

Qualità dei sedimenti marini costieri e processi microbici

Annamaria Zoppini¹, Nicoletta Ademollo¹, Leonardo Langone², Stefano Amalfitano¹

¹*Istituto di Ricerca sulle Acque (RM), Consiglio Nazionale delle Ricerche (Roma).*

²*Istituto di Scienze Marine (BO), Consiglio Nazionale delle Ricerche*

Sessione 1

Riassunto

Gli elevati apporti di nutrienti e sostanza organica stimolano la produttività delle aree marine costiere tanto che queste aree sono considerate, dal punto di vista biogeochimico, le più attive della biosfera. Gli ambienti costieri fungono da recettori finali dei sistemi idrografici che veicolano i carichi di inquinanti generati dalle attività umane. Le sostanze meno biodisponibili si accumulano nei sedimenti con la possibilità di essere utilizzate dalle comunità microbiche per la sintesi di nuova biomassa, utile ad alimentare i livelli superiori della catena trofica. Per la definizione di standard di qualità ambientali, i sedimenti marino-costieri non sono attualmente monitorati con la stessa frequenza prevista per la colonna d'acqua. Scarse sono le informazioni riguardanti l'effetto della qualità dei sedimenti sulle attività funzionali delle comunità microbiche naturali e l'attuale versione della direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino (MSFD), trascura questa componente biologica per la definizione del "Good Environmental Status" (GES). Le indagini condotte hanno dimostrato un legame significativo tra il livello di contaminazione dei sedimenti costieri da inquinanti organici prioritari (Idrocarburi Policiclici Aromatici e Nonilfenoli) e gli effetti sui principali processi metabolici delle comunità microbiche. Tali risultati, derivanti da evidenze sperimentali, sono utilizzabili al fine di tradurre le conoscenze scientifiche in raccomandazioni politico-gestionali per una migliore gestione e conservazione di queste aree.

Introduzione

Le aree marine costiere sono caratterizzate da elevata produttività in quanto recettori finali dei sistemi idrografici (Borges et al. 2005). Il sedimento costituisce un comparto di fondamentale importanza nell'ecosistema marino costiero, attraverso l'accumulo ed il rilascio di materiale organico, inclusi gli inquinanti. Il sedimento ospita comunità biologiche diversificate in cui i microrganismi eterotrofi, posti alla base della catena trofica eterotrofa, giocano un ruolo importante nei processi di biodegradazione. Grazie a questi processi, il materiale depositato può essere utilizzato per la sintesi di nuova biomassa utile ad alimentare i livelli superiori della catena trofica. I sedimenti marini non sono attualmente monitorati dall'Unione Europea per la definizione di standard di qualità ambientali (SQA). Al contrario, gli SQA sono previsti dalla Direttiva 2008/105/CE per le acque superficiali, dove si prevede il monitoraggio di sedimenti, solo in specifiche condizioni di qualità dell'acqua. Il D.lgs 2010/260, fornisce gli standard di qualità nei sedimenti per alcuni inquinanti inorganici ed organici. La Direttiva quadro 2008/56/CE sulla strategia per l'ambiente marino (MSFD, *Marine Strategy Framework Directive*) pone agli Stati membri l'obiettivo di raggiungere entro il 2020 il buono stato ambientale (GES, *Good Environmental Status*) per gli ecosistemi marini. Nell'attuale versione della MSFD le comunità microbiche sono del tutto trascurate (Caruso et al., 2015).

In letteratura sono ancora carenti le informazioni riguardanti i possibili legami tra la presenza di inquinanti organici e l'effetto *in situ* sui processi mediati dalle comunità microbiche, che generalmente sono valutati in test di laboratorio.

Azioni e Metodi

Nell'ambito del Progetto Europeo PERSEUS (Policy-oriented marine Environmental Research for the Southern European Seas) i sedimenti campionati durante due crociere, lungo la costa occidentale del Mare Adriatico, da Venezia a Otranto per un'estensione di circa 700

km, soggetta ad un gradiente di impatto antropico. Al fine di definire lo stato di qualità dei sedimenti sono stati misurate due classi di inquinanti organici prioritari (WFD 2008/105/CE), come gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA, 15 congeneri) e il Nonilfenolo (NP, quattro composti) (Patrolecco et al 2010). Al fine di evidenziare possibili effetti sui processi mediati dalle comunità microbiche residenti sono stati misurati i tassi di respirazione, produzione e la biomassa (abbondanza cellulare dei procarioti) (Zoppini et al. 2014).

Risultati

I sedimenti analizzati mostrano concentrazioni di IPA (somma di 15 congeneri) al di sotto dei limiti identificativi di inquinamento moderato (<1000 ng/g, Baumard *et al.* 1998).

In questa indagine la variazione della contaminazione da IPA è correlata positivamente e significativamente alla variazione dei tassi di respirazione ($r=0.50$, $p<0,01$) mentre tale andamento è osservato in misura minore per il NP ($r=0.35$, $p=0.05$). Utilizzando il metodo del Fattore di Equivalenza Tossica (TEF, *Toxic Equivalency Factor*) è stato possibile stimare la tossicità potenziale dei sedimenti esaminati per IPA e NP (Nisbet e LaGoy, 1992). Con tale metodo, la tossicità di una miscela di contaminanti può essere espressa in termini di tossicità equivalente (TEQ) per ciascun composto della miscela. Dall'analisi dei risultati si osserva una correlazione positiva e significativa tra i tassi di respirazione della comunità e i valori di TEQ-IPA ($r=0.45$, $p<0.05$) and TEQ-NPs ($r=0.39$, $p<0.05$) (Fig. 1).

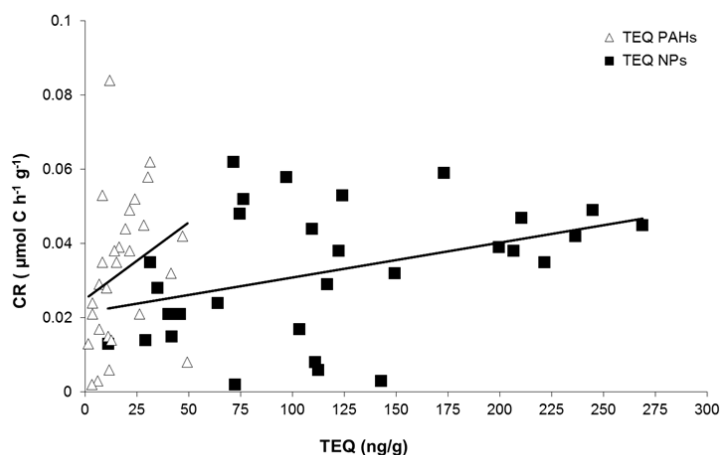


Figura 1. Analisi di correlazione tra i tassi di respirazione microbica (CR) e la tossicità potenziale dei sedimenti, valutata tramite il fattore TEQ (Toxic Equivalent) degli IPA (triangoli) e dei NPs (quadrati)

In sintesi questi andamenti, non osservati per i tassi di produzione procariotica, evidenziano una potenziale perdita di energia per la rete alimentare poiché, all'aumentare della tossicità delle miscele di IPA e NP, il metabolismo microbico tende ad incrementare le attività di respirazione (aumento delle emissioni CO₂) che non di produzione batterica (incorporazione di carbonio nella biomassa cellulare). Inoltre i diversi andamenti osservati delle correlazioni tra i tassi di respirazione e i valori potenziali di tossicità equivalente (TEQ), indicano il diverso effetto che queste classi di composti possono esercitare sulle comunità naturali.

Tali risultati forniscono alcune importanti indicazioni sui possibili effetti che alcune classi di inquinanti organici prioritari presenti nel sedimento sono in grado di esercitare nei confronti dei microrganismi che compongono il primo anello della catena trofica eterotrofa (Zoppini *et al.* 2016a). Gli effetti osservati di natura funzionale, possono avere ripercussioni sulla produzione di biomassa con danni potenziali al flusso di energia nella catena trofica. Nel contesto della MSFD, tali risultati basati su evidenze sperimentali, dovrebbero essere di aiuto nell'indirizzare l'attenzione delle politiche legislative verso l'importanza dell'osservazione

complementare delle caratteristiche chimiche e microbiche del sedimento per una migliore definizione del buono stato ambientale (Zoppini et al., 2016 b).

Bibliografia

- Amalfitano, S., Fazi, S., Zoppini, A., Caracciolo, A. B., Grenni, P., Puddu, A. (2008). Responses of benthic bacteria to experimental drying in sediments from Mediterranean temporary rivers. *Microbial Ecology*, 55(2), 270-279.
- Baumard, P., Budzinski, H., Garrigues, P. (1998). Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and mussels of the western Mediterranean Sea. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 17(5), 765-776.
- Borges A. V., Delille B., Frankignoulle M. (2005). Budgeting sinks and sources of CO₂ in the coastal ocean: Diversity of ecosystems counts. *Geophysical Research Letters*, 32(14), 1-4
- Caruso G. , R. La Ferla, M. Azzaro, A. Zoppini, G. Marino, T. Petochi, C. Corinaldesi, M. Leonardi, R. Zaccone, S. Fonda, C. Caroppo, L. Monticelli, F. Azzaro, F. Decembrini, G. Maimone, R. Cavallo, L. Stabili, N. Todorova, V.Karamfilov, E. Rastelli, S. Cappello, M. I. Acquaviva, M. Narracci, R. De Angelis, P. Del Negro, M. Latini, R. Danovaro (2015). Microbial assemblages for environmental quality assessment: Knowledge, gaps and usefulness in the European Marine Strategy Framework Directive. *Critical Reviews in Microbiology*, 1-22.
- Nisbet, I.C.T., LaGoy, P.K., 1992. Toxic equivalency factors (TEFs) for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). *Regul. Toxicol. Pharm.* 16, 290–300.
- Patrolecco, L., Ademollo, N., Capri, S., Pagnotta, R., Polesello, S. (2010). Occurrence of priority hazardous PAHs in water, suspended particulate matter, sediment and common eels (*Anguilla anguilla*) in the urban stretch of the River Tiber (Italy). *Chemosphere*, 81(11), 1386-1392.
- Zoppini A., Ademollo N., Patrolecco L., Amalfitano S., Casella P., Patrolecco L., Polesello S. (2014). Organic priority substances and microbial processes in river sediments subject to contrasting hydrological conditions. *Sc Tot Environ*, 484:74-83.
- Zoppini A., Ademollo A., Amalfitano S., Capri S., Casella P., Fazi S., Marxsen J., Patrolecco L. (2016 a). Microbial responses to polycyclic aromatic hydrocarbons contamination in temporary river sediments: experimental insight. *Science of the Total Environment*, 541, 1364-1371.
- Zoppini, A., Ademollo, N., Amalfitano, S., Dellisanti, W., Lungarini, S., Miserocchi, S., Patrolecco, L., Langone, L. (2016 b). Linking the microbial community processes to the contamination by priority organic substances: in situ observations on coastal sediments of the Adriatic Sea (Italy). *PERSEUS, Scientific Conference Proceedings*, in: *Integrated Marine Research in the Mediterranean and the Black Sea* Brussels:120-123, ISBN 978-960-9798-25-9.