

# CVJETANJE MORA NA NANOSKALI

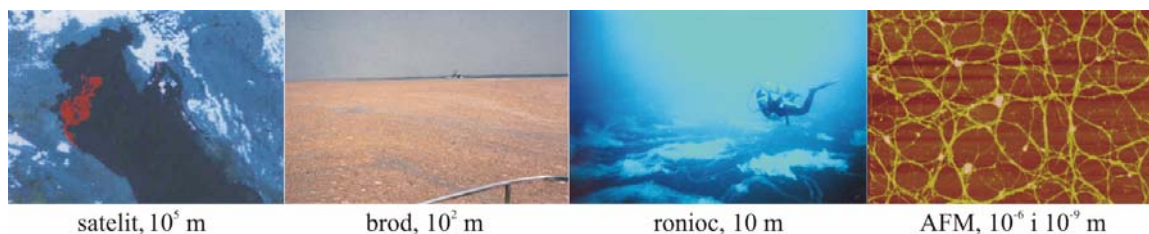
**Tea Mišić , Vesna Svetličić, Vera Žutić**

*Zavod za istraživanje mora i okoliša, Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Croatia  
tmisic@irb.hr*

Makroskopska gel faza tzv. "mucilage" pojavljuje se sve učestalije u ljetnim mjesecima u Sjevernom Jadranu prekrivajući pri tome desetke kilometara kvadratnih morske površine i zahvaćajući cijeli vodeni stupac. Pojava je kod nas poznata pod nazivom "cvjetanje mora".<sup>1</sup> (Slika 1.)

Pojava cvjetanja mora zainteresirala je mnoge znanstvenike, pogotovo zadnjih 15 godina od velikog događaja 1989.g. kada se gel pojavio u ogromnim količinama te prouzročio ogromne ekonomske gubitke u turizmu i ribarstvu. Mehanizam nastajanje morskog gela te njegova stabilnost i uloga u ekosustavu mora postaje izazovno istraživačko polje za znanstvenike u interdisciplinarnom području koje obuhvaća kemiju mora, mikrobiologiju i biofiziku.

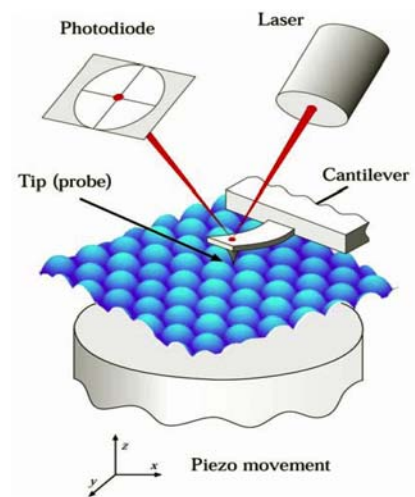
Do sada je sakupljen veliki fond oceanografskih i mikrobioloških podataka kroz programe monitoringa Sjevernog Jadrana<sup>2</sup>. Postavljen je i velik broj hipoteza o mehanizmu nastanka pojave cvjetanja mora. Nedvojbeno je da je fitoplankton (procesom fotosinteze) izvor polimera od kojih nastaje morski gel, ali mehanizam koji dovodi do stvaranja pojave cvjetanja mora još uvijek je nepoznat.



***Slika 1. Cvjetanje mora na različitim skalama***

Supramolekularna organizacija organske tvari u moru više ovisi o strukturnim svojstvima nego o kemijskom sastavu. Naša je postavka da je za otkrivanje mehanizma nastanka gela koji se dešava na kilometarskoj skali potrebno proučiti proces na nano i mikro skali. Stoga smo uveli mikroskopiju atomskih sila ("Atomic Force Microscopy", AFM) s ciljem istraživanja supramolekularne organizacije morskih biopolimera na nanoskali.

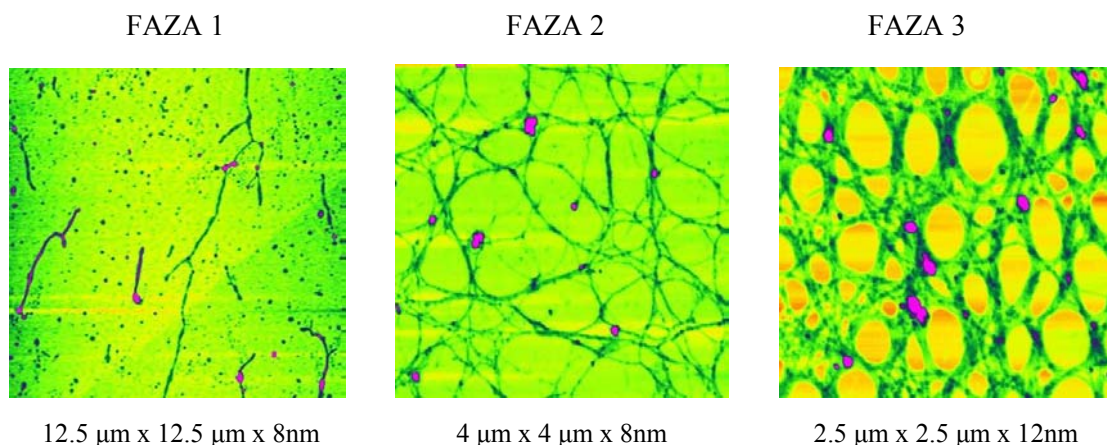
AFM spada u nove tehnike mikroskopije s pretražnom probom (Scanning-Probe Microscopy, SPM). Koncept na kojem se bazira AFM je oslikavanje strukture površine uzorka mjerenjem fizičke interakcije između šiljka (tipa) i uzorka pri čemu se otklon šiljka detektira pomoću laserske zrake (Slika 2.). AFM omogućava dobivanje stvarne topografske slike površine uzorka u 3D s vertikalnom rezolucijom 1 Å i lateralnom ispod 1nm. Osim što se dobivaju topografski podaci mogu se dobiti i druge informacije o intra- i inter- molekularnim silama i viskoelastičnim svojstvima uzorka.



**Slika 2. Princip rada AFM-a**

Uveli smo AFM kao metodu u istraživanju strukture morskog gela i ustanovili način pripreme uzorka za vizualizaciju na molekularnoj skali.. AFM mjerenja obavljena su na uređaju NanoScope IIIa MultiMode Scanning Probe Microscope (Digital Instruments) koristeći 125  $\mu\text{m} \times 125 \mu\text{m}$  piezoelektrični skener.

Prikazane su 3 različite faze u stvaranju gela na prirodnim uzorcima (Sjeverni Jadran, epizoda proljeće – ljeto 2004.). Slika 3 prikazuje rezultate oslikavanja gela AFM-om u kontakt modu. Stvaranje gel faze započinje agregacijom pojedinačnih lanaca preko srednje umrežene faze do guste mreže. Struktura gela faze 3 pokazuje začuđujuće pravilnu mrežu šupljina u rasponu od 150 do 500 nm između međusobno upletenih lanaca polimera. Niti izgledaju kao rigidne makromolekule s dijametrom između 0,6-3 nm što je tipično za polisaharidne lance<sup>3</sup>. Kemijski sastav gel faze je poznat i sastoji se uglavnom od polisaharida koji nose anionske skupine (sulfatne i karboksilne).



**Slika 3. AFM topografske slike morskog gela u različitim fazama ravoja gela**

Na temelju dosadašnjih rezultata smatramo da će istraživanja AFM-om odigrati jednu od ključnih uloga u razumijevanju procesa cvjetanja mora.

Reference:

- (1) Stachowitch, M., N. Fanuko & M. Richter., 1990. Mucus aggregates in the Adriatic sea: an overview of stages and occurrences. *P.S.Z.N. Mar. Ecol.* 11: 327-350.
- (2) Degobbis, D. et al., 1995. Changes in the northern Adriatic ecosystem and the hypertrophic appearance of gelatinous aggregates. *Sci. Total Environ.* 165: 43-58.
- (3) Abu-Lail, N. I., Cemesano, T.A., 2003. Polysaccharide properties probed with atomic force microscopy. *J. Microsc.* 212:217-238.
- (4) Kovač, N., Mozetič, J., Trichet, J., Défarge, C., 2005. Phytoplankton composition and organic matter organization of mucous aggregates by means of light and cryo-scanning microscopy. *Mar. Biol.* 147: 261-271 .
- (5) Magaletti, E., Urbani, R., Sist, P., Ferrari, C.R., Cicero A.M., 2004. Abundance and chemical characterization of extracellular carbohydrates released by the marine diatom *Cylindrotheca fusiformis* under N- and P- limitation. *Eur. J. Phycology.* 39: 133-142.