

Ustanovilo se također da se jaja pojavljuju u srednjem Jadranu unutar vrlo uskih granica gustoće morske vode, od 26,6 do 27,4 t u otvorenim vodama i od 24,13 do 24,81 t u obalnom području (Regner, 1972).

Osim utjecaja temperature, saliniteta i gustoće morske vode na sezonsku raspodjelu jaja brgljuna, u srednjem Jadranu proučavao se i utjecaj nekih biotičkih činitelja. Vučetić (1975), uspoređujući jedanaestogodišnju srednju vrijednost količine brgljunovih jaja tijekom sezone mriješćenja s dugogodišnjim srednjacima suhe težine i s brojnošću pojedinih skupina zooplanktona, nalazi da se u priobalju promjena količine tijekom sezone mriješćenja poklapa s promjenom suhe težine zooplanktona i količinom fitoplanktona, a u otvorenom moru s maksimumima suhe težine zooplanktona. Tu pojavu autorica tumači prilagođenošću odrasle ribe određenim uvjetima prehrane prije sezone mriješćenja u njezinu tijeku. Sumirajući rezultate svih do sad spomenutih može se zaključiti da su jaja brgljuna u sezoni mriješćena prisutna u gotovo čitavu Jadranu do dubine od oko 150 do 200 m. U područjima većih dubina, u Jabučkoj i Južnojadranskoj kotlini, njih ima ponešto ili se nađu rijetko u vrlo malom broju.

Prva redovita opažanja mriješćenja pelagičnih riba u Jadranskom moru, srdele i brgljuna, obavio je Gamulin (1940). Proučavajući mriješćenje brgljuna u sjevernom Jadranu s izvanjske strane Dugog otoka do obale Istre, Vučetić (1964) nalazi da se središta mriješćenja pomiču tijekom sezone od otvorenog mora prema obali Istre. Varangolo (1965) ustanovljuje da se u Venecijanskom zaljevu ta središta pomiču od otvorenog mora prema obali i uzduž nje u smjeru suprotnom kretanju kazaljke na satu. Nalazi obaju autora pokazuju da se u sjevernom Jadranu središta mriješćenja pomiču u smjeru glavne jadranske površinske struje. Piccinetti et al. (1979) pokazuje da su jaja tijekom 1976. godine bila najbrojnija u Tršćanskom zaljevu, u blizini ušća rijeke Po, u otvorenom dijelu Jadrana od visine otoka Suska do sjevernog ruba Jabučke kotline, te oko otoka Palagruže. Gamulin i Hure (1983) tvrde da u sjevernom Jadranu mrestilište obuhvaća prostorno područje s većim koncentracijama uz talijansku obalu od Pesara do Ancone i sredinom pučine; da se drugo mrestilište prostire palagruškim pragom s većim koncentracijama kod Visa, Lastova i Korčule, te uz talijansku obalu od rta Gargana do Barija; da jedan maksimalni nalaz jaja kod Ulcinja indicira treće mrijestilište na koje je Merker (1976) već prije upozoravao. Zatim, u Jadranu je istraživana i vertikalna raspodjela brgljuna. Vučetić (1957) i Gamulin (1964) zaključuju da se brgljunova jaja nalaze u površinskim slojevima. Varangolo (1965) i Čmovž (1973) obavljajući više horizontalnih potega planktonskom mrežom na različitim dubinama, nalaze jaja u najvećem broju na dubini od 1 m ispod površine. Ghirardelli (1967) i Specchi (1968), ispitujući mikroraspodjelu zooplanktona do 80 cm dubine, ustanovljuju najveće koncentracije brgljunovih jaja u sloju od 7 do 27 cm.

Vučetić (1957) nalazi da u Mljetskim jezerima brgljun ispušta jaja između 19 i 21 h, te da embrionalni razvoj pri temperaturi od 20 do 21 °C traje 40 sati, a kod 27 °C približno 24 sata. Prema Varangolu (1964), koji je obavljao ispitivanja u području Chiggie, brgljun ispušta jaja

između 18 i 20 sati, a embrionalni razvoj traje od 4 dana pri temperaturi od 16,5 °C do jednog dana uz 27 do 28 °C.

Lugovaja (1963), ispitujući oblik i veličinu jaja brgljuna u različitim područjima Sredozemnog i Crnog mora, nalazi da su jaja brgljuna u Jadranu veća i izduženija (srednje vrijednosti promjera su 1,36 x 0,63 mm), a u sjevernom Jadranu manja i oblija (srednje vrijednosti promjera 1,20 x 0,50 mm). Oni drže da je uzrok toj pojavi pad saliniteta od srednjega prema sjevernom Jadranu. Regner (1972) iznosi da je veličina jaja u srednjem Jadranu 1,12 - 1,84 x 0,67 mm, i da se ona smanjuju od početka do kraja sezone mriješćenja. To se smanjenje tumači kasnijim spolnim sazrijevanjem manje i mlade ribe, koja redovito ima i manja jaja. Nađeno je, također, da su u srednjem Jadranu jaja veća u otvorenom moru nego uz obalu, bez obzira na to što je salinitet u priobalnom području niži (Regner, 1973).

O smrtnosti, odnosno preživljavanju brgljunovih jaja u Jadranu ima za sad jako malo podataka. Regner (1972) tvrdi da je smrtnost najveća, u prvim stadijima razvoja. Izračunavajući smrtnost na jednak način, Piccinetti et al. (1979) nalazi da se prosječna smrtnost jaja brgljuna u Jadranu od početka do kraja embrionalnog razvoja kreće oko 98%.

Proučavane su i dugoročne fluktuacije brojnosti brgljunovih jaja u srednjem Jadranu. Tijekom razdoblja od 1959. do 1969. godine zapažen je njihov znatan porast u priobalnom i kanalnom području, te u otvorenom moru tijekom 1961., 1967., 1968. i 1969. godine. Na istom se području također ustanovilo da se promjene količine ukupnog broja jaja brgljuna u planktonu podudaraju s promjenama srednjih godišnjih vrijednosti primarne produkcije (Regner, 1974). utjecaj je primarne produkcije neizravan i ostvaruje se, vjerojatno, preko povećane proizvodnje zooplanktona kojim se adultni brgljun hrani.

Na osnovi količine jaja brgljuna u planktonu bilo je dosad više pokušaja da se i procijeni količina spolno zrelog brgljuna u Jadranu. Prvi takav pokušaj učinio je Štirn (1969). On je izračunao da je biomasa brgljuna u sjevernom Jadranu iznosila u 1965. godini 250 000 tona. Svi rezultati procjena obavljenih do 1987. godine mogu se naći u radovima ovih autora: Karlovac et al. (1974), Piccinetti et al. (1979), Piccinetti et al. (1979a), Piccinetti et al. (1980), Regner et al. (1985), Casavola et al. (1987).

Ličinke i postličinke brgljuna

Za razliku od jaja, problematikom ličinaka i postličinaka brgljuna u Jadranu bavilo se do sada mnogo manje istraživača. Prve podatke o tome daje Karlovac (1963) na osnovi obradbe materijala ribarstveno-biološke ekspedicije "Hvar" prikupljenoga tijekom 1948-1949. godine u cijelom otvorenom Jadranu. Prema njezinim nalazima, ličinke i postličinke brgljuna pojavljuju se u planktonu od mjeseca svibnja do studenoga, s maksimumima brojnosti od mjeseca srpnja do rujna. Stadij ličinaka nađeni su u većim koncentracijama između otoka Premude i sjevernog ruba Jabučke kotline, te oko otoka Palagruže. Zatim, Karlovac (1967) nalazi

da je gustoća ličinaka i postličinaka brgljuna u srednjem Jadranu veća u otvorenim vodama i kanalima nego u zatvorenim zaljevima, i da su one po vremenu svoje pojave u planktonu komplementarne sa srdelinim ličinkama i postličinkama. U srednjem Jadranu ličinke i postličinke brgljuna nađene su u planktonu od mjeseca travnja do studenoga, s maksimuma u lipnju i kolovozu, unutar približno jednakih granica temperature, saliniteta i gustoće morske vode koje vrijede i za jaja (Regner, 1972). Najveću brojnost ličinke i postličinke dostižu u temperaturnim granicama od 17,8 do 21,7°C, saliniteta od 35,00 do 38,58 ‰ i gustoće vode od 24,5 do 27,0 dt (Karlovac, 1963; Regner, (1972). U Jadranu se proučavala i vertikalna raspodjela ličinaka i postličinaka brgljuna. One su u srednjem Jadranu najbrojnije u sloju od 10 do 20 m dubine, a u površinskomu (0 - 10 m) mogu se naći samo noću, što upućuje na dnevno-noćnu migraciju (Regner, 1972). Istražujući vertikalnu raspodjelu u Jadranu Čmovž (1973) kao pronalazi i najveću koncentraciju brgljunovih ličinaka na dubini od 25 do 50 m. Ustanovljeno je da se prijelaz iz ličinke u postličinku, odnosno od 3,1 do 3,5 mm (Duka, 1963), ili od 2,8 do 3,9 mm (Regner, 1972). Duka (1963) drži da se postličinke u Jadranu hrane pretežno razvojnim stadijima kopopeda. Prema njezinim podacima indeks punoće želuca kreće se od 68,28 u mlađih postličinaka (duljina 3,6 - 6,0 mm) do 39,05 u starijih (duljina 6,1 - 12,0 mm), te da se one hrane u svijetlo doba dana s prekidom u podnevnim satima. Regner (1971) pronalazi u srednjem Jadranu sličan sastav hrane.

Također, Regner (1972) je uočio da broj postličinaka neposredno nakon resorpcije žumančane kesice u odnosu prema broju ličinaka znatno opada. Zatim, u području srednjeg Jadrana, za razdoblje od 1968. do 1971. godine izračunani su postoci ukupne količine starijih postličinki brgljuna (duljine od 8 do 9,99 mm) u usporedbi s ukupnom količinom jaja nađenih tijekom pojedine sezone mriješćenja. Ti podaci, upotrebljeni kao pokazatelj preživljavanja, pokazali su da se ono kreće između 0,5 i 1,0 %. Usporedba postotka preživjelih, ali i ukupnoga godišnjeg broja postličinaka, s godišnjim srednjacima primarne produkcije pokazala je kako je njihov međusobni odnos pozitivan, što upućuje na to da veća količina dostupne hrane uvjetuje u brgljuna bolje preživljavanje postličinaka (Regner, 1974).

Preliminarne podatke o smrtnosti brgljunovih ličinaka i postličinaka u sjevernom i srednjem Jadranu iznose Piccinetti et al. (1982) i Dulčić (1992). Izračunani koeficijent smrtnosti, u oba rada, pokazali su da su stope smrtnosti veće u sjevernom nego u srednjem Jadranu. Statičkom analizom rezultata otkrilo se da je nađena razlika koeficijentata smrtnosti postličinaka značajna za visoku razinu vjerojatnosti. Regner (1985a) je ispitivao brzinu razvoja jaja, te brzine i karakteristike rasta ličinaka i postličinaka u odnosu prema temperaturi u eksperimentalnim uvjetima. Ti su podaci bili potrebni da bi se ispravile pogreške u procjeni brojnosti planktonskih stadija brgljuna koje nastaju zbog različita trajanja razvoja pri različitim temperaturama, te da bi se dobila vremenska osnova za izračunavanje njihove smrtnosti. Također su ti podaci uspoređeni s onima prikupljenima tijekom više godina na istraživanom

području srednjeg Jadrana, a u svezi s ispitivanjima: a) smrtnosti planktonskih stadija brgljuna; b) vremenske i prostorne raspodjele planktonskih stadija tijekom sezone mriješćenja i njihove povezanosti s abiotičkim i biotičkim činiteljima okoliša pa i s raspodjelom ulova adultnog brgljuna; c) dugoročnih fluktuacija planktonskih stadija i njihove povezanosti s fluktuacijama činitelja okoliša i s ulovom odraslog brgljuna, uz nastojanje da se utvrdi ima li kakve pravilnosti u tim fluktuacijama, koje bi poslužile kao osnova za eventualne dugoročne prognoze. Polazeći od rezultata dobivenih eksperimentalnim putem moglo se zaključiti da na brzinu razvoja jaja i na rast ličinaka najviše utječe temperatura, a na rast postličinaka uz temperaturu i količina hrane. Utvrđeno je da se rast ličinaka po svojim karakteristikama razlikuje od rasta postličinaka, te da se ta dva tipa rasta moraju odrediti različitim jednadžbama. Eksperimentima je otkriveno da se kod ličinaka i postličinaka iste dobi pojavljuju rasponi duljina koji se s vremenom sve više povećavaju. Na osnovi matematičke analize zaključeno je da ti rasponi uvelike ovise o rasponima njihovih početnih dužina. Metodom spektralne analize nađeno je da su fluktuacije planktonskih stadija i ulova brgljuna, ali i fluktuacije abiotičkih i biotičkih činitelja sredine rezultante superpozicije nekoliko osnovnih razdoblja oscilacija. Ta se razdoblja kod svih analiziranih parametara dijele na kratke (2 - 3 godine), srednje (5 - 7 godina) i duge (9 - 12 godina), pri čemu su amplitude dugih i kratkih veće od onih što pripadaju srednjim razdobljima. Na osnovi sličnosti razdoblja u svih analiziranih parametara zaključeno je da fluktuacije planktonskih stadija brgljuna na istraživanom području u potpunosti odražavaju promjene sredine. Budući da su slična razdoblja već nađena kod više bioloških, hidrografskih i meteoroloških parametara na međusobno udaljenim područjima na Zemlji, može se zaključiti da, u krajnjem, brgljunova populacija reagira na višegodišnje klimatske promjene planetarnih razmjera. Nalaz tih razdoblja osnova je za eventualne dugoročne prognoze ne samo fluktuacija planktonskih stadija i ulova brgljuna nego i općenito ekoloških prilika na istraživanom jadranskom području. Regner i Dulčić (1990) iznijeli su procjene parametara rasta postličinaka brgljuna u Jadranu na osnovi broja prstenova u otolitima. Dobiveni su rezultati uspoređeni s onima o dužini postličinaka brgljuna uzgajanih u eksperimentalnim uvjetima, kojih je dob bila poznata preciznošću od jednog sata. Pokazalo se da se neki od parametara funkcije rasta sasvim dobro poklapaju, što potvrđuje da naraštajni prstenovi u otolitima uistinu nastaju dnevnom ritmom, tako da su pogodni za određivanje dobi postličinaka brgljuna.

ZAKLJUČAK

Izneseni pregled dosadašnjih istraživanja planktonskih stadija brgljuna u Jadranu pokazuje da je relativno veliki broj autora proučavao njihovu ekologiju i da je brgljun, uz srdelu, u tom pogledu najbolje istražen.

LITERATURA

- Casavola, N., G. Marano, L. De Martino and C. Saracino, Preliminary evaluation of anchovy and sardine stocks in the lower Adriatic, *FAO Fish. Rep.*, 394: 84 - 90, 1988.
- Čmovž, J. V., Nekotrije sravniteljni danna i o čislenosti i raspredelenii ikri i ličinok *Engraulis encrasicolus* L. v morjah sredisemnomorskogo basena, *Bilogija mora*, 31, 19 - 29, 1973.
- Duka, L. A., Pitanie ličinok hamsi v Adriatičeskom more, *Tr. Sev. Biol. St.*, 16, 299 - 305, 1963.
- Dulčić, J., Preliminarni podaci o smrtnosti larvi i postlarvi brgljuna *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) u Jadranu, *Morsko ribarstvo*, 1, 1992.
- Gamulin, T., Opažanja o pojavljivanju ribljih jaja u okolici Splita sa specijalnim obzirom na jaja srdele i brgljuna, *Godišnjak Oceanogr. inst.*, 2, 73 - 91, 1940.
- Gamulin, T., Značenje plitkog Jadrana za bolje poznavanje pelagičnih riba, *Acta Adriat.*, 11, 91 - 96, 1964.
- Gamulin, T., J. Hure, Mriješćenje i mrestilišta pelagičnih riba u Jadranskom moru, *Acta Adriat.*, 24 (1/2), 97 - 131, 1983.
- Ghirardelli, E., Microdistribuzione superficiale del plancton del Golfo di Trieste, *Metodi di raccolta, primi risultati*, *boll. Soc. Adriat. Sci. Trieste*, 55, 18 - 26, 1967.
- Graeffe, E., Übersicht der Seethierfauna des Golfes von triest nebst Notizen über Vorkommen, Lebensweise, Erscheinungs- und Fortpflanzungszeit der einzelnen Arten, *Pisces* 4, *Arb. Zool. Inst.*, 7, 3, 445 - 470, 1888.
- Karlovac, J., Contribution a la connaissance de la ponte de l' anchois, *Engraulis encrasicolus* L., dans la haute Adriatique, *Rapp. et Proc.-Verb.*, CIESM, 17, 2, 321 - 326, 1963.
- Karlovac, J., Etude de l' ecologie de la sardine, *Sardina pilchardus* Walb., dans la phase planctonique de sa vie en Adriatique moyenne, *Acta Adriat.*, 16, 9, 157 - 184, 1967.
- Karlovac, J., T. Pucher-Petković, T. Vučetić i M. Zore-Armanda, Procjena bioloških resursa Jadrana na osnovi planktona, *Acta Adriat.*, 16, 9, 157 - 184, 1974.
- Lugovaja, T. V., Izmenenie razmerov ikri hamsi (*Engraulis encrasicolus ponticus* Alex.) v tečenje nerestovoga sezona, *tr. Sev. Biol. St.*, 16, 364 - 386, 1963.
- Merker, K., M. Vujošević, Gustina i raspodjela jaja inčuna (*engraulis enrasiocholus* L.) u Bokokotorskom zaljevu, poljoprivreda i šumarstvo, 18, 2, 15 - 27, 1972.
- Merker, K., Ekologija mriješćenja inčuna (*Engraulis encrasicolus* L.) na području Crnogorskog primorja, magistarski rad, Sveučilište Zagreb, 1 - 44, 1976.
- Piccinetti, C., S. Regner et M. Specchi, Estimation du stock d' anchois (*Engraulis encrasicolus* L.) de la haute et moyenne Adriatique, *Inv. Pesq.*, 43 (1), 69 - 81, 1979.
- Piccinetti, C., S. Regner et M. Specchi, Evaluation du stock de l' anchois en mer Adriatique par methods ichtyoplanctoniques, *Rapp. comm. int. Mer Medit.*, 25/26 (10), 211 - 212, 1979a.
- Piccinetti, C., S. Regner et M. Specchi, Etat du stock d' anchois et de sardine en Adriatique, *FAO Fish. Rep.*, 239, 43 - 52, 1980.
- Piccinetti, C., S. Regner and M. Specchi, Preliminary data on larval and postlarval mortality of anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) in the northern and central Adriatic, *Acta Adriat.*, 23 (1/2), 449 - 456, 1982.
- Regner, S., Prilog poznavanju ishrane postlarava brgljuna, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), u srednjem Jadranu, *Ekologija*, 6, 1, 157 - 164, 1971.
- Regner, S., Contribution to the study of the ecology of the planktonic phase in the life history of the anchovy in the Central Adriatic, *Acta Adriatic.*, 14, 9, 40p, 1972.
- Regner, S., Neki podaci o veličini jaja brgljuna, *Engraulis encrasicolus* (L.), u srednjem Jadranu, *Ekologija*, 8, 1, 163 - 168, 1973.
- Regner, S., The oscillations of the quantity of the anchovy s planktonic phase in the central adriatic from 1968 to 1971, *Acta Adriatic.*, 15, 5, 14p, 1974.
- Regner, S., C. Piccinetti and M. Specchi, Statistical analysis of the anchovy stock estimates from data obtained by egg surveys, *FAO Fish. Rap.*, 345, 169 - 184, 1985.
- Regner, S., Ecology of planktonis of the anchovy, *Engraulis enrasicolus* (Linnaeus, 1958), in the Central Adriatic, *Acta Adriat.*, 26 (1), Serie Monographie, 1, 1 - 113, 1985a.
- Regner, S., J. Dulčić, Growth parameters of anchovy postlarvae in the adriatic estimated from otolith growth rings, *Bilješke-Notes*, 76, 1 - 8, 1990.
- Specchi, M., Observations preliminaires sur l'hyponuston du golfe de Trieste, *Rapp. et Proc.-berb.*, CIESMM, 19, 3, 491 - 494, 1968.
- Steuer, A., *Planktonkunde*, Leipzig, 723 p, 1910.
- Stiasny, G., Beobachtungen über die marine Faune des triester Golfes in Jahre 1909, *Zool. Anz.*, 35, 583 - 587, 1910.
- Štirn, J., Pelagijal severnoga Jadrana. Njegove oceanološke razmere, sestav in razpodelitev biomase tekem leta 1965, *Razprave-Dissertationes*, 12, 2, 92p, 1969.
- Varangolo, S., calendario di comparse di uova pelagiche di Teleostei marini nel plancton di Chioggia, *Arch. Oceanogr. Limnol.*, 13, 2, 240 - 279, 1964.
- Varangolo, S., Alcune osservazioni sulla distribuzione delle uova galleggianti di Teleostei nell' Alto Adriatico, *Boll. Zool.*, 32, 2, 849 - 895, 1965.
- Vatova, A., Compendio della Flora e fauna del mare Adriatico presso Rovigno, *Mem. R. Com. Talassogr. Ital.*, 143, 1928.
- Vučetić, T., Quelques observations sur l'ecologie de la ponte de l' anchois (*Engraulis encrasicolus* L.) dans les lacs e l'île de Mljet, *proc. Gen. Fich. Coun. Medit.*, 4, 227 - 223, 1957.
- Vučetić, T., O mriješćenju brgljuna (*Engraulis encrasicolus* L.) u području otvorenog jadrana, *Acta Adriat.*, 11, 38, 277 - 284, 1964.
- Vučetić, T., Fluctuations a long terme du macrozooplancton dans l' Adriatique centrale: oeufs de *Sardina pilchardus* Walb., de *Engraulis encrasicolus* L. et larves de differentes poissons, *Arch. Oceanogr. Limnol.*, 17, 2, 141 - 156, 1971.
- Vučetić, T., Synchronism of the spawning season of some pelagic fishes (sardine, anchovy) and the timing of the maximal food (zooplankton) production in the Central Adriatic, *Publ. Staz. Zool. Napoli*, 39 suppl., 347 - 365, 1975.
- Zavodnik, D., Comparative data on the spawning of sardine (*Sardina pilchardus* Walb.), sprat (*Sprattus sprattus* L.) and anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in tje North Adriatic, *Ichthyologia*, 2, 1, 171 - 178, 1970.

THE REVIEW OF THE STUDIES ON ANCHOVY PLANKTONIC IN THE ADRIATIC

Summary

The paper gives a survey of investigations of anchovy planktonic stages in the Adriatic. From the results of all earlier studies, it may be stated that a large number of authors studied the ecology of anchovy planktonic stages. This points to the fact that, apart from sardine, this aspect of anchovy planktonic life has been best studied.