



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Popolamenti fitoplanctonici dell'Arcipelago Toscano in periodo estivo.

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

Popolamenti fitoplanctonici dell'Arcipelago Toscano in periodo estivo / LAZZARA L.; INNAMORATI M.; NUCCIO C.; MAZZOLI A.; CECCATELLI G.. - In: OEBAIA. - ISSN 0392-6613. - STAMPA. - XV (1) N.S.:(1989), pp. 453-462.

Availability:

This version is available at: 2158/336731 since:

Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

Publisher copyright claim:

(Article begins on next page)

L. LAZZARA
A.R. MAZZOLI

M. INNAMORATI

C. NUCCIO
G. CECCATELLI

Laboratorio di Ecologia, Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università,
Via Micheli 1, 50121 Firenze (Italia)

POPOLAMENTI FITOPLANCTONICI DELL'ARCIPELAGO TOSCANO IN PERIODO ESTIVO

Abstract

Summer phytoplankton populations in the Arcipelago Toscano

Surface phytoplankton populations of the Arcipelago Toscano were studied in October 1982 and July 1983 in relation to environmental conditions. In both periods, the taxonomic composition was mainly characterized by the presence of dinoflagellates. In October the community structure was generally in the third phase of succession, sensu Margalef. A coastal phytoplanktonic system with diatoms and blue-green algae persisted in the area, in both periods. The geographical distribution of the major phytocoenoses has been interpreted according to the hydrodynamic characters of this area.

Key-words: Phytoplankton, coenoses, summer distribution, Arcipelago Toscano.

Introduzione

Gli studi di oceanografia planctonica realizzati nell'Alto Tirreno hanno preso particolare sviluppo negli ultimi anni. In particolare il fitoplancton è stato studiato, nella sua dinamica spazio-temporale ed in relazione alle condizioni ambientali, ma solo in situazioni costiere: la costa del Parco Naturale della Maremma (LENZI GRILLINI & LAZZARA, 1978; 1980), il Golfo di Follonica (INNAMORATI *et al.*, 1979; INNAMORATI & FARGION, 1981) ed il litorale pisano (INNAMORATI *et al.*, 1989). Per approfondire la conoscenza biologica dell'Alto Tirreno,

Ricerca finanziata con il contributo M.P.I. per il progetto di ricerca di interesse nazionale e di rilevante interesse per lo sviluppo della scienza (40%) «Ecosistemi marini Alto Tirreno», a.a. 1982/83.

si è reso necessario prendere in esame anche la situazione al largo ed i rapporti esistenti tra i sistemi di mare aperto e quelli costieri.

Dal 1982 è iniziato uno studio del mare dell'Arcipelago Toscano, basato su di un programma pluriennale e volto alla conoscenza della distribuzione spazio-temporale della biomassa e dei popolamenti fitoplanctonici, in relazione alle condizioni idrodinamiche e trofiche.

Vengono qui riportati i risultati relativi ad una prima analisi dei dati raccolti durante due campagne oceanografiche con particolare riferimento alla distribuzione della struttura e della composizione specifica dei popolamenti fitoplanctonici di superficie.

Metodi

I rilevamenti sono stati svolti nel corso delle campagne oceanografiche Elba I (1-9 ottobre 1982; N/O «L.F. Marsili» C.N.R.) ed Elba II (5-16 luglio 1983; N/O «Bannock» C.N.R.) su stazioni disposti a reticolo (maglia di 5 Mn) come risulta dai punti nella Fig. 1.

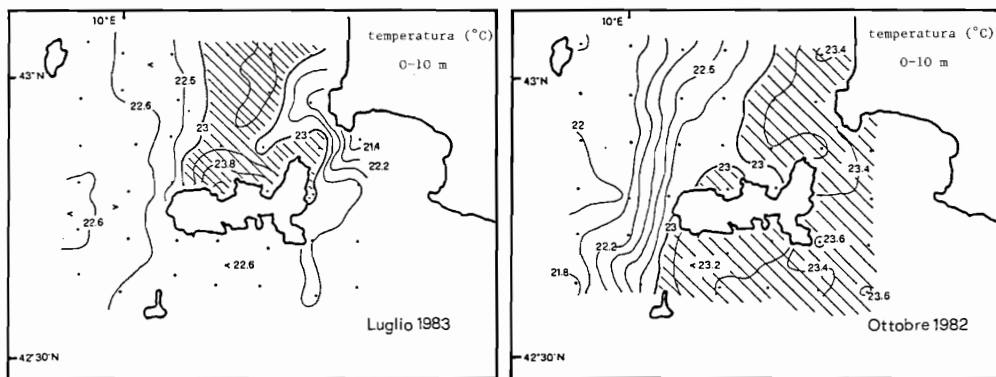


Fig. 1 - Isotherme superficiali (0-10 m).

I campioni sono stati prelevati con bottiglie Niskin (10 l) alle profondità di 0, 10, 25, 50, 100, 200, 300, 400 m. Sono state eseguite le misure di: temperatura e salinità (sonda MC5 - Eletronic Instruments e salinometro Autosol-Guildline, ottobre '82 e batisonda CTD Neil Brown, luglio '83), ossigeno disciolto (ossigenometro Orbisphere 2712), immergendo la sonda all'interno della bottiglia immediatamente dopo il prelievo; pH (pHmetro Metrohm E510). Sono state effettuate le analisi di nitriti, nitrati, ortofosfati e silicati direttamente a bordo, secondo le metodiche riportate da STRICKLAND & PARSONS (1972), e della clorofilla *a* e dei feopigmenti (filtrazione di 4 l ca di acqua su filtri Wathman GF/C, estrazione in acetone 90%; UNESCO, 1966 e LORENZEN, 1967).

Le analisi microscopiche dei campioni di fitoplancton (250 ml, Lugol 1%, microscopio Zeiss IM35), sono state effettuate secondo il metodo di sedimentazione di Utermöhl, su sottocampioni di 50-80 ml, dei quali 10-12 interamente osservati. Le determinazioni sistematiche effettuate fino al livello di specie, (ad eccezione delle classi Criptoficee e Cianoficee), fanno riferimento ai testi citati in INNAMORATI *et al.*, 1987).

Le distribuzioni di abbondanza specifica in funzione del rango, per ogni stazione, sono state classificate secondo gli stadi di successione fitoplanctonica di Margalef, come indicato da Frontier (QUÉGUINER & TRÉGUER, 1984).

È stata esaminata inoltre per ogni stazione la distribuzione di abbondanza relativa in funzione delle principali classi fitoplanctoniche così ordinate e raggruppate in ascissa: Bacillarioficee, Dinoficee, Primnesioficee, Ciano-Criptoficee, Cloroficee e rimanenti classi. I diagrammi ottenuti per ogni stazione sono stati inizialmente raggruppati in dieci tipi, ciascuno ottenuto secondo l'ordine decrescente delle classi presenti con almeno il 5% dell'abbondanza totale. Questi tipi, a causa della somiglianza tra alcuni, sono stati ulteriormente raggruppati in sei tipi di cenosi nettamente differenziate tra di loro e così di seguito denominate e simboleggiate: cenosi a «Dinoficee» (D), cenosi a «Dino-Cianoficee» (DC), cenosi a «Dino-Primnesioficee» (DP), cenosi a «Dino-Primnesio-Cianoficee» (DPC), cenosi a «Dino-Bacillarioficee» (DB), ed infine cenosi a «Primnesio-Dino-Bacillarioficee» (PDB).

Risultati

Oltre al luglio '83 anche l'ottobre '82 è caratterizzato da condizioni meteorologiche e idrologiche tipiche del periodo estivo: alta pressione, mare calmo, presenza di un forte termoclino che isola uno strato superficiale con temperature comprese tra 21,4 e 23,8°C (Fig. 1) ed il cui spessore varia da 10 m in luglio a 25 in ottobre. Nel luglio '83 la zona più calda ($\geq 23^\circ\text{C}$) situata a nord dell'Isola d'Elba è circondata da acque più fredde ad ovest e ad est; nell'ottobre '82 un unico fronte occidentale separa le acque orientali più calde da quelle più fredde dei Canali di Corsica e d'Elba. La salinità si presenta più elevata in ottobre (38,0-38,5‰) che in luglio (37,85-38,0‰) con dei massimi situati per entrambi i periodi nel Canale di Piombino, lungo la costa orientale dell'Elba e a SE di Capraia.

Le concentrazioni dei nutrienti fitoplanctonici sono anch'esse tipiche della stagione estiva per entrambi i periodi, cioè generalmente basse nello strato 0-10 m sia per nitrati e nitriti (la cui somma in media è 0,25 $\mu\text{g at/l}$ in luglio e 0,23 in ottobre) che per gli ortofosfati (in media 0,11 $\mu\text{g at/l}$ in luglio e 0,32 in ottobre); mentre sul piano verticale esiste una stratificazione corrispondente a quella termoalina ed in particolare per l'azoto si osservano, a cominciare dallo strato tra 100 e 200 m, concentrazioni anche 10 volte superiori ai valori di superficie.

La distribuzione superficiale della clorofilla *a* (Fig. 2a) mette in evidenza una generale scarsità (in media 0,084 mg/m³ in luglio e 0,112 in ottobre); le zone caratterizzate dai valori più elevati (0,14-0,24 mg/m³ sono la costa setten-

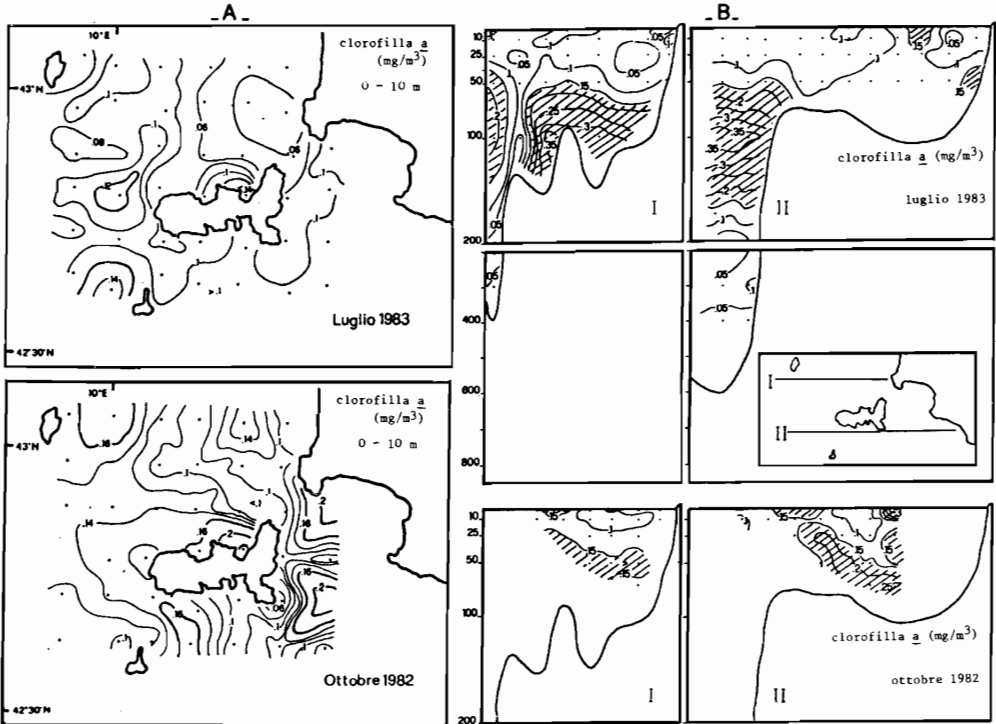


Fig. 2 - (A) Isopete della concentrazione della clorofilla *a* in superficie (0-10). - (B) Isopete della concentrazione della clorofilla *a* per le sezioni verticali I e II indicate in figura.

trionale dell'Elba, la zona a sud del Canale di Piombino e quella tra Pianosa e Capraia. La distribuzione verticale in entrambi i periodi (Fig. 2b), presenta, chiaramente osservabile, uno strato più ricco in clorofilla situato in prossimità del limite inferiore del termocline, tra 50 e 100 m, dove le concentrazioni sono mediamente 4-5 volte maggiori che in superficie.

La bassa abbondanza fitoplanctonica caratteristica di questa stagione, risulta comunque più elevata in luglio (in media 11400 cell/l) che in ottobre (2050 cell/l) e le zone di massimo coincidono generalmente con quelle già individuate per la clorofilla *a*: ad ovest tra Pianosa e Capraia e ad est nel Canale di Piombino ad eccezione della costa settentrionale elbana.

Le stazioni a Dinoficee sono state confrontate rispetto a tutte le restanti considerate insieme, sulla base delle condizioni nutritive e del contenuto cellulare in clorofilla. Le condizioni nutritive sono state esaminate e sinteticamente rap-

presentate sulla base delle variazioni dei rapporti di nutrizione (clorofilla/N e clorofilla/P; INNAMORATI *et al.*, 1989). La situazione risulta ugualmente azoto carente rispetto al rapporto di assimilazione ottimale di Redfield ($N/P=16$), in entrambi i periodi ($N/P=2,5$ in luglio e $2,8$ in ottobre), e senza alcuna differenza apprezzabile tra le stazioni a Dinofitiche e le altre. Si osserva invece una notevole differenziazione in funzione della profondità: gli strati da 0 a 50 m sono tutti ugualmente azoto carenti e nel luglio '83, dove sono disponibili i dati per le profondità maggiori di 100 m, si osserva un netto passaggio verso rapporti di assimilazione vicini a quello ottimale che si mantengono costanti fino alle maggiori profondità raggiunte (400 m).

Il contenuto cellulare in clorofilla *a* (Fig. 3) presenta medie più elevate in ottobre (70 pg/cell) rispetto al luglio (7,5 pg/cell) e in particolar modo è più ele-

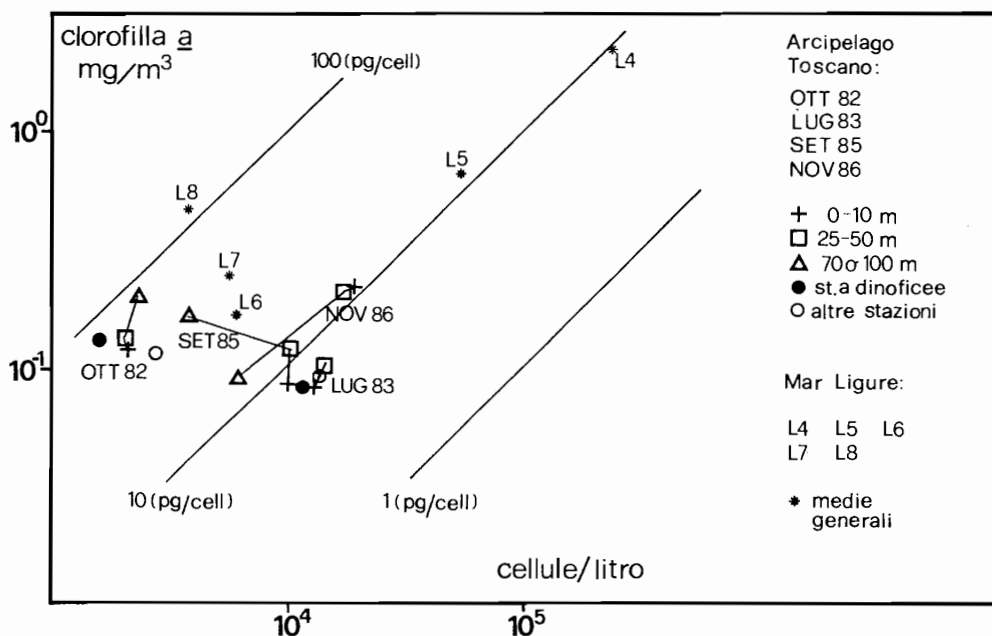


Fig. 3 - Contenuto cellulare di clorofilla *a* nelle campagne oceanografiche svolte nell'Arcipelago Toscano (suddiviso per profondità) e nel Mar Ligure (medie generali).

vato nelle stazioni a Dinofitiche (90 pg rispetto a 50), restando comunque nell'ambito dei valori riscontrati in altre situazioni naturali. Queste differenze sono in parte dovute alle variazioni del volume cellulare medio, che nel mese di ottobre risulta circa 2 volte maggiore che in luglio.

Tra le specie osservate, quelle con le abbondanze più elevate sono state nel luglio '83, per le Dinofitiche: *Gymnodinium variabile*, *G. simplex*, *Amphidinium globosum* e dinospore di specie non identificate; per le Primmesiofitiche: *Calyp-*

trospheera globosa, *C. insignis* e *Prymnesioficee* n.i., mentre, nell'ottobre '82, rispettivamente *Prorocentrum balticum*, *P. nanum*, *Gymnodium variabile*, *G. simplex* e *Lohmannosphaera adriatica*, *L. paucoscyphos*, *Calyptrosphaera sphaeroides* e *Anacystis* sp. per le Cianoficee.

La diversità specifica di Shannon è generalmente elevata e simile in luglio ed in ottobre: la maggior parte dei valori è compresa tra 3 e 3,5 bits/cell in entrambi i periodi, anche se il numero totale di specie è maggiore in ottobre (189 rispetto a 156). L'unica eccezione si ha nella stazione del Canale di Piombino, in ottobre, nella quale l'abbondante presenza di piccole Cianoficee del genere *Anacystis* abbassa, eccezionalmente, l'indice di diversità ad 1,5 bits/cell.

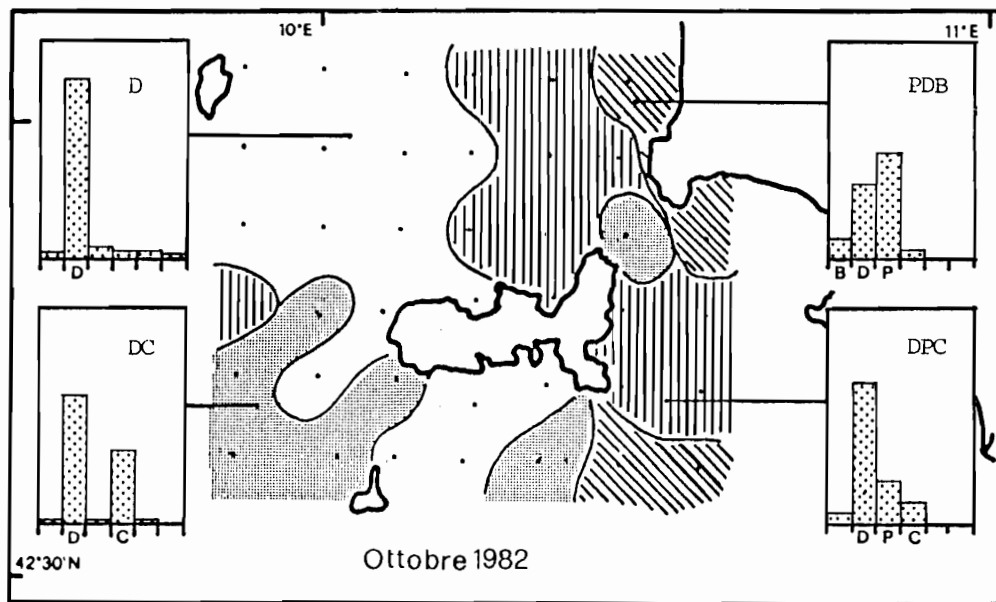
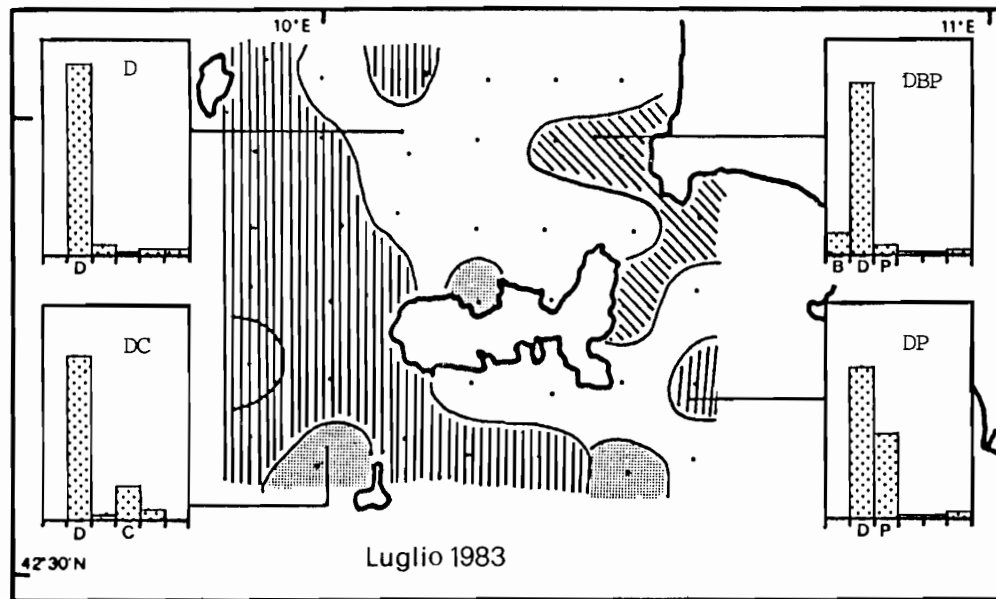
Dall'esame degli stadi di successione, identificati per ogni stazione, appare evidente la preponderanza di stazioni al 2° stadio nel mese di luglio (25 su 40) e di stazioni al 3° in ottobre (21 su 40). Se si considera anche che in ottobre si hanno maggiori dimensioni cellulari e numero di specie, il sistema fitoplanctonico si presenta generalmente più maturo che in luglio.

L'analisi della distribuzione spaziale delle cenosi (Fig. 4) ci permette di osservare che le più diffuse in entrambi i periodi sono tre: quella dominata da Dinoficee D, e quelle caratterizzate anche dalla presenza delle Primnesioficee DP e DPC, la prima situata a N e a SE dell'Isola d'Elba in luglio, ma a NW e S dell'Elba in ottobre, le ultime presenti sia ad E che ad W, ma con netta prevalenza nella zona occidentale in luglio ed orientale in ottobre. Le altre cenosi invece si presentano con maggiore costanza nella stessa zona: quelle caratterizzate dalla presenza di Bacillarioficee DPB e PDB, sono situate soprattutto in prossimità della costa continentale ed in particolare del promontorio di Piombino, così come quella caratterizzata dalla presenza di Cianoficee DC, si presenta sempre in prossimità della costa dell'Elba, a NW e ad E dell'Isola di Pianosa.

Discussione e conclusioni

L'analisi dei popolamenti fitoplanctonici realizzata finora ha consentito di constatare una sostanziale costanza della composizione sistematica a distanza di un anno nei due periodi: sia nel luglio '83 che nell'ottobre '82 le cenosi predominanti sono quelle a Dinoficee seguite da quelle a Dino-Primnesioficee o Dino-Primnesio-Cianoficee.

La distribuzione geografica delle cenosi appare, in entrambi i periodi (Fig. 4), strutturata in tre zone ben distinguibili: il sottocosta, il mare aperto ed una fascia intermedia parallela alla costa continentale. Solo nel caso della zona sottocosta, principalmente localizzata intorno al promontorio di Piombino e in corrispondenza di alcuni tratti delle coste delle isole d'Elba e Pianosa, le cenosi DBP, PDB e DC vanno a costituire un sistema fitoplanctonico costiero che si presenta identificabile in entrambi i periodi in quanto alla ubicazione, anche se variamente espansa verso il largo o ritratta verso la costa. Nella zona intermedia



D = Dinoficee
 DC = Dino-Cianoficee
 DP = Dino-Primesioficee
 DPC = Dino-Primesio-Cianoficee
 DBP = Dino-Bacillario-Primesioficee
 PDB = Primesio-Dino-Bacillarioficee

Fig. 4 - Distribuzione spaziale delle sei cenosi fitoplanctoniche di superficie e rispettivi istogrammi di abbondanza relativa.

si trovano le cenosi a Dinoficee in luglio e a Dino-Primnesio-Cianoficee in ottobre, entrambe prevalentemente nel secondo stadio di successione. Nella zona di mare aperto invece si presentano diverse cenosi ed in vari stadi di successione: quella a Dino-Primnesioficee in luglio nei tre diversi stadi, quella a Dinoficee in ottobre prevalentemente nel terzo stadio.

La maggiore maturità del sistema fitoplanctonico osservata in ottobre rispetto a luglio (stadio di successione, dimensioni cellulari e numero di specie) è in accordo con quella delle condizioni fisiche e chimiche.

Se si considera ciascuno dei due periodi come un campione rappresentativo di fasi successive di uno stesso ciclo stagionale medio, in tal caso la variazione della distribuzione spaziale delle cenosi a Dinoficee (Fig. 4) può essere messa in relazione alla direzione generale delle correnti estive nella zona, in quanto le cenosi si presentano come appartenenti a masse d'acqua termicamente individuabili, che le delimitano dalle altre. Infatti le correnti locali, prosecuzione del ramo orientale della corrente proveniente dal Tirreno Centrale, sono deviate nel loro percorso dai fondali in risalita dell'Arcipelago, dalle controcorrenti superficiali e dai venti, in misura stagionalmente variabile, ed imprimono, in estate, un moto verso occidente alle acque meridionali e settentrionali dell'Elba (STOCCHINO & TESTONI, 1968). In questa schematizzazione dinamica sarebbero da includere anche le cenosi caratterizzate dalle Primnesioficee che, col progredire della stagione, sembrano estendersi nella zona orientale e quasi scomparire in quella occidentale.

La situazione stagionale estiva in entrambi i periodi e la conseguente stratificazione verticale, comportano un generale depauperamento delle risorse nutritive ed una maggiore omogeneità nella distribuzione superficiale, perciò non stupisce l'assenza di relazioni evidenti tra la distribuzione geografica dei popolamenti fitoplanctonici e quella delle condizioni nutritive nello strato superficiale.

Esiste, invece, una notevole variazione batimetrica sia delle condizioni nutritive, che presentano al di sotto dei 100 m un rapporto N/P vicino a quello ottimale, che del contenuto cellulare in clorofilla *a*. Infatti, la quantità di clorofilla per cellula (Fig. 3) aumenta da 0 a 100 m nelle tre campagne realizzate in periodo di stratificazione (il settembre '85, oltre alle due oggetto di questo studio), come atteso per il fitoplancton che permane in condizioni luminose limitanti mentre, in autunno (novembre '86), rimane costante al variare della profondità, dato il rimescolamento in atto nella colonna d'acqua. La variazione di questi parametri ecofisiologici in funzione della profondità, collegata con la situazione di stratificazione estiva, suggerisce di verificare l'esistenza di una diversificazione nella composizione tassonomica, oltre che nelle esigenze ambientali, tra il fitoplancton di superficie e quello sottostante al termoclino.

Summary

Preliminary results on the distribution of the structure and taxonomic composition of surface phytoplankton populations in the Arcipelago Toscano in October 1982 and July 1983 are reported. Hydrological, chemical and biological conditions were typical of summer in both periods with surface layers isolated by a marked thermocline and low levels of nutrients, chlorophyll a and phytoplankton biomass.

In both periods, the taxonomic composition of phytoplankton populations consisted mainly of Dinophyceae. Six typical phytocoenoses were identified due to the relative abundance of the main phytoplankton classes: two were the same in both periods, the others were slightly different. Three geographical areas, i.e. the coastal area, the open sea and the intermediate zone, characterized by different phytocoenoses, were clearly identified in both periods. Only the coastal area, around the promontory of Piombino and around some coastal areas of Elba and Pianosa, was a permanent system and was characterized by the presence of Dino-Bacillariophyceae, Dino-Cyanophyceae and Prymnesio-Dino-Bacillariophyceae coenoses, in July and October. The intermediate area was occupied by Dinophyceae in July and Dino-Prymnesio-Cyanophyceae in October, both mainly at the second stage of succession, whereas the open sea area was characterized by Dino-Prymnesiophyceae in July at various stages of succession, and by Dinophyceae in October, mainly at the third stage. Therefore, the phytoplanktonic system was more mature in October than in July, taking into consideration the stage of succession, the cell size and the species number, and also from a physical and chemical point of view.

The variation in the geographical distribution of the coenoses can be related to the surface water summer circulation, which induces a westward movement to the northern and southern waters surrounding the Isle of Elba.

In the whole area and in both periods, there was a homogeneous nitrogen deficiency; the Dinophyceae coenoses showed a slightly higher chlorophyll cell content, due to the higher cell volume, in October. A sharp bathymetric difference was present in these two parameters: below the thermocline, N/P ratios were similar to that of Redfield ratio, chlorophyll a concentrations per cell were higher, as expected in reduced light conditions. This suggests the presence of a deep phytoplankton population, differing from the surface one in taxonomic composition and in environmental requirements.

Bibliografia

INNAMORATI M., BOCHICCHIO A., GABBRIELLI R., LENZI GRILLINI C. (1979) - Effetti dell'incremento termico artificiale nel mare di Torre del Sale (Golfo di Follonica). Primi risultati. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem.*, ser. B, **86** (suppl.): 190-198.

INNAMORATI M., FARGION G. (1981) - Analisi spettrale delle successioni fitoplanctoniche in acque sottoposte ad incremento termico. *Giorn. Bot. Ital.*, **115**, (6): 346-347.

INNAMORATI M., ALBEROTANZA L., DE POL M., LAZZARA L., MANNUCCI M., MORI G., BURACCHI G., NUCCIO C., SENESI P. (1987) - Popolamenti fitoplanctonici e condizioni idrologiche nel Mar Ligure. *Resoconti dei rilevamenti in mare*, n. 3, Dip. Biol. Veg., Università di Firenze.

INNAMORATI M., MORI G., LAZZARA L., CECCATELLI G., DE POL M., BUZZICHELLI S., CAVALIERI S. (1989) - Fitoplancton e condizioni ambientali nel mare antistante la pineta degradata del litorale pisano. *Oebalia*, **XV-1**, N.S.: 427-439.

LENZI GRILLINI C., LAZZARA L. (1978) - Ciclo annuale del fitoplancton nelle acque costiere del Parco Naturale della Maremma. I. Variazioni quantitative. *Giorn. Bot. Ital.*, **112** (3): 157-173.

LENZI GRILLINI C., LAZZARA L. (1980) - Ciclo annuale del fitoplancton nelle acque costiere del Parco Naturale della Maremma. II. Flora e variazioni delle comunità. *Giorn. Bot. Ital.*, **114** (5): 199-215.

LORENZEN C.J. (1967) - Determination of chlorophyll and pheophytin spectrophotometric equation. *Limnol. Oceanogr.*, **12**: 343-346.

QUEGUINER B., TREGUER P. (1984) - Studies on the Phytoplankton in the Bay of Brest. *Bot. Mar.*, **27** (10): 449-459.

STOCCHINO C., TESTONI A. (1968) - Le Correnti nel Canale di Corsica e nell'Arcipelago Toscano. Istituto Idrografico della Marina **F.G. 1036**, Genova.

STRICKLAND J.D.H., PARSONS T.R. (1972) - A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. B. Can.*, **167**.

UNESCO (1966) - Determination of photosynthetic pigments in seawater. In *Monographs on oceanographic methodology*, UNESCO, Parigi.