

MODIFICAZIONI DEI POPOLAMENTI FITOBENTONICI DI SUBSTRATO DURO NELLA LAGUNA DI VENEZIA IN SEGUITO ALL'INTRODUZIONE DI *UNDARIA PINNATIFIDA* (HARVEY) SURINGAR

DANIELE CURIEL*, MARIO SCATTOLIN**, MARA MARZOCCHI*

Key words: *Undaria pinnatifida*, laguna di Venezia, fitobenthos.

Riassunto

Dalla sua prima segnalazione, avvenuta a Chioggia nel 1992, *Undaria pinnatifida*, alga bruna nativa dei mari orientali, si è progressivamente diffusa in laguna di Venezia colonizzando substrati duri. Allo scopo di valutare il suo impatto sulle alghe indigene si sono confrontate due stazioni di rilevamento situate in Venezia, una già colonizzata da *Undaria* e un'altra in cui questa specie era assente.

In entrambe le stazioni i campionamenti (censimento delle specie, coperture totali e parziali, biomassa) sono stati eseguiti, nei mesi di gennaio, marzo, maggio, luglio e ottobre del 1999.

U. pinnatifida sembra causare un decremento nella copertura di alcune alghe (es.: *Rhodymenia ardissoni*, *Antithamnion pectinatum*, *Ulva rigida* e *Enteromorpha* spp) durante la stagione con il suo massimo tasso di crescita, ma non nel numero dei taxa, che è simile in entrambe le stazioni durante il periodo di studio. In particolare la riduzione è risultata maggiore nei confronti delle specie fotofile.

Abstract

Changes in the macrophytobenthic assemblage on hard substrates induced by the invasive algae *Undaria pinnatifida* in the Venice lagoon.

Since its first record occurred in 1992 at Chioggia, the large-sized invasive brown macroalga *Undaria pinnatifida*, native of oriental seas, has progressively spread colonising hard substrata of other areas in the Venice lagoon. In order to evaluate its possible effects on the indigenous algae in the Venice lagoon, a station where hard substrata were evenly colonised by *U. pinnatifida* has been sampled five times during 1999 and compared with a station where *U. pinnatifida* was absent. In each area and at each sampling date, number of species, cover (total values and those of individual taxa), biomass and diversity indexes were determined. *U. pinnatifida* appeared to cause a decrease in the total cover of some algae (i.e., *Rhodymenia ardissoni*, *Antithamnion pectinatum*, *Ulva rigida* and *Enteromorpha* spp.) during the season of its maximum growth rate, but not in the number of taxa, which was similar between the two stations during the study period. Major effects seemed to be caused against photophilous algae, although the low water transparency characterising the lagoon waters already tended to reduce their abundance.

Introduzione

Undaria pinnatifida (Harvey) Suringar, (Laminariales, Phaeophyta) è una macroalga invasiva endemica dei mari orientali. Questa specie è stata rilevata in Mediterraneo per la prima volta negli anni 80' nella laguna di Thau (Francia) (PERÉZ *et al.*, 1981; BOUDOURESQUE *et al.*, 1985) e dopo circa un decennio è stata osservata anche lungo le coste atlantiche dell'Europa (CASTRIC-FEY *et al.*, 1993; FLETCHER & MANFREDI, 1995).

L'introduzione di *U. pinnatifida* lungo le coste europee viene attribuita all'importazione di stadi giovanili di *Crassostrea gigas* Th. provenienti dal Giappone (PERÉZ *et al.*, 1981; BOUDOURESQUE *et al.*, 1985) e al traffico marittimo (FARRELL, 1999).

Nella laguna di Venezia *U. pinnatifida* è stata rilevata per la prima volta nel 1992 a Chioggia, nel bacino meridionale (RISMONDO *et al.*, 1993), dove sono presenti numerosi centri di importazione di prodotti ittici. Nel 1993, l'alga è stata osservata anche nel bacino centrale,

nell'Isola della Giudecca (CURIEL *et al.*, 1994). Negli anni successivi *U. pinnatifida* si è progressivamente diffusa lungo i canali di Chioggia e di Venezia diventando la specie dominante per densità e biomassa tra febbraio e giugno (CURIEL *et al.*, 1998). I fondali molli intertidali non risultano invece colonizzati per la mancanza di substrati duri in grado di sostenere le fronde e l'organo di attacco che può raggiungere il diametro di 10 cm.

Precedenti studi sono già stati effettuati per conoscere il ciclo biologico di *U. pinnatifida* nella laguna di Venezia e l'impatto sulle alghe autoctone di substrato duro (CURIEL *et al.*, 1994; 1998).

In questo lavoro vengono analizzate le differenze rilevate nel 1999 tra un popolamento algale autoctono privo di *U. pinnatifida* e uno colonizzato dall'alga.

Area di studio

I due siti di campionamento distano tra di loro circa 1 km e sono localizzati nel Centro Storico di Venezia (fig. 1).

* Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via Trieste 75, 35121 Padova.

** Assessorato all'Ecologia, Comune di Venezia, S. Marco 4136, 30100 Venezia.



Fig. 1 – Area di studio con le due stazioni di campionamento.

Il primo sito (U = *Undaria*) è posto lungo le rive del Canale della Giudecca presso la Fondamenta di S. Giacomo. Sulla parete verticale in laterizio della riva, tra lo zero mareale e il fondale pietroso a 1.0-1.5 m di profondità, è presente un omogeneo popolamento di *Undaria pinnatifida*. Il secondo sito (NU = non *Undaria*), localizzato nell'isola di S. Giorgio Maggiore, ha le medesime caratteristiche morfologiche del primo sito ma è privo di *U. pinnatifida*.

Materiali e metodi

In ambedue i siti sono stati condotti cinque campionamenti, quattro con cadenza bimestrale nel periodo in cui era presente lo sporofito di *U. pinnatifida* (gennaio, marzo, maggio e luglio) e uno in ottobre quando lo sporofito era assente.

I rilievi sono stati condotti su una superficie quadrata di 50 x 50 cm posta con il lato superiore alla profondità dello zero mareale. Lo zero mareale è stato determinato sulla base dei dati forniti dal Centro Maree di Venezia il cui mareografo (Punta Salute) dista circa 500-600 m dalle due stazioni. La superficie di campionamento utilizzata è superiore all'area minima qualitativa di campionamento (1200 cm²) individuata durante uno studio preliminare condotto nel 1998 (Curiel *et al.*, 2002). Le alghe asportate raschiando completamente il substrato sono state conservate in acqua di mare con formaldeide al 4%. Per ogni campionamento sono stati rilevati il numero di taxa, il ricoprimento totale, la biomassa totale (espressa in g di peso secco/m²), l'indice di diversità di Shannon, modificato da BOUDOURESQUE (1971) e il rapporto Rhodophyta/Phaeophyta (R/P) utilizzato come indice sinecologico (CORMACI *et al.* 1985).

E' stata inoltre effettuata la cluster analysis, utilizzando gli indici di similarità di Sorensen (presenza-assenza) e di Kulczynsky (ricoprimento) (BOUDOURESQUE, 1971) applicando il legame WPGMA (SNEATH & SOKAL, 1973) per raggruppare le stazioni.

Per testare statisticamente la differenza tra le due stazioni ai parametri numero di taxa, ricoprimento e biomassa

è stato applicato il test non parametrico U di Mann-Whitney.

Per la compilazione della lista floristica si è fatto riferimento alla revisione delle alghe marine bentoniche dell'Adriatico (FURNARI *et al.* 1999).

Risultati e discussione

Parametri strutturali

Nella stazione U sono stati rilevati complessivamente 42 taxa, 20 Rhodophyta (47.6%), 12 Phaeophyta (28.6%) e 10 Chlorophyta (23.8%). Il numero di taxa per campionamento è variato tra 23 e 31 per una media di 28 taxa. Nella stazione NU sono stati rinvenuti complessivamente 43 taxa, 23 Rhodophyta (53.5%), 11 Phaeophyta (25.6%) e 9 Chlorophyta (20.9%). Il numero di taxa è variato da un minimo di 25 ad un massimo di 35 con un valore medio di 30.2 (fig. 2 a-b).

Le flore delle due stazioni hanno evidenziato 32 taxa in comune, 10 presenti solo nella stazione U e 10 solo in quella NU. Ad eccezione di *Myrionema strangulans* Greville, che è presente come epifita solamente sulle lamine di *U. pinnatifida*, i rimanenti taxa sono comuni nei substrati duri lagunari (CURIEL *et al.*, 1999, 2001a) (fig. 3).

Il ricoprimento totale (fig. 4a) nella stazione U varia nell'arco dell'anno soprattutto a causa delle variazioni stagionali dello sporofito di *U. pinnatifida* e degli effetti che esso produce sulle altre alghe. Il ricoprimento totale medio ha un valore del 55.5% e varia da un minimo di 27.3% in assenza di *U. pinnatifida* ad un massimo di 110.6% al termine della crescita dei talli. Gli sporofiti di *U. pinnatifida* infatti presentano, nell'arco dell'anno, forti variazioni del ricoprimento avendo valori nulli in ottobre e valori massimi in maggio (100%). Tra i taxa più significativi è presente in tutti i rilievi citiamo in ordine di abbondanza *Rhodymenia ardissoni* Feldmann (ricoprimento 5.2-

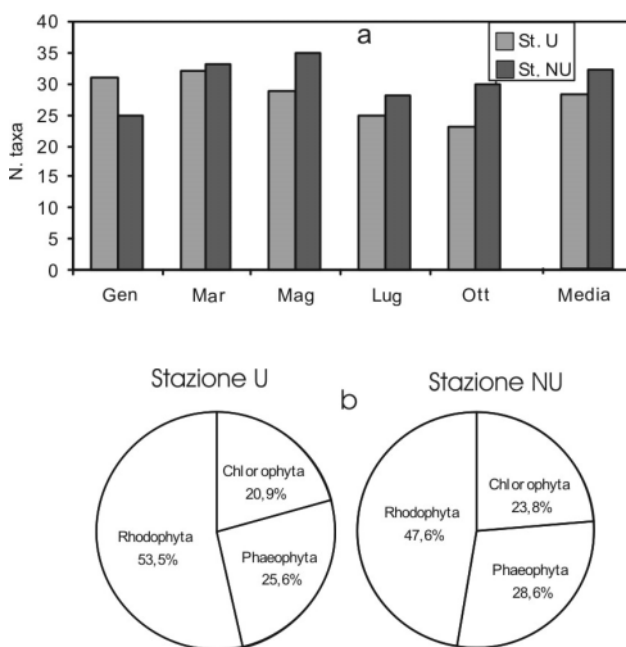


Fig. 2 (a-b) – Numero di taxa per campionamento (a) e suddivisione floristica complessiva dei due siti (b).

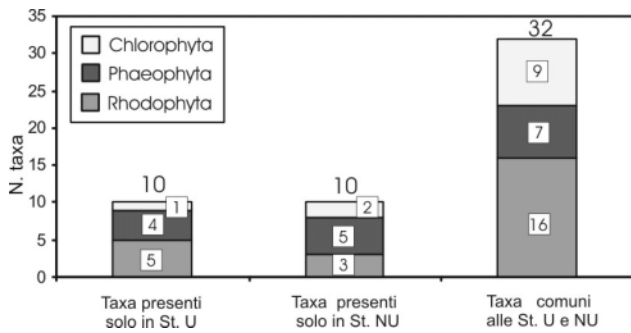


Fig. 3 – Confronto tra le flore dei due siti.

27%), *Antithamnion pectinatum* (ricoprimento 1-6.4%) e *Grateloupia doryphora* (ricoprimento 1-2.2%).

Nella stazione NU il ricoprimento totale ha una minore variabilità durante l'anno variando da 38.9% a 59.3%, con un valore medio di 50.2%. Tra le specie con ricoprimenti maggiori, e rinvenute in tutti i rilievi, sono da citare *Rhodymenia ardissoni* (ricoprimento 13-35%), *Antithamnion pectinatum* (ricoprimento 2-11%) e *Ulva rigida* C. Agardh (ricoprimento 3-41%).

Anche la biomassa (fig. 4b) della stazione U varia durante l'anno passando da un minimo di 90.4 g p.s./m² ad un massimo di 963.2 g p.s./m² (media 402.0 g p.s./m²). I talli di *U. pinnatifida*, che sono i principali responsabili di tali variazioni raggiungono la loro massima biomassa in maggio con 923.6 g p.s./m² e la minima in gennaio (< 1g p.s./m²). In ottobre la biomassa è nulla in quando gli sporofiti sono assenti. Tra le altre specie solamente *Rhodymenia ardissoni* ha una biomassa stimabile in tutti i mesi variando da minimi di 21.6-22.8 g p.s./m² quando i talli di *U. pinnatifida* sono sviluppati, a massimi di 116.8 g

p.s./m² in gennaio quando ricompaiono i primi sporofiti di *U. pinnatifida*. *Antithamnion pectinatum*, *Grateloupia doryphora* e *Ulva rigida* sono le sole altre specie con biomassa superiore al grammo, ma non sono presenti in tutti i rilievi. Nella stazione NU la biomassa risulta più bassa rispetto alla stazione U. Come per il ricoprimento, essa è più o meno costante variando da 134.2 g p.s./m² a 157.6 g p.s./m² con un valore medio di 152.9 g p.s./m². Le specie con biomassa superiore al grammo in tutti i rilievi sono *Ulva rigida* (4.8–110 g p.s./m²), *Rhodymenia ardissoni* (36.0-116.8 g p.s./m²) e *Antithamnion pectinatum* (5.6-7.6 g p.s./m²). *Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus) Nees e *Polysiphonia mottei* Lauret sono presenti con biomassa superiore al grammo solo in alcuni rilievi.

L'indice di diversità di Shannon (fig. 4c) nella stazione U ha valori massimi da ottobre a marzo (1.6-1.45) quando *U. pinnatifida* è assente o poco sviluppata, mentre ha valori minimi da maggio a luglio quando *U. pinnatifida* è dominante ed ha fortemente influito sulla comunità algale (0.46-0.70). Questi valori, come anche quello medio annuale (0.95), sono comunque più bassi rispetto a quelli rilevati in laguna in aree simili (CURIEL *et al.*, 2001a, 2001b). Nella stazione NU l'indice di Shannon è più stabile variando da un minimo di 1.19 ad un massimo di 1.47 con un valore medio di 1.28 che risulta superiore a quello della stazione U.

Il test U di Mann-Whitney applicato al numero di specie, al ricoprimento e alla biomassa indica che tra le due stazioni la differenza non è statisticamente significativa (P<0.05).

Il rapporto R/P (fig. 4d) utilizzato nel suo significato sinecologico non mostra nel valore medio differenze tra le due stazioni essendo di 2.9 in entrambe. E' da notare però che nella stazione U il rapporto non è determinabile

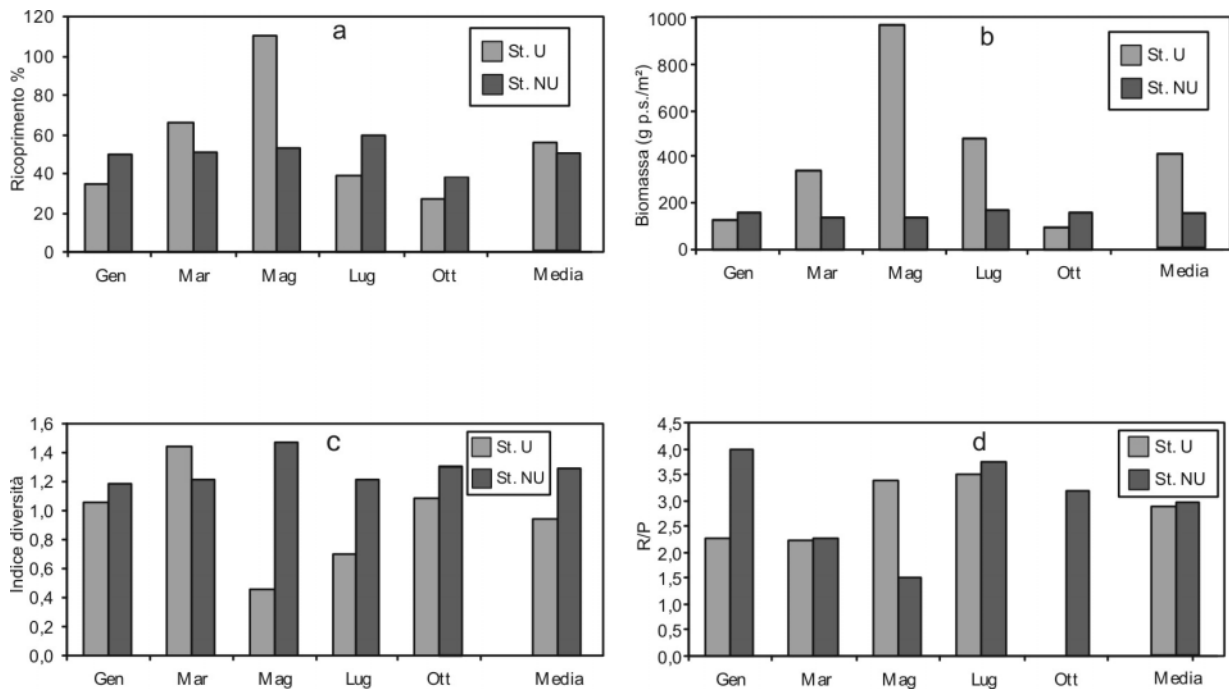


Fig. 4 (a-d) – Variazioni dei parametri strutturali rilevati nei cinque campionamenti.

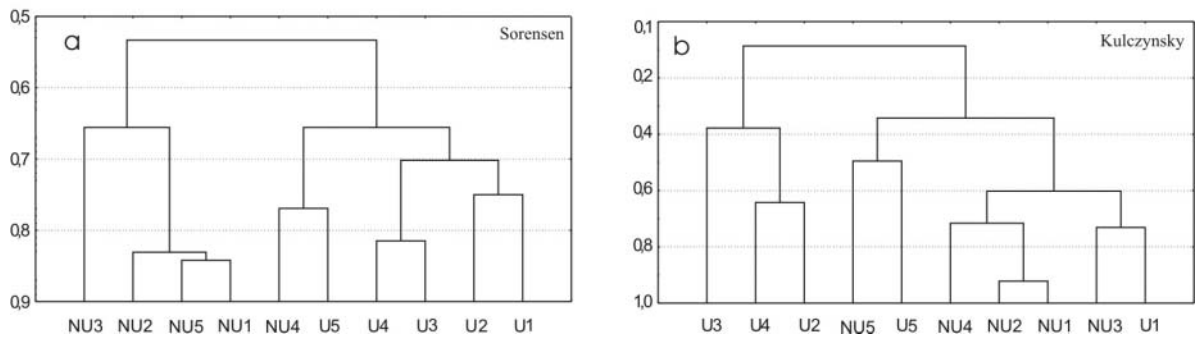


Fig. 5 (a-b) – Dendrogramma di similarità secondo l'indice di Sorensen (a) e di Kulczynsky (b).

in ottobre per l'assenza di Phaeophyta, e ciò è da considerare un segnale di squilibrio all'interno della comunità algale.

La cluster analysis (fig. 5) applicata agli indici di similarità di Sorensen (a) e di Kulczynsky (b) mostra una buona separazione tra i rilievi dei due siti di indagine. Il dendrogramma dell'indice di Sorensen raggruppa tra loro 4 dei 5 rilievi eseguiti nella stazione NU (gennaio, marzo, maggio e ottobre) inserendo nel gruppo dei rilievi della stazione U solamente il campionamento di luglio.

L'indice di Kulczynsky che prende in esame anche l'abbondanza dei taxa, separa nettamente i rilievi della stazione U effettuati nei periodi in cui i suoi talli sono in pieno sviluppo (Marzo, Maggio e Luglio) dagli altri rilievi. I campionamenti della stazione U di ottobre e gennaio, si raggruppano con quelli della stazione NU poiché in questi mesi riesce in parte a ripristinarsi una "tipica" comunità algale di substrato duro lagunare che perdura però solo fino alla ricomparsa massiva dei talli di *U. pinnatifida*.

Competizione

Come precedentemente osservato, nell'analisi dei parametri strutturali il confronto tra il numero di taxa rinvenuto nelle due stazioni non evidenzia sostanziali variazioni. Il ricoprimento totale, pur presentandosi simile per le due stazioni nei valori medi, nella stazione NU risulta più o meno costante nell'anno, mentre nella stazione U varia nei diversi mesi.

Nella stazione U, separando il ricoprimento di *U. pinnatifida* dal totale dei altri taxa, si nota tra queste due com-

ponenti un andamento opposto, mentre il ricoprimento totale della stazione NU rimane costante nei mesi (fig. 6a). Il graduale incremento del ricoprimento di *U. pinnatifida* a partire da gennaio, determina una riduzione del ricoprimento totale degli altri taxa. A maggio, quando *U. pinnatifida* raggiunge il suo massimo sviluppo, il ricoprimento degli altri taxa raggiunge il minimo. Dopo la scomparsa di *U. pinnatifida*, si ha un graduale incremento del ricoprimento degli altri taxa sino alla ricomparsa dei nuovi sporofiti di *U. pinnatifida*. Il ricoprimento totale della rimanente componente algale nella stazione U ha quindi un andamento ciclico nell'anno a causa della presenza o assenza di *U. pinnatifida*. Escludendo i valori di *U. pinnatifida*, il valore medio del ricoprimento totale degli altri taxa della stazione U (ricoprimento 22.3%) risulta dimezzato rispetto a quello della stazione NU (ricoprimento 50.2%). Il test U di Mann-Whitney indica che, escludendo i valori di *U. pinnatifida*, la differenza tra i ricoprimenti delle due stazioni è staticamente significativa ($P < 0.05$).

Sempre nella stazione U separando anche per la biomassa i valori di *U. pinnatifida* da quelli degli altri taxa, si notano nei mesi variazioni della biomassa delle rimanenti specie. Le biomasse più elevate degli altri taxa si hanno quando gli sporofiti di *U. pinnatifida* iniziano il loro sviluppo, mentre i minimi quando gli sporofiti raggiungono il loro maggiore sviluppo (fig. 6b). Escludendo i valori di *U. pinnatifida*, il valore medio della biomassa degli altri taxa nella stazione U (89.4 g/m^2) risulta dimezzato rispetto al valore della stazione NU (156.2 g/m^2). Il test U di Mann-Whitney indica che, escludendo i valori di *U. pinnatifida*, la differenza tra le biomasse delle due stazioni è staticamente significativa ($P < 0.05$).

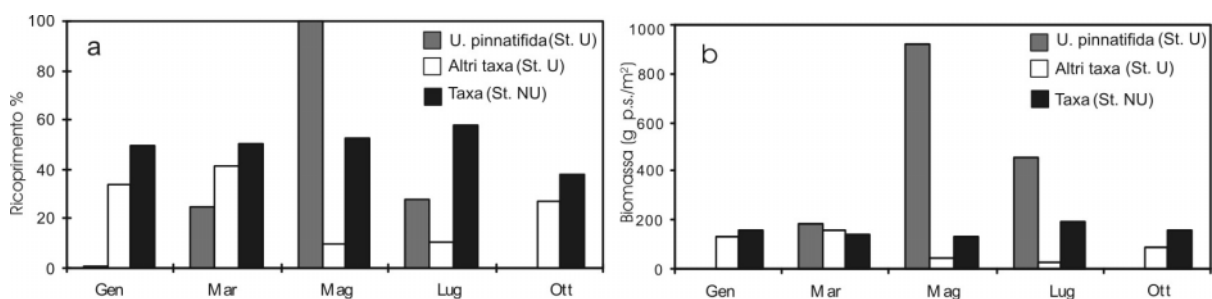


Fig. 6 (a-b) –Variazioni del ricoprimento (a) e della biomassa (b) dei taxa della stazione NU e dei taxa della stazione U separando i valori di *Undaria*.

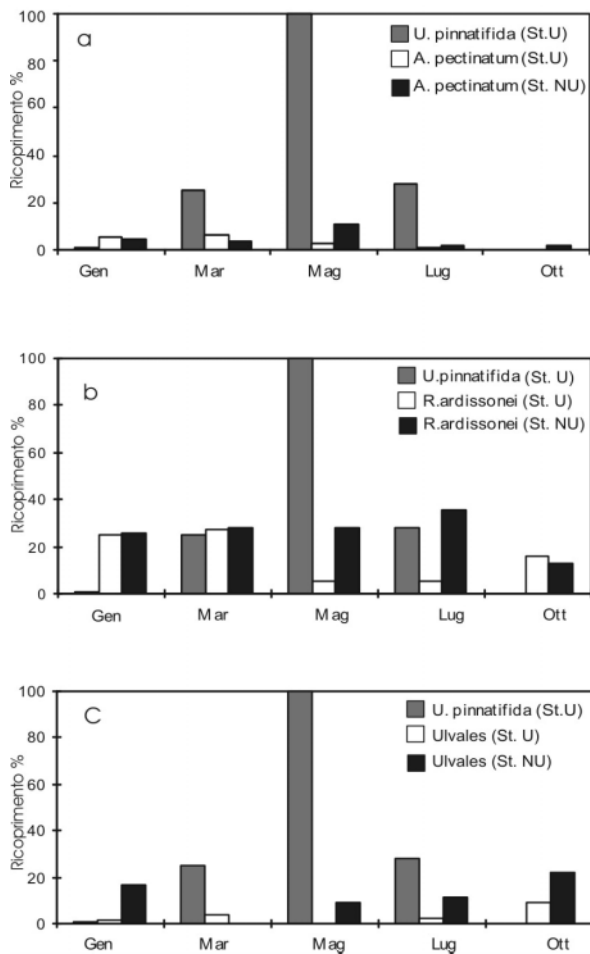


Fig. 7 (a-c) - Confronto tra il ricoprimento di *Undaria pinnatifida* e quello di *Antithamnion pectinatum*, *Rhodomenia ardissoni* e delle Ulvaes (*Ulva rigida* e *Enteromorpha* spp.) rilevato in ambedue le stazioni.

Mettendo in contrapposizione nella stazione U il ricoprimento di *U. pinnatifida* con quello delle specie più abbondanti (fig. 7 a-c), le Rhodophyta *Antithamnion pectinatum*, *Rhodomenia ardissoni* e le Ulvaes (*Ulva* ed *Enteromorpha* spp.), si osserva un decremento di quest'ultime nella tarda primavera-estate in corrispondenza dello sviluppo di *U. pinnatifida*. Soprattutto *R. ardissoni*, che è la principale alga che colonizza i substrati duri della città di Venezia nel mesolitorale inferiore e infralitorale (CURIEL *et al.* 2001a, 2001b), risente della presenza di *U. pinnatifida* che le sottrae substrato con il suo esteso organo di attacco. Sia *R. ardissoni* che *A. pectinatum* diventano quindi anche in parte epifite dell'organo di attacco di *U. pinnatifida*, ma in luglio, quando l'alga si degrada si ha la loro scomparsa e il substrato rimane in parte privo di macroalghe.

Nella stazione U, non considerando *U. pinnatifida*, la suddivisione delle specie in sciafile e fotofile mostra una ripartizione simile del numero di taxa tra le due stazioni sia nei valori mensili che medi (fig. 8 a-b). I ricoprimenti totali mostrano invece un andamento differente tra le due stazioni (fig. 9 a-b). Nella stazione U la componente fotofila risulta inferiore circa del 50 % rispetto a quella della stazione NU. Nei mesi di maggiore sviluppo di *U. pinnatifida* (maggio) e immediatamente dopo la loro scomparsa (luglio) la riduzione del ricoprimento interessa indistintamente le specie sciafile e fotofile. Nella stazione NU da gennaio a luglio si ha invece un rapporto simile tra i ricoprimenti delle specie sciafile e fotofile con una predominanza per le specie sciafile. Questi dati indicano che la presenza di *U. pinnatifida* nella comunità algale non modifica il numero delle specie sciafile e fotofile ma riduce il loro ricoprimento che appare più marcato per la componente fotofila. I valori medi mostrano infatti nella stazione U, rispetto alla stazione NU, una riduzione del 66% delle componenti fotofila e del 38% di quella sciafila.

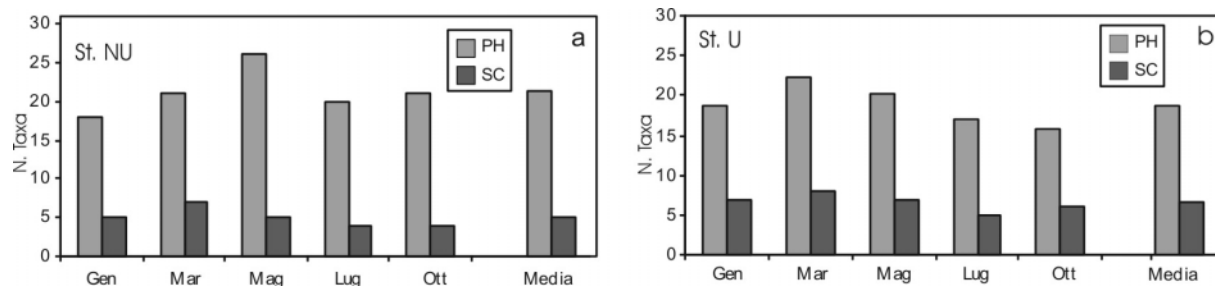


Fig. 8 (a-b) - Numero dei taxa fotofili (PH) e sciafile (SC) nelle due stazioni.

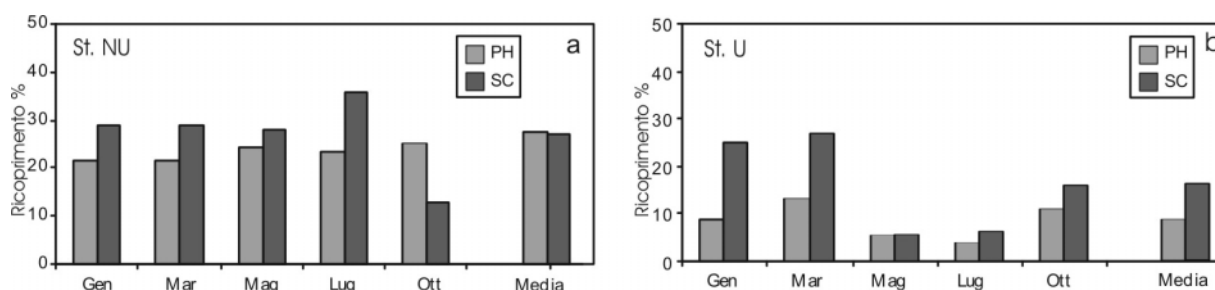


Fig. 9 (a-b) - Ricoprimento dei taxa fotofili (PH) e sciafile (SC) nelle due stazioni.

	Stazione con Undaria					Stazione senza Undaria					
	Gen	Mar	Mag	Lug	Ott	Gen	Mar	Mag	Lug	Ott	
Rhodophyta											
<i>Aglaothamnion tenuissimum</i> (Bonnemaison) Feldmann-Mazoyer var. <i>mazoyerae</i>	+	+	+	+	+	+	+		+	+	SC
<i>Antithamnion cruciatum</i> (C. Agardh) Nägeli						+	+	+		+	PH
<i>Antithamnion pectinatum</i> (Montagne) Brauner ex Athanasiadis et Tittley	6	6	2	1	+	5	4	11	2	2	PH
<i>Antithamnionella spirographidis</i> (Schiffner) E. M. Wollaston	+	+									SC
<i>Audouinella</i> spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	PH
<i>Bangia atropurpurea</i> (Roth) C. Agardh	+	+	+		+	+	+	+	+	+	PH
<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightfoot) Roth						+	+	+		+	PH
<i>Ceramium rubrum</i> A. auctorum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	PH
<i>Erythrocladia irregularis</i> Rosenvinge	+	+	+	+	+	+	+		+	+	N.C.
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	+	+	+	+	+	+	+	1	1	+	PH
<i>Gelidium spathulatum</i> (Kützinger) Bornet					+			+	+		PH
<i>Gracilariopsis longissima</i> (S. G. Gmelin) Stuntoft, L.M. Irvine et Farnham	+	+		+	2				+	+	PH
<i>Grateloupia doryphora</i> (Montagne) M. Howe	2	2	+	+	1						PH
<i>Grateloupia filicina</i> (J. V. Lamouroux) C. Agardh		+	+	1		+	+	+			SC
<i>Gymnogongrus griffithsiae</i> (Turner) Martius		1	+	+	+			+	+		PH
<i>Hydroliton farinosum</i> (J. V. Lamouroux) Penrose et J. M. Chamberlain var. <i>farinosum</i>	+										N.C.
<i>Lithophyllum pustulatum</i> (J. V. Lamouroux) Foslie	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N.C.
<i>Melobesia membranacea</i> (Esper) J. V. Lamouroux					+	+	+				SC
<i>Polysiphonia denudata</i> (Dillwyn) Greville				+	+						PH
<i>Polysiphonia morrowii</i> Harvey		+	1								PH
<i>Polysiphonia mottei</i> Lauret	1	1	+	+	+	+	1	1	9	1	PH
<i>Polysiphonia stricta</i> (Dillwyn) Greville			+								N.C.
<i>Porphyra leucosticta</i> Thuret	+	1	+					+	+	+	PH
<i>Rhodymenia ardissoni</i> Feldmann	25	27	5	6	16	26	28	28	36	13	SC
<i>Spermatamnion strictum</i> (C. Agardh) Ardissoni						+	+			+	PH
Phaeophyta											
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V. Lamouroux var. <i>dichotoma</i>						1	1	+	+	1	PH
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V. Lamouroux var. <i>intricata</i> (C. Agardh) Greville										1	PH
<i>Dictyota linearis</i> (C. Agardh) Greville						1	+	+	+	+	SC
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye var. <i>pygmaeus</i> (Areschoug) Gallardo								+			PH
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye var. <i>siliculosus</i>	+	+	+	+		+	+	+			PH
<i>Hincksia sandriana</i> (Zanardini) P.C.Silva	+	+					+	+			SC
<i>Myrionema strangulans</i> Greville		+		+							PH
<i>Petalonia fascia</i> (O. F. Müller) Kuntze	+							+			PH
<i>Protectocarpus speciosus</i> (Borgesien) Kornmann	+	+	+	+		+	+			+	PH
<i>Pseudolithoderma adriaticum</i> (Hauck) Verlaque						+	+	+	+	1	PH
<i>Punctaria latifolia</i> Greville		+					+	+			PH
<i>Punctaria tenuissima</i> (C. Agardh) Greville	+	+	+					+			PH
<i>Scytosiphon dotyi</i> M. J. Wynne		+									PH
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link			1					+			PH
<i>Sorocarpus</i> sp.	+										N.C.
<i>Undaria pinnatifida</i> (Harvey) Surigar	1	25	100	28							PH
Chlorophyta											
<i>Blidingia minima</i> (Nägeli ex Kützinger) Kylin		+	+	+		+	+	+	+	+	PH
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C. Agardh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	PH
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützinger	+	+	+	+	+		+	+	+	+	PH
<i>Cladophora hutchinsiae</i> (Dillwyn) Kützinger	+	+			+		+	+	+	+	SC
<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kützinger	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	N.C.
<i>Enteromorpha flexuosa</i> (Wulfen) J. Agardh							+	+	+		PH
<i>Enteromorpha intestinalis</i> (Linnaeus) Nees	+		+	1	+	+	+	6	1	+	PH
<i>Enteromorpha prolifera</i> (O.F.Müller) J. Agardh	+		+	+		+	+	+	+	+	N.C.
<i>Entocladia viridis</i> Reinke							+	+		+	N.C.
<i>Pringsheimiella scutata</i> (Reinke) Höhnelt ex Marchewianka	+										N.C.
<i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillwyn) Kützinger	+	+	+		+	+	+	+	+	+	PH
<i>Ulva rigida</i> C. Agardh	+	1	+	1	8	16	15	3	11	20	PH

Elenco floristico – Taxa algali e loro valore di ricoprimento (%) rilevati nelle due stazioni (+ = ricoprimento inferiore 1%).
“(PH=specie fotofila; SC=specie sciafila; N.C.=caratteristica ecologica non conosciuta.”

Conclusioni

Lo studio ha evidenziato che l'introduzione di *Undaria pinnatifida* nella comunità algale lagunare ha determinato delle modificazioni nell'abbondanza della flora originale. Floristicamente tra i due popolamenti non vi sono grandi differenze essendo caratterizzati dalle tipiche alghe lagunari che, per le caratteristiche delle acque, vede un prevalere i taxa eurivalenti. La presenza o assenza di queste alghe sembra legata più a fattori ecologici locali (maggiore o minore vivacità idrodinamica, moto ondoso, vicinanza a scarichi urbani, ecc.) piuttosto che alla presenza di *Undaria*. Solamente *Myrionema strangulans* è risultata essere una epifita esclusiva delle fronde di *U. pinnatifida*.

Nella stazione priva di *U. pinnatifida* i parametri strutturali dei popolamenti esaminati appaiono generalmente più stabili, mentre in quella con *U. pinnatifida* si ha una maggiore variabilità nei mesi per il ricoprimento, la biomassa e l'indice di diversità. Quando maggiore è lo sviluppo di *U. pinnatifida* si ha la riduzione di circa il 50% sia del ricoprimento che della biomassa totale degli altri taxa che costituiscono la comunità algale. Anche l'indice di diversità risulta inferiore, sia nei valori mensili che nel valore medio. Le alghe che subiscono una maggiore riduzione del ricoprimento, e in parte anche della biomassa, sono quelle che normalmente caratterizzano i substrati duri lagunari come *Rhodymenia ardissoni*, *Antithamnion pectinatum*, *Ulva rigida* e *Enteromorpha* spp.

Il rapporto R/P ha un valore medio annuale uguale nelle due stazioni, ma nella stazione con *U. pinnatifida*, non era rilevabile in ottobre per l'assenza di Phaeophyta, evidenziando come la comparsa e scomparsa degli sporofiti di *U. pinnatifida* influisca sulla comunità algale.

La competizione tra *U. pinnatifida* e alcune specie autoctone è già stata osservata da CASTRIC-FEY *et al.*, (1993) in Bretagna (Francia) e da HAY & VILLOUTA (1993) nel porto di Timaru (Nuova Zelanda). In questi siti, gli sporofiti di *U. pinnatifida* erano in competizione con altre Phaeophyta di grandi dimensioni appartenenti ai generi *Laminaria*, *Saccorhiza*, *Alaria*, *Macrocystis*, *Sargassum*, *Cystophora* e *Desmarestia* che potevano anche limitarne la diffusione. In laguna di Venezia, solamente a Chioggia, dove è presente un'altra Phaeophyta alloctona di grandi dimensioni come *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, l'invasività di *U. pinnatifida* viene limitata (CURIEL *et al.*, 1998). In assenza però di altri competitori algali di pari dimensione, come osservato anche da HAY & VILLOUTA (1993) o di competitori animali (CASTRIC-FEY *et al.* (1993), *U. pinnatifida* entra in competizione con le altre specie affermandosi soprattutto su quelle di minore dimensione.

I dati mostrano che *U. pinnatifida* determina una riduzione del ricoprimento e della biomassa degli altri taxa. In particolare la riduzione appare maggiore nei confronti delle specie fotofile rispetto alle sciafile in accordo con quanto osservato da GERBAL *et al.* (1985) nell'Etang de Thau (Francia) per *Sargassum muticum*. In laguna di Venezia questa maggiore selettività che determina *U. pinnatifida* nei confronti delle specie fotofile è in parte attenuata dall'eleva-

ta torbidità dell'acqua (disco secchi 30-40 cm) che ha già indotto una selezione naturale. I dati indicano inoltre che la competizione di *U. pinnatifida* nei confronti delle altre specie avviene sia per il substrato, sia per la luce.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il Sig. G. Parisi per le attività di campo e per il supporto logistico.

Bibliografia

- BOUDOURESQUE C. F. 1971 - Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Téthys*, **3**(1): 79-104.
- BOUDOURESQUE Ch.-F., GERBAL M., KNOEPFFLER-PEGUY M. 1985 - L'algue japonaise *Undaria pinnatifida* (Phaeophyceae, Laminariales) en Méditerranée. *Phycologia*, **24**(3): 364-366.
- CASTRIC-FEY A., GIRARD A., L'HARDY-HALOS M.-T. 1993 - The distribution of *Undaria pinnatifida* (Phaeophyceae, Laminariales) on the Coast of St. Malo (Brittany, France). *Bot. mar.*, **36**: 351-358.
- CORMACI M., FURNARI G., GIACCONE G., COLONNA M., MANNINO A.M. (1985) - Metodo sinecologico per la valutazione degli apporti inquinanti nella rada di Augusta (Siracusa). *Boll. Acc. Gioena Sci. Nat.*, **18**: 829-850.
- CURIEL D., RIMONDO A., MARZOCCHI M., SOLAZZI A. 1994 - Distribuzione di *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar nella laguna di Venezia. *Lav. Soc. Ven. Sci. Nat.*, **19**: 121-126.
- CURIEL D., BELLEMO G., MARZOCCHI M., SCATTOLIN M., PARISI G. 1998 - Distribution of introduced Japanese macroalgae *Undaria pinnatifida*, *Sargassum muticum* (Phaeophyta) e *Antithamnion pectinatum* (Rhodophyta) in the lagoon of Venice. *Hydrobiologia*, **385**: 17-22.
- CURIEL D., BELLEMO G., MARZOCCHI M., IURI M., SCATTOLIN M. 1999 - Benthic marine algae of the inlets of the lagoon of Venice (Northern Adriatic Sea - Italy) concerning environmental conditions. *Acta Adriatica*, **40**(1): 111-121.
- CURIEL D., BELLEMO G., SCATTOLIN M., MARZOCCHI M. 2001a - Variazioni della flora bentonica macroalgale nei substrati duri della laguna di Venezia: confronto con rilievi del 1938. *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.*, **26**: 71-83.
- CURIEL D., BELLEMO G., SCATTOLIN M., MARZOCCHI M. 2001b - Le macroalghe dei substrati duri della laguna di Venezia: analisi di un gradiente ecologico tra il mare e la terraferma. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, **51**: 11-30.
- CURIEL D., DRI C., MARIO S., MARZOCCHI M. 2002 - Area minima di campionamento per lo studio qualitativo di un popolamento di *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Agardh var. *barbata* e *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar in laguna di Venezia. *Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia*, **53**.
- FARRELL, P., 1999 - *Undaria pinnatifida* in the UK. *Porcupine Marine Natural History Society*, **3**: 37-39.
- FLETCHER R.L. E MANFREDI C. 1995 - The occurrence of *Undaria pinnatifida* (Phaeophyceae, laminariales) on the South Coast of England. *Bot. Mar.*, **38**: 355-358.
- FURNARI G., CORMACI M., SERIO D. 1999 - Catalogue of the benthic marine macroalgae of the Italian coast of the Adriatic Sea. *Boccone*, **12**: 214 pp.
- GERBAL M., BEN MAIZ N., BOUDOURESQUE C.F. 1985 - Les peuplements à *Sargassum muticum* de l'Étang de Thau: données préliminaires sur la flore algale. 110^e Congrès national des Sociétés savantes. Montpellier, sciences, fasc. **II**: 241-254.

- HAY C.H., VILLOUTA E. 1993 - Seasonality of the adventive Asian Kelp *Undaria pinnatifida* in New Zealand. *Bot. mar.*, **36**: 461-476.
- PÉREZ, R., LEE J.Y., JUGE C. 1981 - Observation sur la biologie de l'algue japonaise *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar introduite accidentellement dans l' Etang de Thau. *Science e Pêche*, **315**: 1-12.
- RISMONDO A., VOLPE S., CURIEL D., SOLAZZI A. 1993 - Segnalazione di *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar a Chioggia (Laguna Veneta). *Lavori, Soc. Ven. Sc. Nat.*, **18**: 328-330.
- SNEATH P.H.A., SOKAL R.R. 1973 - Numerical taxonomy. W.H. Freeman and C. S. Franciasco, 573 pp.

“PLUME” DEL FITOPLANCTON DEFLUENTE DAL PORTO-CANALE DI CHIOGGIA (LAGUNA DI VENEZIA)

CLAUDIO TOLOMIO*

Key words: Venice Lagoon, Chioggia channel, falling tide, phytoplankton.

Riassunto

Al fine di verificare l'azione delle acque di provenienza lagunare sulle comunità fitoplanctoniche nel tratto di mare immediatamente antistante la laguna di Venezia, sono stati eseguiti, con cadenza stagionale, nella fase conclusiva del riflusso di sizigie, prelievi a più livelli in sei stazioni distribuite a raggiera in prossimità dell'imboccatura esterna del porto-canale di Chioggia. Oltre all'analisi quali-quantitativa delle microalghe planctoniche, sono stati studiati anche alcuni parametri fisici e chimici per ottenere ulteriori informazioni sulle caratteristiche delle acque esaminate. I risultati hanno dimostrato che solo le stazioni site lungo l'asse del porto-canale risentono in modo evidente del deflusso delle acque lagunari, mentre quelle a nord mantengono caratteristiche tipicamente marine; le due stazioni a sud della bocca di porto sembrano invece essere prevalentemente interessate dagli apporti delle acque provenienti dalle foci fluviali (Brenta-Bacchiglione e Adige) che si trovano in corrispondenza dell'estremità meridionale del Golfo di Venezia.

Abstract

Phytoplankton plume during falling tide from the Chioggia channel (Venice Lagoon)

To verify the influence of lagoon waters on the phytoplanktonic communities in the sea immediately in front of Venice lagoon, samples were taken seasonally during the spring ebb tide, from 6 stations radially distributed near the external entrance of the Chioggia channel. Besides the qualitative and quantitative survey of the planktonic microalgae, some physical and chemical parameters were studied. The results show that only the stations located on the channel axis are severely affected by the ebb-tide waters, while those lying to the north maintain typical sea features. On the contrary, the two stations lying to the south of the channel seem to be affected predominantly by waters coming from the fluvial mouths (Brenta-Bacchiglione and Adige) located at the southern end of the Gulf of Venice.

Introduzione

L'arco lagunare veneziano si estende per circa 45 km, dagli apparati deltizi dell'Adige (Porto Fossone) e del Brenta-Bacchiglione (Porto di Brondolo) a sud sino al Porto di Piave Vecchia, in prossimità della foce del Sile, a nord.

Il tratto di mare antistante la laguna è quindi interessato, alle estremità, da apporti prettamente continentali, variabili in relazione alla portata dei relativi corsi d'acqua di provenienza, mentre l'area intermedia risente in modo più o meno marcato, a seconda dell'ampiezza di marea, dei deflussi attraverso le tre bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia. Inoltre l'idrodinamica costiera di tutto l'Alto Adriatico è influenzata da correnti, principali e secondarie, che si sviluppano sotto-costa o al largo e che presentano un prevalente andamento antiorario.

Alle bocche si crea quindi un'interazione tra fenomeni di origine marina (moto ondoso, maree, correnti, ridistribuzione del sedimento, ecc.) e fenomeni più propriamente lagunari (alternanza di flusso e riflusso, accumulo di acque dolci, deposito di torbide, ecc.). Le correnti di deflusso comportano la formazione di “plumes”, vale a dire pennacchi di espansione che in alcuni casi particolari possono spingersi verso il largo anche per diversi chilometri

(ALBEROTANZA, 1973). E' opportuno peraltro ricordare che il volume defluente in fase sizigiale attraverso la bocca di Chioggia, assomma a parecchie decine di milioni di m³, con velocità della corrente uscente superiore a 1 m/s (GHETTI, 1979). Tutto ciò comporta un cospicuo trasporto solido e, conseguentemente, continue alterazioni a livello della geomorfologia costiera.

E' comprensibile quindi come in corrispondenza dell'area di diffusione delle acque lagunari di fronte alla bocca di porto si possano avere peculiarità diverse in rapporto all'influenza dei vari eventi che si succedono a breve e a lungo periodo.

Per integrare il quadro delle nozioni raccolte in altre ricerche sulla dinamica del fitoplancton nelle acque del bacino meridionale della Laguna di Venezia (TOLOMIO, 1993; TOLOMIO *et al.*, 2002), si è effettuata una ricerca, con cadenza stagionale, nell'intento di esaminare il contenuto microalgale nella zona di mescolamento delle acque salse con quelle di provenienza lagunare.

Materiali e metodi

Nell'area antistante la bocca del porto-canale di Chioggia sono state fissate 6 stazioni: due (st. I e st. II)

*Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Padova, Via U. Bassi 58/b, 35131 Padova, Italia.