

ANNA MARIA MANNINO

OSSERVAZIONI MORFO-ANATOMICHE
SU *LITHOPHYLLUM LICHENOIDES* PHILIPPI
(CORALLINACEAE, RHODOPHYTA)

RIASSUNTO

Vengono riportati i dati relativi ad uno studio morfo-anatomico effettuato su campioni di *Lithophyllum lichenoides* Philippi (Corallinaceae, Rhodophyta) e di *Tenarea undulosa* Bory, specie tipo del genere *Tenarea*, genere in cui in passato il *Lithophyllum lichenoides* era stato incluso con il nome *Tenarea tortuosa* (Esper) Lemoine. Le informazioni fornite dalle tecniche di microscopia utilizzate (M.O., M.P., S.E.M.) hanno evidenziato sostanziali differenze tra le due specie in oggetto, sia nella morfologia che nell'anatomia del tallo. Tali differenze consentono di escludere l'appartenenza di *Lithophyllum lichenoides* al genere *Tenarea*. Il nome *Tenarea tortuosa* non può pertanto ritenersi valido per il taxon in esame, che va dunque inquadrato nel genere *Lithophyllum* con il nome *Lithophyllum lichenoides*.

SUMMARY

Morpho-anatomical observations on Lithophyllum lichenoides Philippi (Corallinaceae, Rhodophyta). Data regarding a morpho-anatomical study carried out on samples of *Lithophyllum lichenoides* Philippi (Corallinaceae, Rhodophyta) and of *Tenarea undulosa* Bory are here reported. *Tenarea undulosa* is the type species of the genus *Tenarea* in which *Lithophyllum lichenoides* was previously included as *Tenarea tortuosa* (Esper) Lemoine. The information supplied by the microscopic technics used (O.M., P.M., S.E.M.) have showed substantial differences between the two species studied, both in the morphology and in the anatomy of the thallus. These differences allow to exclude the belonging of *Lithophyllum lichenoides* to genus *Tenarea*. Therefore the name *Tenarea tortuosa* cannot be considered valid for the taxon examined, that must be enclosed in the genus *Lithophyllum* with the name *Lithophyllum lichenoides*.

INTRODUZIONE

Le Rhodophyceae calcaree svolgono un ruolo fondamentale nel funzionamento degli ecosistemi marini sia per il concrezionamento calcareo di cui sono responsabili sia per la biomassa che rappresentano. Appartengono all'ordine Corallinales (SILVA e JOHANSEN, 1986) che comprende una sola famiglia, le Corallinaceae, a sua volta divisa in sette sottofamiglie (WOELKERLING, 1988). Tra le Corallinaceae quelle a tallo crostoso sono le più comuni e presentano una maggiore varietà di forme. Il tallo di queste alghe in cui è riconoscibile una superficie dorsale ed una ventrale, è pseudoparenchimatico ed è caratterizzato da una struttura multiassiale risultante dall'insieme di file cellulari più o meno coalescenti tra di loro che si differenziano dando origine rispettivamente ad un ipotallo, un peritallo ed un epitallo (CABIOCH, 1972 e 1988), vedi Tav. 1; la crescita avviene poi ad opera di cellule iniziali da cui derivano meristemi terminali ed intercalari. Recentemente WOELKERLING (1988), nella sua monografia sulle Corallinaceae non articolate, ha introdotto una nuova terminologia che tiene conto anche delle relazioni ontogenetiche esistenti tra i filamenti del tallo. Secondo l'autore i talli pseudoparenchimatici possono presentare una organizzazione dorsoventrale (es. *Lithophyllum*), radiale, isobilaterale (es. *Tenarea*) o una combinazione di quella dorsoventrale e di quella radiale; nei talli ad organizzazione dorsoventrale l'autore distingue poi due diverse strutture: una «monomera» ed una «dimera» (WOELKERLING, 1988).

Il genere *Lithophyllum* Philippi, appartenente alla famiglia delle Corallinaceae ed alla sotto-famiglia delle Lithophylloideae (Setchell, emend. Cabioch), racchiude in sé il maggior numero di specie calcaree sia fossili che attuali. Nel Mediterraneo troviamo rappresentate ben otto specie e precisamente: *Lithophyllum decussatum* (Ellis et Solander) Philippi, *Lithophyllum dentatum* (Kuetzing) Foslie, *Lithophyllum expansum* Philippi, *Lithophyllum incrustans*

Tavola 1

Organizzazione anatomica del tallo nelle Corallinaceae (da CABIOCH J., 1972 modificato)

IOTALLO	-	dato da uno o più filamenti disposti parallelamente, che assicurano l'espansione del tallo. L'ipotallo pluristratificato viene poi distinto in: semplice, coassiale e piumoso (JOHNSON, 1961)
PERITALLO	-	dato da filamenti eretti originatisi per divisione delle cellule dell'ipotallo e che può essere ridotto o anche assente
EPITALLO	-	dato da uno o più strati di piccole cellule che svolgono una funzione sia protettrice che secretrice. Intervengono infatti nel processo di calcificazione e nella formazione della matrice polisaccaridica esterna

Philippi, *Lithophyllum lichenoides* Philippi, *Lithophyllum lobatum* Lemoine, *Lithophyllum racemus* (Lamarck) Foslie e *Lithophyllum trochanter* Bory.

PHILIPPI (1837) istituì questo genere per raggruppare le alghe calcaree caratterizzate dalla presenza di espansioni fogliari che fino a quel momento, proprio per la loro natura calcarea, erano state considerate come organismi animali e classificate come Nullipori (LAMARCK, 1816 e 1836). Attualmente per la descrizione dei generi appartenenti alle alghe rosse calcaree non ci si basa più sulla morfologia esterna del tallo bensì sulle caratteristiche anatomiche e riproduttive (ADEY, 1970; CABIOCH, 1972, 1971b, 1988; GIRAUD e CABIOCH, 1977; JOHANSEN, 1976 e 1981; WOELKERLING, 1988; WOELKERLING *et alii*, 1985).

Basandosi su raccolte provenienti dalle coste della Sicilia, PHILIPPI (1837) assegnò quattro specie al genere *Lithophyllum*: *Lithophyllum expansum*, *Lithophyllum incrustans*, *Lithophyllum lichenoides* e *Lithophyllum decussatum*; tra queste FOSLIE (1898) scelse in seguito, come lectotipo del genere, *Lithophyllum incrustans*.

Numerosi autori si sono già occupati precedentemente di questa specie, come testimonia la ricca bibliografia a tutt'oggi esistente (BORY, 1832; ESPER,

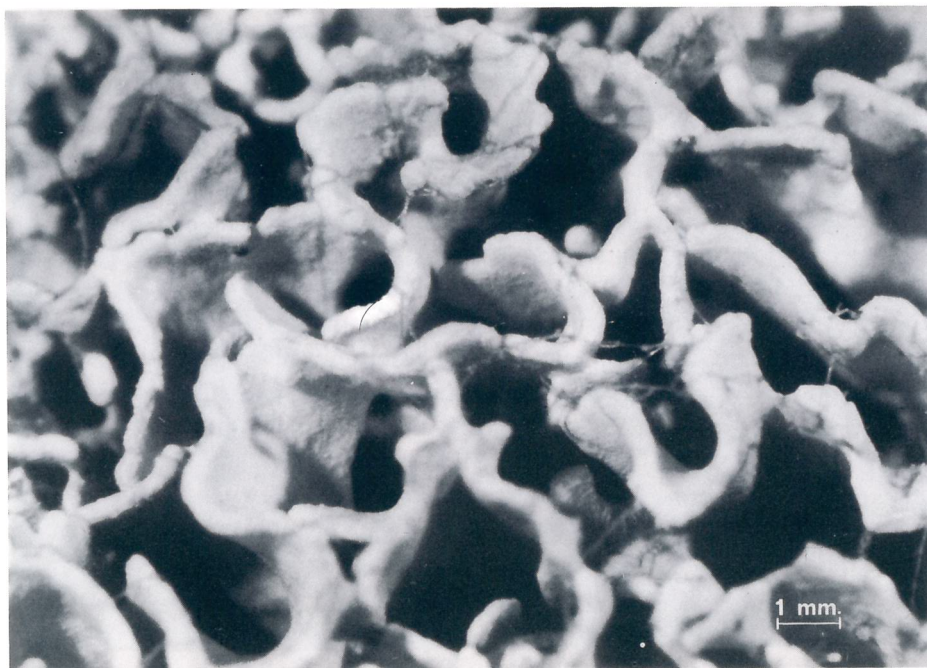


Fig. 1 — Habitus di una porzione del tallo di *Lithophyllum lichenoides* Philippi.



Fig. 2 — Habitus di una porzione del tallo di *Lithophyllum lichenoides* Philippi f. *crassa*.

1796; LEMOINE, 1910; HUVÈ, 1957; WOELKERLING, 1983; WOELKERLING *et alii*, 1985; BRESSAN e GHIRARDELLI, 1993).

Grande interesse ha dunque suscitato *Lithophyllum lichenoides*, scaturito certamente per buona parte dalle problematiche nomenclaturale e tassonomica che questa specie ha posto agli studiosi. Il presente lavoro, che si inserisce nell'ambito di una ricerca condotta sul popolamento a *Lithophyllum lichenoides* Philippi, realizzato nel litorale di Palermo (Sicilia nord-occidentale) (MANNINO, 1992a e 1992b), vuole essere un contributo alle attuali conoscenze sull'anatomia e la morfologia di questa Rhodophyceae (Figg. 1 e 2), che con i suoi talli calcarei contribuisce alla costruzione del tipico marciapiede calcareo («Trottoir») presente lungo le coste alte e frastagliate del Mediterraneo occidentale. A tal fine è stato condotto uno studio morfo-anatomico sulla specie in oggetto, inoltre, poiché in passato *Lithophyllum lichenoides* era stato incluso nel genere *Tenarea* Bory con il nome *Tenarea tortuosa* (Esper) Lemoine (LEMOINE, 1911), ho ritenuto opportuno effettuare in parallelo analoghe osservazioni su campioni di *Tenarea undulosa* Bory (Figg. 3 e 4), specie tipo del genere *Tenarea*.

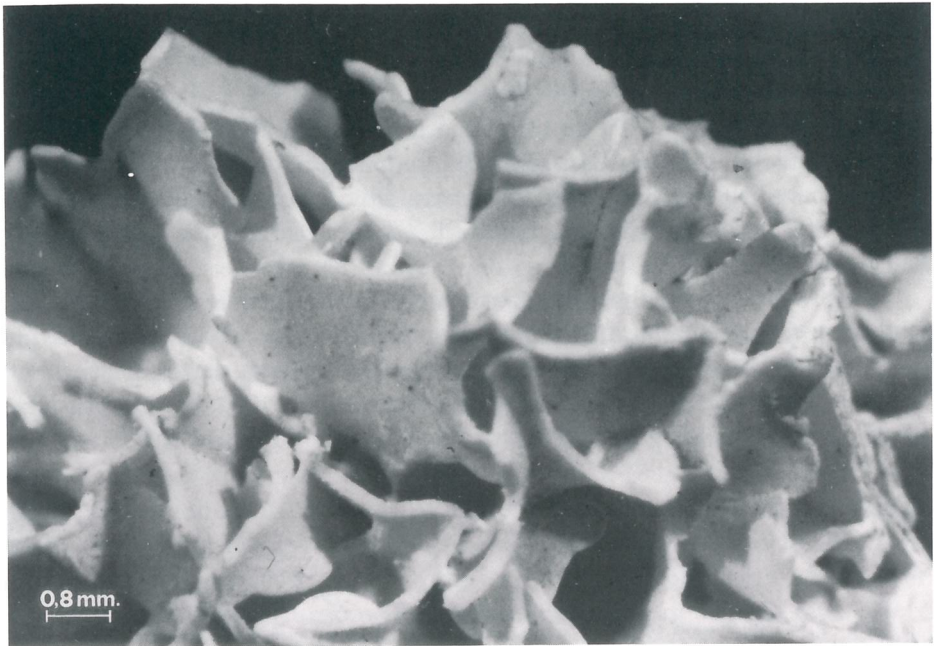


Fig. 3 — Habitus di una porzione del tallo di *Tenarea undulosa* Bory.

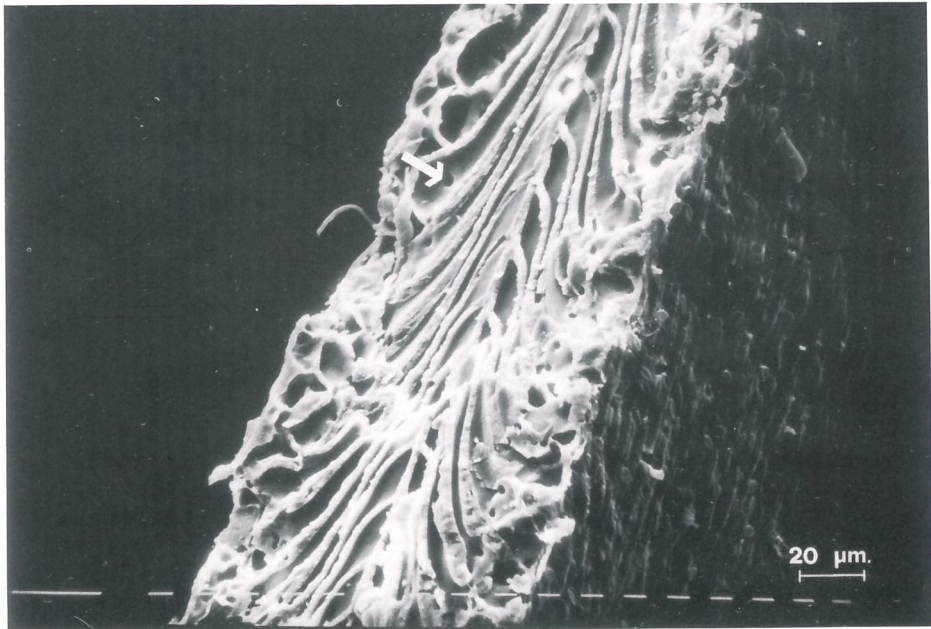


Fig. 4 — Sezione longitudinale di una lamella di *Tenarea undulosa* Bory. Si notano due file di cellule midollari allungate e numerose sinapsi 2° (freccia).

METODOLOGIA

Le osservazioni sono state effettuate su esemplari di *Lithophyllum lichenoides* Philippi provenienti da tre stazioni ubicate nel litorale compreso tra Punta Mondello e Punta Barcarello (Sicilia nord-occidentale) ed indicate rispettivamente staz. 1 (C. Gallo Motomar), staz. 2 (C. Gallo Faro) e staz. 3 (Barcarello), vedi Fig. 5, e su campioni di *Tenarea undulosa* Bory provenienti dall'Egeo.

Si è ricorsi essenzialmente a tre tecniche di microscopia: microscopio ottico, microscopio polarizzatore e microscopio elettronico a scansione (S.E.M.), per le quali si sono resi necessari approcci metodologici differenziati.

Per la microscopia ottica i campioni sono stati fissati con una soluzione neutra di formaldeide al 4% in acqua di mare, quindi decalcificati (soluzione

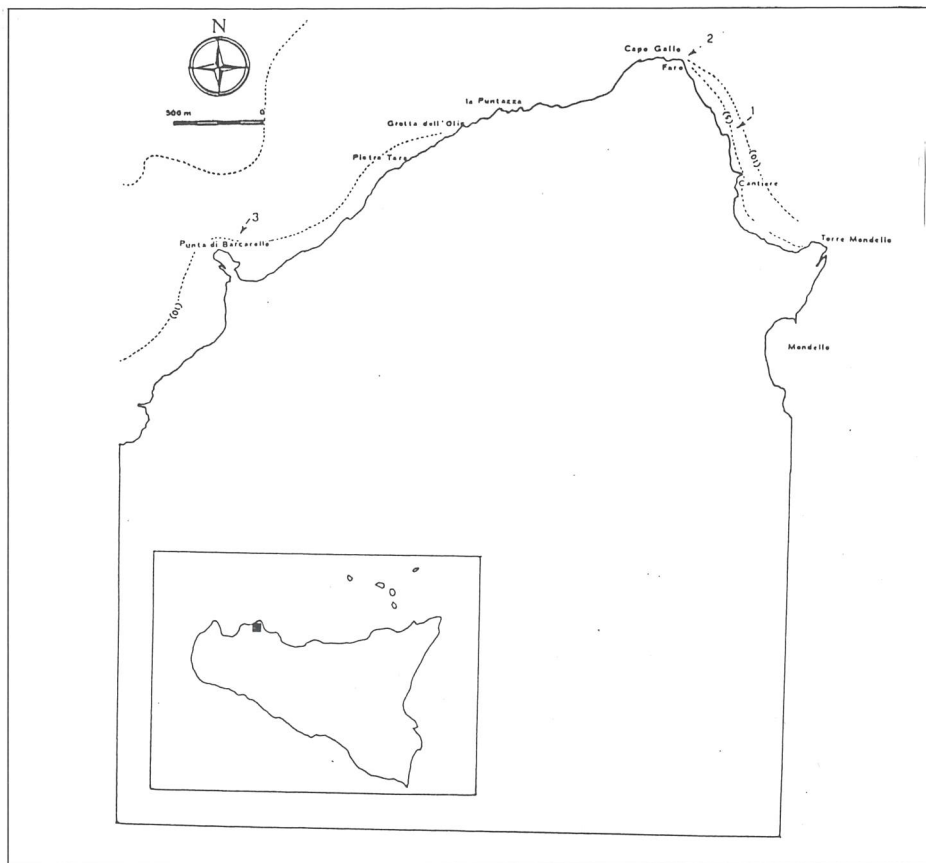


Fig. 5 — Cartina delle stazioni di rilevamento.

di Tellyesniczki), disidratati, inclusi in paraffina e sezionati. Le sezioni, montate su vetrini porta-oggetto, sono state colorate con una soluzione acquosa di blu di anilina al 5% (3-4 minuti); sono stati quindi preparati dei vetrini permanenti con il Balsamo del Canada.

Le osservazioni al microscopio polarizzatore sono state effettuate su sezioni sottili operando con luce bianca trasmessa e polarizzata. Per la preparazione delle sezioni sottili, i campioni sono stati inglobati e consolidati a caldo con una resina epossidica (Araldite); una volta sezionati (spessore di alcuni mm), sono stati montati su dei vetrini porta-oggetto. Le sezioni sono state opportunamente smerigliate, mediante polveri a granulometria tarata, in modo da ottenere uno spessore omogeneo di circa 30 μm al fine di standardizzare le proprietà diagnostiche rispetto allo spessore.

Per il S.E.M. ci si è avvalsi delle tecniche di preparazione usate già da diversi autori (BOROWITZKA *et alii*, 1974; BAILEY e BISALPUTRA, 1970; GARBARY, 1978). Sono stati utilizzati campioni fissati, lavati con acqua distillata ed accuratamente ripuliti dagli epifiti e dal detrito; una volta essiccati i campioni sono stati ricoperti con oro o con carbonio. Le condizioni strumentali sono state variabili, in funzione del livello di emissione della zona sotto osservazione; in genere si è comunque operato con una E.H.T. (extra high tension) di 20 kv ed una W.D. (working distance) di 15 mm. Le osservazioni sono state effettuate con un S.E.M. Philips (mod. PSM 500) e con un S.E.M. della Cambridge Instruments (mod. stereoscan 360).

RISULTATI

Le osservazioni relative alla morfologia esterna del tallo hanno evidenziato che *Lithophyllum lichenoides* risulta formato da una crosta basale incrostante saldamente il substrato da cui si dipartono numerose lamelle avventizie, più o meno anastomizzate tra loro che conferiscono un caratteristico aspetto alveolato (Fig. 1). Nelle stazioni con intenso idrodinamismo è stata rinvenuta anche la forma *crassa* di *Lithophyllum lichenoides* (vedi Fig. 2), tipica degli ambienti battuti (FELDMANN, 1937), che è caratterizzata da lamelle terminanti con delle escrescenze più o meno spinose.

Sulla superficie esterna del tallo, osservata al S.E.M., sono stati osservati dei pori di 5-6 μm (Fig. 6), separati da regioni calcificate, che rappresentano ciò che rimane delle cellule epitalliche, a seguito dei trattamenti cui vengono normalmente sottoposti i campioni per le osservazioni al S.E.M.

La mancanza di uniformità della calcificazione determina, infatti, nel materiale trattato con il solo essiccamento all'aria, uno schiacciamento là dove lo spessore della parete calcificata è esiguo e quindi il collassamento delle cellule

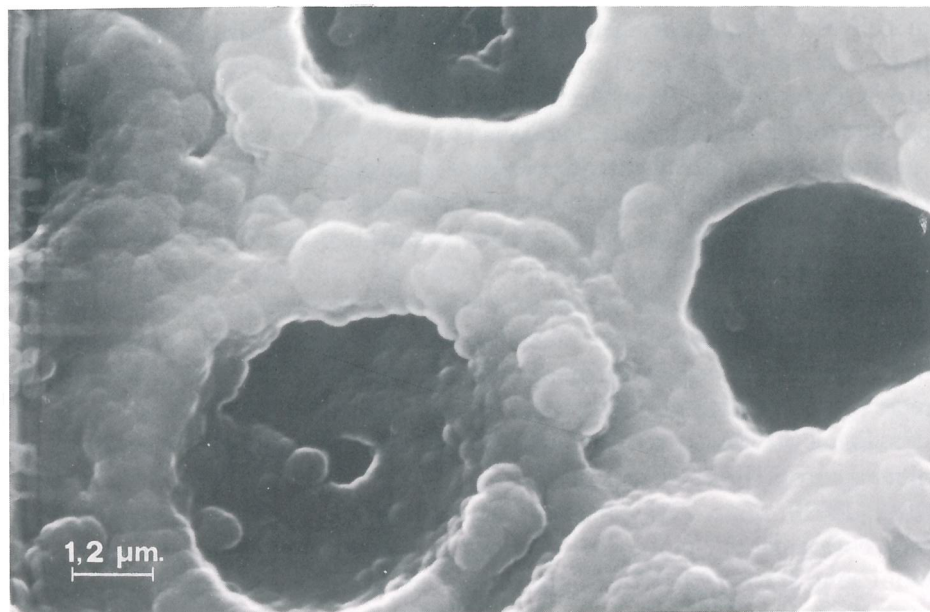


Fig. 6 — Cellule epitalliche di *Lithophyllum lichenoides* Philippi in visione superficiale. Si notano sinapsi 2° tra le cellule di strati sovrapposti.

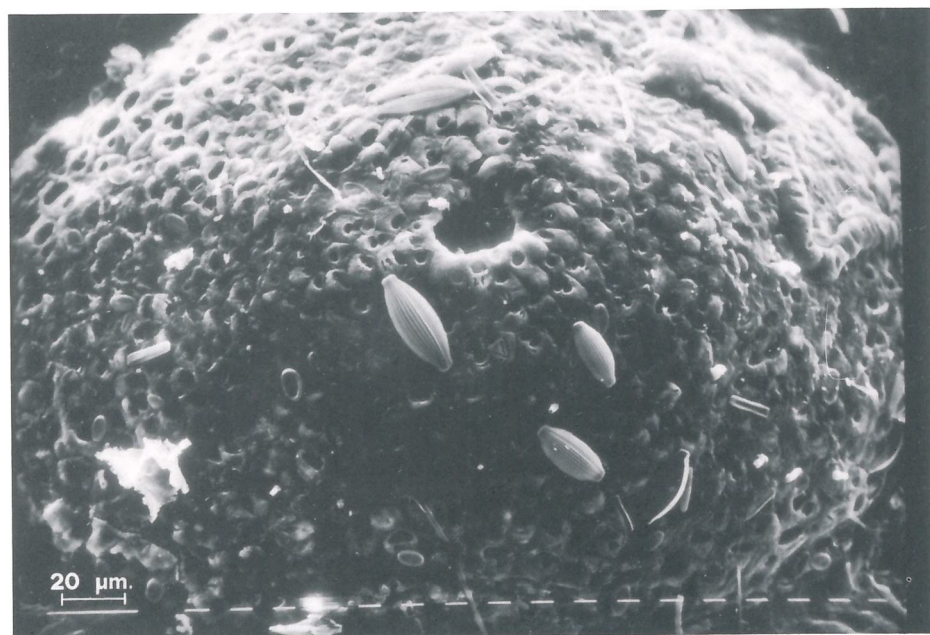


Fig. 7 — Concettacolo tetrasporangiale uniporo di *Lithophyllum lichenoides* Philippi in visione superficiale. Sulla superficie si notano alcune diatomee bentoniche.

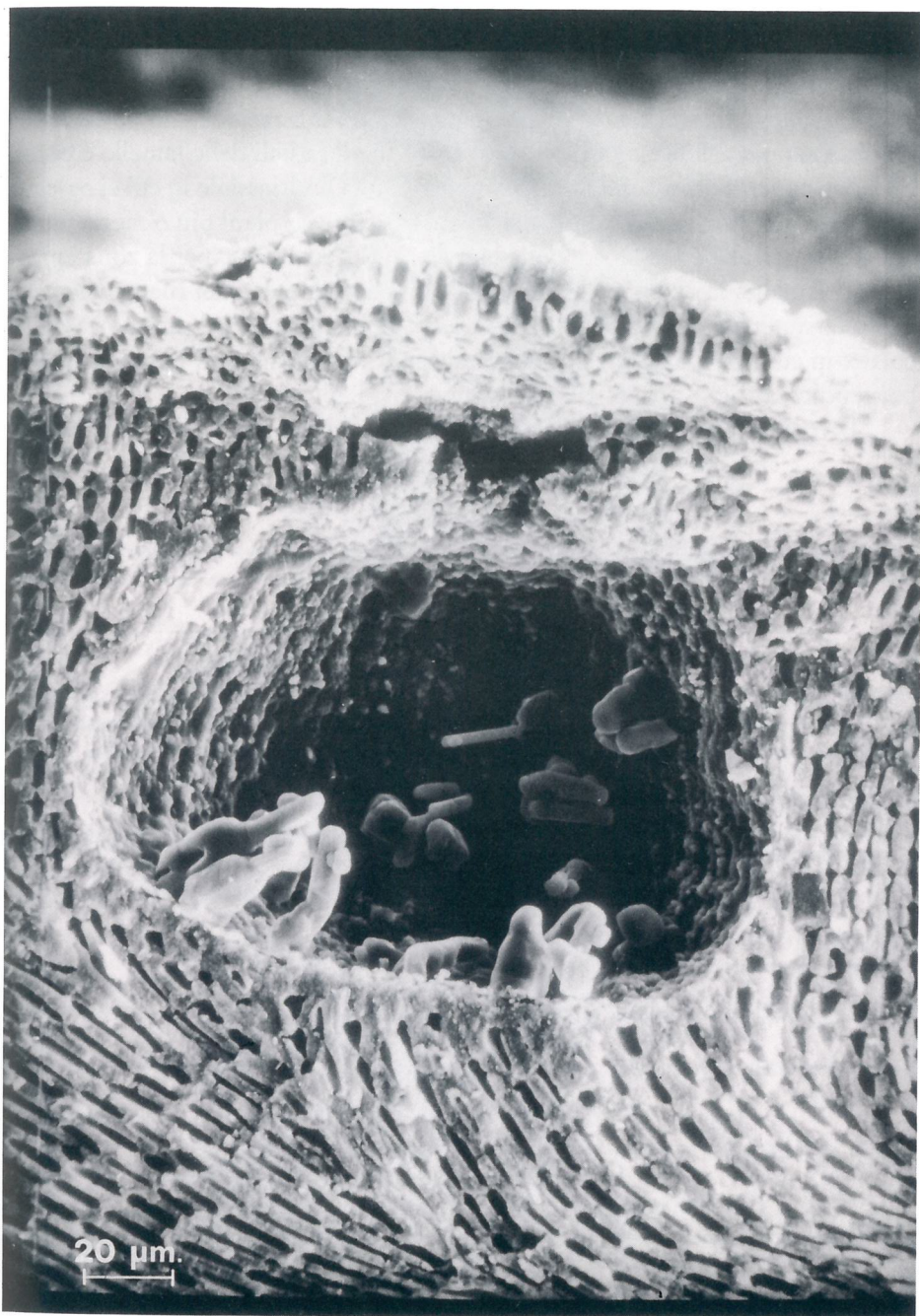


Fig. 8 — Sezione longitudinale di un concettacolo di *Lithophyllum lichenoides* Philippi.

(GARBAR, 1978; GHIRARDELLI e BRESSAN, 1980; WOELKERLING, 1988). Sulla superficie delle lamelle sono stati, inoltre, osservati numerosi concettacoli asessuati, poco sporgenti ed unipori, in cui erano presenti tetraspore del tipo zonato (Figg. 7 e 8).

Lithophyllum lichenoides presenta un'organizzazione dorso-ventrale (WOELKERLING, 1988); nelle sezioni longitudinali radiali delle lamelle è possibile distinguere, nella zona centrale, una medulla multiassiale in cui si osserva che l'asse maggiore delle cellule dei filamenti giace su piani più o meno paralleli alla superficie ed all'apice della lamella. Fatta eccezione per la zona apicale delle lamelle, la porzione terminale della maggior parte dei filamenti curva verso la superficie esterna del tallo, questi filamenti nell'insieme formano il cortex in cui l'asse maggiore delle cellule si orienta sempre di più in un piano perpendicolare alla superficie della lamella (Figg. 9 e 10).

Il cortex risulta poi coperto dall'epitallo, che è composto dalle cellule

Tavola 2

Dati anatomici relativi a *Lithophyllum lichenoides* Philippi (A) e *Tenarea undulosa* Bory (B)

(A)	(B)
<p>IPOTALLO più file cellulari che si raddrizzano a formare il peritallo (crosta basale) dimensioni delle cellule: 15-18 μm \times 4-5 μm</p> <p>pluristratificato, con cellule rettangolari (lamelle) dimensioni delle cellule: 16-30 μm \times 6 μm</p> <p>PERITALLO file cellulari più o meno lasse (crosta basale) dimensioni delle cellule: 10-14 μm \times 5 μm</p> <p>pluristratificato, con cellule rettangolari (lamelle) dimensioni delle cellule: 10-16 μm \times 6 μm</p> <p>EPITALLO 3-4 strati di cellule (6 μm)</p> <p>CONCETTACOLI asessuati, diametro: 140-170 μm</p> <p>TETRASPORE zonate, dimensioni: 20-35 μm \times 40-70 μm</p>	<p>IPOTALLO monostromatico, cellule lunghe e sinuose 35-45 μm \times 4-8 μm (crosta basale) 75-90 μm \times 5-18 μm (lamelle)</p> <p>PERITALLO monostromatico, cellule rettangolari 10-16 μm \times 12-18 μm (lamelle) 12-18 μm \times 8-10 μm (crosta basale)</p> <p>EPITALLO cellule triangolari (4-6 μm)</p> <p>CONCETTACOLI asessuati diametro 300-450 μm \times 400-500 μm</p> <p>TETRASPORE zonate 16-28 μm \times 30-45 μm</p>

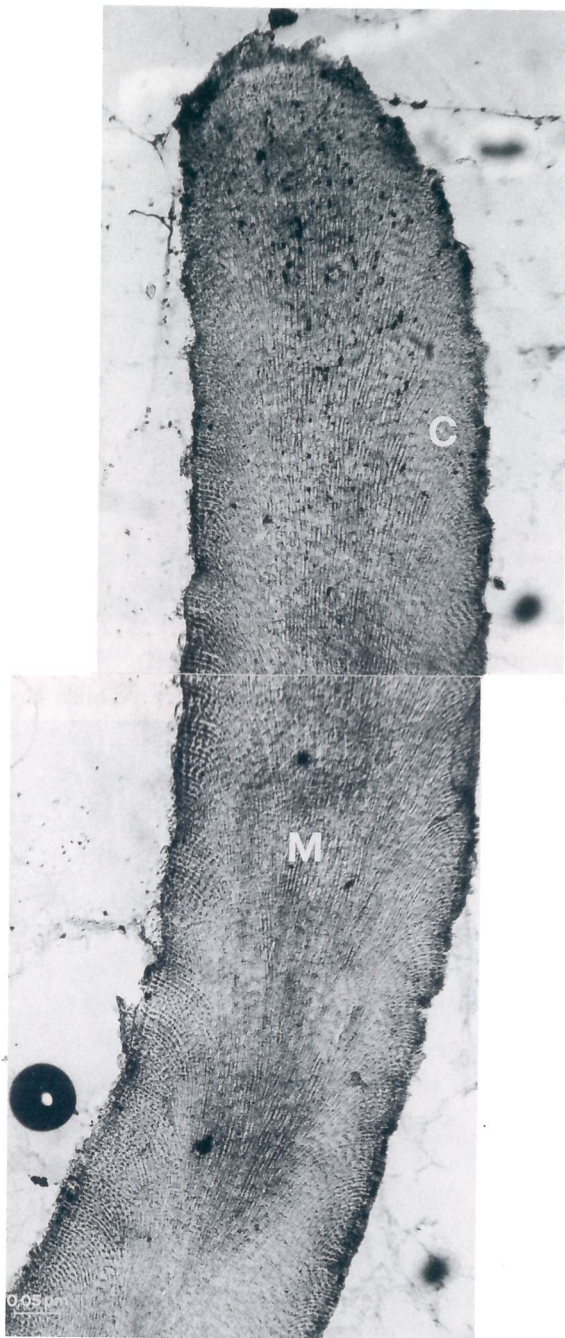


Fig. 9 — Sezione longitudinale di una lamella di *Lithophyllum lichenoides* Philippi. Si notano la medulla (M) ed il cortex (C), formato quest'ultimo da filamenti che curvano verso la superficie esterna.

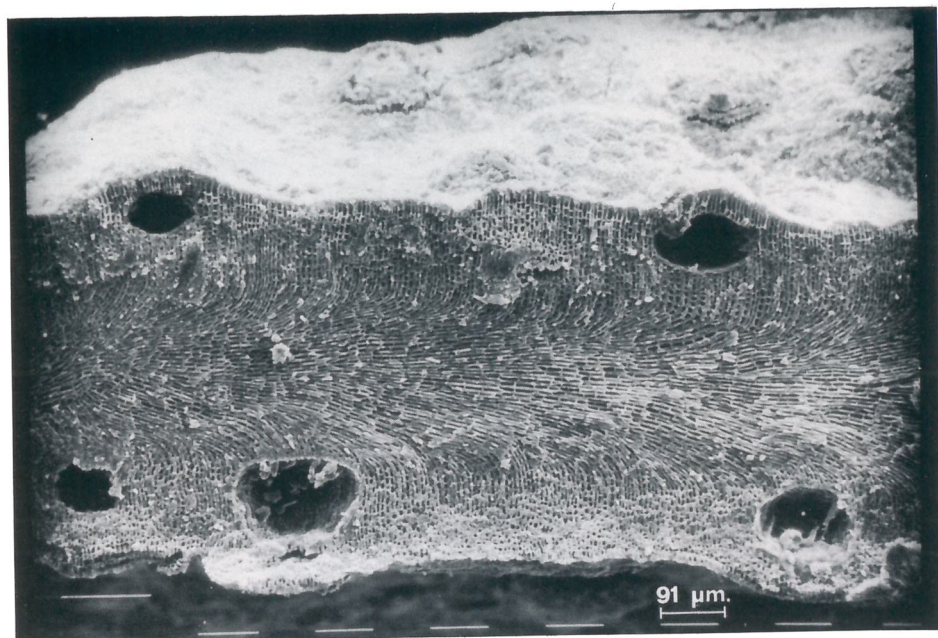


Fig. 10 — Sezione longitudinale di una lamella di *Lithophyllum lichenoides* Philippi. Si notano numerosi concettacoli tetrasporangiali.

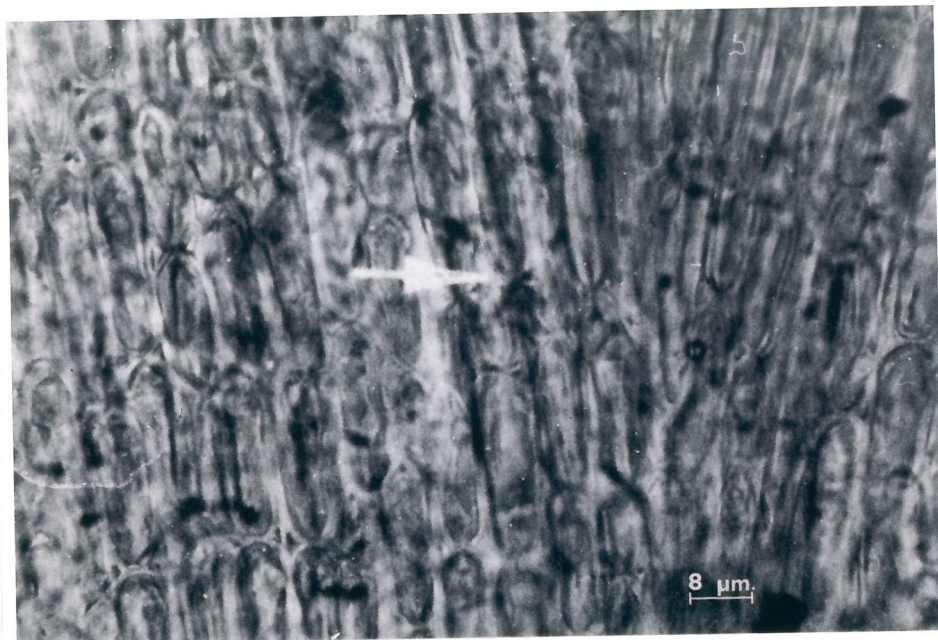


Fig. 11 — Sezione longitudinale di una lamella di *Lithophyllum lichenoides* Philippi in cui si evidenziano sinapsi 2° tra le cellule (freccia).

terminali, non meristematiche, dei filamenti. Tra le cellule midollari e corticali di filamenti contigui sono state evidenziate numerose sinapsi secondarie (Fig. 11); non sono state invece osservate fusioni cellulari. I dati relativi alle osservazioni morfo-anatomiche effettuate su *Lithophyllum lichenoides* Philippi sono stati sintetizzati nella Tav. 2. Nella Tav. 2 sono stati riportati anche i dati riguardanti analoghe osservazioni effettuate sui campioni di *Tenarea undulosa* Bory.

CONCLUSIONI

Le informazioni fornite dalle tre tecniche di microscopia hanno permesso di tracciare un quadro abbastanza completo sulla morfologia e sull'anatomia di *Lithophyllum lichenoides*. Delle tre tecniche utilizzate, la microscopia elettronica è quella che ha certamente dato il maggior contributo; le osservazioni effettuate al S.E.M. hanno infatti fornito numerose informazioni sia sulla morfologia esterna sia sull'anatomia del tallo di *Lithophyllum lichenoides*, supportate tra l'altro da una ricca documentazione fotografica. I risultati di queste osservazioni (vedi Tav. 2), hanno trovato pieno riscontro nei dati riportati in letteratura (HUVÈ, 1957; BRESSAN, 1974). Inoltre, l'analisi comparativa tra i dati relativi a *Lithophyllum lichenoides* e *Tenarea undulosa* ha messo in evidenza sostanziali differenze sia nella morfologia che nell'anatomia del tallo (vedi Tav. 2), che confermano pienamente i dati riportati in letteratura (HUVÈ, 1957; BRESSAN, 1974; CABIOCH, 1971a e 1972; WOELKERLING, 1983 e 1988; WOELKERLING *et alii*, 1985). Poiché nei campioni di *Lithophyllum lichenoides* non sono stati osservati i caratteri morfo-anatomici propri del genere *Tenarea*, il nome *Tenarea tortuosa* (Esper) Lemoine non può ritenersi valido. Le indagini effettuate confermano dunque quanto già affermato da altri autori (WOELKERLING, 1983; WOELKERLING *et alii*, 1985) secondo cui, in accordo con l'interpretazione originaria di Philippi (1837), il taxon in esame va inquadrato nel genere *Lithophyllum* con il nome di *Lithophyllum lichenoides*.

Ringraziamenti — Si ringrazia il Prof. G. Giaccone per i preziosi consigli e per la revisione critica del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

- ADEY W.H., 1970 — A revision of the Foslie crustose coralline herbarium. — *K. norske Vidensk. Selsk. Skr.*, (1): 1-46.
BAILEY A., BISALPUTRA T., 1970 — A preliminary account of the application of thin-sectioning,

- freeze-etching and scanning microscopy to the study of coralline algae. — *Phycologia*, 9: 83-101.
- BOROWITZKA M.A., LARKUM A.W.D. e NOCKOLDS C.E., 1974 — A scanning electron microscope study of the structure and organization of the calcium carbonate deposits of algae. — *Phycologia*, 13 (3): 195-203.
- BORY DE SAINT-VINCENT J.B.G.H., 1832 — Notice sur les polypiers de la Grèce. — *Expéd. Sci. Morée (Sect. Sci. Phys.)*, 3 (1): 204-209, pl. 54.
- BRESSAN G., 1974 — Rodoficee calcaree dei mari italiani. — *Boll. Soc. Adriat. Sci. nat.*, 59: 1-132.
- BRESSAN G. e GHIRARDELLI L., 1993 — General features and calcification in Corallinales: a survey. — *Giorn. Bot. Ital.*, vol. 127, 3: 474-483.
- CABIOCH J., 1971a — Etude sur les Corallinacées. I. Caractères généraux de la Cytologie. — *Cab. Biol. mar.*, 12: 121-186.
- CABIOCH J., 1971b — Essai d'une nouvelle classification des Corallinacées actuelles. — *C. R. hebd. Séanc. Acad. Sci.*, Paris 272 D: 1616-1619.
- CABIOCH J., 1972 — Etude sur les Corallinacées. II. La morphogenèse: conséquences systématiques et phylogénétiques. — *Cab. Biol. mar.*, 13: 137-288.
- CABIOCH J., 1988 — Morphogenesis and generic concepts in Coralline algae - a reappraisal. — *Helgolander Meeresunters.*, 42: 493-509.
- CABIOCH J., GIRAUD G., 1974 — Remarques sur l'ultrastructure des thalles de certaines Corallinacées. — *J. Microscopie*, 20, 33a.
- ESPER E.G.C., 1796 — Fortsetzungen der Pflanzenzhiere in Abbildungen. Vol. 1, Parts 5-6 (117-168 pp.) — Raspe, Nurnberg.
- FELDMANN J., 1937 — Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée: la cote des Albères. — *Imprimerie Wolf*, Rouen: 339 pp.
- FOSLIE M., 1898 — Systematical survey of the *Lithothamnia*. — *K. norske Vidensk. Selsk. Skr.*, (2): 1-7.
- GARBARY D.J., 1978 — An introduction to the scanning electron microscopy of red algae. 205-222 pp. In: «Modern Approaches to the Taxonomy of Red and Brown Algae» (Ed. by D.E.G. Irvine and J.H. Price). — *Academic Press*, London. Special 10, 205-222.
- GHIRARDELLI L.A. e BRESSAN G., 1980 — L'impiego del microscopio elettronico a scansione nello studio delle alghe rosse calcaree: tecniche di preparazione. — *Nova Thalassa*, vol. 4: 195-201.
- GIRAUD G., CABIOCH J., 1977 — Caractères généraux de l'ultrastructure des Corallinacées. — *Revue algol.*, 12: 45-60.
- HUVÈ H., 1957 — Sur l'individualité générique du *Tenarea undulosa* Bory 1832 et du *Tenarea tortuosa* (Esper) Lemoine 1911. — *Bull. Soc. bot. Fr.*, 104: 132-140.
- JOHANSEN H.W., 1976 — Current status of generic concepts in coralline algae (Rhodophyta). — *Phycologia*, 15: 221-244.
- JOHANSEN H.W., 1981 — Coralline Algae, A First Synthesis. — *CRC Press*, Boca Raton, Florida, (vii) + 239 pp.
- JOHNSON J.H., 1961 — Limestone - building Algae and Algal Limestones. — *Colorado School of Mines: Golden, Colorado*, xi + 297 pp.
- LAMARCK J.B., 1816 — Histoire Naturelle des Animaux sans Vertèbres. — Vol. 2 Verdiere, Paris, 683 pp.
- LAMARCK J.B., 1836 — Histoire Naturelle des Animaux sans Vertèbres. 2nd ed., Vol. 2. — J.B. Ballière, Paris, 683 pp.
- LEMOINE Mme. P., 1910 — Essai de classification des Mélobésiée basée sur la structure anatomique. — *Bull. Soc. bot. Fr.*, 57: 323-331, 367-372.
- LEMOINE Mme. P., 1911 — Structure anatomique des Mélobésiées. Application à la classification. — *Ann. Inst. Océanogr. Monaco*, 2: 1-213.

- MANNINO A.M., 1992a — Struttura e composizione mineralogica dei depositi calcarei in *Lithophyllum lichenoides* Philippi (Rhodophyceae, Corallinales). — *Naturalista sicil.*, S. 4, XVI (1-2): 27-38.
- MANNINO A.M., 1992b — Studio fitosociologico della vegetazione mesolitorale a *Lithophyllum lichenoides* Philippi (Rhodophyceae, Corallinales). — *Naturalista sicil.*, S. 4, XVI (1-2): 3-25.
- PHILIPPI R., 1837 — Beweis dass die Nulliporen Pflanzen sind. — *Arch. Naturgesch.*, 3: 387-393.
- SILVA P.C., JOHANSEN H.W., 1986 — A reappraisal of the order Corallinales (Rhodophyceae). — *Br. phycol. J.*, 21: 245-254.
- WOELKERLING Wm. J., 1983 — A taxonomic reassessment of *Lithophyllum* Philippi (Corallinales, Rhodophyta) based on studies of R.A. Philippi's original collections. — *Br. phycol. J.* 18: 299-328.
- WOELKERLING Wm. J., 1988 — The Coralline Red Algae. — *British Mus. (Natural History), Oxford Univ. Press, London & Oxford*, 268 pp.
- WOELKERLING Wm. J., CHAMBERLAIN Y.M. e SILVA P.C., 1985 — A taxonomic and nomenclatural reassessment of *Tenarea*, *Titanoderma* and *Dermatolithon* (Corallinales, Rhodophyta) based on studies of type and other critical specimens. — *Phycologia*, 24: 317-337.

Nota presentata nella riunione scientifica del 10.IV.1992

Indirizzo dell'Autore — ANNA MARIA MANNINO, Dipartimento di Scienze Botaniche, Via Archirafi, 38 - 90123 Palermo (I).