

S. CARONNI, C. CALABRETTI¹, G. CECCHERELLI², M.A. DELARIA², M. GRECHI,
G. MACRI³, A. NAVONE⁴, A. OCCHIPINTI AMBROGI

Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia,
Via S. Epifanio, 14 - 27100 Pavia, Italia.
sarah.caronni@unipv.it

¹Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra,
Università di Milano Bicocca., Milano, Italia.

²Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, Università di Sassari, Sassari, Italia.
³Mac Pro e GIS, Pavia, Italia.

⁴Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo, Olbia, Italia.

GLI EFFETTI DELLA MUCILLAGINE DELLA MICROALGA INVASIVA *CHRYSOPHAEUM TAYLORII* LEWIS & BRYAN (PELAGOPHYCEAE) SULLA RESILIENZA DELLE MACROALGHE AL DISTURBO MECCANICO

THE EFFECTS OF MUCILAGE BY THE INVASIVE MICROALGA CHRYSOPHAEUM TAYLORII LEWIS & BRYAN (PELAGOPHYCEAE) ON MACROALGAL RESILIENCE FROM MECHANICAL DISTURBANCE

Abstract - In the summer of 2014, a manipulative field experiment was conducted in Tavolara Punta Coda Cavallo Marine Protected Area (North eastern Sardinia) in order to investigate the effects of a mucilaginous bloom of the invasive microalga *Chrysothrix taylorii* Lewis & Bryan (Pelagophyceae) on hard benthic macroalgal communities exposed to mechanical disturbance.

Key-words: experimental research, algae, mucilage, algal bloom, *Chrysothrix taylorii*.

Introduzione - Negli ultimi anni l'impatto della diffusione di specie invasive sulle comunità native è stato oggetto di numerosi studi (es. Mack *et al.*, 2000); tuttavia, un aspetto poco indagato delle bioinvasioni è quello della resilienza delle comunità autoctone (soprattutto quelle in cui più stress agiscono sinergicamente) in seguito all'insediamento di una specie invasiva (Bulleri *et al.*, 2010). Relativamente alla microalga produttrice di mucillagine *Chrysothrix taylorii* (Lewis & Bryan, 1941), specie tipica delle regioni tropicali e sub-tropicali dell'Atlantico e del Pacifico che sta espandendo il suo areale distributivo anche in Mediterraneo (Caronni *et al.*, 2014), poco si conosce sull'impatto che le sue fioriture mucillaginose possono avere sulle comunità bentoniche autoctone ed, in particolare, sui popolamenti macroalgali che, essendo composti da organismi fotosinteticamente attivi, giocano un ruolo chiave nel funzionamento dell'intero ecosistema marino costiero (Caronni *et al.*, 2011). Nelle sue regioni d'origine gli effetti delle fioriture di *C. taylorii* non hanno mai assunto grande rilevanza rispetto a quelle di altre specie (Shaffelke *et al.*, 2004) e in Mediterraneo, d'altro canto, la sua presenza è stata riconosciuta solo di recente e le informazioni raccolte a riguardo sono ancora poche (Caronni *et al.*, 2011). Obiettivo di questo studio, condotto nell'Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo (AMP TPCC), è stato indagare, attraverso un esperimento manipolativo, l'impatto della mucillagine prodotta da *C. taylorii* sulla resilienza dei popolamenti macroalgali di substrato duro sottoposti a disturbo meccanico, stress ritenuto particolarmente impattante per la comunità in oggetto (Kraufvelin, 2007). Il fine è stato quello di verificare se la presenza sul substrato di ammassi mucilluginosi possa amplificare gli effetti di altri stress, come ipotizzato da Reynolds (2007) nel corso di altri studi focalizzati su microalghe.

Materiali e metodi - La zona scelta per l'allestimento dell'esperimento manipolativo è stata quella circostante la baia di Punta Don Diego, lungo la costa madre della zona nord dell'AMP (40°52'34.62" N; 9°39'21.19" E), dove le fioriture di *C. taylorii* sono state particolarmente abbondanti negli ultimi anni (Caronni *et al.*, 2014). Sul campo, alla profondità di massima densità della specie (1,5 m) (Caronni *et al.*, 2015), sono state preparate 18 unità sperimentali attribuite, a gruppi di sei, a tre differenti trattamenti: rimozione totale (R100) o parziale (R50) delle specie macroalgali presenti e controllo (C). Per ciascun gruppo, tre unità sono state ripulite manualmente ogni settimana dalla mucillagine prodotta da *C. taylorii* (M-) mentre le altre tre sono state lasciate intatte (M+). La risposta dei popolamenti macroalgali è stata stimata in ciascuna unità sperimentale all'inizio e alla fine dell'esperimento (T₀: metà luglio; T₁: metà settembre), valutando la copertura percentuale del substrato ad opera di ciascun *taxon* presente (campionamento fotografico; Bohnsack, 1979). L'analisi delle immagini è stata realizzata al computer, utilizzando la metodologia descritta da Dethier *et al.* (1993): ogni immagine è stata suddivisa in 25 sub-quadrati (4×4 cm) ed è stato attribuito un punteggio compreso tra 0 (assenza di copertura nel sub-quadrato) e 4 (copertura totale della superficie del sub-quadrato) per ogni *taxon* in esso presente, sommando i 25 valori così ottenuti. I dati raccolti sono stati analizzati con due PERMANOVA (una per T₀ e una per T₁) a 2 fattori (disturbo meccanico e mucillagine, trattati come fissi, con 3 e 2 livelli rispettivamente) ed effettuando il confronto a coppie (*pairwise test*) tra gruppi relativamente ai trattamenti significativi. Inoltre, per individuare i *taxa* maggiormente responsabili di tali differenze è stato utilizzato il test SIMPER.

Risultati - La lettura delle immagini ha portato all'identificazione complessiva di 9 *taxa*. I popolamenti sono risultati composti prevalentemente da alghe brune filamentose formanti feltri (DFA), seguite in ordine di abbondanza dalle alghe calcaree appartenenti alle Corallinophycidae. Inoltre, seppur con percentuali di ricoprimento più basse, in molte delle unità sperimentali sono state osservate alghe rosse appartenenti al genere *Laurencia*, alghe brune appartenenti all'ordine delle Dictyotales e l'alga verde *Acetabularia acetabulum* (Linneo) Silva. All'inizio dell'esperimento (T₀) le analisi statistiche non hanno messo in luce differenze significative nella composizione dei popolamenti macroalgali considerati, salvo che per il disturbo meccanico (PERMANOVA_{dist}: F_{2,12}=12,3478; P_{perm}<0,01; *pairwise test*: R100<R50<C). Al termine dell'esperimento (T₁), invece, differenze significative nella composizione della comunità macroalgale sono state osservate tra diversi trattamenti, sia in relazione al disturbo meccanico (PERMANOVA_{dist}: F_{2,12}=3,1908; P_{perm}<0,05; *pairwise test*: R100=R50<C) sia alla presenza di mucillagine (PERMANOVA_{mucj}: F_{2,12}=3,2997; P_{perm}<0,05). Percentuali di ricoprimento significativamente più basse di Corallinophycidae, Dycitiales e alghe appartenenti al genere *Laurencia* sono state osservate, in particolare, nel trattamento di rimozione totale (R100), rispetto ai controlli (C) (Fig. 1). Le differenze tra unità M+ ed M-, invece, sono state dovute alle percentuali di ricoprimento significativamente più basse di alghe filamentose a feltro (DFA), Corallinophycidae e alghe del genere *Laurencia* osservate in presenza di mucillagine (M+) (Fig. 1).

Conclusioni - I risultati delle analisi statistiche confermano l'effetto negativo sulla comunità macroalgale sia del disturbo meccanico, come osservato da Torn *et al.* (2010) nel corso di altri studi simili, sia della presenza di mucillagine prodotta da *C. taylorii*, come ipotizzato da Lugliè *et al.* (2008). Nonostante lo studio sia stato condotto all'interno di un'area marina protetta e lo stato di conservazione delle comunità macroalgali sia elevato (Ceccherelli *et al.*, 2006), a tre mesi dall'inizio

dell'esperimento, i popolamenti sono apparsi molto meno vari e strutturati nelle unità soggette a disturbo meccanico (R100 e R50) rispetto a quelle di controllo (C). L'effetto della mucillagine rallenta il recupero delle macroalghe. Nelle unità soggette al disturbo più intenso (R100M+, rimozione totale macroalghe e presenza mucillagine), sono state registrate percentuali di ricoprimento del substrato particolarmente basse non solo per le macroalghe erette, come quelle appartenenti all'ordine delle Dictyotales ed al genere *Laurencia*, ma anche per le Corallinophycidae, generalmente caratterizzate da tempi di recupero breve in caso di disturbo meccanico (Piazzini *et al.*, 2012). I feltri algali (DFA), invece, sembrano aver subito minori effetti da parte del disturbo meccanico, ma, al contrario, sono apparsi particolarmente influenzati dalla presenza di mucillagine. Questi risultati suggeriscono che la presenza di mucillagine prodotta da *C. taylorii* può ridurre significativamente la resilienza delle comunità macroalgali, amplificando, attraverso un'interazione sinergica, gli effetti del disturbo meccanico (Reynolds, 2007).

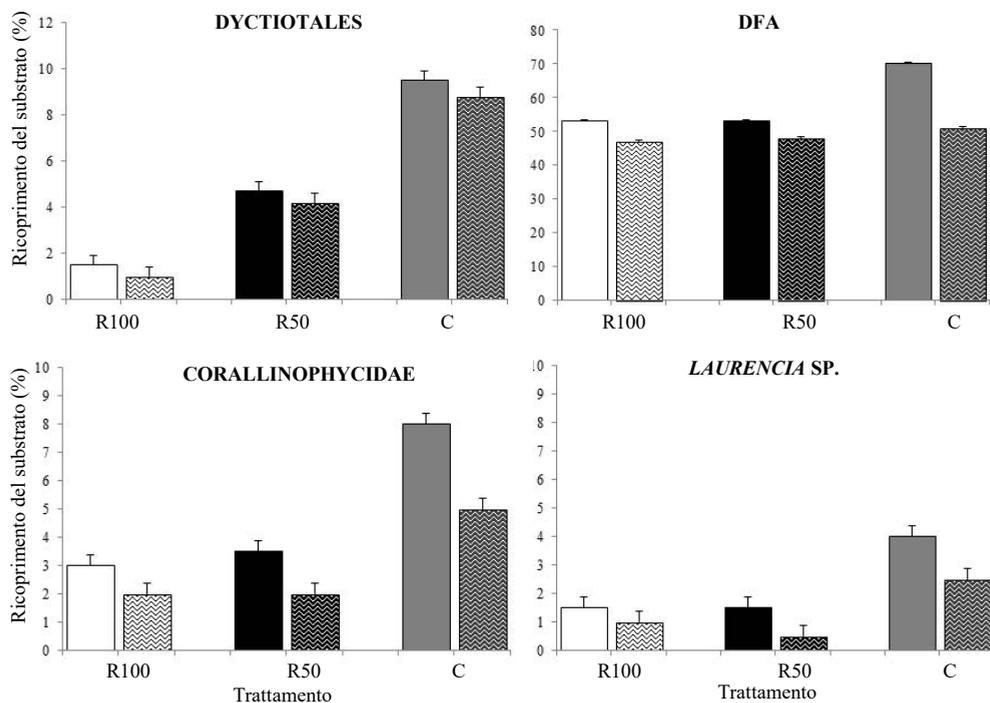


Fig. 1 - Ricoprimento medio (+ES) dei taxa che hanno maggiormente contribuito alle differenze osservate tra trattamenti a fine esperimento.

Mean (+ES) coverage of the substratum of the taxa that mostly contributed to the differences observed among treatments at the end of the experiment.

Bibliografia

- BOHNSACK J.A. (1979) - Photographic quantitative sampling of hard-bottom benthic communities. *Bull. Mar. Sci.*, **29** (2): 242-252.
- BULLERI F., BALATA D., BERTOCCI I., TAMBURELLO L., BENEDETTI-CECCHI L. (2010) - The seaweed *Caulerpa racemosa* on Mediterranean rocky reefs: from passenger to driver of ecological change. *Ecology*, **91** (8): 2205-2212.

- CARONNI S., BRESCIANI A., DELARIA M.A., MELONI F., NAVONE A., PANZALIS P., HEIMANN K., CECCHERELLI G. (2015) - Ecology of the benthic mucilage-forming microalga *Chrysophaeum taylorii* in the W Mediterranean Sea: substratum and depth preferences. *Estuar. Coast. Shelf S.*, **161**: 38-45.
- CARONNI S., CECCHERELLI G., NAVONE A., PANZALIS P., PINNA S., SECHI N. (2011) - I popolamenti bentonici nell'Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo (Sardegna nord-orientale) dopo una fioritura della microalga *Chrysophaeum taylorii* Lewis & Bryan. *Studi Trent. Sci. Nat.*, **89**: 107-110.
- CARONNI S., DELARIA M.A., NAVONE A., PANZALIS P., SECHI N., CECCHERELLI G. (2014) - Relevant scales of variability of the benthic allochthonous microalga *Chrysophaeum taylorii*. *Mar. Biol.*, **161**: 1787-1798.
- CECCHERELLI G., CASU D., PALA D., PINNA S., SECHI N. (2006) - Evaluating the effects of protection on two benthic habitats at Tavolara-Punta Coda Cavallo MPA (North-East Sardinia, Italy). *Mar. Environ. Res.*, **61** (2): 171-185.
- DETHIER M.N., GRAHAM E.S., COHEN S., TEAR L.M. (1993) - Visual versus random-point percent cover estimations: 'objective' is not always better. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **96**: 93-100.
- KRAUFVELIN P. (2007) - Responses to nutrient enrichment, wave action and disturbance in rocky shore communities. *Aquat. Bot.*, **87**: 262-274.
- LUGLIÈ A., SATTA C., PADEDDA B., PULINA S., SECHI N. (2008) - What is *Chrysophaeum taylorii* Lewis & Bryan doing in Sardinia (Tyrrhenian Sea, Mediterranean)? *Harmful Algae News*, **36**: 4-6.
- MACK R.N., SIMBERLOFF D., LONSDALE W.M., EVANS H., CLOUT M., BAZZAZ F.A. (2000) - Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecol. Appl.*, **10**: 689-710.
- PIAZZI L., GENNARO P., BALATA D. (2012) - Threats to macroalgal coralligenous assemblages in the Mediterranean Sea. *Mar. Poll. Bull.*, **64** (12): 2623-2629.
- REYNOLDS C.S. (2007) - Variability in the provision and function of mucilage in phytoplankton: facultative responses to the environment. *Hydrobiologia*, **578**: 37-45.
- SHAFFELKE B., HEIMANN K., MARSHALL P.A., AYLING A.M. (2004) - Blooms of *Chrysoyctis fragilis* on the Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, **23**: 514.
- TORN K., MARTIN G., KOTTA J., KUPP M. (2010) - Effects of different types of mechanical disturbances on a charophyte dominated macrophyte community. *Estuar. Coast. Shelf S.*, **87** (1): 27-32.

Lavoro finanziato con fondi L'Oréal Unesco, nell'ambito del premio L'Oréal Unesco per le Donne e la Scienza, vinto nel 2014 da Sarah Caronni.