation of Otolith Morphometrics as Predictors of Age in the Blackspot Seabream, *Pagellus bogaraveo*, (Brunnich, 1768) from the Eastern Adriatic Sea. *Fishes*. 8(6):301.

- Ugrin, N.** (2022) Seasonal changes of length-weight relationship and condition factor of four-spotted megrim *Lepidorhombus boscii* in Central Eastern Adriatic Sea. Knjiga sažetaka - Znanstvena škola o okolišu 2021: Sveobuhvatni pristup istraživanju antropogenih pritisaka na okoliš, Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Hrvatska, pp. 37-37.
- Ugrin, N., Škeljo, F., Ferri, J., Krstulović Šifner, S.** (2022) Primjena morfologije i morfometrije otolita za identifikaciju patarača *Lepidorhombus* spp. u srednjem istočnom dijelu Jadranskog mora. SiSB 2022: Knjiga sažetaka Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, pp. 78-78.
- Ugrin, N., Šantić, M., Krstulović Šifner, S.** (2022) Feeding habits of *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) from the eastern Adriatic Sea. 2nd Southeast European Ichthyological Conference, Book of Abstracts, Split: Institut za oceanografiju i ribarstvo, Supetar, Hrvatska, pp. 43-43 .
- Ugrin, N., Paladin, A., Krstulović Šifner, S.** (2022) Reproductive biology of four-spotted megrim *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) from the eastern Adriatic Sea. 2nd Southeast European Ichthyological Conference, Book of Abstracts, Split: Institut za oceanografiju i ribarstvo, Supetar, Hrvatska, pp. 42-42.
- Ugrin, N., Mitra, T., Carpentier, Y., Pirim, C., Salamon, K., Jakovljević, S., Vojković, M., Focsa, C., Krstulović Šifner, S.** (2022) Preliminary results on the chemical composition of the *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) otolith from the Adriatic Sea. Knjiga sažetaka- Znanstvena škola o okolišu 2022: Multidisciplinarni pristup istraživanju mikro- i nano- čestica u prirodnim sustavima, Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Hrvatska, pp. 11-11.
- Ugrin, N., & Krstulović Šifner, S.** (2023) Phenotypic characteristics of four-spotted megrim *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) in the eastern Adriatic Sea. 7th Faculty of science PhD student symposium: Book of abstracts, Faculty of Science, University of Zagreb, Croatia, pp. 138-138.