

ISTRAŽIVANJA SASTAVA I BROJNOSTI LARVALNIH STADIJA
RIBA U PLANKTONU OTVORENOG MORA
SREDNJEG JADRANA

Slobodan REGNER

Institut za oceanografiju i ribarstvo — Split

A b s t r a k t

U radu se iznose rezultati analize godišnje raspodjele i višegodišnjih fluktuacija brojnosti vrsta i primjeraka larvalnih stadija riba na području otvorenog mora srednjeg Jadrana. Ispitan je odnos larvalnih stadija riba prema godišnjoj raspodjeli i fluktuaciji nekih abiotskih i biotskih faktora sredine.

A b s t r a c t

INVESTIGATIONS OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPOSITION
OF THE LARVAL FISH STAGES IN THE PLANKTON AT THE HIGH SEA
OF THE CENTRAL ADRIATIC

The paper gives the results of the analysis of annual distribution and long-term fluctuations of the qualitative and quantitative composition of the larval fish stages in the plankton at the high sea of the central Adriatic. The relation between the larval fish and the annual distributions and long-term fluctuations of some abiotic and biotic environmental factors was analysed.

UVOD

Dok se veliki broj radova odnosi na studije planktonskih stadija pojedinih vrsta riba u Jadranu, posebno na brgljuna (*Engraulis encrasicolus* L.) i na srdelu (*Sardina pilchardus* Walb.), radova koji se odnose na sastav i količinu ukupnog ihtioplanktona ima znatno manje. Do sada su sastav, količinu i rasprostranjenost bilo ukupnog ihtioplanktona, bilo planktonskih stadija pojedinih familija ispitali Graeffe (1888), Steuer (1910), Stiasny (1910), Vatova (1928), Karlovac (1953; 1967), Varagnolo (1964; 1964a),

Štirn (1969) i Regner (1976). Svi su ovi autori davali podatke o ihtioplanktonu za kratke vremenske periode, najviše do dvije godine, tako da se iz njihovih podataka ne može dobiti slika o dugoročnim promjenama njegovog sastava i količine. Jedine podatke o dugoročnim promjenama ihtioplanktona daju za srednji Jadran Vučetić (1965; 1970; 1971) i Regner (1980). Vučetić u svojim radovima analizira dugoročne promjene ukupnog broja larvalnih stadija riba na otvorenom moru i u priobalnom području srednjeg Jadrana ne ulazeći u determinaciju vrsta. Regner daje analizu sastava vrsta, ali samo za relativno zatvoreno priobalno područje Kaštelanskog zaljeva. S obzirom na ovaj zadnji rad, smatralo se da bi bilo od koristi analizirati, radi usporedbe sa priobalnim područjem, promjene kvalitativno-kvantitativnog sastava larvi i postlarvi riba na otvorenom moru srednjeg Jadrana za isto vremensko razdoblje.

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA, METODIKA I MATERIJAL

Istraživanja su vršena na postaji Stončica (43°00'N 16°20'E) smještenoj 4 Nm jugoistočno od rta Stončica na otoku Visu. Na ovoj postaji Institut za oceanografiju i ribarstvo vrši kontinuirana hidrografska istraživanja i istraživanja planktonske zajednice već gotovo trideset godina. Godišnja kolebanja osnovnih hidrografskih parametara, temperature i saliniteta, su na ovoj postaji tipična za otvorene vode srednjeg Jadrana i po veličini amplituda su znatno manja nego u priobalnim područjima (Buljan & Zore - Armanda, 1979). Dubina dna na ovoj postaji je 106 m.

Materijal je sakupljan jednom mjesečno od januara 1971. do decembra 1977. godine vertikalnim potezima planktonske mreže tipa »Helgoland«. Površina otvora ove mreže je 1.6 m², a promjer okaca svile 0.516 mm. Mreža je povlačena sa dubine od 75 m površine brzinom od 0.5 m/sec. Istovremeno su uzimani podaci o temperaturi i salinitetu sa standardnih oceanografskih nivoa. Sakupljeni materijal je konzerviran u 2% otopini formalina u morskoj vodi.

Prije sortiranja materijal je sedimentiran 24 sata u menzura-ma od 1 litre da bi se dobili podaci o količini zooplanktona izraženi u cm³/m². Nakon sedimentiranja izdvajani su planktonski stadiji riba i prebrojani. Larve i postlarve su, u pravilu, determinirane do vrste. U slučajevima gdje to nije moguće determinacija je vršena do roda. Brojnost larvalnih stadija izražena je brojem primjeraka ispod 1 m² površine.

REZULTATI I DISKUSIJA

Tokom sedmogodišnjih istraživanja sakupljeno je ukupno 5 111 larvi i postlarvi riba. Identificirano je 56 vrsta i 14 rodova u slučajevima kada je determinacija vršena samo do roda (tab. 1). Već je

Tabela 1. Vrste riba čiji su larvalni stadiji nađeni na postaji Stončica, vrijeme njihove pojave u planktonu i brojčana zastupljenost izražena u postotcima

Table 1. Species of the larval fish stages found at the station Stončica, the time of their occurrence in plankton and global frequency

Species	Mjeseci — Months												Frekvencija % Frequency
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	×	×	×	×	×	×			×	×	×	×	45,46
<i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847								×					0,04
<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	29,66
<i>Gonostoma denudatum</i> Rafinesque, 1810										×	×	×	0,02
<i>Cyclothone braueri</i> Jespersen & Thanning, 1926	×									×	×	×	0,12
<i>Maurolicus muelleri</i> (Gmelin, 1789)	×				×				×	×	×	×	0,26
<i>Vinciguerria attenuata</i> (Cocco, 1838)		×											0,02
<i>Chautilodus sloani</i> Schneider, 1801		×				×							0,02
<i>Electrona rissoi</i> (Cocco, 1892)		×										×	0,04
<i>Myctophum</i> sp.		×											0,02
<i>Lestidiops jaykari pseudosphyaenoides</i> (Ege, 1918)											×	×	0,06
<i>Paralepis</i> sp.	×												0,02
<i>Muraena</i> sp. (<i>helenae</i>) Linnaeus, 1758								×					0,02
<i>Ophichthys</i> sp.									×				0,08
<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)		×		×					×		×	×	0,14
<i>Gadiculus argenteus argenteus</i> Guichenot, 1850		×		×							×	×	0,04
<i>Merlangius merlangius merlangius</i> Linnaeus, 1758		×		×									0,14
<i>Trisopterus minutus capelanus</i> (Lacepède, 1800)	×	×		×								×	0,24
<i>Phycis blennioides</i> (Brünnich, 1768)		×		×									0,06
<i>Gaidropsarus mediterraneus</i> (Linnaeus, 1758)	×	×		×									0,26
<i>Onos</i> sp.		×										×	0,04

Species	Mjeseci — Months												Frekvencija % Frequency
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Zeus faber</i> Linnaeus, 1758											×	×	0,04
<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758)						×	×						0,56
<i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758)				×	×	×	×	×	×	×			2,16
<i>Serranus scriba</i> (Linnaeus, 1758)					×	×	×	×	×	×			0,74
<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758)			×										0,04
<i>Cepola macrophthalmalma</i> (Linnaeus, 1758)					×	×	×	×	×	×	×		1,34
<i>Caranx dentex</i> (Schneider, 1801)												×	0,02
<i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810)							×						0,02
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)		×	×	×	×	×	×	×					1,44
<i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758							×						0,12
<i>Mullus sp.</i>							×						0,34
<i>Sparus pagrus</i> Linnaeus, 1758							×	×	×				0,38
<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)				×									0,32
<i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758)				×	×								0,22
<i>Oblada melanura</i> (Linnaeus, 1758)				×	×	×							0,02
<i>Pagellus bogaraveo</i> (Brünnich, 1768)		×	×	×	×								0,76
<i>Pagellus sp.</i>		×	×	×								×	0,78
<i>Sarpa salpa</i> (Linnaeus, 1758)						×							0,04
<i>Chromis chromis</i> (Linnaeus, 1758)							×						0,08
<i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758)				×	×	×	×	×	×			×	1,02
<i>Symphodus (Cremilabrus) ocellatus</i> (Forsskal 1665)												×	0,02

Nastavak

Species	Mjeseci — Months												Frekvencija % Frequency
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Symphodus (Crenilabrus) roissali</i> (Risso, 1810)													0,02
<i>Labrus</i> sp.					X	X			X				0,28
<i>Trachinus vipera</i> Cuv. & Val., 1829						X							0,02
<i>Trachinus</i> sp.					X								0,02
<i>Lepidopus caudatus</i> (Euphrasen, 1788)									X				0,02
<i>Scomber scombrus</i> (Linnaeus, 1758)		X											0,26
<i>Thunnus thynnus</i> (Linnaeus, 1758)							X		X				0,10
<i>Gobius</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,00
<i>Callionymus maculatus</i> Rafinesque, 1810	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0,72
<i>Callionymus pusillus</i> Delaroche, 1809			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0,02
<i>Callionymus</i> sp.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0,34
<i>Blennius</i> sp.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0,56
<i>Ophidion barbatum</i> Linnaeus, 1758								X					0,02
<i>Parophidion vassali</i> (Risso, 1810)					X	X	X	X	X	X	X	X	0,06
<i>Echiodon dentatus</i> (Cuvier, 1829)			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0,02
<i>Centrolophus niger</i> (Gmelin, 1789)									X	X	X	X	0,08
<i>Mugil</i> sp.									X	X	X	X	0,02
<i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758							X	X	X	X	X	X	0,18
<i>Trigla lucerna</i> Linnaeus, 1758							X	X	X	X	X	X	0,02
<i>Eutrigla gurnardus</i> (Linnaeus, 1758)				X									0,08

i iz ovoga vidljiv utjecaj stabilnijih ekoloških prilika na otvorenom moru, jer je tokom istog vremenskog perioda u priobalnom području nađena 41 vrsta i 11 rodova (Regner, 1980). Kao i u priobalnom području i ovdje su brojčano dominirali larvalni stadiji srdele (*Sardinia pilchardus* Walb.) i brgljuna (*Engraulis encrasicolus* L.) sa postotnim učešćem od 45.66%, odnosno 29.66%. Razlika između otvorenog mora i priobalnog područja je i u tome što je u priobalnom području bio apsolutno dominantan brgljun, te što su ove dvije vrste bile tamo nešto slabije zastupljene sa ukupnim učešćem od 38.54% (Regner, 1980). Osim srdele i brgljuna, sa učešćem od preko 1% bile su na otvorenom moru zastupljene još i vrste *Serranus hepatus*, *Cepola macrophthalma*, *Trachurus trachurus*, *Oblada melanura*, *Coris julis*, te rod *Gobius* (tab. 1). Ovih sedam vrsta i jedan rod čine 84.10% ukupnog broja nađenih larvalnih stadija riba.

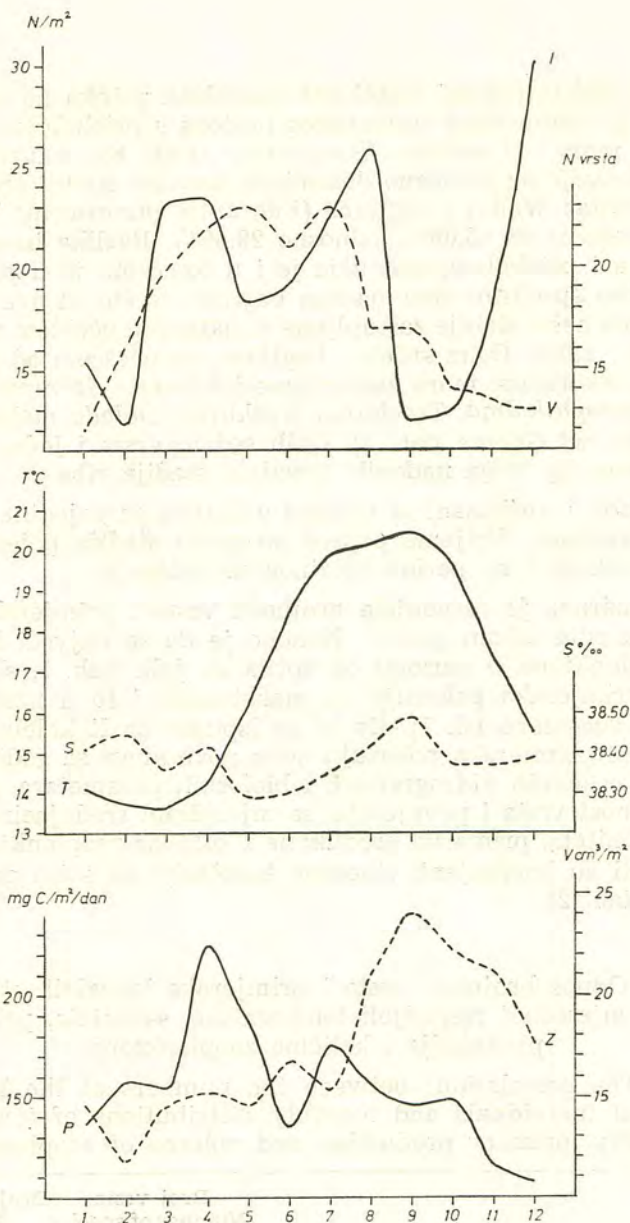
U tabeli 1. prikazani su mjeseci u kojima su pojedine vrste nađene u planktonu. Vrijeme pojave larvalnih stadija pojedine vrste donekle ukazuje i na period njezinog mriješćenja.

Analizirana je raspodjela brojnosti vrsta i primjeraka larvalnih stadija riba tokom godine. Nađeno je da se najveći broj vrsta javlja u planktonu u periodu od aprila do jula (tab. 1, sl. 1), a da brojnost primjeraka pokazuje tri maksimuma i to u martu-aprilu, augustu i decembru (sl. 1). Da bi se ispitalo da li kolebanja brojnosti vrsta i primjeraka pokazuju neku povezanost sa godišnjim kolebanjima osnovnih hidrografskih i bioloških parametara, uspoređena je brojnost vrsta i primjeraka sa mjesečnim srednjacima temperature, saliniteta, primarne produkcije i količine zooplanktona (sl. 1) i izračunati su koeficijenti linearne korelacije sa svim ovim parametrima (tab. 2).

Tabela 2. Odnos brojnosti vrsta i primjeraka larvalnih stadija riba prema mjesečnoj raspodjeli temperature, saliniteta, primarne produkcije i količine zooplanktona

Table 2. The correlations between the numbers of the larval fish species and individuals and monthly distributions of temperature, salinity, primary production and volume of zooplankton

	Broj vrsta Number of species		Broj primjeraka Number of individuals	
	r	P	r	P
Temperatura — Temperature	0.0314	ns	-0.1024	ns
Salinitet — Salinity	-0.4908	0.1	-0.2331	ns
Primarna produkcija — Primary production	-0.6368	0.5	0.0078	ns
Volumen zooplanktona — Zooplankton volume	-0.2671	ns	-0.1098	ns



Slika 1. Odnos brojnosti vrsta i primjeraka stadija riba prema mjesečnim srednjacima temperature, saliniteta, primarne produkcije i volumena zooplanktona (V = broj vrsta, I = broj primjeraka, T = temperatura, S = salinitet, P = primarna produkcija, Z = volumen zooplanktona)

Fig. 1. The relation between the numbers of species and individuals of the larval fish and variations of temperature, salinity, primary production and volume of zooplankton during the year (V = number of species, I = number of individuals, T = temperature, S = salinity, P = primary production, Z = volume of zooplankton)

Raspodjela brojnosti vrsta tokom godine pokazala je statistički signifikantnu pozitivnu korelaciju sa godišnjim hodom primarne produkcije i negativnu sa godišnjim hodom saliniteta. Prema temperaturi i količini zooplanktona raspodjela brojnosti vrsta nije pokazala značajnu povezanost (tab. 2). Dobra povezanost sa primarnom produkcijom može se tumačiti kao prilagođavanje najvećeg broja vrsta riba na razmnožavanje u periodu kada bi trebalo biti najviše hrane za njihove postlarve. Negativan odnos broja vrsta prema salinitetu i pozitivan prema primarnoj produkciji bio je nađen i u priobalnom području, ali je tamo nađena i statistički značajna pozitivna veza između broja vrsta i temperature te količine zooplanktona (Regner, 1980). Ova bi se razlika mogla tumačiti time što je na otvorenom moru nađen znatno veći broj vrsta nego u priobalnom području pa se može očekivati da veći broj njih ima različita prilagođavanja, naročito na temperaturu. Nadalje, i amplitude kolebnja hidrografskih faktora su na otvorenom moru, kako je to već bilo rečeno, manje nego u priobalnom području. Ipak, najveći broj vrsta je nađen, kao i u priobalnom području, u toplijem dijelu godine ali prije godišnjeg maksimuma temperature (sl. 1).

Brojnost primjeraka nije pokazala značajniju povezanost ni sa jednim od parametara sa kojima je bila uspoređena (sl. 1, tab. 2). U odnosu na priobalno područje razlika je velika, jer su tamo nađeni visoki i signifikantni pozitivni koeficijenti korelacije sa godišnjim hodom temperature i količine zooplanktona, pozitivan ali ne-signifikantan odnos prema primarnoj produkciji i negativan prema salinitetu (Regner, 1980). Na osnovi toga je bilo pretpostavljeno su pojava i brojnost larvalnih stadija najvećeg broja ribljih vrsta vezani sa hidrografsko-produkcionim uvjetima te da su rezultat prilagođavanja godišnjim promjenama u prvom redu trofičkih uvjeta sredine. Prema tome, rezultati dobijeni tokom istraživanja na otvorenom moru na prvi pogled pobijaju zaključke donesene na osnovi istraživanja priobalnog područja. Pokazalo se, međutim, da je ovoj razlici po svoj prilici uzrok znatno veća količina larvalnih stadija srdele na otvorenom moru nego u priobalnom području. Srdela je, naime, vrsta borealnog zoogeografskog porijekla koja se mrijesti u Jadranu zimi (tab. 1). Stoga maksimumi brojnosti primjeraka u martu-aprilu i u decembru (sl. 1) potječu upravo od larvalnih stadija srdele. Kada je izračunata korelacija između hidrografskih i bioloških parametara i mjesečnih srednjaka brojnosti larvalnih stadija riba od kojih su oduzeti larvalni stadiji srdele, dobijeni su slijedeći rezultati:

	r	P
Temperatura — Temperature $\overline{(\bar{X} 0 - 100 \text{ m})}$	0.4214	0.2
Temperatura — Temperature $\overline{(\bar{X} 0 - 20 \text{ m})}$	0.6249	0.05
Salinitet — Salinity $\overline{(\bar{X} 0 - 100 \text{ m})}$	-0.2621	ns

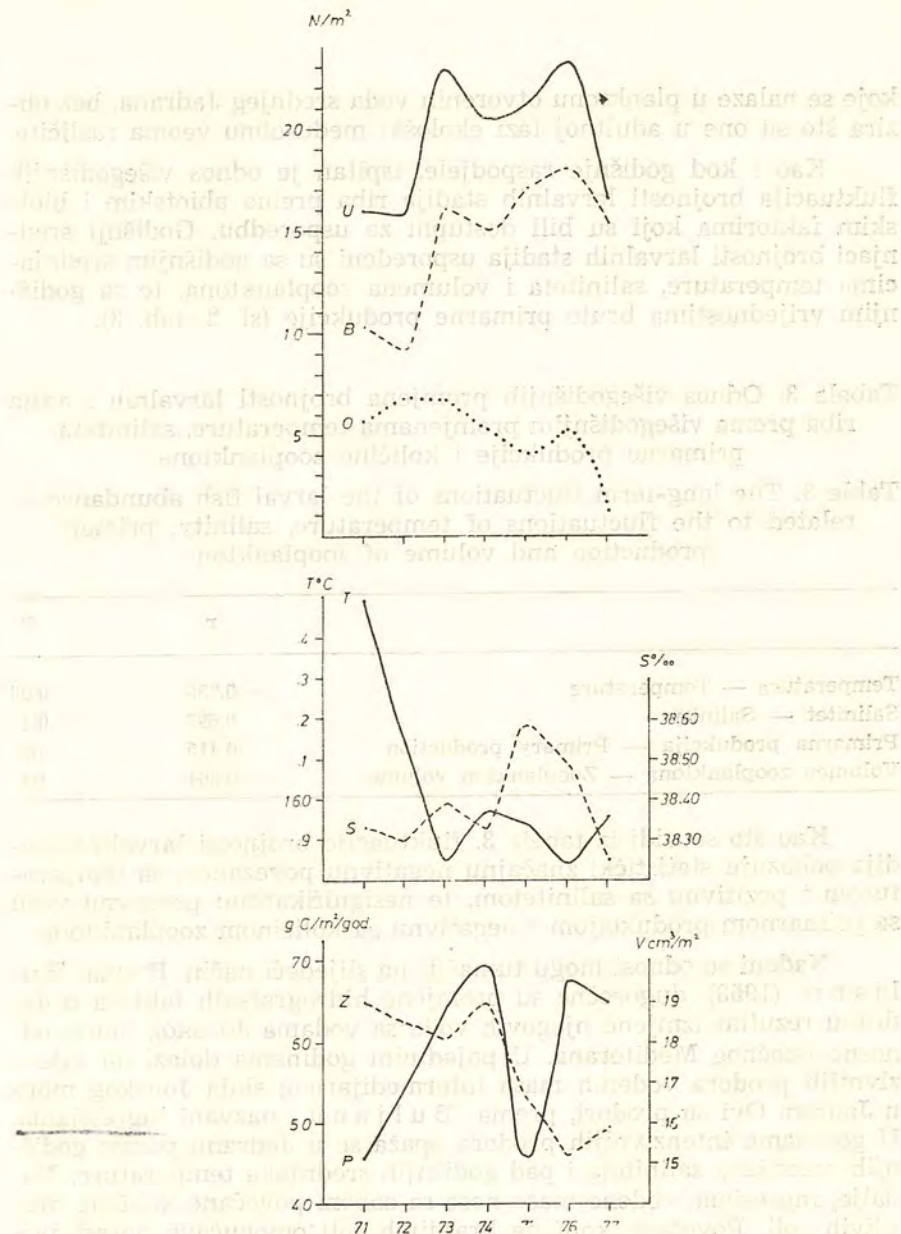
Primarna produkcija — Primary production	0.4369	0.2
Volumen zooplanktona — Zooplankton volume	0.0372	ns

Kao što se vidi, sada su dobijeni znatno viši pozitivni koeficijenti korelacije sa temperaturom. Sličan je odnos, kako je već izneseno, nađen i u priobalnom području. Prema tome i na otvorenom moru brojnost larvalnih primjeraka najvećeg broja vrsta prati godišnji hod temperature. Pri tome se, ako se izuzmu larvalni stadiji srdele, najveći broj vrsta i primjeraka javlja u toplijem dijelu godine, budući da je najveći broj vrsta jadranskih riba atlantsko-mediteranskog i cirkumtropskog zoogeografskog porijekla.

Nadalje, vidi se da je znatno veći i signifikantniji koeficijent korelacije dobijen između brojnosti larvalnih stadija riba i mjesečnih srednjaka temperature za sloj od 0 do 20 m dubine, nego za čitav stupac od 0 do 100 m. Ovo bi moglo ukazivati na vertikalnu raspodjelu planktonskih stadija, jer su ranija ispitivanja pokazala da na istraživanom području ispod 25 m dubine više gotovo i nema larvi i postlarvi riba (Regner, 1972).

Pokazalo se međutim, da je između brojnosti larvalnih stadija riba i primarne produkcije dobijen relativno visok koeficijent korelacije, koji je statistički najznačajniji od svih uspoređenih parametara. Već je i kod studija planktonskih stadija pojedinih vrsta na istraživanom području, kao na primjer kod brgljuna, utvrđeno da na njihovo preživljavanje u znatnijoj mjeri utječe trofička osnova (količina fito i zooplanktona) nego fizičko-kemijski uvjeti sredine (Regner, 1979). Stoga je za očekivati sličan odnos i za najveći broj ostalih vrsta. Pri tome primarna produkcija i količina zooplanktona (sa kojom u ovom slučaju nije ni nađena značajna povezanost) vjerovatno djeluju indikatorno, preko povećanog intenziteta razmnožavanja zooplanktona. To se može zaključiti iz toga što su ispitivanja ishrane postlarvi brgljuna (*Engraulis encrasicolus*), vučica (*Serranus hepatus*) i maćinca (*Cepola macrophthalma*), dakle vrsta koje su brojčano dobro zastupljene na istraživanom području (tab. 1), pokazala da se one hrane razvojnim stadijima zooplanktona, u prvom redu kopepoda (Duka, 1963; Regner, 1971. i 1977). Jedino je kod postlarvi srdele nađeno da se uz mikrozooplankton hrane u većoj mjeri i fitoplanktonom (Karlovac, 1967).

Osim raspodjele brojnosti vrsta i primjeraka tokom godine, analizirane su i višegodišnje fluktuacije brojnosti larvalnih stadija na postaji Stončica. Kao prvo, utvrđeno je da larvalni stadiji srdele i brgljuna pokazuju iste fluktuacije brojnosti, te da slične fluktuacije pokazuju i brojnost larvalnih stadija ostalih vrsta uzetih zajedno (sl. 2). Ovo bi ukazivalo na to da uzroci koji djeluju na fluktuacije brojnosti larvalnih stadija srdele i brgljuna kao dominantnih vrsta, djeluju na sličan način i na fluktuacije larvalnih stadija ostalih vrsta



Slika 2. Odnos fluktuacija brojnosti larvalnih stadija riba prema fluktuacijama temperature, saliniteta, primarne produkcije i volumena zooplanktona (U = ukupan broj primjeraka, B = brojnost srdele i brgljuna, O = brojnost ostalih vrsta, T = temperatura, S = salinitet, P = primarna produkcija, Z = volumen zooplanktona)

Fig. 2. Fluctuations of the larval fish abundance as related to the fluctuations of temperature, salinity, primary production and volume of zooplankton (U = total number of individuals, B = number of sardine and anchovy, O = number of other species, T = temperature, S = salinity, P = primary production, Z = volume of zooplankton)

koje se nalaze u planktonu otvorenih voda srednjeg Jadrana, bez obzira što su one u adultnoj fazi ekološki međusobno veoma različite.

Kao i kod godišnje raspodjele, ispitan je odnos višegodišnjih fluktuacija brojnosti larvalnih stadija riba prema abiotским i biotским faktorima koji su bili dostupni za usporedbu. Godišnji srednjaci brojnosti larvalnih stadija uspoređeni su sa godišnjim srednjacima temperature, saliniteta i volumena zooplanktona, te sa godišnjim vrijednostima bruto primarne produkcije (sl. 2, tab. 3).

Tabela 3. Odnos višegodišnjih promjena brojnosti larvalnih stadija riba prema višegodišnjim promjenama temperature, saliniteta, primarne produkcije i količine zooplanktona

Table 3. The long-term fluctuations of the larval fish abundance as related to the fluctuations of temperature, salinity, primary production and volume of zooplankton

	r	P
Temperatura — Temperature	-0.755	0.05
Salinitet — Salinity	0.697	0.1
Primarna produkcija — Primary production	0.415	ns
Volumen zooplanktona — Zooplankton volume	-0.364	ns

Kao što se vidi iz tabele 3, fluktuacije brojnosti larvalnih stadija pokazuju statistički značajnu negativnu povezanost sa temperaturom i pozitivnu sa salinitetom, te nesignifikantnu pozitivnu vezu sa primarnom produkcijom i negativnu sa količinom zooplanktona

Nađeni se odnosi mogu tumačiti na slijedeći način. Prema Buljanu (1953), dugoročne su promjene hidrografskih faktora u Jadranskom moru rezultat izmjene njegovih voda sa vodama Jonskog mora, odnosno istočnog Mediterana. U pojedinim godinama dolazi do intenzivnijih prodora vodenih masa intermedijarnog sloja Jonskog mora u Jadran. Ovi su prodori, prema Buljanu, nazvani ingresijama. U godinama intenzivnijih prodora opaža se u Jadranskom moru porast godišnjih srednjaka saliniteta i pad godišnjih srednjaka temperature. Nadalje, ingresione vodene mase nose sa sobom povećane količine hranjivih soli. Povećane količine hranjivih soli omogućava porast primarne proizvodnje fitoplanktona, a preko nje i povećanu produkciju zooplanktona, koja izaziva povećanu produkciju ribe, što na kraju rezultira povećanim ulovima (Vučetić & Pucher-Petković, 1969; Pucher-Petković, Zore-Armanda i Kačić, 1971; Karlovac, Pucher-Petković, Vučetić i Zore-Armanda, 1974). Pokazalo se da ove promjene imaju

velikog utjecaja na intenzitet reprodukcije i preživljavanje planktonskih stadija nekih vrsta riba. Nađeno je, na primjer, da se proizvodnja jaja brgljuna, brojnost i koeficijenti smrtnosti njegovih larvi i postlarvi veoma dobro podudaraju sa promjenama saliniteta, temperature i primarne produkcije u srednjem Jadranu (Regner, 1979), te da sve ove promjene pokazuju osnovni period oscilacija od oko tri godine. Slični se periodi mogu vidjeti kod gotovo svih parametara prikazanih na slici 2.

Prema svemu iznesenom, vidi se da se nađeni negativni odnos fluktuacije brojnosti larvalnih stadija riba prema temperaturi, te pozitivni odnos prema salinitetu i, vjerovatno, primarnoj produkciji veoma dobro uklapa u ono što je do sada poznato o uzrocima fluktuacija organske proizvodnje u Jadranu. Iako je analiziran veoma kratak vremenski period od svega sedam godina, moglo bi se zaključiti da su, po svoj prilici, fluktuacije brojnosti larvalnih stadija svih vrsta riba koje prolaze kroz planktonsku fazu posljedica navedenih periodičnih promjena hidrografsko-produkcionih uvjeta u Jadranu. Najvjerovatnije je da je to posljedica više ili manje intenzivnog razmnožavanja zooplanktona, budući da su njegovi razvojni stadiji glavna hrana ribljih postlarvi. Povećanje količine raspoložive hrane smanjuje intra i interspecifičnu kompetenciju kod postlarvi, omogućava brži rast, a time i njihovo bolje preživljavanje.

Na kraju su još uspoređeni rezultati ispitivanja fluktuacija brojnosti larvalnih stadija riba na otvorenom moru sa fluktuacijama u priobalnom području. Dok je na otvorenom moru nađeno dobro podudaranje, fluktuacije brojnosti larvalnih stadija u priobalnom području nisu pratile promjene temperature i saliniteta iako su ove tamo imale tok potpuno sličan onome na otvorenom moru (Regner, 1980). Kako je tokom ranijih istraživanja nađeno da su fluktuacije ukupnog broja larvalnih stadija riba slijedile promjene saliniteta i temperature u periodu od 1959. do 1969. godine (Vučetić, 1971) i u priobalnom području, kontinuirani pad njihove brojnosti od 1971. prema 1977. godini pripisan je sve većem zagađenju priobalnog područja u zadnjoj deceniji (Regner, 1980). Budući da je u ovom radu pokazano da se fluktuacije na otvorenom moru poklapaju sa fluktuacijama hidrografskih faktora, moglo bi se zaključiti da se na otvorenom moru, barem što se tiče larvalnih stadija riba, utjecaj zagađenja još ne primjećuje.

ZAKLJUČCI

1. U planktonu otvorenog mora srednjeg Jadrana identificirano je, tokom sedmogodišnjeg perioda istraživanja, 56 vrsta larvi i postlarvi riba. Nađeno je i 14 rodova u slučajevima kada je determinacija vršena samo do roda. Ukupni broj vrsta i rodova je za oko 25%

veći od broja vrsta i rodova nađenih u priobalnom području tokom istog perioda istraživanja.

2. Brojčano su apsolutno bile dominantne larve i postlarve sredele (45.66% od ukupnog broja nađenih primjeraka), a za njima slijede larve i postlarve brgljuna (29.66%).

3. Najveći broj vrsta riba nađen je u planktonu u toplijem dijelu godine, od aprila do jula, dok brojnost primjeraka pokazuje tri maksimuma i to u martu-aprilu, augustu i decembru.

4. Raspodjela broja vrsta tokom godine pokazala je najbolju povezanost sa godišnjim promjenama primarne produkcije. Na osnovi ovoga bi se moglo zaključiti da su periodi razmnožavanja gotovo svih vrsta riba čiji su larvalni stadiji nalaženi u planktonu rezultat prilagođavanja sezonskim kolebanjima intenziteta organske proizvodnje na istraživanom području. Raspodjela brojnosti primjeraka pokazala je najbolju pozitivnu povezanost sa godišnjim promjenama temperature, što je i za očekivati jer se, s obzirom na zoogeografsko porijeklo, najveći broj riba u Jadranu mrijesti u toplijem dijelu godine.

5. Analiza višegodišnjih promjena brojnosti je pokazala da larvalni stadiji sredele, brgljuna i svih ostalih vrsta sinhrono fluktuiraju sa osnovnim periodom oscilacije od oko tri godine. Prema višegodišnjim promjenama temperature mora ove fluktuacije pokazuju negativnu, a prema promjenama saliniteta pozitivnu statistički signifikantnu korelaciju. Nađena je i pozitivna, ali nesignifikantna korelacija sa godišnjim vrijednostima bruto primarne produkcije. Ovo bi ukazivalo da na brojnost i preživljavanje planktonskih stadija vjerovatno najvećeg broja nađenih vrsta riba, iako su u adultnoj fazi one ekološki međusobno različite, periodične promjene sredine u Jadranu djeluju na isti način.

LITERATURA

- Buljan, M. 1953. Fluctuations of salinity in the Adriatic. Izvješća — Reports, 2 (2): 64p.
- Buljan, M. and M. Zore - Armanda, 1979. Hydrographic properties of the Adriatic sea in the period from 1965 through 1970. Acta Adriat., 20 (20): 368p.
- Duka, L. A. 1963. Pitanje ličinok hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.) v Adria-tičeskom more. Tr. Sev. Biol. St., 16: 299-305.
- Graeffe, E. 1888. 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.
- Karlovac, J. 1953. Sternoptychidae, Stomiatiidae and Scopelidae in the Adriatic sea. Izvešća — Reports, 5 (2B): 44p.

- Karlovac, J. 1967. Etude de l'écologie de la sardine, *Sardina pilchardus* Walb., dans la phase planctonique de sa vie en Adriatique moyenne. Acta Adriat., 13 (2): 112p.
- Karlovac, J., T. Pucher - Petković, T. Vučetić i M. Zore - Armanda, 1974. Procjena bioloških resursa Jadrana na osnovi planktona. Acta Adriat., 16 (9): 157-184.
- Pucher - Petković, T., M. Zore - Armanda and I. Kačić, 1971. Primary and secondary production of the Middle Adriatic in relation to climatic factors. Thalassia Jugosl., 7 (1): 301-311.
- Regner, S. 1971. Prilog poznavanju ishrane postlarva brgljuna, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) u srednjem Jadranu. Ekologija, 6 (1): 157-164.
- Regner, S. 1972. Contribution to the study of the ecology of the planktonic phase in the life history of the anchovy in the central Adriatic. Acta Adriat., 14 (9): 40p.
- Regner, S. 1976. On the early stages of Fishes in the Central Adriatic in 1973. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 23 (8): 63-65.
- Regner, S. 1977. On the feeding of *Serranus hepatus* (L.) and *Cepola macrophthalmia* (L.) postlarvae in the Central Adriatic. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 24 (5): 87-89.
- Regner, S. 1979. Ekologija planktonskih stadija brgljuna, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), u srednjem Jadranu. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu: 186p.
- Regner, S. 1980. The larval stages of fish in the Kaštela Bay. Acta Adriat., 21 (2): 123-136.
- Steuer, A. 1910. Planktonkunde. Leipzig: 723p.
- Stiasny, G. 1910. Beobachtungen über die marine Faune des Triester Golfes in Jahre 1909. Zool. Anz., 35: 583-587.

INVESTIGATIONS OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPOSITION OF THE LARVAL FISH STAGES IN THE PLANKTON AT THE HIGH SEA OF THE CENTRAL ADRIATIC

Slobodan REGNER

S u m m a r y

The investigations of the qualitative and quantitative composition of larval fish stages were carried out from January of 1971 through December of 1977 at the station which lies 4 Nm southeasterly from the island of Vis (43°00'N 16°20'E). A total of 56 species of larval fish stages were found in the period of seven years together with 14 genera in cases when the identification could be done only up to the genus (Table 1). The larval stages of sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) and anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) were found to be numerically dominant, making 45.46% and 29.66% respectively of the total number of individuals.

The largest number of species was found in the plankton during the warmer part of the year, while the number of individuals showed three maxima, in March-April, August and December (Fig. 1).

The analysis of long-term fluctuations showed the synchronous changes of abundance of sardine, anchovy and all the other larval fish, with the basic period of oscillations of about three years (Fig. 2). Their fluctuations were found to be in negative correlation with the fluctuations of sea water temperature and in positive with that of salinity (Table 2). Positive, although insignificant correlation was found with the primary production too. This suggests that periodical changes of environment in the Adriatic affect the abundance of various species of larval fish in the same way.