

Lavori - Soc. Ven. Sc. Nat. - Vol. 34: 75-80, Venezia, 31 gennaio 2009

VALUTAZIONE DEL CARICO TROFICO IN AREE A *ZOSTERA MARINA* L. (LAGUNA DI VENEZIA, ITALIA E LAGUNA DI THAU, FRANCIA)

CHIARA FACCA*, ADRIANO SFRISO*, MARIE-LUCE DE CASABIANCA**

Key words: nutrients, shellfish, Venice Lagoon, Thau Lagoon, *Zostera marina*

Riassunto

Campioni d'acqua e di sedimento superficiale (5 cm) sono stati raccolti in una stazione della laguna di Venezia (Italia) tra giugno 1998 e maggio 1999 ed in una stazione della laguna di Thau (Francia) tra marzo 1994 e febbraio 1995 al fine di verificare il livello di trofia di aree popolate da *Zostera marina* L. Lo scopo principale è stato quello di comprendere quale fosse l'impatto, dal punto di vista dell'arricchimento in nutrienti, della raccolta o dell'allevamento dei molluschi bivalvi in zone non direttamente interessate da queste attività.

Le due aree studiate hanno mostrato un carico di nutrienti significativamente diverso per tutte le frazioni determinate. A Venezia sono state maggiori le concentrazioni dei nutrienti nelle acque di porosità e del fosforo totale nei sedimenti, mentre, a Thau, lo sono state quelle dei nutrienti nella colonna d'acqua e dell'azoto totale nei sedimenti. A Thau le elevate concentrazioni di azoto si potevano attribuire direttamente alle escrezioni dei molluschi, mentre a Venezia le variazioni dello stato trofico potevano dipendere dalla risospensione dei sedimenti provocata dalla raccolta delle vongole. È necessario sottolineare che nella laguna di Thau le ostriche e i mitili vengono allevati su installazioni che modificano l'idrodinamismo favorendo la sedimentazione nelle aree direttamente limitrofe, mentre nella laguna di Venezia la raccolta delle vongole amplifica enormemente la risospensione dei sedimenti provocandone la dispersione. In entrambe le stazioni la popolazione dominante era *Zostera marina* L., ma a Venezia la prateria si presentava meglio strutturata e più abbondante e questo può spiegare il più alto contenuto di nutrienti nei sedimenti dato che le piante, aumentando la sedimentazione delle particelle in sospensione, arricchiscono il fondale delle sostanze ad esse legate. Tali macrofite, inoltre, aiutano a mantenere i sedimenti ossidati determinando una più alta quantità di fosforo adsorbito.

Abstract

Water and surface sediment (top 5 cm) samples were collected in one station in the lagoon of Venice (Italy) from June 1998 to May 1999 and in one station in the lagoon of Thau (France) from March 1994 to February 1995 to verify the trophic state of areas colonised by *Zostera marina* L. The main propose was to describe the impact of clam-catching or shellfish farming on the nutrient enrichment in the seagrass areas.

The results show that nutrients in porewaters and the total phosphorus in the surface sediments were higher in the Venice lagoon, whereas nutrients in the water column and the total nitrogen in the sediments were higher in the Thau lagoon. In the French basin nitrogen concentrations could depend on shellfish excretions, whereas, in the Venice lagoon, trophic state changes could be related to the sediment resuspension which was mainly caused by the clam catching. In the Thau lagoon, oysters and mussels are farmed on installations which modify the hydrodynamism, favouring the settling in the closest areas; on the contrary, in the lagoon of Venice, the clam harvesting resuspends huge amounts of sediments which are easily spread in the lagoon. Even if both stations were dominated by *Zostera marina* L., in the Venice lagoon the bed was better organized and more abundant and this could explain the highest nutrient load in the sediments as the plants, enhancing fine particle settlings, enrich the bottom with the substances which are bound to the sediments. Moreover, seagrasses keep the sediments oxidized favouring a higher amount of adsorbed phosphorus.

Introduzione

Gli ambienti di transizione costieri sono spesso caratterizzati da un'elevata pressione antropica sia per l'immissione di reflui agricoli, industriali ed urbani, sia per la movimentazione di merci e passeggeri sia per lo sfruttamento delle risorse alieutiche. Mentre la consapevolezza dei danni provocati dall'introduzione di massicce quantità di nutrienti e di inquinanti ha portato, nei paesi più svilup-

pati, ad una maggiore attenzione ed all'impiego di tecnologie per l'abbattimento dei contaminanti, il traffico marittimo e l'acquicoltura sono in costante crescita. Negli ultimi vent'anni, in Italia, è stato, infatti, osservato che il fatturato legato alla molluschicoltura è incrementato di circa 6 volte (Fisheries and Aquaculture Department, FAO). La rapida crescita di quest'attività può rappresentare un serio fattore di criticità per la sostenibilità ambientale.

* Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Venezia, Calle Larga Santa Marta 2137, 30123 Venezia, Italia. E-mail: sfriso@unive.it

** CNRS-Cefe, UPR 9056, S.M.E.L., 1 quai de la daurade, 34200 Sète, Francia.

L'ecosistema lagunare veneziano ha subito, a partire dagli anni '90, profonde alterazioni, soprattutto nella zona centrale, a causa della raccolta incontrollata della vongola *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850). I sistemi di pesca normalmente impiegati in questa laguna comportano, infatti, l'uso di draghe idrauliche e meccaniche che penetrano nel fondale per 20-30 cm (PRANOVI & GIOVANARDI, 1994) distruggendo l'habitat bentonico e risospingendo elevate quantità di sedimento (FACCA et al., 2002a,b; SFRISO et al., 2005a, b). Tenendo conto delle modificazioni che la continua risospensione di massicce quantità di sedimenti può provocare, come l'aumento della torbidità dell'acqua e la diffusione dei nutrienti, si è voluto verificare quale fosse l'impatto sullo stato trofico di un'area limitrofa alle zone di raccolta dei bivalvi ma ancora caratterizzata da una prateria di fanerogame ben strutturata (*Zostera marina* L., 1753). La presenza delle fanerogame è indicativa di una buona qualità delle acque (SFRISO et al., 2007) e del fatto che l'area non è direttamente interessata dalla pesca di *T. philippinarum*. Studiando l'impatto in una zona non direttamente impattata dalla pesca dei bivalvi si vuole comprendere quali possano essere le conseguenze per l'ecosistema e quanto la diffusione dei sedimenti possa alterare le condizioni ambientali per i produttori primari della laguna di Venezia. I campioni di acqua e di sedimento sono stati raccolti mensilmente durante gli anni di maggior sfruttamento dei fondali, prima che la raccolta delle vongole venisse regolamentata con la concessione di aree di pesca (OREL et al., 2000).

I risultati sono stati, poi, confrontati con quelli di un'altra laguna nell'ecoregione mediterranea (laguna di Thau, Francia), caratterizzata da installazioni per l'allevamento dei bivalvi *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) e *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). Da un punto di vista trofico, in questo bacino sono stati osservati fenomeni di eutrofizzazione e crisi distrofiche (FRISONI & CEPJA, 1989; HARZALLAH & CHAPPELLE, 2002) causate, soprattutto, dall'arricchimento in azoto escreto dai molluschi (DE CASABIANCA et al., 1997; MAZOUNI et al., 1996). Anche per questa laguna è stata scelta una stazione non vicina agli allevamenti e con una prateria di *Z. marina*.

Ci si propone, quindi, di comprendere quale sia l'impatto dello sfruttamento dei bivalvi nelle aree non direttamente interessate dalle attività connesse all'allevamento o alla raccolta dei molluschi per sottolinearne l'incidenza sull'ecosistema.

Materiali e metodi

I campioni di acqua e di sedimento sono stati raccolti con cadenza mensile da giugno 1998 a maggio 1999 in una stazione a ridosso della bocca di porto di Malamocco nella laguna di Venezia e da marzo 1994 a febbraio 1995 in una stazione della laguna di Thau (Fig. 1). La profondità media di entrambe le stazioni era ca. 1 m.

In entrambe le aree sono stati misurati: temperatura, salinità, nutrienti disciolti nell'acqua e nelle acque di porosità (azoto inorganico disciolto, DIN e fosforo reattivo, RP secondo la procedura spettrofotometrica di STRICKLAND & PARSONS, 1972). Queste ultime sono state ottenute per spremitura immediata dei sedimenti mediante torchio e

successiva filtrazione e diluizione. Le procedure per la determinazione dell'azoto totale (TN) e del fosforo totale (TP) nei primi 5 cm di sedimento sono descritte in SFRISO et al. (2003), mentre quelle di determinazione della biomassa di *Zostera marina* L. sono riportate in SFRISO & GHETTI (1998).

Gli andamenti nelle due stazioni sono stati confrontati applicando il test ANOVA. I risultati sono stati considerati statisticamente significativi per $p < 0.05$.

Risultati e discussione

A Venezia, ma anche in altri bacini italiani (NIZZOLI et al., 2006a, b) ed europei (NEWELL et al., 1998; FALCÃO et al., 2003), la raccolta delle vongole ha prodotto importanti cambiamenti ambientali come incremento della risospensione e dei tassi di sedimentazione con conseguenti fenomeni di erosione (SFRISO et al., 2005a, b), modificazioni della tessitura dei sedimenti per perdita delle frazioni fini, diffusione dei nutrienti e degli inquinanti (SFRISO et al., 2003; SECCO et al., 2005; BERNARDELLO et al., 2006) e distruzione dell'habitat bentonico (PRANOVI & GIOVANARDI, 1994).

Nella stazione della laguna di Venezia sono stati rilevati valori di azoto inorganico disciolto (DIN) nella colonna d'acqua fino a $26.3 \mu\text{M}$ con una media annuale di $15.8 \pm 6.77 \mu\text{M}$, mentre nelle acque di porosità sono state registrate concentrazioni fino a 45 volte maggiori (massimo di $1200 \mu\text{M}$ e media annuale di $715 \pm 322 \mu\text{M}$; Fig. 2). Anche per i valori del fosforo reattivo (RP) è stato osservato un rapporto simile tra le concentrazioni medie nella colonna d'acqua e quelle nelle acque di porosità (Fig. 2). Nel complesso i valori nell'acqua sono rimasti prevalentemente nei limiti di legge che prevedono fino a $25 \mu\text{M}$ per DIN e fino a $0.8 \mu\text{M}$ per RP (Decreto Ministeriale Ronchi-Costa, 1998), evidenziando una situazione non a rischio eutrofizzazione. Le concentrazioni nelle acque di porosità, invece, sono apparse piuttosto alte per una zona di bocca di porto. Considerando che la profondità media della colonna d'acqua era ca. 1 m e che le acque di porosità sono state estratte dai primi 5 cm di sedimento è stato calcolato che negli interstizi del sedimento era intrappolato il 56% dei nutrienti disciolti disponibili per i produttori primari. L'alto contenuto di nutrienti nelle acque di porosità può dipendere dalla degradazione delle macrofite e dalla deposizione dei sedimenti fini che provengono dalle aree di raccolta delle vongole nelle zone interne della laguna e che sono, quindi, ricchi di sostanze nutrienti ed inquinanti (SFRISO et al., 2005a, b, c). Nel nostro caso, la presenza di una prateria di fanerogame ben strutturata (SFRISO et al., 2005c), come quella della stazione studiata nella laguna di Venezia, la cui biomassa media annuale è stata $1.74 \pm 0.77 \text{ kg fw/m}^2$ (Fig. 3), ha favorito la deposizione di sedimenti ricchi di nutrienti. Inoltre, in tali condizioni, la risospensione e l'erosione dei fondali sono fortemente ostacolate dalla presenza delle piante e dei loro rizomi e, quindi, ci sono minori probabilità che i sedimenti vengano risospesi con il loro carico trofico.

Nella laguna di Thau i valori di DIN nella colonna d'acqua sono variati tra 37 e $156 \mu\text{M}$ con una media annuale di $76.4 \pm 33.5 \mu\text{M}$ (Fig. 2) mentre quelli nelle acque

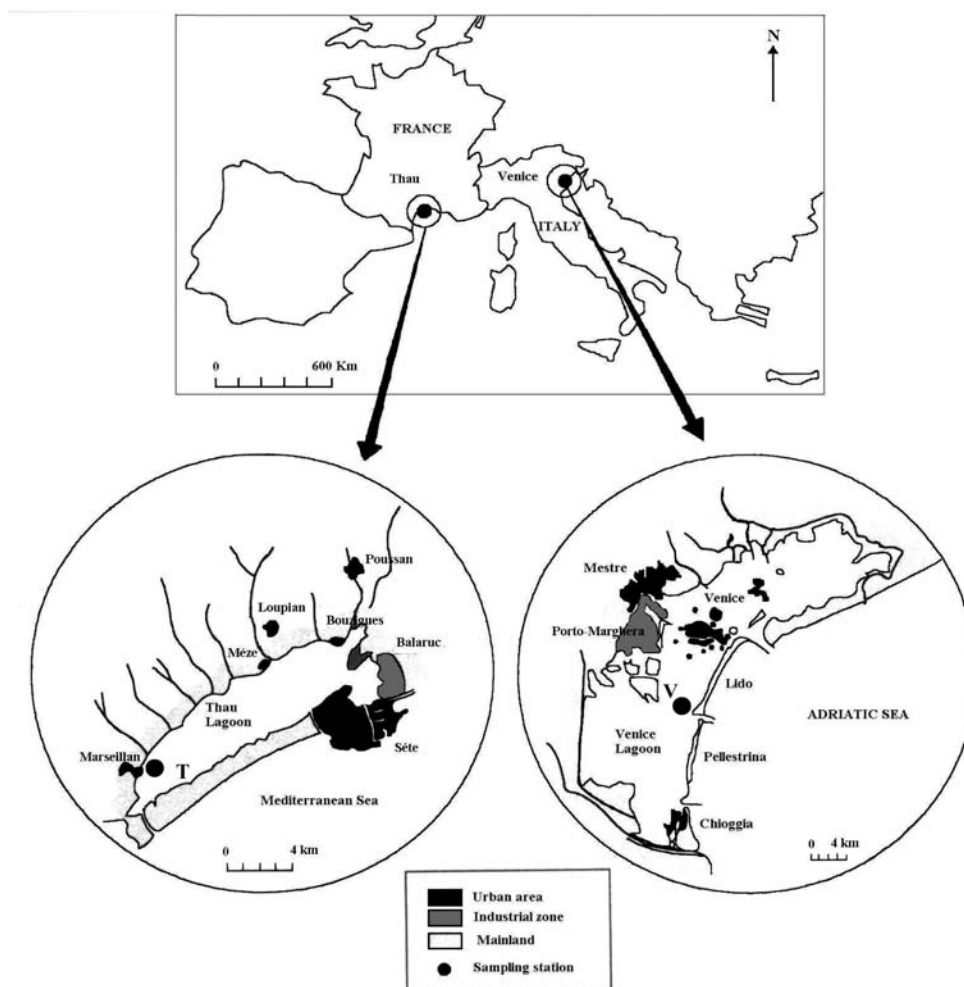


Fig. 1 - Area di studio. Le stazioni di campionamento sono indicate da un pallino nero e denominate T nella laguna di Thau (a sinistra) e V nella laguna di Venezia (a destra).

Fig. 1 - Study area. The sampling stations are indicated by a black circle and the letter T in the Thau lagoon (on the left) and V in the Venice lagoon (on the right).

di porosità sono stati mediamente 6 volte maggiori, variando tra 80.9 e 817 μM (Fig. 2). Per quanto riguarda l'ortofosfato (RP) un picco è stato registrato nella colonna d'acqua a giugno (4.61 μM) e la media annuale è stata $2.37 \pm 1.67 \mu\text{M}$. Nei mesi estivi le concentrazioni di RP nelle acque di porosità sono state simili a quelle nella colonna d'acqua mentre sono risultate almeno 10 volte maggiori nel periodo invernale (Fig. 2). In tale contesto ne risulta che almeno l'85% dei nutrienti disciolti si trovava nella colonna d'acqua creando condizioni molto diverse da quelle osservate nella laguna di Venezia. Questi valori confermano le osservazioni riportate in precedenti lavori (FRISONI & CEPJA, 1989) riguardo l'elevato carico trofico del bacino francese e lasciano intuire il persistere di condizioni anossiche durante i mesi più caldi. Infatti, in questa zona, la prateria di *Z. marina* era significativamente meno abbondante (media annuale $0.76 \pm 0.34 \text{ kg fw/m}^2$, Fig. 3) e con maggiori variazioni di densità dei germogli (RIGOLLET et al., 1998).

Dal confronto tra le due lagune si ha la conferma che le acque della laguna di Venezia, in aree ad alto rinnovo mareale, non risentivano di un eccessivo arricchimento in

nutrienti a causa delle pratiche di raccolta delle vongole anche considerando le diverse forme di input antropici. Sebbene, infatti, riceva i reflui urbani, agricoli ed industriali da un ampio bacino scolato (ca. 1850 km²) e da un'estesa zona industriale, la laguna di Venezia è caratterizzata da un elevato rinnovo mareale (ca. 60% del volume totale d'acqua ad ogni ciclo tidale) con tempi di residenza che variano da poche ore a qualche settimana (CUCCO & UMGIESSER, 2006). Al contrario la laguna di Thau presenta una scarsa circolazione (MILLET, 1989) e tempi di residenza più lunghi che sono dell'ordine di 1-5 mesi in funzione delle condizioni meteorologiche (LAZURE, 1992). L'arricchimento in azoto della laguna francese, il cui bacino scolante si estende per ca. 270 km² e lo sviluppo industriale è poco pronunciato, dipende prevalentemente dalle escrezioni dei bivalvi, per la maggior parte ostriche, che sono diffusamente allevati in quest'area (MAZOUNI et al., 1996; DE CASABIANCA et al., 1997). Il basso carico trofico delle acque veneziane non ha, tuttavia, trovato conferma nelle concentrazioni rilevate nelle acque di porosità dei primi 5 cm di sedimento dove DIN e RP sono stati due volte maggiori che a Thau (Fig. 2). Nonostante nel bacino

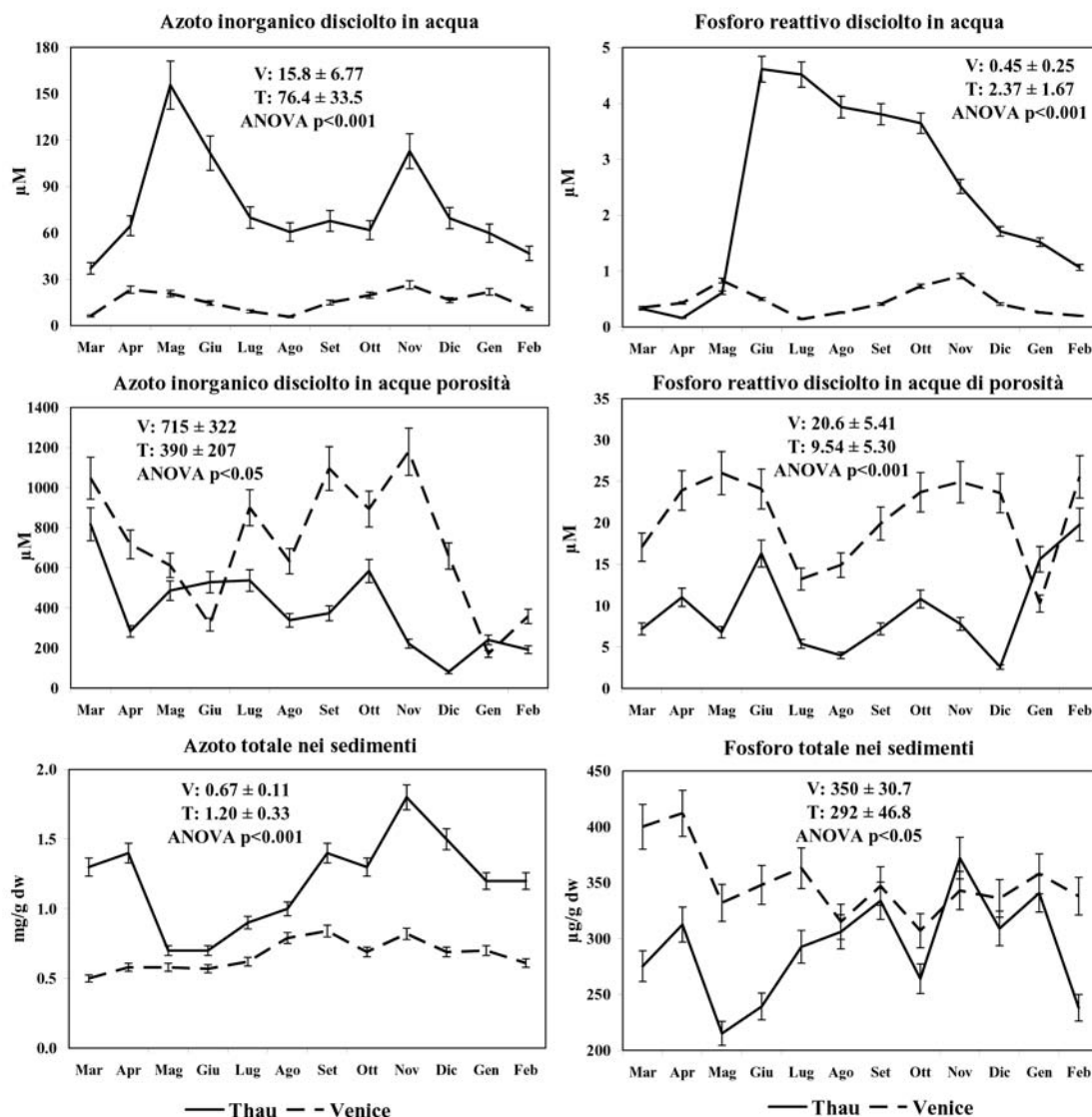


Fig. 2 - Andamenti stagionali dei nutrienti. V= laguna di Venezia; T= laguna di Thau. Per ciascun parametro sono riportate le medie, le deviazioni standard ed il risultato del test ANOVA per il confronto dei due andamenti. Le concentrazioni dei nutrienti nei sedimenti sono state determinate per peso secco (dw).

Fig. 2 - Seasonal trends of the nutrients. V= lagoon of Venice; T= lagoon of Thau. For each parameter means, standard deviations and the p-value of the ANOVA test were reported. Nutrient concentrations in sediments are expressed per dry weight (dw).

francese ci sia un più ridotto idrodinamismo e sia stato documentato l'apporto diretto dei nutrienti da parte delle ostriche, nella laguna di Venezia, anche in zone ad elevato rinnovo mareale, i fondali sono risultati più ricchi di nutrienti. In tal senso è necessario sottolineare che, a Thau, le sostanze particellate escrete dai bivalvi tendono a sedimentare in prossimità delle aree di allevamento perché le installazioni per la molluschicoltura riducono significativamente l'idrodinamismo limitando la diffusione alle sole frazioni disciolte. A Venezia, invece, i metodi e la frequenza di raccolta delle vongole, soprattutto se non regolamentati, sono tali per cui determinano un forte incremento della risospensione dei sedimenti che vengono ridistribuiti in laguna, si depositano nelle aree a bassa circolazione o colonizzate da fanerogame marine, oppure vengono trascinati in mare dalle correnti di marea (SFRISO et al., 2005a).

Da queste considerazioni emerge che un possibile aumento del carico trofico è riscontrabile soprattutto nei fondali delle aree dove deposita il materiale fine e ricco di nutrienti che è stato risospeso altrove dalle attività di raccolta delle vongole. Viceversa le aree direttamente interessate dall'attività di raccolta illegale delle vongole evidenziano un continuo decremento sia del materiale fine che dei nutrienti (SFRISO et al., 2003).

Prendendo in considerazione il contenuto di nutrienti nella forma solida, nei primi 5 cm di sedimento l'azoto totale è stato significativamente più abbondante a Thau, mentre il fosforo totale lo è stato a Venezia (ANOVA $p < 0.05$; Fig. 2). In tal caso, le elevate concentrazioni di fosforo sono probabilmente legate agli elevati tassi di sedimentazione e alla maggiore ossidazione del sedimento, dovuta alla presenza delle macrofite (SFRISO et al., 2003). Viceversa, a Thau, gli impianti di ostricoltura che ricoprono ca. il 20% della lagu-

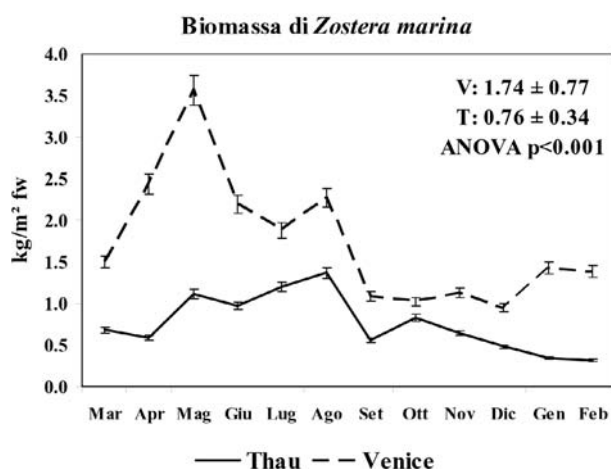


Fig. 3 - Andamenti stagionali della biomassa di *Z. marina*. V= laguna di Venezia; T= laguna di Thau. Sono riportate le medie, le deviazioni standard ed il risultato del test ANOVA per il confronto dei due andamenti. Le biomasse sono espresse per peso umido (fw).

Fig. 3 - Seasonal trends of the *Z. marina* biomass. V= lagoon of Venice; T= lagoon of Thau. Means, standard deviations and the p-value of the ANOVA test were reported. Biomass are expressed per fresh weight (fw).

na hanno contribuito a un significativo incremento dell'azoto (DE CASABIANCA et al., 1997).

In conclusione, nella laguna di Venezia, la presenza di elevate biomassa di vongole non sembra costituire un fattore di rischio per il livello trofico delle acque visto che i valori dei nutrienti disciolti sono rimasti prevalentemente al di sotto dei limiti imperativi stabiliti dal Decreto Ministeriale Ronchi-Costa (DIN fino a 25 μM e DRP fino a 0.8 μM). I valori registrati nelle acque di porosità e nei sedimenti, dove il carico di nutrienti è risultato molto maggiore di quello della laguna di Thau, hanno, tuttavia, confermato l'elevato accumulo avvenuto negli anni '60 e '80 in seguito ai massicci sversamenti di reflui urbani, agricoli ed industriali in laguna (MARCOMINI et al., 1995) e i deleteri effetti provocati dalle metodiche di raccolta delle vongole (SFRISO et al., 2005a, c).

Ringraziamenti

I dati della laguna di Venezia sono stati raccolti nell'ambito del progetto "Nuovi Interventi per la Salvaguardia di Venezia", sottoprogetto D: "Eutrofizzazione e Inquinamento delle Acque e dei Sedimenti nella Parte Centrale della Laguna di Venezia", finanziato dal Ministero dei Lavori Pubblici in collaborazione con il Magistrato alle Acque di Venezia e il suo concessionario il Consorzio Venezia Nuova. I dati della laguna di Thau sono stati raccolti nell'ambito del progetto "EUMAC" (Eutrophication and Macrophytes) finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del IV Framework Programme for Research and Development (Contact no EVSV-CT93-0290).

Bibliografia

BERNARDELLO M., SECCO T., PELLIZZATO F., CHINELLATO M., SFRISO A., PAVONI B. (2006) – The changing state of contamination in the lagoon of Venice. Part 2: Heavy metals. *Chemosphere*, **64**: 1334-1345.

- CUCCO A., UMGIESSER, G. (2006) – Modelling the Venice Lagoon residence time. *Ecol. Model.*, **193**: 35-51.
- DE CASABIANCA M.L., LAUGIER T., MARINHO-SORIANO E. (1997) – Seasonal changes of nutrients in water and sediment in a Mediterranean lagoon with shellfish farming activity (Thau Lagoon, France). *ICES J. Mar. Sci.*, **54**: 905-916.
- FACCA C., SFRISO A., SOCAL G. (2002a) – Changes in abundance and composition of phytoplankton and microphytobenthos due to increased sediment fluxes in the Venice lagoon, Italy. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.*, **54**: 773-792.
- FACCA C., SFRISO A., SOCAL G. (2002b) – Temporal and spatial distribution of diatoms in the surface sediments of the Venice lagoon. *Bot. Mar.*, **45**: 170-183.
- FALCÃO M., GASPAR M.B., CAETANO M., SANTOS M.N., VALE C. (2003) – Short-term environmental impact of clam dredging in coastal waters (south of Portugal): chemical disturbance and subsequent recovery of seabed. *Mar. Environ. Res.*, **56** : 649-664.
- FRISONI G.F., CEPJA A.M., (1989) – La malaigue dans les étangs littoraux du Languedoc-Roussillon. *Report Cevalmar*, 48 pp.
- HARZALLAH A., CHAPPELLE A. (2002) – Contribution of climate variability to occurrences of anoxic crises 'malaïgues' in the Thau lagoon (Southern France). *Oceanol. Acta.*, **25**: 79-86.
- LAZURE P. (1992) – Étude de la dynamique de l'étang de Thau par modèle numérique tridimensionnel. *Vie Milieu*, **452**: 137-145.
- MARCOMINI A., SFRISO A., PAVONI B., ORIO A.A. (1995) – Eutrophication of the lagoon of Venice: nutrient loads and Exchanges. In McComb A.J. (ed), *Eutrophication in Shallow Estuaries and Lagoons*, CRC Press, Boca Raton, FL, USA: 59-80.
- MAZOUNI N., GAERTNER J.C., DESLOUS PAOLI J.M., LAUDREIN S., D'OEDENBERG M.G. (1996) – Nutrient and oxygen exchanges at the water-sediment interface in a shellfish farming lagoon (Thau, France). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **205**: 91-113.
- MILLET B. (1989) – Fonctionnement hydrodynamique du bassin de Thau. Validation écologique d'un modèle numérique de circulation (programme ECOTHAU). (in French) *Oceanol. Acta.*, **12**: 37-46.
- NEWELL R.C., SEIDERER L.J., HITCHCOCK D.R. (1998) – The impact of dredging works in coastal waters: a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the seabed. *Oceanogr. Mar. Biol.: a Review.*, **36**: 127-177.
- NIZZOLI D., BATOLI M., VIAROLI P. (2006a) – Nitrogen and phosphorous budgets during a farming cycle of the manila clam *Ruditapes philippinarum*: a full scale experiment. *Aquaculture.*, **261**: 98-108.
- NIZZOLI D., WELSH D.T., FANO E.A., VIAROLI, P. (2006b) – Impact of clam and mussel farming on benthic metabolism and nitrogen cycling, with emphasis on nitrate reduction pathways. *Mar. Ecol.-Prog. Ser.*, **315**: 151-165.
- OREL G., BOATTO V., SFRISO A., PELLIZZATO M. (2000) – Piano per la gestione delle risorse alieutiche delle lagune della Provincia di Venezia. Provincia di Venezia, Sannioprint, Benevento, 102 pp.
- PRANOVI F., GIOVANARDI O. (1994) – The impact of hydraulic dredging for short-neck clams, *Tapes philippinarum* on an infaunal community in the lagoon of Venice. *Sci. Mar.*, **58**: 345-353.

- RIGOLLET V., LAUGIER T., DE CASABIANCA M.L., SFRISO A., MARCOMINI A. (1998) – Seasonal biomass and nutrient dynamics of *Zostera marina* L. in two Mediterranean lagoons: Thau (France) and Venice (Italy). *Bot. Mar.*, **41**: 167-179.
- SECCO T., PELLIZZATO F., SFRISO A., PAVONI B. (2005) – The changing state of contamination in the lagoon of Venice. Part 1. Organic pollutants. *Chemosphere.*, **58**: 279-290.
- SFRISO A., GHETTI P.F. (1998) – Seasonal variation in biomass, morphometric parameters and production of seagrasses in the lagoon of Venice. *Aquat. Bot.*, **61**: 207-223.
- SFRISO A., FACCA C., CEOLDO S., SILVESTRI S., GHETTI P.F. (2003) – Role of macroalgal biomass and clam fishing on spatial and temporal changes in N and P sedimentary pools in the central part of the Venice lagoon. *Ocean. Acta.*, **26**: 3-13.
- SFRISO A., FACCA C., MARCOMINI A. (2005a) – Sedimentation rates and erosion processes in the lagoon of Venice. *Environ. Int.*, **31**: 983-992.
- SFRISO A., FACCA C., CEOLDO S., PESSA G. (2005b) – Sedimentation rates, erosive processes, grain-size and sediment density changes in the lagoon of Venice. In Campostrini P. (ed.), Scientific Research and Safeguarding of Venice. Corila Research Program 2003 Results. Multigraf, Spinea (Venezia): 203-213.
- SFRISO A., FACCA C., CEOLDO S., MARCOMINI A. (2005c) – Recording the occurrence of trophic level changes in the lagoon of Venice over the '90s. *Environ. Int.*, **31**: 993-1001.
- SFRISO A., FACCA C., GHETTI P.F. (2007) – Rapid Quality Index, based mainly on Macrophyte Associations (R-MAQI), to assess the ecological status of the transitional environments. *Chem. Ecol.*, **23**: 493-503.
- STRICKLAND J.D.H., PARSONS T.R. (1972) – A practical handbook of seawater analyses. *Fisheries. Res. Board. Canada Bull.*, **167**, 310 pp.