

Prof. Miroljub SOMBORAC
Subotica

Život na dnu mora

Svršetak

Detritus je najviše biljnog porekla, i to od onih delova koji su otporni na bakterijsko delovanje, u prvom redu celuloznih. Životinje koje proždiru morsku travu, njeni ostaci su najčešći u detritusu, izbacuju nesvarene celulozne opne i to ulazi u sastav detritusa.

Fitoplankton otvorenog mora se ne sreće prilikom analiza, rutenijevim crvenilom ili klorcinkjodom obojenih, uzoraka detritusa pod mikroskopom. Ovo ne znači nedostatak metoda koje su ustanovili Peterson i saradnici, već to pokazuje da ostaci fitoplanktona i ne stižu do velikih dubina, bilo da se rastvore ili ih drugi proždrljivci progutaju. Ovo ostaje, iako su Bojsen i Jensen pre više od pola stoleća utvrdili da masa detritusa prelazi masu planktona. Znači da detritus ne nastaje od planktona već od bentoskih biljaka.

Donji sloj detritusa podleže bakterijskom delovanju. Tada nastaje humus crne boje usled prisutnosti železnog sulfida.

Morski humus je po postanku sličan kopnenom a odlikuje se stalnim odnosom ugljenika i azota (Waksman, Carey 1935) ali i nestalim iznosima azota, kojega je utoliko više koliko se proces stvaranja humusa sporije odvija. Prema radovima Krogha iz 1931. odnos C:N = 10,2:1 (prema A. Ercegoviću).

Takođe se pokazalo da mnogi dubokomorski oblici nemaju tako čvrste vapnenačke skelete kao njihovi srodnici iz litorala. To je usled pomanjkanja vapnenca u dubokim vodama, sa jedne, i opasnostima od utonjavanja u mulj ukoliko bi se povećala telesna težina, sa druge strane. Da bi izbegli ovu opasnost ti stvorovi imaju razmerno veliku donju površinu tela, čime se ostvaruje razmeštanje težine na veću površinu.

Veličine stanovnika dubina jako variraju: od nekoliko cm do 3 m (dekapod Kaempferia) ili divovskih lignjuna iz dubina od više stotina metara. Začuduje veličina ježinaca, od malih oblika kakvi se sreću u litoralu do 30 cm i mekanom čahurom. Čini se da su najkarakterističniji stanovnici abisala baš **trpovi**. Njihovu brojnost u dubokim vodama potvrdila su i istraživanja Galateje, danas se zna da od pet razreda trpova dva su tipski stanovnici abisalnih dubina (Elasipoda i Molpadonia).

Najnovija dubokomorska istraživanja, počev od Švedske i Danske, Sovjeta i drugih otkrila su novu oblast dubokog mora, uske, duge i duboke jarke koji su na predlog Antona Bruna dobili ime hadal. Zenkjevič je predložio ultraabisal, što su sovjetski istraživači prihvatili. Ovu oblast odlikuju visoki pritisak, minimalni iznosi kiseonika, 4,5 ml (litru), dok se salinitet ne razlikuje bitno od onoga u abisalu, ali su temperature nešto niže 1,2—3,6°C. Pritisak od 6 tona na kvadratni inč, kakav vlada u hadalu uslovio je posebnu prilagodjenost organizama; dok neki, kao dekapodni raci, nikada nisu mogli tome da se prilagode i nema ih u hadalu.

Smatra se da hadal nastanjuje 356 različitih životinjskih vrsta. Samo je ekspedicija Galateje prikupila 118, na Vitjaz otpada 72 vrste, preostalo je iz drugih izvora.

Takođe se pokazala zanimljiva pojava da prevladavaju aktinije, što je ustanovljeno još prilikom prvog dubokog kočarenja, zatim slede raci izopodi i amfipodi, školjke, bodljari itd.

Izolovanost dubokih voda hadala od ostalih delova okeanskog basena dovela je nužno do održanja velikog broja endemskih vrsta, ponegdje su cele porodice endemske, kao neke aktinije, u drugom slučaju 83% svih poznatih amfipoda hadala su endemi.

Smanjivanje broja vrsta paralelno sa povećanjem dubina poznato je i batijalu, u hadalu poprima sledeće razmere

6—7 km (broj kočarenja 9)	22 vrste
7—8 (7)	26 „
8—9 (4)	17 „
9—10 (6) dubine preko u km	10 „
10 km (4)	8 „

Danas postoje dve pretpostavke o poreklu faune hadala. Prema prvoj, iznenadni nastup poslednjeg ledenog doba u velikoj meri je snizio temperaturu u vodama hadala, sa kojih 10°C na svega 3°C i još manje, što je moralo dovesti do izumiranja stanovnika hadala preglacijalnog perioda, iako su se oni mogli spasiti povlačenjem u pliće i toplije vode, ali to iziskuje prilagodjavanje i nižim pritiscima, što takođe nije lako. U tako ispražnjeni hadal, prema drugoj pretpostavci, počeli su prodirati organizmi iz plićih oblasti u onoj meri koliko se koja vrsta mogla prilagoditi visokom pritisku koji je carevao u novoj sredini. Nadalje se smatra da to naseljavanje još traje, jer istraživači nailaze na oblike života kakav je poznat u manjim dubinama.

Danas postoje pouzdani načini da se utvrdi temperatura mora u dalekoj prošlosti.

Poznato je da iznosi kiseonika variraju u odnosu na temperaturu, kada se pobliže analizira sami kiseonik utvrđuje se da atoma O^{16} ima više ukoliko je voda bila toplija, na niže temperature ukazuju atomi O^{18} u ostacima tadašnjih organizama. Rezultati se dobijaju upoređivanjem iznosa pojedinih atoma kiseonika u školjkama za koje se zna odakle su izvadene i kolika je bila temperatura vode. Tako se dobijaju standardi, pomoću kojih se ispituju nepoznati uzroci.

Ispitivanje se vrši tako što se komad ispitivanog materijala, delić fosila neke životinje, pretvori u prah, zatim prelije kiselinom radi izdvajanja ugljendioksida. Gas se analizira u spektrometru mase upoređivanjem sa standardnim uzorkom CO_2 . Grafikon spektrometra mase pokazae tačne iznose O^{16} prema O^{18} .

Posebnu oblast predstavljaju brakovi, prave oaze života u području gde on i nije osobito bujan. Da su brakovi bogatiji raznovrsnim oblicima života znaju i ribari kada spuštaju svoje mreže baš na mestima koja su, u poredenju sa okolnom vodom, plitka. Bujnost života na brakovima u prvom redu je usled struja, koje u svom vodoravnom toku udaraju u bokove braka i dižu se ka površini, noseći sa sobom veće iznose soli u minimumu i drugih materija koje omogućavaju bujniji živi svet.

Od svih oblasti koje su napred pomenute, kao staništa ekonomski važnih riba su, osim brakova, uglavnom plitke vode do donje granice circalitorala.

U Jadranu se od samih početaka delatnosti Oceanografskog instituta posebna pažnja posvećuje proučavanju ribljih naselja bentosa, kontrolji ribolova i usavršavanju ribolovnih alata povećane lovne efikasnosti ali i mogućnosti zaštite riblje mladji. Ovo se postiže pažljivim odabiranjem veličina okaca na kočama.

Prve radove na tom planu izvršili su Adolf Kothaus, ribarstveni biolog, u zajednici sa Miroslavom Zeijem i Ivom Sabiončelom. A. Kothaus je, pre dolaska u Ocea-

nografski institut, radio na istom poslu u Biološkoj stanici na Helgolandu.

Metodologija rada koju je primenio A. Kothaus sa saradnicima još 1938. nije se bitno izmenila. Uzorci se sabiraju mrežom kočom u određenom vremenskom trajanju, na pr. 1 čas, što i nije uvek tehnički lako izvesti, ali je veoma važno kako bi se dobili poredbeni rezultati. Pri tom se mora voditi računa o brzini broda, poželjno je da se uvek radi istom mrežom, sa brzinom potezanja 2—2,5 čvora, kako je to radio A. Kothaus. Ukupna dužina tada upotrebljene mreže bila 27 m (krila, vreća i dodatak), sa okcima od 10—50 mm ovisno od mesta, od krila ka dnu veličina se smanjivala, osim na krovu mreže gde je bila 30 mm. Celokupni ulov delio se na lovnu i prilov, ovo su sačinjavale ekonomski nevažne ribe i drugi slučajno pokupljeni stanovnici dna.

Kod ekonomski važnih riba merila se dužina, težina, određivao se pol i polna zrelost. Starost nije određivana, što se obavlja mikroskopskim pregledom otolita, koji pošto se izvadi iz lobanje pažljivo se opere u slatkoj vodi. Ovome poslu se još pridodaje analiza želudačnog sadržaja, kako bi se ustanovilo čime se riba hrani, kao i njen odnos prema vanjskoj sredini. Ovim istraživanjima u periodu 1938—1940. bili su obuhvaćeni Planinski kanal, Korčulanski i Neretvanski.

Posle 2. SR Očetnografski institut proveo je prvu, veću ribarsku biološku ekspediciju sa brodom »Hvar« u trajanju od 26. 02. 1948. do 31. 03. 1949. Radilo se na uzdužnom profilu Rovinj-Venecija-Otrant, dok su poprečni profili dosegali 20 M od italijanske obale. Ustanovljeno je 167 postaja, na svakoj se radilo dva puta godišnje. O dostignućima ove ekspedicije, na polju poznavanja dubokomorskih riba Jadrana bilo je napred više reći, ukupno je ulovljeno 14 različitih riba iz devet porodica.

Veličina uzorka za ispitivanje naselja varira zavisno od vrste ribe: za sardinu i sleda potrebno je 100—200 riba. Sitniji primerci se mere u masi svi skupa ili se daje opisna ocena (vrlo mnogo, mnogo, malo) kao što je to činio A. Kothaus. Svi prikupljeni podaci daju snimku naselja. Ponekad se primenjuje markiranje riba, analogno onom u ornitologiji.

Daljim analizama uzorka nastoji se utvrditi brzina rastezanja, koja pokazuje iscrpljenost naselja: intenzivniji lov povlači za sobom rast riba brži nego ako se to naselje manje iskorišćava. Ova pojava dolazi usled promjenljivih količina hrane koje otpadaju na jedinku, lovom iscrpljeno naselje je manje brojno, ali ima više hrane — rast je brži.

Ispitivanje ribljih jaja je važno stoga što ukazuje na mesto i vreme mrešćenja. Za taj rad upotrebljavaju se: Nansenova mreža od svile broj 1 i broj 8, helgolandska mreža, svila broj 1 i Petersonova koča sa otvorom 180 x 180 cm (Hanfstramin 41); barem kako je to opisao Tomo Gamulin (Godišnjak OI, sveska 2).

Ovo su opšta načela ribarstvene biologije, identična za naselja bentala ili nektona.

Bogatstvo mora na nekom području u velikoj meri zavisi od produktivnosti bentosa, odnosno od sposobnosti organizama da proizvedu određenu količinu organske materije u jedinici vremena i prostora.

Glavni proizvođači organske materije su planktonske biljčice, u slobodnoj vodi, dok na dnu ulogu proizvođača preuzimaju bakterije, rastvaranjem ostataka živih bića. Prema usvojenim, ali nedokazanim istraživanjima Kroga (1930) 90% svekolike organske materije u moru potiče od ostataka živih bića, samo 5—10% otpada na alge. Ovome u prilog idu i radovi Maršala i Ora, koji su utvrdili da dijatomeja *Cascino sira* polychorda nije uopšte ispuštala nikakvu organsku materiju.

Drugi istraživači sledili su ponašanje Carterije i *Chlamydo monasa* i ustanovili (Braarud i drugi) da ispušta oko 30% proizvedene organske materije. Poreklo organske materije još nije u dovoljnoj meri ispitano, ali su ustanovljeni lanci njenog kruženja.

Organska materija nastala u pelagijalu dospeva u bental na dva načina: — u vidu hrane larvalnih oblika bentoskih stanovnika. Stanoviti broj bentoskih organiza-

ma provede jedan deo svoga života u planktonu, tzv. meroplankton, koji je razvrstan u šest tipova. Prvi tip ima jaja i larve u planktonu, odrasli stadiji žive na dnu. Kod drugog samo larve žive u slobodnoj vodi, treći izmenjuje generacije, jedna u slobodnoj vodi, druga u bentalu. Od četvrtog do šestog tipa su bića koja pripadaju planktonu, u bental dolaze samo povremeno. Larve morskih zvezda, pluteus, prehranjuje se fitoplanktonom. Isto čine larve tunikata, knidarija, puževa i drugih, čijim posredstvom organska materija proizvedena u slobodnoj vodi dospeva u dubine. — Drugi, nedovoljno istraženi oblik seljenja organske materije u dubine odvija se putem ishrane bentoskih bića, kada se ova hrane nektonskim stvorovima. Na području manjih dubina ovu pojavu i nije tako teško uočiti. Brojni bentoski organizmi imaju telo posebno podešeno za lov hrane koja u vidu kiše pada »pravo u usta«. Ascidija ima otvor za primanje hrane okrenut naviše, ćelije sundera snabdevene su topljama koje stvaraju struju vode i svraćaju hranu unutra.

Tako ti organizmi mogu uzimati i hranu bentoskog porekla, ali to je već poseban slučaj kruženja organske materije u bentosu. Tako stradaju dijatomeje (bacilarije) koje se kreću klizanjem po podlozi, na način koji još nije objašnjen. Zna se da dijatomeje imaju dve telesne plohe: valvarnu i pleuralnu, na prvoj su uočljiva tri čvorića spojena pukotinom, koja ide duž uzdužne osi, to je rafa, veza protoplazme sa spoljnim svetom. Ali ovo nije odlika svih rodova, kod *Synedre* postoji pseudorafa, glatka površina na valvarnoj plohi omeđena samo paralelnim linijama. Hloroplasti su zatusmeđi zbog prisutnosti ksantofila i karotina, ispod kojih je hlorofil.

Množe se deobom, ali tako da jedna polovina zadrži valvu, druga epivalvu, s tim da se ubrzo regeneriše deo koji nedostaje. Na taj način vrsta se zaštićuje od smanjivanja posledice deobe. Pojava je u nauci označena kao auksosporulacija. Konjugacija je oblik spolnog razmnožavanja, kada se iz tesno spojene dve jedinke stvaraju četiri jezgre. Dve odmah odumiru, od onih koji ostaju nastaju zigoti i gamete što se u daljem toku završava auksosporulacijom.

Mikrosporulacija je treći način razmnožavanja, kada se izdvajaju spore, sa po dva bića svaka, iz kojih nastaje nova jedinka. Ovo je karakteristično za rodove *Coccinodiscus* i *Bidulphia*.

Svekolike dijatomeje podeljene su u dve velike skupine: Pennate i Centriaceae.

Pennate su pretežno bentoske, stanovnici kamenitog i muljevitog dna, ili epifite, kada se nastane na bilju. Jedan iz roda *Navicula* daje zelenu boju kamenici, *Asterionella* tvori zvezdaste kolonije. Centriaceae se razpoznaju po napravama za lebdenje u vodi i kružnim oblikom. Rod *Chaetoceras* iz topljih mora, čest je u Jadrana, ima valvu produženu u rogove. *Chaetoceras affinis*, *Asterolampra marylandica*, *Planktoniella* sol. i druge planktonske dijatomeje iz Jadrana potrebno je povećati do 1000 puta. Kao proizvođači organske materije igraju veoma važnu ulogu u njenom kruženju, od fitobentosa ka zoobentosu. Organska materija u bentosu kruži i između životinja kada jedne služe za hranu drugima.

Nastojanja da se odredi biomasa bentosa svode se na upotrebu dredže, koja se koristi još od vremena »Challenger« i nije efikasna s obzirom da imalo pokretni stvorovi vrlo lako je izbegnu, na dnu složenije konfiguracije je neupotrebljiva. Mreža koča (travla), kakvu je upotrebljavaju okeanski kočari sa krmenim sistemom, je bolje rešenje samo utoliko što zahvata veću površinu dna.

Peterson, zatim Bojsen-Jensen izumeli su bolji instrument-grabilo, nalik na čeljusti, koje zahvate površinu od 0,1 m² i pakuje sve što je u dohvatu, ali su nemoćna na kamenitom dnu. Gislén je 1930. predlagao brojenje i vaganje na izvesnoj površini dna, što je izvedivo jedino na dubinama do kojih stižu ronioci. Kombinacija svih ovih metoda može dati dobre rezultate.

Hranljiva vrednost organizma bentosa je velika. U bentos spada nekoliko porodica ekonomski važnih riba, koje su objekat eksploatacije po svim morima sveta, za

čiji se lov neprestano grade novi i moderni ribarski bro-
dovi, koji prelaze velike udaljenosti od matičnih luka do
područja u kojima je lov izuzetno bogat (Grend Benks,
Dejvisov tesnac, jugozapadna obala Grenlanda, zapadna
obala Afrike itd).

Kod nas su vršena opsežna ispitivanja hranljive vred-
nosti morskih organizama, sa ciljem iznalaženja moguć-
nosti prehrane stanovništva tvorevinama divlje prirode u
slučaju potrebe.

Tako je jednom prilikom ispitana 21 vrsta avvertebra-
ta (Mira Škare, Josip Bakić), od kojih su bili: 8 bival-
via, po tri krustacea i gastropoda, dalje holoturidea, ascid-
dija, anthozoa, poliheta itd.

Najvišu hranljivu vrednost pokazao je Spirographis
spalanzani sa 19,3% belančevine i 8,6% masti, čak je bio
podnošljivog ukusa, osobito u sasušenom stanju kao do-
datak za juhu. Srednje iznose hranljive vrednosti poka-
zali su raci sa 14,4% belančevina. Od bivalvia, Pinna no-
bilis (loštura, periska, palastura) dostigla je znatnu vred-
nost, njen osušeni mišić sadrži 280 kalorija.

Najmanje hranljive vrednosti imaju bodljari. Ovariji
ježinca daju tek 88 kalorija, nešto bolja situacija je sa
ascidijama 96,7 kalorija.

Sledeća tabela prikazuje sastav pojedinih vrsta riba,
glavonožaca i moluski.

Ribe	jest. deo	voda	proteini	mast	kalorije
kernja	40,6	78,36	17,87	0,71	83
oslić	75,7	78,50	13,91	2,65	86
pišmolj	65,0	—	17,40	0,28	74
list	50,0	80,00	19,00	1,70	94
romb	55,00	80,00	16,30	1,30	82
raža	34,3	78,25	14,23	0,94	70
Glavon.					
liganj	60,00	79,16	12,60	1,74	71
hobotnica	91,5	81,14	10,59	0,98	59
sipa	44,5	79,40	14,02	0,80	75
Mekušci					
dagnja	25,6	79,80	10,00	1,29	71
prstac	39,1	73,80	14,87	3,01	104
kamenica	10,0	10,57	10,57	1,80	67

Tabela uzeta u skraćenom obliku, iz priloga »Robne
karakteristike i dinamika cijena proizvoda i htioloških trž-
nica (ribarnica) Rijeke i Trsta«, grupa autora, »Pomor-
stvo« 9—12) 1970.

Novija istraživanja na obali Jadrana pokazuju da
je fauna plitkog litorala izvor hrane sa kojim se može
računati, utoliko više što je dostupan i ronjenjem na
dah. Od svih stanovnika plitkog litorala, belančevinama
je najbogatiji volak kvrgavi 22,48%, dok ostali ne dosti-
žu granicu 20%. Opseg 15—20% obuhvata školjku srčan-
ku priljepka i sipino jaje. Ispod 15% čitav niz organiza-
ma: vlasulja, ježinci, periske itd.

Prikupljanja uzoraka vršena su na Kornatu, 3 posta-
je, Sv. Andriji, Šćedru, Pagu i Ljubacu, od 1962—1969. go-
dine.

Na radove Josipa Bakića nastavlja se ispitivanje
bentoskih biocenoza, kao pomoći kod prehrane brodolom-
aca, koja je vršila Helena Gamulin Brida sa saradnici-
ma Antonietom Požar i A. Šimunovićem (Pomorska bi-
blioteka 23, Morn. gl).

Jadransko more pripada biogeografskoj celini Medi-
terana, tako se njegov živi svet u velikoj meri poklapa
sa Sredozemnim morem. Ovo dolazi od istog korena: oba
mora potiču od Tetisa, čijim nestajanjem stvarao se
niz zatvorenih morskih basena. Dotadašnje vrste trop-
skog porekla, izumirale su usled progresivnog pogorša-
nja klimatskih prilika. U ocenu i oligocenu ti tropski ob-
lici dominirali su na području današnjeg Sredozemnog
mora, što dokazuju nalazi koralna istih kao na Velikom
koralnom grebenu.

Vrste koje danas nastanjuju Jadran i Sredozemno
more spadaju u Mediteransko atlanski tip, koji je ome-
đen na severu izotermom 10°C (prema borealnoj oblasti)
dakle negde do južnih obala Britanije i Irske. Južna gra-
nica je izoterma 20° koja ga odeljuje od tropske regije.

Raznolikost oblika života u ovoj oblasti proizlazi iz
dva razloga: očuvati oblici iz Tetisa (Posidonia oceanica,
Pereš 1964), novo useljeni recentni stanovnici tropskih
područja (analogno ovome vrši se useljavanje i iz sever-
ne, borealne, oblasti) i brojni endemi. Od useljenika iz
tropica značajna je sabljarka i ekonomski važni Scomber
colias. Sa severa je u ovu oblast ušao izvestan broj ri-
ba: Clupea sprattus, Gadus merlangus, Pleuronectes flesus
i Scomber scomber.

Endemski oblici za Jadran i Sredozemlje su Acetabu-
laria mediterranea, Codium bursa, od životinja crveni ko-
ral, brojni raci, među njima Maia squinado i Palinurus
vulgaris.