

---

ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI  
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI  
**RENDICONTI**

---

ETTORE TIBALDI

**Acidi grassi nei sedimenti biologici recenti**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,  
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 42 (1967), n.5, p. 695–703.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<[http://www.bdim.eu/item?id=RLINA\\_1967\\_8\\_42\\_5\\_695\\_0](http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1967_8_42_5_695_0)>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

---

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma  
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)  
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>



**Biologia.** — *Acidi grassi nei sedimenti biologici recenti.* Nota di ETTORE TIBALDI, presentata (\*) dal Corrisp. S. RANZI.

SUMMARY. — A few samples of recent biological sediments were analysed by gas-chromatography in their content in fatty acids. The distribution of the fatty acids is able to supply adequate characterization of the various sediments. Earth and fresh-water sediments are well differentiated from one another on the basis of 16:0, which is over 34% in analysed fresh-water sediments, while in earth sediments it is not more than 25,1%. The presence of polyunsaturated fatty acids was also noted in the marine sediments.

I sedimenti di origine biologica presentano caratteristiche fisiche e chimiche diverse, che dipendono strettamente dagli organismi che contribuiscono alla loro formazione. Ulteriori particolarità dipendono dalle condizioni ambientali in cui avviene la deposizione e dalla azione batterica.

La analisi chimica elementare e l'isolamento di alcuni composti particolari, come gli acidi umici, i carboidrati ed i lipidi, tendono a dare una adeguata caratterizzazione dei vari sedimenti. Lo sviluppo dei metodi cromatografici di analisi ha aperto, durante questi ultimi anni, nuove prospettive in questo campo di ricerca. Come nota Vallentyne [21] purtroppo le applicazioni alla oceanografia [9], alla limnologia [12] ed alla pedobiologia dei nuovi metodi cromatografici sono molto scarse. Lo studio delle sostanze organiche dei sedimenti mediante cromatografia in fase gassosa è stato finora tentato esclusivamente da Williams [22] su sedimenti marini. Sempre mediante cromatografia in questi ultimi anni è stato possibile fornire un notevole contributo alla risoluzione di particolari problemi, come quello della produttività primaria [12] e della origine dei petroli [8, 20]. Di estremo interesse sono alcuni recenti lavori sull'isolamento di lipidi in generale e di acidi grassi in particolare dai vari sedimenti. Rudolfs [15] segnala l'esistenza di acidi grassi volatili e di acido valerico in prodotti di origine fecale. Anche nelle torbe e nelle antiche ligniti sono stati segnalati più volte acidi grassi. Zaloziecki [23] isolò acido capronico, eptoico e caprilico, Titow isolò [19]  $C_{12}H_{22}O_2$  e  $C_{22}H_{54}O_2$ , Rakowski [13] isolò invece acido cerotico, con 26 atomi di carbonio, eptacosanoico, con 27 atomi di carbonio e montanico, con 28 atomi di carbonio. Nei sedimenti marini, estraendo con solventi organici e per saponificazione Trask e Wu [20] segnalano acido caproico ( $C_6H_{12}O_2$ ), cerotico ( $C_{26}H_{52}O_2$ ) e melissico ( $C_{30}H_{66}O_2$ ). Sempre nei sedimenti marini Williams [22] ha definito la concentrazione degli acidi grassi, che varia dai 16 ai 67  $\mu g$  per grammo di peso secco del sedimento e, mediante cromatografia in fase gassosa, ha segnalato la esistenza di tutta una serie di acidi grassi presenti in differenti concentrazioni, 14:0, 14:2, 16:0, 16:1, 18:0 e 20:1 (1). Lo stesso autore osservava che non esiste correlazione fra la

(\*) Nella seduta dell'8 aprile 1967.

(1) La prima cifra indica il numero degli atomi di carbonio, la seconda il numero dei doppi legami.

composizione in acidi grassi dei sedimenti e quella degli organismi che contribuiscono alla loro formazione. Dal suolo sono stati isolati trigliceridi (Schreiner [16], [17]) ed acidi grassi liberi:  $\alpha$ -idrossistearico e 8,9 diidrossistearico, oleico e lignocericico. L'acido diidrossistearico deriva direttamente dall'acido oleico ed in concentrazione superiore alle 20 parti per milione nel suolo è altamente tossico. Da questo fatto e dagli altri dati citati appare evidente l'importanza che i lipidi hanno, quali costituenti organici, nei sedimenti. Essi partecipano in grado notevole alla complessa fisiologia del sedimento stesso ed è probabile che abbiano anche un notevole significato tassonomico. È noto infatti che gli animali marini, quelli terrestri e quelli d'acqua dolce differiscono notevolmente fra di loro per quanto riguarda la composizione dei grassi di deposito mentre i batteri hanno uno spettro di acidi grassi estremamente complesso. Almeno in parte sarà quindi possibile ritrovare grosso modo nei sedimenti tracce della specificità ecologica dei lipidi animali e valutare inoltre la intensità della azione batterica a livello del sedimento.

## MATERIALI E METODI.

Sono stati analizzati nel loro contenuto in acidi grassi i sedimenti riportati nella Tabella I e ne è stata determinata la percentuale in lipidi.

TABELLA I.

*Composizione percentuale dei lipidi estratti da alcuni sedimenti biologici recenti*<sup>(a)</sup>.

SEDIMENTO	Località	Data di raccolta	Percentuale <sup>(b)</sup>
Suolo . . . . .	Colle aperto (Bergamo) . . . . .	25.VII.1965	0,42
Suolo <sup>(c)</sup> . . . . .	Isola Tavolara (Sassari) Campione 1°.	16.XII.1965	0,35
Suolo <sup>(c)</sup> . . . . .	Isola Tavolara (Sassari) Campione 2°.	16.XII.1965	0,64
Guano <sup>(d)</sup> . . . . .	Cueva A. Jahn, (Virongo, E. do Miranda) Venezuela . . . . .	27.IX.1965	1,14
Guano . . . . .	Buco del Frate (Bergamo) . . . . .	14.X.1965	1,05
Sedimento marino <sup>(e)</sup> .	Bocca Piccola (m. 70) (Napoli) . . .	9.XII.1965	0,53
Sedimento marino <sup>(e)</sup> .	Vervece (m. 80) (Napoli) . . . . .	14.XII.1965	0,71
Limo <sup>(f)</sup> . . . . .	Fiume Nilo, 25 Km a sud di Baltim (Libia) . . . . .	5.I.1966	0,45
Melma . . . . .	Fiume Lambro, zona Linate (Milano).	8.III.1966	0,86
Sedimento lacustre . .	Lago Lungo (Latina) . . . . .	13.VII.1966	0,35
Sedimento lacustre . .	Lago di Annone (Como) . . . . .	15.X.1966	0,50

(a) Sono indicati il tipo di sedimento, la località di raccolta, la data di raccolta e la percentuale di estratto lipidico totale.

(b) in  $\mu\text{g}$  per grammo di peso secco del sedimento.

(c) Materiale raccolto durante la missione dell'Istituto di Zoologia della Università di Milano alle Isole Tavolara e Molara.

(d) Materiale raccolto da C. Bordon, dono del Sig. Nino Sanfilippo di Genova.

(e) Materiale raccolto coll'aiuto della Stazione Zoologica di Napoli.

(f) Materiale raccolto durante la missione C.N.R. nell'Africa settentrionale.

Dai campioni di 500 g dei vari sedimenti sono stati immediatamente prelevati gli animali vivi ed i detriti organici evidenti. Mediante selettore del tipo Berlese e mediante flottazione sono stati allontanati gli animali costituenti la microfauna. I campioni, essiccati a 90° C per 12 ore sono stati estratti in Soxhlet per 6 ore con etere etilico, metanolo e cloroformio in

parti uguali. L'estratto, filtrato su cellulosa è stato saponificato a bassa temperatura, con potassa metanolica 0,5 M in ragione di 20 volte il peso dei lipidi, con raccolta refrigerante. La soluzione saponificata, portata al 25 % con acqua è stata lavata tre volte con etere di petrolio anidro per estrarre le sostanze insaponificabili. L'etere di petrolio viene lavato con metanolo al 75 % in acqua, si riunisce la soluzione di metanolo col saponificato e si diluisce al 40 % con acqua. Si acidifica con 1 ml di acido cloridrico concentrato e si estrae quattro volte con 10 ml di etere di petrolio per volta. L'etere di petrolio è poi disidratato con  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anidro. Una volta evaporato, a bassa temperatura si esterificano gli acidi grassi con metanolo, in presenza di acido solforico. Gli esteri metilici, così ottenuti, disciolti in etere, vengono sottoposti ad analisi gas-cromatografica.

È stato utilizzato un gas-cromatografo Fractovap, della Carlo Erba, con rivelatore a ionizzazione di fiamma. Sono state adottate le seguenti condizioni operative: gas trasportatore  $\text{N}_2$  alla pressione di 0,80-0,85  $\text{Kg/cm}^2$  e  $\text{O}_2$  alla pressione di 1  $\text{Kg/cm}^2$ ,  $\text{H}_2$  alla pressione di 0,3  $\text{Kg/cm}^2$ , per il rivelatore a ionizzazione di fiamma. Temperatura della colonna: 210° C, temperatura dell'evaporatore: 130° C. Colonna riempita con CEAS 20 %, lunga due metri e con diametro di 3 mm, velocità della carta del registratore: 1/2 pollice al minuto.

### RISULTATI.

I vari acidi grassi sono stati identificati mediante il calcolo del tempo di ritenzione relativo all'acido palmitico, usato come standard, e mediante il calcolo della relazione lineare fra il logaritmo del tempo di ritenzione

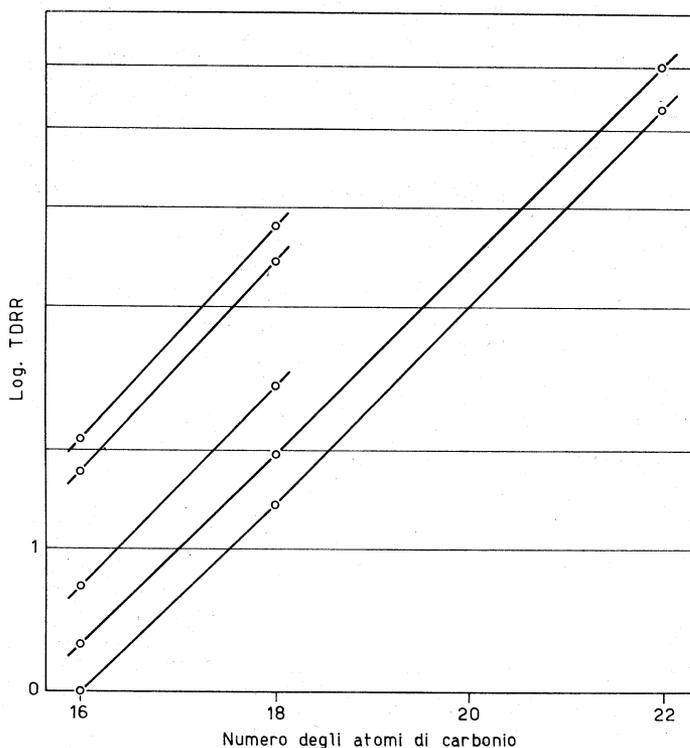


Fig. 1. - Esempio di relazione lineare fra il  $\text{Log}_{10}$  del tempo di ritenzione relativo all'acido palmitico ed il numero degli atomi di carbonio degli acidi grassi.

In ascissa il numero degli atomi di carbonio, in ordinata il valore del tempo di ritenzione relativo dei vari acidi grassi analizzati. Le linee, dal basso verso l'alto, rappresentano gli esteri di acidi grassi saturi, monoinsaturi, diinsaturi, triinsaturi e tetrainsaturi.

relativo all'acido palmitico ed il numero degli atomi di carbonio dei vari acidi grassi. Tale relazione lineare è illustrata nella fig. 1.

Le percentuali dei vari acidi grassi sono state calcolate in base al metodo proposto da Carrol [7]. I risultati delle analisi sono elencati nella Tabella II.

TABELLA II.

*Composizione percentuale degli acidi grassi estratti da alcuni sedimenti biologici recenti* (\*).

ACIDI GRASSI	Colle Aperto (BG)	Isola Tavolara 1° (SS)	Isola Tavolara 2° (SS)	Cueva A. Jahn Venezuela	Buco del Frate (BG)	Bocca Piccola (NA)	Vervece (NA)	Fiume Nilo Libia)	Fiume Lambro (MI)	Lago Lungo (LA)	Lago Annone (CO)
12:0 . . . . .	1,9	—	—	—	—	0,8	tr.	tr.	—	—	—
14:0 . . . . .	3,1	9,6	0,1	1,0	tr.	2,4	2,7	3,6	2,3	1,4	6,0
14:1 . . . . .	2,8	—	—	1,0	tr.	4,2	1,6	1,5	—	1,4	9,0
16:0 . . . . .	15,2	14,0	21,0	25,1	20,7	15,7	31,3	38,8	34,0	39,0	37,1
16:1 . . . . .	12,1	31,4	4,8	3,0	13,2	—	17,8	3,2	4,0	19,8	8,3
16:2 . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6	—
18:0 . . . . .	5,6	22,5	3,2	13,1	7,0	9,1	1,8	14,2	6,5	8,4	15,8
18:1 . . . . .	21,5	4,7	9,4	25,9	10,6	9,3	4,0	—	10,2	—	3,4
18:2 . . . . .	4,2	—	8,5	—	6,9	—	12,8	7,5	1,1	2,4	4,9
18:3 . . . . .	0,8	—	17,3	—	14,8	—	tr.	—	1,2	—	4,7
20:0 . . . . .	—	—	12,0	5,0	22,1	5,9	—	—	5,8	—	5,1
20:5 . . . . .	—	—	—	—	—	6,4	2,2	—	—	—	—
22:0 . . . . .	5,6	—	16,2	3,0	5,2	4,1	3,6	—	18,4	—	14,3
22:1 . . . . .	2,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22:2 . . . . .	—	—	—	—	—	2,4	—	—	—	—	—
22:6 . . . . .	—	—	—	—	—	3,2	3,6	—	—	—	—

(\*) Viene riportata la composizione percentuale degli acidi grassi nei sedimenti analizzati; non sono indicati alcuni minor-componenti ed i valori corrispondenti ai picchi non identificati del cromatogramma. La prima cifra, nella indicazione degli acidi grassi, indica il numero degli atomi di carbonio, la seconda il numero dei doppi legami.

#### CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI.

La analisi degli acidi grassi nei vari sedimenti è in grado di fornire dati che contribuiscano ad una adeguata caratterizzazione dei sedimenti stessi.

Il suolo di Colle Aperto, prelevato sotto a foglie di faggio in decomposizione <sup>(2)</sup> presenta una composizione in acidi grassi simile a quella del campione 2° di suolo, prelevato a Tavolara, in zona di macchia alta, ed alcune similitudini col campione 1° di Tavolara, prelevato davanti alla grotta dei Fiori d'Arancio, che può essere considerato un guano molto mineralizzato. Gli acidi grassi maggior componenti sono, in questi casi, 18 : 0 e 18 : 1, 16 : 0 e 16 : 1. Il campione 2° di Tavolara si differenzia dal campione 1° della stessa località e dal campione di suolo di Colle Aperto soprattutto per la presenza di 20 : 0, presente anche nel guano delle grotte ed in alcuni sedimenti d'acqua dolce e marini.

Per quanto riguarda i campioni di guano, quello proveniente da Virongo, Venezuela, si presentava particolarmente ricco in microfauna <sup>(3)</sup>, quello del Buco del Frate era di origine molto più recente e non è stato possibile isolare alcuna forma animale, nè per selettura nè per flottazione. Gli acidi grassi maggior componenti sono, nei due casi citati, 16 : 0 e 18 : 1 e la percentuale di acidi grassi non identificati è relativamente piccola. È interessante il raffronto fra i campioni di suolo e quelli di guano. Come evidente anche nel raffronto di due cromatogrammi i campioni di guano possiedono una notevole percentuale di 16 : 0 e tutta la serie degli acidi grassi saturi, da 14 a 22 atomi di carbonio (fig. 2 e 3).

I sedimenti marini, raccolti con una draga a m. 70 di profondità a Bocca Piccola e a m. 80 di profondità a Vervece hanno quale maggior componente l'acido palmitico (16 : 0) ma sono caratterizzati dalla presenza degli acidi grassi poliinsaturi 20 : 5 e 22 : 6. Questi acidi grassi sono caratteristici degli animali presenti nell'ambiente marino, traggono la loro origine nel fitoplankton (Ackman, 1,2) e si mantengono pressoché invariati nel corso di una catena alimentare. Il campione di Vervece <sup>(4)</sup> presenta inoltre uno spettro di acidi grassi che ha notevoli analogie con quello di alcune specie di Molluschi marini, oggetto <sup>(5)</sup> di un precedente lavoro (Tibaldi, 18). Effettivamente il sedimento di Vervece appare costituito per i 2/5 in peso da nicchi di Mollu-

(2) Da questo campione sono stati isolati per selettura: *Lepidocyrtus lanuginosus* (Gmelin), *Isotoma viridis* Bourlet, *Ipogastrura denticulata* (Bagnall) (*Insecta, Collembola*) det. V. Parisi.

(3) Guano prodotto da *Phyllostomus hastatus* Lacépède, (*Chiroptera, Phyllostomatinae*) specie nota per il regime alimentare onnivoro. Da questo campione sono stati isolati per selettura: *Mesoplophora* sp., *Oppia* sp., *Galumna* sp., (*Aracnida, Oribatei*) det. A. Valle.

(4) Nel sedimento di Vervece sono stati identificati *Bittium (Bittium) reticulatum* (Da Costa), *Bittium (Bittium) cfr. lacteum (Philippi)*, *Cerithiopsis (Cerithiopsis) tubercularis* (Montagu), *Alvania (Alvania) montagui* (Payr.), *Alvania (Turbona) cimex* L., *Alvania (Acinopsis) cancellata* (Da Costa), *Alvania (Alvania) cfr. lanciae* (Calcara), *Pusia (Pusiolina) tricolor* (Gmelin), *Gibberula (Gibberula) miliaris* (L.), *Laevicardium (Laevicardium) oblongum* (Chemnitz), *Fujubinus (Fujubinus) exasperatus* (Pennant), *Homalopoma (Homalopoma) sanguineum* (L.), *Turritella (Turritella) communis* Risso; (*Mollusca, Gastropoda*) det. F. Ghisotti.

(5) Sono state studiate le seguenti specie: *Patella coerulea* L., *Natica josephinia* Risso, *Aplysia fasciata* Poiret, *Pleurobranchaea meckeli* Leue, *Ostrea edulis* L., *Loligo vulgaris* Lam., *Octopus vulgaris* Lam. (*Mollusca*).

schì, che in questo caso sono probabilmente i maggiori contribuenti alla formazione del materiale organico del sedimento. Gli acidi grassi 20:0 e 20:5 non sono stati messi in evidenza da Williams [22] nei sedimenti dell'Oceano Pacifico e lo stesso autore spiega il fenomeno come dovuto ad una riduzione

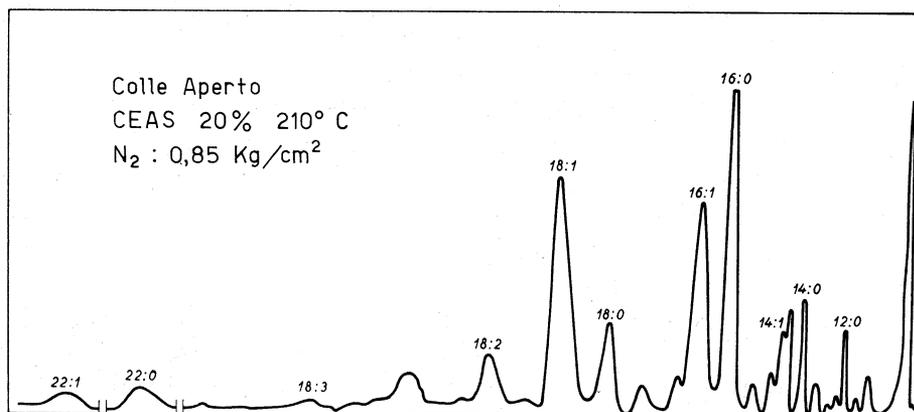


Fig. 2. - Gas-liquido cromatogramma degli acidi grassi estratti da un campione di suolo di Colle Aperto (Bergamo).

Sono indicate le condizioni operative, i numeri sopra i picchi identificati indicano i vari acidi grassi secondo la usuale denominazione.

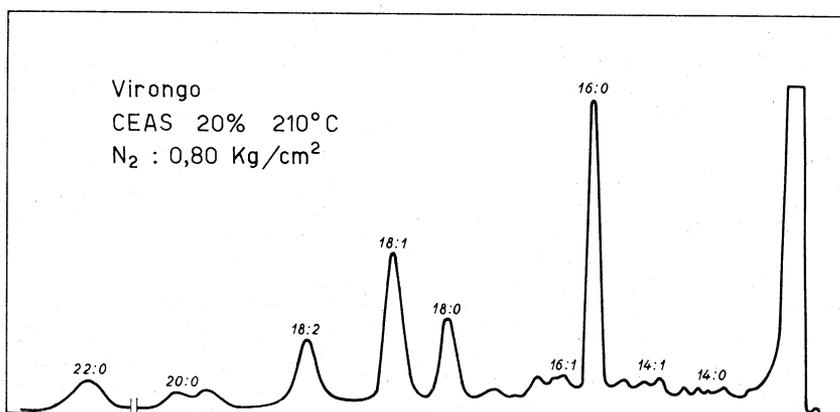


Fig. 3. - Gas-liquido cromatogramma degli acidi grassi estratti da un campione di guano di Virongo (Venezuela).

Sono indicate le condizioni operative, i numeri sopra i picchi identificati indicano i vari acidi grassi secondo la usuale denominazione.

dei doppi legami. In questo caso la presenza degli acidi 20:5 e 22:6 è dovuta al fatto che il sedimento è molto recente. Anche il sedimento di Bocca Piccola presenta un analogo spettro in acidi grassi ed una maggiore percentuale di componenti non identificati (fig. 4).

Anche nel caso di sedimenti d'acqua dolce la composizione degli acidi grassi è in grado di fornire una adeguata caratterizzazione: gli acidi grassi poliinsaturi sono assenti e l'acido palmitico (16:0) è presente in notevole quantità, dal 34 al 39%. Il sedimento del Fiume Lambro, soggetto a note-

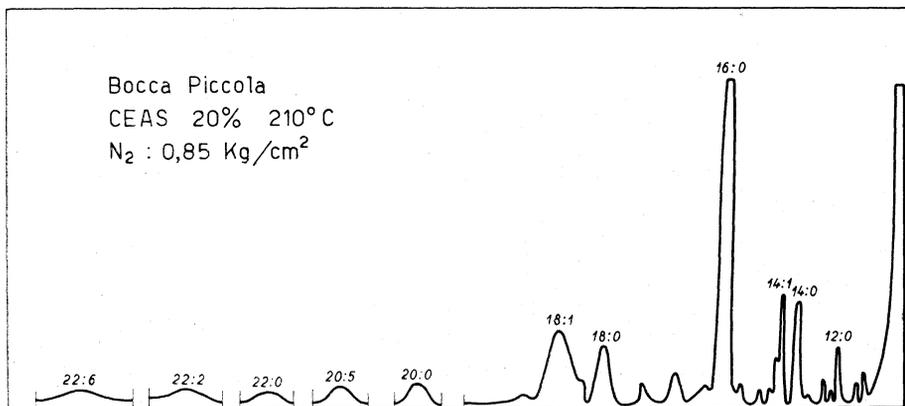


Fig. 4. - Gas-liquido cromatogramma degli acidi grassi estratti da un campione di sedimento marino di Bocca Piccola (Napoli).

Sono indicate le condizioni operative, i numeri sopra i picchi identificati indicano i vari acidi grassi secondo la usuale denominazione.

vole inquinazione di origine industriale e urbana, e nel quale vivono un gran numero di Tubificidi presenta alcune interessanti particolarità (fra i maggior componenti è 18:1 e 22:0) che saranno oggetto di ulteriori ricerche.

In tutti i sedimenti d'acqua dolce studiati sembra che prevalgano gli acidi grassi saturi su quelli insaturi.

#### CONCLUSIONI.

Le applicazioni della analisi gas-cromatografica fino ad oggi non tentata per lo studio degli acidi grassi dei sedimenti biologici di origine terrestre e d'acqua dolce qui riportate in via del tutto preliminare intendono suggerire un metodo per la caratterizzazione dei sedimenti. Tale metodo può fornire interessanti dati da comparare con quello che si conosce, e si conoscerà in futuro, sulla presenza di acidi grassi nei sedimenti antichi [3, 8], la analisi di acidi grassi di sedimenti marini, che fa seguito a quella eseguita da Williams [22], può mettere in luce alcune interessanti osservazioni comparative fra gli acidi grassi estratti da sedimenti biologici recenti di diversa origine. Nei campioni di suolo provenienti da Colle Aperto e da Tavolara, campione 1°, i maggiori componenti sono 16:0 e 16:1; 18:0 è presente come maggior componente nel 1° campione di Tavolara mentre 18:1 è presente come maggior componente nel suolo di Colle Aperto. I campioni di guano provenienti dalla Cueva A. Jahn e dal Buco del Frate hanno in comune, quali maggior componenti, 16:0 e 18:1 e sono fra loro ben differenziabili per la presenza

di 18 : 0 come maggior componente nel guano della Cueva A. Jahn e per la presenza di 16 : 1, 18 : 3 e 20 : 0 quali ulteriori maggiori componenti nel guano del Buco del Frate. I sedimenti marini mediterranei studiati sono caratterizzati dalla presenza di acidi grassi poliinsaturi con 20 e 22 atomi di Carbonio. I sedimenti d'acqua dolce contengono acido palmitico (16 : 0) in percentuale variabile dal 34 al 39 % ed, in genere, prevalgono gli acidi grassi saturi su quelli insaturi <sup>(6)</sup>.

## BIBLIOGRAFIA.

- [1] ACKMAN R. G., *Structural Homogeneity in Unsaturated Fatty Acids of Marine Lipids. A. Review*, « J. Fish. Res. Bd. Canada », 21, 247-254 (1964).
- [2] ACKMAN R. G., JANGAARD P.M., OYLE R. J. e BROCKERHOFF H., *Origin of marine Fatty Acids*, « J. Fish. Res. Bd. Canada », 21, 747-756 (1964)
- [3] ABELSON P. H., HOERING T. C. PARKER P. L., *Fatty Acids in Sedimentary Rocks*, in *Advances in Geochemistry*, U. Colombo, G. D. Hobson ed.; McMillan Co. N.Y., 169-174 (1964).
- [4] BROCKERHOFF H., ACKMAN R. G. e HOYLE R. J., *Specific distribution of Fatty Acids in marine Lipids*, « Arch. Biochem. Biophys », 100, 9-12 (1963).
- [5] BROUARDEL J. e VERNET J., *Recherches experimentales sur la variation, en Méditerranée, de la teneur en Oxygène de l'eau au proche voisinage des sédiments*, « Bull. Inst. Oc. Monaco », III2 (1958).
- [6] BYCHOVSKAYA A. L., *Selective use of butyric acid by some aerobic soil microorganisms*, « Mikrobiologičeskij žurnal », 29, 704-709 (1960).
- [7] CARROL K.K., *Quantitative estimation of peak areas in GLC*, « Nature », 191, 377-378 (1961).
- [8] COOPER J. E., *Fatty Acids in recent and ancient Sediments and in petroleum reservoir Waters*, « Nature » 193, 744-746 (1962).
- [9] DEVÈZE L., *Les éléments biogènes et le cycle de la matière vivante dans le milieu marin*, in *Océanographie Méditerranéenne* Suppl. N. 2 « Vie et Milieu » 86-95, Hermann & C. Ed. Paris (1952).
- [10] PARKER P.L. e LEO R.F., *Fatty Acids in blue-green Algal Mat Communities*, « Science », 148, 373-374 (1965).
- [11] PÉRÉS J.M. e PICARD J., *Les corniches calcaires d'origine biologique en Méditerranée Occidentale*, « Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume », 12, 1-6 (1952).
- [12] POVOLEDO D. e GERLETTI M., *Studies on the sedimentary acid-soluble organic matter from Lake Maggiore (Italy)*. - I.: *Heterogeneity and chemical properties of a fraction precipitated by Ba ions*, « Mem. Ist. Ital. Idrobiol. Pallanza », 17, 115-150 (1964).
- [13] RACKOWSKI, E. W. e EDELSTEIN N. G., *Torfbitumin*. - I.: *Carbonsäuren*, « Brennstoff-Chemie », 13, 46-49 (1932).
- [14] RIVIÈRE A. e VERNET S., *Influence des matières organiques sur la sédimentation des argiles*, « Int. Geol. Congr. », 19, 105-108 (1952).
- [15] RUDOLFS W. e HEINEMANN, B., *Growth promoting substances in sewage and sludge*. - III: *Vitamin C, carotene, aminoacids, fatty acids and naphthyl compounds*, « Sewage Wks. J. », 11, 587-594 (1939).

(6) Le presenti ricerche sono state eseguite nel Laboratorio di Zoologia all'Università statale di Milano. L'autore ringrazia tutti coloro che hanno contribuito a questo lavoro fornendo il materiale da analizzare ed il prof. Fosco Provvedi e Collaboratori, del Laboratorio Provinciale di Igiene e Profilassi di Bergamo, reparto Chimico, ove sono state effettuate le analisi gas-cromatografiche.

- [16] SCHREINER O. e SHOREY E.C., *The isolation of dihydroxystearic acid from soils*, « J. Am. Chem. Soc. », 30, 1599-1607 (1908).
- [17] SCHREINER O. e SHOREY E.C., *Glycerides of Fatty Acids in soils*, « J. Am. Chem. Soc. », 33, 78-80 (1911).
- [18] TIBALDI E., *Ricerche preliminari sugli acidi grassi di alcune specie di Molluschi marini*, « Rend. Accad. Naz. Lincei, (Sc. Fis.) », 40, 921-925 (1966).
- [19] TITOW N., *Über die Bitumina des Sphagnum torphes*, « Brennstoff-Chem. », 32, 266-269 (1932).
- [20] TRASK P. D. e WU C. C., *Does Petroleum form in Sediments at time of deposition ?*, « Bull. Am. Ass. Petr. Geol. », 14, 1451-1463 (1930).
- [21] VALLENTYNE J. R., *The molecular nature of organic matter in lakes and oceans, with lesser reference to sewage and terrestrial soils*, « J. Fish. Res. Bd. Canada », 14, 33-82 (1957).
- [22] WILLIAMS P. M., *Fatty Acids derived from lipids of marine origin*, « J. Fish. Res. Bd. Canada », 22, 1107-1122 (1965).
- [23] ZALOZIECKI R. e HAUSMAN J., *Peat Wax*, « Z. angew. Chem. », 27 1141-1143 (1907).