

SINTESI TESI DI DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Candidata: Camilla Roveta

Titolo tesi:

(EN) Biodiversity and Trace Elements: Community Assessments and Application of Benthic Organisms as Biomonitors of Environmental Pollution

(ITA) Biodiversità ed Elementi in Tracce: Caratterizzazione delle Comunità ed Applicazione di Organismi Bentonici come Bioindicatori di Inquinamento Ambientale

Gli ecosistemi marini stanno affrontando una grave perdita di biodiversità, spesso accompagnata da un collasso dei loro habitat e della loro funzionalità. Pressioni antropiche dirette e indirette sono i principali responsabili di questo fenomeno, rendendo di cruciale importanza la valutazione periodica della biodiversità per descrivere possibili cambiamenti delle comunità marine nel tempo. Prendendo atto della situazione, la legislazione Europea (es., Strategia sulla Biodiversità per il 2030, Green Deal, Marine Strategy Framework Directive, e altre) si è posta come obiettivo di aumentare il numero di piani di monitoraggio per la creazione di *baselines*, per fornire alle parti interessate (*stakeholders*) informazioni precise sulle lacune conoscitive negli attuali dati di biodiversità. Inoltre, grazie all'implementazione della legislazione Europea vigente (es., Water Framework Directive, Marine Strategy), negli ultimi decenni è anche aumentato l'utilizzo di vari organismi marini bentonici come bioindicatori di impatto e inquinamento ambientale.

In questo contesto, il seguente progetto di Dottorato di Ricerca ha avuto come scopo principale l'analisi delle comunità bentoniche marine, sia applicando un approccio multidisciplinare (tassonomia, ecologia, chimica analitica, genetica) sia interessando diversi livelli di complessità (comunità, popolazione, individuo, gene). I principali obiettivi dello studio possono quindi essere riassunti in: (1) aumentare le conoscenze sulle comunità bentoniche del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano, Parco a futura istituzione ad Area Marina Protetta (AMP); (2) confermare il ruolo delle spugne come buoni bioindicatori di inquinamento da elementi in tracce (ET); (3) esplorare il possibile coinvolgimento del microbiota associato alle spugne nei processi di bioaccumulo di ET, per la possibile applicazione di questi organismi non solo come indicatori ambientali ma anche come importanti strumenti nei processi di biorisanamento (*bioremediation*).

All'interno del Progetto finanziato dall'organizzazione PADI FOUNDATION "Marine biodiversity of Montecristo Island (Mediterranean Sea)", i campionamenti sono stati condotti in immersione subacquea in due spedizioni, Giugno 2019 e 2020, nelle isole di Montecristo e Giglio, entrambe

incluse nel Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano (Mar Tirreno, Italia), con lo scopo di analizzare le comunità a idroidi (Cnidaria:Hydrozoa) e spugne (Porifera) in relazione ad un gradiente batimetrico. Questo lavoro fornisce la prima *baseline* dei due taxa nelle isole in esame, aggiungendo nuovi record (40 specie di idroidi e 17 specie di spugne) e migliorando le conoscenze sulle comunità zoobentoniche dell'area di studio. I risultati ottenuti sono stati inoltre resi disponibili agli *stakeholders* per informarli sulle specie presenti nell'area, di modo che possano essere presi in considerazione per la futura implementazione di piani di gestione e protezione dell'Arcipelago.

Seguendo le indicazioni della legislazione Europea nell'identificare organismi bentonici come bioindicatori di inquinamento ambientale, è stata inizialmente condotta un'estesa revisione bibliografica su differenti organismi marini bentonici filtratori e sospensivori (spugne, cnidari, briozoi, vermi policheti, cirripedi, tunicati), che mi ha permesso di riassumere le conoscenze attualmente disponibili in letteratura e di suggerire questi taxa come bioindicatori non-convenzionali di inquinamento dovuto ad ET per le acque marine costiere. Infatti, il seguente progetto di Dottorato ha permesso di indagare in maniera più approfondita l'utilizzo di organismi filtratori, quali sono le spugne, come bioindicatori di inquinamento a mercurio (Hg). Grazie ad uno studio preliminare condotto su differenti specie campionate nell'Arcipelago Toscano, solo alcune sono risultate idonee alla loro applicazione nel biomonitoraggio del Hg, in quanto le quantità riscontrate in queste specie riflettevano in maniera più accurata i livelli di contaminazione dell'area in esame. Tra esse, *Chondrosia reniformis* Nardo, 1847, specie con distribuzione Atlanto-Mediterranea e ad elevato valore commerciale per la produzione di grandi quantità di collagene, è stata considerata per ulteriori analisi. *C. reniformis* risulta completamente composta da fibre di collagene che non si distribuiscono omogeneamente, ma dividono il corpo della spugna in due aree ben distinte, una porzione esterna (cortex) ed una interna (coanosoma). Per questa ragione, la spugna è stata analizzata per il contenuto di Hg sia in toto che nelle due parti separate, evidenziando una spiccata differenza nel bioaccumulo, con concentrazioni nettamente più elevate di Hg nel coanosoma, dove avviene l'effettiva attività di filtrazione. *C. reniformis* è stata inoltre considerata per ulteriori studi sul possibile coinvolgimento del suo microbiota nei processi di bioaccumulo del Hg. La comunità di organismi procarioti associati a *C. reniformis* è stata analizzata su campioni raccolti a Faro (Oceano Atlantico, Portogallo), dove ho avuto la possibilità di essere ospite presso il Centro de Ciências do Mar (CCMAR) grazie al supporto finanziario del programma Europeo Assemble Plus. Dai campioni raccolti è stato possibile effettuare la prima completa caratterizzazione delle specie caratterizzanti il microbiota associato a *C. reniformis*, insieme ad un'analisi sul quantitativo di Hg all'interno del microbiota stesso, registrando considerevoli quantità di metallo. I risultati suggeriscono quindi una possibile implicazione della comunità procariotica non solo nel metabolismo secondario della spugna, ma anche nei processi di

bioaccumulo degli ET, rendendo le spugne organismi adatti alla loro applicazione nei processi di *bioremediation*.

Per concludere, questo progetto ha voluto mettere in luce l'importanza dei piani di monitoraggio, fornendo nuove *baselines* tassonomiche utili nella valutazione, tramite futuri monitoraggi, di possibili cambiamenti nelle comunità analizzate. Inoltre, sottolinea il ruolo di taxa marini non-convenzionali come buoni bioindicatori di inquinamento dovuto ad ET. Questi risultano essere strumenti essenziali nel determinare lo stato di salute degli ecosistemi marini, in particolare in riferimento al raggiungimento del Buono Stato Ambientale (*Good Environmental Status*), come suggerito dalla Marine Strategy. Grazie alla sua multidisciplinarietà e all'analisi multi-livello, questo studio rappresenta un avanzamento sulle conoscenze tassonomiche ed ecologiche delle comunità bentoniche, fornendo nuovi dati per rispondere agli obiettivi preposti dalle maggiori Direttive Europee (e.g., Water Framework Directive, Marine Strategy, Strategia sulla Biodiversità per il 2030) per la protezione di coste, mari ed oceani.