

ACTA ADRIATICA

INSTITUT ZA OCEANOGRFIJU I RIBARSTVO - SPLIT
SFR JUGOSLAVIJA

Vol. XIV, No. 5

ZIMSKI I LJETNI ASPEKT HETEROTROFNIH BAKTERIJA I NEKE EKOLOŠKE KARAKTERISTIKE ONEČIŠĆENOG MORA U PODRUČJU RIJEČKOG ZALJEVA

WINTER AND SUMMER ASPECT OF HETEROTROPHIC
AND COLIFORM BACTERIA AND SOME ECOLOGICAL
CHARACTERISTICS OF POLLUTED SEAWATER IN THE
REGION OF RIJEKA IN NORTH ADRIATIC

ZLATKO PAVLETIĆ, BOŽIDAR STILINOVIĆ,
ZVONIMIR CRC I IGNJAC MUNJKO

SPLIT 1972

ZIMSKI I LJETNI ASPEKT HETEROTROFNIH BAKTERIJA I NEKE EKOLOŠKE KARAKTERISTIKE ONEČIŠĆENOG MORA U PODRUČJU RIJEČKOG ZALJEVA

WINTER AND SUMMER ASPECT OF HETEROTROPHIC AND COLIFORM
BACTERIA AND SOME ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF POLLUTED
SEAWATER IN THE REGION OF RIJEKA IN NORTH ADRIATIC

Zlatko Pavletić, Božidar Stilinović, Zvonimir Crc
i Ignac Munjko

(Iz Instituta za botaniku Sveučilišta u Zagrebu)

Uvod

Zbog sve intenzivnijeg onečišćenja morske vode pojavila se potreba detaljnijih bioloških istraživanja u sve više izmijenjenim prilikama u ekosistemu mora. Pored ostalog vrlo su važna bakteriološka istraživanja koja na direktan način pokazuju stupanj organskog opterećenja morske vode i u znatnoj mjeri indiciraju ekološke prilike koje postoje u određenom području mora.

Takvih je istraživanja u nas do sada bilo malo. Osim općih podataka koje nalazimo kod prvih istraživača bakterija u Jadranu (Cvijić 1956, 1963. i dr., Vlačić 1955), postojali su samo pokušaji da se primijene bakteriološke metode za ispitivanje onečišćenja mora. I naš manji prilog iz okoline Rovinja bio je jedan od takvih prvih pokušaja (Pavletić i Stilinović 1969).

Stoga smo nastojali da provedemo slična istraživanja na širem području mora koje prima mnogo otpadnih voda. Područje riječkog zaljeva u kojem je sinještina naša najveća luka bilo je vrlo pogodno za takva istraživanja.

Kao i za sva ostala urbanizirana područja u našem primorju tako je i za spomenuto područje karakteristična nedovoljna kanalizacijska mreža, pa se ne može ostvariti zahtjev da se sve otpadne vode koncentriraju i ispuštaju u morski recipijent na jednome mjestu. U svim našim većim gradovima u primorju otpadne se vode ispuštaju direktno u luke, i to obično u većem broju izljevniha mjesta. Takav način dispozicije otpadnih voda dovodi do teškog zagađivanja mora u svim naseljenim područjima našega primorja. U manjim pak aglomeracijama, koji su obično i od turističkog značaja, često je morska voda zagađena i u kupališnim prostorima.

Osim toga razvoj industrije i porast prometa morskim putovima sve više povećava zagađenje mora industrijskim i drugim otpadnim vodama. Posebno je teško zagađivanje naftom i njenim derivatima. Ovo zagađivanje ima tendenciju

naglog porasta, u čemu prednjači upravo područje Rijeke, gdje je smještena velika rafinerija nafte sa svoja dva pogona, u samom gradu i u Kostreni (Urinju). Osim toga Rijeka je naš najveći lučki grad i po broju stanovništva i po prometu brodova i robe. Treba također naglasiti da je ona smještena u gotovo zatvorenom dijelu mora u kojem manje dolaze do izražaja strujanja, tako da zagađenje stagnira.

Polazeći od pretpostavke da zagađivanje mora nije ograničeno samo na usko područje grada nego i na šire obalno područje, koje je osim toga relativno dobro naseljeno, nastojali smo ispitati obalno područje unutrašnjega dijela Riječkog zaljeva. U tu svrhu smo koncem ljetnog i zimskog perioda 1970. godine određivali broj heterotrofnih i koliformnih bakterija na čitavom nizu odgovarajućih punktova. Osim toga u ljetnome periodu smo na istim mjestima uzimali probe za analizu fenola i mineralnih ulja, za koje smo pretpostavili da znatno utječu na konstantnost onečišćenja mora.

Bakteriološke analize i obrada svih podataka izvršena je u mikrobiološkom laboratoriju Instituta za botaniku Sveučilišta u Zagrebu, a kemijska analiza fenola i mineralnih ulja u Laboratoriju za vode petrokemijske industrije u Zagrebu.

Područje istraživanja

Područje naših ispitivanja se protezalo u području Riječkog zaljeva od Selaca u Hrvatskom primorju do Plominskog zaljeva u istočnoj obali Istre. U središnjem dijelu ovog područja nalazi se luka s urbaniziranim i industrijaliziranim aglomeratom, a prema istočnoj i zapadnoj strani smještena su brojna turističko-kupališna mjesta relativno velike gustine.

Pri izboru postaja na kojima su vršena ispitivanja nastojali smo da to budu mjesta koja su jako opterećena otpadnim tvarima, kao što su izlazi kanalizacija, lučke, blizina industrije i sl. Isto tako se uzela u obzir i udaljenost od ev. izvora onečišćenja.

Na taj smo način utvrdili 32 točke (Sl. 1) na kojima smo krajem zimskog i ljetnog perioda uzimali probe za bakteriološka i neka hidrokemijska ispitivanja. Njihova numeracija i opis su slijedeći:

1. Selce, kod kupališta, oko 2 m od obale.
2. Selce, oko 100 m od obale prema pučini u smjeru odvoda kanalizacije.
3. Crikvenica, u luci.
4. Crikvenica, izvan lukobrana.
5. Crikvenica, na kraju lukobrana.
6. Dramalj, kod obale.
7. Dramalj, na kraju lukobrana.
8. Jadranovo, kod napuštene ribarske kućice.
9. Jadranovo, uz obalu kod malenog škvera.
10. Jadranovo, oko 200 m od obale iz pravca škvera.
11. Oštro, kod Kraljevice, u lučici kupališta.

12. Oštro kod Kraljevice, izvan lukobrana.
13. Oštro kod Kraljevice, oko 200 m prema pučini.
14. Bakarac, uz kupalište na početku stare ceste za Bakar.
15. Bakar, ispred crkve sv. Margarete.
16. Kostrena — Žurkovo, kod rive.
17. Kostrena — Žurkovo, na početku uvale prema pučini c. 100 m.
18. Rijeka, u luci.
19. Rijeka, na kraju lukobrana izvan luke.
20. Preluk, uz obalu kod autokampa.



Sl. 1 — Područje Riječkog zaljeva s ispitanim postajama
 Fig. 1 — Region of bay of Rijeka with investigated stations

21. Preluk, c. 100 m od obale kod autokampa.
22. Opatija — Slatina, kod statue na obali.
23. Opatija — Slatina, kod obale blizu kupališta.
24. Medveja, izvan rive.
25. Medveja, na plaži.
26. Mošćenička draga, ispod svjetionika prema pučini.
27. Mošćenička draga, izvan desnog lukobrana prema plaži.
28. Mošćenička draga, u luci kod otvora kanalizacije.
29. Brestova, c. 100 m od obale.
30. Brestova, kod trajekta uz rampu.
31. Plomin Luka, kod rive.
32. Plomin Luka, ispod borove šume.

Metodika rada

Probe smo uzimali u sterilne vinklerove boce iz površinskih dijelova mora. Prethodno su u laboratoriju pripremljene podloge za uzgoj heterotrofnih bakterija i koliforma.

Podloge za uzgoj heterotrofnih bakterija su bile dvojake. Jedne su bile sa hranjivim agarom koje se upotrebljavaju u sličnim ispitivanjima u kopnenim vodama, a druge su bile s morskim agarom slijedećeg sastava:

morska voda	1000	ml
pepton	5	g
željezni fosfat	0,1	g
agar	15	g

Za dokazivanje koliformnih bakterija upotrebljen je kolimetrijski niz epruveta s podlogom laktoza-pepton bujon, a za utvrđivanje i identifikaciju sigurnih indikatora fekalne zagađenosti upotrebljene su podloge andrade-laktoza agar, dvostruki šećer i biokemijska serija koja je obuhvatila fermentaciju laktoze, glukoze i saharoze te na kraju IMViC (indol, metilensko crvenilo, Voges-Proskauer i rast na citratu). Na osnovu toga su se mogle utvrditi i srednje vrijednosti najvjerojatnijeg broja koliforma (NBK).

Nasađivanje se vršilo na mjestu. Za heterotrofne bakterije na petrijeve zdjelice s hranjivim i morskim agarom, a za koliformne u niz epruveta s laktoza-pepton bujonom. Sve se prenosilo u laboratorij u Zagrebu istraživačkim automobilom i nakon 1—2 dana vršila se u laboratoriju obrada.

Za određivanje fenola i mineralnih ulja iz površinskih slojeva mora uzimale su se probe morske vode u vinklerove boce i radi fiksacije dodavalo se nešto modre galice. Analiza se obavila u laboratoriju.

Fenol iz morske vode određivan je po 4-aminoantipirinskoj metodi, usvoje-
noj od strane Jugoslavenskog zavoda za standardizaciju.

Za kvantitativno određivanje mineralnih ulja, otopljenih ili u emulziji, primijenjena je IR tehnika. Pri tome smo se koristili omjerom traka 3,28, 3,40 i 3,50, a uzorak vode za snimanje ekstrahirao se sa 25 ml teraklorugljika (CCl_4).

Rezultati i diskusija

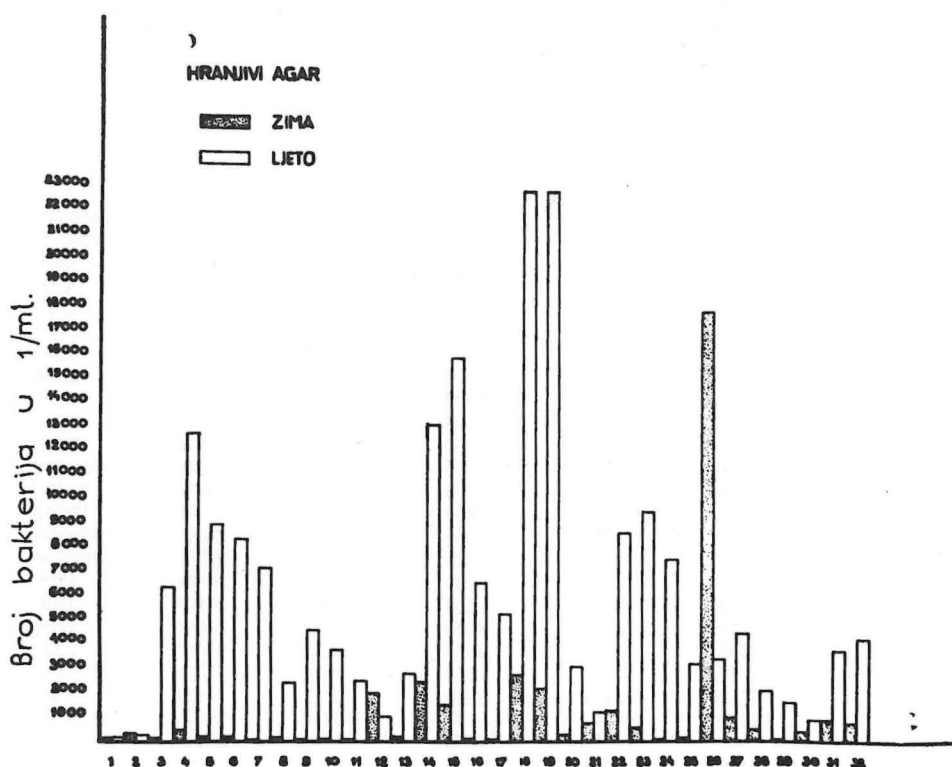
Na svim navedenim točkama izmjeren je broj heterotrofnih bakterija i utvrđen najvjerojatniji broj koliforma krajem zimskog i ljetnog perioda. Broj heterotrofnih bakterija je ispitan na hranjivom i morskom agaru. Podaci za sve postaje donosimo na tabeli 1.

Tabela 1 — Broj heterotrofnih bakterija u 1 ml i NBK u 1 litri morske vode krajem zime 1970. i ljeta 1970. godine u području Riječkog zaljeva.
Number of heterotrophic bacteria in 1 ml and MPN in 1 liter of sea-water in the end of winter 1970. and summer 1970. in bay of Rijeka.

Postaje Stations	Broj heterotrofnih bakterija na 1 ml Number of heterotrophic bacteria in 1 ml				NBK u 1 litri MPN in 1 liter	
	zima-winter		ljetno-summer		zima winter	ljetno summer
	hranjivi nutrient agar	morski sea agar	hranjivi nutrient agar	morski sea agar		
1	105	220	125	2920	1200	—
2	315	150	230	3100	9600	—
3	150	20	6400	840	9600	—
4	470	940	12800	3200	24000	2400000
5	195	380	9000	2850	1500	2400000
6	170	350	8400	5200	9600	5000
7	15	320	7200	6500	3800	2200
8	145	220	2400	3500	9600	2200
9	65	100	4600	2800	1500	—
10	80	200	3800	2600	800	2200
11	55	5600	2500	120	200	4400
12	2000	650	1000	230	880	—
13	165	550	2800	1800	24000	2200
14	2470	620	13200	14200	9600	8800
15	1500	780	16000	12800	24000	2400000
16	80	420	6600	8200	9600	24000
17	75	220	5300	5000	880	12000
18	2780	10600	24000	12000	24000	2400000
19	2200	12500	24000	12000	24000	2400000
20	250	1400	3100	2200	24000	4400
21	720	4000	1200	1120	24000	2200
22	1270	1240	8700	960	24000	15000
23	585	1080	9600	5320	24000	5000
24	85	540	7600	280	1500	2400000
25	105	1420	3200	1200	880	5000
26	19000	10240	3400	160	24000	2400000
27	980	1760	4500	830	24000	2400000
28	480	950	2100	970	2400000	12000
29	50	530	1600	1450	—	2200
30	390	310	870	2100	—	—
31	875	1600	3800	6400	24000	2400000
32	780	12000	4300	4800	1500	2400000

Usporedimo li dobivene podatke za heterotrofne bakterije odmah upada u oči velika neujednačenost u broju bakterija na pojedinim postajama, bez obzira na to jesu li uzgajane na hranjivom ili morskome agaru (Sl. 2 i 3). Ipak se mogu zapaziti područja s jako povećanim brojem bakterija, kao na postajama 14 (Bakarac), 15 (Bakar), 18, 19 (Rijeka), 26 (Mošćenička Draga) i dr. To su ujedno i područja najvećeg utjecaja zagađivanja mora velikim brojem efluenata otpadne vode. S druge pak strane može se također zapaziti da u susjednim postajama broj bakterija postepeno opada. To je očiti znak da glavni izvori onečišćenja utječu na ostala obalna područja u kojima to dolazi do izražaja u odnosu na udaljenost od glavnih efluentnih utjecaja.

U odnosu na upotrebu i hranjivog (Sl. 2) morskog (Sl. 3) agara, znatno se bolja slika dobije primjenom morskog agara. To je međutim samo prividno povoljno, jer se na morskom agaru razvijaju i kolonije striktno morskih bakte-



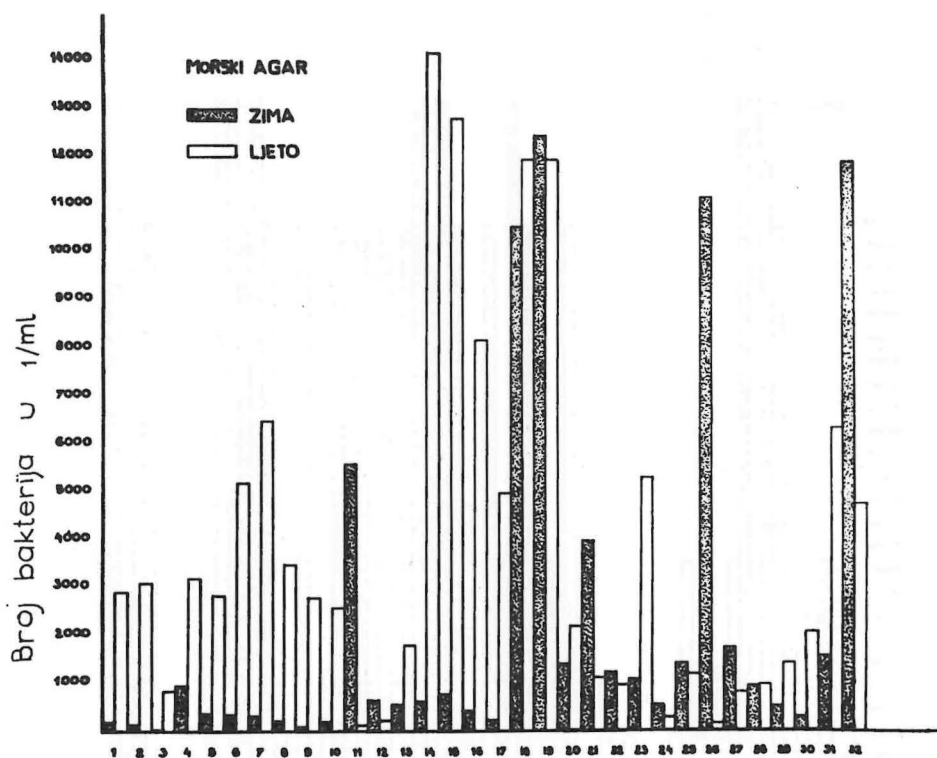
Sl. 2 — Broj heterotrofnih bakterija u ispitanim postajama (uzgojenih na hranjivom agaru)

Fig. 2 — Number of heterotrophic bacteria from investigated stations cultivated on nutrient agar

rija koje nisu vezane za rzagradnju otpadnih organskih tvari. Kod primjene hranjivog agara veća je vjerojatnost da se razvijaju pretežno bakterije koje su u vezi s otpadnim tvarima efluenata.

To pokazuju i dobiveni rezultati (vidi sl. 3). Mnogo je jače istaknuta razlika između područja s većim onečišćenjem mora od onih gdje broj bakterija ne pokazuje znatno onečišćenje. Tako, npr., područja koja su poznata kao kupališna mjesta, kao postaje 1 i 2 (Selce), 13 (Oštro kod Kraljevice), 21 (Preluk), 30 (Brestova) i dr. pokazuju niske vrijednosti.

Još se to bolje može uočiti ako se usporede vrijednosti za zimu i ljeto. U podlogama sa hranjivim agarom u pravilu je znatno veći broj heterotrofnih bakterija krajem ljetnoga doba nego krajem zime, što je očito u vezi s jačim onečišćenjem mora u ljetno doba, bez obzira na povoljne temperaturne prilike



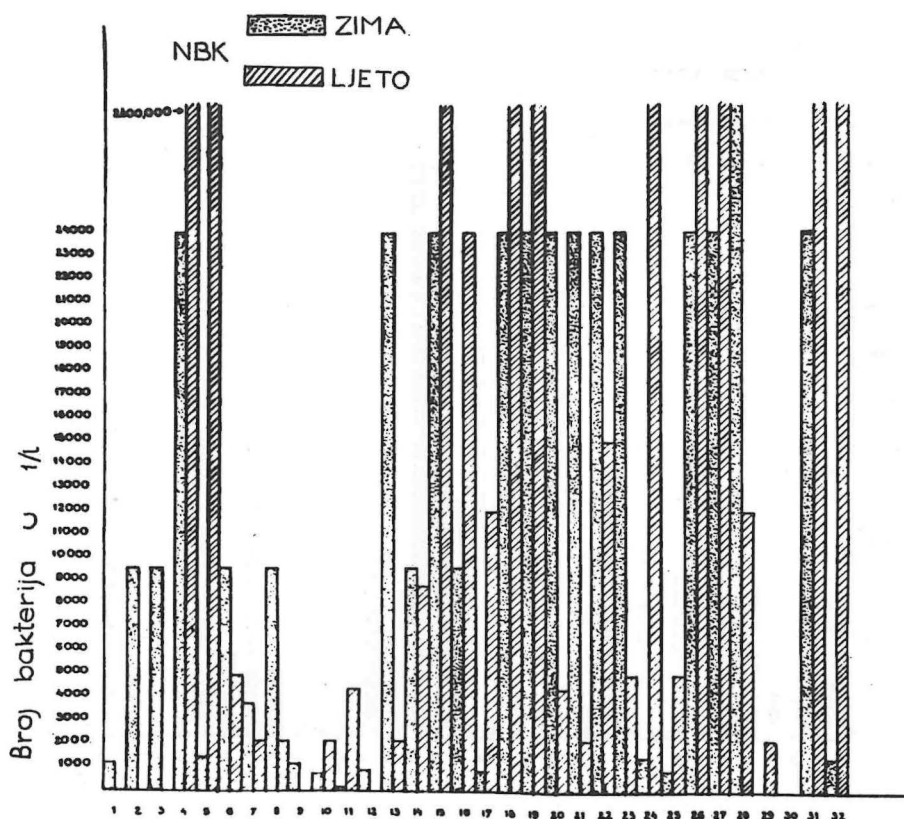
Sl. 3 — Broj heterotrofnih bakterija u ispitanim postajama (uzgojenih na morskom agaru)

Fig. 3 — Number of heterotrophic bacteria from investigated stations cultivated on sea water agar

za vrijeme ljeta. Mi smo naime vršili mjerenja u sličnim temperaturnim prilikama u morskoj vodi krajem zime (ožujak 1970) i krajem ljeta (rujan 1970) da bismo mogli lakše uspoređivati dobivene podatke kao posljedicu otpadnih tvari.

I na morskom agaru mogli smo utvrditi slične pravilnosti, samo s tom razlikom što se na nekim postajama mogao češće utvrditi veći broj za kraj zimskog, nego za kraj ljetnog perioda (postaje 11, 12, 19, 21, 25, 26, 30), što se mora pripisati većem djelovanju morskih bakterija u to doba.

Isto tako, po našem mišljenju, za ispitivanje bakterija koje su vezane za onečišćenje mora, ne bi bila sasvim pogodna metoda brojenja membranskim filterima koja se prihvatila kao standardna za određivanje broja bakterija u kopnenim vodama. Upotrebom ove metode u brojenju u znatnoj mjeri utječu i ostale morske bakterije koje nisu direktno vezane na otpadne tvari u morskoj vodi.



Sl. 4 — Najvjerojatniji broj koliforma (NBK) u ispitanim postajama

Fig. 4 — Most probable number of coliforms (MPN) from investigated stations

Inače broj heterotrofnih bakterija se kreće od c. 1000 do c. 24.000 na 1/ml morske vode, ako se upotrijebi hranjivi agar, a na podlogama s morskim agarom taj broj se kreće od c. 1000 do c. 13.000 na 1/ml, što također ukazuje na prednost podloge sa hranjivim agarom.

Međutim u pogledu onečišćenja voda mnogo se bolja slika dobije uspoređivanjem vrijednosti za najvjerojatniji broj koliforma koji je utvrđen na pojedinim postajama (Sl. 4). Odmah se uočava da prevladavaju relativno visoke vrijednosti (od 1500 do 24.000 na litru morske vode), a u lučkoj morskoj vodi izbrojena je enormna količina od preko 2.400.000 na 1 litru morske vode, kao u Crikvenici (4), Bakru (15), Rijeci (18 i 19), Mošćeničkoj dragi (26) i Plomin Luci (31 i 32). Treba napomenuti da vode izvan lukobrana obično pokazuju znatno niže vrijednosti. Spomenute visoke vrijednosti odnose se uglavnom na ljetno doba. Krajem zime jedino vode riječke luke dostignu ovako visok broj koliforma.

Kao nepovoljan znak mogu se označiti vrijednosti dobivene za Opatiju koje se ne odnose na lučku vodu nego na neposrednu blizinu glavnog kupališta u središtu grada (22 i 23). Slično je i izvan lučkog područja Mošćeničke drage (27. i 28).

Uspoređujući kupališna područja u Hrvatskom primorju (Selce-Kraljevica) i ona na istočnoj obali Istre (Brestova-Opatija), naši podaci pokazuju da u području primorja postoje mnogo bolje prilike. Naročito dobru sliku pokazuje krajevička rivijera. Jedino nešto jače urbanizirano područje Crikvenice pokazuje nepovoljniju sliku. U opatijskoj rivijeri, osim gotovo sasvim nenaseljene Brestove (30) i poznate plaže Medveje (25), sva ostala područja pokazuju znatan broj koliforma. Samo na nekoliko mjesta nismo mogli uopće utvrditi koliforme. To je bilo na kraju ljeta u Selcima (1, 2 i 3), Jadranovom (9), Oštru kod Kraljevice (12) i krajem zime u Brestovi (29 i 30). Postaja 30 je bila jedina gdje zimi i ljeti nismo mogli utvrditi koliforme. Inače količina koliforma zimi i ljeti je vrlo različita na raznim postajama. U pravilu se broj povećava krajem ljeta, ali ima i obrnutih slučajeva, što je vjerojatno u vezi s nejednoličnom dinamikom ulazanja otpadnih tvari u pojedinim zonama.

Vrijednosti NBK također pokazuju tendenciju smanjivanja od područja najjačeg onečišćenja prema susjednim područjima sa slabijim intenzitetom zagađivanja morske vode.

Na kraju ljeta uzimali smo na nekim točkama probe morske vode za mjerenje sadržaja fenola i mineralnih ulja. Rezultati pokazuju vrlo raznolike prilike na pojedinim postajama (Tabela 2). Treba odmah naglasiti da su to tvari koje se teško razgrađuju, a ujedno toksički djeluju na organizme, pa tako i na bakterije. Stoga nije neobično da na postajama s relativno malim količinama bakterija, kao što su Oštro (11), Dramalj (6), Preluk (20), Brestova (29) i dr. nalazimo i nešto više fenola koji vjerojatno potječe iz relativno bliskih rafinerija u Rijeci i Kostreni. Zanimljivo je da smo u Bakarskom zaljevu (14 i 15) mogli utvrditi vrlo male količine ovih naftinih derivata, iako se jedna od spomenutih rafinerija nalazi u neposrednoj blizini, ali izvan zaljeva. Čini se da je Bakarski

Tabela 2 — Rezultati kretanja fenola i mineralnih ulja u morskoj vodi u području Riječkog zaljeva krajem ljetnog perioda 1970.

Table 2 — Fenol and mineral oils in sea water of bay of Rijeka in the end of summer 1970.

Mjesto uzimanja uzoraka Place of sampling	Fenol u-in mikrogram/1	Mineralna ulja mineral oils u-in mg/1
Rijeka (18)	156,0	5,4
Preluk (20)	48,9	1,7
Opatija (22)	21,9	1,1
Medveja (24)	9,0	1,3
Mošenička draga (27)	11,2	1,25
Brestova (29)	16,3	1,2
Plomin Luka (31)	29,79	5,5
Kostrena-Žurkovo (16)	30,4	2,2
Bakar (15)	0,0	0,6
Bakarac (14)	6,1	0,25
Oštro (11)	19,6	4,1
Selce (1)	9,4	1,75
Jadranovo (9)	3,3	5,0
Dramalj (6)	42,8	4,4
Crikvenica (3)	31,2	5,1

zaljev sa svojim uskim prolazom ostao zaštićen od djelovanja otpada iz rafinerije. Na onečišćenje mora vjerojatno više djeluju kanalizacijske i druge otpadne vode unutra samog zaljeva, što se može zaključiti prema utvrđenom broju heterotrofa i koliforma.

Najveća količina fenola i mineralnih ulja se opet mogla utvrditi u zonama gdje se očekuje najveća količina otpadnih tvari, kao što su zone oko Rijeke, grada Crikvenice i urbano područje opatijske rivijere. Plomin Luka također pokazuje nešto veće vrijednosti zbog industrijskih otpadnih voda iz tamošnje nove termocentrale i izlaznih voda iz nekadašnjeg Čepićkog jezera koje je isušeno.

Prema normama svjetske zdravstvene organizacije za fenol u površinskim vodama je dozvoljena tolerancija od 10 mikrograma po litri vode (Jakovljević 1966). Prema našim podacima na svega 5 obrađenih postaja morska je voda u granicama ove tolerancije. Znači da u mnogo većem području riječkog zaliva postoji dovoljna količina fenola koja može štetno djelovati ne samo na bakterije nego i na druge morske organizme, pa čak i na čovjeka. Isto su tako i mineralna ulja samo u Bakarskom zaljevu ispod količina od 1 mg/1, dok su u drugim područjima utvrđena u znatno većim količinama. Kako i ona imaju stanovito toksičko djelovanje na bakterije, možemo zaključiti da ona u stanovitoj mjeri smanjuju intenzitet razvoja bakterijskih populacija, a time i intenzitet samo-čišćenja, odnosno razgaranje organskog otpada u moru.

To znači da velika količina organskog otpada, koji ulazi u more na ispiti- vanom području, može s jedne strane povoljno utjecati na bujan razvoj hetero- trofnih i koliformnih bakterija, dok s druge strane toksičke otpadne tvari, poput fenola i mineralnih ulja, u pravilu sprečavaju buniji razvoj tih bakterijskih populacija.

Zaključak

U užem obalnom području Riječkog zaljeva na 32 postaje je ispitivan broj heterotrofnih i koliformnih bakterija, krajem zimskog i ljetnog perioda. Heterotrofne bakterije su se nasađivale na hranjivi i morski agar odgovarajućeg sastava, a kod koliformnih se određivao NBK (najvjerojatniji broj koliforma) na 1 litru morske vode.

Zbog toksičkih djelovanja fenola i mineralnih ulja na bakterijske populacije, na 15 je postaja iz površinskih slojeva mora ispitana količina ovih otpadnih tvari.

Utvrđeno je da kolonije heterotrofnih bakterija, koje su uzgajane na hranjivom agaru, mnogo bolje pokazuju stanje u onečišćenoj morskoj vodi nego one koje su uzgajane na morskom agaru. U zonama najjačeg onečišćenja kod većih gradova i naselja utvrđen je najveći broj, koji se postepeno smanjuje prema susjednim područjima slabijeg onečišćenja. U pravilu bilo je više krajem ljeta heterotrofnih bakterija nego krajem zime.

Najvjerojatniji broj koliforma je u većini ispitanih točaka bio relativno visok. U morskoj vodi iz luka krajem ljeta je uvijek iznosio preko 2,400.000 na litru morske vode, dok je jedino u riječkoj luci bio isti broj i krajem zimskoga perioda. Na vrlo malo postaja u Hrvatskom primorju i istočnoj obali Istre nisu ustanovljene koliformne bakterije. Najniže vrijednosti su zabilježene za kupališna mjesta Hrvatskog primorja (osim grada Crikvenice), dok su se u opatijskoj rivijeri samo iznimno mogle utvrditi niske vrijednosti.

U pogledu fenola samo u 5 postaja bila je količina ispod tolerancije od 10 mikrograma na litar koja je utvrđena od strane Svjetske zdravstvene organizacije. Najveće količine su izmjerene u blizini najvećih naselja, ali su u znatnim količinama izmjerene i u kupališnim mjestima gdje je bio znatno smanjeni broj bakterija. To se pripisuje djelovanju obližnjih rafinerija u Rijeci i Kostreni. U Bakarskom zaljevu je utvrđena neznatna količina fenola, gdje je izmjerena i najmanja količina mineralnih ulja. U ostalim područjima količina mineralnih ulja je znatno veća i u pravilu se kreće od preko 1 do 5 mg/l.

Na kraju ističemo da otpadne tvari mogu pogodovati razvoju bakterija, a toksičke tvari, kao fenol i mineralna ulja, u mnogim su zonama ispitanog područja prisutne u količinama koje mogu uništavati bakterije.

WINTER AND SUMMER ASPECT OF HETEROTROPHIC AND COLIFORM BACTERIA AND SOME ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF POLLUTED SEAWATER IN THE REGION OF RIJEKA IN NORTH ADRIATIC

Zlatko Pavletić, Božidar Stilinović, Zvonimir Crc
and Ignac Munjko

(Botanical Institute University of Zagreb)

SUMMARY

In littoral region of bay of Rijeka in North Adriatic on 32 stations the number of heterotrophic and coliform bacteria in the end of winter and summer period are examined. Heterotrophic bacteria are cultivated on nutrient and seawater agar of respondent composition and for coliforms the most probable number (MPN) in 1 liter of seawater are determined.

For toxic activity of fenol and mineral oil on populations from superficial sealayers on 15 stations are also examined the quantity of this polluted matters.

It is established that heterotrophic bacteria cultivated on nutrient agar better indicate the situation in polluted seawater as they cultivated on seawater agar. In the region of the strongest pollution around the cities and inhabitats it is established the highest number of bacteria that gradually decrease towards neighbouring regions of less polluted seawater. Regular in the end of summer it was more heterotrophic bacteria than in the end of winter.

The most probable number of coliforms in major examined stations was relative high. In seawater from harbours in the end of summer was allways amounted more than 2,400,000 in 1 liter of seawater. Only in harbour of Rijeka the number was the same as in the end of winter period. In very little stations of Croatian seaside (Hrvatsko primorje) and in eastern coast of Istria coliforms are not established. The lowest values were noted for the places of bath in Croatian seaside (except city of Crikvenica). In riviera of Opatija only as exception could estbalished low values.

Only on 5 stations the quantity of fenol was under the tolerance of 10 micrograms in 1 liter of water, proposed of World health organisation. The highest quantities are measured in vicinity of biggest inhabitats, but also in places of bath in considerably quantity. That is ascribed to activity of refineries in Rijeka and Kostrena. In bay of Bakar are measured a slight quantity of fenol, where are also measured the lowest quantity of mineral oils. In the other regions the quantity of mineral oils are considerable higher and regular amount about 1 to 5 mg/l.

It is also pointed aut that polluted matters can be suitable for growth of bacteria and toxic matters, as fenol and mineral oils, in many places of examined region are present in quantity destructive for bacteria.

LITERATURA

- Cvijić, V. (1956): Rasprostranjenost bakterija u vodama srednjeg Jadrana i utjecaj nekih ekoloških faktora. Doktorska disertacija. Srpska akademija znanosti i umjetnosti, Beograd.
- Cvijić, V. (1963): Bakterije u moru. Pododbor Matice hrvatske, Split.
- Jakovljević, K. (1966): Pregled metoda dokazivanja fenolnih jedinjenja u vodi. Tehnika, 21 (1), 24—26.
- Pavletić, Z. i Stilić, B. (1969): Preliminarna bakteriološka istraživanja u zaljevu Valdibora kod Rovinja. Thalassia Jugoslavia, 5, 251—255.
- Vlajnić, O. (1955): Some new species of marine bacteria. Acta adriatica, 5 (2).

