

# ISTRAŽIVANJE PRIRODNIH FITOPLANKTONSKIH POPULACIJA U ISHRANI KOPEPODA CRNOGORSKOG PRIMORJA

Tereza PUCHER-PETKOVIĆ, Ivona MARASOVIĆ i Dubravka REGNER  
Institut za oceanografiju i ribarstvo — Split

## I z v o d

U radu se donose prvi rezultati istraživanja ishrane kopepoda u crnogorskom primorju. Dobiveni podaci komparirani su s dosadašnjim istraživanjima ishrane kopepoda u drugim dijelovima Jadranskog mora i razmatrani su u odnosu na razlike u sastavu fitoplank-

## A b s t r a c t

STUDIES ON NATURAL PHYTOPLANKTON POPULATIONS IN THE NUTRITION OF COPEPODS FROM THE SOUTHERN ADRIATIC (CRNA GORA)

Paper reports the first results on copepod nutrition in the coastal and open waters of Crna Gora. The data obtained are compared with the earlier studies of copepod diet in some other parts of the Adriatic Sea and observed with respect to differences in phytoplankton composition.

## UVOD

Istraživanja odnosa ishrane kopepoda koja se u svijetu provode zadnjih desetak godina doprinose boljem poznavanju i shvaćanju izmjene energije u prirodnoj sredini. Dosadašnji podaci ukazuju na to da se ovaj problem pokušava rasvijetliti na više načina. Jedan od najčešćih pristupa je putem analize sadržaja želudaca ulovljenih kopepoda, dok se u novijim istraživanjima u tu svrhu sve češće ispituju kopepodi u kontroliranim uslovima (R a y m o n t, 1963). U eksperimentalne bazene kopepodima se dodaju mješovite fitoplanktonske kulture, te se potom promatra kvalitativni i kvantitativni sastav konzumirane hrane. Nadalje, koristi se i sličan postupak, ali sa čistim kulturama pojedinih fitoplanktonskih vrsta, pri čemu se promatra sklonost kopepoda prema pojedinim vrstama, kao i brzina probavljanja različitih fitoplanktonskih organizama. Jedan od novijih

pristupa studiju ishrane herbivornog zooplanktona je i putem određivanja klorofila i feofitina u crijevu životinja (Mackas i Bohrer, 1976, Boyd, Smith i Cowles, 1980) koji rješava, međutim, samo kvantitativni aspekt ishrane i trebao bi biti kombiniran s kvalitativnom analizom sadržaja probavnog trakta.

Prema mišljenju mnogih autora, kojemu se i mi pridružujemo, metoda analize želudaca kopepoda sakupljenih iz prirodne sredine daje vjerodostojnije podatke o sastavu i kvantiteti ishrane od one u kontroliranim uslovima, gdje su i kopepodi, kao predatori i fitoplankton kao plijen, izloženi uslovima diktiranim eksperimentom.

Naš rad na ovom problemu započeo je 1976. godine u Kaštelanskom zaljevu kod Splita (Homen i Regner, 1977; Regner, 1979), da bi kasnije istraživanja bila proširena na kanalsko područje i otvorene vode srednjeg Jadrana (Marasović i Regner, 1979). 1981. godine donose se preliminarni rezultati za gotovo cijelu istočnu jadransku obalu (Regner i Marasović, 1981), a u toku je i obrada najnovijeg materijala kojim bi bio obuhvaćen i cijeli Jadran.

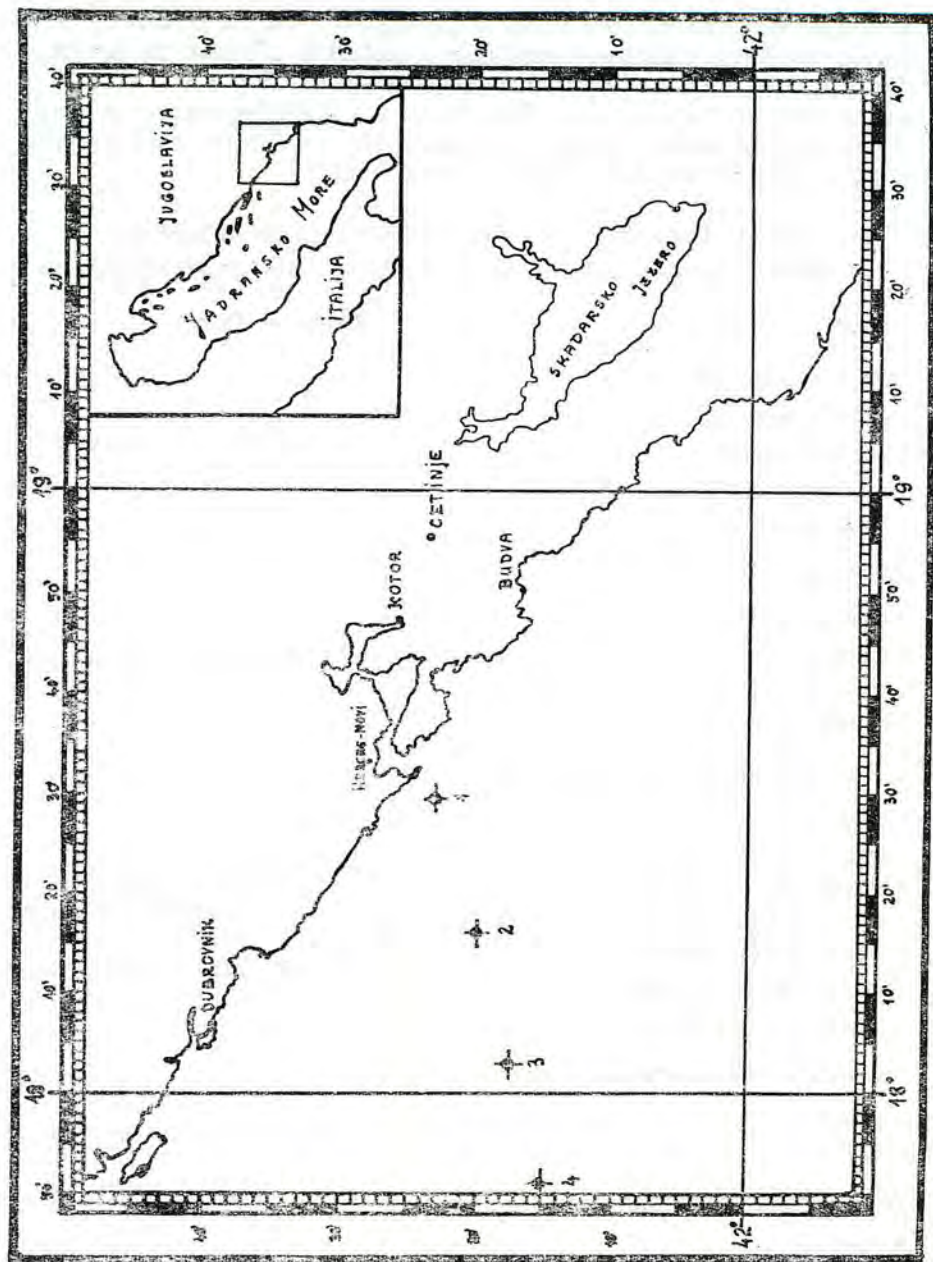
Dosadašnja istraživanja intenzivnije su vršena u sjevernom i srednjem Jadranu, a cilj ovog rada je da se rezultatima dobivenim u južnojadranskim vodama, upotpuni s jedne strane, naše poznavanje ishrane kopepoda i da se, s druge strane, ustanovi u kojoj mjeri razlike u sadržaju probavnog trakta, koje su zabilježene u raznim dijelovima Jadranskog mora, ovise o sastavu fitoplanktona okolnog

## MATERIJAL I METODE

Materijala za ova istraživanja uziman je dva puta kroz zimsko razdoblje (veljača, ožujak) u 1980. godini, sa četiri postaje ispred Bokotorskog zaljeva (sl. 1). Iako je dubina najpliće postaje, koja je ujedno i najbliža obali, iznosila 112 m, a najdublje, na otvorenom moru, 1160 m, istraživanjima je obuhvaćen samo površinski sloj do dubine od 60 m. Koristili smo, naime, uzorke sakupljene u svrhu ribarstvenih istraživanja (Regner, S. 1980), mrežom tipa »Bongo« (250 mikrona).

Analiza želudaca kopepoda vršena je na primjercima koji su najprije dobro isprani destiliranom vodom i preneseni na predmetno staklo. Pošto je pod mikroskopom provjerena čistoća tekućine u kojoj su se nalazili, pristupilo se otvaranju želudaca i istiskivanju sadržaja probavnog trakta. Sadržaj probavila detaljno je pregledan pod mikroskopom i izvršena determinacija fitoplanktona.

Materijal koji je korišten u ovom radu za usporedbu kvantitativno-kvalitativnog sastava fitoplanktona, dijelom je sakupljen i obrađen u okviru ekoloških studija koje su za potrebe privrednih organizacija izradili suradnici Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu u suradnji s još nekim drugim institutima na Jadranu, a di-



Sl. 1. Područje istraživanja  
 Fig. 1. Investigated area

jelom je to materijal sa postaja srednjeg Jadrana na kojima se vrše trajna opažanja fizikalno-kemijskih i bioloških osobina mora. Analize fitoplanktona u sklopu tih radova vršile su Homen, B., Marasović, I., Pucher - Petković, T. Fitoplankton je obrađen metodom sedimentacije i brojenja na obrnutom mikroskopu. Pregled korištenog materijala dat je u tabeli 1.

**Tab. 1.** Područja i termini uzorkovanja fitoplanktona  
**Table 1.** Areas and the time of phytoplankton sampling

Područje — Area	Datum — Date
<b>RIJEKA (CIM*, 1977)</b>	
4 postaje (nutarnje)	
3 stations (inner)	VI, IX, XII 1976, II-III 1977.
2 postaje (vanjske)	
2 stations (outer)	
<b>ŠIBENIK (IOR**, 1974)</b>	
2 postaje (zaljev)	
2 stations (bay)	VI, VIII, X-XI 1973, II 1974.
2 postaje (kanal)	
2 statons (channel)	
<b>SPLIT (IOR, 1974a, Pucher-Petković</b>	
<b>i Marasović, 1980)</b>	
1 postaja (Kaštelanski zaljev)	
1 station (Kaštela Bay)	1972-1973. (1 × mjesečno)
1 postaja (Brački kanal)	(monthly sampling)
1 station (Brač Channel)	
	IX, XII 1972, IV, VII 1973.
<b>MALOSTONSKI ZALJEV</b>	
<b>THE BAY OF MALI STON</b>	
<b>(Marasović i Pucher-Petković, 1981)</b>	
4 postaje	
4 stations	VII, XII 1980, V 1981.
<b>DUBROVNIK (IOR, 1978)</b>	
3 stations	
3 postaje (Daksa, Mokošica)	
1 postaja (Koločep)	VII, VIII, XI 1977.
1 station	

## HVAR

Postaja Pelegrin IX, XII 1972, III, VI 1973.  
 Pelegrin station

## VIS

Postaja Stončica IX, XII 1972, III, VI 1973.  
 Stončica station

## MLJET

Postaja Gonoturska IX, XII 1972, III, VI 1973.  
 Gonoturska station

CIM\* Centar za istraživanje mora, Rovinj  
 Center of Marine Research, Rovinj

IOR\*\* Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split  
 Institute of Oceanography and Fisheries, Split

## REZULTATI I DISKUSIJA

Prije no što iznesemo rezultate najnovijih istraživanja, osvrnut ćemo se na kvantitativni i trofički značaj skupine kopepoda kao procentualno najzastupljenije u mrežnom zooplanktonu.

S obzirom na veliki kvantitativni udio, važna je i uloga kopepoda kao prvih potrošača organskih tvari u moru (proizvedene najvećim dijelom od strane fitoplanktona), a ujedno oni predstavljaju i glavnu masu hrane velikog broja ekonomski važnih ribljih vrsta (posebno pelagične ribe, kao srdele, brgljuna i druge).

Kako su istraživanja ishrane kopepoda provedena u vodama južnog Jadrana, ispitivane vrste djelomično se razlikuju od onih, čiju smo ishranu analizirali u sjevernom i srednjem Jadranu. Naime, zajednica kopepoda tih djelova Jadrana razlikuje se od one u južnom Jadranu (Hure i Scotto di Carlo, 1977, Hure, et al., 1979, 1980).

U terenima istraživanja smo u uzorcima mora mogli determinisati slijedeće vrste kopepodnih rakova (tab. 2):

Tab. 2. Popis vrsta kopepoda na postajama istraživanog područja  
(0-60 m dubine) u zimskom razdoblju 1980.

Table 2. List of copepod species from the stations of study area  
(0-60 m depth) in winter period 1980

Species	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
Nastavak tab. 2. — Table 2 cont'd				
<i>Calanus helgolandicus</i> (Claus)	+	+	+	+
<i>Calanus tenuicornis</i> Dana	+	+	+	+
<i>Nannocalanus minor</i> (Claus)	+	+	+	+
<i>Neocalanus gracilis</i> (Dana)	+	+	+	+
<i>Eucalanus attenuatus</i> (Dana)	+	+	+	+
<i>Eucalanus elongatus</i> (Dana)	—	+	+	+
<i>Paracalanus denudatus</i> Sewell	—	—	+	+
<i>Paracalanus parvus</i> (Claus)	+	+	+	+
<i>Calocalanus pavo</i> (Dana)	+	+	+	+
<i>Calocalanus contractus</i> Farran	+	—	+	—
<i>Calocalanus styliremis</i> Giesbrecht	—	—	+	+
<i>Ischnocalanus plumulosus</i> (Claus)	—	+	+	+
<i>Mecynocera clausi</i> Thompson	+	+	+	+
<i>Clausocalanus jobei</i> Frost & Fleminger	+	+	+	—
<i>Clausocalanus arcuicornis</i> (Dana)	+	+	+	+
<i>Clausocalanus parapergens</i> Frost & Fleminger	—	+	+	+
<i>Clausocalanus pergens</i> Farran	+	+	+	+
<i>Clausocalanus mastigophorus</i> (Claus)	—	—	+	+
<i>Clausocalanus lividus</i> Frost & Fleminger	—	—	+	+
<i>Clausocalanus paululus</i> Farran	—	—	+	+
<i>Clausocalanus furcatus</i> (Brady)	+	+	+	+
<i>Ctenocalanus vanus</i> Giesbrecht	+	+	+	+
<i>Aetideus armatus</i> (Boeck)	—	—	+	+
<i>Euaetideus giesbrechti</i> (Cleve)	—	—	+	+
<i>Euchaeta acuta</i> Giesbrecht	—	—	+	+
<i>Euchaeta nebes</i> Giesbrecht	+	+	+	+
<i>Phaenna spinifera</i> Claus	—	—	+	+
<i>Scolecithrix bradyi</i> Giesbrecht	—	—	+	+
<i>Diaixis pygmaea</i> (T. Scott)	+	+	+	+
<i>Temora stylifera</i> (Dana)	+	+	+	+
<i>Pleuromamma abdominalis</i> (Lubbock)	—	+	+	+
<i>Pleuromamma gracilis</i> (Claus)	—	+	+	+
<i>Centropages typicus</i> Kröyer	+	+	+	+
<i>Centropages kröyeri</i> Giesbrecht	+	+	—	—
<i>Centropages violaceus</i> (Claus)	—	—	+	—
<i>Isias clavipes</i> Boeck	+	—	—	—
<i>Lucicutia flavicornis</i> (Claus)	+	+	+	+

<i>Lucicutia ovalis</i> Wolfenden	—	—	+	+
<i>Heterorhabdus papilliger</i> (Claus)	+	+	+	+
<i>Haloptilus longicornis</i> (Claus)	—	+	+	+
<i>Candacia armata</i> Boeck	+	+	+	+
<i>Paracandacia simplex</i> (Giesbrecht)	—	—	+	+
<i>Acartia clausi</i> (Giesbrecht)	+	+	+	+
<i>Oithona helgolandica</i> (Claus)	+	+	+	+
<i>Oithona plumifera</i> Baird	+	+	+	+
<i>Temoropia mayumbaensis</i> T. Scott	—	—	+	+
<i>Clytemnestra rostrata</i> (Brady)	—	—	+	+
<i>Oncaea mediterranea</i> Claus	+	+	+	+
<i>Oncaea media</i> Giesbrecht	—	+	+	+
<i>Lubbockia squillimana</i> Claus	+	+	+	+
<i>Sapphirina metallina</i> Dana	—	—	+	+
<i>Sapphirina nigromaculata</i> Claus	+	+	+	+
<i>Copilia quadrata</i> Dana	—	—	—	+
<i>Corycaeus clausi</i> Dahl	—	—	+	+
<i>Corycaeus typicus</i> Kröyer	+	+	+	+
<i>Corycaeus latus</i> Dana	—	—	+	+
<i>Corycaeus ovalis</i> Claus	—	—	+	+
<i>Corycaeus brehmi</i> Steuer	+	—	—	—
<i>Corycaeus furcifer</i> Claus	—	—	+	+
<i>Corycaeus flaccus</i> Giesbrecht	—	—	+	+
<i>Corycaeus rostrata</i> Claus	+	+	+	+
Kopepoditi i ostali kopepodi	+	+	+	+

Kako se vidi iz gornje tabele, među postajama postojale su različite u sastavu kopepoda, tj. u odnosima pojedinih grupa vrsta bez obzira na uzimanje površinskih uzoraka. Postaja 1 (dubine 112 m) i postaja 2 (dubine 250 m) pokazivale su naime, nešto drugačije karakteristike od postaje 3 (dubine 900 m) i postaje 4 (dubine 1160 m). Među kopepodima na postajama 1 i 2 kvantitativno su bile najbolje zastupljene vrste: *Paracalanus parvus*, *Acartia clausi*, *Centropages typicus*, *Ctenocalanus vanus*, *Clausocalanus pergens*, *Clausocalanus paululus* i *Temora stylifera* što je i bilo za očekivati s obzirom na uzimanje uzoraka iz slojeva do dubine od oko 60 m. Na ovim postajama dobili smo prema tome, mješovitu zajednicu kopepoda koju istovremeno čine i široko rasprostranjene površinske vrste jadranskih priobalnih kopepoda i pelagične vrste južnog Jadrana. Postaje 3 i 4, bez obzira na površinsko uzorkovanje, sadrže uz već spomenute vrste još veći broj pelagičnih i južnojadranskih kopepoda kao što su: *Lucicutia flavicornis*, *Euchaeta acuta*, *Pleuromamma gracilis*, *Haloptilus longicornis*, *Temoropia mayumbaensis* i slično, te smo na

ovim postajama djelomično vršili i analizu njihovog želučanog sadržaja.

Za analizu ishrane izdvojene su prema tome dominantne vrste među kojima se nalaze, osim široko rasprostranjenih priobalnih vrsta, i izrazito pelagične južnojadranske vrste (tab. 3).

Tab. 3. Dominantne vrste kopepoda koje su analizirane s obzirom na sadržaj probavila

Table 3. Dominant copepod species analysed with respect to gut contents

Postaje 1 i 2 Stations 1 and 2	Postaje 3 i 4 Stations 3 and 4
<i>Paracalanus parvus</i>	<i>Paracalanus parvus</i>
<i>Acartia clausi</i>	<i>Acartia clausi</i>
<i>Centropages typicus</i>	<i>Centropages typicus</i>
<i>Ctenocalanus vanus</i>	<i>Ctenocalanus vanus</i>
<i>Temora stylifera</i>	<i>Clausocalanus pergens</i>
<i>Clausocalanus pergens</i>	<i>Clausocalanus paululus</i>
<i>Clausocalanus paululus</i>	<i>Lucicutia flavicornis</i>
	<i>Euchaeta acuta</i>
	<i>Pleuromamma gracilis</i>

Količina, a naročito sastav materijala izdvojenog iz probavila kopepoda, potvrdili su naša ranija zapažanja da postoji uočljiva razlika između postaja bližih obali i onih na otvorenom moru. Naime, na temelju izdvojenog i determiniranog materijala iz probavila kopepoda na postajama 1 i 2, može se zaključiti da je njihova ishrana bila količinski nešto bogatija i znatno raznovrsnija od ishrane kopepoda, sakupljenih na postajama 3 i 4.

Za razliku od postaje 1 i 2, gdje smo u probavnom traktu kopepoda našli veći broj fitoplanktonskih oblika različitih sistematskih grupa, na postajama 3 i 4 analizirani materijal je sadržavao isključivo kakolitoforine. Veličina nađenih fitoplanktonskih stanica se kretala između 10 i 20 mikrona, osim u slučaju kada je u probavilu jednog kopepoda pronađen dinoflagelat *Dinophysis dens*, čija je dužina iznosila oko 50 mikrona.

Na priloženim tabelama navedeni su determinirani fitoplanktonski oblici, izdvojeni iz probavila kopepoda, sakupljenih sa spomenutih postaja u južnom Jadranu.



Tab. 4. Kvalitativni sastav fitoplanktona iz probavila kopepoda (južni Jadran, zima, 1980)

Table 4. Qualitative composition of phytoplankton from copepod gut content (southern Adriatic, winter, 1980)

Postaja 1 Station 1	Postaja 2 Station 2
Navicula sp.	Melosira sulcata
Gymnodinium sp.	Melosira sp.
Coccolithophoridae spp.	Synedra sp.
Carteria sp.	Navicula sp.
Chlamydomonas fusiformis	Diploneis crabro
	Nitzschia bilobata
	Dinophysis dens
	Coccolithophoridae spp.
Postaja 3 Station 3	Postaja 4 Station 4
Coccolithophoridae spp.	Coccolithophoridae spp.

Ako se podatke o ishrani kopepoda južnog Jadrana komparira s ranijim podacima, dobijenim za sjeverni i srednji Jadran, uočavaju se određene razlike i to naročito u pogledu kvaliteta ishrane. Dok su u ishrani kopepoda sjevernog i srednjeg Jadrana (Regner i Marasović, 1981) u najvećem postotku sudjelovale dijatomeje, dotle su u ishrani južnojadranskih kopepoda najzastupljenije kokolitoforine. Dijatomeje, kao i dinoflagelati, su u južnom Jadranu daleko manje zastupljeni u probavilima kopepoda (tab. 4 i 5).

Tab. 5. Popis fitoplanktonskih oblika nađenih pri analizi probavnog trakta kopepoda sjevernog i srednjeg Jadrana (zima, 1979)

Table 5. List of phytoplankton species recorded from the copepod gut contents in the northern and central Adriatic (winter, 1979)

#### Species

Coscinodiscus excentricus	Licmophora sp.
Coscinodiscus sp.	Synedra sp.
Chaetoceros lorenzianus	Thalassionema nitzschioides
Hemiaulus haucki	Navicula maior

Navicula sp.  
Diploneis crabro  
Cocconeis sp.  
Pleurosigma angulatum  
Nitzschia seriata  
Nitzschia sp.  
Pinnularia sp.  
Surirella sp.

Exuviaella sp.  
Gymnodinium sp.  
Pronoctiluca spinifera  
Glenodinium sp.  
Peridinium steini  
Gonyaulax polyedra  
Gonyaulax sp.  
Dictyocha fibula  
Coccolithophoridae spp.

Ovi najnoviji rezultati idu, prema tome, u prilog našem mišljenju, da sastav hrane u probavilu kopepoda skoro u potpunosti odražava sastav fitoplanktona sredine u kojoj oni žive.

Već početna istraživanja tog problema, provedena u Kaštelanskom zaljevu (Homen i Regner, 1977), su pokazala da se kopepodi u najvećoj mjeri hrane dijatomejama, čiji je udio u ukupnom planktonu okolnog mora u tom području veoma visok. Ovakav nalaz je naveo jednog autora (Homen, 1979) na zaključak o selektivnoj pašnji zooplanktona. Smatramo da je u spomenutom slučaju to bio samo odraz sredine u kojoj su kopepodi živjeli, jer je u Kaštelanskom zaljevu mikroplanktonska frakcija relativno značajan veličinski konstituent fitoplanktona (Pucher - Petković i Homen, 1979).

Ipak, najbolju potvrdu našoj pretpostavci pružila su istraživanja ishrane, vršena na materijalu s područja Stončice kod otoka Visa (Marasović i Regner, 1979) kada se jedna potpuno neobičajena situacija u moru, kompletno odrazila na sastav ishrane kopepoda tog područja. Tada je, naime, na Stončici došlo do masovne cvatnje dijatomeje *Nitzschia seriata*, koja inače u otvorenim vodama srednjeg Jadrana nikada nije prisutna u većim količinama. Ispitivanja želučanog sadržaja pokazala su da je u tom razdoblju u ishrani kopepoda na Stončici u najvećem postotku sudjelovala baš *Nitzschia seriata* i to u lancima dugim i do 278 mikrona.

Sumirajući sve ove rezultate, dobijene duž cijele jadranske obale, uočili smo još jednu veoma interesantnu činjenicu koja je potkrijepila naše mišljenje da kopepodi ne vrše aktivnu selekciju, barem ne s obzirom na kvalitet hrane. Naime, pokazalo se da kako u sjevernom i srednjem Jadranu, podjednako tako i u južnom Jadranu, udio kokolitoforina u ishrani kopepoda raste od obale prema otvorenom moru.

Ipak, značajno je napomenuti, da smo pri analizi želudaca kopepoda otvorenog mora južnog Jadrana uspjeli determinirati veoma mali broj fitoplanktonskih oblika u odnosu na stupanj punoće njihovog probavnog trakta, koji i nije bio tako neznatan. Odgovor na ovo pitanje moći će pružiti daljnja istraživanja ovog problema, jer pretpostavljamo da u ovom dijelu Jadrana u ukupnom fitoplanktonu značajan udio imaju i goli flagelatni oblici, koji su u tolikoj mjeri bili probavljeni, da nije postojala mogućnost njihove determinacije.

U prilog ovoj pretpostavci idu rezultati istraživanja učešća različitih grupa u fitoplanktonskim zajednicama uz obalu istočnog Jadrana (izneseni u daljnjem izlaganju i u tabeli 7), iz kojih se vidi da je učešće »mikroflagelata« veće kod Dubrovnika nego na sjevernijim postajama. Prema usmenom saopćenju Dobrosavljević, njezina istraživanja u južnom Jadranu potvrđuju ove nalaze.

S obzirom na rezultate, dobivene dosadašnjim studijem ishrane kopepoda, smatrali smo korisnim da sistematiziramo neke podatke o fitoplanktonu kako bi ustanovili, kakve su razlike u kvantitativno-kvalitativnim odnosima unutar fitoplanktonskih zajednica, idući od sjevernog prema južnom Jadranu kao i od obale prema otvorenom moru. Područja koja su uspoređena u te svrhe, prikazana su u tabeli 1. Materijal obalnog područja je grupiran na način da su u svakoj regiji zajedno promatrane one postaje koje su pod neposrednim utjecajem kopna, a zajedno postaje koje su nešto maritimnije. U tabeli 6 data je za istraživano razdoblje srednja gustoća fitoplanktona na obalnim postajama, u kanalskom području i na otvorenom moru.

Tab. 6. Srednja gustoća fitoplanktona u istraživanim područjima  
Table 6. Mean phytoplankton density in the study area

Područje Area	No $\times 10^3$ st./l No $\times 10^3$ cells/l	Područje Area	No $\times 10^3$ st./l No $\times 10^3$ cells/l
Riječki zaljev (nutarnji) Rijeka Bay (inner)	153	Riječki zaljev (vanjski) Rijeka Bay (outer)	115
Šibenski zaljev Šibenik Bay	735 400	Šibenski kanal Šibenik Channel	78
Kaštelanski zaljev Kaštela Bay	400	Brački kanal Brač Channel	70
Malostonski zaljev The Bay of Mali Ston	270	Dubrovnik (Koločep)	181
Dubrovnik (Mokošica, Daksa)	570	Hvar (Pelegrin)	40
		Vis (Stončica)	32
		Mljet (Gonoturska)	70

Uz obalu, idući od sjevernijih prema južnijim postajama, vriednosti gustoće fitoplanktona variraju od područja do područja unutar istog reda veličine, kada razmatramo samo seriju postaja, koje su najbliže kopnu (lijeva kolona tabele). Međutim, na samo malo udaljenosti od kopna, gustoća fitoplanktona je znatno niža, a na većoj udaljenosti, tj. prema otvorenom moru, najniža (desna kolona tabele). Tako su nutarnje postaje Riječkog zaljeva bogatije fitoplanktonom od udaljenijih postaja istog zaljeva i vode Šibenskog zaljeva bogatije od Šibenskog kanala. Ova pravilnost ponavlja se i u splitskom i dubrovačkom području.

Prije nego što razmotrimo kakvo je relativno učešće pojedinačnih grupa fitoplanktona u zajednicama tih područja, trebamo se prvo osvrnuti na neke poznate činjenice. Iz ranijih istraživanja se zna da fitoplankton obalnog srednjeg Jadrana karakterizira veće učešće dijatomeja nego što je to slučaj u otvorenom moru i kanalskom području, odnosno da se već iz samih proporcija među fitoplanktonskim grupama može vidjeti da li je određena postaja pod jačim utjecajem otvorenog mora ili obale (Pucher - Petković, 1963, 1964, 1966).

Relativne proporcije fitoplanktonskih grupa, koje su prikazane u tabelama 7 i 8, potvrđuju ovu konstataciju. Tako su nađene bez iznimke veće proporcije dijatomeja u ukupnom fitoplanktonu na onim postajama koje su najbliže obali nego na samo malo udaljenijima, da bi ekstremno niske postotke ove grupe zabilježili u otvorenom moru. Možemo zaključiti da je pad gustoće fitoplanktona u transverzalnog pravcu u direktnoj vezi sa smanjenjem proporcije dijatomeja, jer sve ostale grupe se u tom pogledu ponašaju obrnuto, tj. njihovo učešće u zajednicama se povećava od obale prema vani. Naročito se to zapaža kod grupe kokolitoforina, čije učešće postepeno raste sve do otvorenog mora, dok je za dinoflagelate i »mikroflagelate« povećanje proporcija nađeno samo uz obalu, tj. bilo je uvijek veće na postajama koje su nešto maritimnije nego onima na kojima je jači utjecaj kopna. Znači da se razlika u kvantitativnom sastavu između obalnih postaja i otvorenog mora očituje naročito u različitom odnosu između dijatomeja i kokolitoforina. Takav zaključak moglo se i očekivati obzirom na to da su kokolitoforine promatrane kao indikatorska grupa mediteranske vode u Jadranu (Pucher - Petković et al., 1971, Zore - Armanda i Pucher - Petković, 1976).

U pravcu sjever-jug se za obalne postaje (od Šibenika prema jugu) zapaža ista tendencija, tj. opadanje učešća dijatomeja u zajednicama, a za ostale grupe porast učešća, iako su razlike manje izražene nego u pravcu istok-zapad. Treba istaknuti jedino mnogo veće proporcije grupe dinoflagelata i »mikroflagelata« u dubrovačkoj regiji nasuprot svim sjevernijim postajama. Međutim, od svega izlaganja odskoče Riječki zaljev, koji se ne može uklopiti u ovo tumačenje i očitno zahtijeva još daljnji studij.

S gornjim izlaganjem mogu se povezati rezultati studija fitoplanktona, frakcioniranog prema veličini u manju nanoplanktonsku (< 50 mikrona) i veću mikroplanktonsku (> 50 mikrona) grupu. Općenito je u Jadranu kvantitativno važnija manja veličinska komponenta, ali se zna da je u produktivnijim područjima, a to su ona bliže obali, udio mikroplanktona veći nego u otvorenom moru (Pucher - Petković, 1973, Pucher - Petković i Homen, 1979, Pucher - Petković i Marasović, u tisku). Pošto su glavni predstavnici veće fitoplanktonske frakcije upravo dijatomeje, a manjoj veličinskoj grupaciji pripadaju kokolitoforine, »mikroflagelati« i dio dinoflagelata, naročito golih, potvrđene su i na taj način razlike u kvantitativnim odnosima između fitoplanktonskih grupa u raznim područjima Jadrana.

Tab. 7. Procentualno učešće pojedinih fitoplanktonskih grupa u obalnom području istočnog Jadrana

Table 7. Relative abundance of different phytoplankton groups in the coastal eastern Adriatic

Područje — Area	Grupa % — Group %	
	Riječki zaljev (nutarnji) Rijeka Bay (inner)	Riječki zaljev (vanjski) Rijeka Bay (outer)
Diatomeae	54,8	29,9
Coccolithophoridae	12,2	17,2
Dinoflagellata	9,5	16,3
»Microflagellata«	23,4	36,5
Silicoflagellata	0,1	0,1
	Šibenski zaljev Šibenik Bay	Šibenski kanal Šibenik Channel
Diatomeae	93,7	54,7
Coccolithophoridae	3,4	35,0
Dinoflagellata	2,6	7,7
»Microflagellata«	0,2	2,6
Silicoflagellata	0,1	0,0
	Kaštelanski zaljev Kaštela Bay	Brački kanal Brač Channel
Diatomeae	84,6	51,4
Coccolithophoridae	10,9	36,6
Dinoflagellata	2,6	6,7
»Microflagellata«	1,9	5,3
Silicoflagellata	0,0	0,0

Malostonski zaljev  
The Bay of Mali Ston

Diatomeae	76,0
Coccolithophoridae	11,4
Dinoflagellata	7,2
»Microflagellata«	5,4
Silicoflagellata	0,0

	Dubrovnik (Daksa, Mokošica)	Dubrovnik (Koločep)
Diatomeae	50,3	45,0
Coccolithophoridae	6,5	6,1
Dinoflagellata	15,1	18,8
»Microflagellata«	28,0	29,9
Silicoflagellata	0,1	0,2

Tab. 8. Procentualno učešće pojedinih fitoplanktonskih grupa na postajama Pelegrin (Hvar), Stončica (Vis) i Gonoturska (Mljet)  
Table 8. Relative abundance of different phytoplankton groups at stations Pelegrin (Hvar), Stončica (Vis) and Gonoturska (Mljet)

Grupa % — Group %	Pelegrin	Stončica	Gonoturska
Diatomeae	21,3	20,8	15,3
Coccolithophoridae	67,0	61,9	68,4
Dinoflagellata	6,5	9,9	12,3
»Microflagellata«	5,2	7,4	4,0
Silicoflagellata	0,0	0,0	0,0

### ZAKLJUČAK

Analizom sadržaja probavila dominantnih kopepoda u Crnogorskom primorju dobivene su razlike između postaja koje su bliže obali i postaja otvorenog mora.

Uz obalu su u sadržaju probavnog trakta zabilježeni fitoplanktonski oblici svih sistematskih grupa, a u otvorenom moru determinirane su u probavilu isključivo kokolitoforine. Ovi nalazi, kao i raniji rezultati ovakvih istraživanja u sjevernom i srednjem Jadranu, ukazuju na porast udjela kokolitoforina u ishrani kopepoda od obale prema otvorenom moru. Također se zapaža porast porporcije ove fitoplanktonske grupe u probavilima kopepoda u južnom Jadranu u

odnosu na sjeverni i srednji, gdje u ishrani kopepoda u najvećem postotku sudjeluju dijatomeje.

Komparacijom relativnih odnosa fitoplanktonskih grupa u zajednicama obalnog i otvorenog Jadrana vidi se da sastav hrane u probavnom traktu kopepoda u velikoj mjeri odražava sastav fitoplanktona u okolnom moru.

#### CITIRANI RADOVI

- Boyd, C. M., S. L. Smith and T. J. Cowles, 1980. Grazing patterns of copepods in the upwelling system off Peru. *Limnol Oceanogr.*, 25 (4): 583-596.
- CENTAR ZA ISTRAŽIVANJU MORA, ROVINJ, Institut »Ruder Bošković«, 1977. Ekološka studija akvatorija Riječkog zaljeva, 26 (šapirogr.).
- Homen, B., 1979. Seasonal fluctuations of the phytoplankton biomass in the Central Adriatic coastal area. *Acta Adriat.*, 19 (12): 1-47.
- Homen, B. and D. Regner, 1977. Some preliminary data on the nutrition of dominant copepods in the Kaštela Bay. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 24 (10): 163-164.
- Hure, J. and B. Scotto di Carlo, 1977. An account of the copepod distribution of the surface-water community in the Adriatic Sea. *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.*, 24 (10): 133-134.
- Hure, J., A. Ianora and B. Scotto di Carlo, 1979. Spatial distribution of pelagic copepods in the Adriatic Sea. *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.*, 25/26 (8): 141-142.
- Hure, J., A. Ianora and B. Scotto di Carlo, 1980. Spatial and temporal distribution of copepod communities in the Adriatic Sea. *Journal of Plankton Research*, 2 (4): 295-316.
- INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO, SPLIT, 1974. Kemijska i biološka svojstva priobalnih voda šibenskog područja s posebnim osvrtom na izgradnju kolektora i ispusta otpadnih voda. Studije i elaborati, 6 (šapirogr.).
- INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO, SPLIT, 1974a. Oceanografska istraživanja mora kod Splita. Studije i elaborati, 5 (šapirogr.).
- INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO, SPLIT, 1978. Ekološka proučavanja šireg područja Dubrovačke rijeke. Studije i elaborati, 31 (šapirogr.).
- Mackas, D. and R. Bohrer, 1976. Fluorescence analysis of zooplankton gut contents and an investigation of diel feeding patterns. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 25 (1): 77-85.
- Marasović, I. i T. Pucher-Petković, 1981. Promjene produkcijskih prilika u Malostonskom zaljevu nakon 17-godišnjeg perioda. Zbornik radova, Savjetovanje »Malostonski zaljev«. Prirodna podloga i društveno valoriziranje. Dubrovnik, 12-14. studenog 1981, pp. 89-107.
- Marasović, I. i T. Pucher - Petković, 1981. Promjene produkcijskih prilika u Malostonskom zaljevu nakon 17-godišnjeg perioda. Zbornik radova, Savjetovanje »Malostonski zaljev«. Prirodna podloga i društveno valoriziranje. Dubrovnik, 12-14. studenog 1981, pp. 89-107.
- Pucher - Petković, T. 1963. Rapports quantitatifs entre les divers groupes du phytoplancton en Adriatique moyenne. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 17 (2): 479-485.

- Pucher - Petković, T., 1964. Kolebanje procentualnog sastava fitoplanktonskih grupa u otvorenom srednjem Jadranu. *Acta Adriat.*, 11 (33): 243-253.
- Pucher - Petković, T., 1966. Végétation des Diatomées pélagiques de l'Adriatique moyenne. *Acta Adriat.*, 13 (1): 1-97.
- Pucher - Petković, T. 1973. Recherches préliminaires sur la photosynthèse du nanoplankton et du microplankton dans les eaux de l'Adriatique moyenne. *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.*, 21 (8): 445-448.
- Pucher - Petković, T. et B. Homen, 1979. Etudes saisonnières de la photosynthèse, densité et biomasse du nanoplankton et du microplankton dans la baie de Kaštela. *Acta Adriat.*, 19 (7): 47-60.
- Pucher - Petković, T. et I. Marasović, 1980. Développement des populations phytoplanctoniques caractéristiques pour un milieu eutrophisé (Baie de Kaštela, Adriatique centrale). *Acta Adriat.*, 21 (2): 79-93.
- Pucher - Petković, T. et I. Marasović (u tisku). Quelques caractéristiques du phytoplancton dans les eaux du large de l'Adriatique Centrale. *Acta Adriat.*
- Pucher - Petković, T., M. Zore - Armanda and I. Kačić, 1971. Primary and secondary production in the middle Adriatic in relation to climatic factors. *Thalassia Jugoslavica*, (1): 301-311.
- Raymont, J. 1963. Plankton and productivity in the oceans. 660 p. Chapter XVII- Feeding and respiration of the zooplankton: 501-541, London.
- Regner, D. 1979. Odnos između dominantnih fitoplanktonskih i zooplanktonskih grupa u Kaštelanskom zaljevu. *Nova Thalassia*, 3: 257-266.
- Regner, D. i I. Marasović, 1981. Preliminarna istraživanja fitoplanktonske komponente ishrane kopepoda Jadranskog mora. *Zbornik sažetaka priopćenja Prvog kongresa biologa Hrvatske*, 195-196.
- Zore - Armanda, M. and T. Pucher - Petković, 1976. Some dynamic and biological characteristics of the Adriatic and the bassins of Eastern Mediterranean Sea. *Acta Adriat.*, 18 (1): 17-27.



# STUDIES ON NATURAL PHYTOPLANKTON POPULATIONS IN THE NUTRITION OF COPEPODS FROM THE SOUTHERN ADRIATIC (CRNA GORA)

Tereza PUČER-PETKOVIĆ, Ivona MARASOVIĆ and Dubravka REGNER

## S u m m a r y

Paper discusses the results of research of copepod feeding in the waters of Crna Gora. The material was collected from 4 open sea stations out of the Bay of Boka Kotorska in winter (February, March) 1980.

Copepod community at stations 1 and 2 which are closer to the coast is mainly composed of widely distributed neritic surface species and pelagic south Adriatic species. However, pelagic and south Adriatic species are predominant at more offshore stations 3 and 4.

The analysis of gut contents of dominant copepods showed the digestive tract of copepods from stations 1 and 2 to be somewhat fuller and food somewhat more diverse, composed of more systematic phytoplankton groups whereas the gut contents at stations 3 and 4 showed mainly coccolithophorids. However, in analysing gut contents of copepods from the open southern Adriatic we succeeded to determine only a small number of phytoplankton forms in relation to the degree of stomach fullness. We held this due to the higher proportional presence of naked flagellates in waters of the southern Adriatic.

These results and research carried out earlier in the northern and middle Adriatic show, on the one hand, the differences in copepod feeding between the coastal area and open sea and, on the other, between the northern, middle and southern Adriatic.

Differences between the relative abundance of different phytoplankton groups recorded from the coastal stations and those recorded from the northern towards the southern Adriatic prove the earlier assumption that copepod food composition almost fully depends on phytoplankton composition in the sea. Our records do not support the belief of copepod selective feeding, at least as far as qualitative phytoplankton composition is concerned.