

S. CARONNI, G. CECCHERELLI¹, S. MICHELET², A. NAVONE³,
A. OCCHIPINTI-AMBROGI, R. TREVISAN², N. SECHI¹

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

¹Dipartimento di Scienze Botaniche, Ecologiche e Geologiche, Sassari, Italia.

²Dipartimento di Biologia, Padova, Italia.

³Area Marina Protetta di Tavolara Punta Coda Cavallo, Olbia, Italia.

ESPERIMENTO DI RIMOZIONE DEGLI AMMASSI MUCILLAGINOSI DELLA MICROALGA ALLOCTONA *CHRYSOPHAEUM TAYLORII* LEWIS & BRYAN

EXPERIMENT OF REMOVAL OF THE MUCILAGINOUS AGGREGATES BY THE ALIEN MICROALGA CHRYSOPHAEUM TAYLORII LEWIS & BRYAN

Abstract - A manipulative experiment was carried out in a small bay of Tavolara Punta Coda Cavallo Marine Protected Area in order to investigate the triggers for formation and storage of the macroscopic mucilaginous aggregates of the benthic microalga *Chrysothrix taylorii* Lewis & Bryan (*Pelagophyceae*) and to test the efficacy of mucilage removal.

Key-words: marine parks, introduced species, phytobenthos, algal blooms, mucopolysaccharides.

Introduzione - Le aree marine protette rappresentano un valido strumento per preservare habitat di grande interesse, limitando la perdita di biodiversità ecosistemica, funzionale, specifica e genetica. L'istituzione di AMP non consente, tuttavia, la protezione dell'ambiente marino dalla diffusione di specie esotiche, spesso responsabili di fenomeni di inquinamento biologico, causa di modifiche nella composizione specifica delle comunità e di riduzione della biodiversità. Tra le specie alloctone che negli ultimi anni stanno causando problemi in Mediterraneo, vi sono anche alcune microalghie potenzialmente tossiche e produttrici di mucillagine, le cui fioriture sono diventate sempre più frequenti non solo nel Mar Adriatico, ma anche nel Tirreno. La mucillagine, soprattutto se prodotta da specie bentoniche, può ricoprire vaste porzioni di substrato, danneggiando, in primo luogo, le comunità bentoniche e causando seri danni alle praterie della fanerogama endemica del Mediterraneo *Posidonia oceanica* (L.) Delile, oltre che alla pesca ed al turismo (Rinaldi *et al.*, 1995). Tra le specie alloctone produttrici di mucillagine bentonica si annovera la pelagoficea *Chrysothrix taylorii* Lewis & Bryan; questa microalga, in grado di sintetizzare ingenti quantità di mucopolisaccaridi complessi che aggregandosi formano ammassi mucillaginosi macroscopici, è tipica della barriera corallina (Schaffelke *et al.*, 2004) ma negli ultimi anni si sta rapidamente diffondendo anche lungo le coste nord-orientali della Sardegna (Caronni *et al.*, 2009, 2010). Il primo bloom della specie in Mediterraneo è stato registrato nei mesi estivi del 2007 sui fondali rocciosi costieri dell'Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo e del Parco Nazionale dell'Arcipelago de La Maddalena (Sardegna nord-orientale), dove uno spesso strato di mucillagine bentonica ha seriamente danneggiato le comunità del mesolitorale e dell'infralitorale superiore (Lugliè *et al.*, 2008).

Le conoscenze sugli aspetti essenziali dell'ecologia e della biologia di questa microalga sono ancora assai frammentarie. Nelle regioni d'origine, gli effetti delle sue fioriture, seppur ricorrenti, non hanno mai assunto grande rilevanza rispetto a quelle di altre specie (Schaffelke *et al.*, 2004). Nel Mediterraneo, d'altro canto, la presenza di *C. taylorii* è stata riconosciuta solo di recente e poche sono ancora le informazioni raccolte a riguardo.

Per cercare di prevedere e gestire futuri eventi mucillaginosi a carico di questa microalga, urge ampliare le conoscenze sui meccanismi di formazione ed accumulo degli ammassi mucillaginosi prodotti da *C. taylorii*. Questo studio consiste in un esperimento manipolativo che ha testato l'efficacia della rimozione della mucillagine e stimato i tempi e le modalità di riformazione in siti caratterizzati da diverso idrodinamismo. Ha voluto, inoltre, verificare se la rimozione possa contribuire alla conservazione della biodiversità marina e alla gestione delle risorse nell'AMP.

Materiali e metodi - La ricerca è stata condotta in due periodi (agosto 2009 e agosto 2010) nella baia di Punta Don Diego (40°52.501' N; 9°39.306' E), all'interno dell'AMP Tavolara Punta Coda Cavallo. La baia, dove in entrambi i periodi sono state registrate densità relativamente elevate di *C. taylorii*, è composta da due insenature che, essendo diversamente orientate, si differenziano per l'esposizione ai venti prevalenti nella zona. Nell'area di studio sono stati scelti 3 siti di indagine (IS₁, IS₂, IS₃) in ciascuno dei quali due quadrati sperimentali (uno di rimozione e uno di controllo) di 30×30 cm sono stati posizionati sul substrato roccioso (Devescovi e Iveša, 2007) alla profondità di circa 1,5 m, batimetria alla quale le cellule vegetative risultano particolarmente abbondanti. Gli ammassi mucillaginosi sono stati manualmente rimossi dai quadrati di rimozione, mentre i quadrati di controllo non sono stati manipolati. In entrambi i periodi d'indagine, tutti i quadrati sono stati fotografati prima della rimozione (T₀) e poi una volta a settimana per tre settimane (T₁, T₂, T₃). La stima della copertura percentuale degli ammassi mucillaginosi è stata effettuata al computer, scomponendo ciascuna immagine in 25 sub-quadrati ed attribuendo a ciascun sub-quadrato un cover score compreso tra 0 (assenza di ammassi mucillaginosi nel sub-quadrato) e 4 (sub-quadrato completamente ricoperto di ammassi mucillaginosi). Il ricoprimento degli ammassi mucillaginosi per ciascun quadrato è stato calcolato sommando i 25 valori così ottenuti.

Un'ANOVA ad un fattore (sito, 3 livelli) è stata utilizzata per evidenziare differenze significative nel ricoprimento di mucillagine tra siti prima della rimozione. Inoltre, vista la dipendenza nel tempo dei dati raccolti in ciascun periodo, sono state eseguite quattro ANOVA (per i dati raccolti nel T₀, T₁, T₂ e T₃, rispettivamente) a due fattori: tempo (2 livelli, usando i dati raccolti nei due periodi) e trattamento (2 livelli, rimozione vs. controllo). Le analisi sono state effettuate per individuare eventuali differenze significative nelle percentuali di ricoprimento tra trattamenti nelle settimane successive alla rimozione e per stimare eventuali differenze di copertura fra i due periodi di studio. Inoltre, il test di Cochran è stato effettuato prima di ciascuna ANOVA per testare l'omogeneità delle varianze.

Risultati - In entrambi i periodi, numerosi ammassi mucillaginosi macroscopici attribuibili a *C. taylorii* sono stati individuati sul substrato dei tre siti considerati (Tab. 1). Dai dati raccolti in occasione della prima osservazione (T₀) sono emerse percentuali medie di ricoprimento più elevate al sito 2 in entrambi i periodi di studio (48% e 41% rispettivamente), rispetto al sito 1 (22% in entrambi gli anni) ed al sito 3 (8% e 18% rispettivamente). L'analisi della varianza ha confermato la rilevanza statistica delle differenze registrate tra siti nel T₀ (F_{2,9}=5,58, P=0,0265), fornendo interessanti informazioni sulla situazione all'inizio dell'esperimento.

Nel primo periodo di studio, il substrato ricoperto dagli ammassi mucillaginosi è risultato complessivamente pari al 16% nei quadrati di rimozione e al 15% nei quadrati di controllo e, già ad una settimana dalla rimozione (T₁), le percentuali medie di ricoprimento per i due trattamenti erano pressoché uguali (19% nei controlli e 18% nei quadrati di rimozione). Nel secondo periodo, invece, i valori di ricoprimento sono stati più elevati nei controlli (22%) rispetto ai quadrati di rimozione (7%). Dall'analisi

dei dati raccolti, non sono emerse, per entrambi i periodi, differenze statisticamente significative nella percentuale di ricoprimento degli ammassi mucilluginosi dovute al trattamento, sia ad una settimana dalla rimozione ($F_{1,1}=494$, $P=0,95$), sia durante i due tempi successivi ($F_{1,1}=0,88$, $P=0,5212$; $F_{1,1}=0,44$, $P=0,6257$, rispettivamente).

In tutti i quadrati, sia di rimozione sia di controllo, la densità di ammassi è andata progressivamente diminuendo con il procedere della stagione estiva, in entrambi i periodi. Al tempo T_0 , corrispondente alla prima osservazione, infatti, la percentuale media di ricoprimento del substrato era pari al 26% ed al 27% rispettivamente nel 2009 e nel 2010, mentre valori assai più contenuti sono stati registrati al tempo T_3 in occasione dell'ultimo campionamento (7% e 3% rispettivamente nel 2009 e nel 2010), quando alcuni dei quadrati considerati sono risultati scarsamente ricoperti (Tab. 1).

Complessivamente, la percentuale media globale di substrato ricoperto dalla mucillagine è risultata pari al 15% nel primo periodo di studio ed al 14% nel successivo. Dalle analisi della varianza non è emersa la presenza di differenze significative fra i due periodi di studio, per nessuno dei quattro tempi di campionamento ($F_{1,8}=0,01$, $P=0,9203$; $F_{1,8}=0,08$, $P=0,7880$; $F_{1,8}=0,30$, $P=0,6000$; $F_{1,8}=1,04$, $P=0,3373$, per T_0 , T_1 , T_2 e T_3 , rispettivamente).

Tab. 1 - Valori percentuali di ricoprimento del substrato (900 cm²) nei quadrati di rimozione (R) e di controllo (C) in occasione dei 4 tempi di campionamento (T) nei 3 siti indagati (IS) nei due periodi di studio.

Substrate coverage percentage (900 cm²) in removal (R) and control (C) quadrats during the four sampling times (T), in the three investigated sites (IS) within each study period.

	Ricoprimento del substrato (%)															
	T_0				T_1				T_2				T_3			
	2009		2010		2009		2010		2009		2010		2009		2010	
	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R
IS ₁	23	21	23	21	21	12	10	3	8	9	10	2	3	2	3	2
IS ₂	42	53	68	14	27	35	59	5	20	17	19	6	16	14	6	7
IS ₃	7	9	22	14	8	10	19	2	3	6	12	3	3	1	0	1

Conclusioni - Le percentuali di ricoprimento del substrato significativamente più elevate registrate al sito 2 suggeriscono il ruolo chiave dell'idrodinamismo nei processi di formazione e, soprattutto, di accumulo degli ammassi mucilluginosi di *C. taylorii*, come già osservato per altre microalghe bentoniche (Russo *et al.*, 2005). Infatti, tra i tre siti considerati, il sito 2 è il più riparato dai venti prevalenti nella zona nei mesi estivi ed è caratterizzato da un idrodinamismo assai più scarso rispetto ai siti 1 e 3. Quest'ultimo, in particolare, in cui sono state registrate le percentuali di ricoprimento più basse, è, invece, il sito più esposto a venti e correnti.

L'assenza di differenze statisticamente significative nella percentuale di ricoprimento del substrato tra quadrati di rimozione e di controllo in tutti i siti di indagine, sia al tempo T_1 sia durante le successive osservazioni, suggerisce l'inutilità della rimozione della mucillagine dal substrato come strumento di controllo dell'invasione di questa specie. Nei quadrati di rimozione, infatti, la mucillagine tende a ricoprire nuovamente il substrato, indipendentemente dall'idrodinamismo a cui è soggetto il sito invaso, seguendo quella che sembra essere la naturale evoluzione temporale del fenomeno. La dipendenza tra i dati raccolti durante le successive osservazioni non ha permesso di testare statisticamente la progressiva diminuzione della mucillagine osservata con il procedere della stagione estiva. Comunque, le percentuali di ricoprimento assai più basse registrate al tempo T_3 sembrano

confermare che gli ammassi di *C. taylorii*, come quelli prodotti da altre specie microalgali (Sartoni *et al.*, 2008), dopo una prima fase di sviluppo orizzontale sul substrato, tendono a staccarsi dal fondale risalendo in superficie ed aggregandosi in chiazze di dimensioni considerevoli. Questa tendenza concorda con le osservazioni condotte a riguardo durante il bloom del 2007 (Lugliè *et al.*, 2008) e suggerisce che questa sia la normale evoluzione temporale del fenomeno.

L'assenza di differenze significative nel ricoprimento del substrato tra i periodi di studio appare particolarmente interessante soprattutto alla luce delle differenze nella densità di cellule della microalga registrate nell'area di studio nel corso di un'indagine parallela (Caronni *et al.*, dati non pubblicati). Questi risultati sembrano supportare l'ipotesi che non ci sia una relazione diretta fra la densità di cellule di *C. taylorii* e quella dei suoi ammassi mucillaginosi.

Bibliografia

- CARONNI S., CASU D., CECCHERELLI G., LUGLIÈ A., NAVONE A., OCCHIPINTI-AMBROGI A., PANZALIS P., PINNA S., SATTA C., SECHI N. (2009) - Distribuzione e densità della microalga bentonica *Chrysophaeum taylori* Lewis & Bryan nell'Area Marina Protetta di Tavolara Punta Coda Cavallo. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (1): 250-251.
- CARONNI S., CECCHERELLI G., NAVONE A., OCCHIPINTI-AMBROGI A., PANZALIS P., PINNA S., SECHI N. (2010) - Distribution and density of the benthic microalga *Chrysophaeum taylorii* Lewis & Bryan from northern to central-eastern Sardinian coasts. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (1): 292-293.
- DEVESCOVI M., IVEAŠA L. (2007) - Short term impact of planktonic mucilage aggregates on macrobenthos along the Istrian rocky coast (Northern Adriatic, Croatia). *Marine Poll. Bull.*, **54**: 887-893.
- 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.
- RINALDI A., VOLLENWEIDER R.A., MONTANARI G., FERRARI C.R., GHETTI A. (1995) - Mucilages in Italian seas: the Adriatic and Tyrrhenian Seas, 1988-1991. *Sci. Total Environ.*, **165**: 165-183.
- RUSSO A., MACCAFERRI S., DJACOVAC T., PRECALI R., DEGOBBIS D., DESERTI M., PASCHINI E., LYONS D.M. (2005) - Meteorological and oceanographic conditions in the northern Adriatic Sea during the period June 1999-July 2002: Influence on the mucilage phenomenon. *Sci. Total Environ.*, **353**: 24-38.
- SARTONI G., URBANI R., SIST P., BERTO D., NUCCIO C., GIANI M. (2008) - Benthic mucilaginous aggregates in the Mediterranean Sea: origin, chemical composition and polysaccharide characterization. *Marine Chemistry*, **111**: 184-198.
- SCHAFFELKE B., HEIMANN K., MARSHALL P.A., AYLING A.M. (2004) - Blooms of *Chrysoctysis fragilis* on the Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, **23**: 514.