

O NEKIM ZNAČAJNIM FAKTORIMA HORIZONTALNOG RASPROSTRANJENJA ZOOPLANKTONA U JADRANU

SUR QUELQUES FACTEURS IMPORTANTS DE LA REPARTITION HORIZONTALE DU ZOOPLANCTON ADRIATIQUE

Janez Hoenigman*

Zavod za podvodna raziskovanja SR Slovenije, Ljubljana

UVOD

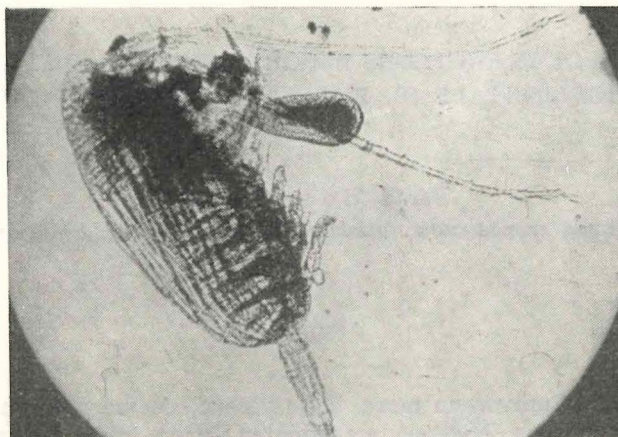
Jadran je poluotvoreno more, bolje rečeno, veoma izdužen zaliv istočno-mediteranskog bazena. Njegova maksimalna širina iznosi jedva jednu četvrtinu njegove dužine (200/810 km). U geografskom pogledu nalazi se između 40. i 46. sjeverne paralele, što je od posebnog značaja s obzirom na dvije činjenice: upravo u njegovom sjevernom dijelu normalno slana mediteranska voda dopire najviše prema sjeveru, dok u njegovom južnom dijelu široko komunicira u Otrantskim vratima (70 km) s vodom istočnog Mediterana, koji dopire prema jugu gotovo do 30° N, a karakteriziraju ga značajne dubine.

U topografskom pogledu, Jadran je većim dijelom plitko more. Međutim, upravo postojanje opsežne južnojadranske kotline, sa tipičnom dubinskom planktonskom faunom, od znatnog je utjecaja na faunistički sastav planktona srednjeg, pa i sjevernog Jadrana.

Recentna fauna Mediterana sastavljena je većim dijelom od elemenata tropsko-suptropske oblasti, dok je drugi, manji dio porijeklom borealnog karaktera. Takav sastav je rezultat značajnih promjena klimatskih faktora u kvartaru, a odlučujuću ulogu je u tom pogledu imao posljednji, tj. postglacijalni period. Zna se da u istočnom Mediteranu vladaju drugačije prilike nego što postoje u zapadnom, ali se ponekada spominje da Jadran u faunističnom pogledu odgovara zapadnom Mediteranu, ne istočnom, kojega je u stvari dio. Također je sve do unazad nekih 35 godina prevladavalo mišljenje o izoliranom životu Mediterana, jer se Gibraltarskom tjesnacu nije priznavalo neki značajniji utjecaj u pogledu izmjene voda s jedne i druge njegove strane. Pravu prekretnicu u tom mišljenju učinili su rezultati danske ekspedicije »Thor«, a također planktološka istraživanja Alžirskog zaliva, koja je sistematski vršio M. Rose, a u svojim radovima (1930, 1932) naglašavao upravo znatan uticaj.

atlantske vode i planktona na prilike u istraživanom području. Na osnovu ispitivanja »Thor-a« izrađena je prva karta morskih struja u Mediteranu (Schmidt, 1913, str. 328), u kojoj su ucrtane također ulazne i izlazne struje Jadrana.

Iako je zapadni Mediteran relativno često istraživani, a to isto važi i za Jadran, mnogo prostraniji istočni bazen doživio je samo nekoliko većih istraživačkih pothvata (Pola, Thor, Dana, Vema). Međutim, već prvi rezultati sa tog



Sl. 1. *Ellobiopsis elongata* Steuer (*Ellobiopsidae*), parazit kopepoda *Ctenocalanus vanus* Giesbrecht; pričvršćen je na maksilipedu.

— Attaché sur le maxillipède.

područja, a i dalji, dokazuju da su neki suptropski elementi neuporedivo bolje zastupljeni u istočnom bazenu nego u zapadnom.

Kako su faunistička ispitivanja u nekoliko područja u zapadnom Mediteranu vršena posebno intenzivno već pola vijeka, pa bi bilo teško naći i jednu malu životinjsku skupinu, koja nije postala objekt istraživanja, bit će interesantno uporediti neke od naših recentnih nalaza u Jadranu sa onima iz istočnog Atlantika (brojna istraživanja) te zapadnog Mediterana (istočni u tom pogledu nije ispitivan).

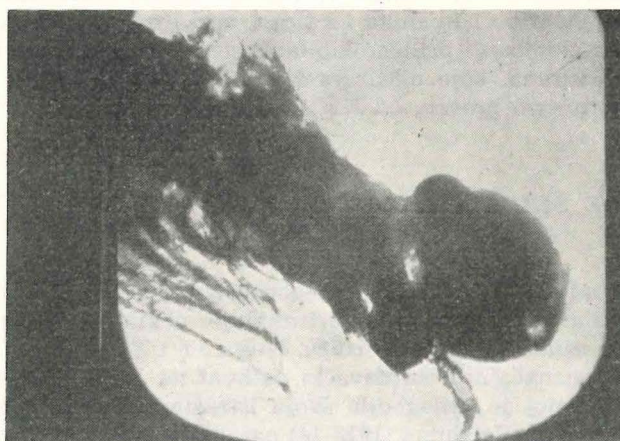
	E-Atlantik	W-Mediteran	Jadran
<i>Ellobiopsis elongata</i> Steuer	1	0	100 (ca.)
<i>Aspidophryxus frontalis</i> Bonnier	20 (ca.)	0	8
<i>Prodajus lobiancoi</i> Bonnier	100 „	1	100 „

Spomenute vrste su sve parazitske, a njihovi domaćini imaju široko rasprostranjenje u spomenutim područjima i često su bili objekti istraživanja.

Kako je nedavno objavljen značajni monografski prikaz pelagijskih amfipoda iz obitelji *Oxycephalidae*, na osnovu do sada najobilatijeg materijala,

sakupljenog iz svih oceana i mnogih mora od ekspedicije »Dana« (F age, 1960), te također značajni rezultati u vezi jedne mizidne vrste tropsko-suptropske oblasti, sa područja Mediterana, *Siriella thompsoni* (Milne-Edwardsi), na osnovu materijala ekspedicije »Vema«, moći ćemo učiniti jedno upoređivanje triju vrsta, koje naseljavaju tropsku-suptropsku oblast, otprilike između 40° S i 40° N, ovog puta i za E-Mediteran odvojeno.

	Izvan			
	Mediterana	W	E-Medit.	Jadran
<i>Siriella thompsoni</i> (H. — Edw.)	2.000 (ca.)	3	1.566	115
<i>Calamorrhynchus pellucidus</i> Streets	1.600	1 (4?)	140	31
<i>Rhabdosoma brevicaudatum</i> Stebbing	242	2	600	10



Sl. 2. *Aspidophryxys frontalis* Bonnier (Isopoda Epicarida), parazit mizida *Siriella norvegica* G. O. Sars: prikazan samo prednji dio tijela domaćina; parazit (♀) je loptastog oblika, a pričvršćen ispod rostruma domaćina; na krajnjem gornjem rubu parazita - ženke vidljiv je mnogo manji mužjak, izduženog oblika, koji se nalazi u stalnoj kopuli sa ženkom, te ujedno na njoj parazitira.

— Seule la partie antérieure de l'hôte est visible; le parasite (♀) est de forme arrondie, attaché sous le rostre de l'hôte; au bord extrême supérieure est visible le mâle beaucoup plus petit, de forme allongée, en couple permanent avec la femelle qui la parasite.

Treba napomenuti da je broj postaja u istočnom Mediteranu neznan u uspoređenju s ostalima iz spomenutih područja, i što još očitije dokazuje, kako podjela Mediterana nije samo geografskog karaktera, nego je ona i u biološkom pogledu dobro došla.

Iz gornjega se vidi da je Jadran, koji se nalazi na istoj geografskoj širini kao što i sjeverna polovina zapadnog Mediterana, osim svog ovećeg sjevernog dijela, koji dopire još dalje, bolje zastupljen nekim izrazitijim toplovođenim formama od zapadnog Mediterana, koji dopire na jug sve do 35° N, te da se

u njem još osjeća uticaj relativnog bogatstva u tom pogledu, utvrđenog u susjednom području tj. u E-Mediteranu.

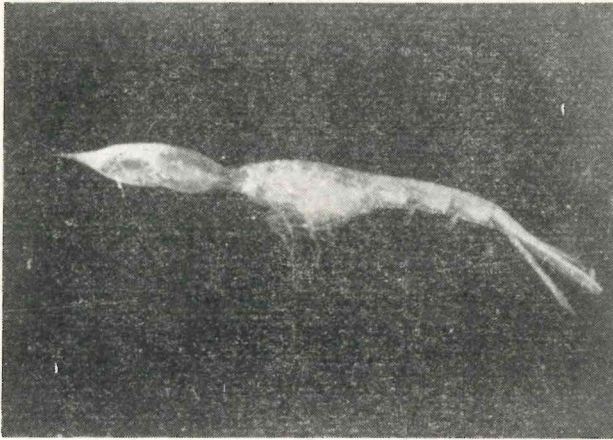
I u kvantitativnom pogledu pokazuje jadranski zooplankton u području ovećeg dijela šelfa (između izobata od nekih 50 i 200 m, pa i nešto dublje) jednu svoju specifičnu osobinu, koja se ne spominje u ostalim morima (Indijski ocean, umjereno topli E-Atlantik, W-Mediteran), gdje također živi kopepod *Euchaeta hebes* Giesbrecht. U 6 lovina od ukupno 10 (ringtrawl od stramina, potezi od 66—0 m), u toku 1952-53. god. izvršenim kod o. Mljeta, utvrđeno je da je volumski dio ovog kopepoda veći od volumskog dijela svih ostalih kopepodnih račića zajedno, a u jednoj planktonskoj lovini eksp. »Hvar« (P. 69, august), sačinjava volumski dio od oko 90% čitave lovine. U tom pogledu ništa još nije poznato za istočni Mediteran.

Prilična izduženost, opsežan šelf okružen sa tri strane od kopna, plitko dno u čitavom njegovom otvorenom sjevernom dijelu, nešto niži salinitet zbog oborina u predjelu Alpa i Apenina i s tim u vezi i relativno brzo zahlađivanje sjevernog dijela, poseban i prilično labilan sistem strujanja, sve to su značajne karakteristike Jadrana, koje diktiraju životne uslove njegovim stanovnicima, ovog puta u obrnutom pravcu, od NW prema SE.

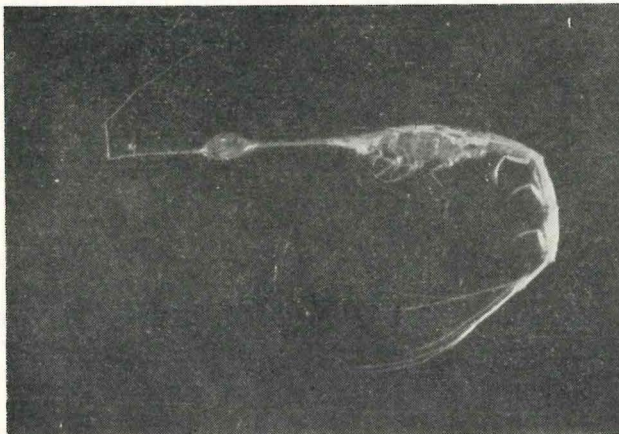
ZNAČAJNE SEZONSKE PROMJENE HIDROGRAFSKIH PRILIKA U JADRANU

Već stari istraživači Jadrana i njegovog živog svijeta brižljivo su pratili utjecaj abiotskih faktora na rasprostranjenje nekih zooplanktonskih vrsta i rodova. Među njima posebno se ističu Steuer i Früchtl. Izvršno planirani i izvršeni najznačajniji istraživački pothvat na Jadranu, ekspedicija »Najade« (1911-14), kojoj je prilagodila svoja istraživanja i talijanska »Ciclope«, dok se hrvatska »Vila Velebita« (1913-14) ograničila na otočno područje Hrvatskog primorja, donosila je sa svakog terminskog putovanja vrijedan naučni materijal, koji je u preliminarnom obliku u veoma kratkom roku i objavljivan, dok su konačni rezultati (osim *Copepoda* i *Decapoda*) izostali zbog I svjetskog rata. Veoma značajni su podaci VII putovanja (Steuer, 1913, str. 568, 570) kojima je autor dodao svoje tumačenje o značajnim promjenama horizontalnog rasprostranjenja nekih rodova u raznim sezonama, a koje su najbolje vidljive upravo u sjevernom Jadranu. Autor navodi da se oblici visokog mora približavanjem ljeta povlače sve više prema jugu, te da neritičke forme, proširivanjem obalne vode (u vrijeme hladnih sezona istisnute vodom koja je došla sa juga), dobivaju na terenu. On dokazuje svoju tvrdnju isohalinama.

Mišljenja o povremenom naseljavanju planktonata otvorena mora u obalnom području sjevernog Jadrana, odnosno u istočnom području Kvarnera, nađemo također u izvještajima ekspedicije »Vila Velebita« (Car i Hadži, 1914 a, b), koji upotrebljavaju za te oblike naziv »kolonisti«. Među ostalima posebno se ističu u tom pogledu radovi Früchtl-a, u kojima ima osim direktnih zapažanja na proučavanom materijalu terminskih putovanja brodom »R. Virchow« i nekih značajnih mišljenja.



Sl. 3. *Calamorrhynchus pellucidus* Streets (*Amphipoda Hyperiidea*), ♀



Sl. 4. *Rhabdosoma brevicaudatum* Stebbing (*Amphipoda Hyperiidea*), ♀

Tako taj autor navodi da kopepoditski stadiji *Euchaeta sp.* *Calanus minor* i *tenuicornis* (toplovodne forme) češće nadolaze površinskim strujama u Kvarner i Tršćanski zaliv, ali to ne smije dovesti do krivih zaključaka, da su i njihovi odrasli oblici isto tako rasprostranjeni. Interesantno je, dalje, autorovo tumačenje nekih zakržljalih oblika, prema kojem vrste toploga mora, dolazeći horizontalnim strujama u hladnije vode sjevernog Jadrana, djelomično propadaju (stenohalini knefoplanktoni), a djelomično sazrijevaju (eurihalini feoplanktoni) i održavaju se kroz nekoliko generacija.

Dok Steuer objašnjava promjene u horizontalnom rasprostranjenju nekih planktonata u raznim sezonama s pomoću izohalina, Früchtl povezuje svoja zapažanja sa niskim temperaturama vode sjevernog Jadrana u hladnim mjesecima, a oba autora gledaju na tretirani problem kroz dinamiku morskih struja.

Najznačajnije fluktuacije u pogledu saliniteta i temperature dešavaju se upravo u području sjevernog Jadrana, te uz zapadnu obalu do Gargana. Ljeti izohalina od 37‰ gotovo ne dopire u sjeverni Jadran. Zaslantjenje, do kojega dolazi nastupanjem hladnih mjeseci i s tim u vezi pojačanim strujama s juga, vidljivo je međutim još sve do kraja proljeća, kada se polovina tog područja nalazi unutar 37‰ S. Ljeti djelomično i u jesen, većina područja nalazi se izvan izohaline od 35‰. Period smanjivanja saliniteta je dakle prilično dugačak.

Prije pola vijeka bilo je veoma malo poznato o geografskom rasprostranjenju morskih organizama. Danas se zna da planktoni, kojih se prisutnost u sjevernom Jadranu Steuer-u podudarala sa izohalinom od 37‰, žive i u Indijskom oceanu, salinitet kojega je 35'5‰. Mediteranska fauna porijeklom je atlantska (37‰), pa se adaptirala na visoki salinitet.

Fluktuacije saliniteta u Jadranu ne pokazuju u svakoj godini istu sliku. Jača zaslantjenja u izvjesnim godinama pod uticajem su voda iz Mediterana i nazvana ingresijama (Buljan, 1953).

Neuporedivo značajniji faktor, koji djeluje na rasprostranjenje planktona, je temperatura. I u tom pogledu najznačajnije promjene dešavaju se u sjevernom Jadranu, ali također i u obalnim područjima, kanalima, zalivima, gdje god nema na domaku znatnih dubina. U sjevernom Jadranu temperatura mora može da varira i do 20° C, u plićim područjima i više. Takve promjene su često kobne po život i za neke vrste riba, koje su poznate kao euritermne. Ako se uzme u obzir nadiranje toplovodnih planktonata strujama u sjeverni Jadran, koje izgledaju najdinamičnije upravo u periodu hladnih mjeseci, onda je mišljenje Früchtla o propadanju nekih toplovodnih kopepoda veoma vjerovatno.

Kako je upravo temperaturni faktor od znatnog uticaja na rasprostranjenje planktona, vidi se također iz dvaju značajnih radova Hura (1955, 1961), o izučavanju vertikalne raspodjele odnosno dnevnim migracijama zooplanktona. Mnogi toplovodni oblici zadržavaju se ljeti ispod termokline, a nastupom homotermije znatno bliže površine. U tom periodu su stoga i dnevne migracije znatno manje izražene.

Za zimski period homotermije u Jadranu 1911. god. izrađena je karta, koja pokazuje interesantne izoterme (Marini, 1913, str. 149). Sjeverni Ja-

dran pokazuje gotovo čitav nižu temperaturu od 9° C, a najsjeverniji njegov dio, nekako u visini Rovinja, nižu od 7° C. Jedva do Jabuke dopire omanjim dijelom izoterma od 12° C.

Ljeti, temperatura površinskih slojeva iznosi do 26° C, što znači da godišnja razlika za otvorene vode južnog, a i za dio srednjeg Jadrana bude otprilike od 13—16° C. U slojevima od 50 m do 100 m te razlike su mnogo manje, počev od 100 m prema dnu pa minimalne iznad ovećih dubina. Tako planktoni, za koje je karakteristična izvjesna, više ili manje izražena stenotermija, biraju za termične stratifikacije nešto dublje slojeve, specifično za pojedine vrste. Pri tome igra značajnu ulogu i faktor svjetlosti (dnevne migracije). Sposobnost kretanja planktonata je s obzirom na pojedinačne skupine veoma različna, ali je kod većih oblika općenito veća. Oni je maksimalno koriste prilikom biranja ugodnije sredine i s obzirom na određene faktore (temperatura, svjetlost). Relativno malo vrsta (larvalni i postlarvalni stadiji nekih riba) koriste sposobnost aktivnog kretanja i u horizontalnom pravcu, orijentacijom na izvjesne razlike u salinitetu.

Plankton je dakle potpuno zavisn od struja. Stoga je njegovo horizontalno rasprostranjenje potrebno promatrati kroz taj faktor, te uglavnom još kroz temperaturni režim. Kod nekih dubinskih vrsta, pogotovo onih, koje se mriješte u dubinama od oko 500 m, i još dublje, gdje vlada stalna temperatura, moguće je da je njihov biološki ciklus vezan i za potpunu odsutnost dnevnog svjetla (npr. *Sagitta lyra*, *hexaptera*, *decipiens*). Stoga prisutnost takvih vrsta u područjima sa svega oko 100 m dubine nije moguće drukčije objasniti, nego strujama.

Režim struja u Jadranu je veoma složen zbog njegove topografije, vjetrova sa kopna, razlike u salinitetu itd., ali se općenito smatra da djeluju uz njegovu istočnu obalu prema sjeveru tzv. ascendentne struje, kao produžetak ulaznih struja kroz Otrantska vrata, te descendentne struje uz zapadnu obalu, koje poluotok Gargano usmjerava u pravcu otvorena mora južnog Jadrana, ali se niže opet nastavljaju i izlaze kroz Otrant. Taj režim doživljava osobito uz istočnu obalu znatne otklone zbog inzularnih prepreka, vjetrova itd. Također u vertikalnom pravcu njihova snaga je različita. Prilikom rada na moru, rad planktonskom mrežom lijepo dokazuje pravac i relativnu jačinu struja. Jednom je zapažen preokret u pravcu površinske struje, koja se mogla promatrati zbog prisutnosti brojnih velikih ktenofora (*Eucharis multicornis*) ispod o. Šolte (26. VIII 1955, H o e n i g m a n, 1958), koji je nakon kratkog vremena iznosio oko 180°. Jedan drugi »zookorent« zapažen je u Kaštelanskom zalivu u maju 1952, sastavljen od 4 vrste velikih ktenofora i naše najveće hidromeđuze *Aequorea forskalea*, koji je dokazivao prodor vode otvorena mora, nakon jake višednevne bure. Te pojave međutim nisu rijetke, iako su rijetko zabilježene.

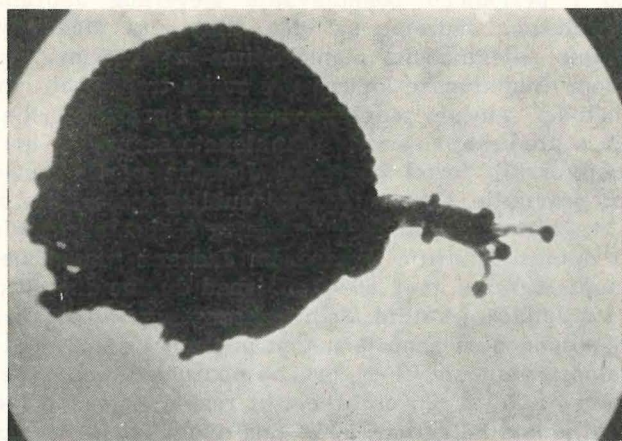
Struje se mogu mjeriti direktnim načinom. S obzirom na postojanje južnojadranske kotline, sa dubinskom planktonskom faunom, postoji međutim mogućnost da ih se dokazuje u pravcu sjevera, u istočnom srednjem Jadranu, pa i dalje, prisutnošću u planktonskim lovinama izvjesnih planktonskih elemenata, tako dubinskih, kao što i onih, vezanih izrazito za visoko more. Naša sl. 5. prikazuje rasprostranjenje u Jadranu dviju vrsta pelagijskih amfipodnih

rakova i jedne vrste mizida, koji su karakteristični stanovnici visokog mora tropsko-suptropske oblasti, nekako između 40° S i 40° N, a koji upravo u Jadranu dopiru u njihovom geografskom rasprostranjenju najviše na sjever. Karakteristično je, međutim, da potječu pozitivne lovine uglavnom samo iz perioda homotermije, odnosno izvan formirane temperaturne stratifikacije. Njihova prisutnost iznad relativno malih dubina karakteristična je za gornju uzdužnu polovinu Jadrana, dakle za područje, u kojem vladaju ascendentne struje, i koje ih jedine udaljuju sa njihovog pravog ambijenta, tj. Jonskog mora i južnojadranske kotline. Budući da će obje spomenute skupine rakova biti tretirane u posebna dva rada (u štampi), ovdje ćemo se osvrnuti samo na značaj njihove prisutnosti tako daleko prema sjeveru, što do sada nije bilo utvrđeno u ostalim morima i u oceanima. Sa jedne strane radi se o obilatoj zastupljenosti tih toplovodnih oceanskih formi u istočnomediteranskom bazenu, osobito nasuprot zapadnom Mediteranu. Njihovo pojavljivanje čak u sjevernom Jadranu (krajnje postaje za *Calamorrhynchus* datiraju od marta, za *Rhabdosoma* od decembra) nije moguće drukčije objasniti nego ascendentnim strujama. Ostaje još pitanje zašto tih oblika nema u opširnom području sjevernog i srednjeg Jadrana prema zapadu. Prije nego što nam je bilo poznato tumačenje Fr ü c h t l - a o »propadanju« izvjesnih toplovodnih formi u hladnim vodama sjevernog Jadrana, došlo se do istog zaključka, ali nešto proširenog.

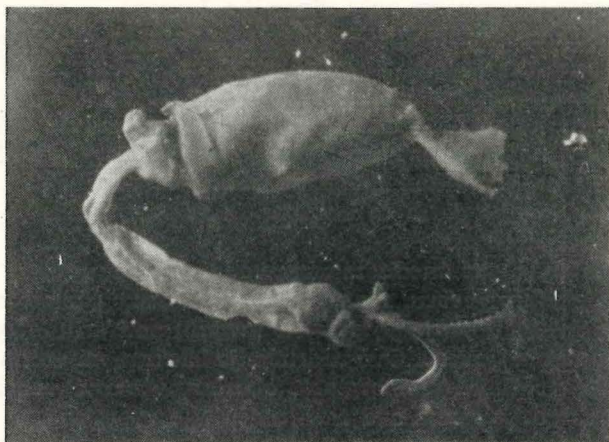
Toplovodne forme ugibaju prije svega u sjevernom Jadranu, a djelomice i u srednjem. Postojanje Jabučke kotline je za mnoge od njih mogućnost da se dalje održavaju. Uzrok ugibanja treba tražiti kako u niskim temperaturama, tako i u visokim. Tamo nema dubina da se sklone u toku ljeta. To su više ili manje stenotermni oblici, koji ne mogu podnijeti tako znatne temperaturne razlike. Jasno je da konstataciju S t e u e r - a o povlačenju formi visokog mora iz sjevernog Jadrana početkom ljeta, nije moguće uzeti doslovno. Od velikog značaja je također činjenica da ti oblici ne uspijevaju dulje vremena biti konkurenti u ishrani neritičkim planktontima, jer nemaju gdje da se sklonе pred svjetlošću. Prema dosadašnjem poznavanju njihove ekologije, za područje južnog Jadrana prije svega na osnovu ispitivanja njihove vertikalne godišnje raspodjele i dnevnih migracija, dok vlastita zapažanja kod o. Mljeta i Šolte nisu još definitivno obrađena, ovi oblici se u toku njihovog transporta prema sjeveru, tj. u sve pliće područje, zbijaju sve više u donjim slojevima, pogotovo danju. Ta pojava je bez sumnje korisna za »plavu ribu« zbog ishrane.

Takvo periodično ugibanje toplovodnog planktona djeluje van sumnje na veći fertilitet sjevernog Jadrana, koji je ionako u tom pogledu bolji od srednjeg i južnog Jadrana. U tom pogledu treba napomenuti i znatan uticaj voda rijeke Po na stenohaline elemente, koje ne skreću uz zapadnu obalu prema SE, nego prema istarskoj obali, gdje je utvrđena voda nižeg saliniteta (M a r i n i, 1913), kao što je analogno i za vodu Drimskog zaliva u pravcu otvorena mora, a ne dalje uz dalmatinsku obalu.

Jadran je u njegovom zapadnom dijelu donekle zatvoren sistem s obzirom na postojanje poluotoka Gargano, koji usmjerava neritički plankton u području descendentnih struja na otvoreno more, gdje i taj djelomice propada.



Sl. 6. *Porpita porpita* Linné (Hydrozoa): juvenilni eksemplar.



Sl. 7. *Chiroteuthis veranyi* Férussac (Cephalopoda): larvalni eksemplar.

Prirodno i periodično pognojavanje sjevernog Jadrana toplovodnim planktonom sa južnog Jadrana, pa vjerovatno i sa Mediterana, moguće je dokazati ne samo pojedinačnim planktonima-indikatorima, nego i kvantitativnom metodom. Planktonske lovine u tu svrhu trebalo bi uzimati bliže dnu, te ispitivati također želučani sadržaj pelagijske i pridnene ribe.

Mišljenja o prodiranju »nekih« planktonata sa juga, o horizontalnim migracijama planktonskih formi iz južnog Jadrana prema sjevernom i slično, treba tumačiti pravilnije. Čitav niz formi dubljeg mora, koje se uglavnom za homotermije može naći u planktonu srednjeg i sjevernog Jadrana, dokaz je za kretanje i dubinskih struja u istočnom Jadranu prema sjeveru (dubinski oblik *Chiroteuthis veranyi*, maj, 66—0 m, iznad dubine dna od oko 100 m, kod o. Mljeta, pa i u Jabučkoj kotlini; *Sagitta hexaptera* na postaji 37. eksp. Hvar, u martu). Od posebnog su značaja u tom pogledu i nalazi kod Mljeta i Šolte parazita *Ellobiopsis elongata* (sl. 1), prvi za područje Mediterana, te hidroidnog oblika *Porpita porpita* (sl. 6), ontogenetski razvoj kojega je vezan za znatne dubine, a nađen je kod Palagruže, iznad dna manje od 100 m, doduše u stadiju, koji je vezan već za površinu.

Kada se proučava horizontalno rasprostranjenje zooplanktona, režim struja, temperature, te faktor svjetlosti najznačajniji su elementi, koji ga ograničavaju. Interesantno je, da su rezultati istraživanja planktona marokanskih voda Atlantika također pokazali znatne sezonske promjene u horizontalnom rasprostranjenju izvjesnih formi visokog mora, kojih je prisustvo bliže obali utvrđeno pred zimu i još u proljeće, dok su u toku ljeta redovito odsutne (M. - L. Furnestin, 1959, 1961).

ZAKLJUČCI

Pojavljivanje i rasprostranjenje planktonskih formi visokog mora u istočnom srednjem i sjevernom Jadranu pokazuje izrazito sezonski značaj, a mogu se objasniti samo poznavanjem opće dinamike Jadrana, u prvom redu režima struja i temperature, topografije — tj. postojanje oveće južne kotline (do 1.330 m), koje vode široko komuniciraju u Otrantu (70 km, dubina do 740 m) sa dubokim Jonskim morem odn. E-Mediteranom (dubina preko 5.000 m), dalje postojanje srednjedalmatinskog otočja, što prouzrokuje prvi veći otklon ascendentnih struja prema zapadu, prilično zatvorenog i plitkog šelfa na sjeveru — te jednim značajnim biotskim faktorom, vertikalnim migracijama, tj. dolaskom noću planktonskih organizama iz relativno mirnih dubljih i dubokih voda u gornje, pokretljivije.

Kako normalno slana mediteranska voda dopire upravo u sjevernom Jadranu najviše prema sjeveru, mnoge forme oceanskog planktona, dovedene strujama s juga, dostignu ovdje povremeno krajnju periferiju svog geografskog rasprostranjenja prema sjeveru. Ovo područje je izloženo najvećim amplitudama hidrometeorološkog režima (temperatura, oborine, vjetrovi), zbog čega doživljava sastav planktonske faune ovdje najznačajnije promjene.

Od mnogobrojnih formi tropsko-suptropske regije, rasprostranjenih u oceanima i morima nekako između 40 S i 40 N (Jadran: između 40 i 46 N),

kojih je već samo prisustvo u Jadranu veoma interesantno, ovdje se navode tri vrste pelagijskih rakova, *Siriella thompsoni* (Milne-Edwards) (*Mysidacea*), *Calamorrhynchus pellucidus* Streets i *Rhabdonosoma brevicaudatum* Stebbing (*Amphipoda*), kao odlični indikatori ascendentnih struja, osobito u srednjem i sjevernom Jadranu (sl. 5). Broj do sada poznatih njihovih primjeraka u mnogo istraživanim W-Mediteranu (6(9?)) i Jadranu (156), te u još veoma nedovoljno proučavanom E-Mediteranu (2.306), ujedno dokazuje kako znatan je upliv ovog posljednjeg, koji dopire najviše na jug (blizu 30°N), na Jadran, koji se nalazi u otprilike istim geografskim širinama kao sjeverna polovina W-Mediterana. Neke druge vrste, parazitske, kao npr. *Ellobiopsis elongata* Steuer (*Ellobiopsidae*), *Aspidophryxus frontalis* Bonnier i *Prodajus lobiancoi* Bonnier (*Isopoda*), ukazuju čak na izvjesnu razliku u pogledu faunističkog sastava u Jadranu (prisutne) i W-Mediteranu (otsutne), dok za istočni bazen u tom pogledu nema još podataka.

Prisustvo u području izobate od svega 100 m nekih formi dubljeg i dubokog mora (adultni i juvenilni primjerci *Sagitta hexaptera* D'Orbigny, juvenilni oblici *Sagitta lyra* Krohn i *S. decipiens* Fowler (*Chaetognatha*), larvalni *Chiroteuthis veranyi* Férussac (*Cephalopoda*), mnoge vrste *Copepoda*, itd.), ovećim dijelom čak veoma udaljenom od dubina južnojadranske kotline, za koje je vezan njihov ontogenetski razvitak, ukazuje na izvjesnu kombinaciju »upwelling-a« i ascendentnih struja u doba homotermije.

»Povlačenje« oceanskog planktona ljeti iz sjevernog Jadrana, praćeno »pridobivanjem na terenu« neritičkog planktona (Steuer, 1913), tumači se postepenim ugićanjem oceanskih formi zbog visokih temperatura i insolacije, kojima ovi pretežno stenotermni elementi u plitkom području ne mogu izbjeći. Do takve pojave dolazi i za veoma hladnih zima, kako je to indicirao za neke forme *Copepoda* već Früchtl. Posve je logično da se ovo dešava i u plitkim te prilično zatvorenim obalnim područjima Dalmacije, u koja također nadiru vode s juga.

Odticanjem sjevernojadranske vode (descendentne struje), potisnute nadićanjem voda s juga, relativno siromašnijih planktonom, ovo područje bi u pogledu fertiliteta gubilo, da na zapadnoj strani nema mnogih pritoka slatke vode, u prvom redu rijeke Po. Područja oko ušća rijeka predstavljaju izvjesnu barijeru čak mnogim neritičkim formama i samo rijetke od njih nađu tamo optimalne životne uslove. Od izvjesnog značaja je činjenica da se proljetni maksimum makroplanktona istočnog Jadrana poklapa sa periodom najvećeg priliva slatke vode na zapadnoj obali, čime je jednom dijelu tog planktona sprijećen povratak descendentnim strujama u srednji Jadran i dalje. Izvan takvih područja salinitet kao faktor horizontalnog rasprostranjenja ne može u Jadranu igrati neku veću ulogu, budući da ove iste oceanske forme naseljavaju i Indijski ocean, kojega salinitet je oko 35,5‰.

Kako se najznačajnija pomicanja granica horizontalnog rasprostranjenja planktona istočnog Jadrana odigravaju u njegovom sjevernom plitkom dijelu, do izobate od 30 m otprilike (na kojoj dubini formira se ljeti obično termoklina — gornja barijera vertikalnog rasprostranjenja mnogih umjereno-toplovodnih oceanskih formi), tj. u vodama Istre, treba napomenuti da na sastav planktona

u vodama južne Istre veoma vjerovatno utječe i noćna komponenta planktona obližnjeg otočnog područja (izlazne struje!). Preliminarni rezultati i dalja zapažanja u području srednjedalmatinskih otoka pokazuju da je njezin prilog planktonu (dnevnom) znatan, katkada čak značajniji od samog dnevnog planktona (npr. neke vrste *Mysidacea*, pelagijska faza nekih *Polychaeta*, itd.). Zbog znatne pokretljivosti (planktonsko-nektonski tip) ovi elementi uglavnom izbjegnu manjim mrežama. U izlaznom području u pravcu struja (otok Drvenik — Rogoznica) njihov udio u planktonu je još uvijek značajan, pa se, analogno tome, nešto slično može pretpostavljati i za istarske vode.

U recentnoj regionalnoj literaturi spominju se »horizontalne migracije planktonskih životinja iz dubinskih voda južnog Jadrana prema sjeveru«, a što je neadekvatan izraz za ovde ukratko prikazanu i veoma složenu problematiku horizontalnog rasprostranjenja zooplanktona u Jadranu, koju je moguće sagledati samo poznavanjem opće dinamike ovog mora.

* Ovaj rad izrađen je u Institutu za oceanografiju i ribarstvo, a omogućen dotacijom Sklada BORISA KIDRIČA (Ljubljana), na čemu i na ovom mjestu zahvaljujem.

BIBLIOGRAFIJA

- Buljan, M. 1953: Fluctuations of salinity in the Adriatic. Izvješća — Reports, 2, 2.
- Bacescu, M. et R. Mayer, 1961: Malacostracés (Mysidacea, Euphausiacea, Decapoda, Stomatopoda) du plancton diurne de la Méditerranée. Etude basé sur le matériel du Lamont Géological Observatory — Washington. Rapp. et P. V. Comm. int. Explor. sci. Mer Médit., 16, 2.
- Car, L. i J. Hadži, 1914a: Izvještaji o 1. i 2. naučnom istraživanju Jadranskoga mora g. 1913. Prir. istraž. Hrv. i Slav., 2.
- 1914b: Izvještaji o 3. i 4. naučnom istraživanju Jadranskoga mora g. 1914. Ibid., 5.
- Fage, L. 1952: Réflexions d'un biologiste sur la Méditerranée. Vie et Milieu, Bull. Lab. Arago, Suppl. 2, Océanogr. médit.
- 1960: Oxycephalidae. Amphipodes pélagiques. Dana — Report, 9, 52.
- Furnestin, M. - L. 1959: Mysidacés du plancton marocain. Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 23, 3.
- 1960: Zooplancton du Golfe du Lion et de la côte orientale de Corse. Ibid., 24, 2.
- 1961: Morphologie et écologie de Candatia aethiopica Dana des eaux atlantiques marocaines. Ibid., 25, 3.
- Gamulin, T. 1939: Kvalitativna i kvantitativna istraživanja planktonskih kopepoda u istočnim obalnim vodama srednjega Jadrana tokom godine 1936/37. JAZU, Prir. istraž., 22. *
- 1948.: Prilog poznavanju zooplanktona srednjodalmatinskog otočnog područja. Acta Adriatica, 3, 7.
- Ghirardelli, E. 1959: Habitat e biologia della riproduzione nei Chetognati. Arch. Oceanogr. Limnologia, 11, 3.

- Hoenigman, J. 1955: Contribution à la connaissance des espèces zooplanctoniques dans l'Adriatique. Bull. sci., Yougoslavie, 2, 2.
- 1958 a: Quelques observations sur les »zoocourants« dans l'Adriatique. Rapp. et P. V. Comm. int. Explor. sci. Mer Médit., 14.
- 1958 b: Sur la découverte de quelques espèces zooplanctoniques nouvelles pour l'Adriatique, de deux épibiontes nouveaux pour les Mysidacés, et de deux espèces de parasites nouvelles pour le domaine méditerranéen. Ibid.
- 1958 c: Importance d'un Copépode, *Euchaeta hebes* Giesbr., dans la composition du zooplancton adriatique. Ibid.
- (u štampi) Mysidacea de l'expédition »Hvar« (1948—1949) dans l'Adriatique. Ibid., 17.
- (u štampi) Oxycephalidae (Amphipoda Hyperiidea) de la Mer Adriatique. Ibid.
- Hoenigman, J., I. Gašparović et J. Kovač 1961: Cladocères et Chétognathes provenant d'une station au large de l'île de Mljet (Adriatique). Ibid., 16, 2.
- Hure, J. 1955: Distribution annuelle verticale du zooplancton sur une station de l'Adriatique méridionale. Acta Adriatica, 7, 7.
- 1961: Dnevna migracija i sezonska vertikalna raspodjela zooplanktona dublje mora. Ibid., 9, 6.
- Karlovac, O. 1956: Station list of the M. V. »Hvar« Fishery-biological cruises 1948-49. Izvješća — Reports, 1, 3.
- Kosswig, C. 1956: Beitrag zur Faunengeschichte des Mittelmeeres. Pubbl. Staz. zool. Napoli, 28.
- Kurian, C. V. 1956: Larvae of Decapod Crustacea from the Adriatic Sea. Acta Adriatica, 6, 3.
- Marini, L. 1913: The Italian and Austrian thalassological researches in the Adriatic Sea. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr., 5, 1.
- Pesta, O. 1920: Die Plantoncopepoden der Adria. Zool. Jahrb., 43.
- Rose, M. 1932: Sur la présence de *Rhabdosoma whitei* Sp. Bate dans le plancton de la baie d'Alger. Bull. Trav. Stat. Aquic. Pêche Castiglione (1931), 2.
- 1933: Copépodes pélagiques. Faune de France, 26.
- Schmidt, J. 1913: Danish Researches in the Atlantic and Mediterranean on the Life-History of the Freshwater-Fel (*Anguilla vulgaris*, Turt.). Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. (1912), 5, 2—3.
- Stephensen, K. 1925: Hyperiidea-Aphipoda. Report Danish oceanogr. exped. 1908-10, D. 5.
- Steuer, A. 1913: Einige Ergebnisse der VII. Terminfahrt S. M. S. *Najade* im Sommer 1912 in der Adria. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr., 5, 5—6.
- Trégouboff, G. et M. Rose, 1957: Manuel de planctonologie méditerranéenne, I—II. C.N.R.S., Paris.

*) U nedostatku originala, neka zapažanja *Früchtla* i *Steuera* korištena su prema ovoj radnji.

SUR QUELQUES FACTEURS IMPORTANTS DE LA REPARTITION HORIZONTALE DU ZOOPLANCTON EN ADRIATIQUE

Janez Hoenigman

R É S U M É

L'apparition et la répartition des formes planctoniques de haute mer dans l'Adriatique orientale, moyenne et septentrionale, présentent un caractère très saisonnier, et ne peuvent être expliquées que par la connaissance du dynamisme général de l'Adriatique, en premier lieu du régime de courants et de la température, de la topographie — c'est-à-dire l'existence d'une assez grande dépression dans le Sud (jusqu'à 1 330 m) dont les eaux communiquent largement, dans l'Otrante (70 km, profondeur jusqu'à 740 m), avec la mer Ionienne, c'est-à-dire avec la Méditerranée orientale (profondeur de plus de 5.000 m), ensuite, l'existence de l'archipel de la Dalmatie moyenne, cause de la première plus grande déviation des courants ascendants vers l'Ouest, et celle d'un shelf assez fermé et très peu profond au Nord — ainsi que d'un facteur biotique très important, les migrations verticales, c.-a.-d. le déplacement nocturne des organismes zooplanctoniques des eaux plus profondes et relativement calmes vers les eaux de surface plus agitées.

Etant donné que l'eau méditerranéenne normalement salée atteint justement dans l'Adriatique nord son point le plus septentrional, nombreuses sont les formes du plancton océanique, amenées par les courants venant du Sud, qui y arrivent périodiquement à la périphérie extrême septentrionale de leur distribution géographique. Ce domaine est exposé aux plus larges amplitudes du régime hydrométéorologique (température, précipitation, vents) ce qui provoque des changements considérables dans la composition de la faune planctonique.

Parmi les formes nombreuses des régions tropicale et subtropicale, répandues dans les océans et les mers entre les 40° S et 40° N environ (Adriatique: entre les 40° N et 46° N!) dont la présence même dans l'Adriatique est déjà un fait très intéressant, il faut mentionner ici trois espèces de Crustacés pélagiques, *Siriella thompsoni* (Milne-Edwards) (*Mysidacea*), *Calamorrhynchus pellucidus* Streets et *Rhabdosoma brevicaudatum* Stebbing (*Amphipoda*), comme des indicateurs excellents des courants ascendants, surtout dans l'Adriatique moyenne et septentrionale (fig. 5). Le nombre de leurs exemplaires actuellement connus dans la Méditerranée occidentale, l'Adriatique — qui

sont relativement bien explorées, et dans la Méditerranée orientale qui ne l'est pas assez, (6 (9?) : 156 : 2306), prouve aussi l'influence considérable de cette dernière, qui s'étend le plus loin vers Sud (presque au 30° N), sur l'Adriatique, se trouvent à peu près dans les mêmes latitudes géographiques que la moitié septentrionale de la Méditerranée occidentale. Quelques autres espèces, de parasites, par exemple *Ellobiopsis elongata* Steuer (*Ellobiopsidae*), *Aspidophryxus frontalis* Bonnier et *Prodajus lobiancoi* Bonnier (*Isopoda*) indiquent même une certaine différence entre la composition faunistique de l'Adriatique (présentes) et celle de la Méditerranée occidentale (absentes), tandis que, du ce point de vue, le bassin oriental n'est pas encore connu.

La présence de certaines formes des eaux plus profondes et de profondeur dans le domaine de l'isobathe de 100 m à peine (exemplaires adultes et juvéniles de *Sagitta hexaptera* D'Orbigny, formes juvéniles de *Sagitta lyra* Krohn et *S. decipiens* Fowler (*Chaetognatha*), larves de *Chiroteuthis veranyi* Férussac (*Cephalopoda*), de nombreux Copépodes etc.), dans une grande partie très éloignée des profondeurs de la dépression de l'Adriatique méridionale, auxquelles leur développement ontogénétique est lié, indique la possibilité d'une combinaison de l'«upwelling» et des courants ascendants à l'époque de l'homothermie.

La «retraite» estivale du plancton océanique de l'Adriatique septentrionale, suivi par la «prise du terrain» du plancton néritique (Steuer, 1913) peut être expliquée par le dépérissement progressif des formes océaniques causé par les températures élevées et l'insolation, auxquelles ces éléments plutôt sténothermes ne peuvent pas échapper dans ce domaine de faible profondeur. Ce phénomène se manifeste aussi au cours des hivers très froids, ce qui a été déjà indiqué par Früchtl comme probable pour certains Copépodes. Il est donc logique que cela doit se manifester aussi dans les domaines peu profonds et assez fermés des côtes dalmates, où les eaux du Sud pénètrent aussi.

L'écoulement de l'eau de l'Adriatique septentrionale (les courants descendants) poussée par la pénétration des eaux relativement pauvres en plancton, venant du Sud, appauvrirait la fertilité dans ce domaine, s'il n'y avait pas, sur la côte occidentale, de nombreux affluents apportant de l'eau douce, dont le plus important est le Pô. Les domaines autour des embouchures des fleuves fonctionnent comme une barrière même pour de nombreuses formes néritiques, et rares parmi elles sont celles qui y trouvent des conditions de vie optimales. Le fait, que le maximum printanier du macroplancton dans l'Adriatique orientale coïncide avec l'affluence la plus intense de l'eau douce de la côte occidentale, est assez significatif, car c'est ainsi qu'une partie de ce plancton ne peut pas revenir, par les courants descendants, vers l'Adriatique moyenne et plus loin encore. En dehors de ces domaines, la salinité, en tant que facteur de la répartition horizontale, ne peut jouer de rôle important en Adriatique, puisque ces mêmes formes océaniques peuplent l'Océan Indien dont la salinité est 35,5‰.

Les déplacements les plus considérables des frontières de la répartition horizontale du plancton dans l'Adriatique orientale ayant lieu dans sa partie

septentrionale peu profonde, jusqu'à une isobathe de 30 m (profondeur approximative à laquelle se forme en été la thermocline — limite supérieure de la répartition verticale de nombreuses formes océaniques des eaux tempérées), comme par exemple au large et dans les eaux de l'Istrie occidentale, il faut mentionner que la composante nocturne du plancton du domaine insulaire voisine (courants qui sortent!) influence vraisemblablement aussi la composition du plancton dans les eaux de l'Istrie méridionale. Les résultats préliminaires et d'autres constatations obtenues dans le domaine des îles de la Dalmatie moyenne montrent que la contribution de cette composante au plancton (diurne) est, non rarement, très considérable, et, parfois même plus considérable que celui-ci même (certaines espèces de *Mysidacea*, phase pélagique de *Polychaeta*, etc.). A cause de leur mobilité (type plancto-nectonique) ces éléments échappent généralement aux filets plus petits. Dans le domaine de sortie des courants (île de Drvenik — Rogoznica) leur part dans le plancton est encore toujours considérable. On peut donc, par analogie, supposer la même chose pour les eaux istriennes.

Dans la littérature régionale récente on mentionne »la migration horizontale des organismes planctoniques des eaux profondes de l'Adriatique sud, vers le nord« — expression inadéquate pour englober le problème complexe de la répartition horizontale du zooplancton en Adriatique, exposé ici très sommairement, que l'on ne peut expliquer sans connaître le dynamisme général de cette mer.