

PRILOG POZNAVANJU STANJA OSNOVNIH ABIOTSKIH I BIOTSKIH FAKTORA BOKOKOTORSKOG ZALIVA SA ASPEKTA UZGOJA NEKIH JESTIVIH ŠKOLJKAŠA

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF MAIN ABIOTIC AND BIOTIC
FACTORS IN BOKA KOTORSKA BAY FROM THE ASPECTS OF REARING
OF EDIBLE SHELLS

Jovan Stjepčević, Sreten Mandić, Branislav
Stjepčević i Ratomir Dragović

Zavod za biologiju mora i oceanografiju — Kotor

U ovom radu su dati rezultati istraživanja temperature, saliniteta, fosfora, te strujanja morske vode, kao i fitoplanktona s gledišta mogućnosti industrijskog uzgoja dagnji (*Mytilus galloprovincialis* LAMCK.) i kamenica (*Ostrea edulis* L. i *Crassostrea gigas* TH.) na području Bokokotorskog zaliva.

This study comprises the results of investigations of temperature, salinity, phosphorus, sea currents and phytoplankton from the viewpoint of possibility for industrial rearing of Mussel (*Mytilus galloprovincialis* LAMCK.) and oysters (*Ostrea edulis* L. and *Crassostrea gigas* TH.) in the area of Boka Kotorska Bay.

UVOD

Bokokotorski zaliv predstavlja najrazuđeniji dio jugoistočnog dijela Dinar-skog primorja. Njega čine četiri manja zaliva koja se međusobno nadovezuju (Hercegovski, Tivatski, Risanski i Kotorski) i tri prodora, od kojih prvi povezuje otvoreni dio Jadrana sa Hercegovskim zalivom, drugi (Kumborski tjesnac) povezuje Hercegovski sa Tivatskim zalivom, a treći (Verige) Tivatski sa Risanskim i Kotorskim zalivom.

Sam položaj Bokokotorskog zaliva u Jadranu, a zatim karakteristični abiotski i biotski faktori sredine, čine od njega specifičan biotop u kojemu se uslovi života u mnogome razlikuju od uslova u otvorenom dijelu Jadrana.

Predstavljajući splet zaliva, prodora i uvala (čineći neku vrstu potopljene kompozitne doline) Boka Kotorska je veoma razuđena. Ova razuđenost je

povećana i time što se i unutrašnji i spoljašnji dio Zaliva produžuju u udoline. Razuđenost se ogleda i u velikoj dužini obalske linije, koja (za čitavi Zaliv) iznosi 105,7 km.

Bokokotorski zaliv je po reljefu i petrografskom sastavu veoma složen. Možemo konstatovati da u reljefu morskog dna Zaliva razlikujemo dvije stepenice: žal i kontinentsku površinu — shelf.

Reljef dna Zaliva je veoma složen, pa je on negdje simetričan, a negdje asimetričan. U svakom zalivu pojedinačno dubina se povećava prema sredini. Dno Zaliva je pretežno pokriveno debelim naslagama finog mulja, koji je terigeni po načinu postanka, i to litoralni i šelfski, a minerogeni s obzirom na porijeklo.

Širina ulaza u Zaliv iznosi 2.950 m, dok na najužem mjestu, u prodoru Verige, širina iznosi 340 m.

U Bokokotorskom zalivu ima 6 manjih ostrva, i to 4 u spoljašnjem i 2 u unutrašnjem dijelu Zaliva.

Srednja ubina čitavog Bokokotorskog zaliva iznosi 27,6 m, dok za pojedine zalive je: Hercegnovski 31,0 m, Tivatski 25,5 m, Risanski 25,7 m i Kotorski 27,0 m.

Maksimalna dubina u Hercegnovskom zalivu iznosi 60,0 m, Tivatskom 47,0 m, Risanskom 36,0 m i Kotorskom 52,0 m.

Površina akvatorije Zaliva iznosi 87,334 km², što čini 0,06% površine akvatorije Jadranskog mora. Površina akvatorije spoljašnjeg dijela Zaliva iznosi 63,067 km², to jest za oko 2,59 puta veća je od površine unutrašnjeg dijela Zaliva, koja iznosi 24,267 km².

Ukupna zapremina Bokokotorskog zaliva iznosi 2.412,306.000 m³ vode. Od toga otpada na Hercegnovski 36,9%, Tivatski 36,4%, Risanski 8,5% i Kotorski 18,2%.

MATERIJAL I METODIKA

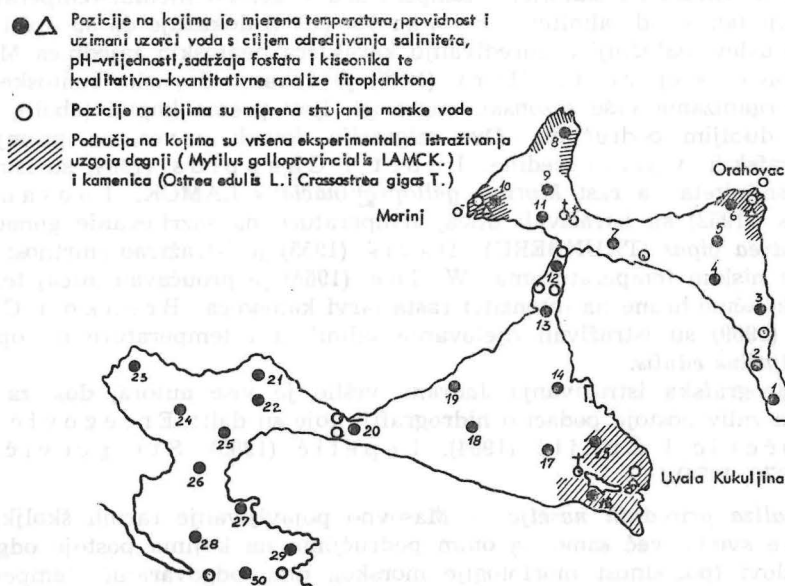
Užem izboru pozicija za planirana istraživanja prethodila su obimna istraživanja čitavog Zaliva. Ova istraživanja, između ostalog, obuhvatila su analize temperature, saliniteta, providnosti, miješanja vođenih masa — struje, sadržaja kiseonika i koncentraciju vodonikovih jona — pH vrijednost, te sadržaj fosfora i analizu fitoplanktona.

Radi sagledavanja osnovnih hidrografskih svojstava vode Bokokotorskog zaliva, vršena su mjerenja i opažanja na 30 reprezentativno odabranih pozicija u jednogodišnjem ciklusu po mjesecima, kao i na 3 posebno izdvojene pozicije u trogodišnjem aspektu na područjima koja, na osnovu ranije izvršenih preliminarnih istraživanja mogla bi pružiti optimalne uslove za uzgoj dagnji i kamenica (priobalno akvatorijalno područje Orahovca u Kotorskom, Morinja u Risanskom i uvale Kukuljina u Tivatskom zalivu) — sl. 1.

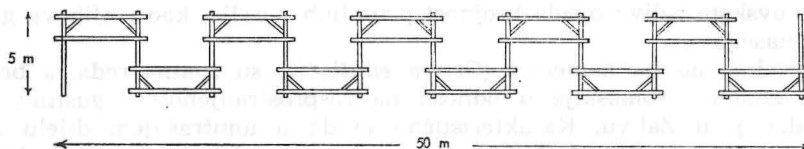
Analize saliniteta su izvršene po Mohr-Knudsen-ovoj metodi do tačnosti 0,02‰; analize slobodnih fofata (P-PO₄ mg/t) po metodi Pulfrich; temperatura morske vode je mjerena pomoću serije obrtljivih termometara; uzorci morske vode za analize saliniteta i sadržaja slobodnog fosfora uzimani su pomoću Nansen-ovog crpca, a za analize fitoplanktona pomoću crpca tipa HYDRO-

BIOS; obrada materijala izvršena je metodom 24-časovne sedimentacije i brojanja po UTERMÖHL-u upotrebom specijalnog plankton-mikroskopa »OPTON«.

SL.1 BOKOKOTORSKI ZALIV



Analize šireg područja Bokkotorskog zaliva, na 30 pozicija, su vršene svakog mjeseca tokom 1967. godine na tri nivoa: površine (0,5 m), sredine i dna, dok opažanja i analize na 3 reprezentativno odabrane pozicije su vršene, takođe, mjesečno u trogodišnjem ciklusu (1966—1969) na slijedećim nivoima: 0,5 m, 1 m, 2 m, 4 m i 8 m.



SL.2 ŠEMATSKI PRIKAZ EKSPERIMENTALNOG PARKA GLEDAN ODOZGO - R = 1 : 200

Sve navedene analize izvršene su u laboratoriji za hidrografiju i fitoplankton Zavoda za biologiju mora i oceanografiju u Kotoru.

REZULTATI SA DISKUSIJOM

Mnogi istraživači pridaju veliki značaj djelovanju hidrografskih faktora na biološka i ekološka svojstva, kao i na mnoga životna zbivanja unutar populacije Mollusca. Tako je Günther (1955, 1957) istraživao bentoska naselja u odnosu na salinitet i temperaturu vode. Po njemu, temperatura je uticajni faktor od saliniteta. Edwards (1954) dokazuje da su opšti hidrografski uslovi odlučniji u određivanju karaktera bentoskih zajednica Mollusca od sastava i svojstva dna. Hart (1947) je dokazao da neke bentoske populacije organizama vrše sezonske migracije, ljeti prema kopnu (obali), a zimi prema dubljim područjima. Ove migracije dovodi u vezi sa promjenama hidrografskih svojstava sredine. Lubet i Chappius (1964) su istraživali uticaj saliniteta na rast *Mytilus galloprovincialis* LAMCK. Loosanoff i Davis (1952) su istraživali uticaj temperature na sazrijevanje gonada kod *Crassostrea gigas* (THUNBERG). Davis (1955) je istraživao smrtnost kamenica na niskim temperaturama. Walne (1965) je proučavao uticaj temperature i količine hrane na intenzitet rasta larvi kamenica. Brenko i Calabrese (1969) su istraživali djelovanje saliniteta i temperature na opstanak larvi *Mytilus edulis*.

Hidrografska istraživanja Jadrana vršilo je više autora, dok za Bokotorski zaliv postoje podaci o hidrografiji koje su dali: Ercegović (1938), Stjepčević i Žunjić (1964), Lepetić (1965), Stjepčević (1967, 1969, 1970, 1974).

Analiza prirodnih naselja — Masovno pojavljivanje raznih školjaka ne opaža se svuda, već samo na onim područjima na kojima postoje odgovarajući uslovi (pogodnost morfologije morskog dna, odgovarajući temperaturni režim morske vode, kao i hemizam morske vode, planktonska produkcija i sl.) za njihov život i razvoj.

Obilan nalaz samoniklih Bivalvia na nekom području najbolji je putokaz kod izbora terena za njihov industrijski uzgoj, a proučavanjem takvih područja najčešće se i dokazuje postojanje povoljnih uslova za eventualni njihov uzgoj.

Prirodna nalazišta daganja (*Mytilus galloprovincialis* LAMCK.) nijesu ravnomjerno rasprostranjena u čitavom Bokotorskom zalivu. Najveća prirodna nalazišta daganja su u Kotorskom zalivu, dok je njihova brojnost u ostalim djelovima znatno manja, tj. kako se ide ka Risanskom, Tivatskom i Hercegnovskom zalivu opada brojnost prirodnih naselja, kao i njihova gustina unutar naselja.

Prirodna naselja kamenica (*Ostrea edulis* L.) su znatno ređa, a brojnost naselja znatno siromašnija u odnosu na rasprostranjenost i gustinu populacije dagnji u Zalivu. Karakteristično je da u unutrašnjem dijelu Zaliva populacija kalenica *O. edulis* L. je jako smanjena, dok je na pojedinim područjima tog dijela Zaliva sasvim nestala (krajnji dio Kotorskog zaliva). Uglavnom naseljava područja na dubini od 2 do 8 m, dok se u spoljašnjem dijelu Zaliva (Tivatski i Hercegnovski zaliv) redovno nalazi u plićim zonama na dubini od 0,60 do 1,5 m. Svakako na ovakvu distribuciju, kako brojnost naselja, a posebno gustini unutar populacije naselja, kao i na njihovu vertikalnu rasprostranjenost, imaju odlučujućeg uticaja promjene u hemizmu vode površinskih slojeva (0—2 m), priliv kopnenih voda tokom godine, kao i stepen zagađenosti raznim polutantima ovog dijela Zaliva (Kotorski zaliv).

Priliv kopnenih voda — Vidljive i jake rječice, brojni potoci, vrela i submarinski izvori-vrulje nalaze se duž obala u Bokokotorskom zalivu. Njih, dakako, najviše ima u Kotorskom i Risanskom zalivu, a znatno manje u Tivatskom i Hercegovskom zalivu. U Kotorskom i Risanskom zalivu jaki izvori i vrulje se nalaze duž čitave obale, što nije slučaj sa spoljašnjim dijelom Zaliva. U unutrašnjem dijelu Zaliva nalazi se znatan broj vrulja čija se aktivnost ne primjećuje na površini mora.

Na čitavom području Boke Kotorske nalazi se 6 manjih rječica: Škurda-Kotor, Škurda-Dobrota, Ljuta, Široka rijeka, Gradiošnica i Sutorina. Tokom čitave godine aktivne su samo Škurda-Kotor u Kotorskom i Široka rijeka u Tivatskom zalivu, dok su ostale aktivne samo u periodu od novembra do maja mjeseca (srednji protok Ljute u Kotorskom zalivu iznosi cca 14.000 l/sek., a minimalni, prije nego što potpuno presuši, iznosi cca 1.500 l/sek.; srednji godišnji protok Škurde-Kotor i submarinskog izvora Gurdić u Kotorskom zalivu, koji su aktivni tokom čitave godine, iznosi cca 5.000 l/sek., dok minimalni za vrijeme ljetne sezone (VI—IX) iznosi cca 1.000 l/sek.; dva veća submarinska izvora u Morinju u Risanskom zalivu, koja su aktivna tokom čitave godine, srednji protok iznosi cca 2.000 l/sek., dok je minimalni 200 l/sek.; vrelo Sopot u Risanskom zalivu, koji je aktivan samo za vrijeme obilnih padavina (XI—IV), ima srednji protok cca 5.000 l/sek. (navedeni podaci su dobijeni iz Odjelenja za vodoprivredu SO Kotor.)

Sve te rječice, brojni potoci, izvori i vrulje u Bokokotorskom zalivu dobijaju vodu iz Lovćenskog i Orijenškog masiva. U tim masivima nalaze se kraška polja sezonski plavljena (XI—IV), zatim ogromna podzemna jezera, što uslovljava da rječice, potoci i brojni submarinski izvori rade sezonski.

Kao što se vidi glavnina kopnenih voda dolazi površinskim ili podzemnim tokovima sa Lovćenskog i Orijenškog masiva, a zatim Tivatskog, Grbaljskog i Sutorinskog polja.

Priliv kopnenih voda u Bokokotorskom zalivu u cjelini zadovoljava tokom čitave godine, a naročito je izdašan, kako je već istaknuto, u periodu od oktobra do kraja aprila mjeseca. Ova pojava je posebno važna sa aspekta uspješnog uzgoja dagnji i kamenica, s obzirom da ovi organizmi daleko se bolje razvijaju i rastu u uslovima sniženog saliniteta. Tokom ljetne sezone (VI—IX) nastaje pomanjkanje kopnenih voda. No, ta pojava, kako su neka istraživanja pokazala (Stjepčević, 1974), ne utiče i ne remeti tempo rastenja i razvoja dagnji i kamenica. Za ovo područje, i to isključivo za Kotorski i Risanski zaliv, je mnogo karakterističniji period od XI do IV, to jest kada je maksimalni priliv kopnenih voda i kada vladaju niske vrijednosti temperature i saliniteta morske vode (tab. 1—4). To je razdoblje koje bi se moglo nazvati, za ovaj dio Zaliva, a u odnosu na tempo rastenja dagnji, a posebno kamenica, sezonom stagnacije, kada se njihovo rastenje usporava ili svodi na minimum, a s druge strane povećava smrtnost ovih organizama.

Temperaturni režim vode Bokokotorskog zaliva — Kako smo vidjeli iz prethodnog dijela Bokokotorski zaliv je karakterističan po tome što obiluje velikim prilivima kopnenih voda. Isto tako, konstatovali smo da se u unutrašnjem dijelu Zaliva (Kotorski i Risanski) uliva najveća količina tih kopnenih voda, koje osjetno utiču na temperaturu vodenih masa i to pogotovo na površinske slojeve morske vode.

Jedan od vrlo važnih faktora koji utiču na dinamiku temperaturnog režima morske vode u Zalivu, a posebno u njegovom unutrašnjem dijelu, je

velika količina atmosferskih padavina. Količina tih taloga u Boki je najveća u Evropi (Crkvice iznad Risna — 5.480 mm godišnje). Uz to, u zimskim mjesecima u Kotorskom i Risanskom zalivu duvaju često hladni sjeverni vjetrovi koji utiču na rashlađivanje površinskog sloja mora. Svi ti faktori prouzrokuju izrazitu sezonsku dinamiku niza hidrografskih svojstava morske vode u Zalivu, a posebno saliniteta i temperature. Još je Ercegović (1938) uočio razliku između unutrašnjeg i spoljašnjeg dijela Zaliva, koja se odražava u postepenom porastu temperature površinskih slojeva morske vode idući od Kotorskog i Risanskog prema Tivatskom i Hercegnovskom zalivu i rtu Oštra na ulazu u Zaliv. Po njemu, temperaturni gradijent u novembru mjesecu 1937. godine iznosi 4,82°C. On je, takođe, zapazio razliku u temperaturi površinske vode od dubinske i konstatovao temperaturni gradijent između dubinskih voda Kotorskog zaliva i voda u blizini rta Oštra od 0,488°C.

Tab. 1. Trogodišnje prosječne vrijednosti temperature (t°C) za period novembar 1966 — april 1969 godine

Lokaliteti	D u b i n a				
	0,5 m	1 m	2 m	4 m	8 m
ORAHOVAC	12,14	13,27	14,07	14,72	15,48
MORINJ	11,95	12,77	13,66	14,63	15,02
UVALA KUKULJINA	13,90	14,05	14,47	14,68	14,89

Tab. 2. Trogodišnje prosječne vrijednosti temperatura (t°C) za period maj 1966— — oktobar 1969 godine

Lokaliteti	D u b i n a				
	0,5 m	1 m	2 m	4 m	8 m
ORAHOVAC	22,00	22,45	21,75	20,92	20,25
MORINJ	20,90	21,54	20,96	20,67	20,31
UVALA KUKULJINA	23,01	22,99	22,90	22,21	21,02

Iz tabelarnog prikaza variranja srednjih vrijednosti temperature u trogodišnjem ciklusu (IX 1966—IV 1969) se vidi da se te vrijednosti povećavaju sa dubinom dostižući maksimum na 8 m (tab. 1).

Srednje temperaturne vrijednosti morske vode u periodu od početka maja 1966. do kraja oktobra 1969. godine, takođe su znatno više, dostižući u toku ljetnih mjeseci (VI—VIII), za čitavi istraživani sloj vode od 0,5 do 8 m, prosječnu vrijednost, na sva tri istraživana područja, prosjek od preko 25,50°C. Iz tabelarnog prikaza srednjih temperaturnih vrijednosti uočavamo da se te vrijednosti smanjuju sa dubinom, dostižući minimum u sloju vode na 8 m (tab. 2).

Hemijski režim — salinitet voda Bokokotorskog zaliva — Na salinitet morske vode utiču različiti faktori. Najviše utiče priliv kopnenih voda, atmosferske padavine i struje. Uticaj ovih posljednjih uslovljava da promjene temperature i saliniteta ne idu uporedo. To je i razumljivo. Na primjer, kada

duvaju vjetrovi sa kopna, dolazi do konvekcijskih strujanja koje dovode iz dubljih slojeva hladniju, a time i mnogo slaniju vodu. Isto tako, priliv kopnenih voda sa padavinama mnogo više utiču na promjenu slanosti površinskih slojeva morske vode nego na promjenu temperature tih slojeva.

Dobijeni rezultati o slanosti morske vode (tab. 3 i 4) nam najbolje ilustruju svu dinamiku vodnog režima na sva tri istraživana područja u Zalivu, kao i razlike, odnosno međusobne specifičnosti pojedinih lokaliteta, s jedne, i razlike odnosno specifičnosti Zaliva u odnosu na otvoreno more, s druge strane.

Iz prikaza srednjih vrijednosti saliniteta u periodu od novembra do aprila u trogodišnjem periodu istraživanja (1966—1969) — tab. 3. uočavamo da se vrijednosti saliniteta morske vode na svim istraživanim područjima sa dubinom povećavaju dostižući maksimum na 8 m. Takođe se konstatuje da su u tom periodu srednje vrijednosti slanosti morske vode na 0,5 m na lokalitetima u Kotorskom i Risanskom zalivu jako niske, o čemu će se morati voditi računa kod određivanja tehnike i tehnologije uzgoja dagnji, a posebno kamenica.

I iz tabelarnog prikaza srednjih vrijednosti saliniteta morske vode za period od početka maja do kraja oktobra u trogodišnjem aspektu (tab. 4) na sva tri istraživana područja vidi se da se vrijednosti saliniteta, takođe, sa dubinom povećavaju, dostižući maksimum na 8 m. Takođe, na osnovu ovih analiza možemo konstatovati razliku u salinitetu između unutrašnjeg i spoljašnjeg dijela Zaliwa, koja se ogleda u porastu saliniteta površinskih slojeva morske vode idući od Kotorskog i Risanskog prema Tivatskom i Hercegnovskom zalivu. Tako gradijent saliniteta između lokaliteta u Orahovcu u Kotorskom zalivu i lokaliteta u uvali Kukuljina u Tivatskom zalivu, izračunat na osnovu prosječnih mjesečnih analiza u trogodišnjem ciklusu za period od novembra 1966. do aprila 1969. godine, iznosi na 0,5 m 20,54‰, na 1 m 9,81‰, na 2 m 5,94‰, na 4 m 3,03‰ i na 8 m 3,61‰. Gradijent saliniteta, takođe u trogodišnjem ciklusu za period od maja do oktobra, za prethodno navedene lokalitete, iznosi na 0,5 m 16,72‰, na 1 m 5,45‰, na 2 m 2,85 ‰, na 4 m 1,72‰ i na 8 m 1,52‰ (tab. 3, 4).

Tab. 3. Trogodišnje prosječne vrijednosti saliniteta (Sal ‰) za period novembar 1966 — april 1969 godine

Lokaliteti	D u b i n a				
	0,5 m	1 m	2 m	4 m	8 m
ORAHOVAC	8,03	22,29	26,99	31,51	32,52
MORINJ	9,59	24,23	27,66	30,81	33,89
UVALA KUKULJINA	28,57	32,10	32,93	34,53	36,13

Tab. 4. Trogodišnje prosječne vrijednosti saliniteta (Sal ‰) za period Maj 1966 — Oktobar 1969 godine

Lokaliteti	D u b i n a				
	0,5 m	1 m	2 m	4 m	8 m
ORAHOVAC	17,48	29,72	32,81	34,76	35,58
MORINJ	17,93	29,44	32,13	34,38	35,35
UVALA KUKULJINA	34,20	35,17	35,66	36,48	37,10

Isto tako, gradijent saliniteta morske vode između istraživanih lokaliteta Morinj u Risanskom zalivu i lokaliteta uvale Kukuljina u Tivatskom zalivu, izračunat na osnovu prosječnih mjesečnih vrijednosti za period od novembra 1966. do aprila 1969. godine u trogodišnjem ciklusu, iznosi na 0,5 m 18,98‰, na 1 m 7,87‰, na 2 m 5,27‰, na 4 m 3,72‰ i na 8 m 2,24‰. Takođe je interesantan taj gradijent i za period od maja do oktobra u trogodišnjem ciklusu (1966—1969) za naprijed navedene lokalitete. On je na 0,5 m 16,27‰, na 1 m 5,73‰, na 2 m 3,53‰, na 4 m 2,10‰ i na 8 m 1,75‰ (tab. 3, 4).

Najveća amplituda, što je i razumljivo, i u jednom i u drugom slučaju je konstatovana u sloju vode na 0,5 m i sa povećanjem dubine ona se smanjuje, dostižući minimum na 8 m. I ovu pojavu možemo objasniti uticajem kopnenih voda u Kotorskom i Risanskom zalivu, odnosno uticaj čiste mediteranske morske vode u Tivatskom zalivu.

Karakteristike strujanja morske vode Bokokotorskog zaliva — Imajući u vidu značaj miješanja vodenih masa u Bokokotorskom zalivu sa gledišta primarne organske produkcije, odnosno za pravilnu ocjenu pogodnosti područja za eventualni industrijski uzgoj školjkaša, kao i primjene tehnike i tehnologije uzgoja na istraživanom području, posebna je pažnja posvećena istraživanju morskih struja. Rezultate tih istraživanja dajemo u slijedećem prikazu.

Na osnovu mjerenja morskih struja zaključili smo da su strujanja vodenih masa u Zalivu vrlo nepravilna. Uglavnom zavise od morskih doba i slobodnih oscilacija — »SEICHES«. Na pravac i jačinu struja u Bokokotorskom zalivu imaju velikog uticaja, pored morskih doba, i vjetrovi, promjena pritiska, kao i miješanje slatke i slane vode. Ljeti su struje slabe, dok su u jesen, zimi i u rano proljeće dosta jake. Ljeti je jača ulazna struja; ona ima sjeverozapadni pravac i brzinu od 0,7 čvorova na sat. Poslije jakih i dugotrajnih kiša nastaje prilično jaka izlazna struja, koja se kreće duž zapadne obale i izlazi iz Zaliva u jugoistočnom smjeru. Ona tada dostiže brzinu, na izlazu iz Bokokotorskog zaliva i do 2,5 čvora na sat.

U Kotorskom zalivu struja se kreće uz istočnu obalu prema sjeveru. U zapadnom dijelu Kotorskog zaliva struja se kreće uvijek prema jugu. Dubinska struja ima uvijek južni pravac. Za vrijeme jakog juga i uz istočnu obalu struja se kreće u južnom pravcu.

U Risanskom zalivu struje se, takođe, kreću uz istočnu obalu prema sjeveru. U sjeverozapadnom dijelu Risanskog zaliva struja se kreće prema jugozapadu, dok se na južnoj strani kreće uvijek prema istoku.

Struje u Verigama promjenljivog su pravca. U toku ljeta ne postižu brzinu veću od 0,5 čvorova na sat. Za vrijeme jakih i dugotrajnih kiša, kao i slobodnih oscilacija — seša prouzrokovanih duvanjem sjevernog vjetrova — bure, jaka je izlazna struja; ona tada dostiže brzinu i od preko 3,5 čvora na sat. Karakteristično je da u uskom pojasu u sredini tog tijesnaca struje su minimalne, već su one izrazito bliže obalnom dijelu.

Kretanje struja pratili smo i u spoljašnjem dijelu Zaliva. One su naročito uočljive u pojedinim suženjima tog dijela Zaliva. Tako smo mjerili struje u Kumborskom tijesnac. Tu ona obično ima zapadni pravac. Naročito je jaka zimi i u proljeće, za vrijeme jakih i dugotrajnih kiša potpomognute sešima. Ovdje je mnogo jača struja koja se kreće uz sjevernu obalu tijesnaca i zimi dostiže brzinu od 2,5 čvora na sat. U periodu od juna do oktobra tu su struje slabije.

U toku jeseni, zime i proljeća (X—V) u Bokokotorskom zalivu se pojavljuju i vertikalne struje od dna do površine. Ove struje su izrazite u čitavom Zalivu, a posebno u Kotorskom i Risanskom zalivu, što posebno ima veliki značaj za uspješan uzgoj i dagnji i kamenica. Ove struje miješaju vodene mase Bokokotorskog zaliva i podižu s dna naslage hranljivih soli i detritus, pa na taj način snažno djeluju na povećanje količine hrane i uopšte produktivnosti ovog područja.

Isto tako, u Kotorskom i Risanskom zalivu su primjetne jake turbulentne struje. One su toliko jače ukoliko je veći priliv kopnenih voda i karakteristične su za ona područja gdje se ulijevaju kopnene vode.

Analiza sadržaja slobodnih fosfata (P-PO₄) u Bokokotorskom zalivu — Postoje različita, pa čak i suprotna mišljenja o stupnju produktiviteta Jadrana. Po nekim mišljenjima, taj stupanj je dosta visok i dozvoljava mogućnost veće eksploatacije mora nego što je to slučaj danas. Po drugim mišljenjima, primarna produkcija u Jadranu je niska (Buljan, 1964). Poznato je da je i sam Mediteran oskudan hranljivim solima, pa će, kao rezultat toga, i produktivnost biti niska. Polazeći od toga, ne može se računati na neko znatnije povećanje eksploatacije ovog mora, a time i Jadrana, gledajući ga u cjelini.

Istraživanja o sadržaju slobodnih fosfata u Jadranu (Buljan, 1953) pokazuju da je srednja vrijednost sadržaja fosfata vode u južnom Jadranu približno 1,77 mg/t, a na području srednjeg Jadrana (na liniji Split—Palagruža) 1,66 mg/t. Prilikom izračunavanja ovog zadnjeg podatka uzeti su u obzir i podaci o sadržaju fosfata u kanalima srednjeg Jadrana, kao i podaci iz ranijih radova Ercegovića (1934, 1936).

Nümann (1941) je na jednoj poziciji izvan Rovinja 1939. godine ustanovio količine fosfata koje su se u toku godine kobile oko vrijednosti 1,5 mg/t.

Iz prethodnog možemo sagledati da se te tri vrijednosti podudaraju, s malom razlikom što su na rovinjskoj poziciji nešto niže i na osnovu toga ne možemo zaključiti da postoje neke razlike u svojstvima pojedinih dijelova Jadrana.

Prema radu Faganelli-a (1961), u kojem su dati kompletni podaci za sjeverni Jadran (8 pozicija na dubini od 5 do 50 m sa područja Trsta, Venecije, Ravene i Ankone), proizilazi da se prosjek sadržaja fosfata u vodi kreće cca 3,740 mg/t. Isto tako i južnije od navedenih područja (11 pozicija na dubini od 5 do 50 m) isti autor je konstatovao prosječni sadržaj fosfata cca 2,167 mg/t.

Iz gornjih podataka se vidi da su vode uz zapadnu obalu Jadrana bogatije od onih uz istočne obale sjevernog dijela Jadrana. Ta okolnost ukazuje na izdvajanje sjeverozapadnog dijela Jadrana kao područja bogatijeg hranljivim materijama od ostalih dijelova ovog mora (Buljan, 1964).

Jedan od važnih faktora koji utiče na produktivnost Bokokotorskog zaliva je zeleni pokrivač obalnog dijela Zaliva. Nije potrebno isticati koliki je blagotvoran uticaj priobalnih šuma, njihovih otpadaka i svih ostalih organskih proizvoda šume na metabolizam mora (Buljan, 1953). Dovoljno je istaći da one indirektno povoljno utiču na hidrobiološka svojstva pridenih voda u Zalivu, te na kruženje hranljivih materija na liniji morski sediment — morska voda. Obilna prisutnost šumskog pokrivača u Boki doprinosi stalno povišenom nivou produktiviteta ovog Zaliva. Najvećim dijelom vode ovog

Zaliva su vrlo bogate fosfatima i svojim bogatstvom daleko odskaku čak i od onih područja u Jadranu koja se smatraju najbogatijim po sadržaju hranljivih materija (sjeverozapadni dio Jadrana), a po svojim vrijednostima približavaju se vodama zapadnoga Mediterana (tab. 5—7).

Vode Bokotorskog zaliva odlikuju se povećanom količinom slobodnih fosfata, i to kako u površinskim tako i u pridonim sljevima. U toku naših trogodišnjih istraživanja konstatovali smo da se sadržaj slobodnih fosfata

Tab. 5. i (P—PO₄ mg/t)

Datum uzimanja uzoraka (The date)	ORAHOVAC				MORINJ				UVALA KUKULJINA			
	Dubina u metrima (The depth in metres)				Dubina u metrima (The depth in metres)				Dubina u metrima (The depth in metres)			
	0,5	2	4	8	0,5	2	4	8	0,5	2	4	8
15.VI 1966	4,876	5,856	6,627	3,993	6,450	5,799	5,577	3,217	3,003	4,097	3,018	3,007
15.VII 1966	3,811	4,090	5,175	8,450	8,846	9,146	4,719	5,030	2,249	2,627	4,815	3,016
15.VIII 1966	3,003	3,861	2,359	8,366	11,799	13,086	3,646	5,148	1,716	2,431	6,434	1,501
15.IX 1966	1,072	5,363	2,145	3,646	12,228	9,010	4,290	3,432	5,792	1,072	1,072	0,000
15.X 1966	9,010	3,217	5,792	7,293	6,864	3,646	6,182	13,300	7,529	3,646	3,646	6,221
15.XI 1966	10,082	6,221	9,868	3,003	6,344	6,864	11,554	8,152	7,937	6,864	3,003	4,919
15.XII 1966	7,508	6,006	11,799	7,937	6,650	3,217	11,584	5,729	1,297	4,290	0,429	5,363
15.I 1967	13,944	2,359	3,432	1,501	7,508	3,869	3,646	4,934	6,650	8,366	8,152	6,864
15.II 1967	5,577	2,359	3,217	3,003	2,359	7,293	1,716	0,858	4,076	6,864	6,650	7,079
15.III 1967	—	7,722	2,145	0,643	1,930	4,076	2,145	4,280	5,577	2,768	4,076	2,788
15.IV 1967	7,508	5,148	6,434	1,930	—	2,145	6,434	0,858	7,937	1,501	2,145	3,003
15.V 1967	12,228	4,290	3,003	4,076	2,788	5,363	—	6,650	6,650	4,505	4,076	3,432
Srednja vrijednost (The mean value)	7,147	4,707	5,166	4,486	6,707	6,126	5,593	5,132	5,033	4,087	3,959	4,290

Tab. 6. i (P—PO₄ mg/t)

Datum uzimanja uzoraka (The date)	ORAHOVAC				MORINJ				UVALA KUKULJINA			
	Dubina u metrima (The depth in metres)				Dubina u metrima (The depth in metres)				Dubina u metrima (The depth in metres)			
	0,5	2	4	8	0,5	2	4	8	0,5	2	4	8
15.VI 1968	3,775	4,404	4,876	4,090	5,348	3,933	4,090	5,034	4,090	4,404	3,618	5,034
15.VII 1968	3,861	4,934	5,577	5,363	6,435	5,702	5,577	6,435	5,363	5,148	5,363	5,792
15.VIII 1968	6,534	4,901	4,356	4,538	7,442	6,353	5,627	5,082	5,627	3,811	3,943	2,359
15.IX 1968	5,990	3,811	3,811	2,359	4,901	3,448	3,993	4,175	4,356	4,538	4,175	3,993
15.X 1968	9,177	6,030	3,670	4,981	7,341	6,555	3,146	7,341	6,292	4,981	6,030	7,603
15.XI 1968	5,580	6,580	7,812	6,218	10,045	7,653	9,247	5,261	8,769	8,291	7,493	5,421
15.XII 1968	5,740	6,696	6,856	8,450	6,856	6,218	11,799	6,377	8,450	8,291	6,696	4,783
15.I 1969	8,061	6,935	7,025	6,755	6,394	5,404	5,314	5,944	6,755	5,944	6,755	5,584
15.II 1969	7,025	5,854	7,475	5,133	8,106	7,565	6,394	7,475	6,845	8,016	6,845	5,584
15.III 1969	7,025	6,304	6,304	7,925	7,565	6,755	6,944	5,674	6,845	5,764	5,854	8,106
15.IV 1969	7,963	6,234	6,116	3,217	8,045	9,448	5,627	2,377	5,014	4,421	4,082	3,493
15.V 1969	5,483	4,719	2,788	4,290	3,646	5,148	7,249	5,944	3,637	2,261	2,175	3,264
Srednja vrijednost (The mean value)	6,351	5,616	5,555	5,276	6,843	6,181	6,250	5,593	6,003	5,489	5,252	5,084

Tab. 7. 1 (P—PO₄ mg/t)

Datum uzimanja uzoraka (The date)	ORAHOVAC				MORINJ				UVALA KUKULJINA			
	Dubina u metrima (The depth in metres)				Dubina u metrima (The depth in metres)				Dubina u metrima (The depth in metres)			
	0,5	2	4	8	0,5	2	4	8	0,5	2	4	8
15.VI 1967.	7,079	1,287	3,003	6,434	7,079	6,650	2,788	0,858	3,217	3,646	2,574	2,708
15.VII 1967.	8,581	9,439	6,650	10,082	2,788	3,003	1,501	2,145	8,152	8,795	0,000	3,217
15.VIII 1967.	10,726	-	13,515	7,937	7,722	5,793	9,653	4,290	9,653	7,722	10,940	5,148
15.IX 1967.	8,366	5,148	-	4,934	6,006	7,079	6,433	6,434	6,006	6,006	6,006	5,148
15.X 1967.	6,650	4,934	0,429	1,287	-	5,792	4,290	3,003	5,577	7,293	3,457	7,508
15.XI 1967.	5,148	5,363	5,148	3,217	4,290	4,076	2,788	2,145	1,930	4,934	5,148	3,646
15.XII 1967.	4,290	4,290	3,457	5,363	5,862	4,076	3,217	4,719	0,977	5,972	5,363	6,221
15.I 1968.	7,266	5,244	7,341	6,292	8,914	9,963	7,605	6,030	7,603	6,292	8,652	8,128
15.II 1968.	6,030	7,866	7,603	4,981	6,292	6,292	7,603	8,128	7,603	6,555	6,817	3,676
15.III 1968.	5,082	3,811	4,175	5,264	4,719	4,175	4,538	4,175	4,082	3,993	5,808	6,171
15.IV 1968.	4,719	5,264	2,722	3,993	3,993	10,891	5,990	6,534	5,264	6,534	5,082	4,356
15.V 1968.	5,082	3,993	3,267	3,267	2,085	3,993	5,672	2,904	5,808	1,815	3,993	4,175
Srednja vrijednost (The mean value)	6,585	5,149	5,210	5,254	5,432	5,982	5,196	4,280	5,489	5,796	5,803	5,008

kreće u Orahovcu od 0,643 mg/t do 13,944 mg/t, u Morinju od 0,858 mg/t do 13,300 mg/t i u uvali Kukuljina od 0,429 mg/t do 8,366 mg/t. (tab. 5—7)

Trogodišnji prosječni sadržaj slobodnih fosfata u čitavom stubu vode od 0,5 do 8 m po istraživanim lokalitetima iznosi: u Orahovcu 5,541 mg/t, u Morinju 5,766 mg/t i u uvali Kukuljina 5,107 mg/t. Kao što vidimo lokalitet u Morinju se odlikuje sa nešto povećanim sadržajem slobodnih fosfata u odnosu na ostala dva lokaliteta, a posebno u odnosu na lokalitet u uvali Kukuljina. Trogodišnji prosjeci sadržaja slobodnih fosfata po slojevima na sva tri istraživana područja iznose: na 0,5 m 6,176 mg/t, na 2 m 5,459 mg/t, na 4 m 5,331 mg/t i na 8 m 4,933 mg/t. I ovdje vidimo ujednačenost sadržaja, gdje se sadržajem posebno ističe sloj vode na 0,5 m.

Iz tabelarnih pregleda (tab. 5—7), kao i iz naprijed navedenih podataka vidi se da su površinski slojevi vode (0,5 m) znatno bogatiji slobodnim fosfatima, očito zbog donosa koje vrše kopnene vode. Isto tako se vidi da je slobodnim fosfatima najbogatiji lokalitet u Morinju u Risanskom zalivu, a najsiromašnija uvala Kukuljina u Tivatskom zalivu.

Ove analize su pokazale da se istraživana područja odlikuju relativno velikim sadržajem slobodnih fosfata i to u svim sezonama, što uslovljava visoku produktivnost voda ovog Zaliva.

Da bismo dobili sliku stanja zaliha fosfata na istraživanim područjima, a koja mogu reprezentovati stanje u slojevima vode od 0 do 8 m čitavog Zaliva, dovoljno je istaći da se količine fosfata u južnom Jadranu kreću od 0,7 do 2,8 mg/t, i to na dubini od 10 do 1.100 m. Ovi podaci bazirani su na istraživanjima koja su vršena u septembru 1957. i martu 1958. godine. (Iz izvještaja Nacionalne komisije za Međunarodnu geofizičku godinu, Split 1959)

Na temelju prethodno iznijetih podataka o sadržaju fosfata na istraživanim područjima, a s obzirom na to da su fosfati najreprezentativniji, odnosno najodlučniji faktor od svih nutrijenata, možemo podijeliti Bokokotorski zaliv

na tri zone koje se međusobno razlikuju po sadržaju fosfata, odnosno po stepenu primarne organske produkcije koja je time uslovljena. Svaka od ovih zona ima i ostale specifične hidrografske odlike, za koje pretpostavljamo da će se odraziti na bioprodukciju. Evo tih zona:

Zona A obuhvata Risanski zaliv (9,16% površinske akvatorije Bokokotorskog zaliva), zona B kotorski zaliv (18,62%) i zona C obuhvata Tivatski zaliv (27,55%).

Zona A — Risanski zaliv: Ova zona je pod najjačim uticajem kopna, brojnih izvora, potoka, vrulja i bujnog bilnog pokrivača sa kopna. Ovu zonu karakteriše visoki stepen produktiviteta i zato ova zona pruža povoljne uslove za industrijski uzgoj jestivih školjaka, a naročito daganja.

Zona B — Kotsorski zaliv: I ova zona je pod jakim uticajem kopna, njegovih slatkih voda i bilnog pokrivača i pruža povoljne uslove za eventualni industrijski uzgoj dagnji.

Zona A i B, po našem mišljenju, su područja pod vrlo slabim uticajem jadranskih ingresija, a znatno više pod uticajem kopna. Kako je ovaj uglavnom permanentan, to doprinosi trajnom sniženju saliniteta vodenih masa tih područja i trajnoj prisutnosti fosfata i drugih hranljivih soli.

Zona C — Tivatski zaliv: Ovu zonu karakteriše niži sadržaj fosfata, kao i slabiji uticaj kopna. Pretpostavlja se da je ova zona pod jačim uticajem otvorenog mora, tj. jadranskih ingresija. Relativno visokom sadržaju fosfata u vodama ove zone doprinose jake izlazne struje u periodu intenzivnih padavina i priliva kopnenih voda u unutrašnjem dijelu Zaliva, a što omogućava miješanje vodenih masa sve tri zone.

Analiza fitoplanktonske vegetacije — Analize fitoplanktona su vršene po mjesecima u jednogodišnjem ciklusu (1966) na istim područjima gdje su vršene analize sadržaja fosfora. Tokom ovih istraživanja konstatovali smo veliko bogatstvo fitoplanktona na sva tri istraživana područja kako u kvantitativnom tako i u kvalitativnom pogledu.

Dijatomeje koje predstavljaju najznačajniju ulogu u primarnoj produkciji zastupljene su sa 20 rodova, od čega na Penate otpada 13, a na Centrice 7 rodova. Dinofladelati učestvuju sa 13, kokolitini sa 8, a silikoflagelati su zastupljeni samo sa 2 roda.

Kako se iz tabelarnog prikaza prosječne godišnje fitoplanktonske produkcije na nivoima istraživanih lokaliteta vidi (tab. 8), diatomejska vegetacija ukupno uzeto u toku čitave godine pokazuje izrazitu dominaciju nad ostalim fitoplanktonskim skupinama. Od sva tri lokaliteta u toku cjelokupnog istraživanja priroda, uvala Kukuljina se pokazala kao najproduktivnija, gdje diatomeje prosječno u toku godine u odnosu na cjelokupnu fitoplanktonsku masu učestvuju sa 92,12%. Zatim slijedi područje Morinja u Risanskom zalivu sa 91,35% i, najzad, područje Orahovca u Kotorskom zalivu sa 87,43%. Na lokalitetu u Orahovcu (Kotorski zaliv) prosječni godišnji maksimum diatomeja konstatovan je u sloju vode na 2 m, dok je u Morinju (Risanski zaliv) i u uvali Kukuljina (Tivatski zaliv) konstatovan u sloju vode na 4 m. U sloju vode na 2 m u jednom litru vode na lokalitetu u Orahovcu konstatovano je prosječno godišnje 19.947 ćelija, na lokalitetu u Morinju u sloju vode na 4 m 29.195 ćelija i na lokalitetu u uvali Kukuljina, takođe na dubini od 4 m, 27.811 ćelija, što znači da postoje razlike u količini biomase (tab. 8).

Karakteristično je da je površinski sloj vode na 0,5 m, priobalnog unutrašnjeg dijela Bokokotorskog zaliva, pokazuje najslabiju produkciju, a što je

Tab. 8.

ORAHOVAC

Dubina u met. (Depth m)	Diatomeae		Dinoflagellatae		Coccolithineae		Silicoflagellatae		Prosječni ukupni br. ćel./l Average total Nocells/l
	Broj ćelija/l (No. cells/l)	%	Broj ćelija/l (No. cells/l)	%	Broj ćelija/l (No. cells/l)	%	Broj ćelija/l (No. cells/l)	%	
0,5	12183	86,42	1109	7,87	805	5,71	-	-	14.097
2	19946	89,37	1113	4,99	1204	5,39	56	0,25	22.319
4	13513	86,65	1078	6,91	976	6,26	28	0,18	15.595
8	12977	86,29	584	3,89	1428	9,49	49	0,33	15.038
Svega Total	58619	87,43	3884	5,79	4413	6,58	133	0,20	67.049

MORINJ

0,5	6072	72,93	1088	13,07	1162	13,96	3	0,04	8.325
2	28819	93,75	822	2,68	1071	3,48	28	0,09	30.740
4	29194	94,16	724	2,34	1064	3,43	21	0,07	31.003
8	15692	90,90	605	3,51	948	5,49	18	0,10	17.263
Svega Total	79777	91,35	3239	3,71	4245	4,86	70	0,08	87.331

UVALA KUKULJINA

0,5	18456	90,23	1046	5,12	945	4,62	7	0,03	20.454
2	21189	92,47	578	2,52	1144	4,99	3	0,02	22.914
4	27811	94,94	525	1,79	941	3,21	18	0,06	29.295
8	14494	88,95	739	4,54	1057	6,49	3	0,02	16.293
Svega Total	81950	92,12	2888	3,25	4087	4,59	31	0,04	88.956

naročito došlo do izražaja u toku pojedinih jesenjih i zimskih mjeseci. Tako je produkcija sloja vode od 0,5 m, u odnosu na cjelokupnu količinu diatomeja čitavog stupca vode od 0,5 do 8 m procentualno iznosila na lokalitetu u Orahovcu u Kotorskom zalivu u oktobru mjesecu 10,07%, u novembru 3,48%, u decembru 23,13%, u januaru 2,34%, u februaru 8,81% i u martu 12,20%.

Ova pojava se još više ispoljava u priobalnom području lokaliteta Morinj u Risanskom zalivu. Ovdje čak znatno slabiju produktivnost površinskog sloja (0,5 m) vidimo tokom čitave godine. Tako je procentualna zastupljenost diatomeja u avgustu iznosila 3,87%, u septembru 10,56%, u oktobru 2,09%, u novembru 3,69%, u decembru 8,86%, u januaru 11,00% i u februaru 35,31%.

Ovu smanjenu produkciju diatomeja površinskog sloja (0,5 m) vode unutrašnjeg dijela Bokotorskog zaliva, možemo objasniti velikim uticajem kopnenih voda. Velike mase slatke vode, kao lakše, zadržavale su se u gornjim slojevima i snažno su djelovale na sniženje saliniteta, a time i na smanjivanje produktivnosti tog sloja.

Međutim, lokalitet uvala Kukuljina u Tivatskom zalivu nije u tolikoj mjeri izložen uticaju kopnenih voda, te je prosječna godišnja vrijednost saliniteta površinskog sloja (0,5 m) na tom području za oko 3,5 puta veći od vrijednosti saliniteta na odgovarajućim nivoima na lokalitetima u Orahovcu i Morinju. Ta pojava, svakako, uslovljava kvantitet produkcije diatomeja. Na primjer, prosječni godišnji broj ćelija u jednom litru vode na lokalitetu u uvali Kukuljina u sloju vode na 0,5 m (18.456) skoro je za 40% veći nego u odgovarajućem sloju u Orahovcu (12.183), i za više od tri puta veći od istog sloja na lokalitetu u Morinju u Risanskom zalivu (6.072).

Fitoplanktonska vegetacija s obzirom na porijeklo, uglavnom pokazuje nereitski karakter. Ovo je posebno karakteristično za površinske slojeve vode (0—2 m), koje isključivo naseljavaju neritski oblici. Dublji slojevi (4—8 m) takođe sadrže pretežno neritsku vegetaciju, ali tu se mogu naći i neki okeanski oblici.

S obzirom na temperaturne prilike fitoplankton u Bokokotorskom zalivu pokazuje uglavnom umjereno atlantski karakter.

U odnosu na salinitet razlikujemo dvojaku vegetaciju. Na samoj površini (0,5 m) i u gornjim slojevima (2—4 m) dolazi uglavnom eurihalina vegetacija, dok je najniži istraživani sloj (8 m) pored ove vegetacije sadržavao i veći broj umjereno eurihalinih i znatno manji broj stenohalinih oblika. Ovdje treba posebno istaći da su diatomeje naročito dobro prilagođene lokalnim niskim koncentracijama soli natrijum-hlorida, kao i velikim godišnjim kolebanjima saliniteta morske vode.

Od skupina koje su brojno najviše zastupljene dominantnu ulogu u primarnoj organskoj produkciji, kako smo već istakli, imaju diatomeje, i to ne sve zastupljene forme, već samo nekoliko eurihalinih i neritskih grupa koje daju ukupnu masu.

Konstatovali smo da najniža brojnost diatomeja nastupa u doba visokog, a maksimalna u doba niskog saliniteta, dok je ova pravilnost obrnuta u slučaju kokolitineja i dinoflagelata. Interesantno je da je na samoj površini (0,5 m) na lokalitetu u Orahovcu u Kotorskom i Morinju u Risanskom zalivu, u periodu najintenzivnijeg priliva kopnenih voda često konstatovan znatno manji broj diatomeja nego na ostalim istraživanim dubinama. Na primjer, u priobalnom području Orahovca je u oktobru na 0,5 m, kod saliniteta od 2,59‰ i temperature od 13,80°C, konstatovano 13.524 ćelije na litar vode, a na 2 m kod saliniteta od 28,31‰ i temperature od 19,60°C konstatovano je 50.274 ćelija na litar vode. Još je interesantniji primjer na lokalitetu u Morinju u Risanskom zalivu, u istom periodu, kada je na 0,5 m, kod saliniteta od 2,60‰ i temperature od 15,20°C, konstatovano 5.670 ćelija na litar vode, da bi se na 2 m, kod saliniteta od 28,77‰ i temperature od 19,90°C, konstatovalo 96.600 ćelija na litar vode. Ili na primjer u novembru, na lokalitetu u Orahovcu na 0,5 m, kod saliniteta 0,94‰ i temperature od 13,75°C, konstatovano je 5.544 ćelije na litar vode, a na 2 m kod saliniteta od 29,76‰ i temperature od 20,40°C nađeno je 74.088 ćelija na litar vode. Skoro istovjetna situacija je u istom periodu na lokalitetu u Morinju. Tu je na 0,5 m, kod saliniteta od 2,77‰ i temperature od 13,40°C, bilo 6.888 ćelija na litar vode, dok su na 2 m kod saliniteta od 23,71‰ i temperature od 18,30°C konstatovane 70.602 ćelije na litar.

Slična je pojava i u ostalim mjesecima u periodu najintezivnijeg priliva kopnenih voda, što nam posebno govori o najproduktivnijem sloju vode, odnosno ukazuje na specifičnosti primjene tehnike i tehnologije kod uzgoja jestivih školjkaša.

Očigledno je da je na povišenje ukupne produkcije fitoplanktona u čitavom Bokokotorskom zalivu djelovalo priticanje kopnenih voda. Međutim, kopnene vode same po sebi nijesu mogle djelovati na povećanje produkcije, nego su sa kopnenim vodama mijenjani u Zalivu izvjesni drugi faktori, koji su najvjerovatnije povoljno djelovali na razviće fitoplanktona. Sigurno je da su tu povoljnu ulogu vršile soli u minimumu, u prvom redu fosfati, koji su sa kopnenim slatkim vodama pritali u znatno većim količinama od onih koje sadrži morska voda. Osim fosfata, kopnene vode su sa sobom donosile i druge agense koji su povoljno djelovali na povećanje fitoplanktonske produkcije.

ZAKLJUČCI

— Izvršenim analizama konstatovali smo da priliv kopnenih voda u Bokokotorskom zalivu uglavnom zadovoljava tokom čitave godine, a naročito je izdašan u periodu od novembra do aprila mjeseca.

— Obilan nalaz samoniklih dagnji (*M. galloprovincialis* LMCK.) u Bokokotorskom zalivu, a naročito u njegovom unutrašnjem dijelu, najbolji je putokaz pogodnosti ovog područja za njihov industrijski uzgoj, a izvršena istraživanja temperature, saliniteta, sadržaja fosfora, strujanja morske vode i fitoplanktona, kao osnovnih abiotskih i biotskih faktora ovog područja, dokazano je postojanje povoljnih analiziranih uslova.

— Bokokotorski zaliv je dovoljno zatvoreno područje, a posebno pojedini njegovi djelovi, kao što su uvala Krtole i Kukuljina u Tivatskom zalivu, i područje akvatorije na sjeverozapadnom dijelu Risanskog i sjeveroistočnom dijelu Kotorskog zaliva, što osigurava zadržavanje larvi dagnji i njihovo prihvatanje na samom uzgojnom području. S druge strane navedena područja su zaštićena od jačih mehaničkih udara valova, kao i od udara vjetrova, a što je važan uslov za zaštitu i održavanje postavljenih uređaja (parkova) na budućim gajilištima.

— Isto tako analize su pokazale da obilne kopnene vode doprinose sniženju saliniteta morske vode, što je posebno važno za uspješni uzgoj jestivih školjkaša, kao i sa sobom donose znatne količine hranljivih soli (fosfate, nitratre, kalijum, kalcijum, gvožđe itd.). Ova pojava je prisutna uglavnom tokom čitave godine dostižući kulminaciju u vremenu od novembra do aprila mjeseca.

— Vode Bokokotorskog zaliva su vrlo bogate slobodnim fosfatima i u odnosu na vode južnog Jadrana bogatije su tim hranljivim sloma za 6 do 7 puta, što uslovljava visoku produktivnost voda ovog Zaliva.

Na osnovu izvršenih analiza sadržaja slobodnih fosfata u morskoj vodi na istraživanim područjima konstatovali smo slijedeće:

Istraživane zone akvatorije na području Risanskog zaliva odlikuju se visokim stepenom produkcije kao trajnom pojavom.

Takođe i zone akvatorije u Kotorskom zalivu odlikuju se nešto nižim sadržajem fosfora u odnosu na predhodnu zonu. I ova zona odlikuje se visokim stepenom produktivnosti kao trajnom pojavom. Perspektivno bi se mogao povećati povoljan uticaj kopna pošumljavanjem sjeveroistočnog obalnog dijela kopna ove zone.

Područje akvatorije u Tivatskom zalivu je srednjeg produktiviteta. Istraživano područje ove zone (uvala Kukuljina i uvala Krtole) pruža povoljne uslove za uzgoj dagnji i kamenica, kao i drugih jestivih školjaka.

— Analizom fitoplanktona u Bokotorskom zalivu konstatovali smo da je fitoplanktonska vegetacija i u kvalitativnom i u kvantitativnom pogledu bila bujna, dostižući maksimum tokom jeseni, kada je u jednom litru vode registrovano 128.562 ćelije (uvala Kukuljina — novembar mjesec), dok je minimum konstatovan u periodu od aprila do juna mjeseca.

— Takođe smo konstatovali da je fitoplanktonska vegetacija, tokom istraživanja, pokazivala izrazito diatomejski karakter. Prosječno godišnja zastupljenost diatomeja na sva tri istraživana područja u Zalivu iznosila je 90,75%, dinoflagelata 4,12%, kokolitineja 5,21% i silikoflagelata 0,10%.

S obzirom na sastav fitoplanktona, kokolitinejama pripada drugo mjesto i one se ponašaju obrnuto proporcionalno diatomejama.

Dinoflagelati su od mnogo manjeg značaja za primarnu produkciju od prethodne dvije pomenute grupe. Njihov maksimum nastupanja vezan je za ljetne mjesec, odnosno za temperaturu mora preko 20°C. U neznatnom broju pojavljuju se i u zimskim mjesecima.

Silikoflagelati, s obzirom na njihovo učešće u ukupnoj fitoplanktonskoj masi, imaju najmanji značaj za primarnu produkciju. Njihov maksimum nastupanja vezan je za zimske mjesec.

— Analizirajući prosječnu godišnju vertikalnu raspodjelu fitoplanktona na sva tri lokaliteta, konstatovali smo da je najproduktivniji bio stubac vode od 2 do 4 m.

— S obzirom na salinitet sloja vode od 0,5 do 2 m na području Kotorskog i Risanskog zaliva, isključivo su preovladavali eurihalini oblici, dok su manje eurihalini i stenohalini oblici dolazili u slojevima od 2 do 8 m, kao i u čitavom stubcu vode (0,5—8 m) na području Tivatskog zaliva (uvala Kukuljina).

— U odnosu na temperaturne prilike tokom čitave godine, fitoplanktonska vegetacija je pripadala umjereno atlantskom tipu.

BIBLIOGRAFIJA

- Buljan, M. (1953): The nutrient salts in the Adriatic Waters. Acta Adriatica. Vol. 4. Split.
- Buljan, M. (1953): The fluctuations of salinity in Adriatic »Hvar« — Reports. Vol. II. No 2. Split.
- Buljan, M. (1964): Ocjena produktivnosti Jadrana dobivena na temelju njegovih hidrografskih svojstava. Acta Adriatica. Vol. XI. No 4. Split.
- Davis, H. C. (1955): Mortality of Olympia Oysters at low temperatures. The Biological Bulletin. Vol. 109. No 3.
- Edwards, R. L. (1954): Quantitative Analysis of Marine Fish Communities and their Seasonal and Areal Variations. Inst. Ocean. Congress. Amer. Ass. Adv. Sci. Washington, D. C. (Preprints).

- Ercegović, A. (1934): Temperature, salinité, oxygène et phosphats des eaux cotieres dell'Adriatique oriental moyen. Acta Adriatica. Split.
- Ercegović, A. (1936): Etudes qualitative et quantitative du phytoplancton dans eaux cotieres de l'Adriatique oriental moyen an cours de l'année 1934. Acta Adriatica. Vol. I. No 9. Split.
- Ercegović, A. (1938): Ispitivanja hidrografskih prilika i fitoplanktona u vodama Boke u jesen 1937. godine. Godišnjak Oceanografskog instituta Kraljevine Jugoslavije. No I. Split.
- Faganelli, A. (1961): Primi risultati relativi alla concentrazione dai sali nutritivi nelle acqua del Mare Mediterraneo centrale e mari adiacenti. Arch. di ocean. e limnolog. Vol. XII. Fasc. 2. Venezia.
- Günther, G. (1955): Mortality of Oysters and abundance of certain associates as related to Salinity. Ecologi. Vol. 26. No. 4.
- Günther, G. (1957): Temperature. In Treatise on Marine Ecology I (Geol. Soc. Amer.). Baltimore.
- Hart, T. J. (1947): Report on trawling survey on the Patagonian Continental shelf. Discovery Reports. Vol. XXIII. Cambridge.
- Hrs-Brenko, M. and Calabrese, A. (1969): The combined effects of Salinity and Temperature an larvae of the Mussel *Mytilus edulis*. Marine Biol. Vol. 4. No 3.
- Lepetić, V. (1965): Sastav i sezonska dinamika ihtiobentosa i jestivih avertebrata u Bokokotorskom zalivu i mogućnost njihove eksploatacije. Studia Marina br. 1. Kotor.
- Loosanoff, V. L. and Davis, H. C. (1952): Temperature Requirements for maturation of gonads of northern Oysters The Biological Bulletin. Vol 103. No 1.
- Lubet, P. et Chappius, J. G. (1964): Etude de la filtration de l'eau chez *Mutilus galloprovincialis* LAMK. (Mollusque Lamellibranche): influence de la Taille et de la salinité. Compt. Rend. Soc. Biol. T. 158. No 11.
- Stjepčević, J. i Žunjić, V. (1964): Bokotorski zaliv — fiziografske osobine. Godišnjak Geografskog društva SR Crne Gore. Cetinje.
- Stjepčević, J. (1967): Biologija i tehnološki proces uzgoja jadranske kamenice (*Ostrea edulis* L.). »Poljoprivreda i šumarstvo«, XIII, 4. Titograd.
- Stjepčević, J. (1969): Cephalopoda Bokokotorskog zaliva. »Poljoprivreda i šumarstvo«, XV. Br. 2. Titograd.
- Stjepčević, J. (1970): Kvalitativno-kvantitativni sastav i distribucija faune Cephalopoda Bokokotorskog zaliva u cjelogodišnjem sezonskom aspektu. »Ichthyologia«. Vol. 2. No 1. Sarajevo.
- Stjepčević, J. (1974): Ekologija dagnje (*Mutilus galloprovincialis* LAMK.) i kamenice (*Ostrea edulis* L.) u gajilištima Bokokotorskog zaliva. Studia Marina 7. 3—164. Kotor.
- Walne, P. R. (1965): Observations on the influence of Food supply and Temperature on the feeding and growth of the larvae of *Ostrea edulis* L. London.

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF MAIN ABIOTIC AND BIOTIC FACTORS IN BOKA KOTORSKA BAY FROM THE ASPECTS OF REARING OF EDIBLE SHELLS

Jovan Stjepčević, Sreten Mandić, Branislav
Stjepčević i Ratomir Dragović

Department of Marine Biology and Oceanography, Kotor

SUMMARY

This study comprises the results gained by investigations of basic abiotic (temperature, salinity, phosphorous $P-PO_4$, sea currents) and biotic factors (production of phytoplankton) in the Boka Kotorska Bay from the viewpoint of possibility for commercial farming of edible shells-fish (*Mytilus galloprovincialis* LAMK., *Ostrea edulis* L., *Crassostrea gigas* THUNBERG).

This analyses are related to the possibility of exploitation of Bay aquatory for farming, by the way of systems of parks (50×5 m).

Location of Bay in Adriatic, orographic structure, jagged coastline and specific abiotic characteristics make this Bay a specific biotip so that life conditions differ from those in open part of Adriatic.

Relief and petrographic composition make Boka Kotorska Bay very complex area. In the sea bottom relief of the Bay there are two levels: strand and shelf. The bottom is partially covered with tick stratum of fine mud terigen by origin.

Generally taking the Boka Kotarska Bay, especially investigated areas (coves Kukoljina and Krtole in Tivat's Bay; areas in Risan's and Kotor's Bay — P. 1), are protected from strong winds and stormy sea what is that most favorable condition for successful farming.

Surface of Bay aquatory is $87,334 \text{ km}^2$, what makes $0,06\%$ of total Adriatic aquatory. Surface of investigated aquatory, most favorable for stationary farming, totals $711,5 \text{ ha.}$ from what $659,2 \text{ ha}$ goes to areas in Tivat Bay (coves Kukoljina and Krtole).

Currents of sea masses in Bay are very irregular. Direction and power of currents are influenced by tides, winds, changes of air pressure and influx of fresh water. Currents are weak in the summer ($0,7$ Knots on hour) and during fall, winter and spring season they are very strong ($2,5-3$ Knots on hour). Vertical currents from bottom to the surface, are present, especially in inside part of the Bay, during the reany periods.

The presence of forests results in bringing considerable quantity of nutritious salts and higher level of production (average two-year values of phosphorous $P-PO_4$ on all three investigated localities is $5,468 \text{ mg/t.}$

As a result of fresh water influx Bay is characterised with great production of zooplankton and phytoplankton. Consequently, the water of the Bay has green colour and its transparency is very weak.

The fresh water influx influence constantly decreased salinity of water masses with high concentration of nutritious salts, what is most important for successful farming of edible shell-fish. This occurrence is present during whole year with culmination during reany periods (XI—V).