

Abbondanza e diversità del fitoplancton e delle diatomee bentoniche in laguna di Venezia

Chiara Facca, Adriano Sfriso*, Pier Francesco Ghetti

Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Venezia, Calle Larga Santa Marta 2137, 30123 Venezia

* Referente per la corrispondenza. Fax: +39 (0)41 2348584; e-mail: sfrisoa@unive.it

Pervenuto il 7.8.2003; accettato il 8.10.2003

Riassunto

Gli Autori presentano i risultati relativi allo studio delle comunità planctoniche e bentoniche, effettuato con campionamenti mensili, da giugno 2000 a maggio 2001, in tre stazioni della laguna di Venezia e con osservazioni al microscopio ottico invertito. Gli andamenti del fitoplancton seguono le variazioni stagionali con minimi in inverno (ca. $0,15 \times 10^6$ cells dm^{-3}) e massimi in primavera-estate (da 1 a 19×10^6 cells dm^{-3}). Le abbondanze maggiori sono state individuate nell'area più fortemente impattata dalle attività antropiche, a ridosso della terraferma. Le diatomee bentoniche, invece, hanno presentato andamenti più stabili con variazioni, ad un primo esame, indipendenti dalle condizioni meteorologiche e densità mediamente più elevate ($2,7 \times 10^6$ cells cm^{-3}) nelle aree popolate da macrofite. Nella colonna d'acqua le specie dominanti sono state *Chaetoceros socialis* Lauder e *Skeletonema costatum* Cleve, mentre nel sedimento hanno prevalso *Cocconeis scutellum* Ehrenberg, nelle aree popolate da macrofite, e *Thalassiosira* sp., in prossimità della terraferma.

PAROLE CHIAVE: fitoplancton / diatomee bentoniche / biodiversità / laguna di Venezia

Phytoplankton and benthic diatom abundance and diversity in the lagoon of Venice

Water and surface sediment samples were collected monthly from May 2000 to June 2001 in three stations of Venice lagoon to investigate phytoplankton and benthic diatom distribution. Phytoplankton abundance was minimum in December at St. B and C and in January at St. A (ca. 0.15×10^6 cells dm^{-3}). The first increase was observed in February with *Skeletonema costatum* Cleve bloom whereas the maximum value occurred in April with *Chaetoceros socialis* Lauder. On average the highest abundance was recorded at St. C ($4.4 \pm 5.6 \times 10^6$ cells dm^{-3}), where macrophytes lack and human activities are intense, and the lowest one at St. A ($0.6 \pm 0.3 \times 10^6$ cells dm^{-3}), populated by seagrasses. Trends of benthic diatoms are more complex to explain. In fact, at all stations maximum values were recorded in June and July and then abundances progressively decreased and no more blooms were observed except for a light increase in February at St. C. The highest mean abundance was recorded at St. B ($2.7 \pm 0.8 \times 10^6$ cells cm^{-3}), populated by macroalgae, whereas at St. A and C the mean values were rather similar (1.4 ± 0.9 and $1.8 \pm 0.6 \times 10^6$ cells cm^{-3} , respectively). At a first exam the presence/absence of macrophyte and the fluxes of sediment appear to be the factors which mainly affected benthic diatoms distribution. Although macrophytes can compete with microalgae for resources they are, in general, rich of epiphytes and favour cells settlement. In surface sediment *Cocconeis scutellum* Ehrenberg determined, in fact, the high abundance recorded at St. A and B.

No direct correspondence was observed between the population found in the water column and in the sediment samples. Also the relationship between diversity and abundance was different: in sediment, dominance didn't correspond to bloom phenomena.

KEY WORDS: phytoplankton / benthic diatoms / biodiversity / Venice lagoon

INTRODUZIONE

Nelle aree costiere, in cui la colonna d'acqua ha scarsa profondità e la radiazione luminosa penetra fino al fondo, le macrofite sono, in genere, i maggiori

produttori primari rispetto al fitoplancton, la cui produzione è importante soprattutto in mare aperto, e al microfitobenthos, che prevale nelle zone intertidali e

nei bassifondi privi di macrofite. Questa è stata la situazione, per diversi decenni, anche della laguna di Venezia, in cui le massicce fioriture macroalgali hanno spesso provocato gravi crisi anossiche. All'inizio degli anni Novanta, tuttavia, l'elevata produzione macroalgale è andata diminuendo, soprattutto per effetto di condizioni meteorologiche sfavorevoli alla crescita di *Ulva rigida* C. Ag., ripetutesi per più anni consecutivi (SFRISO e MARCOMINI, 1996). Uno studio condotto recentemente (1998-99: SFRISO, 2000) ha evidenziato che la biomassa macroalgale è quasi completamente scomparsa dall'area centrale della laguna. In queste condizioni si è supposto che il fitoplancton e il microfittobenthos fossero in grado di sostituirsi alle macrofite ed assumerne il ruolo. A questo scopo lo studio di queste due comunità e delle loro interazioni si è fatto più attento, anche alla luce delle condizioni ambientali che si sono stabilite nell'area a seguito della scomparsa delle macroalghe e della raccolta incontrollata di *Tapes philippinarum* Adams e Reeve. I flussi di risospensione/sedimentazione sono diventati fino a 12 volte mag-

giori rispetto a quelli registrati durante le fioriture di *Ulva*, prima della diffusione del bivalve (SFRISO, 2000). Questo fenomeno ha aspetti molto preoccupanti sull'ecosistema perché riduce la trasmissione della radiazione luminosa nella colonna d'acqua e, quindi, la capacità fotosintetica degli organismi autotrofi, altera l'habitat bentonico impedendo l'attecchimento di qualunque forma di vita e favorisce l'allontanamento dei sedimenti fini verso il mare.

Studi condotti alla fine degli anni Novanta in quattro stazioni dell'area centrale (di cui tre prive di macrofite) hanno dato esiti inaspettati: si è notata, infatti, una flessione dell'abbondanza fitoplanctonica (FACCA *et al.*, 2001), probabilmente indotta dai frequenti fenomeni di risospensione dei sedimenti superficiali.

Lo scopo del presente lavoro è quello di tracciare un quadro della distribuzione non solo temporale, visto che comunque la campagna si è protratta per un anno, ma anche spaziale delle comunità fitoplanctonica e delle diatomee bentoniche in relazione al tipo di macrofite presenti e al grado di trofia della zona.

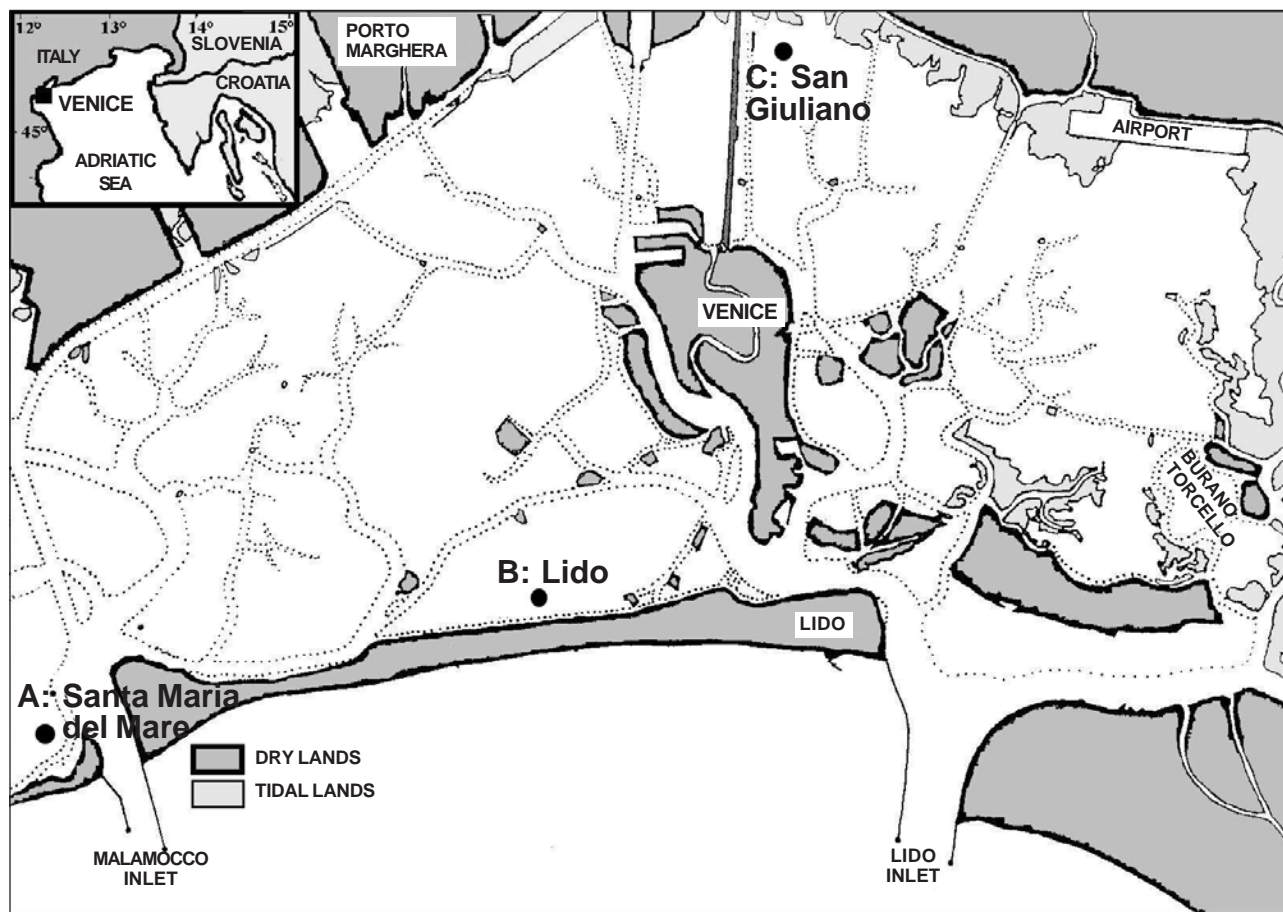


Fig. 1. Stazioni di campionamento

MATERIALI E METODI

I campioni sono stati raccolti con cadenza mensile da giugno 2000 a maggio 2001 in tre stazioni della laguna di Venezia (Fig. 1). Una stazione (St. A, Santa Maria del Mare), posta a sud della bocca di porto di Malamocco, risente direttamente degli scambi con il mare, ha sedimenti prevalentemente sabbiosi ed è popolata da fanerogame (soprattutto *Cymodocea nodosa* Asch). La seconda stazione (St. B, Lido), in prossimità del Lido di Venezia, presso lo spartiacque, risente degli scarichi urbani dell'isola, è popolata soprattutto da macroalghe (*Ulva rigida* C. Ag. e *Gracilaria armata* (C. Agardh) J. Agardh) e presenta sedimenti costituiti per il 60% da silt ed argilla (frazione <63 µm). La terza stazione (St. C, San Giuliano), priva di macrofite, è posta a nord del ponte translagunare che collega Venezia alla terraferma. Quest'area è caratterizzata da intenso traffico marittimo, scarichi urbani ed agricoli provenienti dagli insediamenti dell'entroterra, basso riciclo mareale, sedimenti prevalentemente fini e flussi di sedimentazione che risultano cinque e dieci volte maggiori che nelle St. B ed A, rispettivamente.

Il fitoplancton è stato stimato su campioni rappresentativi di tutta la colonna d'acqua (raccolti mediante una bottiglia di Plexiglas di ca. 1,5 m d'altezza e 4 cm di diametro). Gli strati superficiali di sedimento, di pochi millimetri di spessore, sono stati prelevati da barca mediante carotatore e sono stati trattati e conservati secondo i suggerimenti proposti da SMYTH (1955) e TOLOMIO *et al.* (2000) e la metodologia descritta in FACCA *et al.* (2002).

L'analisi quantitativa e qualitativa è stata condotta al microscopio ottico invertito (Axiovert, ZEISS) secondo la procedura proposta da UTHERMÖL (1958). L'identificazione tassonomica e l'aggiornamento della nomenclatura sono stati eseguiti sulla base dei seguenti testi: PERAGALLO e PERAGALLO (1897-1908), VANLANDINGHAM (1967-1979), ROUND *et al.* (1990) e TOMAS (1993, 1996). I valori dell'indice di diversità di Shannon sono stati calcolati mediante il software PRIMER v. 5 (PRIMER-E Ltd., Plymouth, UK).

RISULTATI

Fitoplancton

I valori più bassi (ca. $0,15 \times 10^6$ cells dm^{-3} ; Fig. 2a) sono stati registrati tra dicembre e gennaio mentre, già in febbraio, si è osservato un bloom di *Skeletonema costatum* Cleve. Specie appartenenti al genere *Chaetoceros* hanno determinato la fioritura più abbondante ($1, 8,7$ e 19×10^6 cells dm^{-3} , rispettivamente nelle St. A, B e C) in aprile. La St. A è stata quella a più bassa densità fitoplanctonica (media $0,6 \pm 0,3 \times 10^6$ cells dm^{-3}) con una percentuale di diatomee pari al 50% e di nanofla-

gellati (termine con cui si individuano cellule flagellate sferiche di meno di 5 µm di diametro) pari al 30% delle cellule complessivamente stimate. Le diatomee sono prevalse (94%) a febbraio, a seguito del già citato bloom di *S. costatum* e di una discreta quantità di *Pseudonitzschia seriata* Peragallo. Le diatomee sono state, mediamente, più abbondanti (73%) nella St. B, in cui sono state registrate due fioriture simili, una ad agosto ed una ad aprile, sempre di specie appartenenti al genere *Chaetoceros* (in particolare *C. socialis* Lauder e *C. tenuissimus* Meunier). Dinophyceae sono sporadicamente apparse solo nelle St. A e B, mentre Cryptophyceae sono risultate discretamente abbondanti in tutte le stazioni. L'abbondanza fitoplanctonica è stata, mediamente, maggiore ($4,4 \pm 5,6 \times 10^6$ cells dm^{-3}) a ridosso della terraferma, dove le diatomee hanno rappresentato il 43% delle cellule complessivamente identificate. Oltre alle sensibili abbondanze di *Chaetoceros*, nel mese di aprile *Micromonas* sp. ha rappresentato ca. il 50% della comunità.

Gli andamenti di diversità (Fig. 2b) hanno evidenziato fluttuazioni repentine con massimi tra dicembre e gennaio e minimi in concomitanza del bloom di *Chaetoceros* in aprile.

Diatomee bentoniche

Nella St. A, sebbene si sia registrato un picco a luglio (4×10^6 cells cm^{-3} ; Fig. 3a), a novembre si è raggiunta un'abbondanza maggiore ($1,3 \times 10^6$ cells cm^{-3}) che in tutta la primavera successiva. Nella St. B si può notare un trend progressivamente decrescente da giugno 2000 ($3,8 \times 10^6$ cells cm^{-3}) a maggio 2001 ($1,5 \times 10^6$ cells cm^{-3}). Proprio in questa stazione è stato, comunque, registrato il valore medio massimo ($2,7 \pm 0,8 \times 10^6$ cells cm^{-3}). Gli andamenti di queste due stazioni sono stati condizionati soprattutto dall'abbondanza di *Cocconeis scutellum* Ehrenberg, diatomea pennata tipicamente epifita, e da cellule di piccole dimensioni (<10 µm), in prevalenza appartenenti al genere *Navicula*. Sostanziali differenze si sono notate nella St. C, a partire dalla scarsa abbondanza di *C. scutellum* (fino a cinque/sei volte inferiore alle altre stazioni) e dalla dominanza di *Thalassiosira* sp., principale responsabile dell'andamento registrato fino a novembre. Il picco di febbraio è in buona misura attribuibile ad un aumento di *Gyrosigma distortum* Griffith e Henfrey e a diatomee pennate (principalmente *Navicula* di ca. 20-30 µm) non facilmente identificabili.

Le variazioni dell'indice di Shannon (Fig. 3b) sono risultate piuttosto contenute e gradualmente; non ci sono state flessioni significative in corrispondenza degli aumenti delle abbondanze, anzi spesso gli andamenti erano simili. Questo sembra, una volta in più, confermare la teoria sull'elevata stabilità della comunità.

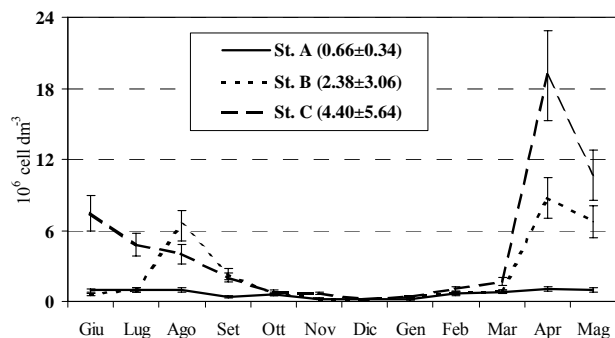


Fig. 2a. Andamenti stagionali dell'abbondanza fitoplanctonica. Tra parentesi sono indicate medie e deviazioni standard.

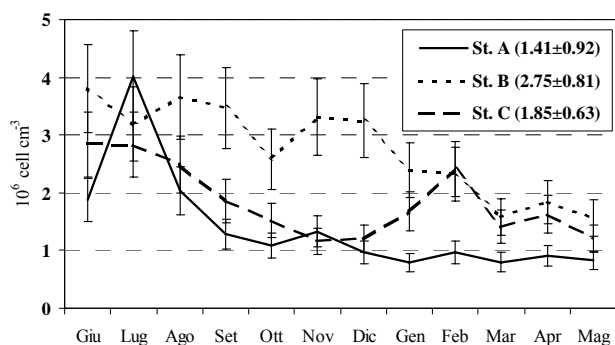


Fig. 3a. Andamenti stagionali dell'abbondanza delle diatomee bentoniche. Tra parentesi sono indicate medie e deviazioni standard.

Nella Tab. I è riportato l'elenco floristico dei taxa microalgali complessivamente identificati nell'ambito della campagna di campionamento descritta. Le specie appartenenti ai generi *Chaetoceros*, *Guinardia*, *Pseudonitzschia* e *Rhizosolenia* sono state rinvenute solo nella colonna d'acqua, mentre *Diploneis* spp., *Gyrosigma* spp. e *Pleurosigma* spp. hanno caratterizzato i sedimenti superficiali. *Navicula* e *Nitzschia* sono risultate ampiamente diffuse in entrambi gli habitat.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La distribuzione dell'abbondanza fitoplanctonica è in perfetto accordo con le caratteristiche ambientali delle stazioni indagate, con valori maggiori in prossimità della terraferma ove confluiscono i principali scarichi urbani ed agricoli e dove manca la competizione con le macrofite. Gli andamenti stagionali, sia delle abbondanze sia della diversità, non hanno fatto rilevare particolari anomalie rispetto ai trend normalmente registrati a queste latitudini. L'abbondanza delle diatomee bentoniche è risultata, invece, discretamente costante in tutte le stazioni, con poche eccezioni (picco a luglio nella St. A in concomitanza dei massimi di area fogliare

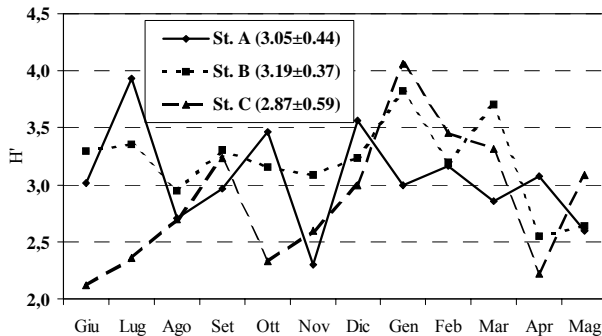


Fig. 2b. Andamenti stagionali dell'indice di diversità di Shannon per il fitoplancton. Tra parentesi sono indicate medie e deviazioni standard.

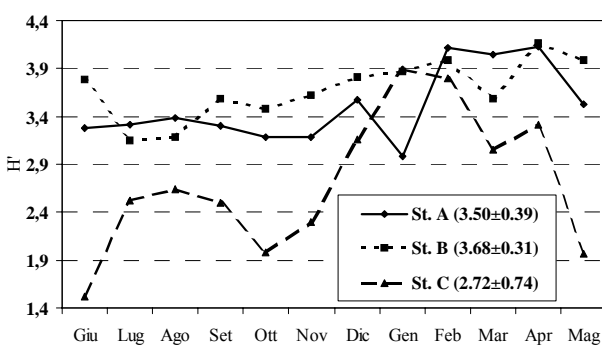


Fig. 3b. Andamenti stagionali dell'indice di diversità di Shannon per le diatomee bentoniche. Tra parentesi sono indicate medie e deviazioni standard.

di *Cymodocea*). Dal punto di vista trofico questo è molto importante perché la comunità bentonica può costituire una fonte di nutrimento permanente per molti organismi eterotrofi e diventa importante comprendere quali siano i fattori che ne determinano la distribuzione. Studi condotti recentemente hanno permesso di evidenziare alcune caratteristiche del sedimento che influenzano questa comunità, come la granulometria, la concentrazione di fosforo e i tassi di risospensione/sedimentazione (FACCA *et al.*, 2002). Sulla base di queste ricerche e della distribuzione del fitoplancton ci si attendeva che le diatomee bentoniche fossero più abbondanti nella St. C, per il concorrere di numerosi fattori: alta concentrazione di nutrienti, assenza di competizione con autotrofi superiori e prevalenza di sedimenti fini. Dai risultati ottenuti sembra, invece, che le macrofite favoriscano abbondanze maggiori poiché condizionano l'ambiente in modo da renderlo prevalentemente sedimentario, facilitando la deposizione delle epifite e delle cellule planctoniche e riducendo la risospensione di quelle bentoniche. Questo è confermato dalle elevate quantità di *C. scutellum* rinvenute nei sedimenti superficiali rispetto a quelle

Tab. I. Elenco floristico delle specie identificate nella colonna d'acqua e nel sedimento superficiale.

BACILLARIOPHYCEAE			
<i>Achnanthes</i> sp.		<i>Nitzschia constricta</i>	Ralf
<i>Amphipleura micans</i>	Cleve	<i>Nitzschia cursoria</i>	Grunow
<i>Amphiprora paludosa</i>	Smith	<i>Nitzschia dissipata</i>	Grunow
<i>Amphiprora</i> sp.		<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>media</i>	Grunow
<i>Amphora coffeaeformis</i>	Kützing	<i>Nitzschia lanceolata</i>	Smith
<i>Amphora cymbelloides</i>	Grunow	<i>Nitzschia lanceolata</i> var. <i>minor</i>	Grunow
<i>Amphora dubia</i>	Gregory	<i>Nitzschia longa</i>	Grunow
<i>Amphora exigua</i>	Gregory	<i>Nitzschia longissima</i>	Grunow
<i>Amphora fluminensis</i>	Grunow	<i>Nitzschia lorenziana</i>	Grunow
<i>Amphora</i> cfr. <i>macilentata</i>	Gregory	<i>Nitzschia lorenziana</i> var. <i>incurva</i>	Grunow
<i>Amphora truncata</i>	Cleve	<i>Nitzschia macilentata</i>	Gregory
<i>Amphora turgida</i>	Gregory	<i>Nitzschia marina</i>	Grunow
<i>Amphora veneta</i>	Kützing	<i>Nitzschia microcephala</i>	Grunow
<i>Amphora</i> sp.		<i>Nitzschia recta</i>	Hantzsch
<i>Asterionella bleakeleyi</i>	Smith	<i>Nitzschia sigma</i>	Smith
<i>Asterionella</i> sp.		<i>Nitzschia sigma</i> var. <i>rigida</i>	Grunow
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	Round	<i>Nitzschia socialis</i>	Gregory
<i>Bacillaria paradoxa</i>	Gmelin	<i>Nitzschia tenuissima</i>	Peragallo
<i>Bacteriastrium delicatulum</i>	Cleve	<i>Nitzschia</i> sp.	
<i>Caloneis blanda</i>	Cleve	<i>Pleurosigma australe</i>	Grunow
<i>Campyloneis grevillei</i>	Grunow	<i>Pleurosigma acuminatum</i>	Grunow
<i>Cerataulina pelagica</i>	Hendey	<i>Pleurosigma angulatum</i>	Smith
<i>Chaetoceros affinis</i>	Lauder	<i>Pleurosigma decorum</i>	Smith
<i>Chaetoceros atlanticus</i>	Cleve	<i>Pleurosigma ibericum</i>	Peragallo
<i>Chaetoceros decipiens</i>	Cleve	<i>Pleurosigma naviculaceum</i>	Breisson
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	Grunow	<i>Pleurosigma obscurum</i>	Smith
<i>Chaetoceros mitra</i>	Cleve	<i>Pleurosigma salinarum</i>	Cleve & Grunow
<i>Chaetoceros socialis</i>	Lauder	<i>Pleurosigma speciosum</i>	Smith
<i>Chaetoceros tenuissimus</i>	Meunier	<i>Pleurosigma</i> sp.	
<i>Chaetoceros</i> sp.		<i>Proboscia alata</i>	Sundström
<i>Cocconeis molesta</i>	Kützing	<i>Psammodictyon panduriforme</i>	Mann
<i>Cocconeis scutellum</i>	Ehrenberg	<i>Pseudonitzschia fraudulenta</i>	Hasle
<i>Cocconeis</i> sp.		<i>Pseudonitzschia heimii</i>	Manguin
<i>Cylindrotheca closterium</i>	Reimann & Lewin	<i>Pseudonitzschia lineola</i>	Hasle
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	Hasle	<i>Pseudonitzschia seriata</i>	Peragallo
<i>Diploneis bombus</i>	Ehrenberg	<i>Pseudonitzschia subpacificata</i>	Hasle
<i>Diploneis chersonensis</i>	Cleve	<i>Pseudonitzschia</i> sp.	
<i>Diploneis crabro</i>	Ehrenberg	<i>Rhopalodia musculus</i>	Otto Müller
<i>Diploneis hyalina</i>	Cleve	<i>Rhizosolenia decipiens</i>	Sundström
<i>Diploneis</i> sp.		<i>Rhizosolenia striata</i>	Greville
<i>Eucampia groenlandica</i>	Cleve	<i>Rhizosolenia styliformis</i>	Brightwell
<i>Gomphonema olivaceum</i>	Kützing	<i>Rhizosolenia</i> sp.	
<i>Grammatophora angulosa</i>	Ehrenberg	<i>Skeletonema costatum</i>	Cleve
<i>Grammatophora oceanica</i>	Ehrenberg	<i>Striatella delicatula</i>	Grunow
<i>Grammatophora</i> sp.		<i>Striatella unipunctata</i>	Agardh
<i>Guinardia cylindrus</i>	Hasle	<i>Surirella gemma</i>	Ehrenberg
<i>Guinardia delicatula</i>	Hasle	<i>Surirella ovata</i>	Kützing
<i>Guinardia flaccida</i>	Peragallo	<i>Surirella robusta</i>	Ehrenberg
<i>Guinardia striata</i>	Hasle	<i>Surirella</i> sp.	
<i>Gyrosigma attenuatum</i>	Cleve	<i>Synedra formosa</i>	Hantzsch
<i>Gyrosigma balticum</i>	Rabenhorst	<i>Synedra pulchella</i>	Kützing
<i>Gyrosigma distortum</i>	Griffith & Henfrey	<i>Synedra tabulata</i>	Kützing
<i>Gyrosigma fasciola</i>	Griffith & Henfrey	<i>Synedra</i> sp.	
<i>Gyrosigma fasciola</i> var. <i>sulcata</i>	Cleve	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	Van Heurck
<i>Gyrosigma spenceri</i>	Griffith & Henfrey	<i>Thalassiosira</i> sp.	
<i>Hantzschia amphioxys</i>	Grunow	<i>Tropidoneis lepidoptera</i>	Cleve
<i>Hantzschia hyalina</i>	Grunow	Centriche indeterminate	
<i>Hemiaulus hauckii</i>	Grunow	Pennate indeterminate	
		Bacillariophyceae indeterminate	

(segue)

(continua)

<i>Licmophora abbreviata</i>	Agardh	CHLOROPHYCEAE	
<i>Licmophora debilis</i>	Grunow	Chlorophyceae indeterminate	
<i>Licmophora flabellata</i>	Agardh	CHRYSOPHYCEAE	
<i>Licmophora gracilis</i>	Grunow	Chrysophyceae indeterminate	
<i>Licmophora jurgensii</i>	Agardh	CRYPTOPHYCEAE	
<i>Licmophora tenuis</i>	Grunow	Cryptophyceae indeterminate	
<i>Licmophora</i> sp.		DINOPHYCEAE	
<i>Melosira nummuloides</i>	Agardh	<i>Alexandrium insuetum</i>	Balech
<i>Melosira sulcata</i>	Kützing	<i>Alexandrium</i> sp.	
<i>Melosira</i> sp.		<i>Gyrodinium estuariale</i>	Hulburt
<i>Navicula ammophila</i>	Grunow	<i>Gyrodinium</i> sp.	
<i>Navicula arenaria</i>	Donkin	<i>Prorocentrum arcuatum</i>	Issel
<i>Navicula arenicola</i>	Grunow	<i>Prorocentrum gracile</i>	Schütt
<i>Navicula cancellata</i>	Donkin	<i>Prorocentrum micans</i>	Ehrenberg
<i>Navicula cincta</i>	Ralf	<i>Prorocentrum</i> sp.	
<i>Navicula clavata</i>	Gregory	Dinoflagellati indeterminate	
<i>Navicula cryptocephala</i>	Kützing	EUGLENOPHYCEAE	
<i>Navicula inflexa</i>	Ralf	<i>Eutreptiella gymnastica</i>	
<i>Navicula lanceolata</i>	Kützing	NANOFLAGELLATI	
<i>Navicula latissima</i>	Gregory	PRASINOPHYCEAE	
<i>Navicula</i> sp.		<i>Micromonas</i> sp.	
<i>Nitzschia bilobata</i>	Smith	Prasinophyceae indeterminate	
<i>Nitzschia clausii</i>	Hantzsch	PRYMNESIOPHYCEAE	
<i>Nitzschia commutata</i>	Grunow	Prymnesiophyceae indeterminate	
<i>Nitzschia compressa</i>	Boyer		

incontrate nella colonna d'acqua delle St A e B. Nella St. C, invece, oltre a mancare l'apporto delle epifite si è osservato che è prevalsa la risospensione visto che, ad es., nella colonna d'acqua sono state più abbondanti le specie del genere *Navicula* con dimensioni di ca. 10 µm, che una volta risospese hanno difficoltà maggiori a sedimentare, rispetto a quelle di taglia di ca. 20-30 µm, abbondanti nel sedimento. Il prevalere della riso-

spensione sulla sedimentazione è testimoniato anche dall'assenza, tra le diatomee bentoniche, delle forme tipicamente planctoniche come *Chaetoceros* spp. e *Guinardia* spp. Al contrario, *Amphora exigua* Gregory, *A. veneta* Kützing, *Psammodyctyon panduriforme* Mann e *Surirella ovata* Kützing, normalmente diffuse nel sedimento, sono state spesso trovate nei campioni d'acqua.

Bibliografia

- FACCA C., SFRISO A., SOCAL G., 2001. Distribuzione spaziotemporale del fitoplancton nell'area centrale della laguna di Venezia. XXXII° Congresso SIBM, 4-9 giugno 2001, Numana (AN).
- FACCA C., SFRISO A., SOCAL G., 2002. Temporal and spatial distribution of diatoms in the surface sediment of the Venice lagoon. *Botanica Marina*, **45**: 170-183.
- PERAGALLO M.M.H., PERAGALLO M., 1897-1908. *Diatomées Marines de France et des Districts Maritimes Voisins*. In: (M.J. Tempere ed.), Grez-sur-Loing. 491 pp.
- ROUND F.E., CRAWFORD R.M., MANN D.G., 1990. *The Diatoms. Biology & Morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge, 747 pp.
- SFRISO A., 2000. Eutrofizzazione e inquinamento delle acque e dei sedimenti nella parte centrale della laguna di Venezia. In: (CVN, MAV, LLPP, eds), *Nuovi Interventi per la Salvaguardia di Venezia*, Venezia. 3 vol., 258 pp.
- SFRISO A., MARCOMINI A., 1996. Decline of *Ulva* growth in the lagoon of Venice. *Bioresource Technology* **58**: 299-307.
- SMYTH J.C., 1955. A study of the benthic diatoms of Loch Sween (Argyll). *Journal of Ecology* **43**: 149-171.
- TOLOMIO C., MOSCHIN E., MORO I., VALANDRO A., 2000. Approccio allo studio delle diatomee bentoniche nei sedimenti della laguna di Venezia. Ist. Ven. Sci., Lett. ed Arti, *Atti Convegno SLV 2* (2): 1145-1153.
- TOMAS C.R., 1993. *Marine Phytoplankton. A Guide to Naked Flagellates and Coccolithophorids*. Academic Press, San Diego, 263 pp.
- TOMAS C.R., 1996. *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. Academic Press, San Diego, 598 pp.
- UTHERMÖHL H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt int Verein Limnol* **9**: 1-38.
- VANLANDINGHAM S.L., 1967-79. *Catalogue of the fossil and recent genera and species of diatoms and their synonyms*. Vaduz: J. Cramer. 8 vol., 4654 pp.