

Starost, rast i morfometrijska obilježja otolita vrsta roda *Sphyraena* u istočnom Jadranu

Brzica, Anđela

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:226:753478>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-05**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA
DIPLOMSKI STUDIJ MORSKO RIBARSTVO

Anđela Brzica

STAROST, RAST I MORFOMETRIJSKA OBILJEŽJA
OTOLITA VRSTA RODA *SPHYRAENA* U ISTOČNOM
JADRANU

Diplomski rad

Split, rujan 2021.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA
DIPLOMSKI STUDIJ MORSKO RIBARSTVO

Anđela Brzica

STAROST, RAST I MORFOMETRIJSKA OBILJEŽJA
OTOLITA VRSTA RODA *SPHYRAENA* U ISTOČNOM
JADRANU

Diplomski rad

Predmet: Kralježnjaci mora

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Josipa Ferri

Student:

Anđela Brzica

Split, rujan 2021.

Sveučilište u Splitu
Sveučilišni odjel za studije mora
Diplomski studij Morsko ribarstvo

Diplomski rad

Starost, rast i morfometrijska obilježja otolita vrsta roda *Sphyraena* u istočnom Jadranu

Andela Brzica

Sažetak

U ovom radu istraženo je 113 jedinki vrste škaram (*Sphyraena sphyraena*) i 14 jedinki vrste žutousna barakuda (*Sphyraena viridensis*). Dužinski raspon za vrstu *S. sphyraena* iznosio je od 23,4 do 42,5 cm ($33,4 \pm 3,89$ cm), dok se dužinski raspon za vrstu *S. viridensis* kretao od 34,5 do 42,5 cm ($39,0 \pm 32,42$ cm). Zbog malog broja ulovljenih jedinki vrste *S. viridensis*, pojedine analize provedene su samo za vrstu *S. sphyraena*. Dužinsko-maseni odnos za *S. sphyraena* izražen je jednadžbom $W=0,017Lt^{2,57}$, a negativni alometrijski rast je također zabilježen i za mužjake i za ženke ove vrste. Vrijednost indeksa kondicije za *S. sphyraenu* iznosi 0,372 za ukupni uzorak, 0,368 za ženke i 0,381 za mužjake. Starost obje vrste roda *Sphyraena* je određena očitavanjem godišnjih prstenova na sagitalnim otolitima koji su vretenastog oblika. Najviše jedinki vrste *S. sphyraena* pripada starosnoj grupi od tri, a najmanji broj starosnoj grupi od jedne godine, dok kod vrste *S. viridensis* najviše jedinki pripada starosnoj grupi od četiri, a najmanji broj starosnoj grupi od tri godine. Parametri rasta dobiveni von Bertalanffyjevom jednadžbom za vrstu *S. sphyraena* su $L_{\infty}=55,58$; $K=0,12$; $t_0=-4,29$. Odnos starosti vrste *S. sphyraena* s morfometrijskim mjerama otolita pokazao se najboljim u slučaju širine otolita.

(30 stranica, 22 slike, 4 tablice, 21 literaturni navod, jezik izvornika: hrvatski)

Ključne riječi: rast, starost, morfologija otolita, morfometrija otolita, *Sphyraena*

Mentor: Izv. prof. dr.sc. Josipa Ferri

Ocjenjivači: 1. Prof. dr. sc. Sijetlana Krstulović Šifner
2. Prof. dr. sc. Mate Šantić
3. Izv. prof. dr.sc. Josipa Ferri

University of Split
Department of Marine Studies
Graduate study Marine Fishery

MSc Thesis

Age, growth and otolith morphometrics of the *Sphyraena* species in the eastern Adriatic

Andela Brzica

Summary

In this thesis, 113 individuals of the the European barracuda (*Sphyraena sphyraena*) and 14 individuals of the Yellowmouth barracuda (*Sphyraena viridensis*) were analysed. The length range for *S. sphyraena* was from 23.4 to 42.5 cm (33.4 ± 3.89 cm), while the length range for *S. viridensis* was from 34.5 to 42.5 cm (39.0 ± 32.42 cm). Due to the small number of caught individuals of *S. viridensis*, some analyses were done only for *S. sphyraena*. The length–weight relationship of the analysed *S. sphyraena* is expressed by the equation $W=0.017Lt^{2.57}$, and the negative allometric relationship was also found in males and females. The value of the condition index, that was determined for *S. sphyraena*, was 0.372 for the whole sample, 0.368 for females and 0.381 for males. The age of both species was determined by reading annual rings on sagittal otoliths that were spindle-shaped. Most *S. sphyraena* individuals belong to the age group of three years, and the smallest number to the age group of one year, while for *S. viridensis* most individuals belong to the age group of four years, and the smallest number to the age group of three years. The growth parameters obtained by the von Bertalanffy equation for *S. sphyraena* are $L_{\infty}=55.58$; $K=0.12$; $t_0=-4.29$. The ratio of *S. sphyraena* age with morphometric measures of otoliths proved to be the best in the case of otolith width.

(30 pages, 22 figures, 4 tables, 21 references, original in: Croatian)

Keywords: age, growth, otolith morphology, otolith morphometry, *Sphyraena*

Supervisor: Josipa Ferri, PhD / Associate Professor

Reviewers:

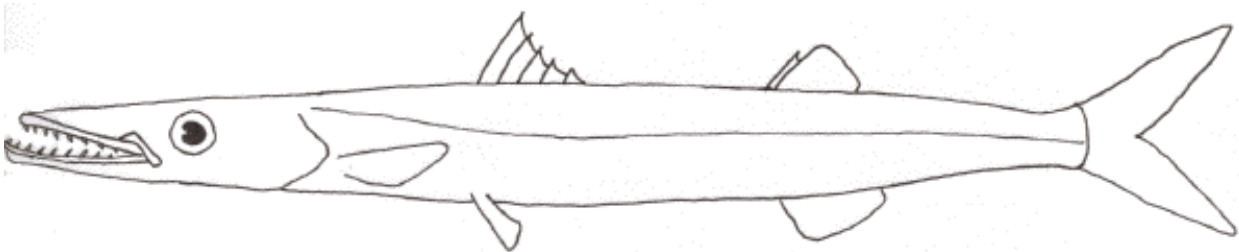
1. Svjetlana Krstulović Šifner, PhD / Full Professor
2. Mate Šantić, PhD / Full Professor
3. Josipa Ferri, PhD / Associate Professor

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
1.1. Dosadašnja istraživanja	4
1.2. Svrha i ciljevi rada.....	6
2. MATERIJALI I METODE	8
2.1. Područje istraživanja	8
2.2. Obrada prikupljenih uzoraka	8
2.3. Dužinsko–maseni odnos.....	9
2.4. Indeks kondicije.....	9
2.5. Starost i rast	10
2.5.1. Morfološka i morfometrijska obilježja otolita.....	10
3. REZULTATI.....	11
3.1. Dužinsko–maseni odnos.....	12
3.2. Indeks kondicije	14
3.3. Morfološka i morfometrijska analiza otolita vrsta roda <i>Sphyraena</i>	16
3.4. Starost i rast vrsta roda <i>Sphyraena</i>	18
3.5. Veza između morfometrije otolita i starosti	22
4. RASPRAVA.....	24
5. ZAKLJUČCI	27
6. LITERATURA.....	29

1. UVOD

Porodica barakudi (Sphyraenidae) obuhvaća jedan rod i 29 vrsta od kojih su četiri zabilježene u Sredozemnom moru i dvije u Jadranskom moru. Rasprostranjenost vrsta ove porodice je globalna, pa tako njene pripadnike pronalazimo na području Atlantskog, Indijskog i Tihog oceana u području tropskih i suptropskih zemljopisnih širina. Vrste porodice Sphyraenidae su priobalne i pelagične vrste. Nedorasli primjerci obično se nalaze uz pjeskovito ili kamenito dno, od obale pa sve do 100 m dubine. Tijelo je izduženo, s velikim ustima i izraženom donjom čeljusti koja strši prema naprijed te s jakim zubima nalik očnjacima (Slika 1). Produljiva gornja čeljust se prilagođava prilikom hranjenja velikim plijenom. Vrste ove porodice karakterizira dobro razvijena bočna pruga. Položaj prsnih peraja je relativno nizak. Leđne peraje su daleko razmaknute te se prva leđna peraja sastoji od pet tvrdih šipčica, a druga od jedne tvrde i devet mekih šipčica. Broj kralježaka za pripadnike ove porodice je 24 (11 trbušnih i 13 repnih). Tijelo može dosegnuti do 1,8 m ukupne dužine (Nelson, 1984).

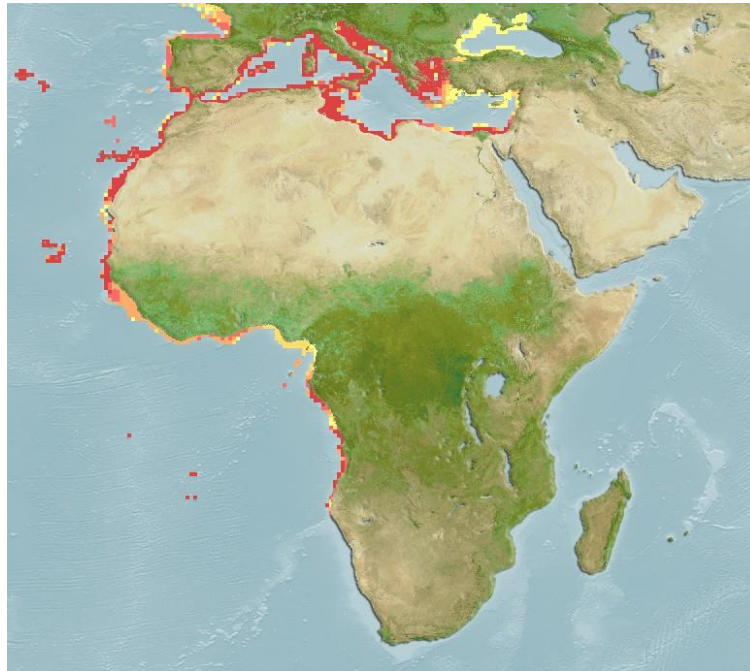


Slika 1. Predstavnik porodice Sphyraenidae (izvor: <https://www.fishbase.se/summary/FamilySummary.php?ID=360>).

Kao što je prethodno navedeno, u Sredozemnom moru žive 4 vrste roda *Sphyraena*: *Sphyraena sphyraena* (Linnaeus, 1758), *Sphyraena chrysotaenia* Klunzinger, 1884, *Sphyraena flavicauda* Rüppell, 1838 i *Sphyraena viridensis* Cuvier, 1829 (Bourehail i sur., 2015). Ciljane vrste ovog istraživanja su dvije vrste navedenog roda koje obitavaju u Jadranskom moru, i to *S. sphyraena* i *S. viridensis*.

Škaram (*Sphyraena sphyraena*) je rasprostranjen u istočnom (područje Biskajskog zaljeva do Angole) i zapadnom Atlantiku (Brazil, Bermuda), a prisutan je i u Sredozemnom i Crnom moru (Dulčić i Kovačić, 2020) (Slika 2). Zabilježen je u Jadranu, najviše u južnom dijelu (Dulčić i Kovačić, 2020). S druge strane, žutousna barakuda (*S. viridensis*) je rasprostranjena u centralnom dijelu istočnog Atlantskog oceana i u istočnom dijelu Sredozemnog mora

(Dulčić i Kovačić, 2020) (Slika 3). U Jadranskom moru prvi put je zabilježena u vodama oko Dubrovnika u rujnu 2003. godine (Dulčić i Kovačić, 2020).



Slika 2. Područje rasprostranjenosti vrste *Sphyraena sphyraena*; karta prikazuje područje rasprostranjenosti osim zapadnog Atlantika (izvor: <https://www.fishbase.se/summary/Sphyraena-sphyraena.html>).



Slika 3. Područje rasprostranjenosti vrste *Sphyraena viridensis* (izvor:

<https://www.fishbase.de/summary/Sphyraena-viridensis.html>).

Objekti vrste karakteriziraju brzina i agresivnost (Dulčić i Kovačić, 2020). Mrijeste se u drugoj polovici ljeta i početkom jeseni, a hrane se ribama, glavonošcima i rakovima.

Glavne osobine škarama su:

- izduženo i valjkasto te bočno blago spljošteno tijelo (Slika 4);
- dugačka i šiljasta čeljust koja zauzima približno pola dužine glave;
- velika usta, vidljivo ispupčena donja čeljust i izrazito šiljasti zubi (sprijeda 4, a u donjoj čeljusti jedan snažan zub poput očnjaka);
- cikloidne ljuske koje prekrivaju škržni poklopac;
- ravna i jasno vidljiva bočna pruga;
- dvije leđne peraje koje su široko razmaknute (prva ima bodljaste šipčice i trokutasti oblik);
- tamnoplava ili smeđozelenkasta leđa, dok je trbušni dio sivkasto-srebrnkaste boje (Dulčić i Kovačić, 2020).



Slika 4. Škaram, *Sphyraena sphyraena* (izvor: <https://adriaticnature.com/archives/2036>).

Glavne osobine žutousne barakude su:

- izduženo i ovalno tijelo (Slika 5);
- izdužena čeljust te duža donja čeljust u usporedbi s gornjom;
- snažni i šiljasti zubi u ustima;
- ljuske koje se nalaze samo u središnjem dijelu škržnog pretpoklopca dok su prednji i stražnji rub bez ljusaka;
- tijelo koje je na leđnoj strani tamnosive ili modre boje, a na bokovima srebrnkasto;
- vidljive tamne pruge koje prelaze ispod bočne pruge;

- najčešće lovne dužine između 40 i 50 cm te maksimalna ukupna dužina tijela 130 cm (Dulčić i Kovačić, 2020).



Slika 5. Žutousna barakuda, *Sphyraena viridensis* (izvor: <https://adriaticnature.com/?s=sphyraena+viridensis>).

Ciljane vrste ovog istraživanja nisu na IUCN-ovom Crvenom popisu ugroženih vrsta, što vrijedi i za Hrvatsku, stoga nema ni odgovarajućih prijedloga zaštite. Ove vrste nemaju gospodarsko značenje, love se mrežama potegačama i stajaćicama, vrlo rijetko pridnenom povlačnom mrežom kočom i ostima. Meso navedenih vrsta dosta je ukusno stoga se često može pronaći na ribarnicama (Dulčić i Kovačić, 2020).

1.1. Dosadašnja istraživanja

Pregledom literature možemo jasno potvrditi da su brojnija istraživanja za škarama u odnosu na žutousnu barakudu. Svega 32 istraživanja provedena su na žutousnoj barakudi, dok za škarama postoji i preko 200 radova. Unatoč brojnosti radova za škarama, njihovom analizom je lako zaključiti da se vrsta više spominje u radovima koji su uključivali i druge morske vrste za koje su se najčešće istraživali starost, rast, ishrana i reprodukcija (Rastgoo i Navarro, 2017; Al Kamel i sur., 2020; Iveša i sur., 2021; Meshram i sur., 2021; Prasad i sur., 2021).

Fisher i sur. (1987) su prvi put zabilježili škarama u istočnom Atlantiku, na području od Biskajskog zaljeva sve do Angole. Slično, žutousna barakuda je rasprostranjena u istočnom dijelu Atlantskog oceana i Sredozemnom moru (Dulčić i Kovačić, 2020). Na području Azorskih otoka proučavali su kretanje žutousne barakude (Fontes i Afonso (2017)). Utvrdili su da je ova vrsta česti posjetitelj Azora te da je riječ o predatoru i migratornoj vrsti. Korištenjem

kombiniranih analiza višegodišnjih komercijalnih iskrcaja, podvodnim vizualnim cenzusom i telemetrijskim podacima iz akustički označenih riba, istraživali su sezonsko, međugodišnje i mjesečno kretanje u podmorju otoka Formigas. Ustanovljeno je prisustvo barakuda tijekom cijele godine, a većina označenih riba gotovo je kontinuirano na tom području i do 4 godine. Autori istraživanja ističu potrebu zaštite i očuvanja plitkih podmorskih područja radi spolno zrelih jedinki i njihove reprodukcije.

Prvi nalaz žutousne barakude u Jadranskom moru zabilježen je u vodama oko Dubrovnika u rujnu 2003. godine (Kožul i sur., 2005). Sljedeće godine su ulovljene tri jedinke u srpnju uz obalu Herceg Novog, Crna Gora (Dulčić i Soldo, 2004). Istraženi su dužina tijela, spol, rasprostranjenost te dubinska raspodjela. Prva jedinka imala je 456 mm ukupne dužine ($W = 239$ g), druga 432 mm ukupne dužine ($W = 209$ g) i treća 515 mm ukupne dužine ($W = 416$ g). Također, jedan od zaključaka rada je da je vrsta slična škaramu.

Dulčić i sur. (2009) su proveli daljnje istraživanje na najsjevernijem dijelu Sredozemnog mora koje je predstavljalo veliku važnost za rasprostranjenost barakuda u Jadranu. Prvi najsjeverniji nalaz žutousne barakude ulovljen je 3. kolovoza 2008. godine u blizini Riječke luke. Njena ukupna dužina tijela iznosila je 532 mm, a težila je 662 g. Ustanovljena je ponovo njezina sličnost sa škaramom, a autori su zaključili da je to razlog zašto je ova vrsta manje poznata, odnosno istražena. Nastavno na navedeno, zbog svoje sličnosti sa škaramom, točna raspodjela i brojnost žutousne barakude je u više slučajeva bila pogrešna. U nekim starijim radovima ove su se dvije vrste čak smatrale oblicima vrste *S. sphyraena* (Bourehail i sur., 2015).

Allam i sur. (2004) proveli su studiju o starosti i rastu barakuda među kojima su bili škaram i žutousna barakuda ulovljeni uz mediteransku obalu Egipta. Za svaku jedinku izmjerena je ukupna dužina tijela (TL; cm), ukupna masa (W; g) i određen je spol. Analizom dužinsko–masenog odnosa utvrđene su značajne sličnosti između škarama ($W = 0,0050 TL^{2,92}$; $N = 627$, $r = 0,999$) i žutousne barakude ($W = 0,0045 TL^{2,93}$; $N = 71$, $r = 0,999$). Starost se u radu određivala korištenjem otolita. Za sve vrste izračunati su indeks kondicije te jednadžba rasta opisana von Bertalanffyjevom formulom.

Bourehail i sur. (2015) su analizirali oblik otolita kako bi testirali razlikovanje škarama i žutousne barakude na području alžirske obale. Ukupno je uzorkovana 91 jedinka škarama (176–425 mm ukupne dužine, sa srednjom vrijednosti $297 \pm 32,8$ mm) i 103 jedinke žutousne barakude (254–888 mm ukupne dužine, sa srednjom vrijednosti 422 ± 129 mm). Analizirano je 338 otolita koji su prije obrade isprani destiliranom vodom i pohranjeni u epruvete, a njihovom obradom je ustanovljeno da su otoliti dosta sličnog oblika.

S druge strane, Yedier (2021) prvi put provodi detaljnu determinaciju oblika otolita i opisuje odnos između ukupne dužine tijela i veličine otolita škarama uz mediteransku obalu Turske. Korištene su dvije metode analize oblika i dva modela regresije koji su bitni kod procjene odnosa dimenzija dužine ribe i otolita. Ovo je prvo istraživanje u kojem su zajedno korištene različite metode koje daju detaljan opis i lijevog i desnog otolita. Za određivanje razlike između lijevog i desnog otolita koristio se statistički Wilcox test.

Bourehail i Kara (2020) su istraživali jednogodišnje mlade jedinke žutousne barakude pomoću mikrostrukturne analize otolita. Jedinke su bile u rasponu 159 do 389 mm ukupne dužine (17,06 do 228,44 g mase tijela), a ulovljene su u periodu između lipnja i listopada 2009. te potječu iz komercijalnog ulova. Odnos između različitih mjera otolita (duljina, širina, debljina i masa) i morfometrijskih parametara ribe (dužina i masa) ispitivani su linearnom regresijom. Upareni t-test korišten je za utvrđivanje razlike između lijevog i desnog otolita. Ustanovljeno je da nema značajne razlike u broju prstenova između lijevog i desnog otolita, pa je za daljnje procjene starosti nasumično odabran jedan otolit.

Bourehail i Kara (2021) su također pratili starost, rast i smrtnost žutousne barakude iz komercijalnog ulova uz istočnu obalu Alžira u razdoblju od siječnja 2007. do siječnja 2008. godine. Svim jedinkama (N=698) je izmjerena ukupna dužina tijela (TL, mm) i masa (g). U ukupnom uzorku 169 jedinki (379-1210 mm TL, 192-7125 g) su bile ženke, 102 jedinke (395-1165 mm TL, 226-5155 g) mužjaci i nedoraslih jedinki je bilo 427 (184-567 mm TL, 25-685 g). Spol je određen makroskopski te je korišten Shapiro-Wilk test za provjeru normalnosti podataka. Prije očitavanja starosti parovi otolita izvađeni su iz svake jedinke te su očišćeni i suhi stavljeni u Eppendorfove tubice. Autori rada su zaključili da su 60% ukupnog ulova činile jedinke koje su imale 1 godinu (180-450 mm). Kombinirana jednadžba rasta von Bertalanffyja za oba spola glasila je $TL = 980,2 (1 - e^{-0,227(t + 1,655)})$. Zabilježena je maksimalna starost za mužjake i ženke od 14, odnosno 13 godina.

1.2. Svrha i ciljevi rada

S obzirom na to da je poznavanje karakteristika starosti i rasta riba neophodno za njihovo pravilno gospodarenje, svrha ovog diplomskog rada je analizirati navedene parametre za dvije vrste roda *Sphyraena* u istočnom Jadranu, *S. sphyraena* i *S. viridensis*.

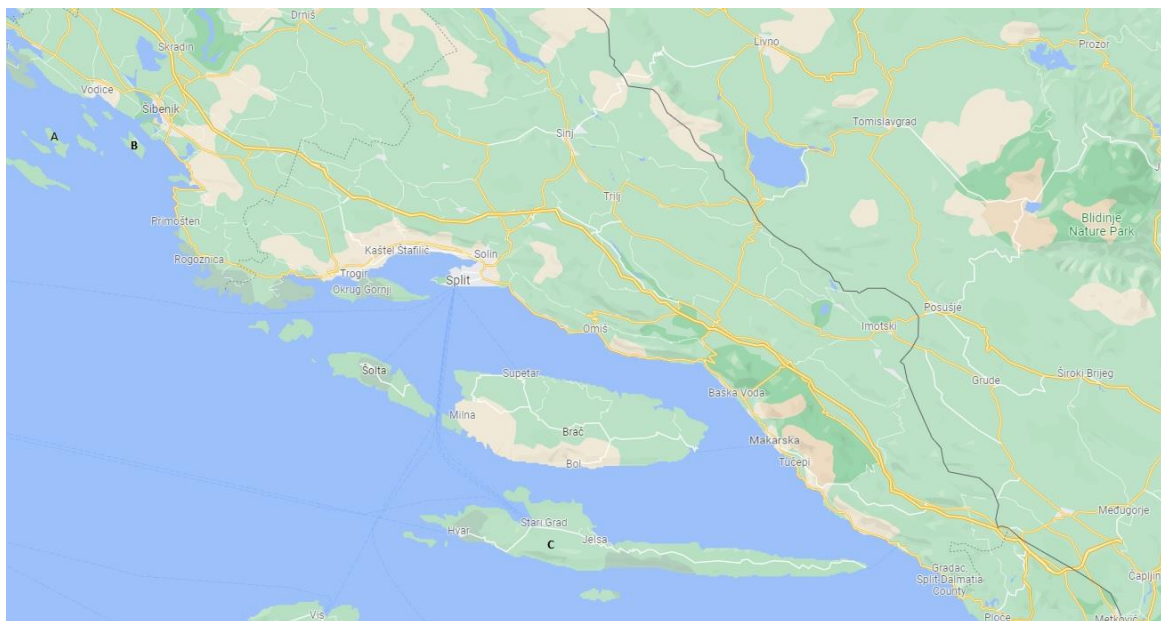
Ciljevi ovog diplomskog rada su sljedeći:

- odrediti starost očitavanjem sagitalnih otolita, a odnos starosti i rasta opisati pomoću von Bertalanffyeve jednadžbe,
- analizirati morfološka obilježja otolita, zatim vezu morfometrijskih mjera otolita (dužina, širina i masa) i starosti riba te mogućnost procjene starosti za dvije vrste roda *Sphyræna* na temelju morfometrije njihovih otolita.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Područje istraživanja

U suradnji sa splitskom ribarnicom, uzorci škarama (*Sphyraena sphyraena*) i žutousne barakude (*Sphyraena viridensis*) prikupljeni su u zimskim mjesecima, u razdoblju od studenog 2020. do veljače 2021. godine na lokalitetima oko otoka Kaprije (A), Zlarina (B) i Hvara (C) (Slika 6). Uzorci s otoka Zlarina ulovljeni su ribolovnom mrežom plivaricom dok su uzorci s Kaprija i Hvara ulovljeni mrežom migavicom.



Slika 6. Istraživano područje vrsta roda *Sphyraena*: A (Kaprije), B (Zlarin), C (Hvar) (izvor: <https://www.google.com/maps/>).

2.2. Obrada prikupljenih uzoraka

Uzorci riba su nakon prikupljanja sa splitske ribarnice odmah označeni (vrsta ribe te mjesto i datum uzorkovanja) i zamrznuti do daljnje laboratorijske obrade. Uzorci su se odmrzavali na dan obrade te je ulovljenim jedinkama prvo izmjerena ukupna dužina tijela (Lt) ihtimetrom, s točnošću od 0,1 cm i masa tijela (W) pomoću digitalne vage, s točnošću od 0,1 g. Nakon seciranja jedinkama je određen spol. Svim su jedinkama izvađeni otoliti koji su se spremali u plastične posudice zbog daljnje obrade i utvrđivanja starosti.

Dobiveni podaci su se unosili u Excel datoteke koje su služile za pohranu podataka, a sve su statističke analize napravljene pomoću paketa za obradu podataka R studio i Statistica 14. U rezultatima su, uz srednje vrijednosti analiziranih podataka, prikazane i vrijednosti standardne devijacije.

2.3. Dužinsko–maseni odnos

Odnos između ukupne dužine tijela (L_t) i mase (W) obje istraživane vrste analiziran je na ukupnom broju ulovljenih jedinki tijekom istraživanja pomoću eksponencijalne jednadžbe (Ricker, 1975):

$$W = a L_t^b$$

gdje su: W – masa ribe, L_t – ukupna dužina tijela ribe, a i b koeficijenti.

Do promjena u dužinsko–masenom odnosu može doći tijekom nekih kritičnih događaja u životnom ciklusu ribe kao što su preobrazba i spolno sazrijevanje. U ovom odnosu, vrijednosti koeficijenta b koje su veće od 3 označavaju pozitivnu alometriju (riba raste brže u masu nego u dužinu), a vrijednosti b koje su manje od 3 označavaju negativnu alometriju (riba brže raste u dužinu nego u masu). Ako je koeficijent b jednak 3 rast je izometrijski, odnosno savršen budući da riba raste razmjerno jednako i u dužinu i u masu. Statistička značajnost razlike koeficijenta b od 3 određena je t testom ($P \leq 0,05$) za ukupni uzorak, ženke i mužjake.

2.4. Indeks kondicije

Indeks kondicije je posljedica dužinsko–masenog odnosa, a njegove promjene ukazuju na određena fiziološka stanja ribe kao i na utjecaj abiotičkih i biotičkih čimbenika na organizam. Indeks kondicije obje istraživane vrste je analiziran na ukupnom broju ulovljenih jedinki tijekom istraživanja, a izračunat je pomoću kubičnog ili Fultonovog koeficijenta (Ricker, 1975):

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

gdje su: IK – vrijednost indeksa kondicije, W – masa tijela, L_t – ukupna dužina tijela.

2.5. Starost i rast

Očitavanjem otolita određena je starost vrsta *Sphyraena sphyraena* i *Sphyraena viridensis*. Tehnika očitavanja otolita podrazumijevala je brojanje kontinuiranih koncentričnih prstenova, odnosno zona prirasta. Neprozirna (opaka) i prozirna (hijalina) zona čine jedan godišnji prsten pa tako jedan hijalini i jedan opaki prsten čine jednu navršenu godinu života ribe.

Otoliti su se brusili u vodi, korištenjem brusnog papira te su se očitavali uz pomoć lupe Olympus SZX10 pod reflektirajućim svjetlom. Svi su otoliti pritom fotografirani Olympus DP-25 digitalnom kamerom u svrhu njihovog ponovnog očitavanja. Starost je očitavao jedan čitač, a razmak između dva čitanja je bio tjedan dana.

Rast istraživanih vrsta u ovom radu je opisan von Bertalanffyevom jednadžbom rasta (Beverton i Holt, 1957):

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

gdje su: L_t – dužina u vremenu t , L_∞ – asimptotska vrijednost dužine L_t , K – konstanta rasta, t_0 – teoretska starost pri dužini L_0 .

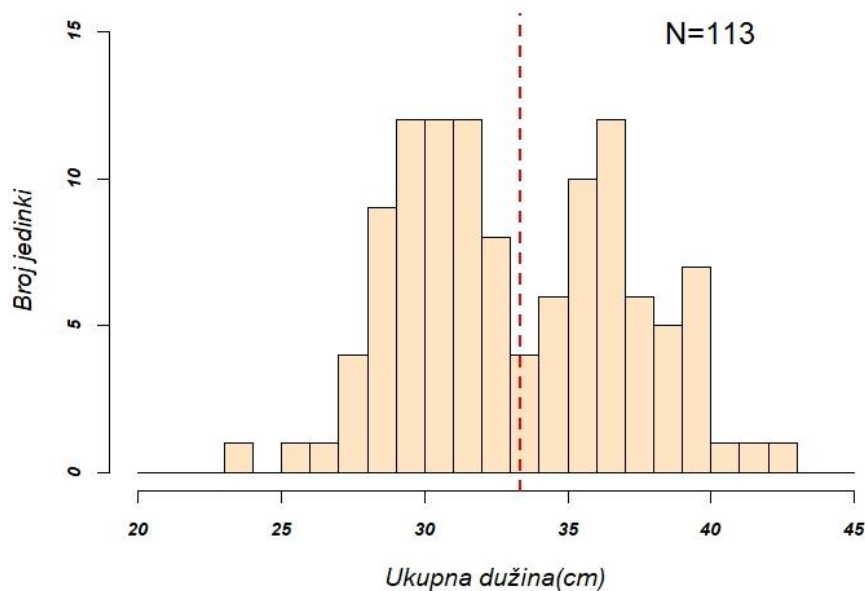
2.5.1. Morfološka i morfometrijska obilježja otolita

Prije očitavanja, odnosno brušenja otolita za potrebe određivanja starosti istraživanih vrsta, dužina (L_0) i širina ($\check{S}o$) svakog lijevog i desnog otolita mjerila se u programu Cell[^]AI-maging Software (točnošću od 0,01 mm), dok se masa otolita (W_0) mjerila analitičkom vagom (točnošću od 0,1 mg). Dužina otolita je uvijek mjerena duž najduže osi, između prednjeg i stražnjeg dijela otolita, dok je širina otolita predstavljala mjeru koja je bila okomita s dužinom otolita, a koja je pritom prolazila kroz središte otolita. Dobivene vrijednosti navedenih mjera za lijevi i desni otolit svake jedinke međusobno su uspoređene t-testom ($P \leq 0,05$). Prilikom opisivivanja morfologije otolita, koristila se terminologija koju su predložili Tuset i sur. (2008). Sve dobivene vrijednosti mjera otolita su analizirane u odnosu na odgovarajuću određenu starost jedinki.

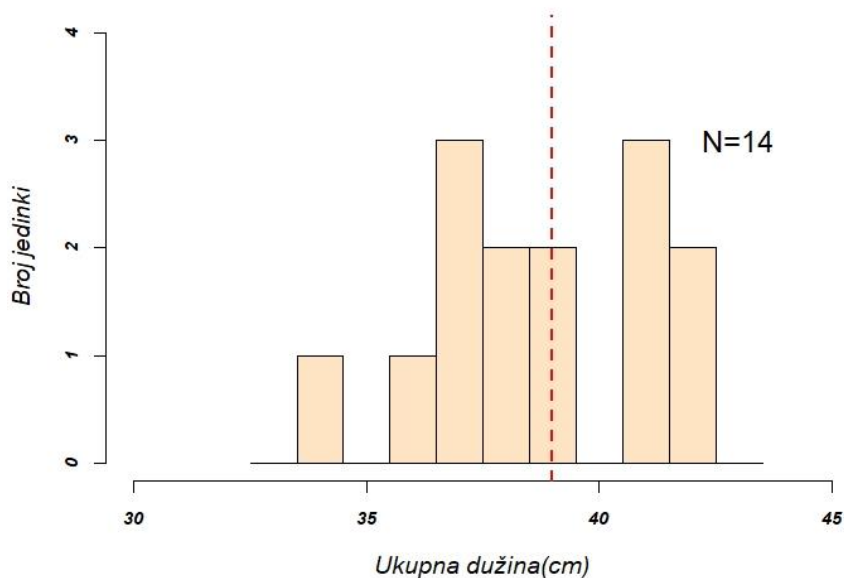
3. REZULTATI

Ukupno je analizirano 127 jedinki roda *Sphyraena*, od čega je 113 jedinki vrste škaram, *Sphyraena sphyraena* te samo 14 jedinki vrste žutousna barakuda, *Sphyraena viridensis*. Dužinski raspon škarama kretao se od 23,4 do 42,5 cm ($33,4 \pm 3,89$ cm), a maseni raspon od 47,3 do 270,0 g ($146,0 \pm 45,00$ g). S druge strane, dužinski raspon žutousne barakude je bio nešto uži, i to od 34,5 do 42,5 cm ($39,0 \pm 32,42$ cm). Raspon mase iznosio je od 148,0 do 280,0 g ($225,0 \pm 45,08$ g). Od 113 ulovljenih primjeraka škarama, 53 jedinke su bile mužjaci, 59 je bilo ženki, a za 1 jedinku spol nije određen. Od 14 jedinki žutousne barakude, 8 je bilo mužjaka, 5 ženki i 1 jedinka kojoj spol nije određen.

Na Slici 7 prikazana je dužinska raspodjela škarama, a na Slici 8 prikazana je dužinska raspodjela žutousne barakude.



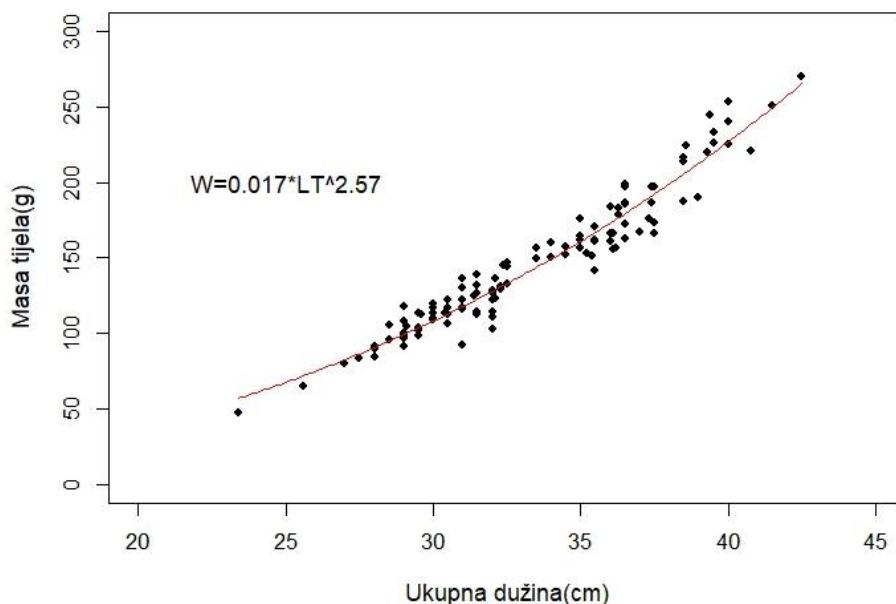
Slika 7. Dužinska raspodjela vrste *Sphyraena sphyraena* (N=113). Crvena isprekidana linija označava srednju vrijednost ukupne dužine tijela u uzorku.



Slika 8. Dužinska raspodjela vrste *Sphyraena viridensis* (N=14). Crvena isprekidana linija označava srednju vrijednost ukupne dužine tijela u uzorku.

3.1. Dužinsko–maseni odnos

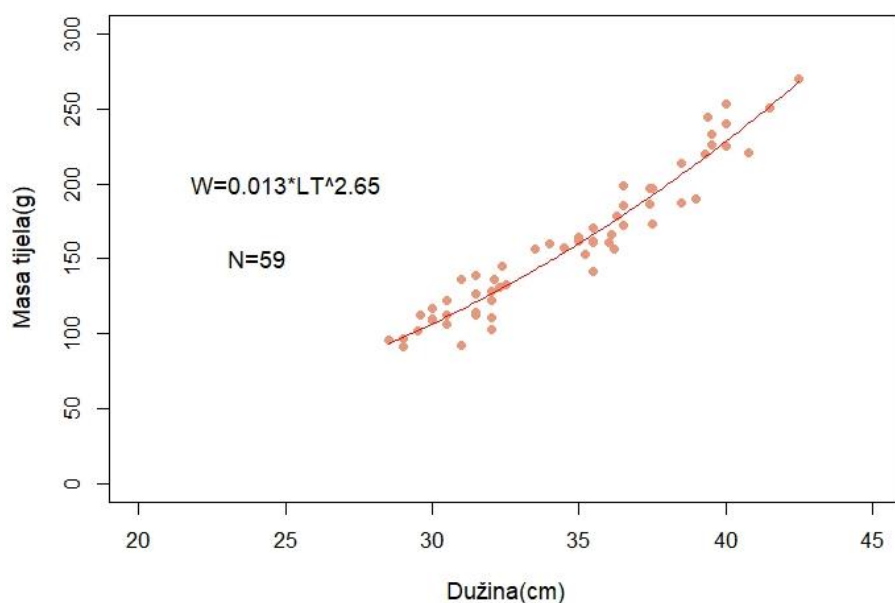
Zbog malog broja ulovljenih jedinki žutousne barakude, vrijednosti dužinsko–masenog odnosa su izračunate samo za škarama. Na temelju izmjerenih vrijednosti ukupne dužine tijela (Lt; cm) i mase tijela (W; g) za škarama (N=113), određen je dužinsko–maseni odnos za ovu vrstu koji opisuje jednadžba: $W = 0,017Lt^{2,57}$ (Slika 9). Vrijednost koeficijenta b (b = 2,57) upućuje na to da riba raste brže dužinski nego maseno.



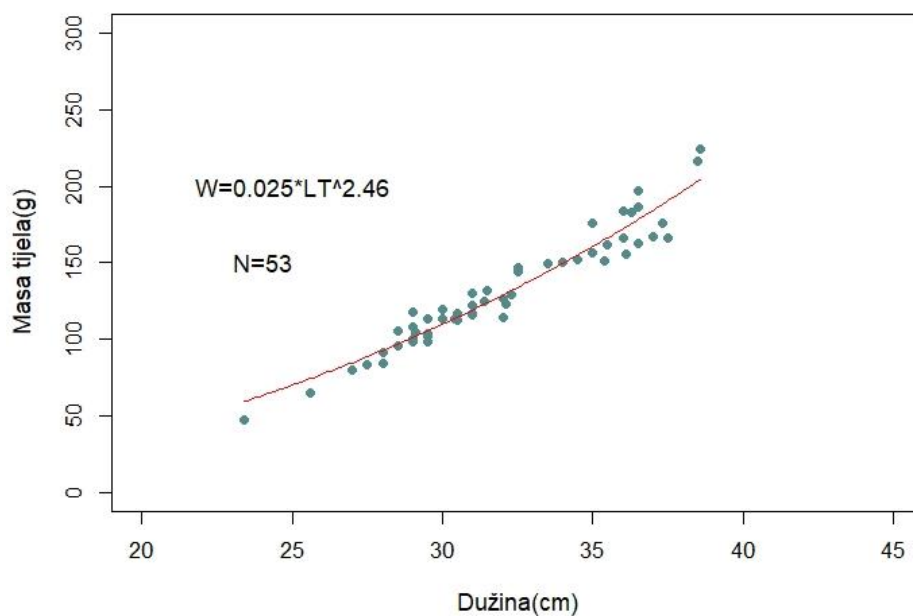
Slika 9. Dužinsko–maseni odnos vrste *Sphyaena sphyaena* (N=113).

Osim za ukupni uzorak, dužinsko–maseni odnos je analiziran i po spolovima pa tako dobivena jednadžba za ženke glasi: $W = 0,013Lt^{2,65}$ (Slika 10), a za mužjake: $W = 0,025Lt^{2,46}$ (Slika 11).

S obzirom na to da su dobivene vrijednosti koeficijenta b bile statistički značajno manje od 3 za ukupni uzorak, ženke i mužjake (t-test, $P < 0,05$ u sva tri slučaja), dužinsko–maseni rast ove vrste je negativno alometrijski.



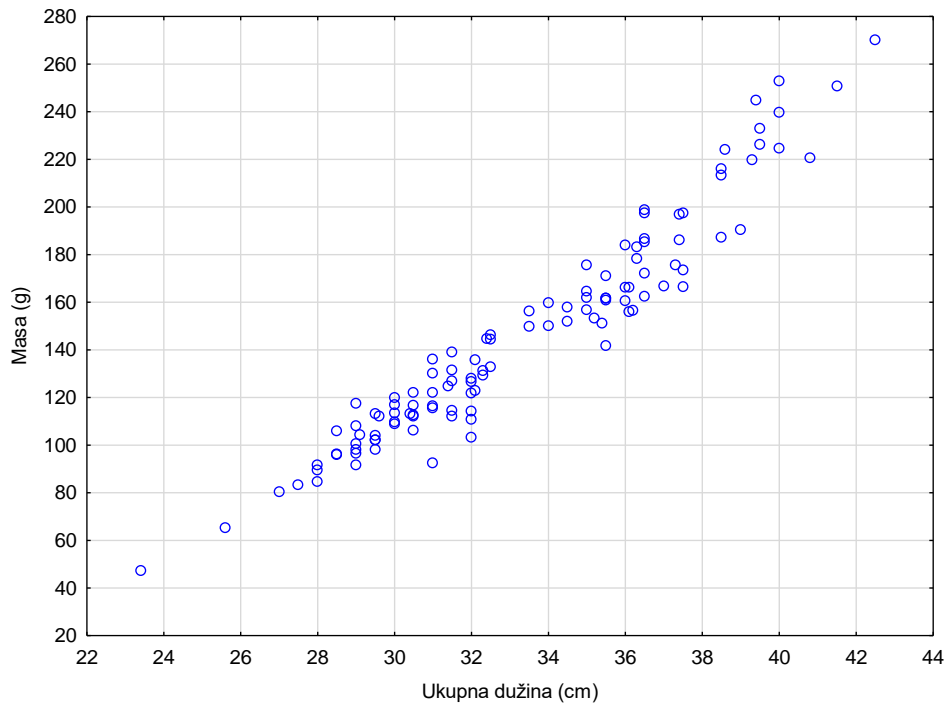
Slika 10. Dužinsko–maseni odnos ženki vrste *Sphyaena sphyaena* (N=59).



Slika 11. Dužinsko–maseni odnos mužjaka vrste *Sphyraena sphyraena* (N=53).

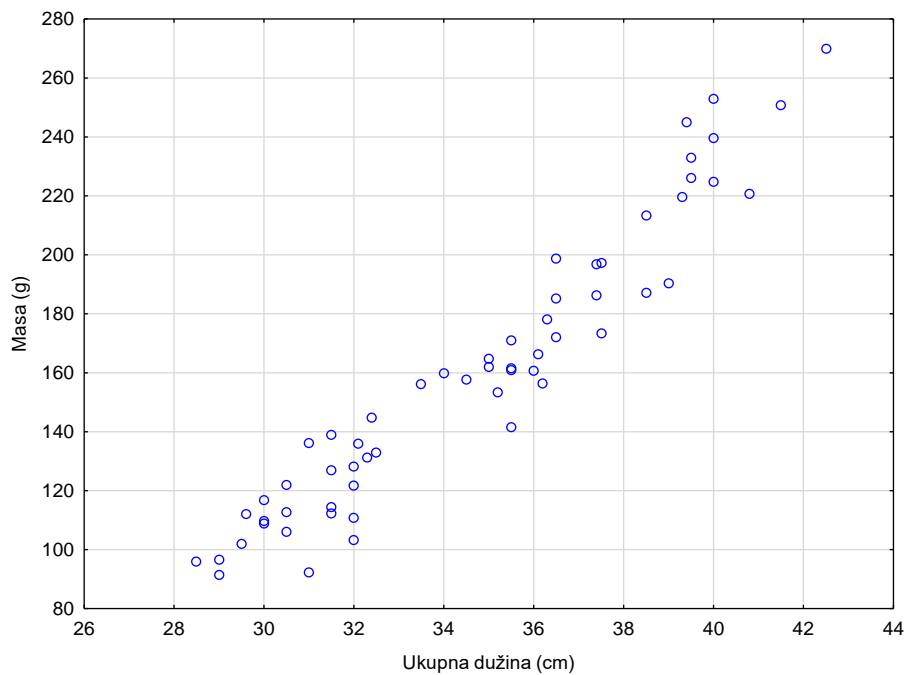
3.2. Indeks kondicije

Zbog malog broja ulovljenih jedinki žutousne barakude, indeks kondicije je određen samo za škarama. Na temelju izmjerenih vrijednosti ukupne dužine tijela (Lt; cm) i mase tijela (W; g) za škarama (N=113), izračunat je indeks kondicije $IK = 0,372$ ($R^2 = 0,957$) (Slika 12).

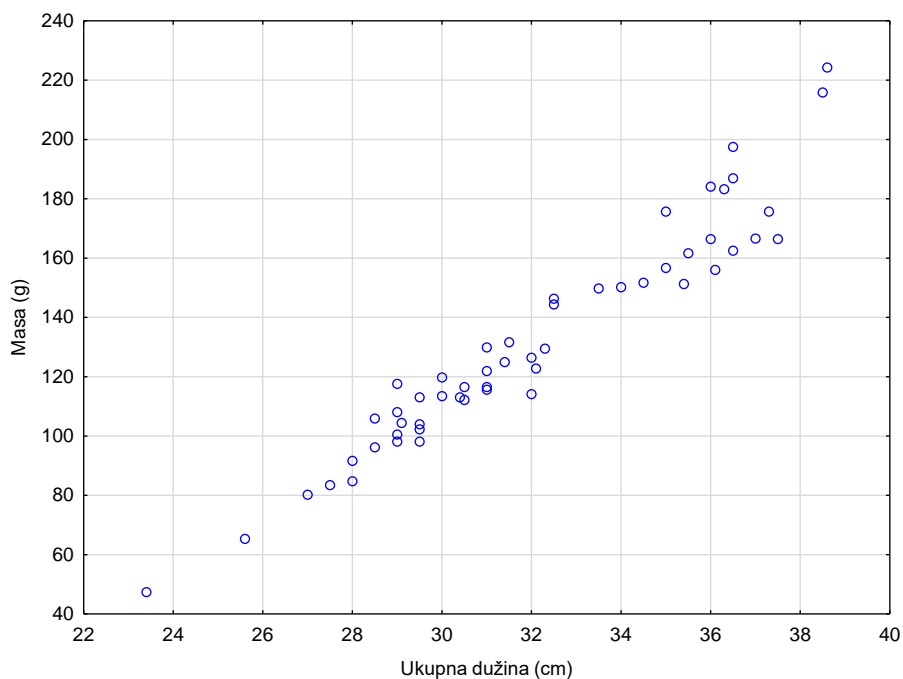


Slika 12. Indeks kondicije vrste *Sphyraena sphyraena* (N=113).

Statističkom metodom višestruke regresije dobivene su vrijednosti indeksa kondicije za ženke i mužjake: $IK = 0,368$; $R^2 = 0,958$ (ženke; Slika 13) i $IK = 0,381$; $R^2 = 0,943$ (mužjaci; Slika 14).



Slika 13. Indeks kondicije ženki vrste *Sphyraena sphyraena* (N=59).



Slika 14. Indeks kondicije mužjaka vrste *Sphyraena sphyraena* (N=53).

3.3. Morfološka i morfometrijska analiza otolita vrsta roda *Sphyraena*

Otoliti škarama su vretenastog oblika, sa stražnjom zaobljenom regijom. Prednja regija koja uključuje dio s rostrumom je široka, s vrhom koji je blago zakrivljen. Antirostrum je jasno definiran, međutim kod ove vrste je malen (Slika 15).



Slika 15. Lijevi i desni otolit vrste *Sphyraena sphyraena*.

Otoliti žutousne barakude su također vretenastog oblika. Stražnji dio otolita je dosta širok i zaobljen. Prednji dio s rostrumom je velik, širok i zaobljen. Antirostrum je jasno definirano, uzak i izrazito šiljast (Slika 16).



Slika 16. Lijevo i desno otolit vrste *Sphyræna viridensis*.

Morfometrija otolita analizirana je za obje vrste, a obzirom da nije utvrđena statistički značajna razlika u mjerama između lijevog i desnog otolita (t test, $P < 0,05$ za obje vrste u svim slučajevima), sve mjere u daljnjim analizama predstavljaju srednju vrijednost između lijevog i desnog otolita. Najveći raspon dobivenih vrijednosti za škarama je zabilježen za dužinu otolita (7,56 – 12,96 mm), a najmanji za masu otolita (0,015 – 0,163 g). Otolit s najmanjom dužinom (7,56 mm) bio je širok 2,43 mm i njegova masa iznosila je 0,015 g. Otolit s najvećom dužinom (12,96 mm) imao je širinu od 4,06 mm i masu od 0,076 g. Rasponi dužine, širine i mase otolita za žutousnu barakudu, sa srednjim vrijednostima i standardnim devijacijama prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. Raspon i srednje vrijednosti (\pm SD) dužine, širine i mase otolita vrste *Sphyaena sphyaena* (dužina i širina otolita su izraženi u milimetrima, a masa otolita u gramima).

Mjere otolita	Raspon	$\bar{x}_{sr} \pm SD$
Dužina	7,56– 12,96	10,12 \pm 1,123
Širina	2,43 – 4,09	3,29 \pm 0,336
Masa	0,015 – 0,163	0,040 \pm 0,018

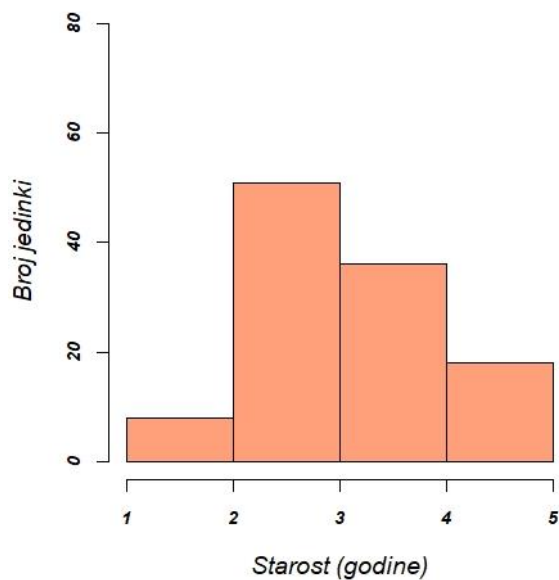
Najveći raspon dobivenih vrijednosti za škarama je zabilježen za dužinu otolita (9,64 – 10,96 mm), a najmanji za masu otolita (0,031 – 0,049 g). Otolit s najmanjom dužinom (9,64 mm) bio je širok 3,40 mm i imao je masu od 0,033 g. Otolit žutousne barakude s najvećom dužinom (10,96 mm) imao je širinu od 3,59 mm i masu od 0,043 g. Rasponi dužine, širine i mase otolita za ovu vrstu, sa srednjim vrijednostima i standardnim devijacijama prikazani su u Tablici 2.

Tablica 2. Raspon i srednje vrijednosti (\pm SD) dužine, širine i mase otolitavrste *Sphyaena viridensis* (dužina i širina otolita su izraženi i u milimetrima, a masa otolita u gramima).

Mjere otolita	Raspon	$\bar{x}_{sr} \pm SD$
Dužina	9,64 – 10,96	10,21 \pm 0,396
Širina	3,24 – 3,79	3,55 \pm 0,135
Masa	0,031 – 0,049	0,039 \pm 0,004

3.4. Starost i rast vrsta roda *Sphyaena*

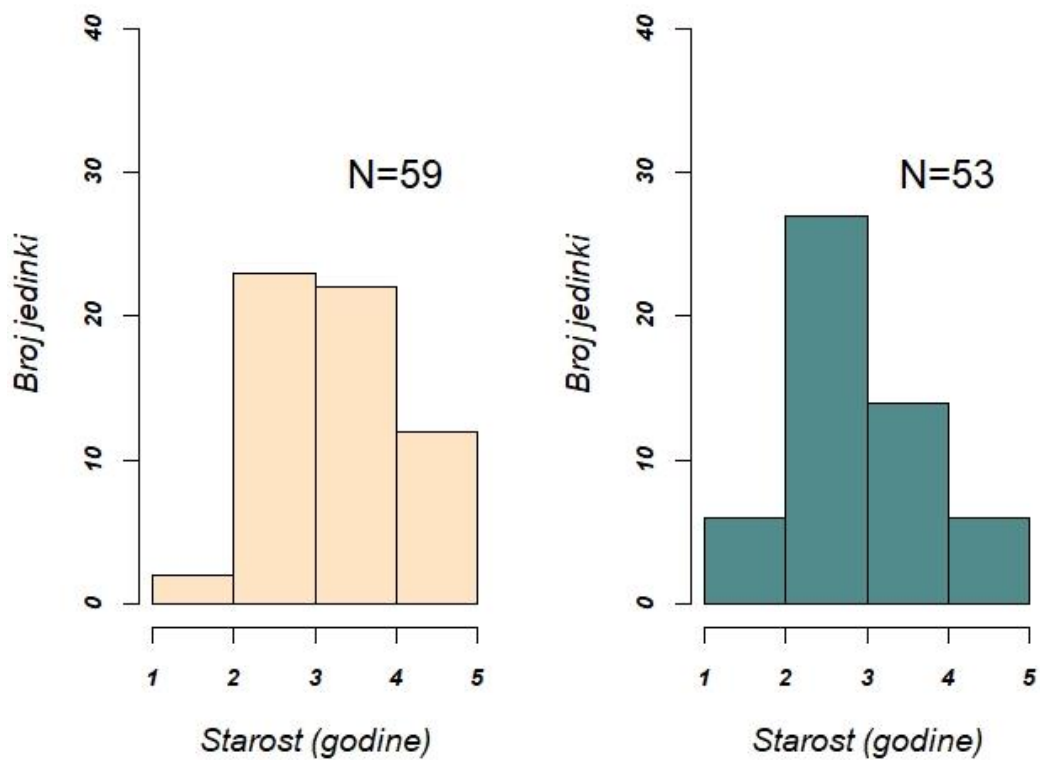
Zbog malog broja ulovljenih jedinki žutousne barakude, starost je određena za obje vrste, međutim rast je opisan samo za škarama i to neovisno o spolu jedinki. Najstarija ženka i mužjak škarama su imali 5 godina (Slike 17 i 18). U ukupnom uzorku najzastupljenije su bile ženke starosti 3 godine (N = 23) i mužjaci starosti također 3 godine (N = 27) (Slika 19).



Slika 17. Zastupljenost starosnih razreda uzorkovane populacije škarama (*Sphyraena sphyraena*), u istočnom Jadranu.

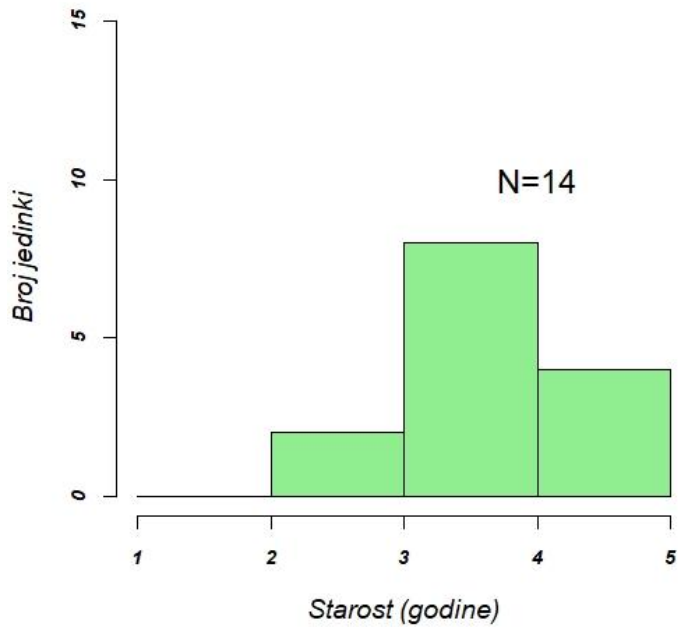


Slika 18. Otolit ženke škarama (*Sphyraena sphyraena*), starosti 5 godina.

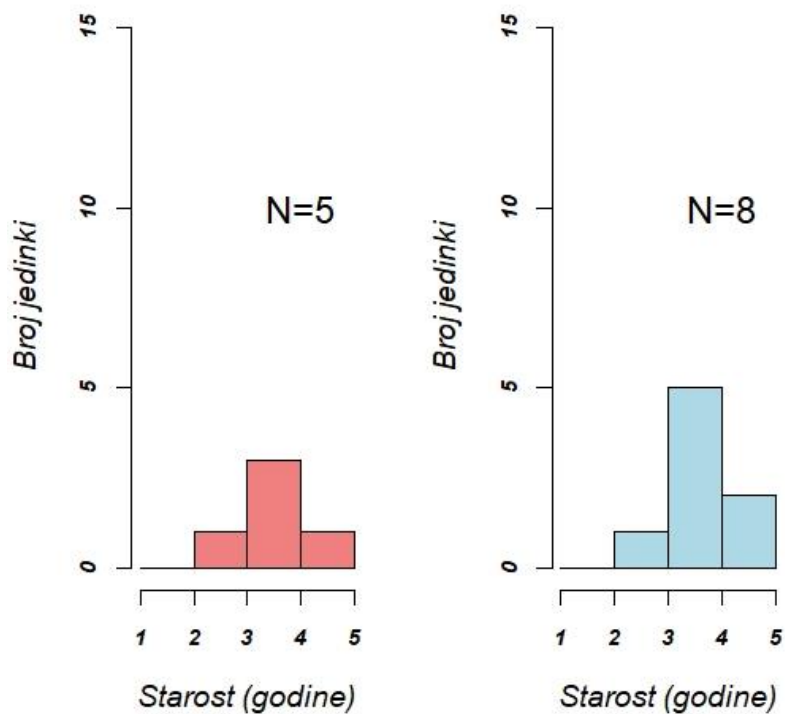


Slika 19. Zastupljenost starosnih razreda (1-5) ženki (žuti stupci) i mužjaka (zeleni stupci) škarama (*Sphyrna sphyraena*).

Najstarija ženka i mužjak žutousne barakude imali su 5 godina (Slika 20). U ukupnom uzorku najzastupljeniji su bili mužjaci starosti 4 godine (N = 5) i ženke starosti također 4 godine (N = 3) (Slika 21).

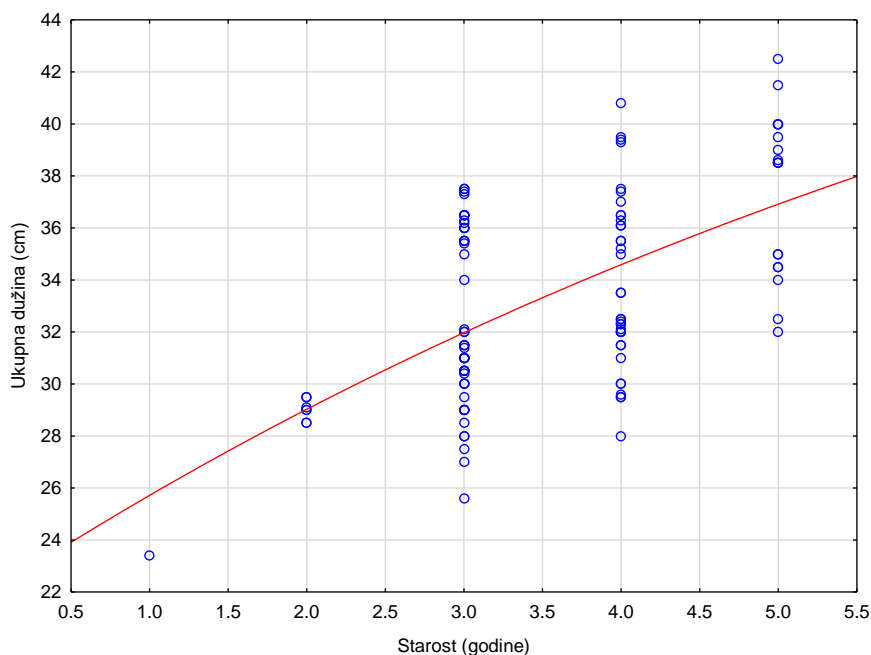


Slika 20. Zastupljenost starosnih razreda uzorkovane populacije žutousne barakude (*Sphyrana viridensis*), u istočnom Jadranu.



Slika 21. Zastupljenost starosnih razreda (1-5) ženki (crveni stupci) i mužjaka (plavi stupci) žutousne barakude (*Sphyrana viridensis*).

Rast škarama opisan je von Bertalanffyevom jednadžbom rasta (Slika 22), a vrijednosti svih parametara su prikazani u Tablici 3.



Slika 22. Krivulja rasta za uzorkovanu populaciju škarama (*Sphyræna sphyraena*), u istočnom Jadranu.

Tablica 3. Vrijednosti parametara dobivenih korištenjem von Bertalanffyevog modela rasta za uzorkovanu populaciju škarama (*Sphyræna sphyraena*), u istočnom Jadranu.

Parametri	Ukupni uzorak
L_{∞} (cm)	55,58
K (godine ⁻¹)	0,12
t_0 (godine)	-4,29
R^2	0,58

3.5. Veza između morfometrije otolita i starosti

Zbog malog broja ulovljenih jedinki žutousne barakude, veza između morfometrije otolita i starosti ribe je testirana samo za škarama. Između mjera otolita (dužine, širine i mase otolita) i određene starosti škarama, utvrđena je međusobna linearna veza (Tablica 4). Kao što je vidljivo prema koeficijentima determinacije, sva tri odnosa su relativno slabo korelirana, a najbolja veza je utvrđena između širine otolita i starosti ribe.

Tablica 4. Vrijednost parametara a i b te koeficijenta determinacije R^2 linearnog odnosa između mjera otolita i starosti škarama ($\text{starost} = a \cdot (\text{mjera otolita}) + b$).

Mjere otolita	a	b	R^2
Dužina	0,04	3,15	0,01
Širina	1,29	-0,69	0,26
Masa	29,14	2,43	0,23

4. RASPRAVA

Prvi put u Jadranu žutousna barakuda (*Sphyraena viridnesis*) zabilježena je u blizini Dubrovnika, ali zbog velike sličnosti sa škaramom (*Sphyraena sphyraena*) postojala je mogućnost pogreške prilikom determinacije (Kožul i sur., 2005). Tad su ulovljene samo tri jedinke te je prva imala masu od 91,4 g i ukupnu dužinu od 29,5 cm, druga masu od 67,2 g i ukupnu dužinu od 26,4 cm i treća masu od 81,4 g i ukupnu dužinu od 27,5 cm. Uspoređujući podatke, u ovom istraživanju jedinke žutousne barakude bile su duže i imale su veće mase tijela. S druge strane, Dulčić i Soldo (2004) opisuju tri ulovljene jedinke ove vrste raspona od 43,2 do 51,5 cm ukupne dužine i mase od 209 do 419 g. Navedene vrijednosti za žutousnu barakudu više su od rezultata koji su zabilježeni u ovom istraživanju. Dulčić i sur. (2009) zabilježili su sljedeće parametre za škarama: najveća ukupna dužina 53,2 cm i pripadajuća masa 662 g, što je također izvan raspona koji je utvrđen u ovom radu. Bourehail i sur. (2015) zabilježili su prosječne dužine tijela za 91 jedinku škarama (17,6 – 42,5 cm (29,7±3,28 cm)) i 103 jedinke žutousne barakude (25,4 – 88,8 cm (42,2 ±1,29 cm)). Bourehail i Kara (2020) istraživali su jednogodišnje jedinke žutousne barakude ukupne dužine od 15,9 do 38,9 cm. U istraživanju koje su proveli Bourehail i Kara (2021) analizirano je 698 jedinki žutousne barakude u rasponu od 18,4 do čak 121,0 cm ukupne dužine i od 25 do 7125 g mase tijela. Različiti rasponi ukupnih dužina i mase tijela iz prethodno navedenih primjera mogu biti posljedica različitog ribolovnog napora na različitim područjima istraživanja, ali i različite dubine ili vremena uzorkovanja te različite selektivnosti korištenih ribolovnih alata. Uzorci u ovom radu su prikupljeni s ribarnice, a ne direktno na ribarskom brodu nakon ulova, pa je i ta činjenica zasigurno utjecala na veličinu uzorka, ali i na raspon tjelesnih mjera istraživanih jedinki.

U ovom radu, dužinsko–maseni odnos škarama pokazao je negativan alometrijski rast ženki, mužjaka i ukupnog uzorka. I u istočnom Sredozemlju utvrđen je negativan alometrijski rast škarama ($W=0,0050L^{2,92}$), odnosno da jedinke rastu brže u dužinu nego u masu (Allam i sur., 2004). Dužinsko-maseni odnos dobiven za žutousnu barakudu pokazuje da je rast i kod ove vrste negativno alometrijski ($W=0,0045L^{2,93}$) u istočnom Sredozemlju (Allam i sur., 2004).

Na temelju vrijednosti ukupne dužine i mase tijela izračunat je i indeks kondicije $IK = 0,372$ za cjelokupni uzorak škarama u Jadranskom moru. Za škarama je ustanovljeno da se indeks kondicije povećava kako riba dostiže vrijednosti dužina od 28 i 29 cm (pripadajući indeksi kondicije od 0,379 i 0,371), nakon čega se smanjuje pri dužini od 35 cm ($IK = 0,331$)

(Allam i sur., 2004). Navedeni podaci sukladni su s podacima za istočni Jadran dobivenim u ovom istraživanju.

Istraživanja starosti i rasta više vrsta iz roda *Sphyræna*, među kojima su bile i vrste škaram (N=627) i žutousna barakuda (N=71), zabilježena je maksimalna starost od 8 godina (Allam i sur., 2004). Čak 235 jedinki škarama pripadale su starosnom razredu od 3 godine, dok je samo 5 jedinki pripadalo najstarijem razredu od 8 godina. Za drugu su vrstu bile najzastupljenije jedinke razreda od 2 godine (N=20), a preostale 3 ulovljene jedinke pripadale su starosnom razredu od 8 godina. Uspoređujući s podacima iz ovog rada, najveće uočene razlike su u maksimalnim određenim starostima za obje vrste. U području istočnog Sredozemlja, istraživali su starost, rast i smrtnost žutousne barakude Bourehail i Kara (2021). Čak 60% ukupnog ulova (N=698) činile su jedinke stare godinu dana s dužinama tijela u rasponu od 18 do 45 cm. Navedeni podaci razlikuju se od podataka za Jadran gdje je najduža jedinka od 42,5 cm bila stara pet godina. Maksimalna starost žutousne barakude iznosila je 14 godina za mužjake i 13 godina za ženke (Bourehail i Kara, 2021). Mogući razlog razlika u starosnim kategorijama je različiti ribolovni pritisak na različitim područjima, pa je duži životni vijek vjerojatno posljedica manjeg ribolovnog pritiska na određenom području. Parametre dobivene za rast škarama ($L_t = 55,27 [1 - e^{-0,123(t + 3,248)}]$) i žutousnu barakudu ($L_t = 100,64 [1 - e^{-0,089(t + 0,825)}]$) naveli su u istraživanju Allam i sur. (2004). Prema Bourehail i Kara (2021) von Bertalanffyjeva jednadžba za žutousnu barakudu je: $L_t = 980,2 [1 - e^{-0,227(t + 1,655)}]$. Zbog malog broja ulovljenih jedinki žutousne barakude u ovom istraživanju nismo određivali rast ove vrste, pa je moguće usporediti podatke samo za škarama za kojeg možemo potvrditi podudarnost s rezultatima dobivenim u istočnom Jadranu. Rezultate starosti i rasta i njihove usporedbe s literaturnim podacima treba oprezno sagledati zbog malog broja jedinki koje su sakupljene isključivo na ribarnici

Kod obje vrste uočeno je da su svi otoliti vretenastog oblika s nepravilnim rubovima, a rostrum i antirostrum su jasno definirani. Dobiveni podaci uglavnom se podudaraju sa istraživanjem kojeg su proveli Tuset i sur. (2008). Također, mali je broj radova koji sadržava morfološke podatke i opise morfologije otolita istraživanih vrsta. Bourehail i sur. (2015) analizirali su oblike otolita te razlike između škarama i žutousne barakude. Za fotografiranje otolita koristili su stereomikroskop (Leica Wild M8) i digitalnu kameru (XC-77CE). Autori su detaljno opisivali mikrostrukture otolita (*sulcus acusticus*, *ostium*, *cauda*, *crista superior*) koje se u ovom radu nisu istraživale. Međutim, opisi oblika otolita, njegovih rubova te prednjeg i stražnjeg dijela odgovaraju opisima iz ovog rada. Raspon dužine otolita za žutousnu barakudu: dužina otolita je bila u rasponu od 4,0 do 24,3 mm, dok su u ovom radu zabilježeni rasponi od 7,56 do

12,96 mm (Bourehail i Kara, 2021). Naravno, na raspon mjera otolita utječe raspon ukupne dužine tijela uzorkovanih jedinki.

U ovom istraživanju, testirana je veza između mjera otolita i starosti škarama. Iako postoje pogreške u modelima određivanja starosti iz mjera otolita, pomoću istih se može bolje procijeniti starost riba, nego određivanjem godišnjih prstenova na otolitima (Worthington i sur., 1995). Očitavanje otolita se smatra dugotrajnom i subjektivnom metodom, za razliku od matematičkih modela koji proces određivanja starosti neke vrste čine bržim, lakšim, jeftinijim i objektivnijim. Širina otolita je pokazala najbolju korelaciju sa starosti škarama međutim koeficijenti determinacije su bili dosta niski u svim slučajevima, odnosno testiranim odnosima. Pretpostavka je da se veće preklapanje dužina tijela u starosnim razredima 3, 4 i 5 za škarama, odrazilo i na ove odnose, odnosno niske vrijednosti R^2 . Stoga rezultate treba uzeti kao preliminarne te u budućim istraživanjima starosti i rasta ove vrste uključiti veći broj jedinki prikupljenih minimalno tijekom jednog godišnjeg razdoblja. Navedeno bi omogućilo i analiziranje marginalnog prirasta (dokaz o stvaranju jednog prstena godišnje na otolitima), zatim određivanje udaljenosti od središta otolita do svakog stvorenog godišnjeg prstena ili npr. analiziranje stopa rasta odvojeno za mužjake i ženke.

5. ZAKLJUČCI

- U ovom radu analizirano je 113 jedinki vrste *Sphyraena sphyraena* i 14 jedinki vrste *Sphyraena viridensis* uz pomoć standardnih bioloških metoda. Dužinski raspon za vrstu *S. sphyraena* iznosio je od 23,4 do 42,5 cm ($33,4 \pm 3,89$ cm), dok je maseni raspon iznosio od 47,3 do 270,0 g ($146,0 \pm 45,00$ g). Dužinski raspon za vrstu *S. viridensis* iznosio je od 34,5 do 42,5 cm ($39,0 \pm 32,42$ cm), dok je maseni raspon iznosio od 148,0 do 280 g ($225,0 \pm 45,08$ g). Od 113 primjeraka škarama, 53 jedinke su bili mužjaci, 59 ženke, a za 1 jedinku spol nije određen, dok je od 14 primjeraka žutousne barakudes, 8 bilo mužjaka, 5 ženki, a za 1 jedinku spol nije određen.
- Zbog malog broja ulovljenih jedinki vrste *S. viridensis*, vrijednosti dužinsko–masenog odnosa su izračunate samo za vrstu *S. sphyraena*. Dužinsko–maseni odnos analiziranih jedinki se može izraziti jednadžbom $W=0,017Lt^{2,57}$. Dužinsko–maseni odnos analiziranih jedinki vrste *S. sphyraena* se opisan je i po spolu pa tako dobivena jednadžba za ženke glasi: $W= 0,013Lt^{2,65}$ i za mužjake: $W = 0,025Lt^{2,46}$. S obzirom da su dobivene vrijednosti koeficijenta b bile statistički značajno manje od 3 za ukupni uzorak, ženke i mužjake (t test, $P < 0,05$ u sva tri slučaja), dužinsko–maseni rast ove vrste je negativno alometrijski.
- Zbog malog broja ulovljenih jedinki vrste *S. viridensis*, vrijednosti indeksa kondicije su izračunate samo za vrstu *S. sphyraena*. Vrijednosti određenog indeksa kondicije škarama su bile relativno niske za ženke (0,368), mužjake (0,381) i ukupni uzorak (0,372).
- Otoliti vrste *S. sphyraena* i *S. viridensis* su vretenastog oblika, sa stražnjom zaobljenom i širokom regijom. Prednja regija koja uključuje dio s rostrumom je široka, s vrhom koji je zakrivljen i zaobljen. Antirostrum je jasno definiran kod jedne i druge vrste, ali se međusobno razlikuju po veličini.
- Otolit s najmanjom dužinom za vrstu *S. sphyraena* (7,56 mm) bio je širok 2,43 mm i imao je masu od 0,015 g. Otolit s najvećom dužinom za ovu vrstu (12,96 mm) imao je širinu od 4,06 mm i masu od 0,076 g. Otolit s najmanjom dužinom za vrstu *S. viridensis* (9,64 mm) bio je širok 3,40 mm i imao je masu od 0,033 g. Otolit ove vrste s najvećom dužinom (10,96 mm) imao je širinu od 3,59 mm i masu od 0,043 g.
- Najviše jedinki vrste *S. sphyraena* pripada starosnoj grupi od tri godine, a najmanji broj starosnoj grupi od jedne godine, dok kod vrste *S. viridensis* najviše jedinki pripada starosnoj grupi od četiri godine, a najmanji broj starosnoj grupi od tri godine. Zbog malog

broja ulovljenih jedinki vrste *S. viridensis*, rast je određen samo za vrstu *S. sphyraena*, pa su tako parametri dobiveni von Bertalanffyjevom jednadžbom za ovu vrstu: $L_{\infty}=55,58$; $K=0,12$; $t_0=-4,29$.

- Odnos starosti ribe s morfometrijskim mjerama otolita pokazao se najbolji u slučaju širine otolita, što nam pokazuje vrijednost koeficijenta determinacije, pa se tako starost može procijeniti iz jednadžbe: $\text{starost ribe} = 1,29 \times (\text{širina otolita}) - 0,69$.

6. LITERATURA

- Al Kamel NAM, Becheker A, Kara H M. 2020. Length-weight relationship of three commercially important fish species from Mocka water, southern Red Sea, Yemen. *Journal of Applied Ichthyology*, 36(3): 369-371.
- Allam SM, Faltas SN, Ragheb E. 2004. Age and growth of barracudas in the Egyptian Mediterranean waters. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 30(2): 281-289.
- Beverton RJH, Holt SJ. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fisheries Investigations*, Ministry of Agriculture, Fisheries Food, Great Britain, 19: 1-533.
- Bourehail N, Morat F, Lecomte-Finiger R, Kara MH. 2015. Using otolith shape analysis to distinguish barracudas *Sphyraena sphyraena* and *Sphyraena viridensis* from the Algerian coast. *Cybium*, 39(4): 271-278.
- Bourehail N, Kara MH. 2020. Young-of-the-year yellow mouth barracuda *Sphyraena viridensis* (Cuvier, 1829) growth in eastern Algeria based on otolith microstructure analysis. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 37(1): 107-112.
- Bourehail N, Kara MH. 2021. Age, growth and mortality of the yellowmouth barracuda *Sphyraena viridensis* (Sphyraenidae) from eastern coasts of Algeria. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 101(3): 599-608.
- Dulčić J, Soldo A. 2004. On the occurrence of the yellowmouth barracuda, *Sphyraena viridensis* Cuvier, 1829 (Pisces: Sphyraenidae), in the Adriatic Sea. *Annales, Series Historia Naturalis*, 14: 223-228.
- Dulčić J, Kovačić M, Dragičević B. 2009. Range extension and additional records of the yellowmouth barracuda, *Sphyraena viridensis* (Actinopterygii: Perciformes: Sphyraenidae) in the eastern Adriatic sea. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 39(1): 59-61.
- Dulčić J, Kovačić M. 2020. Ihtiofauna Jadranskog mora. Golden marketing-Tehnička knjiga, Zagreb, 680 str.
- Fisher W, Bauchot ML, Schneider M. 1987. Sphyraenidae. U: Fiches FAO d'Identification des especes pour les besoins de la peche (revision 1). *Mediterranee et Mer Noire. Zone de peche 37, vol 2 (Vertebrates)*, str. 1377-1380.
- Fontes J, Afonso P. 2017. Long-term residency and movements of yellowmouth barracuda (*Sphyraena viridensis*) at a shallow seamount. *Marine Biology*, 164:1-10.
- Iveša N, Piria M, Gelli M, Trnski, T, Špelić I, Radočaj T, Gavrilović A. 2021. Feeding Habits of Predatory Thermophilic Fish Species and Species with Subtropical Affinity from

- Recently Extended Distributional Range in Northeast Adriatic Sea, Croatia. *Diversity*, 13(8): 357.
- Kožul V, Tutman P, Glavić N, Skaramuca B, Bolotin J. 2005. First record of the yellowmouth barracuda, *Sphyraena viridensis* (Sphyraenidae) from Adriatic Sea. *Cybium*, 29(2): 201-202.
- Meshram MM, Rajesh M, Rajesh KM, Suyani NK. 2021. Morphological measurements, length weight relationship and relative condition factor (Kn) of Obtuse barracuda *Sphyraena obtusata* (Cuvier, 1829) from South-eastern Arabian Sea. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 50(6): 480-488.
- Nelson J S. 1984. *Fishes of the World*. John Wiley & Sons, New York, 752 str.
- Prasad SR, Santhosh B, Abraham KM, Jasmine S, Surya S, Saleela KN, Benziger VP. 2021. Length-weight, length-length relationships and condition factor of obtuse barracuda *Sphyraena obtusata* Cuvier, 1829 (Pisces: Perciformes) from Vizhinjam coast, Kerala, India. *Indian Journal of Fisheries*, 68(1): 102-108.
- Rastgoo AR, Navarro J. 2017. Trophic levels of teleost and elasmobranch species in the Persian Gulf and Oman Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 33(3): 403-408.
- Ricker WE. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191: 1-382.
- Tuset VM, Lombarte A, Assis CA. 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72: 7-198.
- Yedier S. 2021. Otolith shape analysis and relationships between total length and otolith dimensions of European barracuda, *Sphyraena sphyraena* in the Mediterranean Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 20(4): 1080-1096.
- Worthington DG, Doherty PJ, Fowler AJ. 1995. Variation in the relationship between otolith weight and age: implications for the estimation of age of two tropical damselfish (*Pomacentrus moluccensis* and *P. wardi*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52: 233-242.