

EKSPLOATACIJA I SMRTNOST SRDELE GOLEME *SARDINELLA AURITA*, VALENCIENNES, 1847. U ISTOČNOM DIJELU SREDNJEG JADRANA

B. Mustać*¹, G. Sinovčić²

Sažetak

U ovom su radu prikazani rezultati istraživanja strukture populacije, mortaliteta i iskorištavanja srdele goleme *Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847. iz uzoraka lovina ostvarenih u obalnom (Virsko more) i otvorenom moru (Dugi otok) zadarskog područja, u razdoblju od studenog 2007. do siječnja 2009. Ukupno su analizirane 2033 jedinke, od čega 983 mužjaka, 1021 ženka i 29 jedinki kojima nije bilo moguće odrediti spol. Odnos spolova iznosio je $m/\bar{z}=0,96$ u korist ženki. Totalne dužine (TL) svih analiziranih jedinki kretale su se od 10,0 do 32,5 cm, a srednja vrijednost je iznosila $22,0 \pm 3,65$ cm. Dob je varirala od prve godine (0+) do navršenih pet godina života (5+). Vrijednosti koeficijenta prirodne (M), ribolovne (F) i ukupne smrtnosti (Z) te indeksa preživljavanja (S) populacije iznosile su: $M=0,46$; $F=0,23$; $Z=0,69$ i $S=0,60$. Iako se na hrvatskom dijelu Jadranskog mora još uvijek statistički ne evidentira ulov srdele goleme, u svjetskim morima i oceanima su tijekom posljednjeg desetljeća ukupni godišnji ulovi ove vrste bili na razini od oko 500 000 t.

Ključne riječi: srdela golema, smrtnost, eksploatacija, Jadransko more

UVOD

Srdela golema *Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847. pripada obitelji srdjelki (Clupeidae) te zajedno sa srdelom, brgljunom, papalinom, skušom, lokardom i njihovim srodnicima spada u malu plavu ili pelagičnu ribu. Ove vrste su biomasom i brojnošću najzastupljenije u Jadranskom moru (Sinovčić, 2003).

Srdela golema tipičan je predstavnik pelagične ribe. Izrazito je migratorna vrsta, a u plovama često noću dolazi do površine. Vertikalni raspon kretanja joj je od površine do 350 m dubine (Whitehead, 1990). Hrani se uglavnom zooplanktonom, posebice kopepodnim račićima, dok se mlađi razvojni stadiji hrane i fitoplanktonom (Morote i sur., 2008).

1 Bosiljka Mustać* (corresponding author, e-mail: bmustac@unizd.hr), Sveučilište u Zadru, M. Pavlinovića b.b., 23000 Zadar, HR

2 Gorenka Sinovčić, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Šetalište I. Meštrovića, 63, 21000 Split, HR

U Sredozemnom moru najviše je prisutna u njegovu toplijem istočnom i jugozapadnom dijelu (Ben-Tuvia, 1960). Međutim, prilagodila se i znatno povećala abundanciju u morima nižih temperatura, primjerice u zapadnom Sredozemlju (Sabatés i sur., 2006), u sjeveroistočnom Sredozemlju (Tsikliras i Antonopoulou, 2006; Tsikliras, 2008), Lionskom zaljevu (Francour i sur., 1994) te u Jadranskom moru (Kačić, 1984, 1993; Sinovčić i sur., 2004; Lipej i sur., 2009; Mustać i Sinovčić, 2011, 2012a,b).

U Jadranskom moru ova vrsta nije autohtona, ali je šireći svoj areal rasprostranjenosti nastanila i ovo područje u kojem se mrijesti, a često se nalazi i njezina mlađ (Gamulin i Hure, 1983; Sinovčić i sur., 2004; Mustać i Sinovčić, 2012a). Značajno je da njezine biološko-ribarstvene značajke, jednako kao i prilagodbe specifičnim uvjetima Jadranskog mora, nisu dovoljno poznate. Svake godine sve je brojnija u lovinama plivarica gdje se lovi najčešće sa srdelom, inćunom, skušom, lokardom i šnjurima (Mustać, 2010). Iako ima značajnu nutritivnu vrijednost, ova vrsta nije omiljena hranidbena namirnica u nas. Međutim, u posljednje vrijeme, kada je sve prisutnija u lovinama plave ribe, počela se koristiti u prehrambenoj industriji za proizvodnju ribljih pašteta, kao gotov proizvod miješane plave ribe, te za proizvodnju ribljeg brašna; na tunogojilištima se koristi kao hrana tunama (Mustać, *ibid*).

Cilj ovog istraživanja bio je ustvrditi strukturu populacije ove vrste, parametre dinamike populacije i njezino iskorištavanje. S obzirom na sve veći udio srdele goleme u lovinama ribolovnog mora Republike Hrvatske te na njezino iskorištavanje kao sirovine u proizvodnji riboprerađivačke industrije i kao hrane tunama u tunogojilištima, dobivena znanstvena saznanja bi mogla predstavljati osnovu za osmišljeno, optimalno i održivo gospodarenje ovom, za hrvatsko gospodarstvo sve značajnijom ribljom vrstom, poštujuću princip opreznog pristupa (*precautionary approach*).

MATERIJAL I METODE

Reprezentativni uzorci srdele goleme iz lovina plivarice uzimani su uglavnom jednom, a ponekad i nekoliko puta mjesečno. Analiziralo se približno 100 jedinki po uzorku. Pratio se sastav populacije ove vrste u zadarskom području: Virsko more (obalno more) te jugozapadni dio Dugog otoka (otvoreno more). Uzimani su i podaci o temperaturi mora navedenih područja. Analizirano je ukupno 2033 jedinki od početka studenog 2007. do druge polovine siječnja 2009.

Morfometrijske veličine su izmjerene ihtiometrom i pomičnom mjerkom (šubler) s točnošću od 1,0 mm. Podaci o dužini ribe izraženi su u centimetrima, te razvrstani u polucentimetarske razrede, pri čemu su svedeni na donju granicu dužinskih razreda.

Starosna struktura populacije odredila se očitavanjem hijalinih i opakih prstenova na otolitu *sagitta* na kojemu se odrazila periodičnost rasta srdele goleme. Nakon svakog uzorkovanja nasumično je odvojeno 20-ak jedinki za određivanje starosti. Sekcijom glave, poprečnim presjekom na središnjem mjestu između stražnjeg dijela očne šupljine i stražnjeg dijela škržnog poklopca izvađena su oba otolita s ležištem na donjoj strani lubanje. Otoliti su očišćeni u 96% otopini etanola. Nakon toga uslijedilo je očitavanje dobi binokularnom lupom. Očitavanje se obavilo sa svjetlom koje je dolazilo s donje

strane lupe osvjetljavajući otolith uronjen u vodi na predmetnom stakalcu. Korištena je zamračena prostorija sa svjetlom koje je dolazilo sa strane u uskom snopu. Promatrane su obje strane (konkavna i konveksna) otolitha da bi se točnije odredila dob. Brojani su opaki (neprozirni) prstenovi koji su bili širi - potjecali su iz ljetnog razdoblja te hijalini (prozirni), užji prstenovi koji su potjecali iz zimskog razdoblja. Jedan opaki i jedan hijalini prsten zajedno su se računali kao jedna godina života ove vrste.

Jednadžbom von Bertalanffyja (1934): $l_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$; $w_t = W_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})^b$, koja je modificirana prema Bevertonu i Holtu (1957), prema očitanim vrijednostima dobi srdele goleme izračunat je njezin dužinski rast. U jednadžbama, L_∞ predstavlja asimptotsku vrijednost dužine, W_∞ asimptotsku vrijednost mase, K koeficijent rasta vrste, dok t_0 predstavlja teoretsku starost ribe pri dužini od l_0 , odnosno dužini pri kojoj se počinju formirati otolithi koji se koriste za očitavanje starosti, i b alometrijski koeficijent. Vrijednosti L_∞ , K , i t_0 su dobivene Ford - Walford grafičkom metodom (Ford, 1933; Walford, 1946).

$$\text{Vrijednost } t_0 \text{ je dobivena pomoću izraza: } t_0 = \frac{(a - l_t \ln L_\infty)}{(-b)}$$

Za procjenu koeficijenta prirodne smrtnosti (M) upotrijebljene su jednadžbe:

$$\ln M = -0,0152 - 0,279 \ln L_\infty + 0,6543 \ln K + 0,463 \ln T \text{ (Pauly, 1980)}$$

u kojima su korištene prosječne vrijednosti godišnje temperature mora u stupcu 0-30 m, a koja je iznosila 18,3 °C, varirajući od 12,4 °C do 26,5 °C.

$$M = \frac{1,521}{X^{0,72}} - 0,155 \text{ (Rikhter i Efanov, 1976)}$$

gdje X označava starost pri kojoj je najveći dio populacije spolno zreo i

$$M = \frac{0,996}{A_{0,95}} \text{ (Taylor, 1959)}$$

gdje je $A_{0,95}$ starost pri dužini 95% asimptotske vrijednosti. Izračunala se prosječna vrijednost M koja je dobivena iz svih navedenih jednadžbi.

Koeficijent ukupne smrtnosti (Z) izračunat je prema jednadžbi Bevertona i Holta (1957):

$$Z = \frac{K(L_\infty - \bar{L})}{\bar{L} - L'}$$

gdje K i L_∞ predstavljaju konstante iz von Bertalanffyjeve jednadžbe rasta, \bar{L} srednju vrijednost dužine srdele goleme pri određenoj dobnoj skupini te L' - najmanju dužinu srdele goleme u uzorku.

Koeficijent ribolovne smrtnosti (F) je izračunat prema jednadžbi: $F = Z - M$,

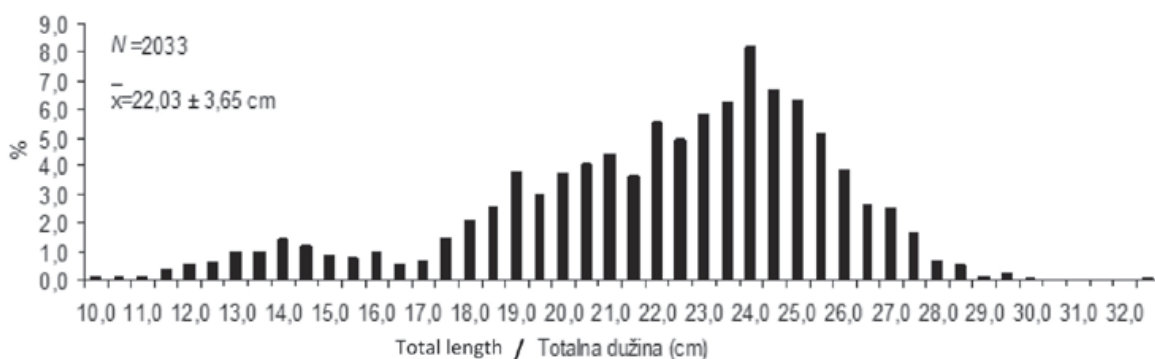
a razina iskorištavanja populacije (E) prema jednadžbi: $E = \frac{F}{F + M}$ (Beverton, 1963).

Indeks preživljavanja vrste (S) je dobiven prema izrazu: $S = e^{-Z}$ (Gulland, 1969).

REZULTATI I RASPRAVA

Struktura populacije

Totalna dužina izmjerena je na 2033 jedinke srdele goleme iz lovina obalnog i otvorenog mora zadarskog područja. Od sveukupnog broja ($N = 2033$) srdele goleme kojima je izmjerena totalna dužina, bilo je 983 mužjaka, 1021 ženka te 29 jedinki kojima nije bilo moguće odrediti spol. Raspon vrijednosti totalnih dužina svih jedinki je bio od 10,0 do 32,5 cm. Srednja vrijednost iznosila je $22,0 \pm 3,65$ cm (Slika 1). Dominantna modalna vrijednost bila je u dužinskom razredu od 24,0 cm.

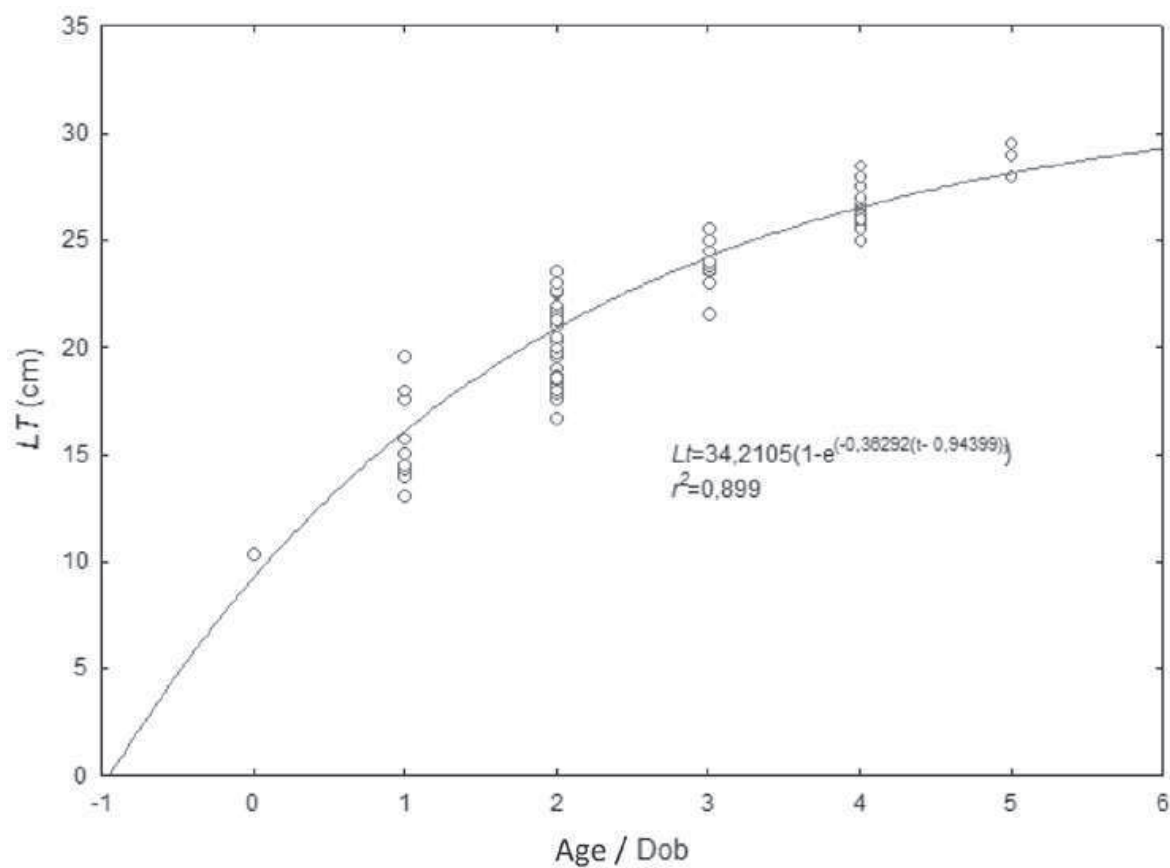


Slika 1. Dužinska raspodjela srdele goleme iz uzoraka lovina ostvarenih u zadarskom području tijekom razdoblja studeni 2007.- siječanj 2009.

Figure 1. Length-frequency distribution of *Sardinella aurita*, eastern middle Adriatic Sea, November 2007 – January 2009

Najveća analizirana jedinka od 32,5 cm potjecala je iz uzorka ostvarenog u rujnu, dok je najveća modalna vrijednost (25,5 cm) zabilježena u kolovozu. Prema poznatim podacima o nađenoj maksimalnoj totalnoj dužini srdele goleme iz cijelog Sredozemlja nije zabilježena veća jedinka od navedene. Naime, maksimalna totalna dužina srdele goleme iz voda Grčke bila je 27,0 cm (Ananiades, 1952), iz Alžira 25,50 cm (Bouaziz i sur., 2001), a iz Tunisa 27,35 cm (Gaamour i sur., 2001). U južnom Sredozemlju je najveća totalna dužina srdele goleme iznosila 29,2 cm (Bensahla-Talet i sur., 1988). Međutim, srdele goleme s područja sjeverozapadne obale Afrike pokazala je veće totalne dužine; najveća zabilježena jedinka imala je 44,47 cm, a bila je s područja Mauritanije (Maxim i Maxim, 1987).

Na 214 jedinke očitana je starost, od čega je bilo 107 mužjaka, 105 ženki te 2 jedinke kojima nije bilo moguće odrediti spol. Dužinski raspon svih jedinki ($N = 214$) kretao se od 10,0 do 29,9 cm. Utvrđena je dob od prve godine života (0+) do punih pet godina života (5+). Najveća su preklapanja dužina bila kod dobnih skupina od 1+ i 2+ (Sl. 2), što je i ranije zabilježeno (Mustać i Sinovčić, 2011). Na temelju starosne i dužinske strukture populacije utvrđeni su parametri rasta srdele goleme ($L_{\infty} = 34,21$; $K = 0,362$; $t_0 = -0,943$).



Slika 2. Krivulja dužinskog rasta srdele goleme iz uzoraka lovina zadarskog područja, studeni 2007. – siječanj 2009.

Figure 2. Growth in length-at-age curve of *Sardinella aurita*, eastern middle Adriatic Sea, November 2007 – January 2009

Iz očitanih vrijednosti godina starosti s otolita srdele goleme, evidentno je da je najveći broj analiziranih jedinki pripadao dobnoj skupini od 2+ godine (48,13%). Sinovčić i sur. (2004) su kod srdele goleme iz Jadranskog mora dužinskog raspona od 11,0 do 16,0 cm totalne dužine, očitavanjem prstenova s otolita našli da su jedinke bile od 0 do 2+ godine stare. Tsikliras i sur. (2005) nalaze u sjeveroistočnom Sredozemlju da je 10 od ukupno 1352 jedinki bilo u dobi od pet godina i to u dužinskom razredu od 23,0 do 25,0 cm. Wassef i sur. (1985) su također na području Sredozemlja (Egipat) očitavanjem prstenova s otolita srdele goleme utvrdili raspon dobi od 0 do 6 godina pri dužinskom rasponu od 6,0 do 27,0 cm. Promatrajući rezultate istraživanja s područja Sredozemnog mora evidentno je da su starije jedinke nađene samo na području Tunisa (Gaamour i sur., 2001). Jedinke s područja sjeverozapadne Afrike imale su veće dužine; kod njih su utvrđene starije dobne skupine od onih s područja Sredozemlja (Gaamour i sur., 2001; Tsikliras i sur., 2005).

Smrtnost populacije

S obzirom na različite utjecaje okoliša na riblju populaciju, kao i utjecaja ribolova, izračunati su koeficijenti smrtnosti za srdelu golemu ($N = 2033$). Izračunat je koeficijent prirodne smrtnosti (M), koeficijent ribolovne smrtnosti (F) te koeficijent ukupne smrtnosti (Z). Izračunata je i razina iskorištavanja populacije (E) te indeks njezina preživljavanja (S).

Vrijednost koeficijenta prirodne smrtnosti (M) je prikazana u tablici 1. Dobivena je kao srednja vrijednost koeficijenata prirodne smrtnosti iz jednadžbi Rikhter-Efanova (1976), Paulyja (1980) i Taylora (1959).

Tablica 1. Koeficijenti prirodne smrtnosti (M) srdele goleme iz uzoraka lovina zadarskog područja (studeni 2007. – siječanj 2009.), izračunati pomoću jednadžbi različitih autora (\bar{x} = prosječna vrijednost, sd = standardna devijacija)

*Table 1. Natural mortality coefficients (M) of *Sardinella aurita*, eastern middle Adriatic Sea (November 2007 – January 2009) according to the equations by various authors (\bar{x} = mean value, sd = standard deviation)*

| Autori / Author | M |
|-------------------------|------------------|
| Rikhter - Efanov (1976) | 0,459 |
| Pauly (1980) | 0,726 |
| Taylor (1959) | 0,199 |
| $\bar{x} \pm sd$ | $0,461 \pm 0,26$ |

Prema iznosima vrijednosti prikazanih u tablici 1, srednja vrijednost prirodne smrtnosti (M) je za srdelu golemu iznosila $0,461 \pm 0,26$.

Ukupna smrtnost (Z) te indeks preživljavanja (S) izračunati su s obzirom na dob srdele goleme i prikazani u tablici 2.

Vrijednosti koeficijenata ukupne smrtnosti (Z) su se kretale od 0,105 (5+ godina) do 1,923 (0 godina), sa srednjom vrijednošću od $0,689 \pm 0,72$. Indeks preživljavanja (S) je bio od 0,147 (0 godina) do 0,901 (5+ godina), a srednja je vrijednost iznosila $0,598 \pm 0,31$. Iz tablice 2 jasno se vidi da su mlađe jedinke imale veće vrijednosti koeficijenta ukupne smrtnosti, a time i manji indeks preživljavanja. Starije jedinke su uspješnije preživljavale – imale su nižu vrijednost koeficijenta ukupne smrtnosti.

Srednje vrijednosti izračunatih dinamičkih parametara populacije su za srdelu golemu iznosile:

$$Z=0,689; \quad M=0,461; \quad F= 0,228; \quad S=0,598; \quad E=0,331$$

Tablica 2. Koeficijent ukupne smrtnosti (Z) i indeks preživljavanja (S) u odnosu na pojedinu dobnu skupinu srdele goleme, zadarsko područje, studeni 2007.- siječanj 2009. (\bar{x} = prosječna vrijednost, sd = standardna devijacija)

Table 2. Total mortality coefficient (Z) and survival rate (S) according to the age of *Sardinella aurita*, eastern middle Adriatic Sea, November 2007 – January 2009 (\bar{x} = mean value, sd = standard deviation)

| Dob/Age | Z | S |
|------------------|------------------|------------------|
| 0 | 1,923 | 0,147 |
| 1+ | 1,230 | 0,293 |
| 2+ | 0,446 | 0,641 |
| 3+ | 0,262 | 0,770 |
| 4+ | 0,173 | 0,841 |
| 5+ | 0,105 | 0,901 |
| $\bar{x} \pm sd$ | $0,689 \pm 0,72$ | $0,598 \pm 0,31$ |

Ako se ukupna smrtnost srdele goleme, koja proizlazi iz rezultata istraživanja ovog rada ($Z = 0,689$), uspoređi s vrijednošću ukupne smrtnosti drugih vrsta male plave ribe u Jadranu, vidi se da je dobiveni rezultat ovog istraživanja za navedenu vrstu bio vrlo nizak. Naime, Sinovčić (1991, 2000a, 2003) je izračunala koeficijent ukupne smrtnosti (Z) za srdelu (*Sardina pilchardus*) koji je iznosio $Z = 0,736$, a za brgljuna $Z = 1,183$ (Sinovčić, 2000b). Čikeš Keć (2009) je na lokardi (*Scomber japonicus*) dobila vrijednost ukupne smrtnosti od $Z = 0,91$ a Zorica (2009) za iglicu (*Belone belone*) $Z = 0,92$. Ako se usporede istraživanja ukupna smrtnost kao i indeks preživljavanja jednogodišnjih jedinki iz ovog istraživanja: $Z = 1,230$; $S = 0,293$, s onima za srdelu golemu s područja Egipta, očito je da su te vrijednosti slične: $Z = 1,216$; $S = 0,296$ (Wassef i sur., 1985). U ovom je istraživanju prirodna smrtnost iznosila $M = 0,461$, a slične rezultate dobili su i Hattour i sur. (2004) na srdeli golemoj s područja Tunisa ($M = 0,5$). Dobivene vrijednosti za ribolovnu smrtnost (F) i razinu iskorištavanja (E) srdele goleme u Jadranskom moru iznosile su $F = 0,228$ i $E = 0,331$, dok su Guzmán i Gómez (2000) zabilježili veće vrijednosti ($F = 0,5$; $E = 0,68$) za istu vrstu s područja Venezuele.

Populacija je u ravnoteži kada su prirodna i ribolovna smrtnost približno jednake. Tada se ribolovom smrtnošću iskorištava onaj dio populacije koji bi se inače izgubio iz naselja prirodnom smrtnošću. S obzirom na dobivenu gotovo dvostruko nižu vrijednost ribolovne smrtnosti ($F = 0,228$) od prirodne smrtnosti ($M = 0,461$), kao i relativno nisku vrijednost razine iskorištavanja ($E = 0,331$) srdele goleme, ovo je istraživanje pokazalo da navedena vrsta nije dovoljno iskorištavana u Jadranskom moru.

Beverton i Holt (1957) navode da postoji proporcionalnost između koeficijenta prirodne smrtnosti (M) i koeficijenta rasta (K). Pelagične vrste s kratkim životnim vijekom i visokim koeficijentom prirodne smrtnosti imaju i visoke vrijednosti koeficijenta rasta. Prema navedenim autorima, pokazatelji bitnih bioloških karakteristika koje određuju odgovor komercijalnog dijela ribljih naselja na intenzitet iskorištavanja određene vrste su njihovi odnosi koeficijenata: M/K i L_{50}/L_{∞} . Pomoću procjena ovih koeficijenata isti autori su dobili slične krivulje ulova po broju godišnje regrutiranih jedinki u odnosu na intenzitet iskorištavanja. Oni su zaključili da vrste koje imaju naizgled različite dinamičke oso-

bine, slično reagiraju na intenzitet iskorištavanja. Navode da se vrijednosti koeficijenta M/K uvijek nalaze između 1 i 2, dok se vrijednosti L_{50}/L_{∞} kreću od 0,0 do 0,8. U ovom su istraživanju dobivene vrijednosti iznosile: $M = 1,28 K$; $L_{50}/L_{\infty} = 0,5$, a slični podaci su dobiveni za druge vrste male plave ribe u Jadranu. Naime, Sinovčić (1991, 2000a, 2002) je dobila za srdelu iznose: $M = 1,12K$; $L_{50}/L_{\infty} = 0,7$; za brgljuna $M = 1,14K$; $L_{50}/L_{\infty} = 0,6$ (Sinovčić, 2000b, 2003), a Čikeš Keć (2009) za lokardu: $M = 1,94 K$; $L_{50}/L_{\infty} = 0,4$.

Iskorištavanje populacije

Srdela golema se u Jadranu lovi plivaricama i lebdećim kočama, zajedno s ostalim vrstama male plave ribe. Mala plava riba čini preko 60% u ukupnom ulovu hrvatskog dijela Jadrana: riba, glavonožaca i mekušaca (Anonymous, 1999). Iako je ulov srdele goleme puno manji od ostalih vrsta male plave ribe i sustavno se statistički još uvijek ne bilježi, sve je zastupljenija u lovinama plivarica i lebdećih kočica (Mustać, 2010). Istovremeno, zauzima sve važnije mjesto u prehrambenoj industriji. Koristi se i kao hrana tunama u tunogojilištima.

Ukupne lovine srdele goleme u svjetskim morima i oceanima kroz zadnje desetljeće bile su između 400 000 i 500 000 t (Slika 3). Prema statističkim podacima FAO-a, srdela golema nalazi se na dvadeset drugom mjestu u svjetskom ulovu riba, rakova i mekušaca. U posljednjem, petogodišnjem razdoblju - od 2003. do 2007., ulovi srdele goleme kretali su se između 424 951 t (2007) i 500 000 t (2003).

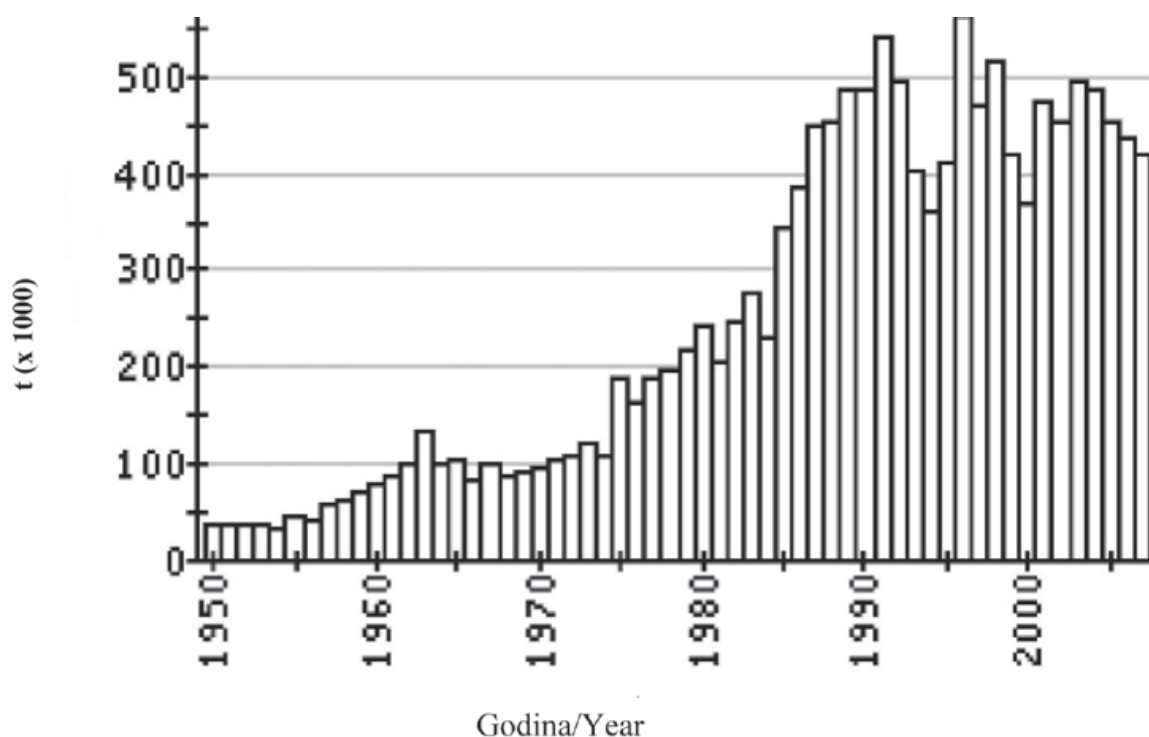
Iz iznosa ulova prikazanih u Tablici 3 lijepo se vidi da je ulov srdele goleme u Jadranskom moru (bez hrvatskog dijela) bio najveći 1997. godine (344 t), a najmanji je bio 1999. (25 t) (Anonymous, 2006). Nakon 1999. godine je uslijedio porast ulova ove vrste u Jadranskom moru. U Sredozemlju je najviše srdele goleme ulovljeno 1999. (420 t), a samo godinu kasnije (2000) je njezin ulov bio najmanji (151 t). Nakon 2000. godine iz godine u godinu uslijedio je porast ulova ove vrste. Nasuprot tome, za razliku od porasta ulova u Sredozemnom i Jadranskom moru, svjetski ulov vrste *S. aurita* se u razdoblju 1996.-2005. kretao od 442 075 t do 554 866 t (Tablica 3; podaci FAO-a), s trendom opadanja tijekom posljednjih godina promatranja.

Tablica 3. Ulovi (t) srdele goleme *Sardinella aurita*, Val., 1847. iz različitih mora

Table 3. Catches (t) of *Sardinella aurita*, Val., 1847 from various marine areas

| Godina/ Year - Područje / Area | 1996. | 1997. | 1998. | 1999. | 2000. | 2001. | 2002. | 2003. | 2004. | 2005. |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Jadransko more / Adriatic Sea | 163 | 344 | 170 | 25 | 35 | 37 | 42 | 60 | 71 | 102 |
| Sredozemno more / Mediterranean Sea | | | | 420 | 151 | 187 | 205 | 249 | 262 | 330 |
| Svjetski ulov/ World catch | 554866 | 461982 | 509262 | 411759 | 362281 | 463250 | 444996 | 483490 | 477486 | 442075 |

* FAO godišnjak / FAO annual yearbook



Slika 3. Svjetski godišnji ulov srdele goleme u tonama (t) od 1950. do 2007. (www.fao.org)

Figure 3. Global capture production for *Sardinella aurita* in tonnes (t) from 1950 to 2007. (www.fao.org)

Najznačajnija ribolovna područja srdele goleme se nalaze uz zemlje zapadne Afrike i Sredozemlja te uz Venezuelu i Brazil. Međutim, u lovinama ona nije često odijeljena od drugih vrsta roda *Sardinella* (*S. brasiliensis* u zapadnom Atlantiku i *S. maderensis* u Sredozemlju). Srdela golema je sve prisutnija u lovinama u Jadranskom moru, posebice ako se uspoređuje razdoblje od 1975. godine do danas (Gamulin, 1975; Kačić, 1975; Regner, 1977; Gamulin i Hure, 1983; Sinovčić i sur., 2004., Mustać i Sinovčić, 2011, 2012a,b). Iako je njezin ulov puno manji od drugih vrsta male plave ribe, zauzima sve važnije mjesto u prehrambenoj industriji te kao hrana tunama u tunogojilištima.

ZAKLJUČCI

Srdela golema iz obalnog i otvorenog mora zadarskog područja analizirana od početka studenog 2007. do druge polovine siječnja 2009. godine pokazala je raspon totalnih dužina od 10,0 do 32,5 cm i dob od prve (0+) do punih pet godina života (5+).

Koeficijent prirodne smrtnosti (M) je za srdelu golema iznosio 0,461. Koeficijent ribolovne smrtnosti (F) je bio 0,228, a koeficijent ukupne smrtnosti (Z) 0,689. Izračunata je i razina iskorištavanja populacije (E), koja je iznosila $E=0,331$ te indeks preživljavanja od $S = 0,598$.

Iako se na hrvatskom dijelu Jadranskog mora još uvijek statistički ne bilježi ulov

srdele goleme, u Jadranskom (bez hrvatskih iznosa lovina) i u Sredozemnom moru zabilježen je porast ulova ove vrste. U svjetskim morima i oceanima su tijekom posljednjeg desetljeća njezine ukupne godišnje lovine bile na razini od oko 500 000 tona.

Summary

EXPLOITATION AND MORTALITY OF GILT SARDINE *SARDINELLA AURITA*, VALENCIENNES, 1847 IN THE MIDDLE EASTERN ADRIATIC SEA

B. Mustać*¹, G. Sinovčić²

This paper presents the results of population structure, mortality and exploitation of gilt sardine *Sardinella aurita*, Valenciennes 1847, from the catches of inshore (Virsko more) and offshore waters (Dugi otok) in the Zadar area between November 2007 and January 2009. A total of 2033 specimens (983 male, 1021 female, 29 undetermined) showed the sex ratio m/f=0.96; females predominated. The total length (*TL*) of all observed specimens varied from 10.0 to 32.5 cm (mean±SD=22.0 ± 3.65 cm). The age of gilt sardine varied from 0+ to 5+. The values of natural (*M*), fishing (*F*), total mortality (*Z*) and survival rate (*S*) coefficients were *M*=0.46, *F*=0.23, *Z*=0.69 and *S*=0.60, respectively.

Even though the catches of gilt sardine have not been recorded yet for the Croatian part of the Adriatic Sea, as far as the world's seas and oceans are concerned, the total catches were ca. 500 000 t in the last decade.

Key words: gilt sardine, mortality, exploitation, Adriatic Sea

LITERATURA

- Ananiades, C. I. (1952): Quelques considérations biométriques sur l'allache (*Sardinella aurita* C. V.) des eaux grecques. Proceedings of the Hellenic Hydrobiological Institute 5, 5-45.
- Anonymous (1999): Državni zavod za statistiku Hrvatske, www.dsz.hr
- Anonymous (2006): FAO annual yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics, www.fao.org
- Ben Tuvia, A. (1960): Fluctuations in the stock of *Sardinella aurita* and its dependence on temperature and rain. Rome, FAO World Scientific Meeting on the Biology of Sardines and related species, 14, 287-31.

1 Bosiljka Mustać* (corresponding author, e-mail: bmustac@unizd.hr), University of Zadar, M. Pavlinovića b.b., 23000 Zadar, Croatia

2 Gorenka Sinovčić, Institute of Oceanography and Fisheries, Šetalište I. Meštrovića, 63, 21000 Split, Croatia

- Bensahla-Talet, A., Mortet, Y., Tomasini, J. A. (1988): Relations masse-longueur, sex-ratio et reproduction (saison de ponte, fécondités) de *Sardinella aurita* (Val. 1847) des cotes Oranaises (Algerie). Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Méditerranée, 31, 14pp.
- Bertalanffy, L. von (1934): Untersuchungen über die Gesetzmäßigkeiten des Wachstums. 1. Allgemeine Grundlagen der Theorie. Poux' Arch. Entwicklungsmech, 131, 613-653.
- Beverton, R. J. H. (1963): Maturation, growth and mortality of clupeid and engraulid stocks in relation to fishing. Rapports et Proces-Verbaux des Reunions du Conseil Permanent International pour l'exploration de la Mer, 154, 44-67.
- Beverton, R. J. H., Holt, S. J. (1957): On the dynamics of exploited fish populations. Fishery Investigations Series II, Marine Fisheries, Great Britain Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (GB) (2 ser Fish), 533 pp.
- Bouaziz, A., Bennoui, A., Brahmi, B., Semroud, R. (2001): Sur l'estimation de l'état d'exploitation de la sardinelle (*Sardinilla aurita* Valenciennes, 1847) de la région centre de la cote algérienne. Rapport Committee International de la Mer Mediterranée, 36, 244 pp.
- Čikeš Keć, V. (2009): Lokarda *Scomber japonicus*, Huttuyn, 1782.-Dinamika, ribarstveno-biologijske značajke, te iskorištavanje populacije. Doktorska disertacija. Agronomski fakultet, Zagreb, 164 pp.
- Ford, E. (1933): An account of the herring investigation conducted at Plymouth during the years from 1924 to 1933. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 19, 305-384.
- Francour, P., Boudouresque, C. F., Harmelin, J.G., Harmelin-Vivien, M., Quignard, J. P. (1994): Are the Mediterranean waters becoming warmer? Information from biological indicators. Marine Pollution Bulletin, 28, 523-536.
- Gaamour, A., Missaoui, H., Ben-Abdallah, L., El Ahmed A. (2001): Paramètres biologiques de la sardinelle ronde (*Sardinilla aurita* Valenciennes, 1847) dans la région du Cap Bon (canal siculo-tunisien). General Fisheries Commission for the Mediterranean, 26-30, Kavala, Greece.
- Gamulin, T. (1975): O mriješćenju srdele goleme u Jadranskom moru. Morsko ribarstvo, XXVII, 2, 50 pp.
- Gamulin, T., Hure, J. (1983): Mriješćenje i mrestilišta pelagičnih riba u Jadranskom moru (*Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*, *Scomber scombrus*, *Sardinella aurita* i *Sprattus sprattus sprattus*) Acta Adriatica, 24, (1-2), 97-131.
- Gulland, J. A. (1969): Manual of methods for fish stock assessment. Part 1. Fish population analysis. FAO Manuals in Fisheries Science, (4), 154 pp.
- Guzmán, R., Gómez, G. (2000): Crecimiento, mortalidad y patrón de reclutamiento de *Sardinella aurita* en el nororiente de Venezuela. Zootecnia Tropical, 18 (2), 129-144.
- Hattour, A., Ben Abdallah, L., Guennegan, Y. (2004): Relative abundance and biomass assessment of the small pelagic of the Tunisian waters. Bulletin du Museum d'histoire naturelle de Marseille. Salammbô, 31, 5-16.

- Kačić, I. (1975): Some observations on gilt sardine (*Sardinella aurita*) in the Adriatic. *Morsko ribarstvo*, 27, 11-13.
- Kačić, I. (1984): Gilt sardine (*Sardinella aurita* Val.) in Adriatic Sea. *Nova Thalassia*, 6, 371-373.
- Kačić, I. (1993): Proširivanje područja, promjene u distribuciji i neki biološki podaci o srdeli goletoj u Jadranskom moru. *Actes du Colloque Scientifique. Colloque scientifique international - le systeme littoral mediterraneen*. Montpellier, Francuska, 10 pp.
- Lipej, L., Mavrić, B., Orlando Bonaca, M. (2009): Recent changes in the Adriatic fish fauna-experiences from Slovenia. *Varstvo Navare*, 22, 91-96.
- Maxim, C., Maxim, C. (1987): Evaluation du stock de sardinelle ronde (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) senegalo mauritanienne. *Cercet Marine*, 20/21, 313-344.
- Morote, E., Olivar, M. P., Villate, F., Uriarte, I.(2008): Diet of round sardinella, *Sardinella aurita*, larvae in relation to plankton availability in the NW Mediterranean. *Journal of Plankton Research*, 30 (7), 807-816.
- Mustać, B. (2010): Srdela golema, *Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847.- dinamika, ribarstveno biološke značajke, te iskorištavanje populacije. Doktorska disertacija. Agronomski fakultet, Zagreb, 171 pp.
- Mustać, B., Sinovčić, G. (2011): Age and growth pattern of round sardinella, *Sardinella aurita*, in the eastern central Adriatic Sea. *Caheries de Biologie Marine*, 52, 177-186.
- Mustać, B., Sinovčić, G. (2012a): Reproductive cycle of gilt sardine, *Sardinella aurita*, Valenciennes 1847, in the eastern middle Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 28, 46-50.
- Mustać, B., Sinovčić, G. (2012b): Seasonal variations of lipid and moisture content in relation to sexual cycle of round sardinella *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 in the eastern middle Adriatic Sea. *Caheries de Biologie Marine*, 53, 205-211.
- Pauly, D. (1980): A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fisheries Circular*, 729, 54 pp.
- Regner, S. (1977): O nalazu planktonskih stadija srdele goleme, *Sardinella aurita* Valenciennes, u srednjem Jadranu. *Acta Adriatica*, 17, 1-12.
- Rikhter, V. A., Efanov V. N. (1976): One of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *International Convention of the Northwest Atlantic Fisheries. Research Document*, 79, (8), 12 pp.
- Sabatés, A., Martin, P., Lloret, J., Raya, V. (2006): Sea warming and fish distribution: the case of the small pelagic fish, *Sardinella aurita*, in the western Mediterranean. *Global Change Biology*, 12,(11), 2209 – 2219.
- Sinovčić, G. (1991): Stock size assessment of sardine, *Sardina pilchardus* (Walb.) population from the central eastern Adriatic on the basis of VPA method. *Acta Adriatica*, 32(2), 869-884.
- Sinovčić, G. (2000a): Responsible exploitation of the sardine, *Sardina pilchardus* (Walb.), population in the coastal region of the Eastern Adriatic. *Periodicum Biologorum*, 102, (1), 47-54.

- Sinovčić, G. (2000b): Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) – biology, population dynamics and fisheries case study. *Acta Adriatica*, 41, (1), 5-3pp.
- Sinovčić, G. (2002): O značajkama naselja male pelagičke ribe u području Makarskog akvatorija. *Ekološke monografije, Biokovo*, 2, 375-392.
- Sinovčić, G. (2003): Long-term investigations of small pelagic fish in the Adriatic Sea. In: *Mediterranean biological time series* (Briand, F., eds.) CIESM Workshop Monography, Monaco, 22, 89-92.
- Sinovčić, G., Franičević, M., Čikeš Keč, V. (2004): Unusual occurrence and some aspects of biology of juvenile gilt sardine (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) in the Zrmanja River estuary (eastern Adriatic). *Journal of Applied Ichthyology*, 20, (1), 53 – 57.
- Taylor, C. C. (1959): Temperature and growth. The Pacific razor clam. *Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 25, 93-101.
- Tsikliras, A. C. (2008): Climate-related geographic shift and sudden population increase of a small pelagic fish (*Sardinella aurita*) in the eastern Mediterranean Sea. *Marine Biology Research*, 4, (6), 477-481.
- Tsikliras, A. C., Koutrakis, E. T., Stergiou, K. I. (2005): Age and growth of round sardinella (*Sardinella aurita*) in the northeastern Mediterranean. *Scientia Marina*, 69, 231-240.
- Tsikliras, A. C., Antonopoulou, E. (2006): Reproductive biology of round sardinella (*Sardinella aurita*) in the north-eastern Mediterranean. *Scientia Marina*, 70,(2), 281-290.
- Walford, L. A. (1946): A new graphic method of describing the growth of animals. *Biological Bulletin*, 90, 141-147.
- Wassef, E., Ezzat, H., Hashem, T., Faltas, S. (1985): Sardine fishery by purse-seine on the Egyptian Mediterranean coast. *Marine Ecology Progress Series*, 26, 11-18.
- Whitehead, P. J. P. (1990): Clupeidae. pp 208-227. In: Quéro, J. C., Hureau, J. C., Karrer, C., Post, A., Saldanha, L. (eds.) *Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA)* JNICT, Lisbon; SEI and UNESCO, Paris, France. 670 pp.
- Zorica, B. (2009): *Iglica, Belone belone* (Linnaeus, 1761.) – dinamika, ribarstveno-biološki značajke, te iskorištavanje. *Doktorska disertacija. Agronomski fakultet, Zagreb*, 151 pp.

Primljeno/Received: 26. 3. 2012.

Prihvaćeno/Accepted: 7. 12. 2012.