



UDC 911.3:338.48 (497.5-Riječki zaljev)

Preliminary communication

Received: 29.04.2005

CVJETANJE MORA NA MORSKIM PLAŽAMA RIJEČKOG ZALJEVA

Rade Knežević
Dora Smolčić Jurdana
Dragan Magaš
University of Rijeka, Croatia¹

Sažetak: U ovom radu istraživano je cvjetanje mora te utjecaji cvjetanja na turiste. Područjem istraživanja obuhvaćene su morske plaže na obalama Riječkog zaljeva. Na Riječki zaljev gledano je kao na morsku površinu koja je od otvorenog mora odijeljena otocima Krkom i Cresom te morskim prolazima Vinodolski kanal, Srednja vrata i Vela vrata. U radu je naglašeno da su cvjetanja mora registrirana i u ranijim razdobljima, međutim, to je bilo dosta rijetko (prosječno svakih šesnaest godina). Pojava cvjetanja intenzivirana je nakon 1988. godine a od 2000. pojavljuje se svake godine. Cvjetanje izazivaju fitoplanktonske alge eutrofikacijom. U eutrofikaciji sudjeluju nutrijenti koji su rijetko prirodni i sve učestalije antropogeni. Antropogeni nutrijenti ne ostaju na jednom mjestu u moru jer su otopljeni tvar koju rasprostiru morska gibanja (najčešće morske struje i turbulencije). Kad more cvjeta morske plaže opuste a oni koji na plažama ostanu rijetko se kupaju. Želatinozna (sluzava) tvar nije opasna u kontaktu s kožom, međutim, pojedini mikroorganizmi koji s fitoplanktonima čine biogeocenuzu mogu biti toksični. Poznata su biološka svojstva alga, međutim, još je uvijek nedovoljno poznat mehanizam pojave cvjetanja tako da je teško predvidjeti s točnošću nastup i razvoj cvjetanja.

Ključne riječi: cvjetanje mora, obala, morska plaža, turisti, Riječki zaljev, kupanje.

Abstract: BLOSSOMING OF THE SEA ON SEA BEACHES OF THE RIJEKA BAY. In this work the blossoming of the sea was researched as well as the influences of the blossoming on tourists. The field of research contains sea beaches on the coasts of the Rijeka Bay. Rijeka Bay is being watched as a sea surface which is separated from the open sea by the islands of Krk and Cres, and the sea passages Vinodolski kanal, Srednja vrata i Vela vrata. In the paper is pronounced that the blossoming of the sea were registered in the earlier periods, however, that was very rare (in average every sixteen years). The manifestation of blossoming was intensified after 1998, and from 2000 it has been appearing every year. The blossoming is provoked by the fitoplanktonic algae by the eutrofication. In the eutrofication nutrients are involved, which are rarely natural and more frequently antropogenic. Antropogenic nutrients don't stay on one place because they are a dissolved substance which is extended by the sea movements (mostly sea streams and turbulences). When the sea blossoms, the beaches become deserted and those who are on the beaches bade rarely. Jelly mass is not dangerous in the contact with the skin, however, certain microorganisms which with fitoplanktons create biogeocenosis could be toxic. The biological characteristics are very familiar, however, the mechanism of blossoming is still not known very much so it is very hard to predict with accuracy the appearance and development of blossoming.

Key words: blossoming of the sea, coast, sea beach, tourists, Rijeka Bay, bathing.

¹ Rade Knežević, Ph.D., Assistant Professor, Dora Smolčić Jurdana, Ph.D., Assistant Professor, Dragan Magaš, Ph.D., Associate Professor, University of Rijeka, Faculty of Tourism and Hospitality Management in Opatija, Croatia.

UVOD

Više je autora (Biluš, 2005., Juračić, 2004., Marasović, 2005.) utvrdilo da su u zadnjih desetak godina, nepoželjne posljedice cvjetanja mora i drugih neuobičajenih pojava (meduze te alge *Caulerpa taxifolia* i *Caulerpa racemosa*) u sjevernom Jadranu bile učestalije u odnosu na prethodno desetljeće.

Prema dostupnim podacima u ostalim dijelovima oceana, u kojima se cvjetanje pojavljuje, intenzitet cvjetanja i trajnost ostali su na razini ranijih godina a njihova fenološka svojstva nisu se značajnije mijenjala. (Centar za istraživanje mora, 2005.)

Ekosustav sjevernog Jadrana osjetljiv je na onečišćenja zbog toga što je morfostrukturno zaljev u kojem je more plitko (veće dubine od 50 m jedino su na mjestima morskih brazda). Glavni uzrok onečišćenja je rijeka Po koja u more unese značajne količine anorganskih hranjivih soli. Prema ranijem mišljenju morske struje su vode rijeke Po otplavljivale prema južnim morskim obalama. Prema novijim istraživanjima otjecanje nije takvo i ono ovisi o protoku rijeke. Ako je protok veći od prosjeka dolazi do transverzalnog transporta zaslađene vode u površinskom sloju prema istoku (Centar za istraživanje mora, 2005). Te slatkaste vode su značajne zbog toga što prihranjuju alge i utječu na njihovu sluzavu cvatnju.

U sekundarnim zaljevima (Riječki, Tršćanski, Maranski) pojava cvjetanja još je produktivnija zbog toga što je u njima izmjena zaljevske vode usporena te što je, baš u zaljevima, veliko pritjecanje otpadnih voda.

Cvjetanja mora imaju opću turističku važnost. Talijani su izračunali da tijekom cvjetanja turizam sjevernog Jadrana izgubi oko 1 mld. dolara (Juračić, 2004). Sličan pad turističkog prometa bilježi se i na hrvatskoj strani Jadrana, međutim precizniji gubici još nisu izračunati.

U ovom radu smo htjeli istražiti obilježja cvjetanja mora i utjecaj cvjetanja na turiste na morskim plažama Riječkog zaljeva. Riječki zaljev je izolirana akvatorija koju od otvorenog mora Jadrana odvajaju otoci Krk i Cres. Na kopnenoj obali zaljeva od Mošćeničke Drage (plaža Sveti Ivan) pa do Crikvenice (plaža Talasoterapija) registrirane su 73 plaže te 19 plaža na zapadnoj obali otoka Krka (www.zzjzpgz.hr). Zaljevu pripada i sjeverna obala otoka Cresa na kojoj nema plaža jer je strma.

REZULTATI

Cvjetanje mora u Riječkom zaljevu ponovo je zapaženo 1988. godine. Posljednje prije toga registrirano je 1950. godine. Cvjetanje mora prvo je uočeno u Prelučkom zaljevu, a nakon toga izrazito intenzivna cvjetanja ponavljala su se na plažama kopnene obale (1989, 1991, 1997, 2001, 2002, 2003, 2004) i intenzivna na obalama otoka.

Intenzitet cvjetanja bio je najveći krajem lipnja ili početkom srpnja². Iz tih podataka nepouzđano je procjenjivati početak jer se cvjetanje u drugim dijelovima

² Za kontinuirano prikupljanje podataka o kakvoći mora na morskim plažama tijekom turističke sezone ovlašten je Zavod za javno zdravstvo Rijeka, a za uzorkovanja mora prema potrebi i Centar za istraživanje mora, Instituta «Ruder Bošković» koji ima sjedište u Rovinju. U Zavodu za javno zdravstvo nalaze se pohranjeni podaci o trajanjima ciklusa cvjetanja. Ti se podaci ne smatraju znanstveno validnima zbog toga što su ih prikupljali neverificirani motritelji koji su mogli i drugo onečišćenje mora poistovjetiti s cvjetanjem.

Jadrana pojavljuje u svibnju (Mala Internet škola oceanografije, 2005) odnosno kolovozu (Centar za istraživanje mora, 2005). Cvjetanja mora u Riječkom zaljevu su imala svoja karakteristična obilježja koja su se ponavljala svake godine. Cvjetanje je bilo redovito intenzivnije u blizini glavnih izvora onečišćavanja (Luka Mlaka, Rafinerija Mlaka, Brodogradilište 3.maj). Nakon izgradnje uređaja za fizičko pročišćavanje otpadnih voda u Rijeci 1994. godine površine pod cvjetanjem nisu se zamjetno promijenile. Povećane nakupine sluzave tvari zapažene su na plažama koje su u zaljevima i lokacijama na kojima je usporena prirodna filtracija vode. Površine pod sluzavom tvari sporo su mijenjale formacije u meteorološkim uvjetima tišina (calme) dok je maestral (tramontana) nagomilavao sluzavu tvar na plaže koje su na kopnenoj obali. Vjetrovi (jugo i posebno bura) većih brzina raspršivali su sluzavu tvar i čistili plaže. Pojava cvjetanja bila je izraženija uz obalu i u poslijepodnevnim satima te slabije uočljiva za oblačnog vremena. Na okršenim obalama (škrapava struktura) cvjetanje je širilo neugodan zadah, a zapažen je i porast mortaliteta morske faune.

Sluzave nakupine koje su morski valovi tijekom sunčanog dana izbacivali na niske obale brzo su dehidracijom mijenjale masu. Već nakon 2-3 sata želatinska tvar se pretvarala u krutu iza koje je ostajao neznatan prljavi trag. Drugačija je bila reakcija sluzave tvari koju su valovi izbacivali noću. Zbog usporenije dehidracije sluz se noću sporije sakupljala i više ljepila za podlogu tako da su od takve sluzi i tragovi bili vidljiviji.

Razdoblje od prvog pojavljivanja pa do nestanka cvjetanja na plažama koje su u zaljevima približno je trajalo dvadeset dana. Ciklus je bio nešto kraći na plažama od Novog Vinodolskog do Oštra (morski prolaz s većom dinamikom morske vode) te na plažama otoka Krka.

U radu je pomoću ankete istraženo kako cvjetanje mora utječe na kupaće. Anketa je provedena u srpnju 2004. godine na četiri plaže na kopnenoj obali (Dramalj-Lanterna, Preluk-Kostabela, Opatija-Slatina, Lovran-Peharevo) i dvije plaže na obali otoka (Njivice-Rosulje, Malinska-Rova). Anketirani su domaći gosti (80) te gosti njemačkog govornog područja (40). Za prvi dio ankete koji je sadržavao strukturalna pitanja (spol, dob, stručna sprema, stalni boravak) značajno je da su među anketiranim prevladavale žene, uglavnom dobi od 30-40 godina te da ih je većina imala srednju stručnu spremu.

U drugom dijelu ankete 70,8% kupaća izjavilo je da cvjetanje mora vidi prvi put (pojavu cvjetanja po prvi put je vidjelo 87,5% kupaća koji su iz zemlje njemačkog govornog područja). Znatno je manje onih koji su za pojavu cvjetanja čuli/pročitani ali je nisu vidjeli (22,5%). Malen je iznos kupaća koji su o pojavi cvjetanja učili u školi (10,0%) i još je manji broj kupaća koji bi bili u stanju pojavu cvjetanja stručno objasniti (0,8%). Velika većina (95,8%) kupaća smatra da je cvjetanje uzrokovano onečišćavanjem mora, a manji dio (4,2%) smatra da cvjetanje može biti i posljedica prirodnih procesa u morskoj vodi.

Na plažama, na kojima su boravili, anketirani su izbjegavali kupanje, ali su se tuširali (79,2%), Jedan dio kupaća (13,3%) zalazio je nakratko u vodu na mjestima na kojima je manje želatinskih nakupina, dok je dio kupaća (7,5%) i plivao na način da je želatinsku tvar ispred sebe razgrtao rukama.

Kupači su zapazili da su zaposleni u turizmu, u razdoblju cvjetanja mora, dezorijentirani te da im nisu nudili zamjenske sadržaje ili aktivnosti (87,4%). Hotelsko osoblje samo je za manji broj gostiju (12,6%), za vrijeme cvjetanja, organiziralo besplatne aktivnosti (izleti, krstarenja).

Anketirani smatraju (95,8%) da natpisi iz novina koji kažu da cvjetanja mora nisu štetna za ljudsko zdravlje najvjerojatnije nisu točni i da tako pišu samo zbog turističke propagande.

RASPRAVA

Cvjetanje mora (talijanski – mare sporco, engleski – mucilage phenomenon) je stvaranje sluzavih (želatinskih) nakupina na površini morske vode. (Ponekada se koristi i izraz sluzava cvatnja). Cvjetanje mora izaziva fizikalne, kemijske i bakteriološke promjene u morskoj vodi. Zbog gadljivog izgleda značajan je i psihički agens tako da se turisti u vrijeme cvjetanja rijetko kupaju.

Cvjetanje nastaje prihranjivanjem (eutrofikacijom) vodenog sustava. Time se pospešuje rast i razmnožavanje fitoplanktonskih alga³. Budući da su alge hrana životinjama i njihova se masa prihranom povećava. Za prihranu se koriste hranjive soli (nutrijenti) kojima su najčešći sastojci dušični i fosforni spojevi. Nutrijenti mogu biti prirodni i antropogeni. Antropogeni izvori nutrijenata su komunalne i industrijske otpadne vode, a zamjetan je i udjel oligoelemenata koje je u okoliš bacio čovjek (šamponi, deterdženti, masti). U prvom razdoblju prihranjivanja, pored naglog rasta, alge se eksplozivno i razmnožavaju. Za to su potrebni i određeni oceanografski i meteorološki uvjeti.

Nakon što se potroše otopljeni nutrijenti nastupa razdoblje preživljavanja. Neke vrste preživljavaju ispuštanjem dugačkih niti (polisaharida) na koje se uhvate bakterije koje potom stvaraju nutrijente potrebne algama. Izgled niti je sluzav, a sastav sluzi su ugljikohidrati i lipidi. Nastanak niti odvija se u čitavom vodenom stupcu (najčešće do 20 m dubine, teoretski do dubine od 200 m), ali je zbog intenziteta svjetla jači u površinskim slojevima. Izlučivanje sluzi funkcionira dok ima hrane, a nakon toga alge odbacuju niti, pretvaraju se u spore i potonu na morsko dno (strategija opstanka). Na sluz koja ostane u vodenom stupcu naljepljuje se smeće te dolazi do intenzivne bakterijske razgradnje. Pri razgradnji nastaju plinski mjehurići pomoću kojih sluz ispliva na morsku površinu. To se naziva cvjetanje mora. Nakupljanje (agregacija) sluzi brža je za mirnog vremena i slabe turbulencije vode. Kad sluz otpusti mjehuriće ona tone na morsko dno i stvara morski snijeg (asocijacija na snijeg na kopnu). Za razgradnju sluzi troši se velika količina otopljenog kisika tako da mu koncentracija brzo pada u pridnenoj vodi (hipoksija). Zbog nestanka kisika dolazi do bježanja ili uginuća pridnenih životinja. Na uginule životinje nastanjuju se bakterije i koriste preostali kisik. Na takvom morskom dnu razvija se zona bez kisika (anoksija). Anoksija je biološki štetnija od cvjetanja mora zbog toga što stvara morski prostor bez života (mrtvo more). Nakon prestanka anoksije, ponovno naseljavanje morskog dna

³ Fitoplankton čine jednostanični ili kolonijalni organizmi, među kojima razlikujemo autotrofe (fotosintetski stvaraju organsku tvar) i miksotrofe (posjeduju pigmente za fotosintezu, ali koriste i gotovu organsku tvar) te heterotrofe (kao hranu koriste organsku tvar drugih organizama). Većinom nemaju sposobnost aktivnog kretanja, već slobodno lebde u stupcu vode nošeni strujama. Fitoplanktonski organizmi prisutni su u osvjetljenoj zoni mora koja se proteže od površine pa do maksimalne dubine od 200 m. S obzirom na morfološke, fiziološke i biokemijske značajke, razlikujemo nekoliko skupina fitoplanktona: diatomeje, dinoflagelate, kokolitoforide, silikoflagelete i dr. U Riječkom zaljevu najbrojnije su alge kremenjašice i dinoflagelati (Čalić, 2005).

najčešće ja nakon dvije do tri godine. U novim životnim uvjetima razvija se dominacija pojedinih vrsta a ukupni biodiverzitet se smanjuje.

Kao što ugrožava kupališni turizam cvjetanje mora nanosi i velike štete ribolovu. Štete nastaju zbog pomora ribe (gušenja anoksijom ili im sluz začepi škrge i onemogućiti disanje) ili zato što ribari u uvjetima cvjetanja značajno reduciraju izlazak na more (mreže se pune sluzavom masom).

Kad more cvjeta organizam kupaća izložen je nepovoljnom utjecaju čimbenika sredine. To pogotovo vrijedi za kožu koja je u najužem dodiru sa sluzavom masom. Na koži čovjeka nalaze se osjetna tjelešca i živčani okrajci preko kojih organizam prima i provodi različite podražaje. Reakcija organizma je veća na podražaje koje proizvodi sluzava masa koja je svježije stvorena zbog toga što je ljepljiva i ostavlja vidljiv trag na ljudskoj koži. Na svježju sluzavu masu pogotovo su senzibilne osobe koje su alergijski preosjetljive. Bez obzira na osjetljivost, preporuka je da se svi kupaći, u vrijeme cvjetanja, odmah nakon izlaska iz vode istuširaju (Mala Internet škola oceanografije, 2005.). Sluzavi materijal, osim što je neugodnog izgleda, nije opasan u kontaktu s kožom. Sastav sluzi, zapravo je sličan građi škroba (ugljikohidrati i lipidi) i ona je čisti organski proizvod morskih algi.

U slučaju da su sluzave nakupine prisutne u onečišćenom moru, mogu predstavljati opasnost i za ljudsko zdravlje zbog toga što sluz filtrira nečistoće i što pogoduje razvoju mikroorganizama. Zbog toga što su ekonomske i ekološke posljedice cvjetanja ozbiljne, porastao je interes društva za sustavnijim sprečavanjem nastanka sluzave mase ili njenim uklanjanjem. Još uvijek je nepoznat način kako bi se takva nastojanja ostvarila s uspjehom.

Razmatrana je mogućnost prekrivanja pridnenih algi folijama. Ta se metoda inače u svijetu koristi za suzbijanje morskog korova a sastoji se u sprečavanju procesa fotosinteze. Problem u takvom suzbijanju jesu površine zahvaćene cvjetanjem jer su one na sjevernom Jadranu 2003. godine iznosile oko 8 000 km². Odbačene su i ideje uporabe eko-brodova koji bi sluz, koja je na površini vode, usisavali na način istovjetan načinu usisavanja naftnih mrlja. Usisavanjem bi se samo umanjili površinski iznosi sluzi, međutim, sluz bi i dalje ostajala u stupcu vode i za kratko vrijeme ponovo bi cvjetanjem izrastala na površinu. Proces nastajanja sluzi može se usporiti i kemijskim putem pomoću različitih disperzanata. Uporaba disperzanata ograničava se zbog toga što oni sudjeluju u stvaranju kemijskih spojeva koji uništavaju ekosustav i zbog toga što im je tehnička uporaba u vodi otežana.

Talijani u posljednjim godinama zaštićuju plaže na sjevernom Jadranu mrežama (Mala internet škola oceanografije, 2005.). Te mreže propuštaju vodu i zadržavaju sluzavu masu a od otvorenog mora odvajaju ih plivajuće brane. Vraćanje cvjetanja mora u prirodne okvire moguće je jedino uklanjanjem onečišćenja. Izračunate su granične vrijednosti onečišćenosti nakon kojih se pojavljuju cvjetanja. Za koncentraciju fosfora i dušika granična vrijednost iznosi 200 miligrama u 1 m³ vode (Biluš, 2005.).

ZAKLJUČAK

Zbog povećanog unosa otpadnih tvari te globalnih klimatskih promjena, kvaliteta vode na morskim plažama sjevernog Jadrana često se mijenja. Intenzitet promjena je veći u zaljevima (Riječki) te manji na plažama koje se nalaze na obalama otvorenog mora. Tako je zbog usporene prirodne filtracije zaljevske vode.

Ekološki uvjeti, koji se mijenjaju, pogoduju razvoju fitoplanktona. Ciklus razvoja fitoplanktona popraćen je povećanom produkcijom polisaharida. Nakupine polisaharida na površini zovu se cvjetanjem mora.

Anketiranjem turista na pojedinim plažama Riječkog zaljeva ustanovljeno je da se turisti u vrijeme cvjetanja rijetko kupaju te da im cvjetanje potiče gadljivost. Jednako je i s podvodnim aktivnostima jer se alge protežu u ukupnom stupcu morske vode. Istraživanja cvjetanja te utjecaj cvjetanja na gospodarstvo intenzivirana su u posljednjim godinama, međutim, još nije pronađen način sprječavanja cvjetanja i njegovih štetnih posljedica.

LITERATURA

1. Biluš, S., Kako spasiti rijeke i podmorja, UNAtera, Zagreb, 2005.
2. Centar za istraživanje mora Rovinj, Instituta «Ruder Bošković», Zagreb, Izvješća, 2005.
3. Čalić, S., O cvjetanju alga, Hrvatske vode, Zagreb, 2005.
4. Juračić, M., Eutrofikacija i onečišćenje mora, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 2004.
5. Mala Internet škola oceanografije, Cvjetanje mora, <http://skola.gfz.hr/v3.htm>, 2005.
6. Marasović, I., More cvjeta sve češće i duže, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, 2005.
7. Zec, D., Bukša, J., Mogućnosti djelovanja na sprečavanju onečišćenja velikih razmjera nakon pomorske nezgode u Kvarnerskome zaljevu, Zbornik radova Pomorskog fakulteta, Rijeka, 1996.