

Agenti Biodeteriogeni – Cianobatteri

A cura di Sandra Ricci*, Carlotta Sacco Perasso**, Federica Antonelli**,

*Biologo ISCR, Direttore dell'Area di Biologia Marina e delle Acque interne Via di San Michele, 23
sandra.ricci@beniculturali.it

**Collaboratore esterno alla ricerca, ISCR Via di San Michele, 23 – carlotta.sacco@hotmail.it;
fedantonelli@gmail.com

Cianobatteri

I *Cianobatteri* sono microrganismi procarioti unicellulari, fotoautotrofi, che vivono in ambienti acquatici, sia dolci che marini. Colonizzano generalmente i substrati rocciosi situati nella zona prossima alla superficie o esposti agli spruzzi. Forme microscopiche, essi sono scarsamente visibili ma il loro sviluppo massivo può portare alla formazione di densi strati di colore variabile, dal grigio al marrone o al verde-blu, con spessore compreso tra pochi micron ad alcuni millimetri.

Questi microrganismi hanno una rilevante capacità di adattamento e possono sopravvivere in habitat estremi, quali ad esempio zone a scarso o elevato irraggiamento solare, basse o alte temperature, ecc.; tale capacità adattativa è legata alla produzione, da parte di questi microrganismi, di spore, forme di riproduzione e di quiescenza che ne permettono la vita in condizioni molto difficili.

Da un punto di vista ecologico, rappresentano l'alimento base per molti organismi bentonici, soprattutto molluschi. Alcune specie sono ritenute dannose poiché producono tossine che si liberano nelle acque determinando possibili rischi per la salute umana e di altre forme viventi.

I cianobatteri hanno cellule di forma sferica o allungata; possono vivere isolati oppure riunirsi in colonie avvolte e consolidate da una guaina mucillaginosa, dove tuttavia ciascun individuo conduce vita autonoma. Le colonie possono essere bentoniche o planctoniche; le forme filamentose possono essere semplici e lineari, di forma elicoidale, oppure ramificate.

Alcune specie hanno la parete cellulare impregnata di carbonato di calcio e concorrono, infatti, alla formazione di particolari rocce calcaree organogene, le stromatoliti.

Si riproducono vegetativamente, di norma per *scissione binaria*; tuttavia le forme coloniali possono moltiplicarsi per *frammentazione* o *sporulazione*. La frammentazione prevede la separazione di gruppi cellulari (ormogoni) dalla colonia madre che, separandosi, producono una nuova colonia indipendente, identica al genitore. La sporulazione implica formazione di spore (acineti) in grado di vivere in stato latente per lungo tempo, e di germinare solo quando incontrano le condizioni idonee per formare una nuova colonia.

I cianobatteri che vivono nelle acque marine possono vivere sulla superficie dei materiali sommersi (forme epilittiche) o scavare gallerie all'interno dei substrati lapidei (forme endolittiche).

Le specie epilittiche si rinvengono maggiormente sui litorali rocciosi, tra la zona della bassa ed alta marea, formando patine di colore grigio-bruno-nero, distribuite su una fascia di altezza variabile, ma possono proliferare anche sulle superfici lapidee completamente sommerse. In tale contesto sono presenti anche forme endolittiche.



Fig. 1 – Immagine al microscopio ottico di Cianobatteri filamentosi e coccali presenti nel biofilm di manufatti sommersi.

Degrado prodotto dai cianobatteri

I cianobatteri endolitici determinano un processo di degrado denominato *microboring* unitamente ad altri microrganismi fotoautotrofi (alghe) e eterotrofi (micro funghi). Il loro sviluppo è limitato alle porzioni più superficiali del substrato in quanto, essendo foto sintetizzanti, necessitano di luce per svolgere la funzione clorofilliana e possono vivere solo nelle porzioni della pietra raggiunte dall'irraggiamento.

I *taxa* più frequenti sono *Plectonema terebrans* Bornet & Flahault ex Gomont, *Mastigocoleus testarum* Lagerheim, *Hyella caespitosa* Born & Flan. e *Lyngbya confervoides* Ag.

Tali microrganismi attaccano i materiali carbonatici scavando micro-gallerie (figg. 4 e 5) di pochi micron di diametro (di solito 1-20 µm).

Questo tipo di degrado avviene mediante dissoluzione biochimica del substrato ad opera di sostanze acide o chelanti liberate dai cellule apicali dei filamenti. Questi microrganismi marini endolitici degradano tutti i substrati calcarei, come conchiglie, scheletri carbonatici di coralli, alghe incrostanti, ossa. Essi possono colonizzare i substrati carbonatici sommersi, inclusi i beni archeologici, in particolare in climi tropicali e temperati. L'intensità dello sviluppo e, di conseguenza, il tasso di infestazione dei materiali sembra essere collegato alla temperatura alta ed ad un aumento della concentrazione di azoto e fosforo in acqua. La distribuzione dei micro perforanti varia a seconda della profondità: *Mastigocoleus testarum* e *Plectonema terebrans* sono dominanti in prossimità della superficie. Si riportano di seguito le caratteristiche di queste due specie di perforanti.

Hyella caespitosa Bornet & Flahault, 1888. (Ord. Chroococcales).

È un cianobatterio che produce l'ichnospecie *Fascichnus dactylus*, Radtke 1991.

Tale cianobatterio è costituito da filamenti più o meno ramificati costituiti da cellule allungate. I filamenti possono unirsi a formare un tessuto pseudoparenchimatico.

Questa specie bioerode gallerie interne che si irradiano da una singola perforazione sulla superficie del substrato. Le singole gallerie misurano 5-9 mm di diametro. I cunicoli spesso mostrano estremità arrotondate. Specie nota quale incrostante e perforante di substrati di natura calcarea (rocce, conchiglie ed alghe calcaree).

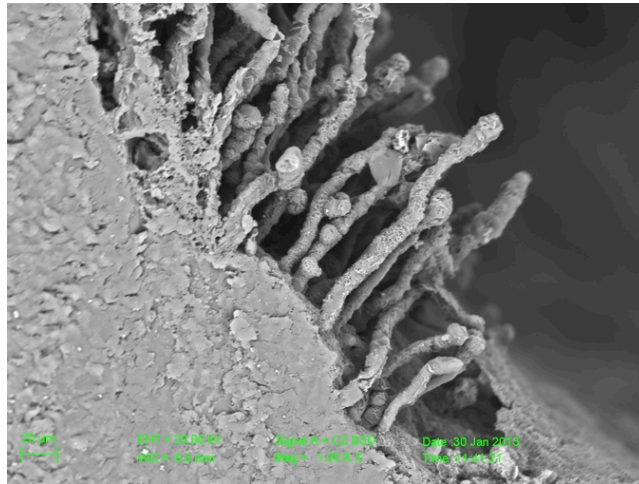


Immagine al SEM delle impronte in resina riconducibili all'ichnospecie *Fascichnus dactylus*.

***Plectonema terebrans* Bornet & Flahault, 1889 (Ord. Oscillatoriales).**

È un cianobatterio filamentoso che produce l'ichnospecie *Scolecia filosa*, Radtke 1991.

La traccia che viene prodotta da questo cianobatterio è costituita da sottili gallerie, del diametro di pochi micron, che formano una fitta e densa rete nella porzione di substrato calcareo colonizzato. Le gallerie non sono ramificate e possono talvolta mostrare delle terminazioni biforcute. *Plectonema (Leptolyngbya) terebrans* è stato frequentemente rinvenuto nella colonizzazione endolitica dei materiali calcarei sommersi.



Immagine al SEM delle impronte in resina attribuite all'ichnospecie *Scolecia filosa*.

***Mastigocoleus testarum* Lagerheim, 1886 (Ord. Stigonematales).**

E' un cianobatterio che produce l'ichnospecie *Eurygonum nodosum* Schmidt, 1992.

I filamenti, di 5-10 mm di diametro, possono essere curvi o dritti, con ramificazioni spesso terminanti con eterocisti.

La traccia da esso prodotta, *Eurygonum nodosum*, è costituita da una rete tridimensionale di gallerie con una distribuzione regolare; i tunnel sono generalmente disposti ortogonalmente alla superficie, con un'elevata concentrazione di gallerie nella parte superiore; queste diminuiscono progressivamente verso l'interno del substrato in funzione del livello di illuminamento.

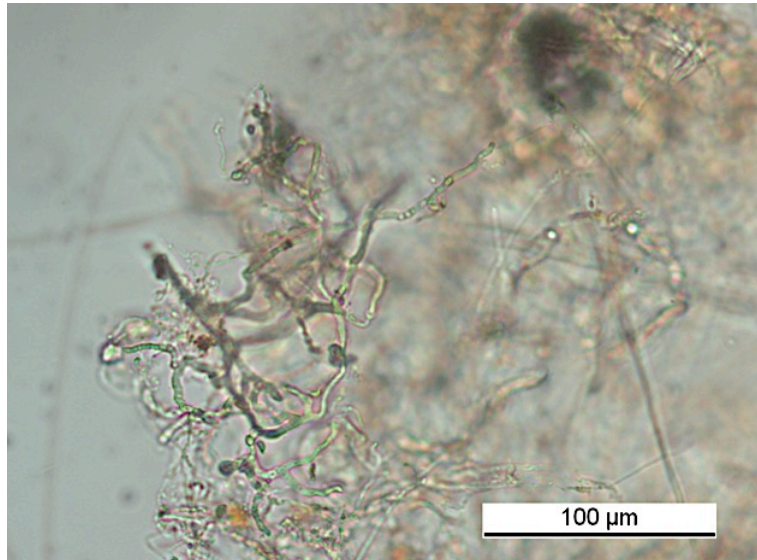


Immagine al microscopio ottico del cianobatterio *Mastigocoleus testarum*.

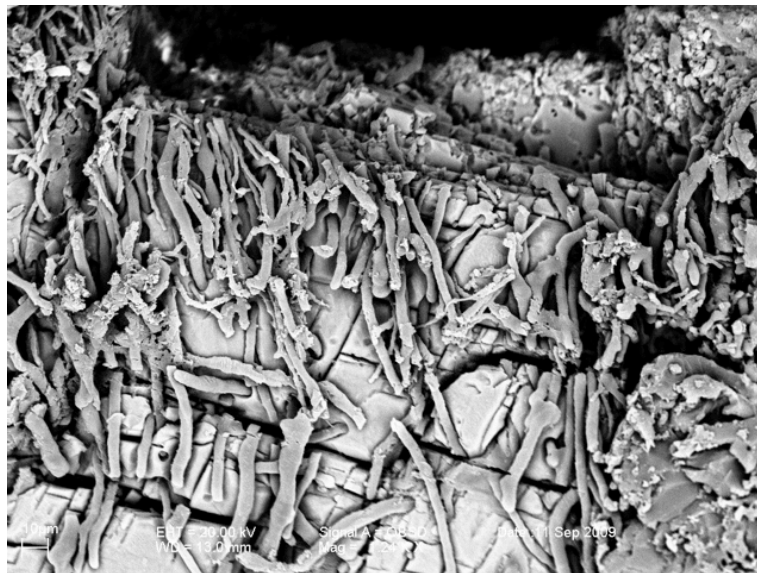


Immagine al SEM delle impronte in resina riconducibili all'ichnospecie *Eurygonum nodosum*

Bibliografia

GHIRARDELLI, L.A., 1998. *An endolithic cyanophyte in the cell wall of calcareous algae*. Botanica Marina, 41, 367-373.

GHIRARDELLI, L. A.. (2002). *Endolithic Microorganisms in Live and Dead Thalli of Coralline Red Algae (Corallinales, Rhodophyta) in the Northern Adriatic Sea*. Acta Geologica Hispanica, v. 37 (2002), n° 1, p. 53-60.

GOLUBIC S., SCHNEIDER J., 2003. *Microbial endoliths as internal biofilms*. In: Krumbein WE, Dornieden T, Volkmann M (eds) Fossil and Recent biofilms. Kluwer, Dordrecht, pp. 249-263.

RADTKE G. AND GOLUBIC S., 2005. *Microborings in mollusk shells, Bay of Safaga, Egypt: Morphometry and ichnology*. Facies 51: 118–134.

RICCI, S., PIETRINI, A. M., BARTOLINI, M., SACCO PERASSO, C. 2013. *Role of the microboring marine organisms in the deterioration of archaeological submerged lapideous artifacts (Baia, Naples, Italy)*. *International Biodeterioration & Biodegradation* 82 (2013) 199-206. Elsevier.

TOTTI C., DE STEFANO M., FACCA C., GHIRARDELLI L.A., 2003. *Il microfitobenthos*. In: *Gambi M.C., Dappiano M. (eds) Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo*. *Biol. Mar. Medit.*, 10 (Suppl.): 263-284.

TORTORA G. J., FUNKE B. R., CASE C. L., 2008. *Elementi di microbiologia*. Pearson ed.

WISSHAK, M., TAPANILA, L., 2007. *Current Developments in Bioerosion*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg