Biološko-ekološke značajke bežmeka Uranoscopus scaber Linnaeus, 1758. u južnom Jadranu

Sulić Šprem, Jadranka

Doctoral thesis / Disertacija

2019

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:226:086996

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of University Department of Marine Studies

SVEUČILIŠTE U SPLITU, SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA
SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO, SPLIT

Poslijediplomski sveučilišni studij Primijenjene znanosti o moru

Jadranka Sulić Šprem

BIOLOŠKO-EKOLOŠKE ZNAČAJKE BEŽMEKA *Uranoscopus scaber* LINNAEUS, 1758. U JUŽNOM JADRANU

Doktorski rad

Split, ožujak 2019.

SVEUČILIŠTE U SPLITU, SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA
SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO, SPLIT

Poslijediplomski sveučilišni studij Primijenjene znanosti o moru

Jadranka Sulić Šprem

BIOLOŠKO-EKOLOŠKE ZNAČAJKE BEŽMEKA *Uranoscopus scaber* LINNAEUS, 1758. U JUŽNOM JADRANU

Doktorski rad

Split, ožujak 2019.

Ova je disertacija izrađena na Sveučilištu u Dubrovniku, Odjelu za akvakulturu i u Prirodoslovnom muzeju Dubrovnik, pod vodstvom dr. sc. Valtera Kožula, u sklopu Međusveučilišnog poslijediplomskog doktorskog studija „Primijenjene znanosti o moru“ pri Sveučilištu u Splitu i Sveučilišta u Dubrovniku.

ZAHVALE

Na prvom mjestu se zahvaljujem dr. sc. Valteru Kožulu na mentorstvu i stručnom vodstvu tijekom studija. Hvala na nesebičnoj pomoći i brojnim savjetima tijekom pisanja ovog rada.

Zahvaljujem se članovima povjerenstva za ocjenu ovog doktorskog rada prof. dr. sc. Vlasti Bartulović, prof. dr. sc. Mati Šantiću i doc. dr. sc Tatjani Dobroslavić koji su svojim savjetima pridonijeli njegovom završnom obliku.

Posebno se zahvaljujem posadi kočarice „Orka“ i Đuru Kristi za pomoć pri prikupljanju uzoraka. Zahvaljujem se dr. sc. Nikši Glaviću i dr. sc. Nenadu Antoloviću na pomoći u određivanju vrsta kod prehrane bežmeka.

Zahvaljujem se svim svojim prijateljima i kolegama, a posebno Tatjani. Hvala joj na stvaranju poticajne radne sredine, prenošenju znanja i bezuvjetnoj podršci. Hvala na društvu, strpljenju i razumijevanju „When life gives you melons make melonade“.

Najveću zahvalnost želim izraziti svojoj obitelji. Beskrajno sam im zahvalna za vjeru u moj uspjeh, strpljenje, razumijevanje i ljubav.

Ovaj rad posvećujem mojim zvijezdama vodiljama, Luci i Antunu.

„A child can teach an adult three things: to be happy for no reason, to always be busy with something, and to know how to demand with all his might that which he desires“ P. Coelho

Jadranka

SADRŽAJ

1. UVOD 1

1.1. Svrha i ciljevi istraživanja 3

1.2. Pregled dosadašnjih istraživanja 4

2. MATERIJAL I METODE 6

2.1. Područje istraživanja i način ribolova 6

2.2. Obrada prikupljenih uzoraka bežmeka 7

2.3. Biometrijske analize i relativni rast 8

2.4. Duljinsko-maseni odnos 10

2.5. Indeks kondicije 11

2.6. Prehrana 11

2.7. Starost i rast 12

2.8. Razmnožavanje 13

2.9. Smrtnost 16

3. REZULTATI 17

3.1. Analiza sastava populacije bežmeka u južnom Jadranu 17

3.2. Biometrijske osobine populacije bežmeka i relativni rast 19

3.2.1. Morfometrijski odnosi bežmeka 19

3.2.2. Merističke osobine bežmeka 27

3.2.3. Relativni rast bežmeka 32

3.3. Duljinsko-maseni odnos bežmeka u južnom Jadranu 36

3.4. Indeks kondicije bežmeka u južnom Jadranu 40

3.5. Prehrana bežmeka u južnom Jadranu 44

3.6. Starost i rast bežmeka u južnom Jadranu 49

3.7. Razmnožavanje bežmeka u južnom Jadranu 53

3.7.1. Sazrijevanje bežmeka 53

3.7.2. Mriješćenje bežmeka 55

3.7.3. Histološka analiza gonada bežmeka 57

3.7.4. Fekunditet bežmeka 69

3.8. Smrtnost bežmeka u južnom Jadranu 72

4. RASPRAVA 74
5. ZAKLJUČCI 90
6. LITERATURA 92
7. ŽIVOTOPIS 99

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Splitu, Sveučilišni Odjel za studije mora
Sveučilište u Dubrovniku **Doktorski rad**
Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split
Poslijediplomski sveučilišni studij: Primijenjene znanosti o moru

Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Interdisciplinarne prirodne znanosti

BIOLOŠKO-EKOLOŠKE ZNAČAJKE BEŽMEKA *Uranoscopus scaber* LINNAEUS, 1758. U JUŽNOM JADRANU

Jadranka Sulić Šprem

Sveučilište u Dubrovniku, Odjel za akvakulturu; Prirodoslovni muzej Dubrovnik

Sažetak

Tijekom ovog istraživanja na području južnog Jadrana prikupljeno je ukupno 1279 jedinki bežmeka *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758. Raspon ukupnih duljina tijela jedinki bio je od 8,45 do 36,0 cm (18,12 ± 3,54 cm), a mase od 11,52 do 618,7 g (102,25 ± 59,27 g). Omjer ženki i mužjaka u uzorku iznosio je 1:0,82. Statistički značajne razlike zabilježene su u srednjim vrijednostima jedanaest mofometrijskih odnosa između ženki i mužjaka. Duljinsko-maseni rast bežmeka je izometrijski (b = 3,016), a srednja vrijednost indeksa kondicije iznosila je 1,541.
Intenzitet hranjenja najveći je u proljeće, a ribe su neophodna i glavna hrana tijekom godine. Starost bežmeka je određena očitavanjem otolita. Najstarija ženka imala je 8 godina, a najstariji mužjak 6 godina. Rast bežmeka je opisan von Bertalanffyjevim modelom rasta $L\infty$ = 48,93 cm, K = 0,12, t_0 = -1,6, R^2 = 0,94. Mužjaci bežmeka postaju spolno zreli (Lt = 12,19 cm) pri manjim ukupnim duljinama tijela nego ženke (Lt = 14,12 cm). Fekunditet je bio relativno nizak, a sezona mriještenja bežmeka u južnom Jadranu je od ožujka do listopada. Najveće srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa zabilježene su u svibnju za ženke i u lipnju za mužjake. Vrijednosti ribolovne smrtnosti (F = 0,411) su bile veće od vrijednosti prirodne smrtnosti (M = 0,128).

(102 stranice, 46 slika, 46 tablica, 102 literaturna navoda, jezik izvornika hrvatski)
Rad je pohranjen u Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu i Sveučilišnoj knjižnici u Splitu.

Ključne riječi: biometrija, Jadran, prehrana, rast, razmnožavanje, smrtnost, *Uranoscopus scaber*

Mentor: dr.sc. Valter Kožul, znanstveni savjetnik

Ocjenjivači: 1. dr. sc. Vlasta Bartulović, redoviti profesor
2. dr. sc. Mate Šantić, redoviti profesor
3. dr. sc. Tatjana Dobroslavić, docent

Rad prihvaćen: 21. veljače 2019.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Split, University Department of Marine Studies
University of Dubrovnik **Ph.D. thesis**
Institute of Oceanography and Fisheries, Split

Ph.D. in Natural sciences, research field Interdisciplinary Natural Sciences

BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF STARGAZER *Uranoscopus scaber* LINNAEUS, 1758 IN SOUTHERN ADRIATIC SEA

Jadranka Sulić Šprem

University of Dubrovnik, Department of Aquaculture; Dubrovnik Natural History Museum

Abstract

In the present study, a total of 1279 specimens of the stargazer *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758. were collected. Total lenght of stargazer ranged from 8.45 to 36.0 cm (18.12 ± 3.54 cm), while total weight ranged from 11.52 to 618.7 g (102.25 ± 59.27 g). Female to male ratio was 1:0.82. The differences between the eleven mean values of the measured morphometric characteristics in females and males were statistically significant. The length-weight relationship showed isometric growth (b = 3.016) and estimated condition factor was 1.541. The highest feeding intensity of the stargazer was recorded during spring and the dominat food component was fish. Age of the stargazer was determined by otolith reading. Maksimum ages for females and males were 8 and 6. The growth of fish was described using the von Bertalanffy growth model: $L\infty$ = 48.93 cm, K = 0.12, t_0 = -1.6, R^2 = 0.94. Males of the stargazer reached maturity (TL = 12.19 cm) at smaller lengths than females (TL = 14.12 cm). The fecundity of females was relatively low, while spawning of the stargazer in southern Adriatic Sea takes place between March and October. The highest mean values of gonadosomatic index were recorded in May for females and in June for males. Fishing mortality values of the stargazer (F = 0.411) were higer than values of natural mortality (M = 0.128).

(102 pages, 46 figures, 46 tables, 102 references, original in Croatian)
Thesis deposited in National University Library in Zagreb and Split University Library.

Keywords: Adriatic, age, biometry, diet, growth, mortality, reproduction, *Uranoscopus scaber*

Supervisor: Valter Kožul, PhD, Scientific Adviser

Reviewers: 1. Vlasta Bartulović, PhD, Professor
2. Mate Šantić, PhD, Professor
3. Tatjana Dobroslavić, PhD, assistant professor

Thesis accepted: 21st February 2019

1. UVOD

Porodica Uranoscopidae obuhvaća 8 rodova i 53 vrste koje su rasprostranjene u svim svjetskim oceanima i većini mora, uključujući Sredozemno i Crno more (Nelson, 1994). Pripadnici ove porodice su bentoski predatori koji se ukopavaju u pjeskovito-muljeviti supstrat sve do očiju. Obitavaju na dubinama do 700 metara, a mogu narasti do 75 cm duljine i mase 11 kg (Pietsch, 1989). Glavne osobitosti porodice su izduljeno i snažno, straga bočno spljošteno, tijelo te masivna, kvadratna i košćata glava. Oči su im smještene na gornjem dijelu glave dok su usta okomita s kožnatim jezičcem na vrhu unutrašnje strane donje čeljusti. Zubi su sitni. Na svakoj predčeljusnoj kosti, u dva niza, poredano je od 24 do 29 zubi. Na donjoj vilici zubi su u jednom nizu. Zubi se nalaze i na nepčanoj kosti (Pietsch, 1989; Jardas, 1996). Ljuske su sitne i poredane u kosim nizovima. Pripadnicima ove porodice redovito nedostaje plivaći mjehur, a imaju od 23 do 26 kralješka (Pietsch, 1989; Jardas, 1996).

Jedina vrsta iz porodice Uranoscopidae koja naseljava Sredozemno, Crno i Jadransko more je bežmek *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758. (Slika 1.1.) (Demestre i sur. 2000; Lipej & Dulčić 2010).



Slika 1.1. Bežmek *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758.

Trom je i aktivan noću, a lovi se koćom i poponicama. Ukupni ulov bežmeka uz istočnojadransku obalu je 8 tona godišnje (Jardas, 1996).

Prema podacima Uprave ribarstva Ministarstva poljoprivrede, godišnji ulov od 2008. do 2012. bio od 1,4 do 3,5 tone tj. od 0,03 do 0,07 % od ukupnog ulova. Međutim, kao što iz Uprave ribarstva navode, ukupni ulov bežmeka je veći od prikazanog iz razloga što ribari ovu vrstu često upisuju u kategoriju „miješana bijela riba“ ili „ostalo“.

Bežmek je bentoska predatorska vrsta koja se ukopava u muljevito-pjeskovitom dno i dugačkim tankim jezičcem pričvršćenim na donju čeljust privlači plijen (Adamicka, 1973; Pietsch, 1989; Gerking, 1994; Boundka & Ktari 1996; Papoutasouglou & Lyndon 2003). Prilikom lova savija tijelo između glave i trupa za više od 60 stupnjeva te naglim pokretom odnosno trzajem izlazi iz supstrata (Goosse i sur. 1995). Ne posjeduje električne organe međutim proizvodi akustične i električne impulse koji se mogu zabilježiti na udaljenosti od 0,5 m. Impulse ne koristi za hvatanje plijena već ih otpušta prilikom mehaničke stimulacije, gutanja plijena i u blizini predatora. Tkivo koje otpušta električne impulse izgubilo je svojstva običnog mišićnog tkiva, ali još uvijek nema svojstva električnih organa stoga bežmek pripada skupini koja je na prijelazu između vrsta riba s električnim organima i onih vrsta koje električne organe nemaju (Protasov i sur. 1973; Baron & Mikhailenko 1976; Ak i sur. 2011). Iako je u literaturi navedeno da su bodljaste šipčice u prvoj leđnoj peraji otrovne (Jardas, 1996) ne postoji dokaz o prisustvu otrova. Otrovna je samo bodlja koja se nalazi iza škržnog poklopca s obje strane (Bottard, 1889; Halstead & Dalgleish 1967).

1.1. Svrha i ciljevi istraživanja

Zbog nedostatnih podataka o ovoj vrsti cilj istraživanja je opisati biologiju bežmeka u južnom Jadranu, pri čemu će se utvrditi sastav populacije obzirom na ukupnu duljinu i masu tijela te omjer spolova. Odredit će se duljinsko-maseni odnos i indeks kondicije, a rezultati dobiveni biometrijskom analizom tjelesnih osobitosti mužjaka i ženki utvrdit će moguće postojanje spolnog dimorfizma.

Podaci dobiveni analizom gonada pružiti će precizniju sliku o spolnom razvoju kod subadultnih jedinki tj. odredit će se vrijeme spolnog sazrijevanja (minimalna duljina spolnog sazrijevanja za oba spola) te opisati godišnji reproduktivni ciklus kod adultnih primjeraka. Cilj je utvrditi razdoblje mriješćenja i fekunditet.

Analizom želučanog sadržaja dobiti ćemo jasnije spoznaje o kvalitativnim i kvantitativnim hranidbenim navikama tijekom razvoja jedinke te da li spol i sezonske promjene utječu na ishranu. Analizirat će se starost i rast te utvrdit postoje li razlike u rastu između spolova.

Utvrđivanjem vrijednosti prirodne, ribolovne i ukupne smrtnosti dobit ćemo odgovore o utjecaju ribarenja na populaciju i pomoći održivom gospodarenju. Svi dobiveni podaci poslužit se procjeni stanja populacije bežmeka u južnom Jadranu.

1.2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Znanstveno utemeljenih podataka o biologiji i ekologiji bežmeka za područje Jadranskog mora gotovo da i nema. Prvi popis ihtiofaune dubrovačkog akvatorija (u ovom radu područje istraživanja) objavio je Kosić (1903). U njemu navodi bežmeka kao vrstu koja se češće nađe na ribarnici, ali pretežno njegovi manji primjerci. U ključu za determinaciju jadranskih riba Šoljan (1948) opisuje glavne karakteristike vrste, dok Jardas (1996) iznosi opći morfološki i biološki opis te navodi da bežmek uglavnom boravi do 100 m dubine duž cijelog Jadrana. Najviše vrijednosti biomase bežmeka na području sjevernog i srednjeg Jadrana zabilježili su Casali i sur. (1999) na dubinama od 25 do 125 m. Također su analizom ukupnih duljina jedinki zabilježili prevalenciju ženki u proljetno-ljetnim mjesecima na dubinama od 25 do 70, te mlađi u jesensko-zimskom periodu od 75 do 100 metara dubine. Na ukupnom uzorku od 36 jedinki Dulčić & Kraljević (1996) odredili su duljinsko-maseni odnos bežmeka za područje istočnog Jadrana.

Za područje Jadranskog mora analizirane su i genetske osobitosti bežmeka. Za razliku od Sofradžija (1985) koji iznosi da je karakteristični diploidni kromosomski broj vrste 2n = 26, Caputo i sur. (2003) prikazuju tri diploidna kromosomska broja 2n = 30, 2n = 28 i 2n = 27.

U međunarodnoj literaturi Starks (1923) i Le Danois (1962) iznose djelomične opise kostura vrste dok Pietch (1989) obrađuje filogenetičke odnose unutar porodice Uranoscopidae i detaljno analizira glaveni kostur bežmeka. Tjelesna građa bežmeka koja omogućava ekstremna savijanja kralježnice zanimljiva je istraživačima pa tako Huet i sur.(1999) opisuju prvih pet kralješnjaka i prilagodljivost kralježnice u odnosu na način hranjenja. Bežmek je bentoski predator koji ukopan u supstrat sve do očiju privlači plijen jezičcem (Bauchot & Pras 1980) i u pravom trenutku trzajem savija kralježnicu za više od 60 stupnjeva te hvata plijen (Goosse i sur. 1995).

Glavna hrana u analiziranim probavilima bežmeka je riba, a vrste variraju ovisno o bioraznolikosti istraživanog područja. Glavni plijen na području Egejskog mora je *Mullus surmuletus* (Kyrtatos, 1982), Balearskog mora *Callionymus maculatus* i *Trachurus trachurus* (Sanz, 1985) a u egipatskim mediteranskim vodama je *Spicara smaris* i *Spicara flexuosa* (Rizkalla & Philips 2008). U Crnom moru glavni plijen je *Merlangius merlangius*, *Gobius* sp. i *T. trachurus* (Demirhan i sur. 2007). U probavilima bežmeka osim ribe pronađeni su i rakovi, mekušci, bodljikaši, kolutićavci, alge te više biljke (Demirhan i sur. 2007; Sanz, 1985; Başçinar & Sağlam 2005; Rizkalla & Bakhoum 2009). Duljinsko-maseni odnos bežmeka za područje Sredozemnog (obale Turske i Egipta) i Crnog mora (obale Turske) osim izometrijskog rasta pokazuje i pozitivnu alometriju (Demirhan i sur. 2007; Karakulak i sur. 2006; Moutopoulos & Stergiou 2002; Ak i sur. 2011; Rizkalla & Bakhoum 2009; Sangun i sur. 2007).

U Balearskom moru Londoño i sur. (2012) su zabilježili starost bežmeka od 8 godina, dok je najveća starost u egipatskim mediteranskim vodama bila 6 godina (El-Sayes i sur. 2001). U jugoistočnom dijelu Crnog mora zabilježeno je pet starosnih skupina od 0+ do 4+ (Demirhan i sur. 2007; Sağlam & Sağlam 2013; Sağlam i sur. 2014) te je istraživan odnos između veličine otolita i tijela bežmeka. Sve mjerljive dužine tijela se mogu koristiti za procjenu dužine, širine i mase otolita (Sağlam i sur. 2014). Morfologiju otolita bežmeka opisali su Jaramillo i sur. (2014).

Prva spolna zrelost kod mužjaka i ženki u istočnom Crnom moru je pri ukupnoj duljini tijela 11,76 cm i 13,75 cm te s dvije godine starosti (Ak i sur. 2011). U vodama Tunisa prva spolna zrelost kod mužjaka je pri duljini od 11 cm i 1 godinu starosti, a kod ženki 14 cm i 2 godine starosti (Bonduka i sur. 1998). Razdoblje razmnožavanja prema gonadosomatskom indeksu je od ožujka do rujna u Egejskom moru (Çoker i sur. 2008), od ožujka do kolovoza uz obalu Tunisa (Bonduka i sur. 1998) te od srpnja do kolovoza u istočnom dijelu Crnog mora (Ak i sur. 2011).

2. MATERIJAL I METODE

2.1. Područje istraživanja i način ribolova

Uzorci bežmeka analizirani u ovom istraživanju prikupljani su mjesečno, u razdoblju od listopada 2011. do rujna 2012. godine na području južnog Jadrana. Jedinke su lovljene na dubinama od 100 do 140 metara na potegu od 1,5 milju od konavoskih stijena do 6 milja od otoka Lokruma (42°34'15"N, 17°58'70"E; 42°28'90"N, 18°18'80"E) (Slika 2.1.1.). Ovo područje karakterizira morsko dnu prekriveno muljevitim sedimentom različite strukture i mineraloško-petrografskog sastava (Jardas, 1996).



Slika 2.1.1. Područje uzorkovanja bežmeka *Uranoscopus scaber* (izvor fotografije: Google Maps)

Jedinke bežmeka su prikupljane pridnenom povlačnom mrežom ukupne duljine 45 metara (Slika 2.1.2). Veličina oka mrežnog tega iznosila je 24 milimetra, a promjer oka krila 60 milimetara. Prema „Pravilniku o ribolovnim alatima i opremi za gospodarski ribolov na moru“ (NN 6/2006) u vanjskom ribolovnom moru veličina oka mrežnog tega ne smije biti manja od 20 milimetara, a na krilu manja od 40 milimetara.



Slika 2.1.2. Uzorkovanje pridenom povlačnom mrežom (izvor fotografije: Đuro Kriste)

2.2. Obrada prikupljenih uzoraka bežmeka

Nakon ulova i sortiranja uzorci su pohranjeni na led i ručnim hladnjakom preneseni u laboratorij Sveučilišta u Dubrovniku na daljnju obradu. Ukupna duljina tijela jedinki (Lt) i ostale morfometrijske veličine mjerene su ihtiometrom s točnošću od 0,1 mm. Masa tijela je mjerena tehničkom vagom s točnošću od 0,01 g. Svim jedinkama određen je spol, a masa gonada mjerena je analitičkom vagom s točnošću od 0,001 g. Nakon vaganja, za potrebe izrade histoloških preparata, ovariji i testisi su pohranjeni u 4%-tni formalin. Kako bi se zaustavio proces razgradnje hrane, a za potrebe analize prehrane, u istu koncentraciju formalina pohranjeni su i disecirani želuci.

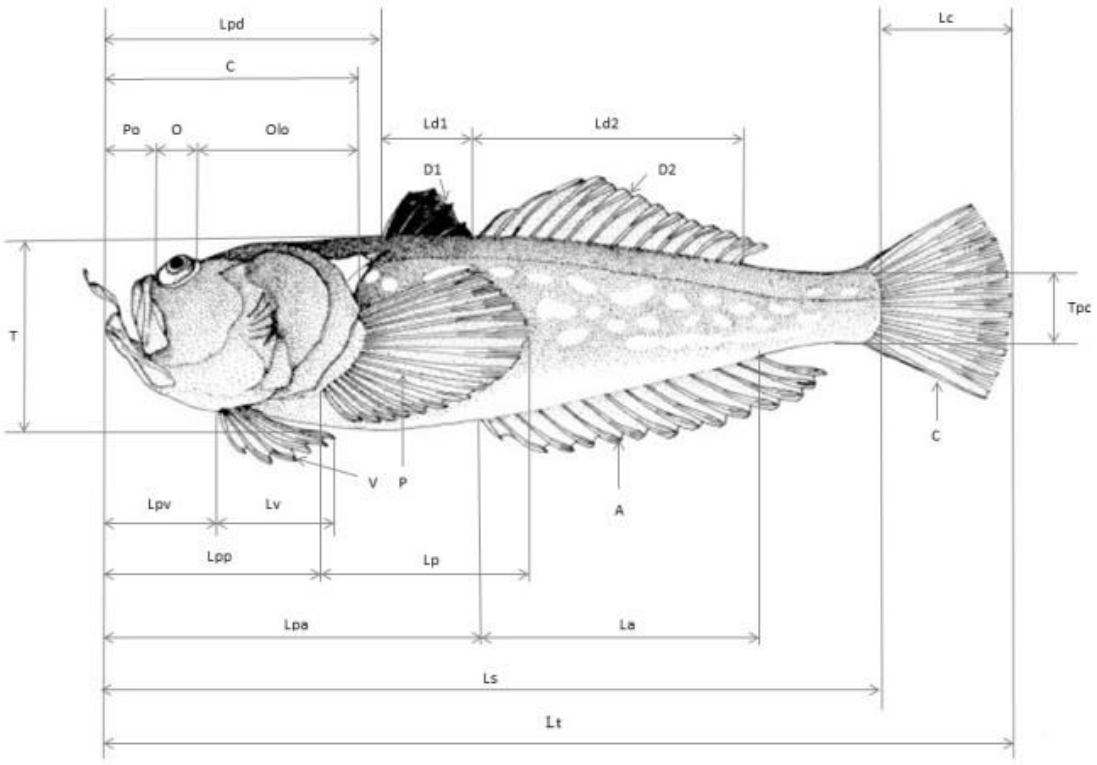
Dobiveni podaci upisivali su se u program Microsoft Excel 2010. koji je osim za bazu podataka korišten i za izračun srednjih vrijednosti, standardne devijacije, minimalnih te maksimalnih vrijednosti. Za ostale statističke analize korišten je program Statistica v.7. *T*-testom uspoređene su srednje vrijednosti duljina i masa ženki i mužjaka, a Kolmogorov-Smirnov testom utvrđena je zastupljenost ukupnih dužina i masa tijela za oba spola. Omjer spolova analizirao se uz pomoć Hi-kvadrat testa, a Kruskal-Wallis testom usporedile su se vrijednosti indeksa kondicije s obzirom na mjesec sakupljanja.

2.3. Biometrijske analize i relativni rast

Biometrijska analiza i relativan rast bežmeka određeni su na temelju nasumično odabranog uzorka od 350 jedinki. Sva biometrijska mjerenja, osim jedne merističke osobine (broja kralješaka) obavljena su na svježim ili zaleđenim jedinkama. Morfometrijske mjere uzete su pomoću ihtiometra točnošću od 0,1 mm. Broj kralješaka radi lakšeg odvajanja mesa od kralješnice određivan je nakon termičke obrade. Ukupno je analizirano 18 morfometrijskih i 6 merističkih osobina.

Analizirane morfometrijske mjere (Slika 2.3.1.) su:

- ukupna duljina tijela (*Lt*) – duljina od vrha gubice do natrag savijene repne peraje;
- standardna duljina tijela (*Ls*) – duljina od vrha gubice do kraja tijela;
- duljina glave (*C*) – duljina od vrha gubice do kraja škržnog poklopca;
- predleđna udaljenost (*Lpd*) – udaljenost od vrha gubice do početka leđne peraje;
- pretpodrepna udaljenost (*Lpa*) – udaljenost od vrha gubice do početka podrepne peraje;
- pretprsna udaljenost (*Lpp*) – udaljenost od vrha gubice do početka osnovica prsnih peraja;
- predtrbušna udaljenost (*Lpv*) – udaljenost od vrha gubice do početka osnovica trbušnih peraja;
- duljina osnovice leđne peraje (*Ld*);
- duljina osnovice podrepne peraje (*La*);
- duljine prsnih peraja (*Lp*);
- duljine trbušnih peraja (*Lv*);
- duljina repne peraje (*Lc*);
- najveća visina tijela (*T*);
- najmanja visina tijela (*Tpc*) – visina repnog drška;
- promjer oka (*O*);
- širina međuočnog prostora (*Io*);
- predočna udaljenost (*Po*) – udaljenost od vrha gubice do prednjeg ruba oka;
- zaočna udaljenost (*Olo*) – udaljenost od stražnjeg ruba oka do stražnjeg ruba škržnog poklopca.



Slika 2.3.1. Shematski prikaz bežmeka *Uranoscopus scaber*, s označenim mjernim veličinama tijela (objašnjenje skraćenica se nalazi tekstu) (izvor fotografije: FAO)

Od merističkih osobina (Slika 2.3.1.) analizirani su:

- broj nečlankovitih i člankovitih šipčica leđne peraje (*D*);
- broj nečlankovitih i člankovitih šipčica podrepne peraje (*A*);
- broj člankovitih šipčica prsnih peraja (*P*);
- broj nečlankovitih i člankovitih šipčica trbušnih peraja (*V*);
- broj člankovitih šipčica repne peraje (*C*);
- broj kralježaka (*Vert*) – trupnih i repnih;

Pri obradi kvantitativnih podataka upotrebljavale su se mjere aritmetičke sredine, standardne devijacije i varijabilnosti. Za utvrđivanje razlika dobivenih vrijednosti biometrijskih osobitosti između dvije aritmetičke sredine upotrebljavao se *t* - test:

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

gdje brojnik predstavlja razliku aritmetičkih sredina, a nazivnik standardnu pogrešku te razlike. Razlika između dviju aritmetičkih sredina je statistički značajna ako je dobivena razlika 1,96 odnosno dva puta veća od svoje standardne pogreške.

Relativni rast izražen je metodom linearne regresije, a za njegovu analizu u obzir su uzeti svi morfometrijski tjelesni odnosi. Ukupno dvanaest odnosa u usporedbi sa standardnom duljinom (*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 duljinom glave (*O/C; Io/C; Po/C; Olo/C*), odnos standardne i ukupne duljine tijela (*Ls/Lt*) i odnos najmanje i najveće visine tijela (*Tpc/T*).

2.4. Duljinsko-maseni odnos

Alometrijski odnos između duljine (*L*) i mase (*W*) bežmeka analiziran je uz pomoć funkcionalne regresije (Ricker, 1975) prema formuli:

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

odnosno temeljem eksponencijalne jednadžbe

$$W = a\, Lt^{b}$$

gdje *a* i *b* predstavljaju konstante, *W* masu, a *Lt* ukupnu duljinu tijela ribe. Eksponent *b* je omjer logaritma rasta u odnosu između duljine i mase. Povećanje *b* logaritma mase biti će jednako *b* puta povećanju logaritma duljine za isto vremensko razdoblje.

Ako je vrijednost konstante *b* u alometrijskom duljinsko-masenom odnosu veća od 3 označava pozitivnu alometriju (riba raste brže u masi nego u duljini), a ako je manja od 3 negativnu alometriju (riba raste brže u duljini nego u masi). Ukoliko je vrijednost *b* jednaka 3 duljinsko-maseni odnos je izometrijski tj. riba zadržava svoj uobičajeni oblik jer ravnomjerno raste u masu i duljinu. Do promjena u duljinsko-masenom odnosu dolazi tijekom preobrazbe, sazrijevanja i mrijesta odnosno tijekom kritičnih trenutaka u životu vrste.

2.5. Indeks kondicije

Fizičko stanje ribe opisano je izrazom kondicija i rezultat je duljinsko-masenog odnosa, a izražava se uz pomoću vrijednosti koeficijenta kondicije. Promjene vrijednosti indeksa kondicije ukazuju na određena stanja ribe koja su uvjetovana količinom raspoložive hrane, stupnju uhranjenosti i hranidbenoj aktivnosti za vrijeme razmnožavanja. Indeks kondicije bežmeka izračunat je pomoću kubičnog ili Fultonovog koeficijenta (Ricker, 1975):

$$IK = 100\ W\ Lt^{-3}$$

gdje su *IK*- vrijednost indeksa kondicije, *W*-masa ribe, *Lt*-duljina ribe.

2.6. Prehrana

Kvantitativno - kvalitativni sastav prehrane bežmeka određivan je na temelju analize sadržaja probavila 30 nasumično odabranih jedinki mjesečno, tijekom 12 mjeseci. Nakon mjerenja ukupne duljine i mase tijela jedinkama je odstranjen želudac i pohranjen u 4%-tnom formalinu. Sadržaj želudaca je ispran te je ovisno o stanju pronađenih ostataka određena zastupljenost pojedinih vrsta, rodova ili porodica. Plijen je prije određivanja mase prenesen na suhi filter papir kako bi se odstranio višak tekućine. Pri analizi prehrane određivani su sljedeći hranidbeni indeksi (Hureau, 1970; Berg, 1979; Rossechi & Nouaze 1987):

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

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

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

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

- postotak mase %*W*: odnos ukupne mase jedinki određene taksonomske skupine (*pw*) i ukupne mase jedinki svih pronađenih skupina (*Pw*):

$$\%W = (pw/Pw)*100$$

Na temelju navedenih indeksa za analizu selektivnosti ishrane izračunati su sljedeći koeficijenti:

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

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

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

$$MFI = [(\%N+\%F)/2]*W,$$

gdje se razlikuju 4 tipa prehrane:

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

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

$$Q = \%N \text{ x } \%W$$

gdje se razlikuju 3 skupine hrane:

- glavna hrana (*Q*>200),
- dodatna hrana (*Q*=200) i
- slučajna hrana (*Q*<200).

Za analizu hranidbenih aktivnosti tijekom različitih godišnjih razdoblja korišteni su koeficijenti:

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

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

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

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

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

2.7. Starost i rast

Starost i rast bežmeka određeni su na temelju nasumično odabranog uzorka od 345 jedinki. Za određivanje starosti korištene su neposredne metode, a starost se očitavala uz pomoć brušenih otolita tj. uz pomoć prstena nastalih tijekom godišnjeg rasta. Oštećeni otoliti i oni na kojima nisu bili vidljivi prsteni prirasta nisu analizirani. Parametri rasta određeni su upotrebom Von Bertalanffyeve jednadžbe rasta (Beverton & Holt, 1957):

$$Lt = L\infty\ [1 - e^{-K(t-to)}]$$

gdje su: *Lt* – ukupna duljina (cm) u trenutku *t*, *L*∞ - asimptotska vrijednost duljine *Lt*, *K* – koeficijent rasta, t_0 – teoretska starost pri duljini l_0.

Ukupna performansa rasta (Φ`) računana je radi provjere vjerodostojnosti dobivenih parametara (Treer, 2008): $\Phi` = \ln K + 2 \ln L\infty$

2.8. Razmnožavanje

U svrhu opisivanja reproduktivnog ciklusa bežmeka analizirani su histološki preparati gonada, podaci o spolu jedinki i masi gonada. Određen je mjesečni i ukupni godišnji odnos spolova te je izračunata duljina prve spolne zrelosti. Za izračunavanje duljine prve spolne zrelosti koristila se jednadžba:

$$P=1/(1+e(a-bxL))$$

gdje su: P – vjerojatnost da su jedinke spolno zrele; L – ukupna duljina tijela.

Duljina pri kojoj je 50% jedinki bežmeka u populaciji spolno zrelo izračunato je prema jednadžbi $L_{50}\% = a/b$ (Sparre & Venema 1998).

Za svaki mjesec, posebno za ženke i mužjake izračunat je gonadosomatski indeks prema formuli:

$$GSI = W \text{ gonada} / W \text{ ukupno} \times 100$$

Za određivanje fekunditeta uz pomoć lupe prebrojavali su se oociti uzeti iz tri jednaka poduzorka prednjeg, srednjeg i stražnjeg dijela ovarija. Fekunditet je određen prema formuli (Laevastu, 1965):

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

gdje su: F – fekunditet, N – broj jaja u odabranom uzorku ovarija, W_{ov} – masa ovarija, W_u – masa odabranog uzorka ovarija.

Za detaljnu analizu sazrijevanja spolnih stanica, od gonada pohranjenih u 4% otopini formalina, osnovnom histološkom metodom bojanja hematoksilinom i eozinom izrađeni su histološki preparati. Prema terminologiji Grier (1981) i Grier & Uribe-Aranzábal (2009) opisani su razvojni stadiji spolnih stanica mužjaka, a razvojni stadiji spolnih stanica ženki opisani su prema Yamamoto (1956) i Tyler & Sumpter (1996). Klasifikacija atretičkih i poslijeovulacijskih ocita kategorizirana je prema Hunter & Macewicz (1985) i Hunter i sur. (1985) (Tablica 2.8.1.).

Tablica 2.8.1. Razvojni stadiji spolnih stanica ženki i mužjaka

Stadij	Ovariji	Testisi
I	Germinativno tkivo ovarija sadrži oogonije koje se razvijaju u previtelogene oocite. U stadiju I. oocite su u kromatin nukleus (male okrugle stanice s tankom slabo bazofilnom citoplazmom) i ranom perinuklearnom stadiju (citoplazma homogena i bazofilna). Povećana aktivnost vidljiva je u brojnim bazofilnim jezgricama koje se pojavljuju na periferiji jezgre.	Uz bazalnu membranu vidljive su stanice spermatogonija (srednje velike okrugle stanice s jezgrom koja sadržava kromatin)
II	Oogonije i oocite su u kasnom perinuklearnom stadiju (kromatinski materijal raspršen u jezgri). Na periferiji jezgre u blizini membrane vidljive su brojne jezgrice, a citoplazma je podijeljena u dvije koncentrične zone (unutarnju, gustu, bazofilnu i vanjsku manje gustu i blago bazofilnu). Vidljive su oocite u stadiju kortikalnih alveola dok su pojedine alveole prisutne u bazofilnom ovoju citoplazme oko jezgre.	U prvoj fazi spermatogeneze vidljive su spermatogonije koje dijelimo na A osnovne stanice (od kojih polovina ostaje A-spermatogonije, a druga polovina B-spermatogonije) i B sekundarne stanice koje se mitotički dijele i postupno rastu i diferenciraju u spermatocite.
III	Dominiraju sekundarne oocite u stadiju kortikalnih alveola sa žumanjčanim granulama, a prisutne su oocite u kasnom preinukleus stadiju i vitelogene oocite. Nakupljanjem granula proteinskog žumanjca na periferiji oocita započinje vitelogeneza tijekom koje citoplazma postaje manje bazofilna. Dolazi do multipliciranog povećanja broja i pomicanja kortikalnih alveola. Između žumanjčanih kapljica povećavaju se i raspršivaju masne kapljice.	U svim fazama spermatogeneze su prisutne sve reproduktivne stanice (spermatogoniji, spermatocite, I. i II. reda, spermatide). Spermatocite II. reda manje su od spermatocita I. reda i nalaze se bliže lumenu sjemenog kanalića.

	Oocite u III. stadiju mogu ostati do mejoze ili se resorbirati.	
IV	Prevladavaju oocite u stadiju migracije jezgre međutim još uvijek su prisutne oocite vidljive u ranijem stadiju. Jezgra je s većim brojem jezgrica migrira prema periferiji i započinje spajanje proteinskih žumanjčanih granula i masne kapljice. Oocite naglo povećavaju volumen zbog hidratizacije, a citoplazma je okružena zonom radiatom.	U sjemenovodu su prisutni zreli spermatozoidi (u bočnim kanalima). Zastupljene su i spermatogonije kao rezervni materijal za iduću sezonu.
V	Prevladavaju oocite u stadiju migracijske jezgre. Nestaje jezgrina membrana, a zbog hidratacije i ograničenog uzimanja proteina dolazi do naglog povećanja volumena stanice. Prisutni su postovulacijski mjehurići.	Prisutnost sjemene tekućine koja razrjeđuje spermatozoide.
VI	Germinativno tkivo je nepravilnog oblika, a oocite su u ranom preinuklearnom stadiju. Vidljive su artretične oocite i postovulacijski mjehurići.	Vidljivi su ostatci spermatozoida (koji će se razgraditi) i spermatogonije.
VII	Germinativno tkivo se reorganizira, sadržava atretične folikule i oocite u preinukleolus stadiju.	Djelomično ili potpuno ispražnjeni testisi.

2.9. Smrtnost

Za ukupni uzorak bežmeka, ženke i mužjake, određena je ukupna (*Z*), prirodna (*M*) i ribolovna (*F*) smrtnost. Ukupna smrtnost (*Z*) određena je modelom „linearized length-converted catch curve“ koji se zasniva na direktnom očitavanju starosti i primjeni von Bertalanffy-eve jednadžbe rasta za pretvaranje duljine u starost. Nagib dobivenog regresijskog pravca predstavlja ukupnu smrtnost.

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

$$M = (2{,}996\ K) / (2{,}996 + K\ t_o)$$

gdje su: *K* i t_o parametri dobiveni iz von Bertalanffy-eve jednadžbe.

Ribolovna smrtnost (*F*) određena je iz ukupne (*Z*) i prirodne smrtnosti (*M*) prema formuli:

$$F = Z - M,$$

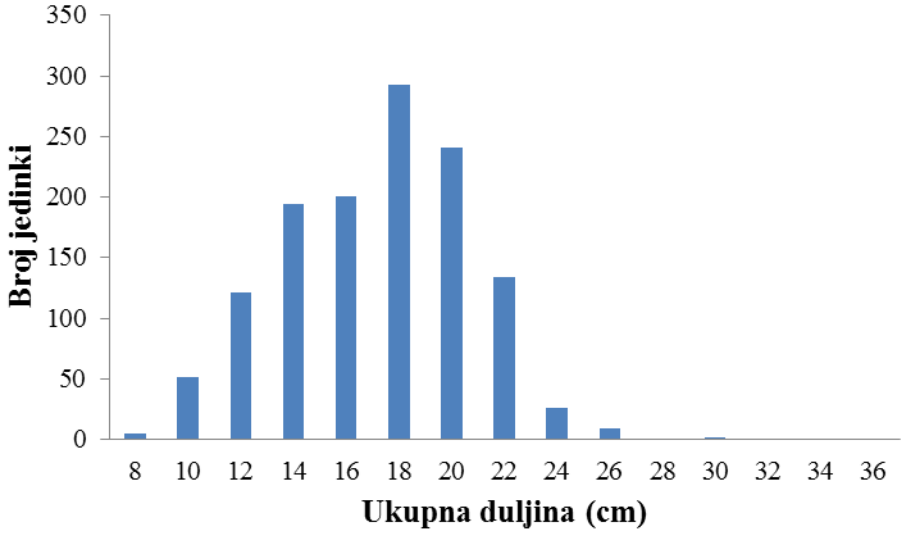
iz koje proizlazi i omjer iskorištavanja:

$$E = F/Z.$$

3. REZULTATI

3.1. Analiza sastava populacije bežmeka u južnom Jadranu

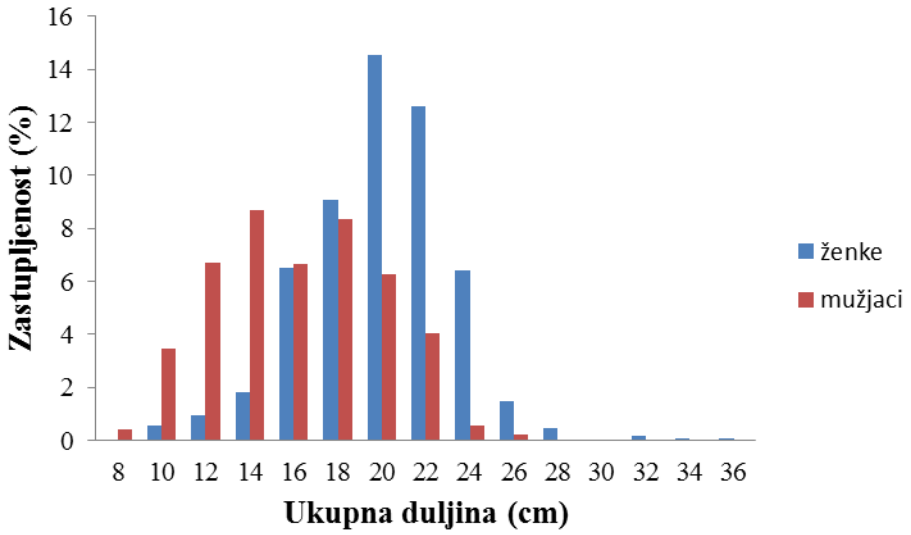
Tijekom istraživanja prikupljeno je ukupno 1279 jedinki bežmeka. Ukupna duljina tijela analiziranih jedinki bila je u rasponu od 8,45 do 36,00 cm s prosječnom vrijednosti od 18,12 ± 3,54 cm (± SD) (Slika 3.1.1.) Ukupna masa jedinki bila je u rasponu od 11,52 do 618,7 g s prosjekom od 102,25 ± 59,27 g.



Slika 3.1.1. Zastupljenost ukupnih duljina tijela bežmeka *Uranoscopus scaber* (N=1279) u južnom Jadranu

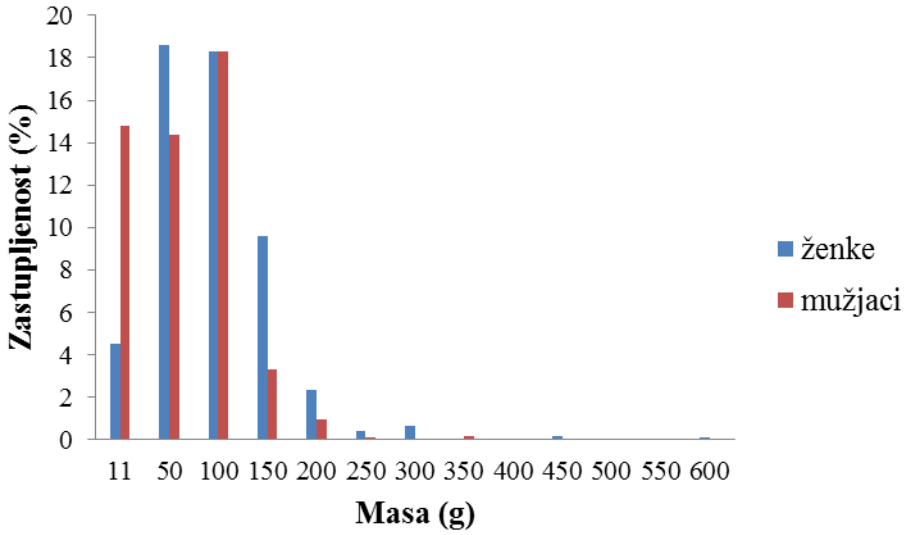
Ukupni uzorak sastojao se od 699 ženki (54,65%) i 580 mužjaka (45,35%). Omjer ženki i mužjaka unutar populacije bežmeka u južnom Jadranu statistički se razlikovao od očekivanog omjera (1:1) te je iznosio 1:0,82 (χ^2 = 11,07 ; P < 0,001). Ukupna duljina tijela ženki bila je u rasponu 10,13 do 36,00 cm s prosječnom duljinom 19,01 ± 3,18 cm, dok je raspon ukupne duljine tijela mužjaka bio od 8,45 do 27,5 cm s prosječnom duljinom 17,05 ± 3,65 cm (Slika 3.1.2.).

Najmanja zastupljenost ženki i mužjaka bila je zabilježena pri najmanjim i najvećim ukupnim duljinama tijela. Zastupljenost mužjaka bila je veća pri manjim duljinama (od 10 do 14 cm), dok je kod ženki bila veća zastupljenost pri većim duljinama (od 20 do 26 cm). Razlika u zastupljenosti ukupnih duljina tijela kod oba spola bila je statistički značajna (Kolmogorov – Smirnov test, n1 = 699, n2 = 580; P < 0,01).



Slika 3.1.2. Zastupljenost ukupnih duljina tijela ženki (N = 699) i mužjaka (N = 580) bežmeka u južnom Jadranu

Ukupna masa ženki bežmeka bila je u rasponu od 15,38 do 618,7 g s prosjekom mase 117,38 ± 60,4 g, dok je raspon ukupne mase mužjaka bio od 11,52 do 378,18 g s prosječnom masom 84,01 ± 52,41 g (Slika 3.1.3.). Razlika u zastupljenosti mase kod oba spola bila je statistički značajna (Kolmogorov – Smirnov test, n1 = 699, n2 = 580; P < 0,01).



Slika 3.1.3. Zastupljenost mase tijela ženki (N = 699) i mužjaka (N = 580) bežmeka u južnom Jadranu

3.2. Biometrijske osobine populacije bežmeka i relativni rast

Biometrijske osobine populacije bežmeka analizirane su na poduzorku od 350 nasumično odabranih jedinki. Poduzorak se sastojao od 182 ženke (52%) i 168 mužjaka (48%).
Raspon ukupnih duljina tijela jedinki u poduzorku bio je od 10,34 do 30,8 cm (18,46 ± 3,62 cm) ($\bar{x}$ ± SD). Ukupna duljina tijela ženki bila je u rasponu od 12,33 do 30,8 cm (19,20 ± 3,42 cm), a kod mužjaka u rasponu od 10,34 do 27,5 cm (17,66 ± 3,66 cm).

3.2.1. Morfometrijski odnosi bežmeka

Odnos standardne i ukupne duljine tijela (Ls/Lt). Srednja vrijednost odnosa standardne i ukupne duljine tijela bežmeka iznosila je 81,43% za ženke i 80,66% za mužjake. Najmanja i najveća veličina raspona zabilježena je kod mužjaka te ujedno određuje raspon ovog odnosa (od 65% do 90,90%) (Tablica 3.2.1.1.). Varijabilnost je bila veća kod mužjaka, a utvrđena je i statistički značajna razlika između mužjaka i ženki (*t* - test, *P*=0,000025).

Tablica 3.2.1.1. Odnos standardne i ukupne duljine tijela (*Ls/Lt*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	$\bar{x}$±SD	t	V(%)
ž	182	76,23 – 85,86	81,43 ± 1,33	4,27*	1,63
m	168	65,00 – 90,90	80,66 ± 2,00		2,49
Ukupni uzorak	350	65,00 – 90,90	81,06 ± 1,73		2,13

*statistički značajna razlika ($t \geq 1,96$; $P \leq 0,05$)

Odnos duljine glave i standardne duljine tijela (C/Ls). Srednja vrijednost odnosa duljine glave i standardne duljine tijela iznosila je 36,24% za ženke i 36,10% za mužjake. Najmanja vrijednost zabilježena za mužjake (23,60%) i najveća za ženke (59,46%) određuju raspon odnosa za ukupni uzorak bežmeka (Tablica 3.2.1.2.). Varijabilnost je bila veća za ženke nego za mužjake, a statistički značajna razlika u ovom odnosu nije utvrđena (*t* - test, *P* = 0,52).

Tablica 3.2.1.2. Odnos duljine glave i standardne duljine tijela (*C/Ls*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	22,25 – 59,46	36,24 ± 2,34	0,64	6,45
m	168	23,60 – 41,14	36,10 ± 1,53		4,23
Ukupni uzorak	350	23,60 – 59,46	36,18 ± 1,93		5,34

Odnos duljine osnovice prve leđne peraje i standardne duljine tijela (Ld1/Ls). Srednja vrijednost odnosa duljine osnovice prve leđne peraje i standardne duljine tijela iznosila je 10,38% za ženke i 10,35% za mužjake. Najmanja i najveća veličina raspona zabilježena je kod ženki te ujedno određuje raspon ovog odnosa (od 7,14% do 31,79%) (Tablica 3.2.1.2.). Varijabilnost je bila veća kod ženi, a statistički značajna razlika u ovom odnosu nije utvrđena (*t* - test, *P* = 0,86).

Tablica 3.2.1.3. Odnos duljine osnovice prve leđne peraje i standardne duljine tijela (*Ld1/Ls*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	7,14 – 31,79	10,38 ± 1,96	0,17	18,87
m	168	7,42 – 13,58	10,35 ± 1,12		10,82
Ukupni uzorak	350	7,14 – 31,79	10,37 ± 1,61		15,52

Odnos duljine osnovice druge leđne peraje i standardne duljine tijela (Ld2/Ls). Srednja vrijednost odnosa duljine osnovice druge leđne peraje i standardne duljine tijela iznosila je 36,23 % za ženke i 35,83% za mužjake. Najmanja vrijednost ovog odnosa bila je kod mužjaka (30,86%) a najveća kod ženki (42,82%) i one određuju raspon odnosa *Ld2/Ls* za ukupni uzorak bežmeka (Tablica 3.2.1.4.). Varijabilnost je bila veća kod mužjaka, a utvrđena je i statistički značajna razlika između mužjaka i ženki (*t* - test, *P* = 0,02).

Tablica 3.2.1.4. Odnos duljine osnovice druge leđne peraje i standardne duljine tijela (*Ld2/Ls*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	32,49 – 42,82	36,23 ± 1,69	2,24*	4,65
m	168	30,86 – 40,00	35,83 ± 1,68		4,69
Ukupni uzorak	350	30,86 – 42,82	36,04 ± 1,69		4,70

*statistički značajna razlika ($t \geq 1,96$; $P \leq 0,05$)

Odnos duljine osnovice podrepne peraje i standardne duljine tijela (La/Ls). Srednja vrijednost odnosa duljine osnovice podrepne peraje i standardne duljine tijela iznosila je 34,58%

za ženke i 35,83 za mužjake. Kod ovog je odnosa najniža i najviša vrijednost utvrđena kod ženki (od 30,07% do 40,92%) (Tablica 3.2.1.5.). Duljina osnovice podrepne peraje više je varirala kod ženki (4,31%) nego kod mužjaka, a dobivena razlika među spolovima bila je statistički značajna (*t* - test, *P* = 0,000000).

Tablica 3.2.1.5. Odnos duljine osnovice podrepne peraje i standardne duljine tijela (*La/Ls*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	30,07 – 40,92	34,58 ± 1,49	5,95*	4,31
m	168	31,29 – 39,48	35,84 ± 1,34		3,78
Ukupni uzorak	350	30,07 – 40,92	35,01 ± 1,49		4,25

*statistički značajna razlika ($t \geq 1,96$; $P \leq 0,05$)

Odnos duljine prsnih peraja i standardne duljine tijela (Lp/Ls). Srednja vrijednost odnosa duljine prsnih peraja i standardne duljine tijela kod ženki bila je 31,11%, a kod mužjaka 32,05%. Za cjelokupni uzorak utvrđena je srednja vrijednost od 31,56%. Najniža je vrijednost od 9,75% zabilježena kod ženki, a najviša od 44,42% kod mužjaka (Tablica 3.2.1.6.). Varijabilnost ovog odnosa bila je veća kod ženki (7,82%), a utvrđena je i statistički značajna razlika između mužjaka i ženki (*t* - test, *P* = 0,00026).

Tablica 3.2.1.6. Odnos duljine prsnih peraja i standardne duljine tijela (*Lp/Ls*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	9,75 – 36,39	31,11 ± 2,43	3,68*	7,82
m	168	26,90 – 44,42	32,05 ± 2,33		7,26
Ukupni uzorak	350	9,75 – 44,42	31,56 ± 2,42		7,68

*statistički značajna razlika ($t \geq 1,96$; $P \leq 0,05$)

Odnos duljine trbušnih peraja i standardne duljine tijela (Lv/Ls). Srednja vrijednost odnosa duljine trbušnih peraja i standardne duljine tijela bežmeka bila je 18,72% za ženke i 19,13% za mužjake. Najmanja vrijednost zabilježena za mužjake (12,88%) i najveća ustanovljena za ženke (25,61%) određuju raspon ovog odnosa za ukupni uzorak (Tablica 3.2.1.7.). Varijabilnost je bila veća za ženke nego za mužjake, a razlika aritmetičkih sredina ovog odnosa je statistički značajna (*t* - test, *P* = 0,0006).

Tablica 3.2.1.7. Odnos duljine trbušnih peraja i standardne duljine tijela (*Lv/Ls*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	13,62 – 25,61	18,72 ± 1,38	2,76*	7,35
m	168	12,88 – 23,30	19,13 ± 1,35		7,04
Ukupni uzorak	350	12,88 – 25,61	18,91 ± 1,37		7,27

*statistički značajna razlika ($t \geq 1,96$; $P \leq 0,05$)

Odnos duljine repne peraje i standardne duljine tijela (Lc/Ls). Srednja vrijednost odnosa duljine repne peraje i standardne duljine tijela bežmeka bila je 26,43% za ženke i 27,16% za mužjake. Najmanja i najveća veličina raspona zabilježena je kod ženki (od 18,87% do 35,16%) te ujedno određuje raspon ovog odnosa (Tablica 3.2.1.8.). Veća varijabilnost zabilježena je kod ženki i utvrđena je statistički značajna razlika između mužjaka i ženki (*t* - test, $P = 0,0004$).

Tablica 3.2.1.8. Odnos duljine repne peraje i standardne duljine tijela (*Lc/Ls*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	18,87 – 35,16	26,43 ± 1,98	3,52*	7,49
m	168	21,55 – 32,64	27,16 ± 1,90		6,99
Ukupni uzorak	350	18,87 – 35,16	26,78 ± 1,97		7,37

*statistički značajna razlika ($t \geq 1,96$; $P \leq 0,05$)

Odnos predleđne udaljenosti i standardne duljine tijela (Lpd/Ls). Srednja vrijednost odnosa predleđne udaljenosti i standardne duljine tijela bila je 38,57% za ženke i 38,24% za mužjake. Najmanja vrijednost zabilježena je kod ženki (32,12%) i najveća kod mužjaka (43,63%) i određuju raspon ukupnog uzorka za ovaj odnos. (Tablica 3.2.1.9.). Veća varijabilnost zabilježena je kod ženki te je utvrđena statistički značajna razlika između spolova (*t* - test, $P = 0,03$).

Tablica 3.2.1.9. Odnos predleđne udaljenosti i standardne duljine tijela (*Lpd/Ls*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	32,12 – 43,02	38,57 ± 1,53	2,09*	3,97
m	168	34,87 – 43,63	38,24 ± 1,40		3,67
Ukupni uzorak	350	32,12 – 43,63	38,41 ± 1,48		3,85

*statistički značajna razlika ($t \geq 1,96$; $P \leq 0,05$)

Odnos pretpodrepne udaljenosti i standardne duljine tijela (Lpa/Ls). Srednja vrijednost odnosa pretpodrepne udaljenosti i standardne duljine tijela kod bežmeka iznosila je 53,05% za ženke i 51,39% za mužjake. Najmanja i najveća vrijednost zabilježena kod ženki (32,51 – 58,28%) određuje raspon ukupnog uzorka ovog odnosa (Tablica 3.2.1.10.). Varijabilnost je bila veća za ženke, a utvrđena je statistički značajna razlika između mužjaka i ženki za ovaj morfometrijski odnos (*t* - test, *P* = 0,000000).

Tablica 3.2.1.10. Odnos pretpodrepne udaljenosti i standardne duljine tijela (*Lpa/Ls*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	32,51 – 58,28	53,05 ± 2,42	7,21*	4,57
m	168	47,32 – 57,47	51,39 ± 1,82		3,54
Ukupni uzorak	350	32,51 – 58,28	52,25 ± 2,31		4,41

*statistički značajna razlika ($t \geq 1,96$; $P \leq 0,05$)

Odnos pretprsne udaljenosti i standardne duljine tijela (Lpp/Ls). Srednja vrijednost odnosa pretprsne udaljenosti i standardne duljine tijela ženki bežmeka bila je 27,38%, a mužjaka 27,41%. Najmanja i najveća vrijednost ovog odnosa za ukupni uzorak označava najmanju i najveću vrijednost raspona kod mužjaka (23,22 - 55,57%) (Tablica 3.2.1.11.). Varijabilnost je bila znatno veća za mužjaka (9,82%), a statistički značajna razlika između spolova nije utvrđena za ovaj odnos (*t* - test, *P* = 0,89).

Tablica 3.2.1.11. Odnos pretprsne udaljenosti i standardne duljine tijela (*Lpp/Ls*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	23,57 – 30,74	27,38 ± 1,46	0,13	5,33
m	168	23,22 – 55,57	27,41 ± 2,69		9,82
Ukupni uzorak	350	23,22 – 55,57	27,39 ± 2,14		7,81

Odnos predtrbušne udaljenosti i standardne duljine tijela (Lpv/Ls). Srednja vrijednost odnosa predtrbušne udaljenosti i standardne duljine tijela bežmeka bila je 12,33% za ženke i 12,29% za mužjake. Najmanja vrijednost ovog odnosa kod ženki (4,61%) i najveća kod mužjaka (35,48%) određuju raspon *Lpv/Ls* odnosa za ukupni uzorak (Tablica 3.2.1.12.). Veća varijabilnost zabilježena je kod mužjaka, a statistički značajna razlika nije utvrđena (*t* - test, *P* = 0,77).

Tablica 3.2.1.12. Odnos predtrbušne udaljenosti i standardne duljine tijela (*Lpv/Ls*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	4,61 – 18,70	12,23 ± 1,60	0,28	13,11
m	168	9,45 – 35,48	12,29 ± 2,28		18,58
Ukupni uzorak	350	4,61 – 35,48	12,26 ± 1,96		15,96

Odnos najveće visine tijela i standardne duljine tijela (T/Ls). Srednja vrijednost odnosa najveće visine tijela i standardne duljine tijela bežmeka bila je 19,26% za ženke i 19,09% za mužjake. Najmanja vrijednost ovog odnosa kod mužjaka (16,07%) i najveća kod ženki (25,57%) određuju raspon *T/Ls* odnosa za ukupni uzorak (Tablica 3.2.1.13.). Varijabilnost je bila veća kod ženki, a statistički značajne razlike kod spolova nema (*t* - test, *P* = 0,15).

Tablica 3.2.1.13. Odnos najveće visine tijela i standardne duljine tijela (*T/Ls*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	16,68 – 25,57	19,26 ± 1,16	1,43	6,02
m	168	16,07 – 22,23	19,09 ± 1,03		5,39
Ukupni uzorak	350	16,07 – 25,57	19,18 ± 1,10		5,74

Odnos najmanje visine tijela i standardne duljine tijela (Tpc/Ls). Srednja vrijednost odnosa najmanje visine tijela i standardne duljine tijela iznosila je 7,99 % za ženke i 8,33% za mužjake. Najmanja i najveća vrijednost raspona ukupnog uzorka zabilježena je kod mužjaka (6,13 - 18,01%) (Tablica 3.2.1.14.). Varijabilnost je bila veća za mužjake (13,74%) nego za ženke (5,74%), a utvrđena je i statistički značajna razlika između spolova (*t* - test, *P* = 0,0002).

Tablica 3.2.1.14. Odnos najmanje visine tijela i standardne duljine tijela (*Tpc/Ls*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	6,56 – 9,11	7,99 ± 0,46	3,71*	5,74
m	168	6,13 – 18,01	8,33 ± 1,14		13,74
Ukupni uzorak	350	6,13 – 18,01	8,15 ± 0,87		10,73

*statistički značajna razlika ($t \geq 1,96$; $P \leq 0,05$)

Odnos promjera oka i duljine glave (O/C). Srednja vrijednost odnosa promjera oka i duljine glave bežmeka iznosila je 12,78% za ženke i 12,98% za mužjake. Raspon ovog odnosa za ukupni uzorak određuje najmanja i najveća vrijednost zabilježena kod mužjaka (od 7,65 do

21,43%) (Tablica 3.2.1.15.). Varijabilnost je bila veća kod mužjaka nego ženki i nije utvrđena statistički značajna razlika između spolova (*t* - test, *P* = 0,18).

Tablica 3.2.1.15. Odnos promjera oka i duljine glave (*O/C*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	7,95 – 21,94	12,78 ± 1,41	1,34	11,00
m	168	7,65 – 21,43	12,98 ± 1,48		11,40
Ukupni uzorak	350	7,65 – 21,43	12,87 ± 1,40		10,88

Odnos širine međuočnog prostora i duljine glave (lo/C). Srednja vrijednost odnosa širine međuočnog prostora i duljine glave bežmeka bila je 14,56% za ženke i 14,37% za mužjake. Najmanja vrijednost ovog odnosa kod mužjaka (7,65%) i najveća kod ženki (28,49%) određuju raspon *lo/C* odnosa za ukupni uzorak (Tablica 3.2.1.16.). Varijabilnost je bila veća kod ženki, a statistički značajna razlika nije zabilježena (*t* - test, *P* = 0,27).

Tablica 3.2.1.16. Odnos širine međuočnog prostora i duljine glave (*lo/C*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	8,56 – 28,49	14,56 ± 1,77	1,09	12,17
m	168	7,65 – 22,53	14,37 ± 1,44		10,02
Ukupni uzorak	350	7,65 – 28,49	14,46 ± 1,58		10,93

Odnos predočne udaljenosti i duljine glave (Po/C). Srednja vrijednost odnosa predočne udaljenosti i duljine glave tijela iznosila je 27,63 % za ženke i 27,05% za mužjake. Najmanja vrijednost kod ženki (11,77%) i najveća kod mužjaka (43,13%) određuju raspon ukupnog uzorka za ovaj odnos (Tablica 3.2.1.17.). Varijabilnost je bila veća za ženke, a utvrđena je i statistički značajna razlika između spolova (*t* - test, *P* = 0,0154).

Tablica 3.2.1.17. Odnos predočne udaljenosti i duljine glave (*Po/C*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	11,77 – 38,85	27,63 ± 2,40	2,43*	8,68
m	168	22,19 – 43,13	27,05 ± 2,00		7,38
Ukupni uzorak	350	11,77 – 43,13	37,35 ± 2,23		8,16

*statistički značajna razlika ($t \geq 1,96$; $P \leq 0,05$)

Odnos zaočne udaljenosti i duljine glave (Olo/C). Srednja vrijednost odnosa zaočne udaljenosti i duljine glave bežmeka iznosila je 65,88% za ženke i 65,65% za mužjake. Najmanja vrijednost kod mužjaka (8,02%) i najveća kod ženki (114,55%) određuju raspon ukupnog uzorka za ovaj odnos (Tablica 3.2.1.18.). Varijabilnost je bila veća kod mužjaka, a nije utvrđena statistički značajna razlika između spolova (*t* - test, *P* = 0,68).

Tablica 3.2.1.18. Odnos zaočne udaljenosti i duljine glave (*Olo/C*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	39,78 – 114,55	65,88 ± 4,87	0,40	7,39
m	168	8,02 – 101,37	65,65 ± 5,66		8,63
Ukupni uzorak	350	8,02 – 114,55	65,65 ± 4,58		6,98

Odnos najmanje i najveće visine tijela (Tpc/T). Srednja vrijednost odnosa najmanje i najveće visine tijela bežmeka bila je 41,57% za ženke i 43,70% za mužjake. Najmanja vrijednost ovog odnosa kod ženki (30,24%) i najveća kod mužjaka (93,48%) određuju raspon *Tpc/T* odnosa za ukupni uzorak (Tablica 3.2.1.19.). Varijabilnost je bila veća kod mužjaka, a utvrđena je i statistički značajna razlika između spolova (*t* - test, *P* = 0,00003).

Tablica 3.2.1.19. Odnos najmanje i najveće visine tijela (*Tpc/T*)

Spol	Broj jedinki	Raspon (%)	x̄±SD	t	V(%)
ž	182	30,24 – 48,75	41,57 ± 2,94	4,22*	7,08
m	168	31,72 – 93,48	43,70 ± 6,06		13,87
Ukupni uzorak	350	30,24 – 93,48	42,60 ± 4,82		11,31

*statistički značajna razlika ($t \geq 1,96$; $P \leq 0,05$)

3.2.2. Merističke osobine bežmeka

Broj nečlankovitih šipčica prve leđne peraje (D1). Broj nečlankovitih šipčica prve leđne peraje bežmeka bio je III ili IV. Srednja vrijednost broja šipčica iznosila je 3,67 za ženke i 3,91 za mužjake (Tablica 3.2.2.1.). Varijabilnost je bila veća za ženke, a utvrđena je i statistički značajna razlika između spolova (*t* - test, *P* = 0,000).

Tablica 3.2.2.1. Broj nečlankovitih šipčica prve leđne peraje (*D1*)

Broj šipčica	Ženke	Mužjaci	Ukupni uzorak
III	59 (32,42%)	14 (8,33%)	73 (20,86%)
IV	123 (67,58%)	154 (91,66%)	277 (79,14%)
Ukupno	182 (100%)	168 (100%)	350 (100%)
x̄±SD	3,67 ± 0,47	3,91 ± 0,28	3,79 ± 0,41
t		5,78*	
V (%)	12,76	7,07	10,73

*statistički značajna razlika ($t \geq 1,96$; $P \leq 0,05$)

Broj člankovitih šipčica druge leđne peraje (D2). Broj člankovitih šipčica druge leđne peraje bio je u rasponu od 13 do 15. Srednja vrijednost utvrđena za ženke iznosila je 13,94, a za mužjake 13,83 (Tablica 3.2.2.2.). Varijabilnost je bila nešto veća za mužjake, a statistički značajna razlika nije zabilježena (*t* - test, *P* = 0,107).

Tablica 3.2.2.2. Broj člankovitih šipčica druge leđne peraje (*D2*)

Broj šipčica	Ženke	Mužjaci	Ukupni uzorak
13	53 (29,12%)	35 (20,83%)	88 (25,14%)
14	87 (47,80%)	126 (75%)	213 (60,86%)
15	42 (23,08%)	7 (4,17%)	49 (14%)
Ukupno	182 (100%)	168 (100%)	350 (100%)
x̄±SD	13,94 ± 0,72	13,83 ± 0,47	13,89 ± 0,62
t		1,61	
V (%)	4,44	5,18	3,42

Broj člankovitih šipčica podrepne peraje (A). Broj člankovitih šipčica podrepne peraje bio je u rasponu od 13 do 15. Srednja vrijednost za ženke iznosila je 13,91, a za mužjake 13,92 (Tablica 3.2.2.3.). Varijabilnost je bila veća za ženke, a razlika u broju člankovitih šipčica podrepne peraje između ženki i mužjaka nije bila statistički značajna (t - test, $P = 0,918$).

Tablica 3.2.2.3. Broj člankovitih šipčica podrepne peraje (*A*)

Broj šipčica	Ženke	Mužjaci	Ukupni uzorak
13	26 (14,29%)	21 (12,5%)	47 (13,43%)
14	146 (80,22%)	140 (83,33%)	286 (81,71%)
15	10 (5,49%)	7 (4,17%)	17 (4,86%)
Ukupno	182 (100%)	168 (100%)	350 (100%)
x̄±SD	13,91 ± 0,44	13,92 ± 0,40	13,91 ± 0,42
t	0,1		
V (%)	3,14	2,88	3,01

Broj člankovitih šipčica prsnih peraja (P). Broj člankovitih šipčica prsnih peraja bio je u rasponu od 14 do 18, a srednja vrijednost broja šipčica iznosila je 16,48 za ženke i 16,21 za mužjake (Tablica 3.2.2.4.). Varijabilnost je bila veća kod ženki (5,09), a utvrđena je i statistički značajna razlika između spolova (*t* - test, $P = 0,000$).

Tablica 3.2.2.4. Broj člankovitih šipčica prsnih peraja (*P*)

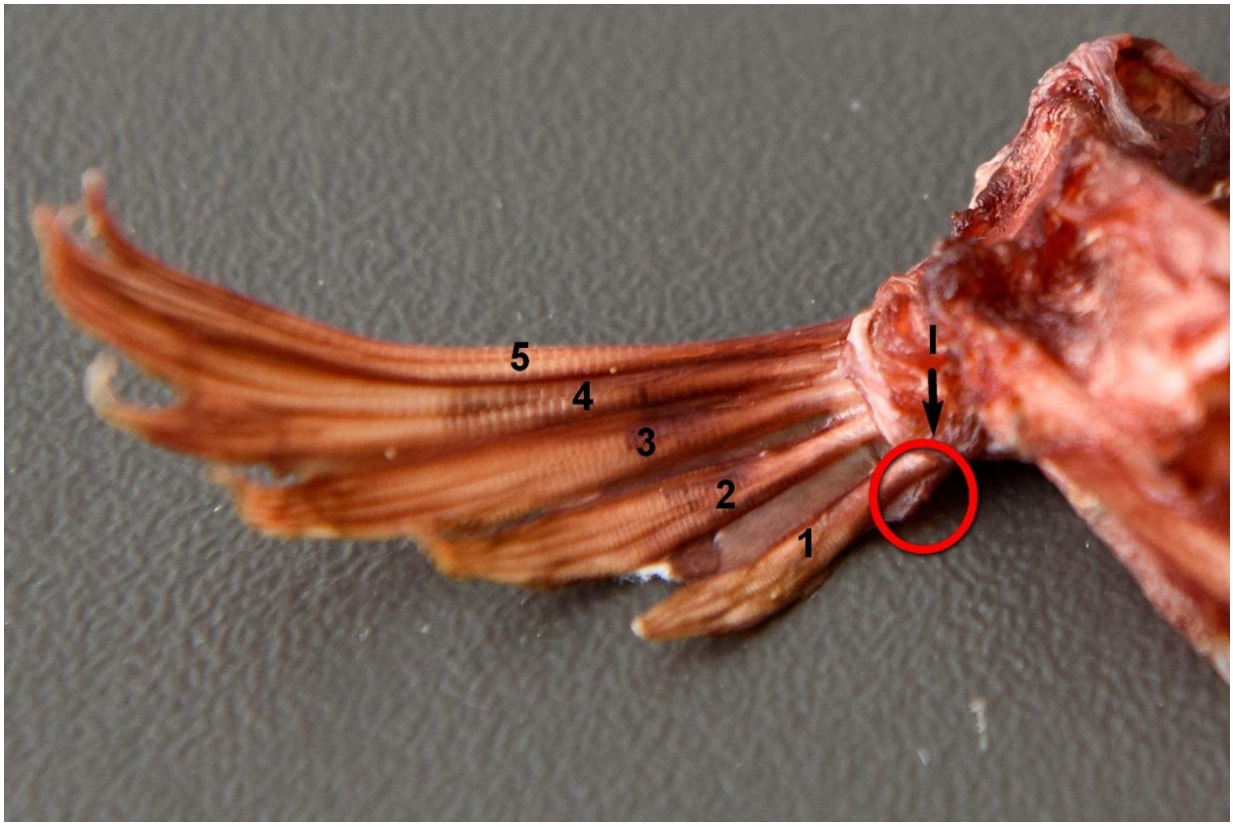
Broj šipčica	Ženke	Mužjaci	Ukupni uzorak
14	5 (2,75%)		5 (1,43%)
15	15 (8,24%)	21 (12,5%)	36 (10,29%)
16	61 (33,52%)	91 (54,17%)	152 (43,43%)
17	90 (49,45%)	56 (33,33%)	146 (41,71%)
18	11 (6,04%)		11 (3,14%)
Ukupno	182 (100%)	168 (100%)	350 (100%)
x̄±SD	16,48 ± 0,84	16,21 ± 0,65	16,35 ± 0,76
t	3,35*		
V (%)	5,09	3,99	4,67

*statistički značajna razlika ($t \geq 1,96$; $P \leq 0,05$)

Broj nečlankovitih i člankovitih šipčica trbušnih peraja (V). Broj nečlankovitih i člankovitih šipčica trbušnih peraja bežmeka bio je stalan za ukupni uzorak (I+5) (Tablica 3.2.2.5.) te s obzirom na navedeno, nisu zabilježene razlike između spolova.

Tablica 3.2.2.5. Broj nečlankovitih i člankovitih šipčica trbušnih peraja (*V*)

Broj šipčica	Ženke	Mužjaci	Ukupni uzorak
I + 5	182 (100%)	168 (100%)	350 (100%)
Ukupno	182 (100%)	168 (100%)	350 (100%)
x̄±SD	6 ± 0	6 ± 0	6 ± 0
t	0		
V (%)	0	0	0



Slika 3.2.2.1. Broj nečlankovitih i člankovitih šipčica trbušnih peraja (V) južnojadranske populacije bežmeka

Broj člankovitih šipčica repne peraje (C). Broj člankovitih šipčica repne peraje bio je u rasponu od 13 do 18. Srednja vrijednost broja šipčica iznosila je 15,52 za ženke i 15,46 za mužjake (Tablica 3.2.2.6.). Varijabilnost je bila veća kod mužjaka (7,94), ali ipak nije utvrđena statistički značajna razlika između spolova (t - test, $P = 0,607$).

Tablica 3.2.2.6. Broj člankovitih šipčica repne peraje (C)

Broj šipčica	Ženke	Mužjaci	Ukupni uzorak
13		14 (8,33%)	14 (4%)
14	40 (21,98%)	21 (12,5%)	61 (17,43%)
15	46 (25,27%)	42 (25%)	88 (25,14%)
16	62 (34,07%)	63 (37,5%)	125 (35,71%)
17	29 (15,93%)	21 (12,5%)	50 (14,29%)
18	5 (2,75)	7 (4,17%)	12 (3,43%)
Ukupno	182 (100%)	168 (100%)	350 (100%)
x̄±SD	15,52 ± 1,08	15,46 ± 1,23	15,49 ± 1,15
t	0,51		
V (%)	6,99	7,94	7,45

Broj kralježaka (trupnih i repnih) (Vert). Broj kralježaka bio je u rasponu od 23 do 25. Srednja vrijednost trupnih kralježaka iznosila je 10,90 za ženke i 10,75 za mužjake (Tablica 3.2.2.7.). Varijabilnost je bila veća kod mužjaka (4,04) i utvrđena je statistički značajna razlika između spolova (*t* - test, $P = 0,000$).

Tablica 3.2.2.7. Broj trupnih kralježaka (Vert)

Broj trupnih kralježaka	Ženke	Mužjaci	Ukupni uzorak
10	18 (9,89%)	42 (25%)	60 (17,14%)
11	164 (90,11%)	126 (75%)	290 (82,86%)
Ukupno	182 (100%)	168 (100%)	350 (100%)
x̄±SD	10,90 ± 0,29	10,75 ± 0,43	
t	3,81*		
V (%)	2,74	4,04	

*statistički značajna razlika ($t \geq 1,96$; $P \leq 0,05$)

Srednja vrijednost repnih kralježaka iznosila je 13,12 za ženke i 13,33 za mužjake (Tablica 3.2.2.8.). Varijabilnost je bila veća kod mužjaka (3,54) i utvrđena je statistički značajna razlika između spolova (*t* - test, *P* = 0,000).

Tablica 3.2.2.8. Broj repnih kralježaka (*Vert*)

Broj repnih kralježaka	Ženke	Mužjaci	Ukupni uzorak
13	28 (15,38%)	112 (66,67%)	140 (40%)
14	154 (84,62%)	56 (33,33%)	210 (60%)
Ukupno	182 (100%)	168 (100%)	350 (100%)
x̄±SD	13,12 ± 0,32	13,33 ± 0,47	
t	4,92*		
V (%)	2,49	3,54	

*statistički značajna razlika ($t \geq 1,96$; $P \leq 0,05$)

Kod 81,32% od ukupnog broja analiziranih ženki prebrojano je 11 trupnih i 14 repnih kralježaka. Od ukupnog broja analiziranih mužjaka zabilježeno je 58,33 % mužjaka s 11 trupnih i 13 repnih kralježaka. Najmanja postotna vrijednost zabilježena je u ukupnom broju analiziranih ženki i iznosila je 3,3% s 10 trupnih i 14 repnih kralježaka (Tablica 3.2.2.9).

Tablica 3.2.2.9. Broj kralježaka (trupnih i repnih) (*Vert*)

Broj kralježaka (trupni+repni)	Ženke	Mužjaci	Ukupni uzorak
10+13	12 (6,59%)	14 (8,33%)	26 (7,43%)
10+14	6 (3,30%)	28 (16,67%)	34 (9,71%)
11+13	16 (8,79%)	98 (58,33%)	114 (32,57%)
11+14	148 (81,32%)	28 (16,67%)	176 (50,29%)
Ukupno	182 (100%)	168 (100%)	350 (100%)

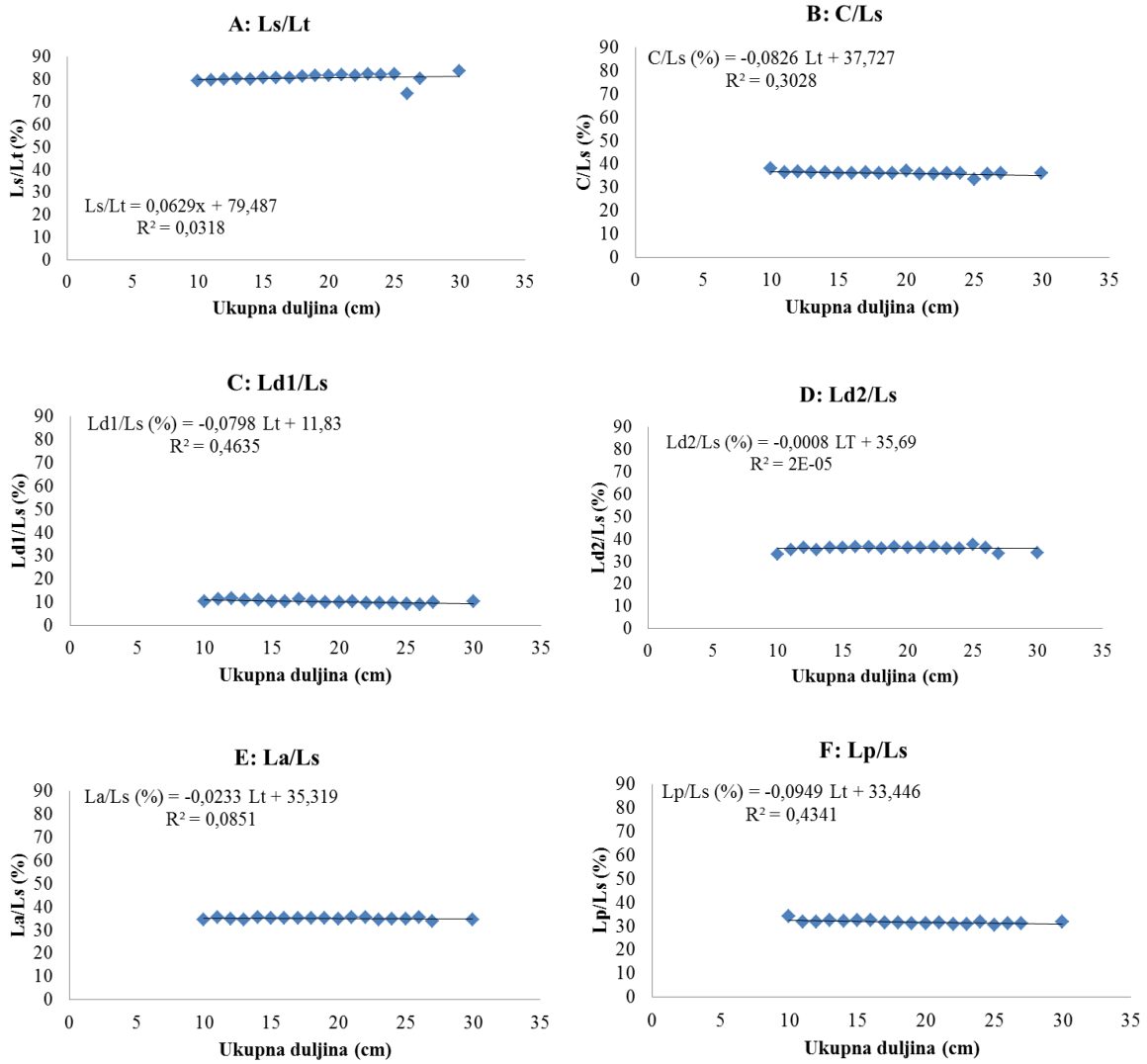
3.2.3. Relativni rast bežmeka

Relativni rast određen je na svim jedinkama uključenim u prethodna istraživanja i analizu biometrijskih osobina populacije bežmeka u južnom Jadranu (N=350). Morfometrijski odnosi prema ukupnoj i standardnoj duljini tijela bežmeka prikazani su na slici 3.2.3.1., a izračunate vrijednosti relativnog rasta u morfometrijskim odnosima su:

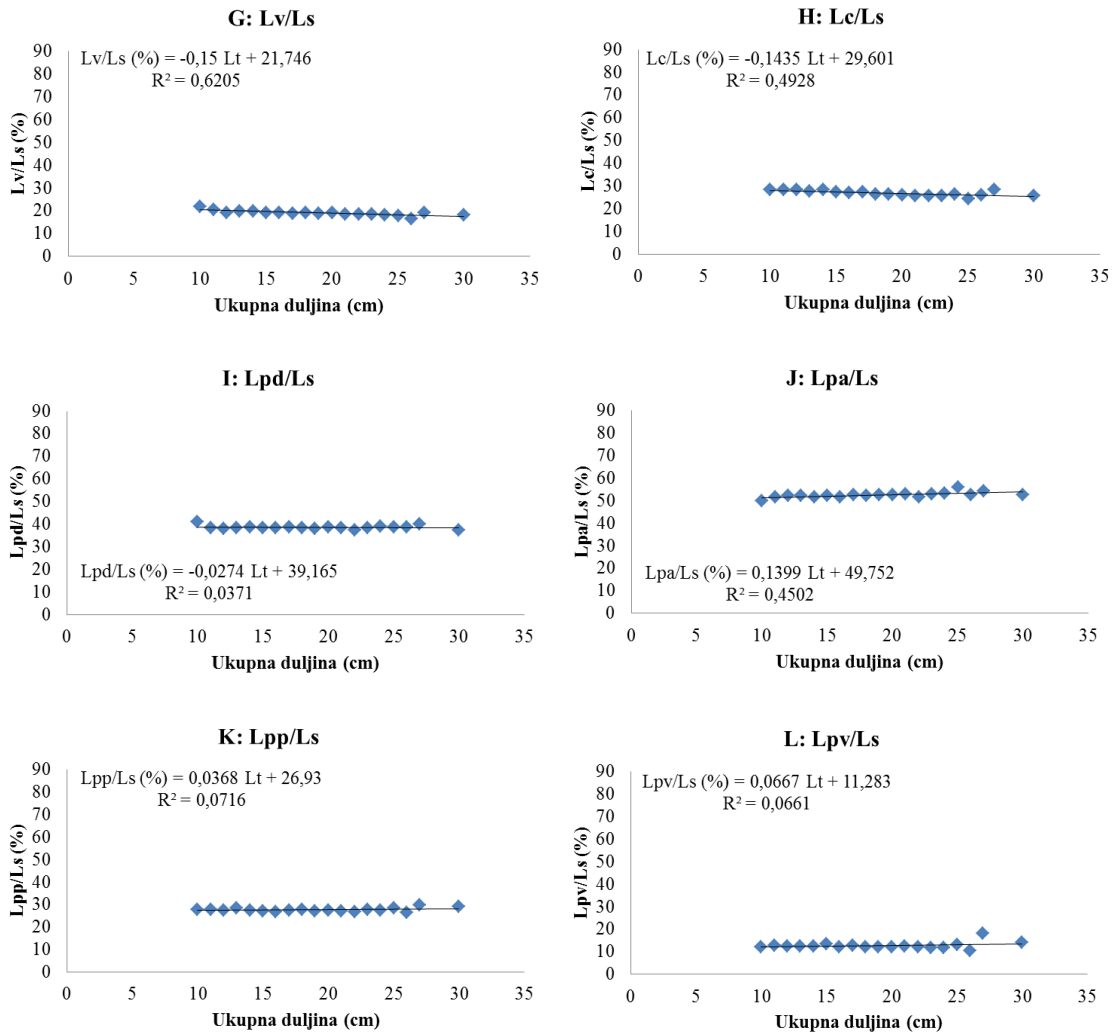
Ls/Lt	b= +0,062	R^2=0,0318	Slika 3.2.3.1.A
C/Ls	b= -0,082	R^2=0,3028	Slika 3.2.3.1.B
Ld1/Ls	b= -0,079	R^2=0,4635	Slika 3.2.3.1.C
Ld2/Ls	b= -0,0008	R^2=2E-05	Slika 3.2.3.1.D
La/Ls	b= -0,023	R^2=0,0851	Slika 3.2.3.1.E
Lp/Ls	b= -0,094	R^2=0,4341	Slika 3.2.3.1.F
Lv/Ls	b= -0,15	R^2=0,6205	Slika 3.2.3.1.G
Lc/Ls	b= -0,143	R^2=0,4928	Slika 3.2.3.1.H
Lpd/Ls	b= -0,027	R^2=0,0371	Slika 3.2.3.1.I
Lpa/Ls	b= +0,1399	R^2=0,4502	Slika 3.2.3.1.J
Lpp/Ls	b= +0,0368	R^2=0,0716	Slika 3.2.3.1.K
Lpv/Ls	b= +0,0667	R^2=0,0661	Slika 3.2.3.1.L
T/Ls	b= -0,0475	R^2=0,1721	Slika 3.2.3.2.A
Tpc/Ls	b= -0,0299	R^2=0,1496	Slika 3.2.3.2.B
Tpc/T	b= -0,043	R^2=0,0166	Slika 3.2.3.2.C
O/C	b= -0,0305	R^2=0,0591	Slika 3.2.3.3.A
lo/C	b= +0,1514	R^2=0,7461	Slika 3.2.3.3.B
Po/C	b= +0,135	R^2=0,3038	Slika 3.2.3.3.C
Olo/C	b= +0,0217	R^2=0,006	Slika 3.2.3.3.D

Iz navedenih odnosa slijedi da za svaki porast ukupne duljine tijela bežmeka od jednog centimetra, odnos *C/Ls* zaostaje 0,08%, odnos *Ld1/Ls* za 0,07%, odnos *Ld2/Ls* za 0,0008%, odnos *La/Ls* za 0,02%, odnos *Lp/Ls* za 0,09%, odnos *Lv/Ls* za 0,15%, a odnos *Lc/Ls* za 0,14%. S druge strane, porast s povećanjem ukupne duljine tijela bežmeka za jedan centimetar su pokazali sljedeći odnosi: *Ls/Lt* za 0,06%, *Lpa/Ls* za 0,13%, *Lpp/Ls* za 0,03% i *Lpv/Ls* za 0,06%.

Iz navedenog se može zaključiti da veće jedinke bežmeka imaju kraću glavu, manju udaljenost od vrha gubice do početka leđne peraje, kraću duljinu osnovice prsnih i trbušnih peraja, kraću duljinu osnovice podrepne, repne te prve i druge leđne peraje. S druge strane, veće jedinke imaju veću standardnu duljinu tijela te veću pretpodrepnu, pretprsnu i predtrbušnu udaljenost (Slika 3.2.3.1.).

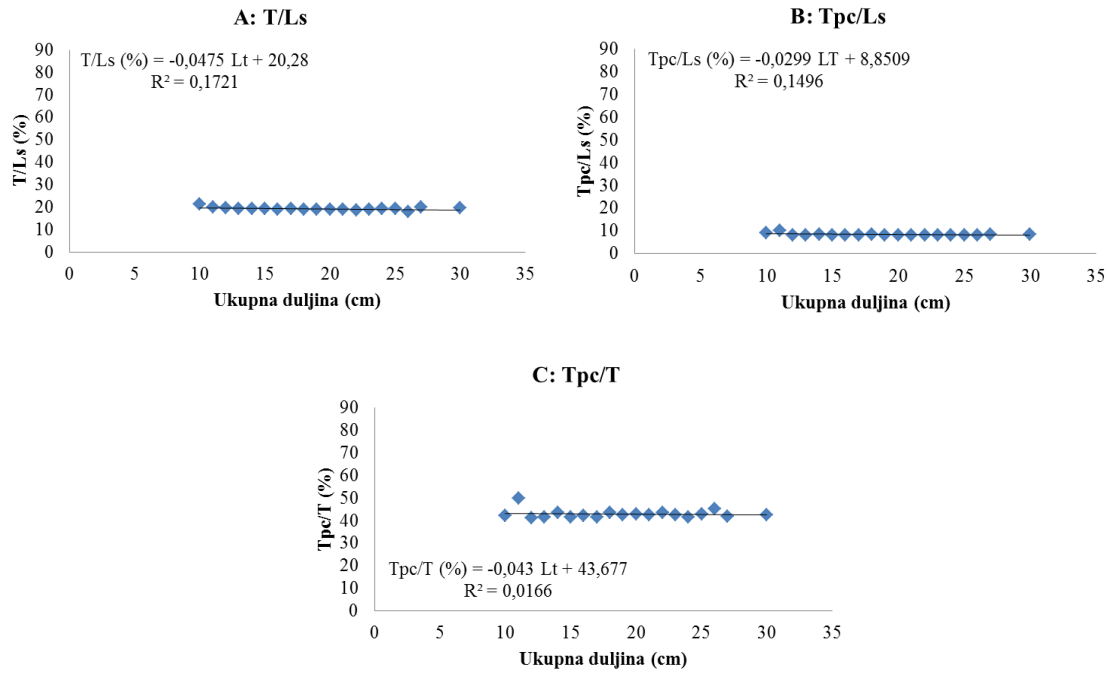


Slika 3.2.3.1. Morfometrijski odnosi prema ukupnoj i standardnoj duljini tijela bežmeka: A: *Ls/Lt*; B: *C/Ls*; C: *Ld1/Ls*; D: *Ld2/Ls*; E: *La/Ls*; F: *Lp/Ls*

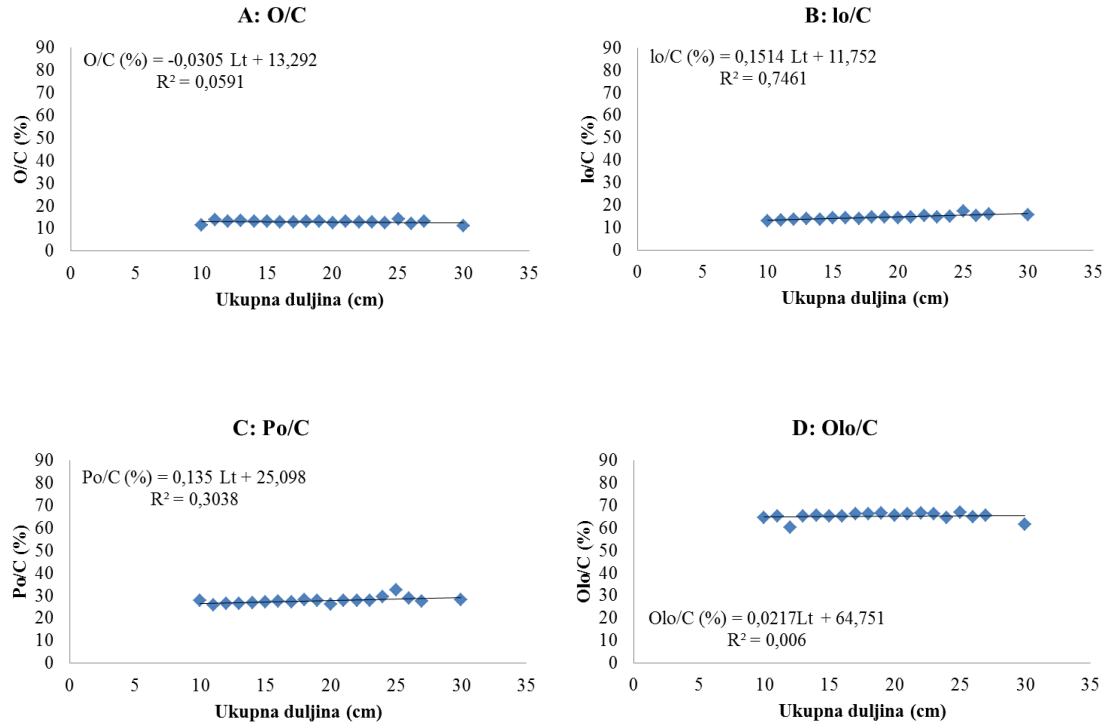


Slika 3.2.3.1. (nastavak) Morfometrijski odnosi prema ukupnoj i standardnoj duljini tijela bežmeka: G: *Lv/Ls*; H: *Lc/Ls*; I: *Lpd/Ls*; J: *Lpa/Ls*; K: *Lpp/Ls*; L: *Lpv/Ls*

Jedinke s većom ukupnom duljinom tijela imaju manje vrijednosti najveće (0,04%) i najmanje (0,02%) visine tijela i vrijednost međusobnog odnosa te dvije morfometrijske veličine (0,04%) (Slika 3.2.3.2.). Pozitivnu korelaciju s porastom ukupne duljine tijela bežmeka pokazali su odnosi *lo/C* (0,15%), *Po/C* (0,13%) i *Olo/C* (0,02%) dok odnos *O/C* pokazuje negativnu korelaciju za 0,03% (Slika 3.2.3.3.).



Slika 3.2.3.2. Morfometrijski odnosi prema standardnoj duljini tijela bežmeka i najvećoj visini tijela bežmeka: A: *T/Ls*; B: *Tpc/Ls*; C: *Tpc/T*

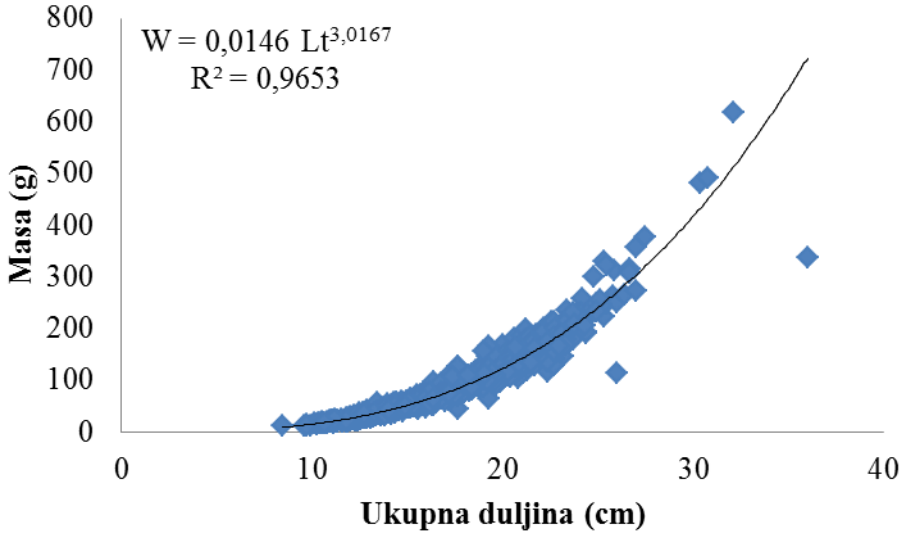


Slika 3.2.3.3. Morfometrijski odnosi prema duljini glave bežmeka: A: *O/C*; B: *Io/C*; C: *Po/C*; D: *Olo/C*

3.3. Duljinsko-maseni odnos bežmeka u južnom Jadranu

Duljinsko-maseni odnos bežmeka u južnom Jadranu određen je na svim jedinkama ulovljenim za vrijeme istraživanja (N = 1279) (Slika 3.3.1.), a izražava se jednadžbom:

$$W = 0{,}0146\ Lt^{3{,}0167};\ R^2 = 0{,}9653$$



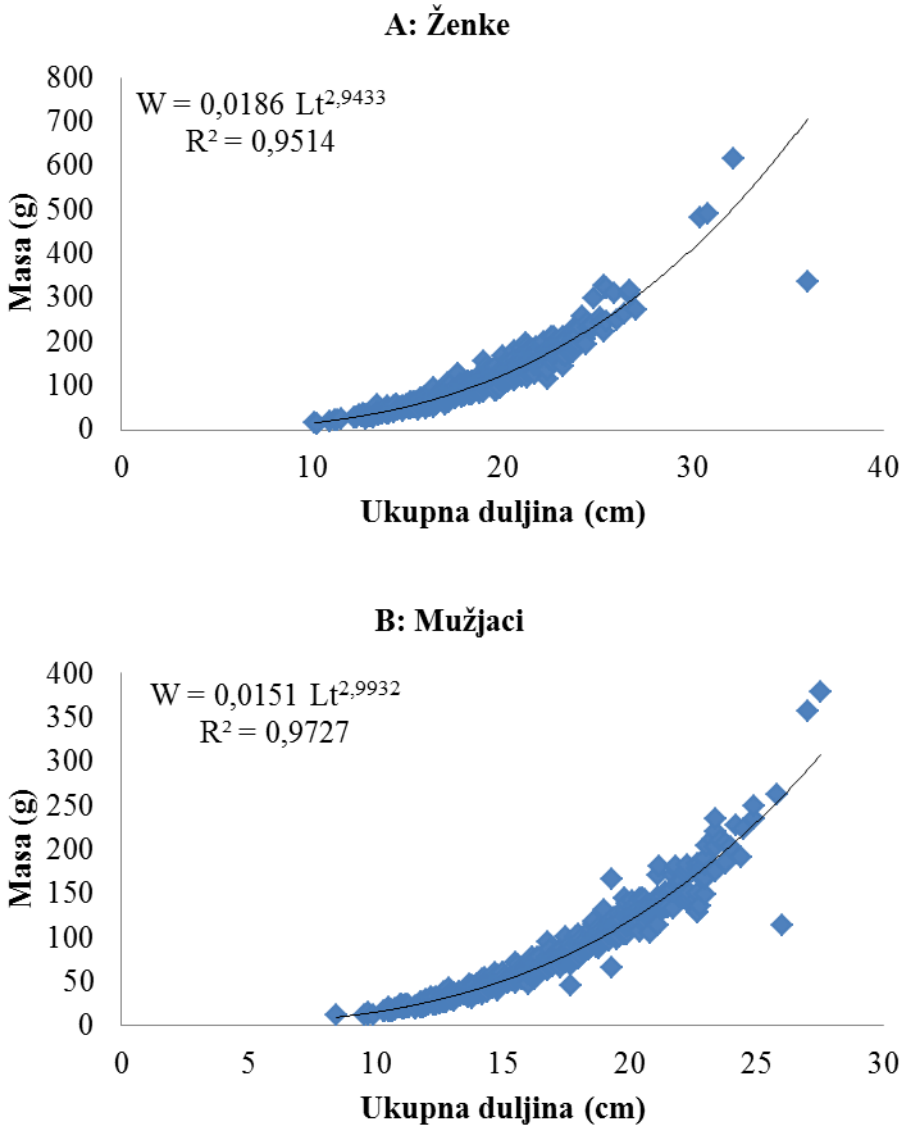
Slika 3.3.1. Duljinsko-maseni odnos ukupnog analiziranog uzorka (N = 1279) bežmeka u južnom Jadranu

Osim za ukupni uzorak bežmeka duljinsko-maseni odnos analiziran je s obzirom na spol (Slika 3.3.2.) te se može izraziti sljedećim jednadžbama:

$$W = 0{,}0186\ Lt^{2{,}9433};\ R^2 = 0{,}9514 \text{ (Slika 3.3.2. A)}$$

$$W = 0{,}0151\ Lt^{2{,}9932};\ R^2 = 0{,}9727 \text{ (Slika 3.3.2. B)}$$

Vrijednosti koeficijenta *b* ukazuju da je rast bežmeka na području južnog Jadrana izometrijski, neovisan o spolu. Jedinke ravnomjerno rastu u duljinu i masu te zadržavaju svoj uobičajeni oblik. Nije bilo statistički značajne razlike u vrijednostima koeficijenta *b* između ženki i mužjaka ($t = 2{,}08$; $P = 0{,}219$).



Slika 3.3.2. Duljinsko-maseni odnos ženki (N = 699) (A) i mužjaka (N = 580) (B) bežmeka u južnom Jadranu

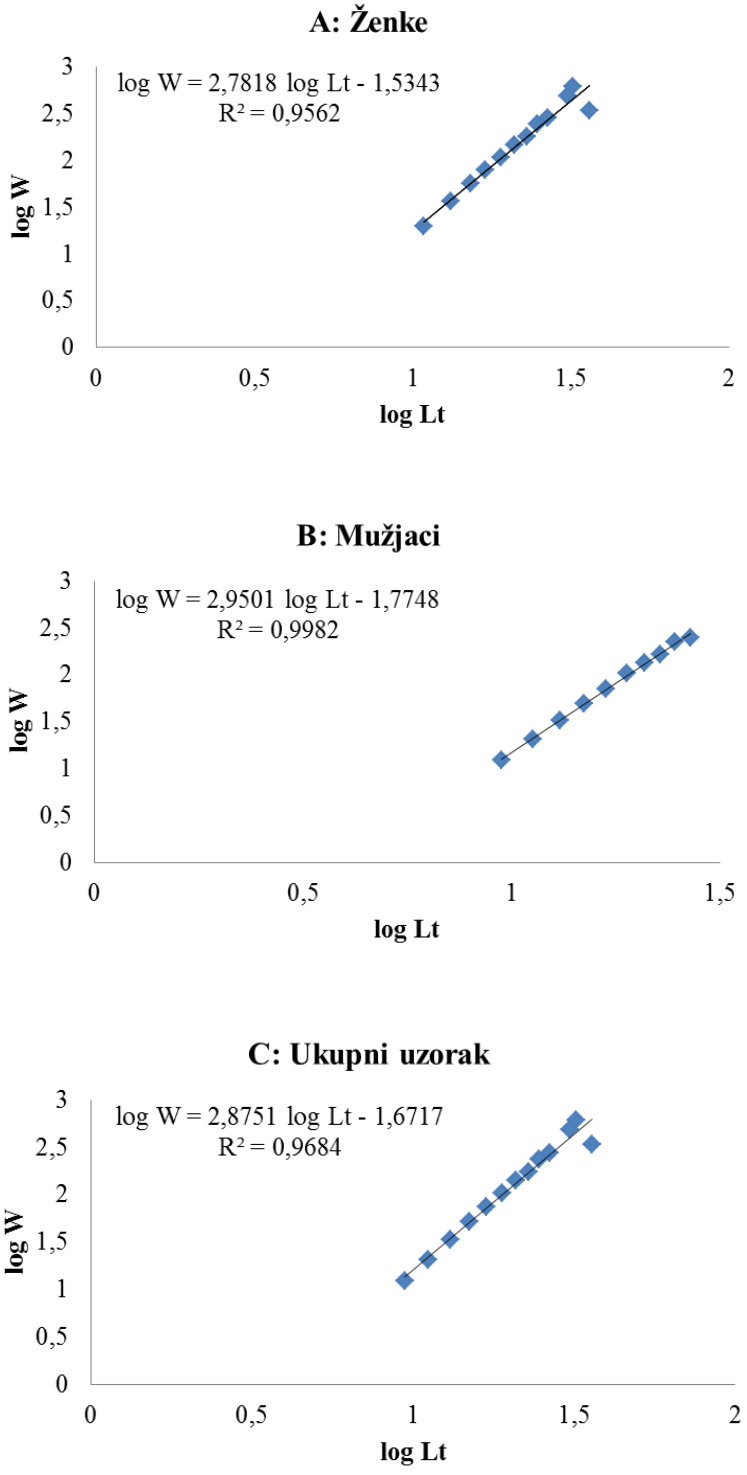
Brojnost jedinki po dužinskim razredima i njihova masa prikazani su u Tablici 3.3.1. Ženke bežmeka bile su najzastupljenije u duljinskim razredima 18 i 19 cm, a mužjaci u duljinskom razredu 14 cm. Najmanja zastupljenost oba spola bila je u manjim i većim duljinskim razredima.

U 27 duljinskih razreda (od 29) uočene su veće srednje vrijednosti mase ženki u odnosu na mužjake. Veće srednje vrijednosti mase mužjaka bile su u duljinskim razredima 10 i 27 cm. Neovisno o spolu, jedinke bežmeka s najvećim srednjim vrijednostima mase pripadale su najvećim duljinskim razredima.

Tablica 3.3.1. Odnos ukupne duljine i mase tijela ženki (N = 699), mužjaka (N = 580) i ukupnog uzorka (N = 1279) bežmeka u južnom Jadranu podijeljenih u duljinske razrede

Duljinski razredi (cm)	Ženke		Mužjaci		Ukupni uzorak	
	N	x̄ W(g) ± SD	N	x̄ W(g) ± SD	N	x̄ W(g) ± SD
8	-	-	1	11,52 ± 0	1	11,52 ± 0
9	-	-	4	12,72 ± 1,39	4	12,74 ± 1,39
10	4	17,24 ± 2,87	12	18,05 ± 2,29	16	17,86 ± 2,37
11	3	24,05 ± 1,44	32	21,78 ± 2,10	35	21,97 ± 2,13
12	12	31,59 ± 3,34	38	28,78 ± 4,67	50	29,45 ± 4,52
13	23	39,29 ± 6,25	48	36,79 ± 4,37	71	37,60 ± 5,14
14	27	48,82 ± 5,92	61	46,31 ± 5,39	88	47,08 ± 5,64
15	56	59,89 ± 6,94	50	54,91 ± 5,69	106	57,54 ± 6,82
16	51	70,79 ± 10,84	47	66,65 ± 8,75	98	68,80 ± 10,06
17	65	86,38 ± 14,39	38	78,16 ± 9,56	103	83,35 ± 13,38
18	94	98,80 ± 9,84	56	95,15 ± 9,15	150	97,43 ± 9,72
19	92	115,06 ± 12,31	51	114,80 ± 15,08	143	114,97 ± 13,31
20	75	133,48 ± 16,02	42	128,24 ± 10,30	117	131,60 ± 14,41
21	86	157,81 ± 17,60	38	143,23 ± 15,36	124	153,34 ± 18,18
22	48	173,86 ± 19,73	34	157,37 ± 16,34	82	167,02 ± 20,04
23	34	193,23 ± 18,38	18	189,75 ± 21,79	52	192,02 ± 19,49
24	12	230,11 ± 29,56	6	221,01 ± 21,39	18	227,08 ± 16,83
25	7	276,78 ± 43,52	1	262,45 ± 0	8	274,99 ± 40,61
26	5	291,58 ± 30,83	1	114,09 ± 0	6	261,99 ± 77,53
27	1	273,70 ± 0	2	367,45 ± 0	3	336,2 ± 55,17
28	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-
30	2	486,64 ± 5,71	-	-	2	486,64 ± 5,71
31	-	-	-	-	-	-
32	1	618,7 ± 0	-	-	1	618,7 ± 0
33	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-
36	1	337,85 ± 0	-	-	1	337,85 ± 0
Ukupno	699	117,38 ± 60,40	580	84,01 ± 52,41	1279	102,25 ± 59,27

Linearnom regresijom logaritamskih vrijednosti ukupne duljine tijela i mase za svaki razred ženki (Slika 3.3.3.A), mužjaka (Slika 3.3.3.B) i ukupni uzorak (Slika 3.3.3.C) dobiven je neprekidan niz točaka koje leže na jednom pravcu što ukazuje da u duljinsko-masenom odnosu bežmeka ne postoje točke infleksije.



Slika 3.3.3. Faze disharmonije u duljinsko-masenom odnosu ženki (A), mužjaka (B) i ukupnog uzorka (C) bežmeka u južnom Jadranu dobivene linearnom regresijom

3.4. Indeks kondicije bežmeka u južnom Jadranu

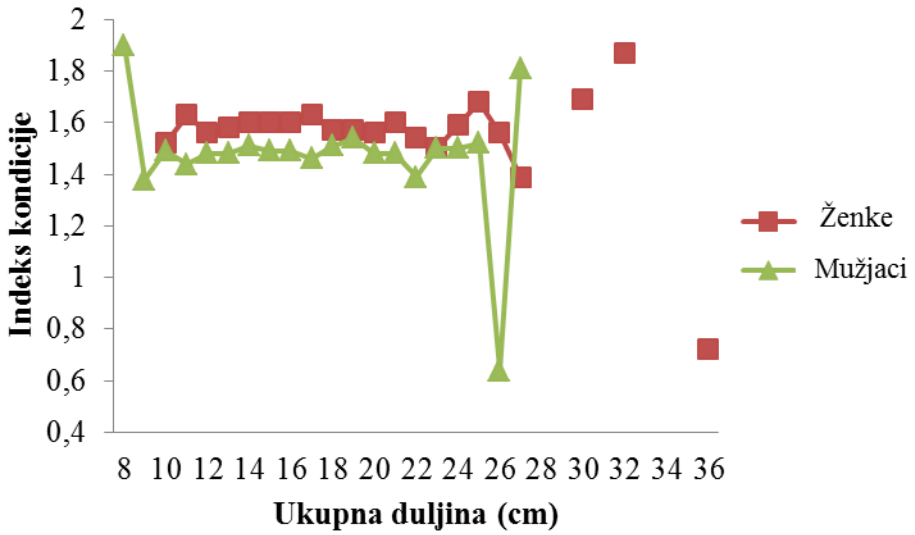
Indeks kondicije određen je na ukupno 1279 jedinki bežmeka koje su prikupljene tijekom istraživanja. Vrijednosti indeksa bile su u rasponu od 0,649 do 2,359 sa srednjom vrijednosti 1,541. Osim za ukupni uzorak indeks kondicije analiziran je i s obzirom na spol, a njegova srednja vrijednost iznosila je 1,589 za ženke i 1,490 za mužjake (Tablica 3.4.1.).

Tablica 3.4.1. Promjene indeksa kondicije (*IK*) u odnosu na ukupnu duljinu i masu tijela ženki (*N* = 699), mužjaka (*N* = 580) i ukupnog uzorka (*N* = 1279) bežmeka u južnom Jadranu

Duljinski razredi (cm)	Ženke		Mužjaci		Ukupni uzorak	
	x̄ W(g)	IK	x̄ W(g)	IK	x̄ W(g)	IK
8	-	-	11,52	1,909	11,52	1,909
9	-	-	12,72	1,384	12,74	1,384
10	17,24	1,525	18,05	1,493	17,86	1,501
11	24,05	1,639	21,78	1,448	21,97	1,464
12	31,59	1,568	28,78	1,485	29,45	1,505
13	39,29	1,588	36,79	1,481	37,60	1,516
14	48,82	1,603	46,31	1,512	47,08	1,540
15	59,89	1,604	54,91	1,499	57,54	1,554
16	70,79	1,609	66,65	1,498	68,80	1,556
17	86,38	1,633	78,16	1,466	83,35	1,572
18	98,80	1,572	95,15	1,515	97,43	1,551
19	115,06	1,575	114,80	1,547	114,97	1,565
20	133,48	1,564	128,24	1,486	131,60	1,536
21	157,81	1,605	143,23	1,483	153,34	1,568
22	173,86	1,542	157,37	1,396	167,02	1,481
23	193,23	1,501	189,75	1,500	192,02	1,501
24	230,11	1,592	221,01	1,503	227,08	1,562
25	276,78	1,686	262,45	1,528	274,99	1,666
26	291,58	1,563	114,09	0,649	261,99	1,411
27	273,70	1,390	367,45	1,815	336,2	1,673
28	-	-	-	-	-	-

29	-	-	-	-	-	-
30	486,64	1,698	-	-	486,64	1,698
31	-	-	-	-	-	-
32	618,7	1,870	-	-	618,7	1,870
33	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-
36	337,85	0,724	-	-	337,85	0,724
Srednja vrijednost	117,38	1,589	84,01	1,490	102,25	1,541

Najveći rast vrijednosti indeksa kondicije kod ženki zabilježen je između duljinskih razreda 10 i 11 cm, a najveći pad između duljinskih razreda 26 i 27 cm. Kod mužjaka najveći rast zabilježen je između duljinskih razreda 26 i 27 cm, a najveći pad između 25 i 26 cm (Slika 3.4.1.). Vrijednosti indeksa kondicije u reprezentativnom uzorku (duljinski razredi od 11 do 24 cm sadržavaju ukupno 96,71%) pokazuju manja kolebanja. Jedinke u duljinskim razredima od 28 do 36 cm (N = 4) nisu uvrštene u analizu i prikazane su diskontinuitentno (Slika 3.4.1.).

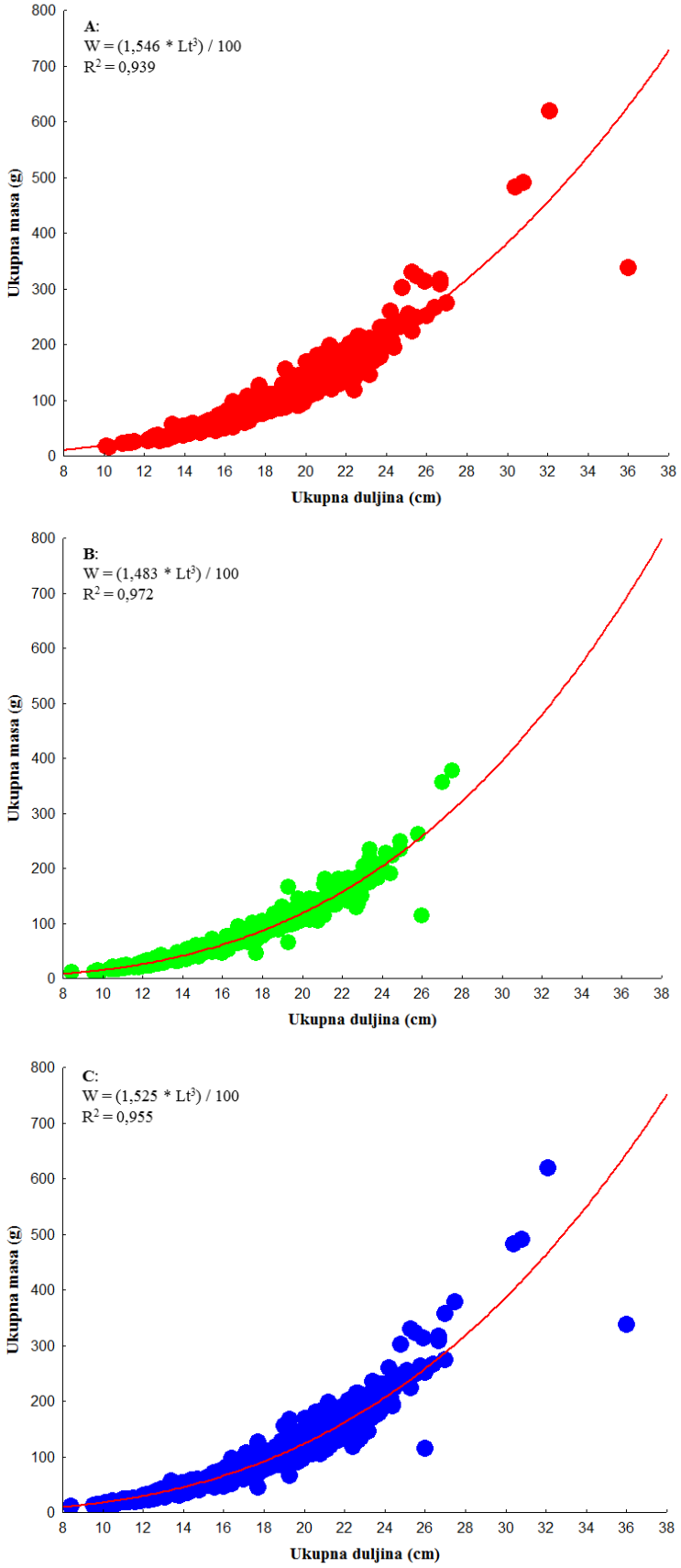


Slika 3.4.1. Indeks kondicije bežmeka u odnosu na ukupnu duljinu tijela ženki (N = 699) i mužjaka (N = 580) na području južnog Jadrana

Statističkom metodom višestruke regresije srednje vrijednosti indeksa kondicije dobivene su za ženke (Slika 3.4.2.A), mužjake (Slika 3.4.2.B) i ukupni uzorak (Slika 3.4.2.C):

- ženke IK = 1,546;
- mužjaci IK = 1,483;
- ukupni uzorak IK = 1,525.

Vrijednosti dobivene statističkom metodom višestruke regresije (dobivene procjenom) su nešto niže od vrijednosti dobivenih empirijski tj. utvrđene su relativno slične vrijednosti.

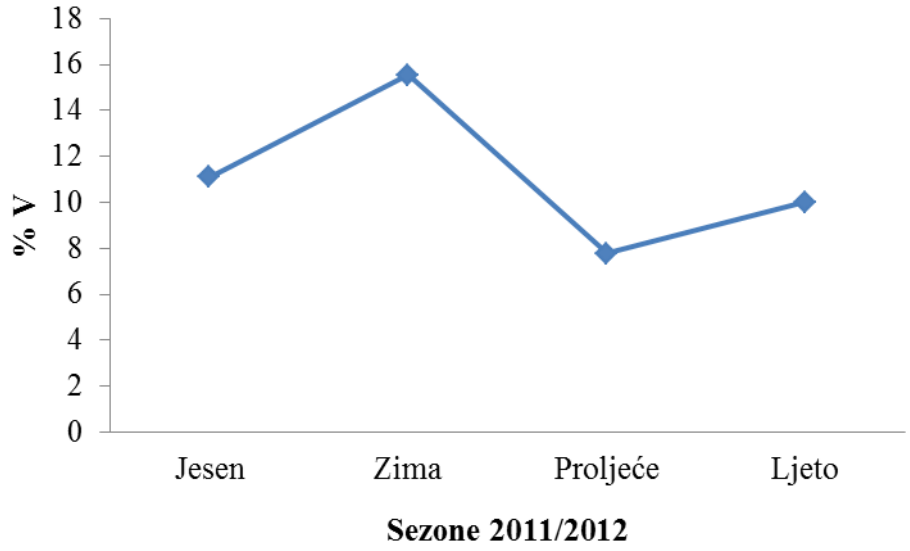


Slika 3.4.2. Vrijednosti indeksa kondicije ženki (A), mužjaka (B) i ukupnog uzorka (C)

3.5. Prehrana bežmeka u južnom Jadranu

Prehrana bežmeka određena je na uzorku od 360 jedinki koje su nasumično odabrane u mjesečnim poduzorcima (N = 30). Ukupna duljina tijela bila je u rasponu od 9,7 do 32,1 cm (18,89 ± 3,34 cm), a mase od 11,7 do 618,7 g (112,79 ± 63,17 g). Poduzorak se sastojao od 213 ženki (59,17%) i 147 mužjaka (40,83%). Raspon ukupne duljine tijela ženki je bio od 12,8 do 32,1 cm (19,5 ± 2,93 cm), a mužjaka od 9,7 do 27,5 cm (18 ± 3,7 cm).

Od ukupno 360 želudaca, 40 ih je bio u potpunosti prazno stoga je koeficijent praznoće probavila bežmeka (%V) relativno nizak i iznosio je 11,11%. Godišnje promjene koeficijenta su bile statistički značajne (t = 4,90, P = 0,00). Na slici 3.5.1. prikazane su godišnje promjene koeficijenta praznoće probavila. Najveća vrijednost koeficijenta je zabilježena tijekom zime (15,55%), a najniža tijekom proljeća (7,78%).



Slika 3.5.1. Godišnje promjene koeficijenta praznoće probavila (%V) bežmeka u južnom Jadranu

U 126 želudaca (35%) je pronađena hrana koju je bilo moguće odrediti, dok su u potpunosti probavljeni ostatci hrane koje nije bilo moguće odrediti bili pronađeni u 194 želudca (53,89%). Slijedom navedenog vrijednost koeficijenta punoće probavila bežmeka (% Jr) bila je relativno niska i iznosila je 1,50%.

U analiziranim želudcima pronađene su tri skupine plijena: glavonošci (Cephalopoda), rakovi (Crustacea) i ribe (Pisces). Različite skupine plijena ukazuju na relativno raznoliku prehranu bežmeka u južnom Jadranu. Prema brojnosti plijena prevladavaju ribe, a potom rakovi dok prema postotku mase prevladavaju ribe, a potom glavonošci (Tablica 3.5.1.).

Tablica 3.5.1. Vrijednost postotka učestalosti pojavljivanja plijena (%F), postotka brojnosti (% N) i postotka mase (%W) plijena bežmeka u južnom Jadranu

Vrsta plijena	F (%F)	N (%N)	W (%W)
Cephalopoda			
Loligo vulgaris	7 (1,94%)	8 (8,33%)	74,85 (12,30%)
Sepiola sp.	1 (0,28%)	1 (1,04%)	2,14 (0,35%)
Lolliguncula sp.	1 (0,28%)	0 (1,04%)	3,59 (0,59%)
Cephalopoda (neodređeno)	4 (1,11%)	4 (4,17%)	25,46 (4,18%)
Ukupno Cephalopoda	13 (3,61%)	14 (14,58%)	106,04 (17,42%)
Crustacea			
Decapoda			
Parapenaeus longirostris	6 (1,67%)	9 (9,37%)	42,61 (7%)
Solenocera membranacea	11 (3,05%)	12 (12,5%)	16,76 (2,75%)
Alpheus sp.	1 (0,28%)	1 (1,04%)	0,45 (0,07%)
Stomatopoda			
Squilla sp.	2 (0,55%)	2 (2,08%)	2,54 (0,42%)
Crustacea (neodređeno)	10 (2,78%)	10 (10,42%)	23,67 (3,89%)
Ukupno Crustacea	30 (8,33%)	34 (35,41%)	86,03 (14,13%)
Pisces			
Engraulis encrasicolus	1 (0,28%)	1 (1,04%)	0,28 (0,04%)
Argentina sphyraena	21 (5,83%)	22 (22,92%)	77,38 (12,72%)
Gnathophis mystax	1 (0,28%)	1 (1,04%)	8,36 (1,37%)
Merluccius merluccius	14 (3,89%)	14 (14,58%)	122,69 (20,28%)
Merlangius merlangus	3 (0,83%)	3 (3,12%)	11,53 (1,89%)
Micromesistius poutassou	1 (0,28%)	1 (1,04%)	5,78 (0,95%)
Mullus barbatus	2 (0,55%)	2 (2,08%)	26,08 (4,29%)
Centracanthus cirrus	1 (0,28%)	1 (1,04%)	4,68 (1,26%)
Gobius sp.	3 (0,83%)	4 (4,17%)	6,14 (1%)

Callionymus maculatus	4 (1,11%)	4 (4,17%)	21,98 (3,61%)
Synchiropus phaeton	1 (0,28%)	1 (1,04%)	1,34 (0,22%)
Blenius ocellaris	1 (0,28%)	1 (1,04%)	3,04 (0,50%)
Aspitrigla cuculus	1 (0,28%)	1 (1,04%)	0,18 (0,03%)
Lepidotrigla cavillone	1 (0,28%)	1 (1,04%)	5 (0,82%)
Lepidorhombus whiffiagonis	4 (1,11%)	4 (4,17%)	30,2 (4,96%)
Symphurus nigrescens	1 (0,28%)	1 (1,04%)	3,73 (0,61%)
PISCES (neodređeno)	17 (4,72%)	17 (17,70%)	53,98 (8,87%)
Ukupno PISCES	77 (21,39%)	79 (82,27%)	385,37 (63,42%)

Vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI), koeficijenta osnovnih tipova hrane (MFI) i koeficijenta hranjivosti (Q) prikazani su u tablici 3.5.2. Neophodna i glavna hrana bežmeka u južnom Jadranu su ribe (IRI = 167,1; MFI = 508,02; Q = 805,17), dok rakovi (MFI = 86,35; Q = 141,56) i glavonošci (MFI = 74,88; Q = 120,92) predstavljaju dodatnu ili sekundarnu hranu. Od riba neophodna i glavna hrana su oslić *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) (MFI = 187,34; Q = 295,8) i srebrnjak *Argentina sphyraena* Linnaeus, 1758 (MFI = 182,81; Q = 291,44), dok su ostale vrste tek slučajna hrana. Kozica *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (MFI = 38,66) i lignja *Loligo vulgaris* Lamarck, 1798 (MFI = 63,22; Q = 102,51) predstavljaju dodatnu ili sekundarnu hranu.

Tablica 3.5.2. Vrijednost koeficijenta relativnog značaja (IRI), koeficijenta osnovnih tipova hrane (MFI) i koeficijenta hranjivosti (Q) plijena bežmeka u južnom Jadranu

Vrsta plijena	IRI	MFI	Q
Cephalopoda	35,62	74,88	120,92
Crustacea	57,88	86,35	141,56
Pisces	167,1	508,02	805,17

Vrijednosti navedenih koeficijenta su analizirane i obzirom na godišnje sezone. Ribe su imale najviše vrijednosti koeficijenta relativnog značaja (IRI) tijekom svih sezona. Najniža vrijednost koeficijenta je zabilježena za glavonošce u proljeće (Tablica 3.5.3.).

Tablica 3.5.3. Vrijednost koeficijenta relativnog značaja (IRI) plijena bežmeka u južnom Jadranu tijekom godišnjih sezona (2011/2012)

Vrsta plijena	Jesen	Zima	Proljeće	Ljeto
Cephalopoda	34,88	49,30	6,45	51,8
Crustacea	51,51	54,59	66,41	33,99
Pisces	143,57	187,29	143,06	146,78

Ribe predstavljaju neophodni tip hrane tijekom cijele godine, a najviša vrijednost koeficijenta MFI je zabilježena tijekom zime (Tablica 3.5.4.). Najviše vrijednosti koeficijenta tijekom zime (MFI = 454,47), proljeća (MFI = 126,42) i jeseni (MFI = 375,72) zabilježene su za oslića, dok je najviša vrijednost koeficijenta tijekom ljeta (MFI = 456,01) zabilježena za srebrnjaka.

Glavonošci su tijekom proljeća bili tek slučajna hrana (MFI = 5,2), dok su ostatak godine predstavljali neophodan tip hrane. Najviša vrijednosti koeficijenta MFI zabilježena je za lignju (*L. vulgaris*) tijekom ljeta (MFI = 326,58).

Rakovi su tijekom ljeta (MFI = 47,16) predstavljali dodatnu hranu, dok su ostatak godine bili neophodna hrana. Najviša vrijednosti koeficijenta MFI zabilježena je za kozicu (*P. longirostris*) tijekom proljeća (MFI = 135,11).

Tablica 3.5.4. Vrijednost osnovnih tipova hrane (MFI) plijena bežmeka u južnom Jadranu tijekom godišnjih sezona (2011/2012)

Vrsta plijena	Jesen	Zima	Proljeće	Ljeto
Cephalopoda	83,57	199,56	5,2	326,85
Crustacea	77,72	127,76	168,9	47,16
Pisces	607,30	785,55	300,26	662,44

*(> 75 neophodna hrana; 52 – 75 glavna hrana; 26 – 51 dodatna hrana; < 26 slučajna hrana)

Najviše vrijednosti koeficijenta hranjivosti (Q) tijekom svih godišnjih sezona zabilježene su za ribe (Tablica 3.5.5.). Prema koeficijentu Q glavonošci su glavna hrana tijekom zime i ljeta, dok u jesen predstavljaju dodatnu hranu. Rakovi su, prema koeficijentu, glavna hrana tijekom zime i proljeća, dok tijekom ljeta i jeseni predstavljaju dodatnu hranu.

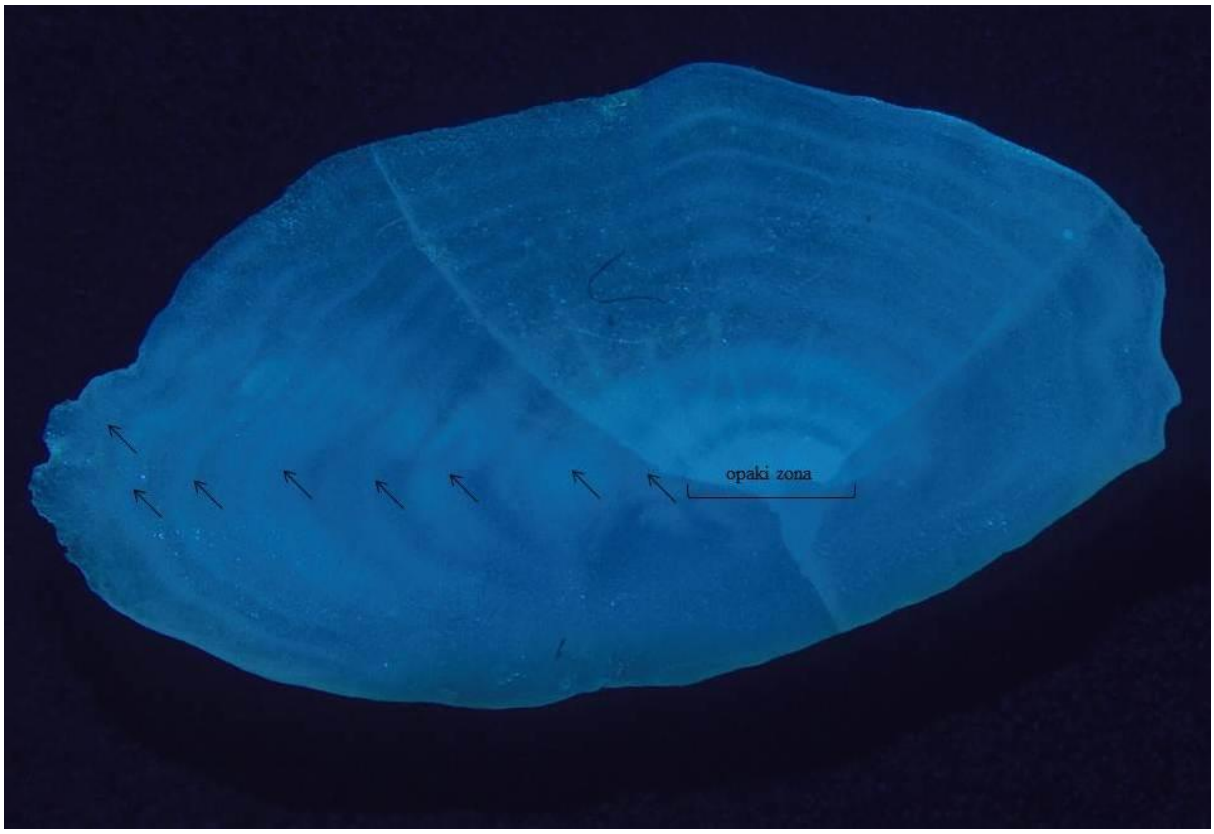
Tablica 3.5.5. Vrijednost koeficijenta hranjivosti (Q) plijena bežmeka u južnom Jadranu tijekom godišnjih sezona (2011/2012)

Vrsta plijena	Jesen	Zima	Proljeće	Ljeto
Cephalopoda	154,69	384,19	9,52	619,3
Crustacea	143,85	245,96	321,91	89,36
Pisces	1118,08	1512,29	551,82	1255,16

*(> 200 glavna hrana; 20 – 200 dodatna hrana; < 20 slučajna hrana)

3.6. Starost i rast bežmeka u južnom Jadranu

Za analizu starosti i rasta bežmeka odabran je poduzorak od 345 jedinki. Starost je određena očitavanjem otolita koji su ovalnog oblika s pravilnim rubom. Na prednjem dijelu otolita nedostaju rostrum i antirostrum. Odsutno je i područje depresije, a medijalna i lateralna strana su relativno ravne s blagim žljebovima na krajevima. Očitavani su samo oni otoliti koji su imali jasno vidljivu opaki zonu, a jedan opaki i jedan hijalni prsten označavali su jednu godinu starosti (Slika 3.6.1.). Postotak uspješno očitanih otolita bežmeka iznosio je 47% (N = 162). Nisu očitavani otoliti koji su tijekom brušenja pukli ili kod kojih nije bilo moguće odrediti bilo opaki zonu ili prstene prirasta.



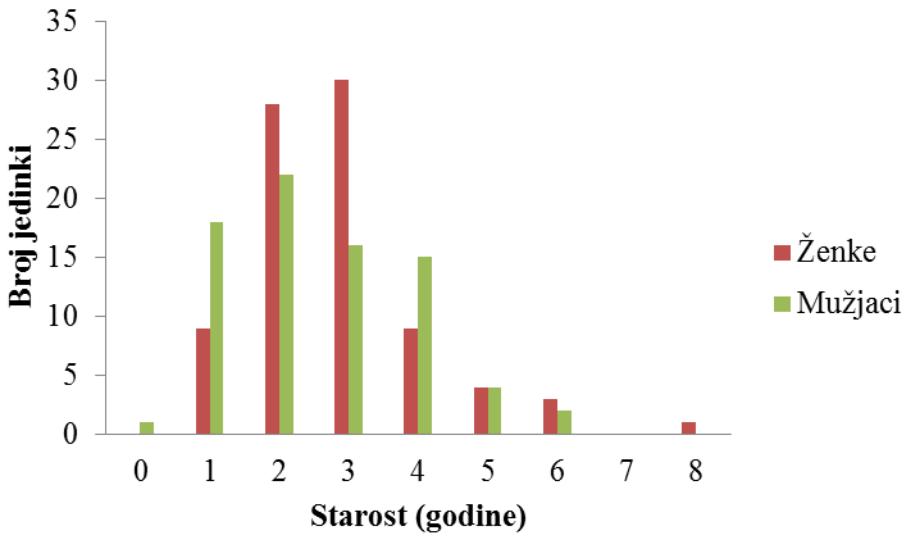
Slika 3.6.1. Otolit bežmeka s označenom opaki zonom i opaki prstenovima (Lt = 36,00 cm)

Ukupna duljina tijela bežmeka u poduzorku za analizu starosti (N = 162) bila je u rasponu od 8,45 do 36,00 cm (19,04 ± 4,63 cm). Raspon mase bio je od 11,52 do 618,7 g (125,25 ± 93,97 g). Poduzorak se sastojao od 84 ženke (51,85%) i 78 mužjaka (48,15%). Raspon ukupne duljine tijela ženki bilo je od 10,26 do 36,00 cm (20,10 ± 4,71), a mužjaka od 8,45 do 27,5 cm (17,91 ± 4,29 cm). U ukupnom uzorku najzastupljenije su jedinke od 2 (N = 50) i 3 (N = 46) godine starosti s rasponom ukupnih duljina od 12,7 do 23 cm. Najstarija ženka bežmeka imala je 8 godina, a najstariji mužjak 6 godina (Tablica 3.6.1.).

Tablica 3.6.1. Srednje vrijednosti (±SD) ukupnih duljina tijela ženki, mužjaka i ukupnog uzorka bežmeka, uz pripadajući starosni razred i raspon ukupne duljine tijela

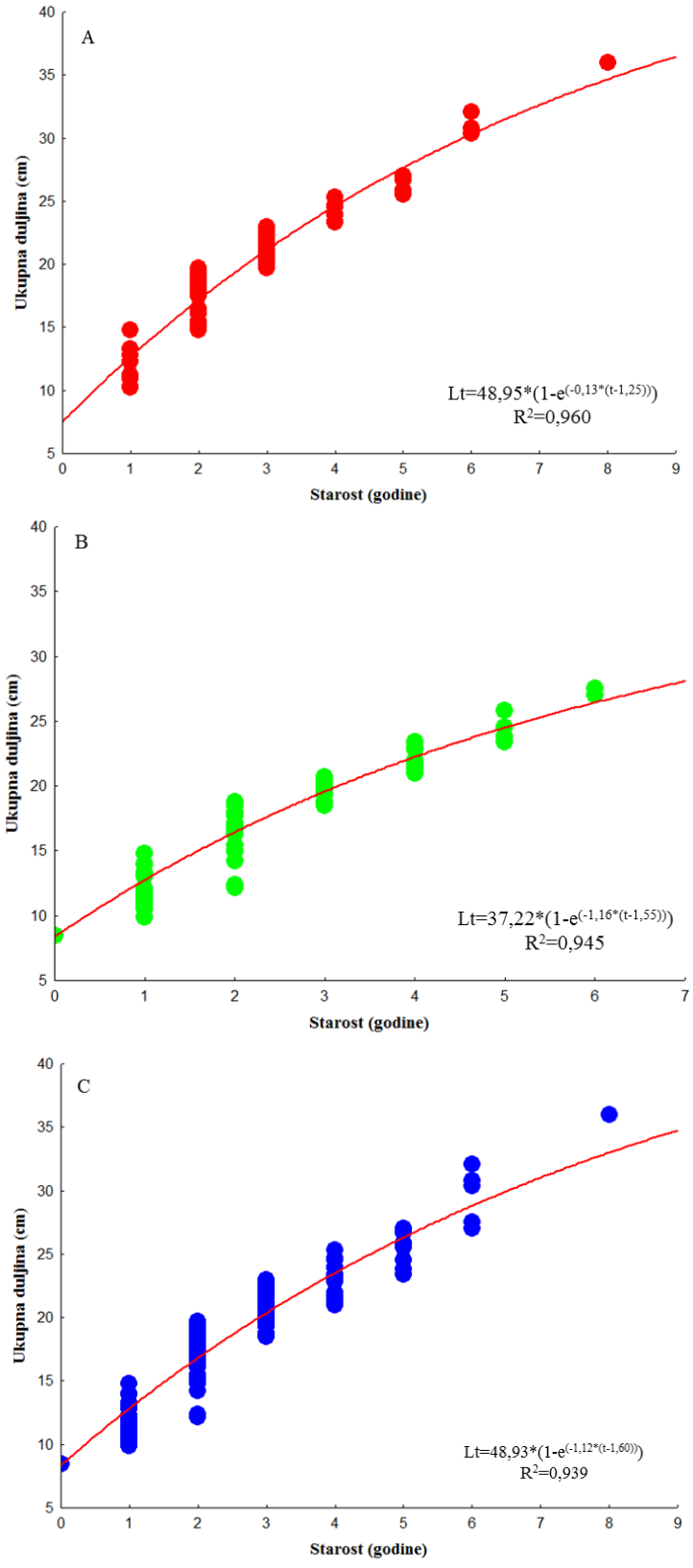
Starosni razredi	Ženke		Mužjaci		Ukupno		Raspon duljine tijela (cm)
	N	x̄±SD	N	x̄±SD	N	x̄±SD	
0	-	-	1	-	1	-	8,45 - 8,45
1	9	12,02 ± 1,50	18	12,63 ± 1,63	27	12,43 ± 1,59	9,9 - 14,8
2	28	17,58 ± 1,57	22	16,57 ± 1,94	50	17,14 ± 1,80	12,7 - 19,7
3	30	21,17 ± 1,01	16	19,71 ± 0,67	46	20,66 ± 1,14	18,5 - 23
4	9	24,27 ± 0,74	15	21,98 ± 0,88	24	22,84 ± 1,39	21 - 25,3
5	4	26,28 ± 0,69	4	24,37 ± 1,05	8	25,32 ± 1,30	23,4 - 27
6	3	31,1 ± 0,89	2	27,25 ± 0,35	5	29,56 ± 2,21	27 - 32,1
7	-	-	-	-	-	-	-
8	1	-	-	-	1	-	36 - 36

Ženke i mužjaci nisu bili zastupljeni u svim starosnim razredima. Mužjaci su bili brojniji od ženki u prva dva starosna razreda, dok su ženke bile brojnije u drugom i trećem. U osmom starosnom razdoblju zabilježena je samo jedna ženka dok u sedmom razredu nije zabilježena nijedna jedinka (Slika 3.6.2.).



Slika 3.6.2. Zastupljenost starosnih razreda (0 - 8) ženki i mužjaka bežmeka u južnom Jadranu

Rast bežmeka opisan je von Bertalanffy-evom jednadžbom rasta te su dobivene krivulje rasta za ženke (3.6.3.A), mužjake (3.6.3.B) i ukupan uzorak (3.6.3.C).



Slika 3.6.3. Krivulje rasta ženki (A), mužjaka (B) i ukupnog uzorka (C) bežmeka u južnom Jadranu

U Tablici 3.6.2. prikazane su vrijednosti parametara dobivenih von Bertalanffyjevim modelom rasta, kao i vrijednosti parametra Φ` za ženke, mužjake i ukupni uzorak bežmeka u južnom Jadranu. Dobivena asimptotska vrijednost duljine za ženke ($L\infty$ = 48,95) bila je veća od vrijednosti dobivene za mužjake ($L\infty$ = 37,22). Stopa rasta za ženke iznosila je 0,13, dok je za mužjake iznosila je 0,16.

Tablica 3.6.2. Vrijednosti parametara dobivenih von Bertalanffyjevim modelom rasta za ženke (N = 84), mužjake (N = 78) i ukupni uzorak (N = 162) bežmeka u južnom Jadranu

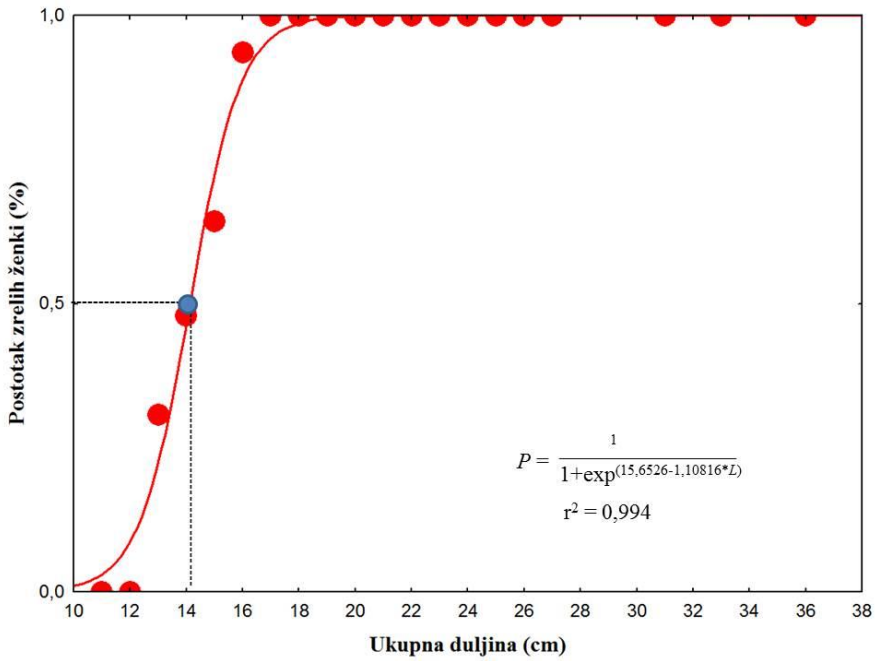
Parametri	Ženke	Mužjaci	Ukupni uzorak
$L\infty$ (cm)	48,95	37,22	48,93
K (godine^{-1})	0,13	0,16	0,12
t_0 (godine)	-1,25	-1,55	-1,6
R^2	0,96	0,94	0,94
Φ`	5,74	5,40	5,66

3.7. Razmnožavanje bežmeka u južnom Jadranu

3.7.1. Sazrijevanje bežmeka

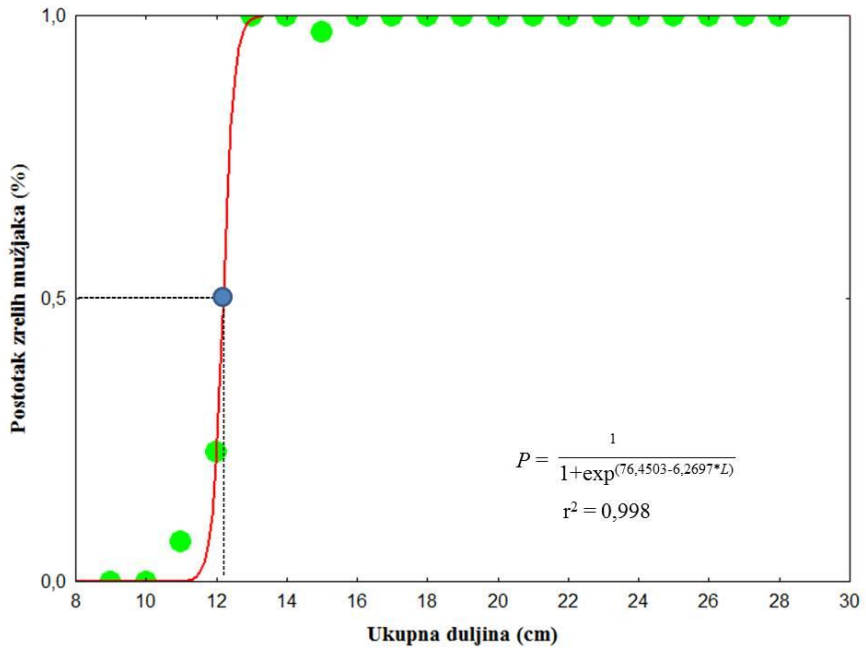
Za analizu duljine prve spolne zrelosti korišten je cjelokupni uzorak od 1279 jedinki bežmeka prikupljenih tijekom istraživanja. Uzorak se sastojao od 699 ženki i 580 mužjaka s rasponom ukupnih duljina tijela od 8,45 do 36,00 cm.

Ukupna duljina tijela ženki bila je u rasponu 10,13 do 36,00 cm, a duljina pri kojoj je50 % ženki spolno zrelo je bila 14,12 cm (Slika 3.7.1.1.).



Slika 3.7.1.1. Duljina prve spolne zrelosti ženki bežmeka u južnom Jadranu

Ukupna duljina tijela mužjaka bila je u rasponu od 8,45 do 27,5 cm, a duljina pri kojoj je 50% mužjaka spolno zrelo je bila 12,19 cm (Slika 3.7.1.2.).



Slika 3.7.1.2. Duljina prve spolne zrelosti mužjaka bežmeka u južnom Jadranu

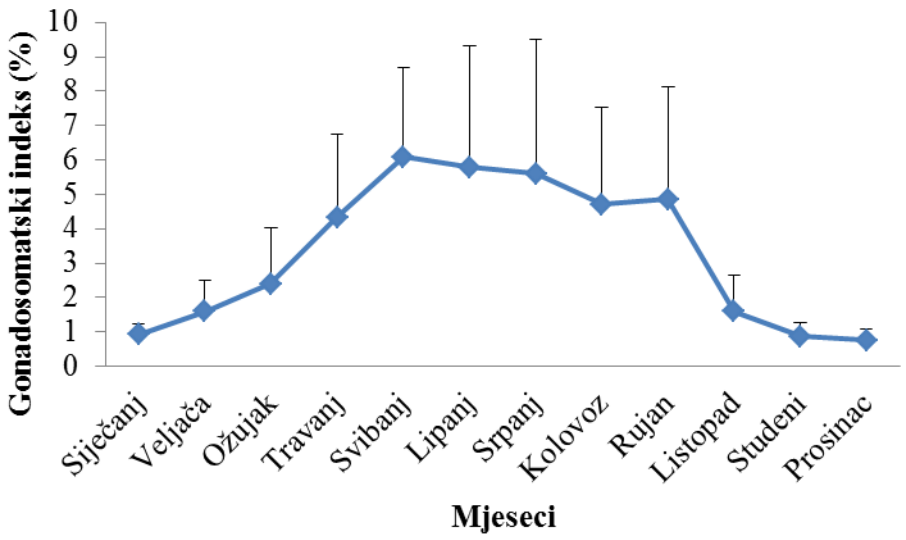
3.7.2. Mriješćenje bežmeka

Temeljem vrijednosti gonadosomatskog indeksa utvrđeno je vrijeme mriješćenja bežmeka u južnom Jadranu. Vrijednosti indeksa bile su u rasponu od 0,09 do 19,55 za ženke (N = 699) i od 0,02 do 2,60 za mužjake (N = 580) (Tablica 3.7.2.1). Najveća srednja vrijednost indeksa za ženke zabilježena je u srpnju, a za mužjake u lipnju i studenom. Srednja vrijednosti gonadosomatskog indeksa za ženke iznosila je 3,52 ± 3,18 (±SD) i bila je statistički značajno veća od srednje vrijednosti indeksa za mužjake (0,74 ± 0,55) (*t* - test, P<0,00).

Tablica 3.7.2.1. Raspon i srednje vrijednosti (±SD) gonadosomatskog indeksa ženki i mužjaka bežmeka u južnom Jadranu

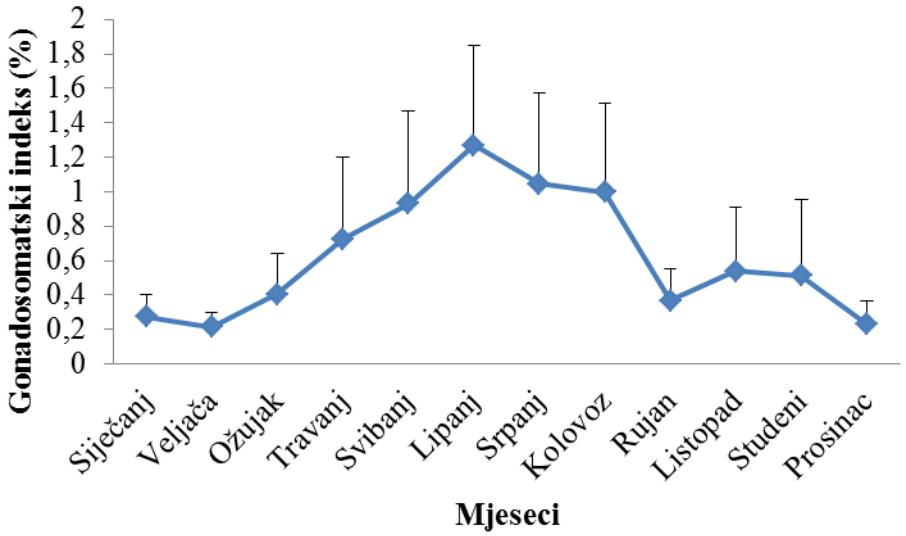
	Ženke			Mužjaci		
Mjeseci	N	Raspon	x̄±SD	N	Raspon	x̄±SD
Listopad	56	0,28 – 4,65	1,60 ± 1,05	49	0,02 – 1,84	0,54 ± 0,37
Studeni	43	0,20 – 1,60	0,87 ± 0,40	41	0,10 – 2,60	0,51 ± 0,44
Prosinac	57	0,09 – 1,38	0,76 ± 0,32	47	0,02 – 0,98	0,23 ± 0,14
Siječanj	60	0,35 – 1,73	0,93 ± 0,30	16	0,12 – 0,65	0,27 ± 0,13
Veljača	52	0,20 – 4,37	1,60 ± 0,89	35	0,07 – 0,40	0,21 ± 0,08
Ožujak	42	0,20 – 8,80	2,39 ± 1,62	51	0,08 – 1,25	0,40 ± 0,24
Travanj	43	0,13 – 10,61	4,33 ± 2,42	45	0,15 – 2,05	0,72 ± 0,47
Svibanj	57	0,22 – 11,77	6,08 ± 2,60	43	0,06 – 2,08	0,93 ± 0,53
Lipanj	74	0,32 – 19,10	5,79 ± 3,54	58	0,21 – 2,60	1,27 ± 0,58
Srpanj	76	0,20 – 19,55	5,60 ± 3,90	55	0,16 – 2,27	1,05 ± 0,52
Kolovoz	76	0,30 – 15,18	4,72 ± 2,82	70	0,18 – 2,52	1,00 ± 0,52
Rujan	63	0,36 – 15,46	4,86 ± 3,25	70	0,10 – 2,50	0,88 ± 0,47

Više srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa kod ženki zabilježene su u razdoblju od ožujka do listopada (Slika 3.7.2.1). Najveći porast srednje vrijednosti zabilježen na prijelazu iz ožujka u travanj, a najveći pad je zabilježen na prijelazu iz rujna u listopad. Najviše srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa zabilježene su u svibnju (6,08 ± 2,60) i lipnju (5,79 ± 3,54).



Slika 3.7.2.1. Srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa ženki bežmeka u južnom Jadranu

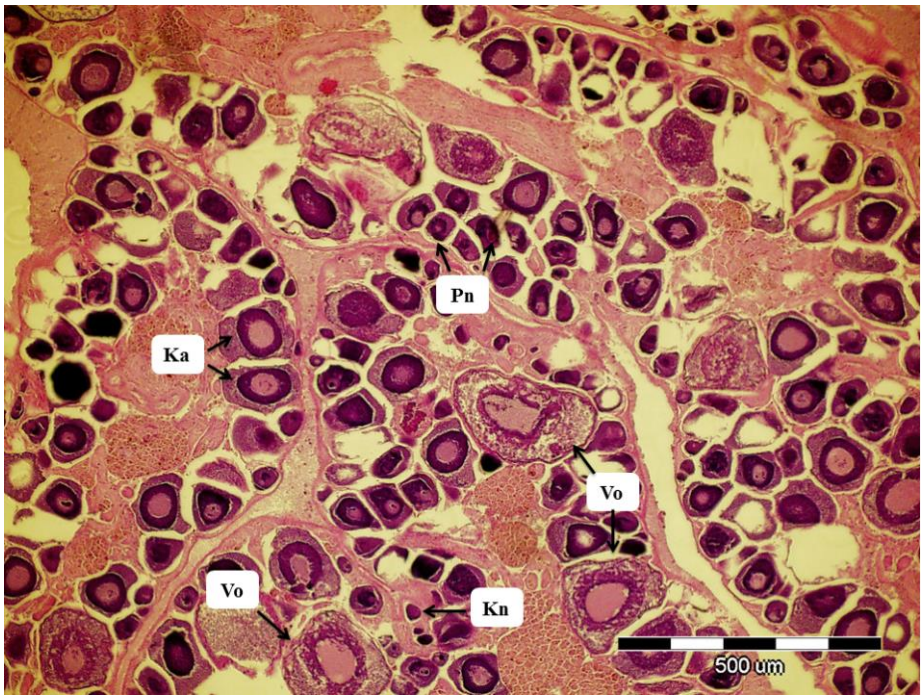
Za mužjake više srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa zabilježene su u razdoblju od ožujka do rujna (Slika 3.7.2.2). Najveći porast srednje vrijednosti zabilježen na prijelazu iz svibnja u lipanj, a najveći pad na prijelazu iz rujna u listopad. Najviše srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa kod mužjaka zabilježene su u lipnju (1,27 ± 0,58) i srpnju (1,05 ± 0,52).



Slika 3.7.2.2. Srednje vrijednosti gonadosomatskog indeksa mužjaka bežmeka u južnom Jadranu

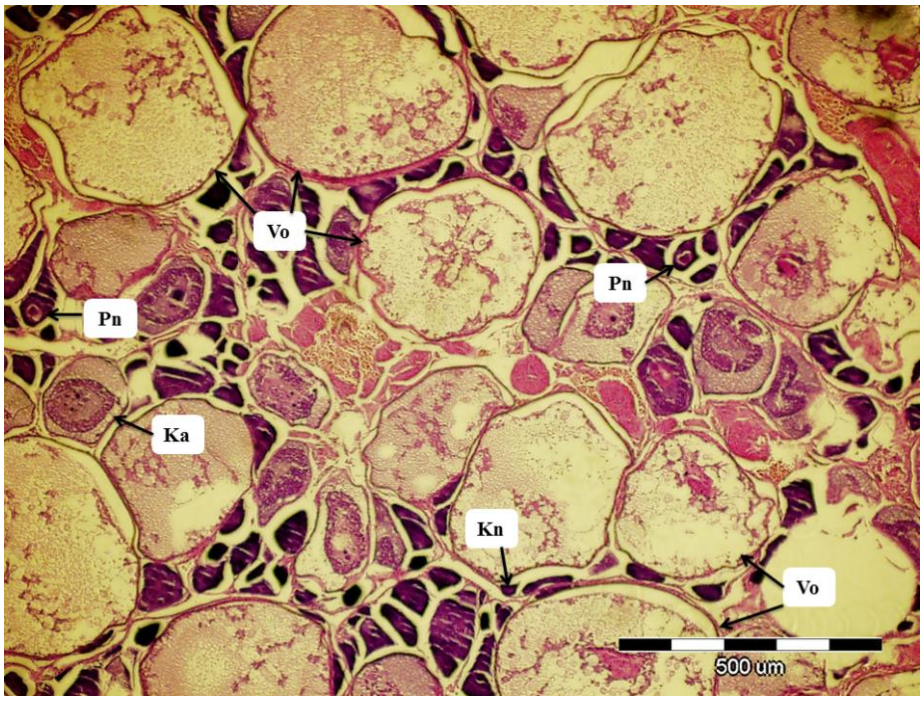
3.7.3. Histološka analiza gonada bežmeka

Ukupno je analizirano 120 histoloških preparata ovarija bežmeka. Tijekom cijele godine prisutne su oocite u stadijima: kromatin nukleus, perinuklearnom i stadiju kortikalnih alveola te u stadiju vitelogeneze. Tijekom siječnja prevladavaju previtelogene oocite promjera do 100 µm, ali je vidljiv i manji postotak vitelogenih oocita (Slika 3.7.3.1).

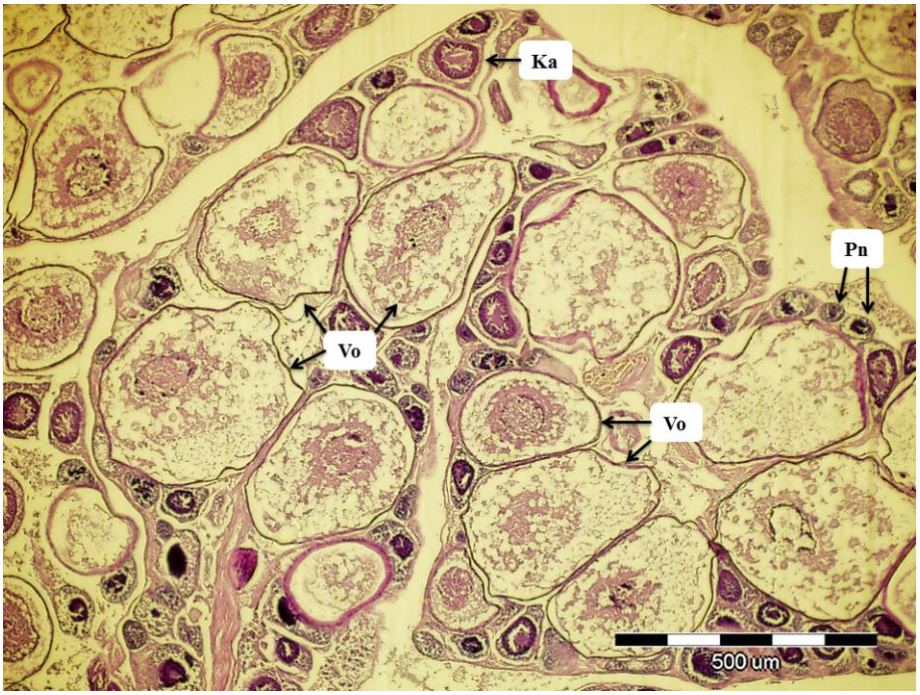


Slika 3.7.3.1. Histološki preparat ovarija bežmeka tijekom siječnja: kromatin nukleus stadiju (Kn); perinulearni stadij (Pn); stadij kortikalnih alveola (Ka); stadij vitelogeneze (Vo)

Tijekom veljače smanjuje se broj oocita u kromatin nukleus, perinuklearnom i stadiju kortikalnih alveola, a povećava broj oocita u stadiju vitelogeneze čiji je promjer od 100 do 500 µm (Slika 3.7.3.2). U ožujku broj previtelogenih oocita se i dalje postepeno smanjuje (Slika 3.7.3.3). Osim brojnih vitelogenih oocita vidljive su i oocite u stadiju migracije jezgre.

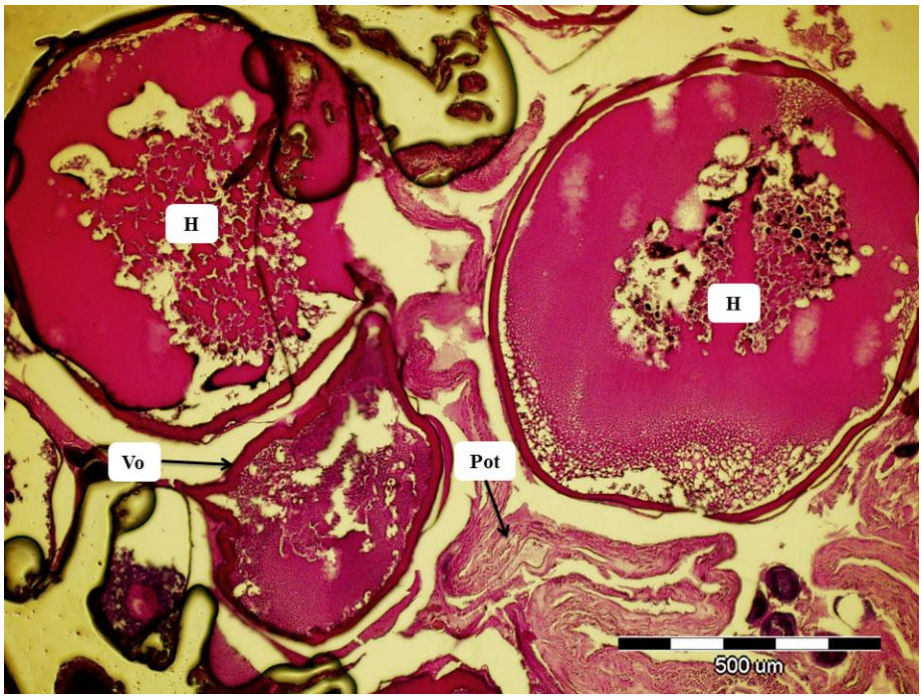


Slika 3.7.3.2. Histološki preparat ovarija bežmeka tijekom veljače: kromatin nukleus stadiju (Kn); perinulearni stadij (Pn); stadij kortikalnih alveola (Ka); stadij vitelogeneze (Vo)



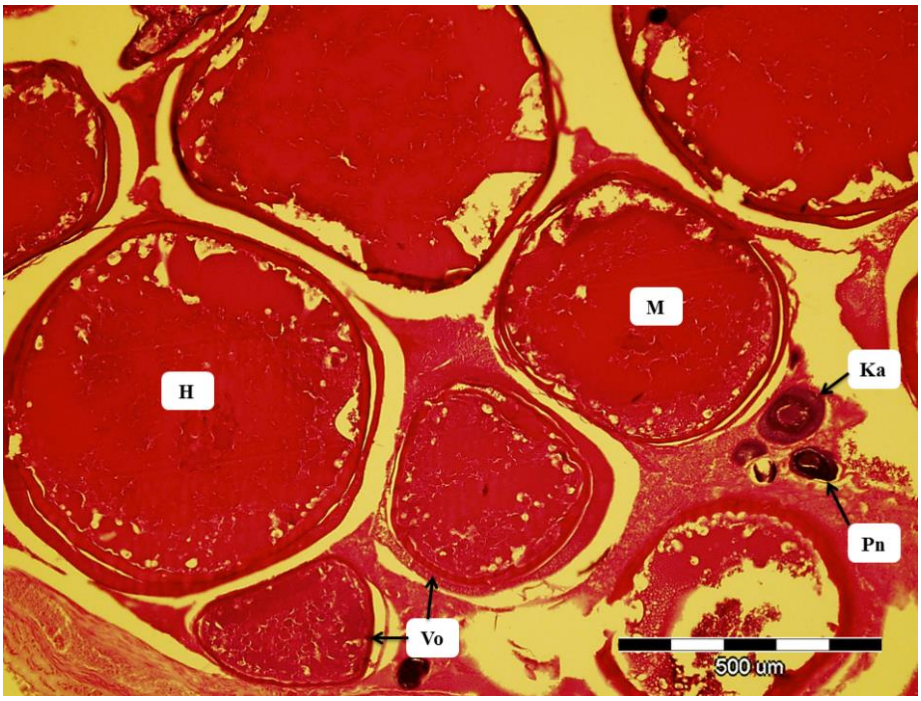
Slika 3.7.3.3. Histološki preparat ovarija bežmeka tijekom ožujka: perinulearni stadij (Pn); stadij kortikalnih alveola (Ka); stadij vitelogeneze (Vo)

Tijekom travnja povećava se broj oocita u stadiju migracije jezgre, a vidljive su i oocite u stadiju hidratacije. Najveći izmjeren promjer u stadiju hidratacije iznosio je 972 µm. Osim oocita u različitim razvojnim stadijima na histološkim preparatima vidljivo je i postovulacijsko tkivo (Slika 3.7.3.4).

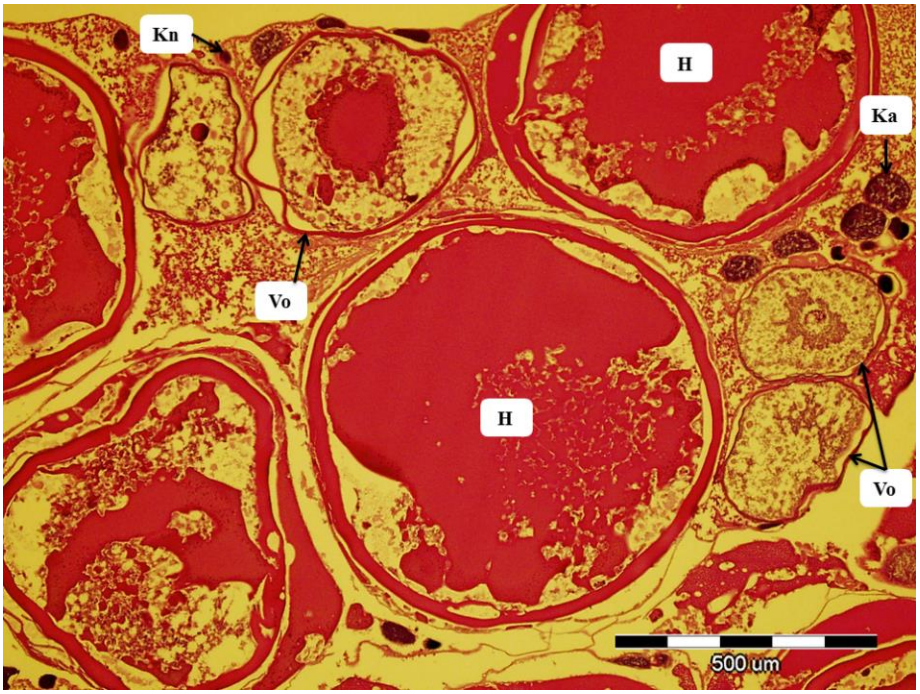


Slika 3.7.3.4. Histološki preparat ovarija bežmeka tijekom travnja: stadij vitelogeneze (Vo); stadij hidratacije (H); postovulacijsko tkivo (Pot)

U svibnju broj previtelogenih oocita značajno se smanjuje, a raste broj oocita u stadiju migracije jezgre i hidratacije (Slika 3.7.3.5). U odnosu na svibanj u lipnju se smanjuje broj oocita u stadiju migracije jezgre i hidratacije (promjera iznad 550 µm). Povećava se broj previtelogenih oocita (Slika 3.7.3.6).

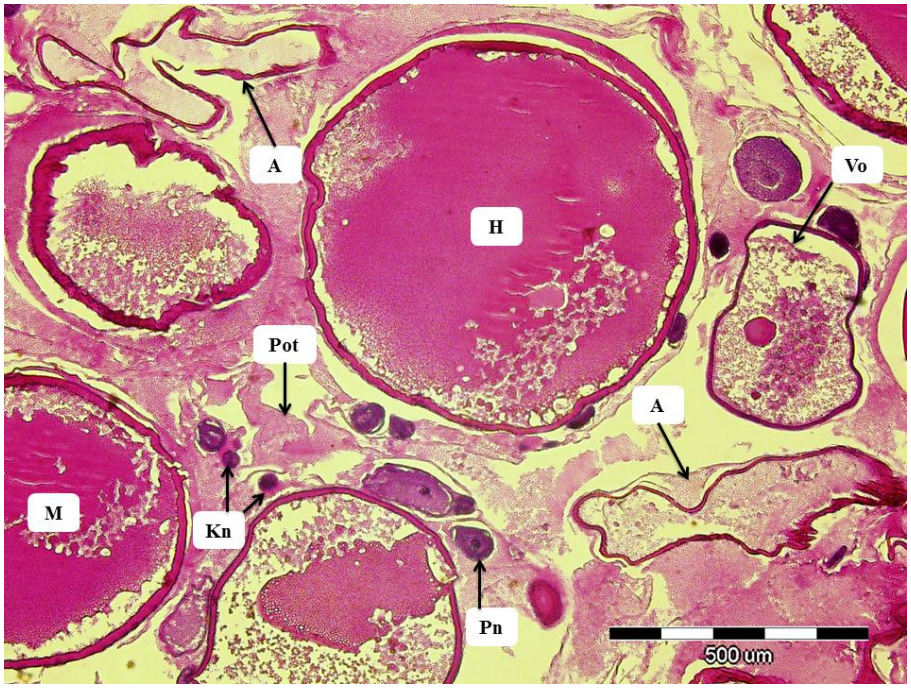


Slika 3.7.3.5. Histološki preparat ovarija bežmeka tijekom svibnja: perinulearni stadij (Pn); stadij kortikalnih alveola (Ka); stadij vitelogeneze (Vo); stadij migracije jezgre (M); stadij hidratacije (H)

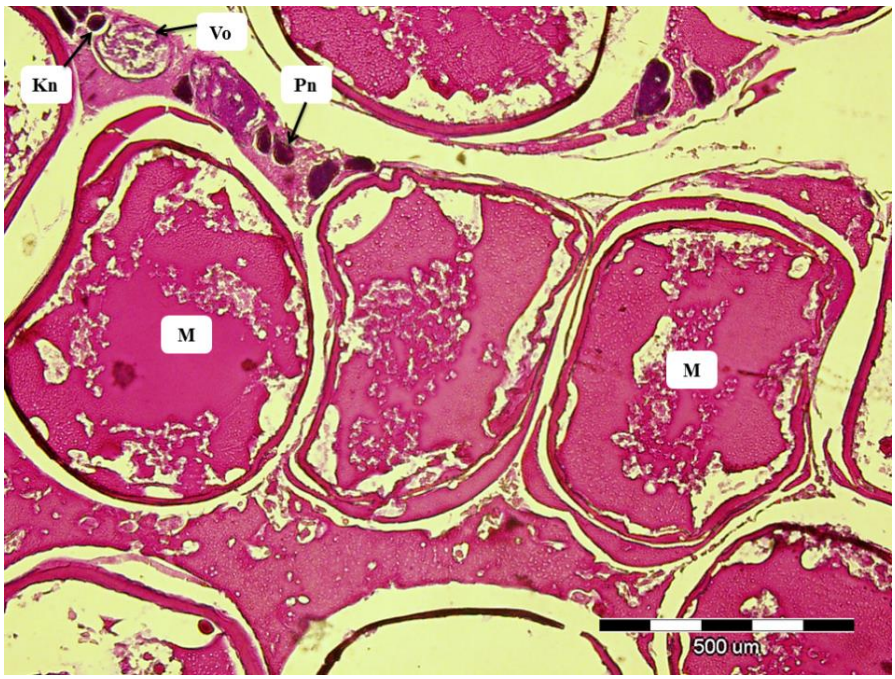


Slika 3.7.3.6. Histološki preparat ovarija bežmeka tijekom lipnja: kromatin nukleus stadiju (Kn); stadij kortikalnih alveola (Ka); stadij vitelogeneze (Vo); stadij hidratacije (H)

Na histološkim preparatima ovarija bežmeka tijekom srpnja zabilježena je atrezija (Slika 3.7.3.7). U srpnju i kolovozu u ovarijima je prisutan sve manji broj oocita u završnoj fazi sazrijevanja dok raste broj previtelogenih oocita (Slika 3.7.3.8).

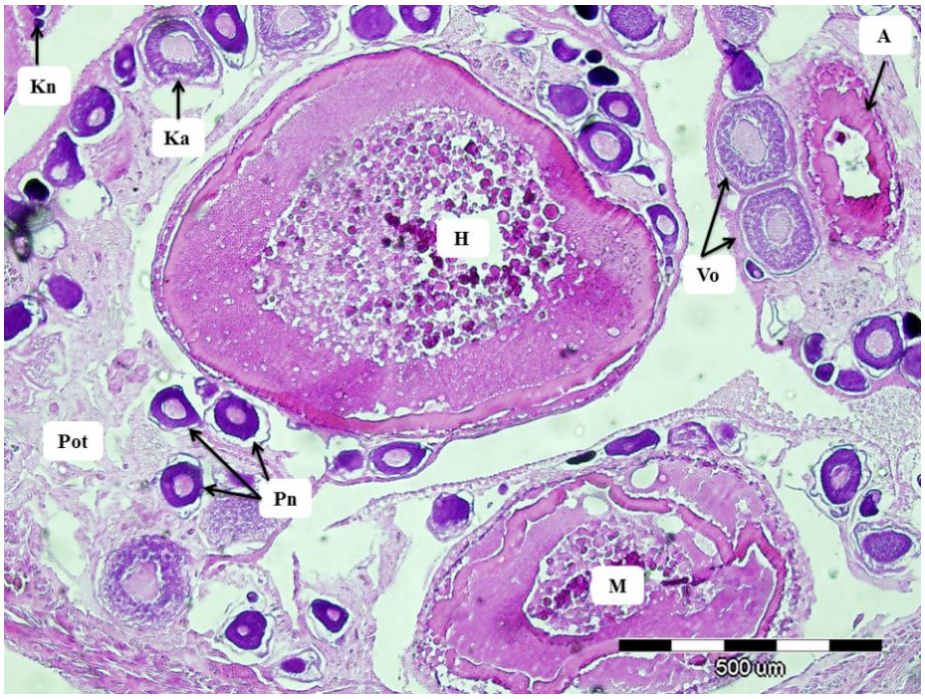


Slika 3.7.3.7. Histološki preparat ovarija bežmeka tijekom srpnja: kromatin nukleus stadiju (Kn); perinulearni stadij (Pn); stadij vitelogeneze (Vo); stadij migracije jezgre (M); stadij hidratacije (H); atrezija (A); postovulacijsko tkivo (Pot)

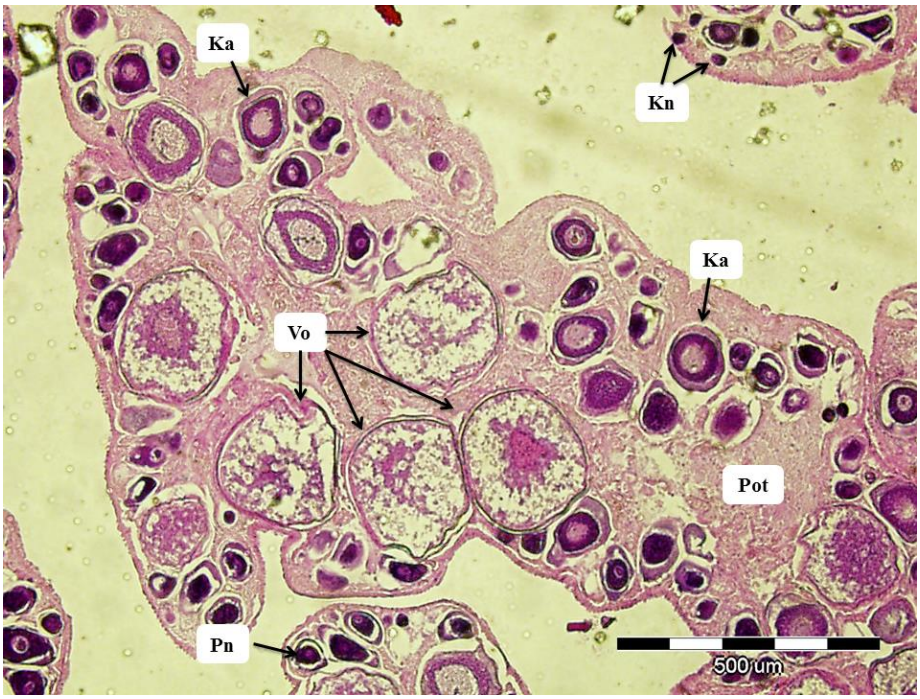


Slika 3.7.3.8. Histološki preparat ovarija bežmeka tijekom kolovoza: kromatin nukleus stadiju (Kn); perinulearni stadij (Pn); stadij vitelogeneze (Vo); stadij migracije jezgre (M)

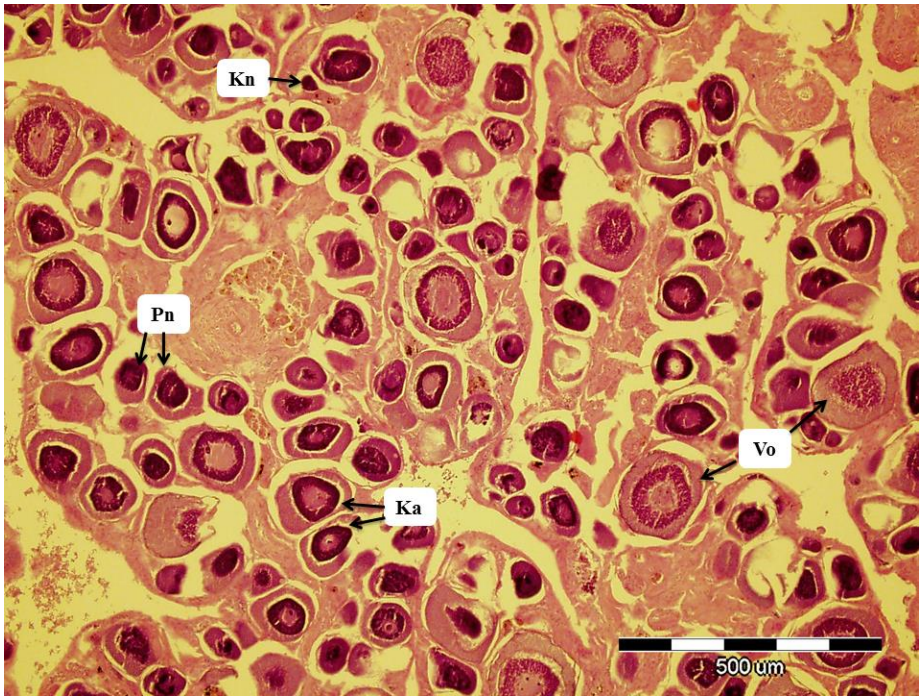
U rujnu na histološkim preparatima prevladavaju oocite u stadiju previtelogeneze. Zastupljenost stadija vitelogeneze i migracije jezgre u ovom mjesecu značajno je manja u odnosu na kolovoz (Slika 3.7.3.9). Od listopada do prosinca prevladavaju oocite u kromatin nukleus, perinuklearnom i stadiju kortikalnih alveola te u stadiju vitelogeneze (Slika 3.7.3.10; 3.7.3.11 i 3.7.3.12). Manji broj oocita promjera većeg od 450 μm zabilježen je od listopada do studenog, dok u prosincu navedene oocite nisu zabilježene.



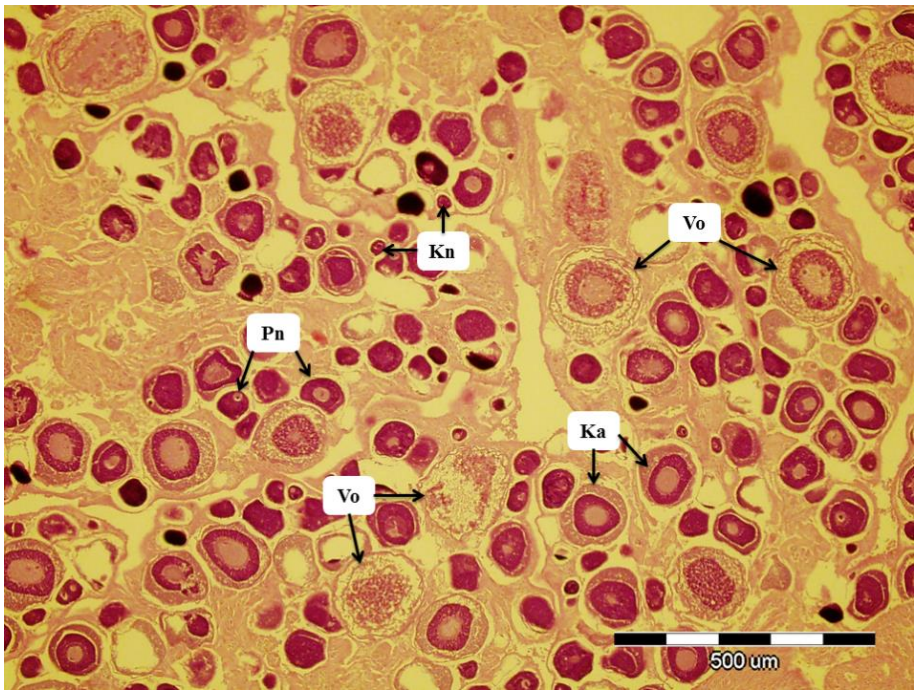
Slika 3.7.3.9. Histološki preparat ovarija bežmeka tijekom rujna: kromatin nukleus stadiju (Kn); perinulearni stadij (Pn); stadij kortikalnih alveola (Ka); stadij vitelogeneze (Vo); stadij migracije jezgre (M); stadij hidratacije (H); postovulacijsko tkivo (Pot)



Slika 3.7.3.10. Histološki preparat ovarija bežmeka tijekom listopada: kromatin nukleus stadiju (Kn); perinulearni stadij (Pn); stadij kortikalnih alveola (Ka); stadij vitelogeneze (Vo); postovulacijsko tkivo (Pot)

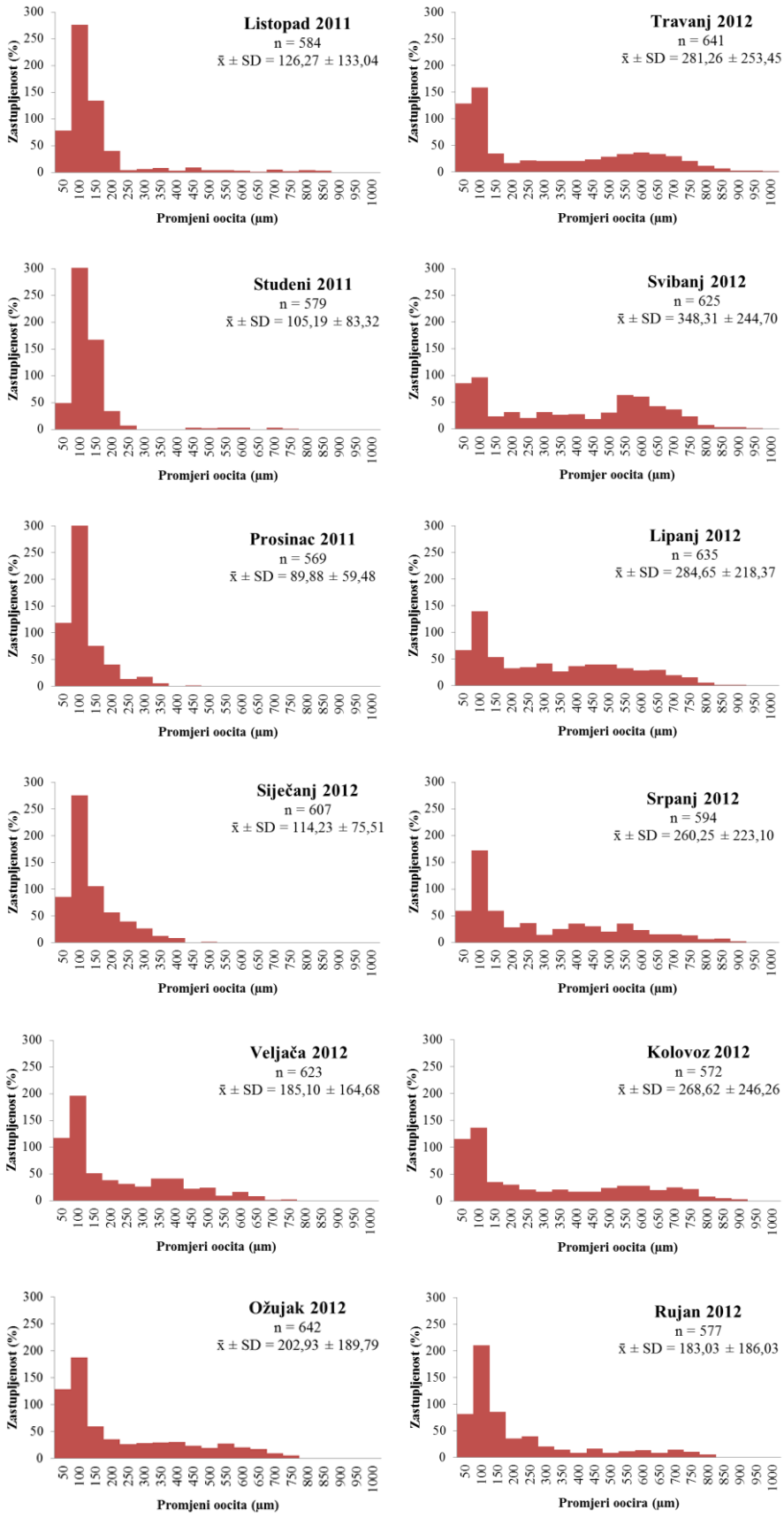


Slika 3.7.3.11. Histološki preparat ovarija bežmeka tijekom studenog: kromatin nukleus stadiju (Kn); perinulearni stadij (Pn); stadij kortikalnih alveola (Ka); stadij vitelogeneze (Vo)



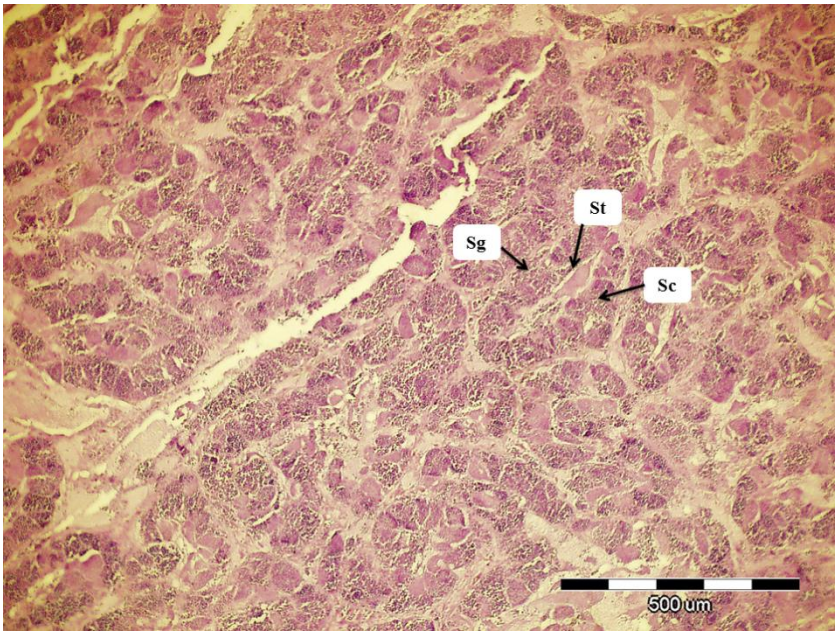
Slika 3.7.3.12. Histološki preparat ovarija bežmeka tijekom prosinca: kromatin nukleus stadiju (Kn); perinulearni stadij (Pn); stadij kortikalnih alveola (Ka); stadij vitelogeneze (Vo)

U ovarijima bežmeka oocite u kromatin nukleus, perinuklearnom i stadiju kortikalnih alveola (do 100 µm) prisutne su tijekom cijele godine. Njihova zastupljenost je najbrojnija u razdoblju od listopada do siječnja. Oocite u stadiju vitelogeneze, promjera od 100 do 500 µm, također su prisutne tijekom cijele godine. Od veljače do studenog u ovarijima su vidljive oocite u stadiju migracije jezgre (od 500 do 700 µm), no u listopadu i studenom je njihova zastupljenost vrlo mala. Najveća zastupljenost zabilježena je u svibnju. Oocite u stadiju hidratacije (> 700 µm) vidljive su od ožujka do listopada. Analizu histoloških preparata i promjene u vrijednostima gonadosomatskog indeksa slijedi zastupljenost razvojnih stadija oocita tijekom jednogodišnjeg ciklusa (Slika 3.7.3.13).



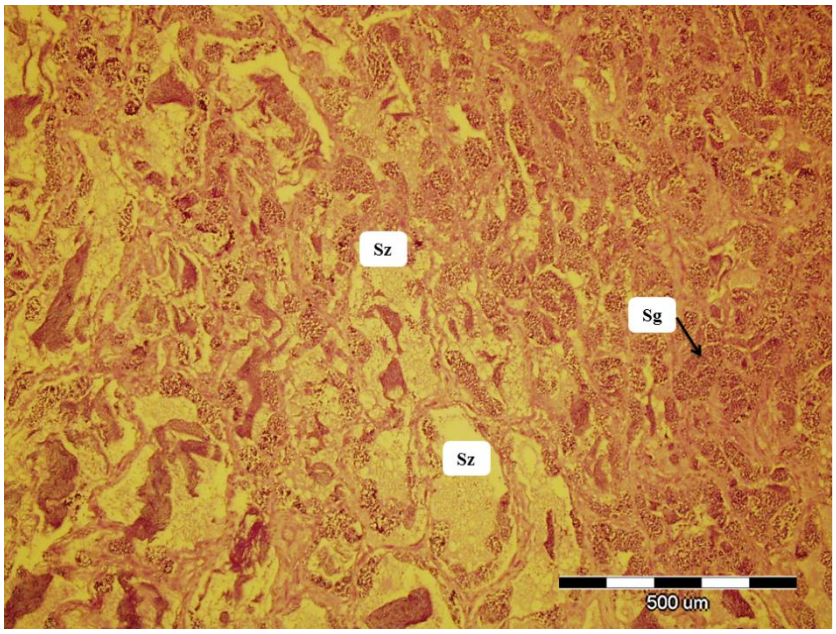
Slika 3.7.3.13 Promjeri oocita bežmeka u južnom Jadranu: n – broj izmjerenih oocita; x̄ - prosječna vrijednost; SD – standardna devijacija

Ukupno je analizirano 120 histoloških preparata testisa bežmeka. Od siječnja do travnja na preparatima su prisutne stanice spermatogonija, spermatocita i spermatida. Stanice spermatogonija vidljive su uz bazalnu membranu, dok se stanice spermatocita nalaze bliže lumenu sjemenog kanalića. Spermatide koje su promjerom manje od spermatocita vidljive su neposredno uz lumen kanalića (Slika 3.7.3.14).

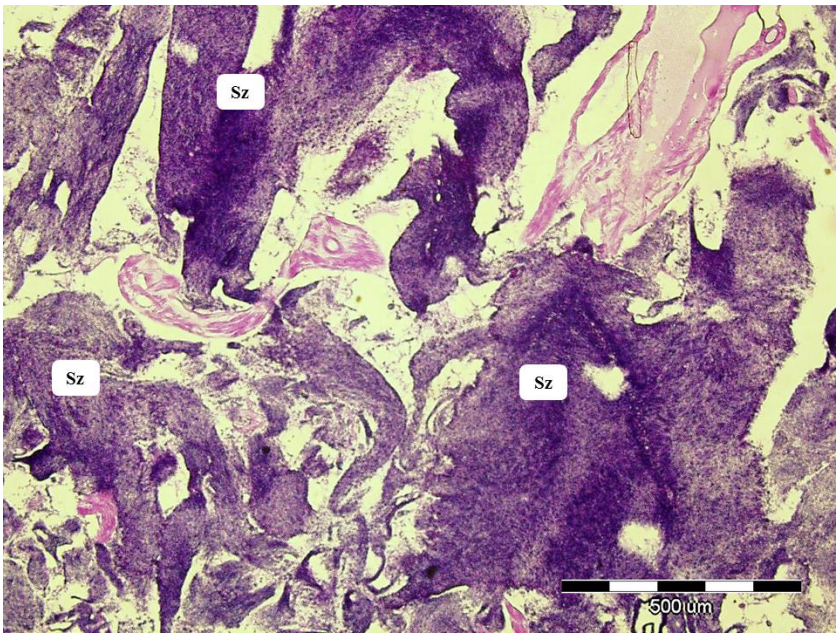


Slika 3.7.3.14. Histološki preparat testisa bežmeka tijekom travnja: spermatogonije (Sg); spermatocite (Sc); spermatide (St)

Tijekom svibnja broj spermatida se povećava, a u lumenu sjemenog kanalića se počinju formirati spermatozoidi (Slika 3.7.3.15.). Broj spermatozoida se značajno povećava u razdoblju od lipnja do kolovoza (Slika 3.7.3.16).

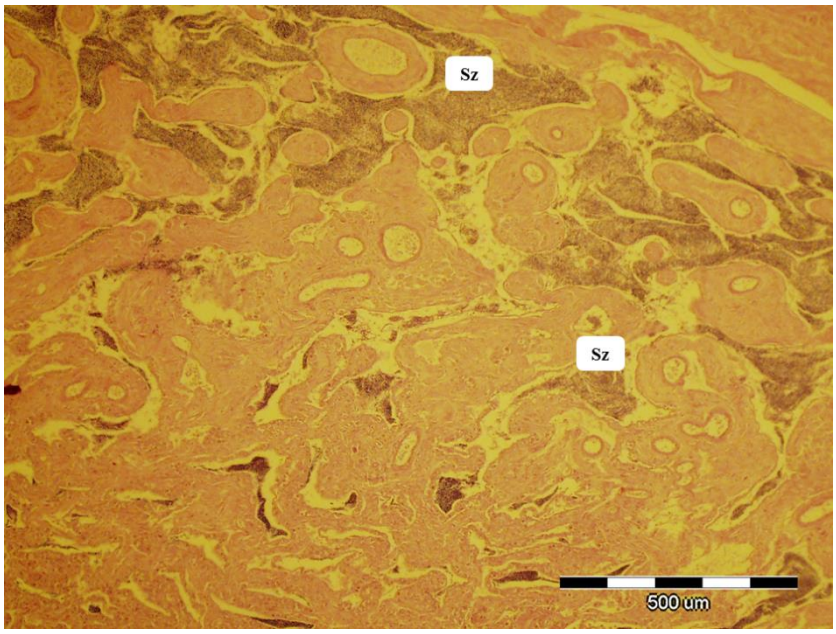


Slika 3.7.3.15. Histološki preparat testisa bežmeka tijekom svibnja: spermatogonije (Sg); spermatozoidi (Sz)

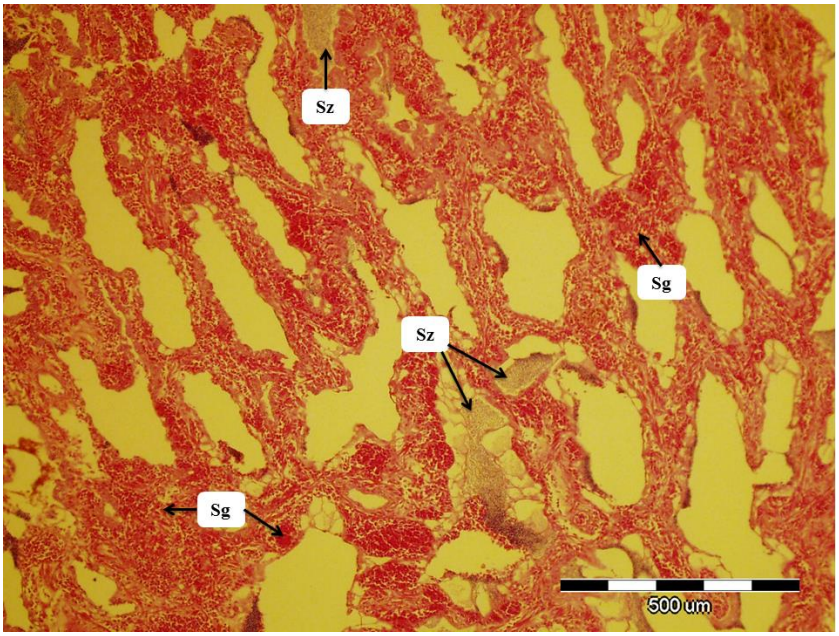


Slika 3.7.3.16. Histološki preparat testisa bežmeka tijekom srpnja: spermatozoidi (Sz)

Od rujna do prosinca na histološkim preparatima vidljivi su djelomično ispražnjeni kanalići testisa u kojima se nalaze ostaci spermatozoida (Slika 3.7.3.17 i 3.7.3.18). Vidljive su i stanice spermatognija te spermatocita koji su rezervni materijal za iduću sezonu. Tijekom prosinca započinje razdoblje mirovanja.



Slika 3.7.3.17. Histološki preparat testisa bežmeka tijekom studenog: spermatozoidi (Sz)



Slika 3.7.3.18. Histološki preparat testisa bežmeka tijekom prosinca: spermatogonije (Sg); spermatozoidi (Sz)

3.7.4. Fekunditet bežmeka

Fekunditet bežmeka je analiziran na poduzorku od 40 zrelih jedinki ženki. Ukupna duljina tijela ženki bila je u rasponu od 16,4 do 32,1 cm (21 ± 2,9 cm), a masa od 82,3 do 618,7 g (161,48 ± 92,30 g). Masa gonada je bila u rasponu od 1,126 do 25,825 g (7,982 ± 5,753 g), a promjer zrelih oocita u rasponu od 0,47 do 0,93 mm (0,61 ± 0,08 mm). Raspon vrijednosti apsolutnog fekunditeta bio je od 2 789,8 do 57 103,64 (16 657,19 ± 11 332,11). Vrijednosti relativnog fekunditeta nalazile su se u rasponu od 22,62 do 336,54 (110,48 ± 66,28).

Odnos fekunditeta (*F*) s ukupnom duljinom tijela (*Lt*) (Slika 3.7.3.1. A), masom (*W*) (Slika 3.7.4.1. B), masom gonada (*Wg*) (Slika 3.7.4.2. A) i starošću (*t*) (Slika 3.7.4.2. B) može se opisati sljedećim jednadžbama:

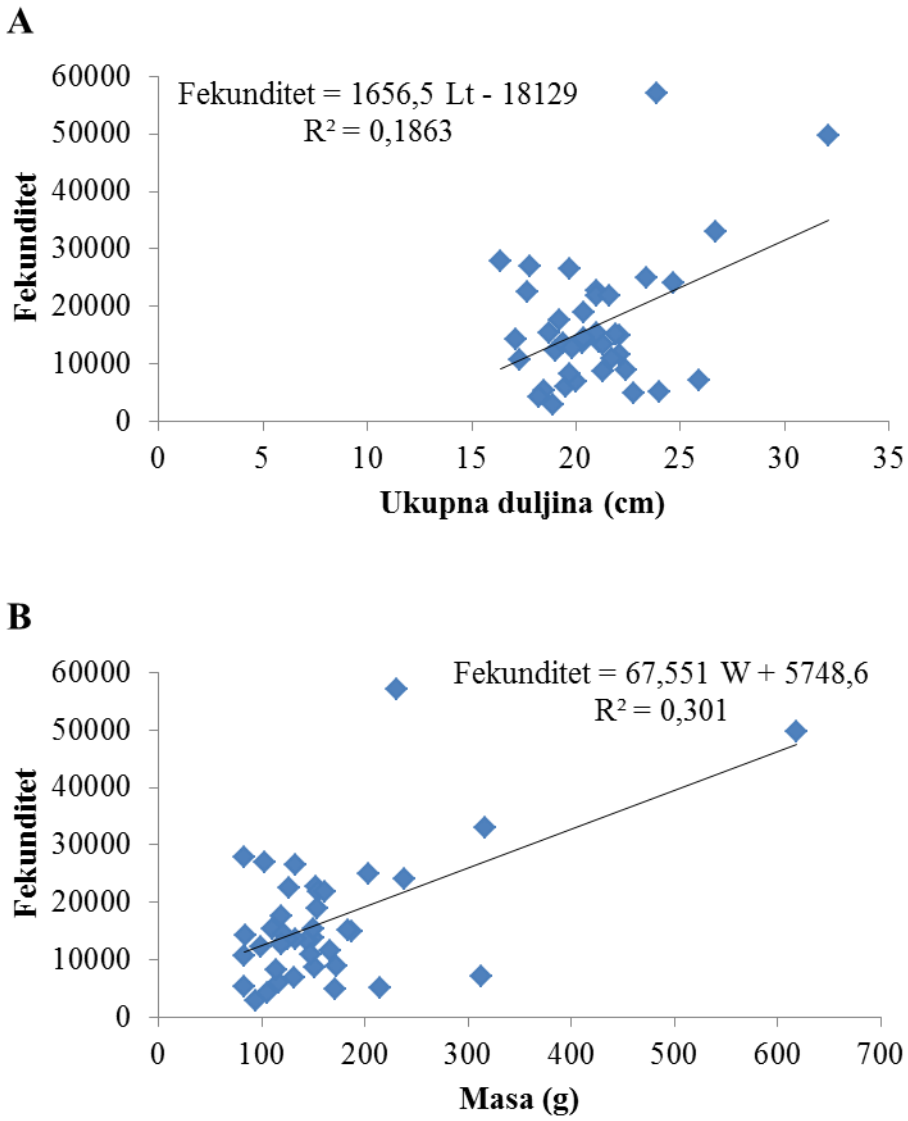
$F = 1656{,}5\ Lt - 18129;$ $\quad R^2 = 0{,}1863$

$F = 67{,}551\ W + 5748{,}6;$ $\quad R^2 = 0{,}301$

$F = 2880{,}5\ Wg^{0{,}8453};$ $\quad R^2 = 0{,}8902$

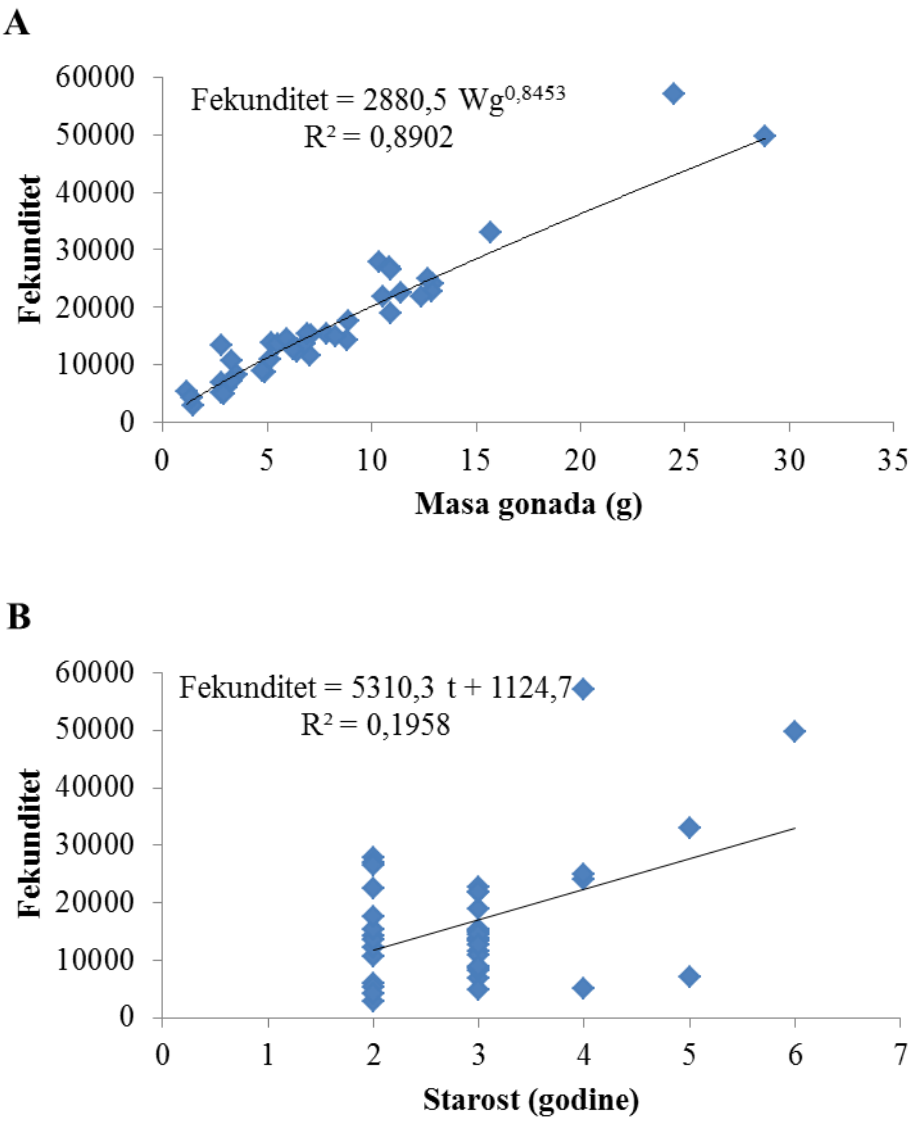
$F = 5310{,}3\ t + 1124{,}7;$ $\quad R^2 = 0{,}1958$

Rezultati su ukazali na porast fekunditeta s porastom ukupne duljine i mase tijela, mase gonada ženki bežmeka i starosti analiziranih jedinki. Utvrđena je veća korelacija između fekunditeta i mase bežmeka (R2 = 0,301) (Slika 3.7.4.1. B) nego između fekunditeta i ukupne duljine tijela analiziranih jedinki (R2 = 0,1863) (Slika 3.7.4.1. A).



Slika 3.7.4.1. Odnos fekunditeta i ukupne duljine (A) i mase (B) tijela bežmeka u južnom Jadranu

Najbolja korelacija utvrđena je za odnos fekunditeta i mase gonada ženki (R^2 = 0,8902) (Slika 3.7.4.2. A). dok je korelacija za odnos fekunditeta i starosti ženki bila slaba (R2 = 0,1958) (Slika 3.7.4.2. B), ali ipak nešto viša nego korelacija fekunditeta i ukupne duljine tijela.



Slika 3.7.4.2. Odnos fekunditeta i mase gonada (A) te starosti (B) ženki bežmeka u južnom Jadranu

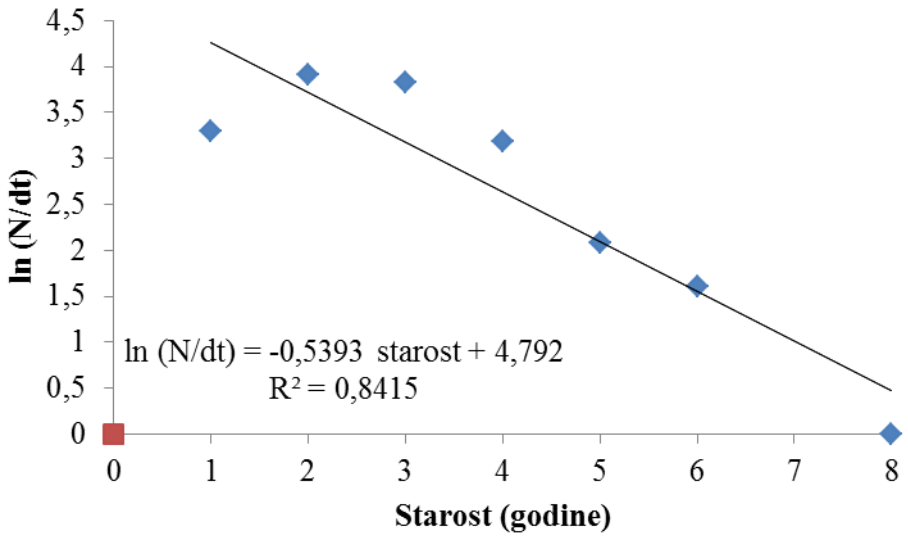
3.8. Smrtnost bežmeka u južnom Jadranu

Smrtnost bežmeka određena je na poduzorku od 162 jedinke kojima je prethodno određena starost (potpoglavlje 3.6.). Vrijednost ukupne, prirodne i ribolovne smrtnosti te omjera iskorištavanja ženki, mužjaka i ukupnog uzorka bežmeka u južnom Jadranu su prikazani u Tablici 3.6.1. Vrijednost ukupne smrtnosti za ukupni uzorak bežmeka je bila 0,539, a vrijednost prirodne je predstavljala 32 % ribolovne smrtnosti. Veći ribolovni pritisak zabilježen je za ženke dok je veća vrijednost prirodne smrtnosti zabilježena za mužjake.

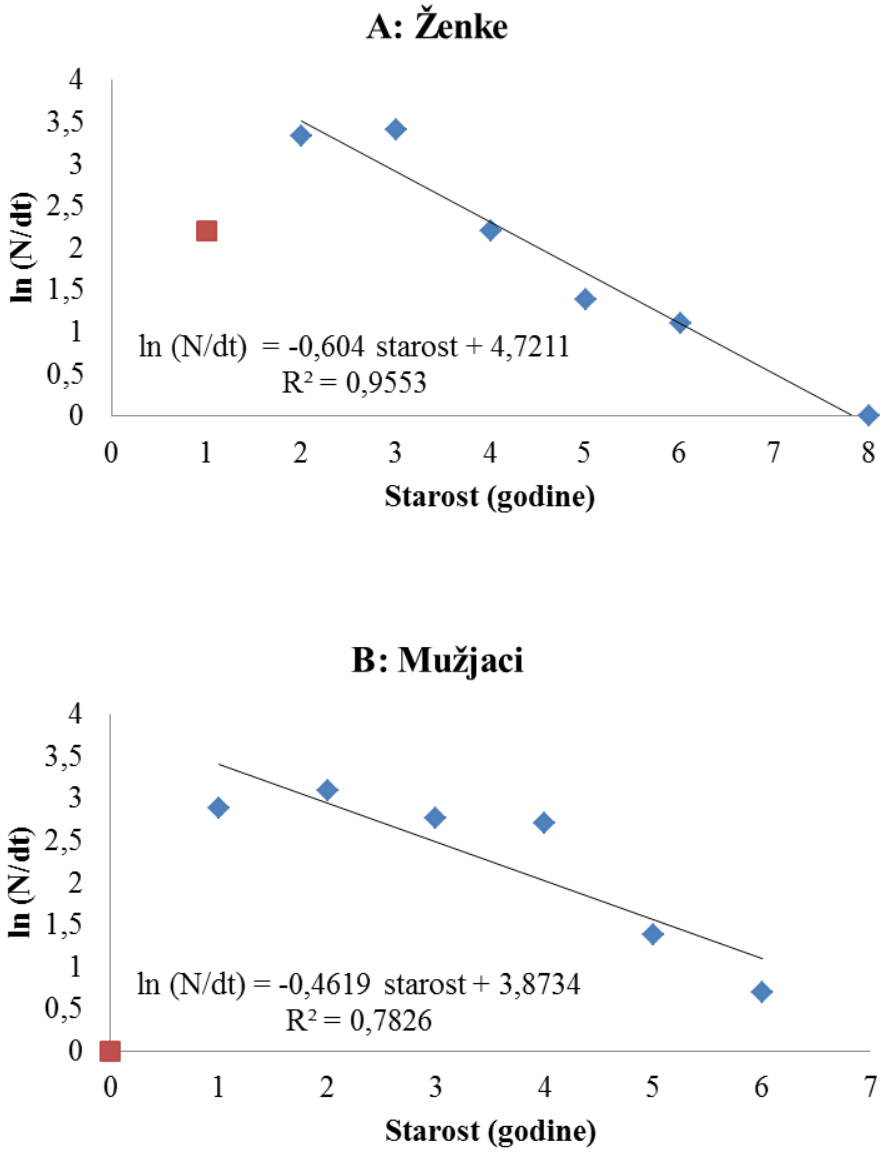
Tablica 3.8.1. Vrijednost ukupne (Z), prirodne (M) i ribolovne (F) smrtnosti i omjera iskorištavanja (E) ženki, mužjaka i ukupnog uzorka bežmeka u južnom Jadranu

	Ženke	Mužjaci	Ukupni uzorak
Ukupna smrtnost (Z)	0,604	0,462	0,539
Prirodna smrtnost (M)	0,137	0,174	0,128
Ribolovna smrtnost (F)	0,467	0,287	0,411
Omjer iskorištavanja (E)	0,773	0,622	0,762

Jedinke bežmeka u ukupnom uzorku su od prve godine starosti pod punim ribolovnim iskorištavanjem (Slika 3.8.1.). Na slici 3.8.2.A vidljivo je da su ženke od druge godine starosti pod punim ribolovnim iskorištavanjem, dok su mužjaci bežmeka (Slika 3.8.2.B) u južnom Jadranu pod punim ribolovnim iskorištavanjem već od prve godine.



Slika 3.8.1. Ukupna smrtnost (Z) jedinki ukupnog uzorka bežmeka u južnom Jadranu



Slika 3.8.1. Ukupna smrtnost (Z) ženki (A) i mužjaka (B) bežmeka u južnom Jadranu

4. RASPRAVA

Jedina vrsta iz porodice Uranoscopidae koja naseljava Jadransko more je bežmek *Uranoscopus scaber*. U dostupnoj literaturi pojedini autori smatraju da je bežmek na područjima prirodne rasprostranjenosti gospodarski značajna vrsta (Tortonese, 1975; Luther & Fiedles 1976; Hureau, 1986; Relini i sur. 2000), dok autori koji su istraživali populacije bežmeka na području Crnog, Egejskog i Sredozemnog mora (obala Egipta) navode da je bežmek prilov u pridnenim povlačnim mrežama (Akyol, 2003; Demirhan i sur. 2007; Çoker i sur. 2008; Rizkalla & Bakhoum 2009; Sağlam & Sağlam 2013). Iako nije naveden kao gospodarski važna vrsta za područje Egejskog mora bežmek je važan za održavanje odnosa unutar hranidbenih lanaca (Çoker i sur. 2008). Najveća biomasa bežmeka u sjevernom i srednjem Jadranu je na dubinama do 75 metara (Casali i sur. 1999).

Bežmek je zabilježen duž cijelog Jadrana osim u dubokom moru i plitkim uvalama sjevernog dijela. Zadržava se uglavnom na 100 metara dubine, a zimi zalazi i do 250 metara (Piccinetti i sur. 2012). Od 1994. do 2008. na 270 postaja učestalost pojavljivanja bežmeka duž cijelog Jadrana iznosila je 9,90% postaja (Isajlović, 2012). U ovom istraživanju lovljen je koćarskim alatom na dubinama od 100 do 140 metara i manje je zastupljena vrsta.

Sastav populacije bežmeka u južnom Jadranu

U dosadašnjim istraživanjima najveća duljina tijela bežmeka (35,5 cm) je zabilježena u Balearskom moru (Londoño i sur. 2012) dok su u Jadranskom moru Dulčić & Kraljević (1996) zabilježili najveću duljinu od 34,1 cm. U ovom istraživanju najveća izmjerena duljina tijela bila je 36,0 cm i predstavlja novu najveću duljinu tijela bežmeka u Jadranskom moru. Jedina veća duljina tijela na čitavom području rasprostranjenosti bežmeka zabilježena je u svjetskim rekordima International game fishing association-a (2001). Jedinka od 38,0 cm je ulovljena u Alboranskom moru 1994. (IGFA, 2001). U ostalim istraživanjima najveće ukupne duljine tijela bile su u rasponu od 19,0 do 31,5 cm (Tablica 4.1).

Tablica 4.1. Najveća ukupna duljina tijela bežmeka (cm) i njihov analizirani broj u dosadašnjim istraživanjima

Područje	Autori	N	Najveća ukupna duljina tijela (cm)
Alboransko more	IGFA (2001)	1	38,0
Jadransko more	ovo istraživanje	1279	36,0
Balearsko more	Londoño i sur. (2012)	139	35,5
Atlantski ocean (obala Portugala)	Mendes i sur. (2004)	33	35,0
Jadransko more	Dulčić & Kraljević (1996)	36	34,1
Sredozemno more (obala Tunisa)	Kartas & Bondka (1986)	884	33,0
Balearsko more	Sanz (1985)	250	31,5
Egejsko more	Karakulak i sur. (2006)	62	30,6
Crno more	Ak i sur. (2011)	988	30,0
Sredozemno more (obala Egipta)	Rizkalla & Bakhoum (2009)	506	30,0
Jadransko more	Grubišić (1959)	1	29,0
Egejsko more	Akalin i sur. (2015)	52	28,0
Egejsko more	Kapiris & Klaoudatos (2011)	61	27,3
Jadransko more	Casali i sur. (1999)	22	27,0
Egejsko more	Karachle & Stergiou (2011)	66	26,9
Sredozemno more (obala Sicilije)	Giacalone i sur. (2010)	66	26,5
Crno more	Bascinar & Sağlam (2005)	116	26,4
Crno more	Sağlam & Sağlam (2013)	289	25,1
Sredozemno more (obala Turske)	Sangun i sur. (2007)	92	24,7
Crno more	Kasapoğlu (2016)	155	23,4
Crno more	Demirhan i sur. (2007)	346	21,9
Jadransko more	Nejedli i sur. (2012)	10	19,0

Prosječna vrijednost ukupne duljine tijela jedinki u ovom istraživanju (18,12 ± 3,54 cm) (± SD) bila je manja od vrijednosti koje navode Dulčić & Kraljević (1996) (23,33 ± 0,82 cm), a veća od vrijednosti koje su zabilježili Kasapoğlu (2016) (12,44 ± 4,65 cm), Sağlam & Sağlam (2013) (14,5 ± 0,22 cm), Sangun i sur. (2007) (14,08 ± 3,94 cm) te Bascinar & Sağlam (2005) (17 ± 0,35 cm). Zabilježene razlike vjerojatno su posljedica različite veličine uzorka, vremena i dubine uzorkovanja, veličine oka ribolovnog alata te različitog ribolovnog pritiska na područjima istraživanja. Također, razlici mogu doprinijeti i ekološke značajke Crnog, Sredozemnog i Jadranskog mora. U usporedi sa svim dosadašnjim istraživanjima u ovom istraživanju je analiziran najveći uzorak, a prikupljen je mrežom veličine oka mrežnog tega 24 mm, krila 60 mm. U istraživanjima provedenim u Crnom moru i sjeveroistočnom dijelu Sredozemnog mora je korištena mreža veličina oba oka u rasponu od 14 do 40 mm. Dubina uzorkovanja u Crnom moru bila je od 5 do 120 metara (Ak i sur. 2011; Sağlam & Sağlam 2013), u sjeveroistočnom dijelu Sredozemnog mora od 5 do 100 metara (Sangun i sur. 2007) dok je dubina uzorkovanja u ovom istraživanju bila od 100 metara do 140 metara.

Omjer spolova može varirati između različitih vrsta, populacijama iste vrste, a također može oscilirati iz godine u godinu u istoj populaciji (Nikolsky, 1969). Mnogi autori navode da je udio ženki bežmeka veći od mužjaka (Kartas & Bondka 1986; Demirhan i sur. 2007; Ak i sur. 2011; Sağlam & Sağlam 2013; Kasapoğlu, 2016) što je zabilježeno i za južnojadransku populaciju. U ovom istraživanju ženke su bile zastupljene s 54,65 % što je neznatno niže od istraživanja provedenih u Crnom i Sredozemnom moru. Najniži postotak ženki u Crnom moru su zabilježili Sağlam & Sağlam (2013) (53,97 %), a najviši Demirhan i sur. (2007) (67,38 %) dok su u Sredozemnom moru uz obalu Tunisa Kartas & Bondka (1986) zabilježili 60,8 % ženki. U ovom istraživanju rezultati pokazuju i da su mužjaci manji od ženki te da pri duljinama većim od 27 cm u potpunosti prevladavaju ženke. Slične rezultate iznose i drugi autori (Sanz, 1985; Kartas & Bondka 1986; Demirhan i sur. 2007; Rizkalla & Bakhoum 2009; Kapiris & Klaoudatos 2011; Ak i sur. 2011; Gilloteaux i sur. 2011; Sağlam & Sağlam 2013).

Biometrijske osobine i relativni rast bežmeka

Biometrijske osobine bežmeka u dosadašnjim istraživanjima nisu bile istražene stoga dobiveni rezultati predstavljaju prvi dokaz morfometrijskih razlika između ženki i mužjaka (osim duljine tijela). Spolni dimorfizam zabilježen je za jedanaest morfometrijskih odnosa. U usporedbi s mužjacima, ženke su imale veće srednje vrijednosti odnosa standardne i ukupne duljine tijela, u odnosu na standardnu duljinu tijela dulju osnovicu druge leđne peraje, dulju predleđnu i pretpodrepnu udaljenost te veću srednju vrijednost odnosa predočne udaljenosti i duljine glave. S druge strane, mužjaci su u usporedbi sa ženkama imali u odnosu na standardnu duljinu tijela dulju osnovicu podrepne peraje, prsnu, trbušnu i repnu peraju te veću najmanju visinu tijela. Također su za mužjake zabilježene veće srednje vrijednosti odnosa najmanje i najveće visine tijela.

U dostupnoj literaturi pronađeni su samo morfometrijski podaci koje iznosi Vasil´eva (2012). Prema navedenoj autorici raspon odnosa pretpodrepne udaljenosti i standardne duljine tijela (49,2 – 60,6 %) značajno je manji u odnosu na ovo istraživanje (32,51 – 58,28 %). Veći raspon u ovom istraživanju zabilježen je i u odnosima duljine osnovice prve leđne peraje i standardne duljine tijela te duljine prsnih peraja i standardne duljine tijela. Veći raspon odnosa može biti posljedica različitog raspona ukupnih duljina tijela analiziranih jedinki ili različito područje istraživanja. Razlikama u rasponu vjerojatno su doprinijele i veličine uzorka jer za razliku od ovog istraživanja gdje je analizirano ukupno 350 jedinki Vasil´eva (2012) je analizirala 55 muzejskih preparata.

Merističke osobine južnojadranske populacije bežmeka pokazuju razlike između ženki i mužjaka u broju nečlankovitih šipčica prve leđne peraje, člankovitih šipčica prsnih peraja, člankovitih šipčica repne peraje i broja kralježaka. Člankovite šipčice druge leđne i podrepne peraje su u rasponu od 13 do 15 te za njih nije utvrđena statistički značajna razlika između spolova.

U literaturi merističke osobine bežmeka navode Jardas (1996), Torcu Koç (2004) i Vasil´eva (2012) (Tablica 4.2.) dok Pietsch (1989) iznosi podatke o rodu *Uranoscopus*. Broj nečlankovitih šipčica prve leđne peraje u dostupnoj literaturi bio je u rasponu od 3 do 5 (Jardas, 1996; Torcu Koç, 2004; Vasil´eva, 2012). U ovom istraživanju 79,14 % jedinki imalo je 4 šipčice što se slaže s podatcima koje iznosi Vasil´eva (2012) (76,6 %). U južnojadranskoj populaciji bežmeka 5 šipčica u prvoj leđnoj peraji nije zabilježeno, dok je prema Vasil´evi (2012) 5 šipčica zabilježeno kod 8,5 % jedinki.

Vasil´evi (2012) za drugu leđnu peraju navodi raspon od 13 do 16. U ovom istraživanju raspon šipčica u drugoj leđnoj peraji bio je od 13 do 15 što je u skladu s podacima koje su iznijeli Jardas (1996) i Torcu Koç (2004) (Tablica 4.2.).

Tablica 4.2. Broj šipčica u prvoj leđnoj (D1), drugoj leđnoj (D2) podrepnoj (A), prsnim (P), trbušnim (V) i repnoj (C) peraji bežmeka

Autori	D 1	D2	A	P	V	C
Jardas (1996)	III – IV	13 – 15	I + 12 – 14	15 – 17		
Torcu Koç (2004)	III	13	I + 12		5	
Vasil´eva (2012)	III – V	13 – 16	12 – 16	16 – 18		
ovo istraživanje	III – IV	13 – 15	13 – 15	14 – 18	I + 5	13 – 18

Broj člankovitih šipčica podrepne peraje bio je u rasponu od 12 do 16, a podaci iz ovog istraživanja su u skladu s podacima koje iznosi Vasil´eva (2012). Jardas (1996) i Torcu Koç (2004) pored broja člankovitih šipčica navode i jednu nečlankovitu šipčicu. Potrebno je naglasiti da je Torcu Koç analizirao samo jednu jedinku. Broj člankovitih šipčica u prsnim perajama bio je u rasponu od 15 do 18 osim u ovom istraživanju gdje je kod 2,75% jedinki zabilježeno i 14 šipčica.

Torcu Koç (2004) za trbušnu peraju jedinke ulovljene u Mramornom moru navodi 5 člankovitih šipčica. Trbušna peraja u ovom istraživanju kod svih jedinki u poduzorku (N = 350) opisanom u potpoglavlju 3.2. imala je jednu nečlankovitu te pet člankovitih šipčica.

Prema Pietschu (1989) vrste iz roda *Uranoscopus* imaju od 10 do 11 trupnih i od 13 do 15 repnih kralježaka. U ovom istraživanju zabilježeno je 10 do 11 trupnih te 13 do 14 repnih kralježaka, od čega je 50,29 % jedinki imalo 11 trupnih i 14 repnih kralježaka. Huet i sur. (1999) nisu naveli ukupan broj kralježaka već su detaljno opisali prvih pet trupnih kralježaka i njihove ligamente, a zahvaljujući takvim kralješcima i ligamentima bežmek može saviti kralježnicu za čak 60 stupnjeva.

Rezultati analize relativnog rasta ukazuju na činjenicu da veće jedinke bežmeka imaju kraću glavu, manju udaljenost od vrha gubice do početka leđne peraje, kraću duljinu osnovice prsnih i trbušnih peraja, kraću duljinu osnovice podrepne, repne te prve i druge leđne peraje. Veće jedinke bežmeka također imaju manje vrijednosti najveće i najmanje visine tijela. S druge strane, veće jedinke imaju veću standardnu duljinu tijela te veću pretpodrepnu, pretprsnu i predtrbušnu udaljenost. U dostupnoj literaturi nema podataka o relativnom rastu stoga usporedba nije moguća.

Duljinsko-maseni odnos i indeks kondicije bežmeka

Duljinsko-maseni odnos južnojadranske populacije bežmeka pokazuje izometrijski rast (vrijednost koeficijenta *b* iznosila je 3,0167) što je u skladu s podacima koje su iznijeli Dulčić & Kraljević (1997). Izometrijski rast utvrđen je kod bežmeka iz Crnog mora (Demihran i sur. 2007; Ak i sur. 2011; Sağlam & Sağlam 2013), Egejskog mora (Karachle & Stergiou 2008; Karakulak i sur. 2006) i jugoistočnog dijela Sredozemnog mora (Abdallah, 2002; Rizkalla & Bakhoum 2009) (Tablica 4.3). Pozitivnu alometriju zabilježili su Akalin i sur. (2015) te Kapiris & Klaudatos (2011) u Egejskom moru. Negativni alometrijski rast zabilježen je kod bežmeka sa obala Portugala (Atlantski ocean) (Mendes i sur. 2004). Duljinsko-maseni odnos može varirati zbog različitog mjesta i vremena uzorkovanja te veličine uzorka, ali i zbog mnogih čimbenika poput zrelosti, dostupnosti hrane te načina pohrane uzorka (Weatherly & Gill 1987; Wootton, 1990; Frose, 2006).

Vrijednosti koeficijenta *b* za ženke (2,9433) i mužjake (2,9932) u južnojadranskoj populaciji ne pokazuju statistički značajne razlike. Podatke za svaki spol odvojeno iznose brojni autori te navode da je vrijednost koeficijenta *b* nešto viša za ženke nego za mužjake (Tablica 4.3). Samo Kapiris & Klaudatos (2011) navode da je viša vrijednost koeficijenta *b* zabilježena za mužjake. Navedena vrijednost za mužjake (3,64) je ujedno i najviša vrijednost koeficijenta *b* u svim istraživanjima.

Tablica 4.3. Vrijednosti koeficijenta a i b te koeficijenta determinacije R^2 duljinsko-masenog odnosa bežmeka , broj jedinki u uzorku (N) i raspon ukupne duljine tijela (cm) različitim u istraživanjima

Područje	Autori	N	Raspon duljine		a	b	R^2
Atlantski ocean (obala Portugala)	Mendes i sur. (2004)	33	19,7 – 35,0	tot	0,0305	2,829	0,91
Crno more	Bascinar & Sağlam (2005)	116	6,1 – 26,4	tot	0,016	3,1015	0,980
Crno more	Demihran i sur. (2007)	346	5,3 – 21,8	tot	0,0167	3,00	0,99
				♀	0,0165	3,00	0,99
				♂	0,0175	2,97	0,97
Crno more	Ak i sur. (2011)	988	5,0 – 30,0	tot	0,0128	3,0918	0,9405
				♀	0,0127	3,0956	0,9426
				♂	0,014	3,0534	0,8918
Crno more	Sağlam & Sağlam (2013)	289	4,5 – 25,1	tot	0,014	3,059	0,991
				♀	0,011	3,126	0,980
				♂	0,014	3,032	0,971
Crno more	Kasapoğlu (2016)	155	5,2 – 23,4	tot	0,0252	2,854	0,979
				♀	0,0121	3,1275	0,9441
				♂	0,0142	3,0565	0,9383
Egejsko more	Karachle & Stergiou (2008)	70	8,7 – 26,9	tot	0,0135	3,0910	0,98
				♀	0,0114	3,1580	0,98
				♂	0,0172	2,9960	0,98
Egejsko more	Akalin i sur. (2015)	52	11,8 – 28,0	tot	0,0053	3,389	0,973
Egejsko more	Kapiris & Klaudatos (2011)	61	14,0 – 27,3	tot	0,0000009	3,56	0,99
				♀	0,000008	3,16	0,97
				♂	0,0000006	3,64	0,99
Egejsko more	Karakulak i sur. (2006)	62	10,8 – 30,6	tot	0,0156	2,998	0,886

Jadransko more	Dulčić & Kraljević (1996/1997)	36	15,2 – 34,1	tot	0,0157	3,004	0,927
Jadransko more	ovo istraživanje	1279	8,45 – 36,0	tot	0,0146	3,0167	0,9653
				♀	0,0186	2,9433	0,9514
				♂	0,0151	2,9932	0,9727
Sredozemno more (jugoistočni dio)	Abdallah (2002)	45	7,00 – 23,4	tot	0,0170	3,030	0,98
Sredozemno more (sjeveroistočni dio)	Sangun i sur. (2007)	92	5,2 – 24,7	tot	0,0103	3,153	0,99
Sredozemno more (jugoistočni dio)	Rizkalla & Bakhoum (2009)	506	6,0 – 30,0	tot	0,0142	2,9944	0,9147
				♀	0,0095	3,1216	0,9024
				♂	0,0207	2,8659	0,8434
Sredozemno more	Giacalone i sur. (2010)	65	6,0 – 26,5	tot	0,0293	2,829	0,98

Za južnojadransku populaciju bežmeka srednja vrijednost indeksa kondicije iznosila je 1,541. U dostupnoj literaturi višu srednju vrijednost iznose Sağlam & Sağlam (2013) 1,67 za područje Crnog mora i Sanz (1985) za područje Balearskog mora 1,603 (Tablica 4.4). Iako je srednja vrijednost indeksa za ženke (1,5363) za područje Balearskog mora bila neznatno niža nego u ovom istraživanju (1,589), vrijednost za mužjake je bila značajno viša. Naime u Balearskom moru srednja vrijednost indeksa kondicije za mužjake iznosila je 1,6567 (Sanz, 1985), dok je u ovom istraživanju iznosila 1,490. Najniže srednje vrijednosti indeksa kondicije u dostupnoj literaturi registriraju Ak i sur. (2011) koji za područje Crnog mora iznose srednju vrijednost indeksa 0,991 za ženke te 0,956 za mužjake. Zabilježene razlike u indeksima kondicije mogu biti posljedica starosti, spola, zrelosti gonada i punoće probavila riba (Barnham & Baxter 1998).

Tablica 4.4. Vrijednosti indeksa kondicije bežmeka u različitim istraživanjima ove vrste u Jadranskom, Sredozemnom i Crnom moru

Područje	Autori	Indeks kondicije		
		Ukupni uzorak	Ženke	Mužjaci
Balearsko more	Sanz (1985)	1,603	1,5363	1,6567
Sredozemno more	Rizkalla & Backhoum (2009)	-	1,400	1,439
Crno more	Ak i sur. (2011)	-	0,991	0,956
Crno more	Sağlam & Sağlam (2013)	1,67	-	-
Jadransko more	ovo istraživanje	1,541	1,589	1,490

Osim navedenih autora vrijednosti indeksa kondicije iznose Rizkalla & Backhoum (2009) te navode da u Sredozemnom moru (obala Egipta) ne postoji značajna razlika između indeksa za mužjake (1,439) i ženke (1,400) (Tablica 4.4). Također navode i promjene indeksa u odnosu na ukupnu duljinu tijela. Najviša vrijednost indeksa za mužjake (1,702) zabilježena je pri duljinskom razredu od 12 cm, dok je u ovom istraživanju najviša vrijednost (1,909) zabilježena pri duljinskom razredu od 8 cm što potvrđuje da su visoke vrijednosti indeksa karakteristične za ribe najmanjih ukupnih duljina (Ferri, 2011).

Prehrana bežmeka

Podaci o prehrani korisni su za razvoj trofičkih modela kao alata za razumijevanje složenosti obalnih ekosustava (Lopez Peralta & Arcila 2002; Stergiou & Karpouzi 2002). U dostupnoj literaturi osim navoda Jardasa (1996) da se bežmek hrani ribom, polihetima i rakovima nisu pronađeni podaci o prehrani bežmeka za područje Jadranskog mora.

U ovom istraživanju utvrđeno je da je najbrojnija, neophodna i glavna hrana bežmeka u južnom Jadranu riba što je u skladu s podacima koje su iznijeli Kyrtatos (1982), Sanz (1985) i Rizkalla & Philips (2008). Vrste oslić, *Merluccius merluccius* i srebrnjak, *Argentina sphyraena* predstavljaju neophodni tip hrane južnojadranske populacije bežmeka. U ovom istraživanju uzorci bežmeka su prikupljeni na dubinama od 100 do 140 metara tj na dubinama na kojima se navedene vrste najčešće zadržavaju. Oslić je gospodarski važna vrsta i u Jadranskom moru se najčešće zadržava uz dno na dubinama od 100 do 200 metara. Intenzivnije se mrijesti zimi i u proljeće, a za vrijeme novačenja najveće gustoće su upravo na dubinama od 100 do 150 m (Orsi Relini i sur. 1989; Jardas, 1996; Orsi Relini i sur. 2002). Oslić je imao najviše vrijednosti koeficijenta relativnog značaja tijekom zime, proljeća i jeseni kada bežmeku predstavlja neophodni tip hrane.

Oslić je također pronađen u želudcima bežmeka ulovljenih u Balearskom moru, međutim navedena vrsta nije predstavljala glavnu hranu (Sanz, 1985). Srebrnjak je uglavnom prilov u pridnenim povlačnim mrežama i najčešće se zadržava na dubinama od 100 do 200 metara. Vrijeme mriješćenja je od zime do proljeća (Petrić i sur 2012; Bilge & Gülşahin 2014; Ferri i sur. 2017), a u ovom istraživanju najviša vrijednost koeficijenta relativnog značaja za srebrnjaka (MFI = 456,01) je upravo tijekom ljeta (novačenje) kada predstavlja neophodnu hranu bežmeku.

Za područje Egejskog mora neophodna hrana bežmeka je trlja od kamena, *Mullus surmuletus* (Kyrtatos, 1982). U ovom istraživanju navedena vrsta nije zabilježena, ali je zabilježena druga vrsta iz roda *Mullus* trlja od blata, *M. barbatus*. Prehrana bežmeka u Crnom moru se sastojala od pišmolja, *Merlangius merlangus*, šaruna, *Trachurus trachurus* i vrsta iz roda *Gobius* sp (Dermirhan i sur. 2007). Ostali sadržaj želudca nije bio determiniran.

Pišmolj i vrste iz roda *Gobius* također su zabilježene i u ovom istraživanju, ali s nižim postotkom učestalosti pojavljivanja plijena. Gira, *Spicara smaris* koja je na području obala Egipta Sredozemnog mora (Rizkalla & Philips 2008) glavna hrana bežmeku u ovom istraživanju nije zabilježena. Za područje Balearskog mora glavna hrana bežmeku su bile vrste mišić crnopjeg, *Callioymus maculatus* i šarun, *T. trachurus* (Sanz, 1985). Mišić crnopjeg zabilježen je i u ovom istraživanju, ali s nižim postotkom učestalosti pojavljivanja plijena.

Dodatna ili sekundarna hrana južnojadranske populacije bežmeka prema vrijednostima postotka učestalosti pojavljivanja, postotka brojnosti i postotka mase plijena su glavonošci i rakovi. Glavonošci su najvišu vrijednost koeficijenta osnovnih tipova hrane imali u ljeto. Lignja, *Loligo vulgaris* koja je u ovom istraživanju bila najbrojnija od glavonožaca jedina je vrsta zabilježena u želudcima bežmeka iz Balearskog mora (Sanz, 1985). Prema Sanz-u (1985) druga najbrojnija vrsta, a u ovom istraživanju najbrojnija vrsta od rakova je kozica, *Solenocera membranacea*. Rakovi u ovom istraživanju predstavljaju neophodnu hranu tijekom jeseni, zime i proljeća.

Možemo zaključiti da uz ribu kao osnovni plijen bežmeka u nešto manjem postotku sudjeluju glavonošci i rakovi, ali i da učestalost skupine ili vrste organizama kojom se bežmek hrani prvenstveno ovisi o lokalitetu. Dostupnosti pojedinih vrsta unutar skupine također ovisi o njihovom sezonskom pojavljivanju.

Relativno nizak koeficijent praznoće probavila bežmeka u južnom Jadranu (11,11%) je u skladu s rezultatima koje je iznio Sanz (1985). Međutim koeficijent praznoće probavila za područje Sredozemnog mora (obala Egipta) iznosio je 34,8%, a za područje Crnog mora 35,4% što je znatno više nego u ovom istraživanju (Dermirhan i sur. 2007; Rizkalla & Philips 2008).

Rizkalla & Philips (2008) zabilježili su najviše vrijednosti koeficijent praznoće probavila tijekom zime, a najniže tijekom proljeća što je u skladu s rezultatima dobivenim u ovom istraživanju.

Starost i rast bežmeka

Otoliti bežmeka prikupljeni u Balearskom moru su ovalnog oblika bez rostruma, antirostruma i područja depresije, a obje strane otolita su relativno ravne sa blagim žljebovima na krajevima (Jaramillo i sur. 2014). Navedeni morfološki opis je u skladu s opisom otolita prikupljenih ovom istraživanju. Iako su otoliti veliki i lako se nalaze veliki postotak otolita (53%) za vrijeme ovog istraživanja je odbačen zbog pucanja prilikom brušenja ili nemogućnosti očitavanja.

Najveća zabilježena starost u ovom istraživanju je 8 godina (TL = 36,0 cm) što je u skladu s rezultatima koje iznose Londoño i sur. 2012 (TL = 35,5). Starost veća od 8 godina nije zabilježena u nijednom drugom istraživanju. Potrebno je naglasiti da je jedina veća jedinka od 36,0 cm zabilježena u Alboranskom moru 1994. (od 38,0 cm) i da joj nije određena starost (IGFA, 2001). U ostalim istraživanjima provedenim u Crnom i Sredozemnom moru prikupljene jedinke su manje ukupne duljine stoga su zabilježeni samo niži starosni razredi. Rizkalla & Bakhoum (2009) u Sredozemnom moru uz obalu Egipta zabilježili su jedinke od 0 do 5 godina starosti, dok su El-Sayes i sur. (2001) za isto područje naveli i jedinke od 6 godina. Za područje Crnog mora raspon godina od 0 do 4 zabilježili su Sağlam & Sağlam (2013) te Sağlam i sur. (2014) dok je prema Demihran i sur. (2007), Rizkalla & Bakhoum (2009), Ak i sur. (2011) te Kasapoğlu (2016) najviša starost bežmeka u Crnom moru 5 godina.

U južnojadranskoj populaciji bežmeka ženke i mužjaci nisu bili zastupljeni u svim starosnim razredima (najstariji mužjak imao je 6 godina). Mužjaci su bili najbrojniji u prvom starosnom razredu dok su ženke dominirale u drugom i trećem. Slične rezultate za područje Crnog mora iznose Sağlam & Sağlam (2013) i Ak i sur. (2011) te navode da su mužjaci bili dominantni u prvom, a ženke u drugom starosnom razredu. U oba istraživanja mužjaci su imali najviše 3 godine dok su žene imale najviše 4 ili 5 godina. Kasapoğlu (2016) za područje Crnog mora jedini navodi oba spola u svim starosnim razredima (od 0 do 5 godina).

Parametri dobiveni von Bertalanffyjevim modelom rasta za južnojadransku populaciju bežmeka pokazuju da je asimptotska vrijednost duljine za ženke bila veća od vrijednosti dobivene za mužjake. Ženke bežmeka su dulje i starije od mužjaka, a $L\infty$ dostižu sporije. Dobivene vrijednosti za mužjake i ženke nije moguće usporediti s ostalim istraživanjima jer su autori iznijeli podatke samo za ukupni uzorak. Najnižu asimptotsku vrijednost duljine za ukupni uzorak (26,31

cm) zabilježili su Dermirhan i sur. (2007), a najviša je zabilježena u ovom istraživanju (48,93 cm) (Tablica 4.4). Najveća jedinka u ovom istraživanju (36,00 cm) je veća od L∞ koje su u svom istraživanju iznijeli Dermirhan i sur. (2007) (26,31 cm), Kasapoğlu (2016) (32,68 cm) te Rizkalla & Bakhoum (2009) (35,02 cm).

Najniža vrijednost stope rasta (K) u svim dosadašnjim analizama je zabilježena u ovom istraživanju. Na području Crnog mora Sağlam & Sağlam (2013) i Kasapoğlu (2016) također su zabilježili niže stope rasta dok su Rizkalla & Bakhoum (2009) i Dermirhan i sur. (2007) zabilježili izrazito visoke stope (Tablica 4.4).

Tablica 4.5. Vrijednosti parametara dobivenih von Bertalanffyjevim modelom rasta i raspon godina bežmeka u različitim istraživanjima ove vrste u Jadranskom, Sredozemnom i Crnom moru

Područje	Autori	Raspon godina	$L\infty$	K	t_0
Sredozemno more (obala Egipta)	Rizkalla & Bakhoum (2009)	0 – 5	35,02	0,342	-1,01
Crno more	Dermirhan i sur. (2007)	1 – 5	26,31	0,339	-0,087
Crno more	Kasapoğlu (2016)	0 – 5	32,68	0,16	-1,71
Crno more	Sağlam & Sağlam (2013)	0 – 4	44,5	0,148	-1,242
Jadransko more	ovo istraživanje	0 – 8	48,93	0,12	-1,6

$L\infty$ - asimptotska vrijednost duljine Lt, K – koeficijent rasta, t_0 – teoretska starost pri duljini l_0

Razmnožavanje bežmeka

U južnojadranskoj populaciji mužjaci bežmeka dostižu prvu spolnu zrelost pri manjim ukupnim duljinama nego ženke. Duljina pri kojoj je 50 % jedinki spolno zrelo je 12,19 cm za mužjake i 14,12 cm za ženke. Kod oba spola 50 % jedinki je spolno zrelo već u prvoj godini. Slične rezultate iznose i drugi autori. Na području Crnog mora 50 % mužjaka je spolno zrelo pri duljini od 11,76 cm, a ženki pri duljini od 13,75 cm (Ak i sur. 2011). Na području Sredozemnog mora (obala Tunisa) 50 % mužjaka i ženki je spolno zrelo pri duljinama od 11 i 14 cm (Kartas & Bondka 1986; Boundka i sur. 1998). Razlike između rezultata istraživanja u Jadranskom, Sredozemnom i Crnom moru mogu biti posljedica ekoloških čimbenika. Na različitim područjima istraživanja čimbenici poput temperature mora i dostupnosti hrane mogu imati utjecaj na spolno sazrijevanje (Nikolski 1969; King, 1995).

Bežmek se u južnom Jadranu prema vrijednostima gonadosomatskog indeksa mrijesti od ožujka do listopada. Najveća srednja vrijednost gonadosomatskog indeksa za ženke u ovom istraživanju zabilježena je u svibnju (6,08 ± 2,60) i lipnju (5,79 ± 3,54), a za mužjake u lipnju (1,27 ± 0,58) i srpnju (1,05 ± 0,52). Visoke vrijednosti standardne pogreške od travnja do rujna pripisuju se prisutnosti zrelih i nezrelih jedinki kao i onih koje su se već izmrijestile. Slične rezultate iznosi i Çoker i sur. (2008) koji su za područje Egejskog mora visoke vrijednosti standardne pogreške zabilježili u razdoblju od travnja do lipnja. Vrijeme mrijesta bežmeka u Egejskom moru je od ožujka do rujna s najvišim srednjim vrijednostima indeksa u svibnju (6,32 ± 1,2). Na području Balearskog mora najveće srednje vrijednosti indeksa zabilježene su u lipnju i srpnju (Sanz, 1985). U istim mjesecima najviše vrijednosti indeksa zabilježene su i u Sredozemnom moru (obale Tunisa) gdje se bežmek mrijesti od svibnja do kolovoza (Kartas & Bondka 1986; Boundka i sur. 1998). Jedino za područje Crnog mora mrijest počinje u lipnju, a autori navode da je to vjerojatno zbog hladnije temperature mora koja uzrokuje kasnije sazrijevanje gonada (Ak i sur. 2011). Autori navode i da mrijest traje do rujna s najvećim srednjim vrijednostima gonadosomatskog indeksa za ženke u srpnju (17,45 ± 2,09), a za mužjake u kolovozu (5,58 ± 2,94).

Temeljem histološke analize i veličinske zastupljenosti oocita utvrđeno je da se bežmek u južnom Jadranu tijekom sezone mriješćenja mrijesti više puta (multiple spawner). Iste rezultate prikazuju i Çoker i sur. (2008) za područje Egejskog mora. Tijekom cijele godine u ovarijima bežmeka prisutne su oocite u stadiju previtelogeneze i vitelogeneze, a tijekom svibnja značajno

raste broj oocita u stadiju migracije jezgre i hidratacije. Već od travnja vidljivo je postovulacijsko tkivo, a od srpnja je vidljiva i atrezija. Manja zastupljenost atretičnih oocita može biti zabilježena tijekom cijele sezone mrijesta (Mura & Saborido-Rey 2003). Slične rezultate donose Çoker i sur. (2008) za područje Egejskog i Ak i sur. (2011) za područje Crnog mora. Sazrijevanje testisa bežmeka prati reproduktivno sazrijevanje ženki. Od siječnja do travnja prisutne su stanice spermatogonija, spermatocita i spermatida, a tijekom svibnja počinju se formirati spermatozoidi čiji se broj značajno povećava u narednom razdoblju. Od rujna do prosinca vidljivi su djelomično potrošeni kanalići testisa s rezervnim materijalom za iduću sezonu mrijesta. Razvoj ovarija i testisa bežmeka prati vrijednosti gonadosomatskog indeksa te potvrđuje razdoblje mrijesta bežmeka u južnom Jadranu.

Za analizu fekunditeta korišten je poduzorak ženki prikupljen od ožujka do svibnja tj od početka razdoblja mrijesta do kada je na histološkim preparatima prvi put uočeno postovulacijsko tkivo. Brojene su oocite veće od 500 μm jer je fekunditet određivan metodom koja se temelji na veličini oocita (Hunter i sur. 1985). Apsolutni fekunditet bežmeka u južnom Jadranu bio je u rasponu od 2800 do 57100. Prosječna srednja vrijednost apsolutnog fekunditeta iznosila je 16 657,19 ± 11 332. Slične rezultate navodi Ak i sur. (2011) čija je srednja vrijednost fekunditeta iznosila 16185 ± 1455. Çoker i sur. (2008) navode da je u svibnju maksimalni fekunditet iznosio 58091 za velike oocite (500 μm i više), a 8408 za hidratizirane oocite u rujnu. U ovom istraživanju najveći zabilježeni promjer oocita prilikom brojanja fekunditeta bio je 930 μm dok je najveći promjer oocita na histološkim preparatima bio 972 μm. Prema Çoker i sur. (2008) najveći zabilježeni promjer je 1860 μm, a prema Ak i sur. (2011) 1890 μm. Prema Hureau (1986) maksimalan promjer oocita u pelagijalu Sredozemnog mora je 2 mm.

Za južnojadransku populaciju bežmeka zabilježena je bolja korelacija za odnos fekunditeta i mase tijela (R2 = 0,301) nego za na odnos fekunditeta i ukupne duljine tijela (R2 = 0,186). Slične rezultate iznose Çoker i sur. (2008) dok je prema Ak i sur. (2011) bolja korelacija između odnosa fekunditeta i ukupne duljine tijela (R2 = 0,53).

Smrtnost bežmeka

Za južnojadransku populaciju bežmeka vrijednost prirodne smrtnosti je bila viša za ženke nego za mužjake, a vrijednost za ukupni uzorak (0,128) je bila najniža prirodna smrtnost u dostupnoj literaturi (Tablica 4.5). Analizom vrijednosti prirodne smrtnosti za 175 ribljih stokova Pauly (1980) je utvrdio raspon vrijednosti prirodne smrtnosti od 0,2 do 0,3. Prirodna smrtnost bežmeka dobivena u ovom istraživanju je čak nešto niža od utvrđenog raspona. Najviša vrijednost prirodne smrtnosti (0,5537) zabilježena je u Sredozemnom moru i znatno je viša od utvrđenog raspona (Rizkalla & Bakhoum 2009).

Tablica 4.6. Vrijednosti ukupne (Z), prirodne (M) i ribolovne (F) smrtnosti i omjer iskorištavanja (E) bežmeka za područje Crnog, Sredozemnog i Jadranskog mora

Područje	Autori	Z	M	F	E
Crno more	Sağlam & Sağlam (2013)	1,24	0,16	0,98	0,79
Crno more	Kasapoğlu (2016)	0,40	0,33	0,07	
Sredozemno more (obala Egipta)	Rizkalla & Bakhoum (2009)	0,9011	0,5537	0,3474	0,229
Sredozemno more (obala Egipta)	El-Sayes i sur. (2001)	0,445	0,301	0,145	0,117
Jadransko more	ovo istraživanje	0,539	0,128	0,411	0,762

Najniža i najviša vrijednost ribolovne smrtnosti zabilježena je za Crno more (Sağlam & Sağlam 2013; Kasapoğlu, 2016). U ovom istraživanju značajno viša vrijednost ribolovne smrtnosti zabilježena je za ženke (0,467) u odnosu na mužjake (0,287). Iako je vrijednost ribolovne smrtnosti za ukupni uzorak relativno visoka, srednja duljina tijela bežmeka u ukupnom uzorku (18,12 ± 3,54) je još uvijek nešto veća od duljine pri kojoj je 100% populacije spolno zrelo. Treba naglasiti da su prema rezultatima ovog istraživanja jedinke bežmeka od prve godine života pod punim ribolovnim iskorištavanjem. Uzimajući u obzir da mužjaci i ženke bežmeka prvu spolnu zrelost postižu u prvoj godini moguć je prelov vrste.

Vrijednost omjera iskorištavanja je najniža za područje Sredozemnog mora (0,117) (El-Sayes i sur. 2001), a najviša za područje Jadranskog (0,762) (ovo istraživanje) i Crnog mora (0,79) (Sağlam & Sağlam 2013). Populacija riba je optimalno iskorištavana kada je vrijednost omjera 0,5 (Gulland, 1971). Vrijednost dobivena u ovom istraživanju pokazuje da se populacija bežmeka nalazi pod velikim ribolovnim pritiskom.

Za područje Jadranskog mora indeks brojnosti i biomase bežmeka ne pokazuje jasan trend rasta ili pada (Piccinetti i sur. 2012). Za održavanje biomase populacije jedinka bi se trebala izmrijestiti barem jednom prije ulova što znači da bi njena duljina pri ulovu trebala biti veća od duljine spolne zrelosti (Beverton & Holt 1957; Trippel, 1995). Prosječna vrijednost ukupne duljine tijela za južnojadransku populaciju je iznosila 18,12 ± 3,54 cm (± SD) i bila je veća od duljine pri kojoj je 50% ženki (14,12 cm) i mužjaka (12,19 cm) spolno zrelo.

Međutim tijekom ovog istraživanja ulovljeno je 4,61 % mužjaka (N = 59) i 3,67 % ženki (N = 47) koje nisu dosegle duljinu pri kojoj je 50% jedinki spolno zrelo. Prekomjeran lov nezrelih jedinki može imati negativne posljedice na novačenje i očuvanje populacije (Mayers i sr. 1997; Lleonart, 1999).

Prema Ak i sur. (2011) minimalna dozvoljena lovna veličina bežmeka za područje Crnog mora trebala bi iznositi 14 cm. S obzirom da je duljina pri kojoj je50 % ženki bežmeka spolno zrelo u ovom istraživanju nešto viša od duljine dobivene u istraživanju Ak i sur. (13,75 cm) minimalna dozvoljena lovna veličina bežmeka za područje Jadranskog mora trebala bi iznositi barem 15 cm što povećava postotak ulovljenih jedinki koje su manje od predložene minimalne lovne veličine na 20,71%.

Prema podacima Uprave ribarstva Ministarstva poljoprivrede za područje ribolovnog mora Republike Hrvatske godišnji ulov bežmeka je do 3,5 tone. Međutim u Očevidnik i Izvješće o ulovu u gospodarskom ribolovu na moru bežmek se često upisuje kao „miješana bijela riba“ ili „ostalo“ stoga je godišnji ulov veći od navedenog. Za područje istočnojadranske obale Jardas (1996) navodi da je godišnji ulov oko 8 tona. Obzirom su visoke vrijednosti ribolovne smrtnosti i omjera iskorištavanja za područje Jadranskog mora populacija bežmeka nalazi pod velikim ribolovnim pritiskom.

5. ZAKLJUČCI

- Raspon ukupne duljine tijela bežmeka u južnom Jadranu je od 8,45 do 36,00 cm (18,12 ± 3,54 cm), a raspon mase od 11,52 do 618,7 g (102,25 ± 59,27 g). Omjer ženki i mužjaka razlikuje se od očekivanog omjera (1:1) i iznosi 1:0,82. Zabilježene su statistički značajne razlike u zastupljenosti ukupnih duljina i masa tijela ženki i mužjaka.

- Zabilježene su statistički značajne razlike za jedanaest morfometrijskih odnosa između mužjaka i ženki bežmeka. U usporedbi sa ženkama, mužjaci imaju u odnosu na standardnu duljinu tijela dulju osnovicu podrepne peraje, prsnu, trbušnu i repnu peraju te veću najmanju visinu tijela. Također mužjaci imaju veće srednje vrijednosti odnosa najmanje i najveće visine tijela. S druge strane, ženke u usporedbi s mužjacima imaju veće srednje vrijednosti odnosa standardne i ukupne duljine tijela, u odnosu na standardnu duljinu tijela dulju osnovicu druge leđne peraje, dulju predleđnu i pretpodrepnu udaljenost te veću srednju vrijednost odnosa predočne udaljenosti i duljine glave.
  Statistički značajne razlike između ženki i mužjaka su u broju nečlankovitih šipčica prve leđne peraje, člankovitih šipčica prsnih peraja, člankovitih šipčica repne peraje i kralježaka.
  Analizirane merističke osobine bežmeka u ovom istraživanju su: D1 = III – IV; D2 = 13 – 15; A = 13 – 15; P = 14 – 18; V = I + 5; C = 13 – 18; Vert = 10 – 11 + 13 – 14.

- Duljinsko-maseni rast ženki (b = 2,943), mužjaka (b = 2,993) i ukupnog uzorka (b = 3,016) bežmeka je izometrijski.

- Vrijednosti empirijski određenog indeksa kondicije je u rasponu 0,649 do 2,359 sa srednjom vrijednosti 1,541. Srednja vrijednost indeksa kondicije za ženke je 1,589, a za mužjake 1,490.

- Bežmek se u južnom Jadranu hrani glavonošcima, rakovima i ribama. Neophodna i glavna hrana su ribe (MFI = 508,02; Q = 805,17), dok su glavonošci (MFI = 74,88; Q = 120,92) i rakovi (MFI = 86,35; Q = 141,56) dodatna ili sekundarna hrana. Od riba su oslić *Merluccius merluccius* (MFI = 187,34; Q = 295,8) i srebrnjak *Argentina sphyraena* (MFI =

182,81; Q = 291,44) neophodna i glavna hrana. Dodatna hrana su lignja *Loligo vulgaris* (MFI = 63,22; Q = 102,51) i dekapodni rak *Parapenaeus longirostris* (MFI = 38,66).

- U južnojadranskoj populaciji bežmeka najzastupljenije su jedinke od 2 i 3 godine starosti, s odgovarajućim rasponom ukupne duljine tijela od 12,7 do 23 cm. Najstarija ženka bežmeka imala je 8, a najstariji mužjak 6 godina.

- Mužjaci bežmeka prvu spolu zrelost postižu pri manjim ukupnim duljinama tijela od ženki. Mužjaci su spolno zreli pri ukupnim duljinama od 12,19 cm, a ženke pri 14,12 cm. Vrijeme mriješćenja bežmeka u južnom Jadranu je u periodu od ožujka do listopada s najvećom srednjom vrijednosti gonadosomatskog indeksa za ženke u svibnju (6,08 ± 2,60) (± SD), a za mužjake u lipnju (1,27 ± 0,58) (± SD).

- Tijekom cijele godine u ovarijima bežmeka su prisutne oocite u previtelogenom i vitelogenom stadiju. Njihova zastupljenost je najbrojnija od listopada do siječnja. Oocite u stadiju migracije jezgre i hidratacije su najzastupljenije u razdoblju od ožujka do rujna. Na histološkim preparatima testisa bežmeka u razdoblju od lipnja do kolovoza su vidljive veće količine spermatozoida, a razvoj testisa prati vrijednosti gonadosomatskog indeksa.

- Vrijednosti apsolutnog fekunditeta su u rasponu od 2 789,8 do 57 103,64 (16 657,19 ± 11 332,11). Fekunditet se povećava s porastom ukupne duljine i mase tijela te mase gonada i starosti jedinki. Najslabija korelacija je u odnosu između fekunditeta i ukupne duljine tijela, a najbolja korelacija u odnosu fekunditeta i mase gonada ženki.

- Vrijednosti ribolovne smrtnosti bežmeka (F = 0,411) su veće od vrijednosti prirodne smrti (M = 0,128). Veću ribolovnu smrtnost imaju ženke (F = 0,467) dok veće vrijednosti prirodne smrtnosti imaju mužjaci (M = 0,174). Mužjaci bežmeka su pod punim ribolovnim iskorištavanjem već od prve godine starosti dok su ženke tek od druge godine starosti.

- Minimalna dozvoljena lovna veličina bežmeka za područje Jadranskog mora trebala bi iznositi 15 cm.

6. LITERATURA

Abdallah, M. 2002. Lenght-weight relationship of fishes caught by trawl off Alexandria, Egypt. Naga ICLARM Q. 25: 19-20.

Adamicka, P. 1973. Studies on the functional anatomy of the head in acanthopterygians. IV. *Uranoscopus scaber*. Zool. Jahrb. Abt. Anat. Ontog. Tiere 90(4): 580-606.

Ak, O., S. Kutlu & I. Karayucel. 2011. Some reproductive characteristisc of *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758 (Pisces: Uranoscopisae) in the Black Sea (Turkey). Cah. Biol. Mar. 52: 253-260.

Akalin, S., D. Ilhan & O. Ozaydin. 2015. Length-weight relationships for 30 demersal fish species from Candarli Bay (North Aegean Sea, Turkey). Croat. J. Fish., 73: 73-76.

Akyol, O. 2003 Retainde and trash fish catches of beach-seining in the Aegean Coast of Turkey. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 27, 1111-1117.

Barnham, C. P. S. M. & A. Baxter. 1998. Condition Factor, K, for salmonid fish. Fisheries Note, 05, 1-3.

Baron, V. D & N. A. Mikhailenko. 1976. *Uranoscopus scaber*, a transition form in the evolution of electric organs in fish. Dokl. Akad. Nauk. SSSR+, 229: 983-986.

Başçinar, N. S. & H. Sağlam. 2005. Feeding habits of thorback ray (*Raja clavata*), scorpion fish (*Scorpaena porcus*) and stargazer (*Uranoscopus scaber*) in the Eastern Black Sea. Ulus Su Günleri, 28-30 Eylül, Trabzon (Akuademi.net), 166-170.

Bauchot, M. L. & A. Pras. 1980. Guide des Poissons marins d'Europe. Lausanne, Paris. Delachaux & Niestlé Edit. 427pp.

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). Mar. Biol., 5: 263-273.

Beverton, R. J. H. & S. J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food G. B., 19: 1-533.

Bilge, G. & A. Gülşahin. 2014. Relationship between sagittal otolith size and fish size in *Argentina sphyraena* and *Glossanodon leioglossus* (Osteichthyes: Argentinidae)in the southern Aegean Sea, Turkey. Zool. Middle East 60 (1): 24–28.

Bonduka, B. & M. H. Katari. 1996. Contribution a l'etude du regime alimentaire de l'Uranoscope (*Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758) poisson teleosteen des cotes tunisiennes. Bull. Instm., 23 (2): 150-160.

Bonduka, B., M. H. Katari & J.-P. Quignard. 1998. Sexualité, cycle sexuel et reproduction de l´Uranoscope (*Uranoscopus scaber*) de Tunisie. Vie. Milieu., 48 (1): 63-69.

Bottard, A. 1889. Les poissons venimeus. Octave Doin, Paris. pp. 129.

Casali, P., C. Giammarini, M. C. Di Silverio & S. Parrilli. 1999. Osservazioni preliminari sulla biologia di *Uranoscopus scaber* (Linnaeus, 1758) in Alto e Medio Adriatico. Biol. Mar. Medit., 6 (1): 544-546.

Caputo, V., M. Colomba, P. N. Cerioni, R. Vitturi, N. Giovannotti & E. Olmo. 2003. Chromosome Banding and Molecular Cytogenetic Study of Two Mediterranean Trachinoid Fish Species (Teleostei: Trachinidae, Uranoscopidae). Cytogenet. Genome Res., 103(1-2): 139-143.

Çoker, T., O. Akyol, O. Özaydin, S. Leblebici & Z. Tosunoğlu. 2008. Determination of batch fecundity in *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758 from the Aegean Sea, Turkey. J. Appl. Ichthyol. 24: 85-87.

Demestre, M., P. Sanchez, & P. Abello. 2000. Demersal fish assemblages and habitat characteristics on the continental shelf and upper slope of the north-western Mediterranean. J. Mar. Biol. Assoc., 80(6): 981-988.

Demirhan, S. A., M. F. Can & K. Seyhan. 2007. Age and growth of stargazer (*Uranoscopus scaber* L., 1758) in the southeastern Black sea. J. Appl.Ichthyol. 23: 692-694.

Dulčić, J. & M. Kraljević. 1996. Weight and lenght relationship for 40 fish species in the Eastern Adriatic (Croatian waters). Fish. Res. 28: 243-251.

Dulčić, J. & M. Kraljević. 1997. Corrigendum to „Weight and lenght relationship for 40 fish species in the Eastern Adriatic (Croatian waters)“. Fish. Res. 30: 169-171.

El-Sayes, A., K. Abd El-Hameed, S. N. Faltas, S. I. Rizkalla & A. Abdallah. 2001. Demersal fish resources along the Mediterranean coast of Egypt. Technical report on demersal fisheries survey. Conf. Nat. Inst. Oceanogr. Fish. Egypt, 62 pp.

Ferri, J. 2011. Ribarstveno –biološke i ekološke osobine škrpuna, *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) u istočnom Jadranu. Doktorska disertacija, Sveučilište u Splitu, 152 pp.

Ferri, J., J. Brčić, F. Škeljo, L. Sršen & A. Uvodić. 2017. A preliminary study on the age and growth of the argentine, *Argentina sphyraena* (Actinopterygii: Osmeriformes: Argentinidae) from the eastern Adriatic Sea. Acta Ichthyol. Piscat. 47 (4): 365–369.

Frose, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-lenght relationships: history, metaanalysis and recommendations. J. Appl. Ichthyol., 22: 241-253.

Gerking, S. 1994. Feeding Ecology of Fish. Academic Press, London. pp. 416.

Giacalone, V. M., G. D´Anna, F. Badalamenti & C. Pipitone. 2010. Weight-lenght relationships and condition factor trends for thirty-eight fish species in trawled and untrawled areas off the coast of northern Sicily (central Mediterraenan Sea). J. Appl. Ichthyol. 1-4.

Gilloteaux, J., D. W. Ott & C. K. Oldham-Ott. 2011. The gallbladder of *Uranoscopus scaber* L. (Teleost Perciform Fish) is lined by specialized cholecystocytes. Anat. Rec. 294: 1890-1903.

Goosse, V., L. Huet & P. Vandewalle. 1995. Introduction à l´étude de la prise de nourriture chez *Uranoscopus scaber* L. (pisces, Perciformes). Rapp. Comm. int. Mer. Médit. 34: 244.

Grier, H. J. 1981. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. Amer. Zool., 21: 345-357.

Grier, H. J. & M. C. Uribe-Aranzábal. 2009. The testis and spermatogenesis in teleosts. U.B.G.M.

Grubušić, F. 1959. Novi podaci o maksimalnim dužinama nekih Jadranskih riba. Bilješke-Notes, Inst. Oceanogr. Ribar. Split, 14:1-8.

Gullland, J. A. 1971. The fish resources of the ocean. Fishing News Books. England, pp 255.

Halstead, B. W. & A. E. Dalgleish. 1967. The venom appartus of the european star-gazer *Uranoscopus scaber* Linnaeus. In: F .E. Russell, P. R. Saunores (eds.), Animal toxins. Pergamon Press, New York. pp. 177.

Huet, L., E. Parmentier & P. Vandewalle. 1999. About some skeletal particularities of the first vertebrae related to the mode of pray capture in *Uranoscopus scaber* (Uranoscopidae). Cybium., 23 (2): 161-167.

Hunter, J. R. & B. Macewicz. 1985. Rates of atresia in the ovary of captive and wild northern anchovy, *Engraulis mardax*. Fish. Bull., 83: 119-136.

Hunter, J. R., N .C. H. Lo, R. Leong & B. Macewicz. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: Lasker, R. (ed.). An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomas of Pelagic Fish: Application to the Northen Anchovy, *Engralis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS., 36: 67-78.

Hureau, J.C. 1970. Biologie comparée de quelques Poissons antarctiques (Nototheniidae). Bull. Inst. Océanogr. Monaco, 68: 1-244.

Hureau. J.C. 1986. Uranoscopidae. In: P.J.P. Whitehead, M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nilsen & E. Tortonese (ed.), Fishes of the North-Eastern Altalntic and the Mediterranean. Paris, Unesco. Vol. II, pp 955-956.

IGFA. 2001. Database of IGFA angling records until 2001. IGFA, Fort Lauderdale, USA.

Isajlović, I. 2012. Sastav pridnenih zajednica dubokog Jadrana i struktura populacija gospodarski najvažnijih vrsta. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 169 pp.

Jardas, I. 1996. Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga. Zagreb, 533 pp.

Jaramillo, A. M., A. D. Tombari, V. B. Dura, M. E. Rodrigo & A. V. Volpedo. 2014. Otolith eco-morphological patterns of benthic foshes from the coast of Valencia (Spain). Thalassas, 30 (1): 57,66.

Kapiris, K. & D. Klaoudatos. 2011. Lenght-weight relationships for 21 fish species caught in the Argolikos Gulf (central Aegean Sea, eastern Mediterranean). Turk. J. Zool., 35 (5): 717-723.

Karachle, P. K. & K. I. Stergiou. 2008. Length-length and lenght-weight relationships of several fish species from the North Aegean Sea (Greece). J. Biol. Res.-Thessalon., 10: 149-157.

Karachle, P. K. & K. I. Stergiou. 2011. Mouth allometry and feeding habits of some mediterraean fishes. Acta Ichtyol. Pisc., 41 (4): 265-275.

Karakulak, F. S., H. Erk & B. Bilgin. 2006. Lenght-weight relationship for 47 coastal fish species from the northern Aegean Sea, Turkey. J. Appl. Ichthyol. 22:274-278.

Kartas, F & B. Bondka. 1986. Cycle sexuel et reproduction de l´Uranoscope *Uranoscopus scaber* des côtes Tunisiennes. Rapp. Comm. Int. Mer. Medit. 30: 222.

Kasapoğlu, N. 2016. Age, growth and mortality tares of discard species (*Uranoscopus scaber*, *Neogobius melanostomus* and *Gobius niger*) in the Black Sea. Ege JFAS, 33 (4): 397-403.

King, M. 1995. Fisheries biology, assessment and management. Blackwell Scientific Publications Ltd. Oxford., 341 pp.

Kosić, B. 1903. Ribe dubrovačke. JAZU, 155: 1-148.

Kyrtatos, N. A. 1982. Investigation on fishing and biology of the most important fishes of the region around the Aegean Sea. Island of Tinos. Thalassographica. 5 (specl. publ.), 88 pp.

Laevastu T. 1965. Manual of methods in fisheries biology. Section 4. Research on fish stocks. FAO Man. Fisher. Sci., 1:1-20.

Le Danois, Y. 1962. Ėtude de la myologie et de l'ostéologie de l'uranoscope, (*Uranoscopus scaber*, L.) de l'ordre des Jugulaires. Bull. Inst. Oceanogr., Monaco, 1229: 1-50.

Lipej L. & J. Dulčić. 2010. Checklist of the Adriatic Sea Fishes. Zootaxa. 2589: 1-92.

Lleonart, J. 1999. Precautionary approach and mediterranean fisheries. Precautionary approach to local fisheries and species introductions in the Mediterranean. CIESM Workshop,, Kerkennah, Tunisia.

Londoño, A. M. J., A. V. Volpedo, M. E. R. Santamalia & V. B. Dura. 2012. Aspectos de la biologia de *Torpedo torpedo*, *Scorpaena scrofa*, *Mullus surmuletus*, *Uranoscpus scaber* and *Synaptura lusitanica*, de la costa de Cullera (Espana). SIEBM, Španjolska. DOI: 10.13140/2.1.5144.4487.

Lopez Peralta, R. H. & C. A. T. Arcila. 2002. Diet composition of fish species from southern continental shelf of Columbia. NAGA, World Fish Cenetr Q. 25: 23-29.

Luther, W & K. Fiedler. 1976. A field guide to the Mediterranean Sea shore. Collins. pp. 272.

Mayers, R. A., J. A. Hutchings & N. J. Barrowman. 1997. Why do fish stocks collapse? The example of cod in Atlantic Canada. Ecol. Appl., 7: 91-106.

Mendes, B., P. Fonseca & A. Campos. 2004. Weight-lenght relationships for 46 fish species of the Portuguese west coast. J. Appl. Ichthyol. 20: 355-361.

Moutopoulos D. K. & K. I. Stergiou. (2002) Weight – lenght and lenght - lenght relationship of fish species from the Aegean sea (Greece). J. Appl. Ichthyol. 18:200-203.

Mura, H. & F. Saborido-Rey. 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. J. Nortw. Atl. Fish. Sci., 33: 23-31.

Nejedli, S., Z. Kozaric, Z. Matasin & T. Gajger. 2012. Histomorphology of Trunk Muscles of Stargazer (*Uranosopus scaber*, Linnaeus, 1758). J. Anim. Vet. Adv., 11 (5): 572-577.

Nelson, J. S. 1994. Fishes of the world. Third edition. John Wiley & Sons, Inc. New York, 600 pp.

Nikolski, G. V. 1969. Theory of fish population dynamics. Oliver & Boyd, Edimburg. 323 pp.

Orsi Relini, L., M. Cappanera & F. Fiorentino. 1989. Spatial-temporal distribution and growth of *Merluccius merluccius* recruits in the Ligurian Sea. Observations on the 0 group. Cybium., 13: 263-270.

Orsi Relini L., C. Papacostantinou, S. Jukic-Peladic, A. Souplet, L. G. De Sola, C. Piccinetti, S. Kavadas & M. Rossi. 2002. Distribution of the Mediterranean hake populations (*Merluccius merluccius smiridus* Rafinesque, 1810) (Osteichthyes: Gadiformes) based on six years monitoring by trawl-surveys: some implications for management. Sci. Mar., 66: 21-38.

Papoutsouglou, E. S. & A. R. Lyndon. 2003. Distribution of a-amylase along the alimentary tract of two Mediterranean fish species, the parrotfish *Sparisoma cretense* L. and the stargazer, *Uranoscopus scaber* L. Mediter. Marine. Sci. 4:114–124.

Pauly, D. 1980. A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocka. FAO Fish. Circ., 729: 1-54.

Petrić, M., J. Ferri, F. Škeljo, J. Brčić & S. Krstulović Šifner. 2012. Histological analysis of the silver smelt, *Argentina sphyraena* (Pisces, Argentinidae) gonads during the spawning period. In: XIV European Congress of Ichthyology. Liege, Belgium., 170–170.

Piccinetti, C., N. Vrgoč, B. Marčeta & C. Manfredi. 2012. Stanje pridnenih resursa Jadranskog mora. Acta Adriat., Monograph series 5: 1-220.

Pietsch, T. W. 1989. Phylogenetic Relationships of Trachinoid Fishes of the Family Uranoscopidae. Copeia, 2: 253-303.

Pinkas, L., M. S. Oliphant & I. L. K. Iversen. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Fish. Bull., 152: 1-105.

Pravilnik o ribolovnim alatima i opremi za gospodarski ribolov na moru. Narodne novine br. 6/2006.

Protasov, V. P. & V. M. Krumin. 1973. Electric discharges emitted by the thornback ray (*Raja clavata* L.) and the stargazer (*Uranoscopus scaber* L.). Problems of bionics Nauch., 182-187.

Relini, G., M. Relini & G. Torchia. 2000. Fish population changes following the invasion of the allochthonous alga *Caulerpa taxifolia* in the Ligurian Sea (N-W Mediterranean). ICES, Belgium. 13 pp.

Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bord. Can., 191: 1-382.

Rizkalla, S. I. & S. A. Bakhoum. 2009. Some Biological Aspects of Atlantic Stargazer *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758 (Family: Uranoscopidae) in The Egyptian Mediterranean Water. Turk J. Fish. Aquat. Sc. 9: 59-66.

Rizkalla, S. & A. I. Philips. 2008. Feeding habits of the Atlantic stargazer fish *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758 (Family: Uranoscopidae) in Egyptian Mediterranean waters. Egypt. J. Aquat. BIol. Fish. 12 (1): 1-11.

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

Sağlam, N. E. & C. Sağlam. 2013. Population parameters of stargazer (Uranoscopus scaber Linnaeus, 1758) in the southeastern Black Sea region during the 2011-2012 fishing season. J. Appl. Ichthyol., 29: 1313-1317.

Sağlam, N. E., C. Sağlam & Y. D. Sağlam. 2014. The relationship between fish size and otolith dimensions of stargazer (*Uranoscopus scaber*) in the south-eastern Black Sea. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 94(5): 1041-1045.

Sangun, L., E. Akamca & M. Akar .2007. Weight – lenght Relationship for 39 Fish Species from the North – Eastern Mediterranean Coast of Turkey. Turk. J. Fish. Aquat. Sci. 7:37-40.

Sanz, A. 1985. Contribución al estudio de la biologia de *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758 (osteichthyes, Uranoscopidae) del Mediterràneo occidental. Inv. Pesq. 49: 35-46.

Sofradžija, A. 1985. Citogenetička istraživanja jadranskih riba *Uranoscopus scaber* L., *Solea lutea* (Risso) i *Serranus scriba* (L.). Bilješke-Notes, Inst. Oceanogr. Ribar. Split, 67:1-8.

Starks, E. C. 1923. The osteology and relationships of the uranoscopoid fishes. Standford Univ. Publ., Univ. Ser., Biol. Sci, 3(3): 258-290.

Stergiou, K. I. & V. S. Karpouzi. 2002. Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. Rev. Fish Biol. Fish. 11 (3): 217-254.

Spare, P. & S. C. Venema. 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fish. Tech. Pap., 306/1, Rev. 2. FAO, Rome, 407 pp.

Šoljan, T. 1948. Ribe Jadrana. Split 437 pp.

Taylor, C. C. 1958. Cod growth and temperature. J. Conseil., 23: 366-370.

Treer, T. 2008. Ihtiologija II. Agronomski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za ribarstvo, pčelarstvo i specijalnu zoologiju. Zagreb, 92 pp.

Trippel, E . A. 1995. Age at maturity as a stress indicator in fisheries. BIoscience 45: 759-771.

Torcu Koç, H. 2004. An investigation on fisheries of Bandirma Bay (Sea od Marmara). BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi. 6.2. 13-26.

Tortonese, E. 1975. Uanoscopidae. In: E. Tortonese (ed.), Fauna d´Italia. Bologna, Calderini. Vol. XI, pp. 237-238.

Tyler, C. R. & J. P. Sumpter. 1996. Oocyte growth and development in teleosts. Rev. Fish. Biol. Fish., 6: 287-318.

Vasil´eva, E. D. 2012. Morphokaryological variability and divergence of stargazers: (*Uranoscopus*, Perciformes) from the Mediterranean Sea Basin: I. Divergence and taxonomic state of the Blask Sea stargazer. J. Ichthyol. 52 (7): 476-484.

Weatherly, A. H & H. S. Gill. 1987. The biology of fish growth. Academic Press, London. pp 443.

Wootton, R. J. 1990. Ecology of Teleost Fish. Chapman and Hall, London. pp 444.

Yamamoto, K. 1956. Studies on the formation of fish eggs. Annual cycle in the development of the ovarian eggs in the flounder, *Liopsetta obscura*. J. Fac. Sci. Hokkaido University serVI Zool., 12: 362-373.

Zander, C. D. 1982. Feeding ecology of litoral godiid and blennoid fish of the Banyuls area (Mediterranean Sea). I. Main Food and trophic dimensions of niche and ecotope. Vie Milies, 32: 10-20.

7. ŽIVOTOPIS

Jadranka Sulić Šprem rođena je 17. listopada 1983. godine u Dubrovniku. Diplomirala je 2009. godine na diplomskom studiju Marikultura Sveučilišta u Dubrovniku s temom „Kvantitativno – kvalitativni sastav zajednica nedoraslih riba na području ušća Neretve i Male Neretve u ljetno – jesenskom razdoblju“, uz mentorstvo dr.sc.Valtera Kožula. Poslijediplomski sveučilišni studij Primijenjene znanosti o moru pri Sveučilištu u Splitu, Sveučilištu u Dubrovniku i Institutu za oceanografiju i ribarstvo, Split upisala je 4. veljače 2011. godine.

Od 2011. godine zaposlena je u Prirodoslovnom muzeju Dubrovnik na radnom mjestu kustos. Zvanje kustosa stekla je 2012. godine, a višeg kustosa 2018. godine. Autorica je šest izložbi: „Ribe dubrovačkog kraja“„Tko su lesepsijki migranti?“„Na čast Gradu“„ Pod pritiskom“„Zaronimo“ i „Domi sum“; četiri kataloga i voditeljica muzejskih zbirki: Zbirka riba, Zbirka ptica, Zbirka ptičjih jaja i Zbirka minerala i stijena. Dobitnica je priznanja Hrvatskog muzejskog društva za kreativan i likovno osmišljen pristup u realizaciji izložbe „Pod pritiskom“.

Do sada je objavila 6 znanstvenih radova te sudjelovala na domaćim i međunarodnim skupovima.

POPIS RADOVA

Znanstveni radovi objavljeni u CC časopisima

Dobroslavić, T., J. **Sulić Šprem**, I. Prusina, V. Kožul, B. Glamuzina & V. Bartulović. 2015. Reproduction biology of large-scaled gurnard *Lepidotrigla cavillone* (Lacepède, 1801) from the southern Adriatic Sea (Croatia). J.Appl. Ichthyol., 31 (1): 49-53.

Ferretti, F., G. Morey Verd, B. Seret, J. **Sulić Šprem** & F. Micheli. 2015. Falling through the cracks: the fading history of a large iconic predator. Fish Fish., 17 (3): 875-889.

Sulić Šprem, J., T. Dobroslavić, V. Kožul, I. Prusina, V. Onofri & N. Antolović. 2014. New record of *Lophotus lacepede* Giorna, 1809 and *Lampris guttatus* (Brünnich, 1788) in the southeastern Adriatic Sea (Croatian coast). Cah. Biol. Mar., 55: 371-373.

Sulić Šprem, J., T. Dobroslavić, V. Kožul, A. Kuzman & J. Dulčić. 2014. First record of *Lagocephalus sceleratus* in the Adriatic Sea (Croatia), a Lessepsian migrant. Cybium, 38 (2): 147-148.

Znanstveni radovi objavljeni u drugim časopisima

Dulčić, J., B. Dragičević, N. Antolović, J. **Sulić Šprem**, V. Kožul & R. Grgičević. 2014. Additional records of *Lobotes surinamensis*, *Caranx crysos*, *Enchelycore anatina*, and *Lagocephalus sceleratus* (Actionopterygii) in the Adriatic Sea. Acta Ichthyol. Piscat. 44 (1): 71-74, 2014.

Sulić Šprem, J., V. Kožul, N. Antolović, N. Glavić & V. Bartulović. 2012. Kvantitativno – kvalitativni sastav zajednica nedoraslih riba na području ušća Neretve i Male Neretve u ljetno – jesenskom razdoblju. Ribarstvo, 70 (3) 111-123.

Znanstveni radovi objavljeni u zbornicima skupova s međunarodnom recenzijom

Sulić Šprem, J., T. Dobroslavić, M. Vlašić, M. Martinović & V. Kožul. 2019. Biometrijska obilježja bežmeka, *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758. na području južnog Jadrana In: Mioč, B. & Širić, I. (ed.), Zbornik radova 54. hrvatskog i 14. međunarodnog simpozija agronoma. Vodice. 331-335.

Dobroslavić, T., F. Bašica, M. Martinović J. **Sulić Šprem** & V. Bartulović. 2018. Biometrijska obilježja kljunčice, *Capros aper* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana. In: Rozman, V. & Antunović, Z. (ed.), Zbornik radova 53. hrvatskog i 13. međunarodnog simpozija agronoma. Vodice. 350-354.

Martinović, M., F. Bašica, T. Dobroslavić, J. **Sulić Šprem** & V. Bartulović. 2018. Biometrijske karakteristike šljuke, *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758) na području južnog Jadrana. In: Rozman, V. & Antunović, Z. (ed.), Zbornik radova 53. hrvatskog i 13. međunarodnog simpozija agronoma. Vodice. 380-384.

Sulić Šprem, J., T. Dobroslavić, I. Markotić, V. Kožul, V. Bartulović & B. Glamuzina. 2013. Dužinsko – maseni odnos bežmeka (*Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758) u južnom Jadranu. In: Marić S. & Z. Lončarić (ed.), Zbornik radova 48. hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma. Dubrovnik. pp. 642-646.

Dobroslavić, T., J. **Sulić Šprem**, I. Markotić, V. Bartulović, V. Kožul & B. Glamuzina. 2013. Dužinsko-maseni odnos kokotića (*Lepidotrigla dieuzeidei* Blanc & Hureau, 1973) u južnom Jadranu. In: Marić S. & Z. Lončarić (ed.), Zbornik radova 48. hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma. Dubrovnik. pp.624-628.

Markotić, I., V. Bartulović, T. Dobroslavić, J. **Sulić Šprem** & B. Glamuzina. 2013. Dužinski sastav populacije prikanca (*Phoxinellus pseudalepidotus* Bogutskaya i Zupančič, 2003) na području Mostarskog blata (Bosna i Hercegovina). In: Marić S. & Z. Lončarić (ed.), Zbornik radova 48. hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma. Dubrovnik. pp.647-651.

Markotić, I., Z. Mihaljević, V. Bartulović, T. Dobroslavić, J. **Sulić Šprem** & B. Glamuzina. 2013. Sezonska ishrana prikanca (*Phoxinellus pseudalepidotus* Bogutskaya & Zupančič, 2003) na području Mostarskog blata (Bosna i Hercegovina) In: Marić S. & Z. Lončarić (ed.),

Zbornik radova 48. hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma. Dubrovnik. pp. 652-656.

Sažeci u zbornicima skupova s međunarodnom recenzijom

Dobroslavić, T., J. **Sulić Šprem**, V. Kožul, B. Glamuzina & V. Bartulović. 2013. Reproduction and histological characteristics of gonads in large-scaled gurnard *Lepidotrigla cavillone* (Lacepède, 1801) in the southern Adriatic Sea (Croatia). In: Martinez-Paramo, S., Oliveira, C.V. & M.T. Dinis (ed.), Book of abstracts, 4th International Workshop on the Biology of Fish Gametes. Faro. pp. 80-81.

Sulić Šprem, J., T. Dobroslavić, V. Kožul & F. Čizmić. 2012. Estimation of morphometric characteristics of the only confirmed record of *Pristis pectinata* Latham, 1794 in the Adriatic Sea. In: Poncin, P., Parmentier, E., Paquer, F., Pequex, A. & S. Wanson (ed.), Book of abstracts, XIV European Congress of Ichthyology. Liège. pp. 219-219.

Sulić Šprem, J., V. Kožul, N. Antolović, N. Glavić & V. Bartulović. 2012- Kvantitativno – kvalitativni sastav zajednica nedoraslih riba na području ušća Neretve i Male Neretve u ljetno – jesenskom razdoblju. In: Pospišil, M. (ed.), Zbornik radova 47. hrvatskog i 7. međunarodnog simpozija agronoma. Opatija. pp. 178-179.

Sulić Šprem, J., T. Dobroslavić & F. Čizmić. 2011. Ihtiološka zbirka Prirodoslovnog muzeja Dubrovnik kao podloga programu ″Nastava u Muzeju″. In: Protrka, K., Škrabić, H. & S. Srzić (ed.), Knjiga sažetaka, Znanstveno - stručni skup ″Biokovo na razmeđi milenija: razvoj parka prirode u 21. stoljeću″. Makarska. pp 111.

Sulić Šprem, J. 2011. Zbirka riba dubrovačkog područja. In: Protrka, K., Škrabić, H. & S. Srzić (ed.), Knjiga sažetaka, Znanstveno - stručni skup ″Biokovo na razmeđi milenija: razvoj parka prirode u 21. stoljeću″. Makarska. pp. 53.