

Osservazioni sulla struttura del guscio di alcuni rappresentanti della famiglia Spirillinidae Reuss 1862

I. DIENI - F. MASSARI

Istituto di Geologia
dell'Università di Padova

(manoscritto ricevuto il 30 maggio 1965)

RIASSUNTO — Vengono prese in considerazione le strutture del guscio di varie specie di Spirillinidae del Valanginiano superiore ed attuali, e sono messi in evidenza alcuni dati riguardanti i rapporti fra i diversi tipi di strutture osservate.

In particolare si prospetta un'ipotesi sui legami intercorrenti tra i motivi strutturali ed i fenomeni che accompagnano il ciclo riproduttivo di *Spirillina lucida* Sidebottom.

ABSTRACT — The structures of the test of various species of Upper Valanginian and Recent Spirillinidae are considered and some data are presented regarding the relations between the various types of structures observed.

In particular an hypothesis is proposed on the relations between the structural characters and phenomena of the reproductive cycle of *Spirillina lucida* Sidebottom.

Nel corso di uno studio micropaleontologico dei terreni del Valanginiano superiore di Orosei (Sardegna) sono emersi dei dati interessanti sulla struttura del guscio di alcune specie della famiglia Spirillinidae Reuss.

Allo scopo di dare maggiore evidenza ai nostri risultati abbiamo ritenuto opportuno estendere le ricerche anche ad esemplari attuali del Mare Tirreno, da noi raccolti in abbondanza presso Orosei, ed abbiamo trovato una conferma, almeno parziale, di ciò che avevamo osservato nel materiale fossile.

La struttura del guscio degli Spirillinidi è stata spesso oggetto di discussione e rappresenta ancora attualmente un argomento su cui non tutti gli autori sono concordi.

A scopo introduttivo riportiamo una cronologia delle tappe principali nella messa a fuoco di questo problema.

Nel 1843 Ehrenberg descrivendo la sua *Spirillina vivipara* stabilisce che l'acido non ha alcun effetto sul guscio, affermazione apparsa incomprensibile agli autori successivi.

Rhumbler nel 1906, commentando l'aspetto di *Patellina corrugata* Williamson, esaminata a Nicol incrociati, osserva che la calcite del guscio manifesta una diversa orientazione ottica nelle varie parti del guscio. Lo stesso Autore torna successivamente sull'argomento (1911) e spiega questa apparenza come dovuta alla sovrapposizione di sottili lamelle.

Sollas (1921) approfondisce notevolmente il problema soffermandosi a lungo sulla varietà di strutture di alcune specie di *Spirillina*; l'Autore osserva (op. cit., pag. 208) che nel caso più semplice, bene esemplificato da *Spirillina obconica* Brady, *Spirillina lucida* Sidebottom e *Spirillina vivipara* Ehrenberg, il guscio è costituito da un singolo cristallo calcitico, forse con pochi granuli minuti sparsi sporadicamente su di esso come corpuscoli estranei.

In *Spirillina vivipara* Ehrenberg l'Autore rileva la presenza anche di altre strutture, oltre a questa; ad esempio trova forme in cui compaiono fibre, con l'asse ottico lon-

gitudinale, disposte in modo che il guscio rimane sempre illuminato per un'intera rotazione attorno al suo asse, pur notandosi una croce di estinzione maldistinta; la sistemazione delle fibre risulterebbe tangenziale. Accanto a queste forme ve ne sarebbero altre in cui le fibre sono disposte secondo raggi curvi che formano un angolo con la spirale del guscio, dando luogo, a Nicol incrociati, ad una croce spirale. Ma il caso di gran lunga più interessante, secondo Sollas, è quello in cui il guscio consiste di un mosaico irregolare di cristalli.

Wood (1949, pag. 245) nel suo noto lavoro sulla struttura del guscio dei foraminiferi, trattando il caso di *Spirillina*, *Patellina* e *Patellinoides*, sostiene che questi generi strettamente affini tendono ad avere il guscio costituito da un unico cristallo di calcite. Qualche esemplare, secondo l'Autore, risulta formato da diversi cristalli con limiti irregolari, e talora, specialmente in *Spirillina*, il guscio è irregolarmente fibroso. L'Autore afferma inoltre di non avere mai notato una struttura ialino-raggiata, cioè ad elementi aciculari perpendicolari alla parete (il che parlerebbe a sfavore dell'attribuzione di queste forme ai Rotalidi), e che i pori di *Spirillina* presentano caratteristiche diverse rispetto a quelli dei gusci ialino-raggiati, essendo angolosi nel contorno e irregolarmente distribuiti.

Reiss, nella sua nuova classificazione dei foraminiferi perforati (1963), respinge l'affermazione tradizionale della struttura monocristallina del guscio degli Spirillinidi, il che sembrava accertato in modo indubbio dagli autori precedenti per alcune specie. Egli sostiene, riportando l'opinione di Rhumbler come appoggio alla sua interpretazione, che in realtà nel dare l'aspetto monocristallino giochi un'illusione ottica causata da una struttura fibroso-raggiata combinata con una sovrapposizione di lamelle, in gusci piatti, a parete molto sottile e debolmente differenziati dal punto di vista morfologico. Egli ricorda che è stata dimostrata per varie specie di *Spirillina* una struttura fibroso-raggiata, e generalizza questo tipo di struttura [definita da

fibre disposte perpendicolarmente alla superficie della parete (op. cit., pag. 13)] per tutte le Spirillinidae.

Tale spiegazione ci sembra piuttosto artificiosa; non comprendiamo infatti come un tale effetto ottico, cioè l'illusione di un singolo cristallo, possa essere ancora osservabile in gusci concavo-convessi o conici (alcune Spirilline e *Patellina*), come avviene in realtà.

Nelle specie di Spirillinidae presenti nel materiale del Valanginiano superiore di Orosei abbiamo notato una certa varietà di strutture ma, contrariamente a quanto abbiamo riscontrato negli esemplari attuali, le differenze si manifestano non tanto nell'ambito di una stessa specie, quanto piuttosto tra una specie e l'altra. È questa constatazione che ci ha condotto alla persuasione che siano da escludere nel materiale fossile sensibili effetti di ricristallizzazione; infatti le varie forme da noi esaminate, rinvenute sempre in associazione nei vari campioni, ove sono abbondantemente rappresentate, mostrano tutte una costante corrispondenza fra i caratteri morfologici esterni, aventi già di per sé un valore diagnostico sufficiente, e il tipo di struttura del guscio.

Diamo ora un quadro dei diversi tipi di organizzazione del guscio da noi osservati sia negli esemplari fossili sia in quelli attuali:

1) Struttura monocristallina. La parete del guscio risulta costituita da un unico cristallo di calcite. È il caso più comunemente descritto per le Spirillinidae.

2) Il secondo tipo di struttura è affine al primo; la parete del guscio però è costituita da calcite organizzata in modo che l'orientazione ottica si modifica gradualmente e molto lentamente da un giro all'altro della spirale; ciò dà luogo, in sezioni equatoriali osservate a Nicol incrociati, ad un'estinzione graduale che interessa successivamente i vari giri.

3) Struttura fibrosa con fibre allungate parallelamente alla superficie della parete, in modo che nei gusci di *Spirillina* in

ogni punto della camera tubolare esse individuano dei piani che possono essere diretti secondo il raggio di curvatura della spirale (Fig. 1), od obliqui, formando con es-

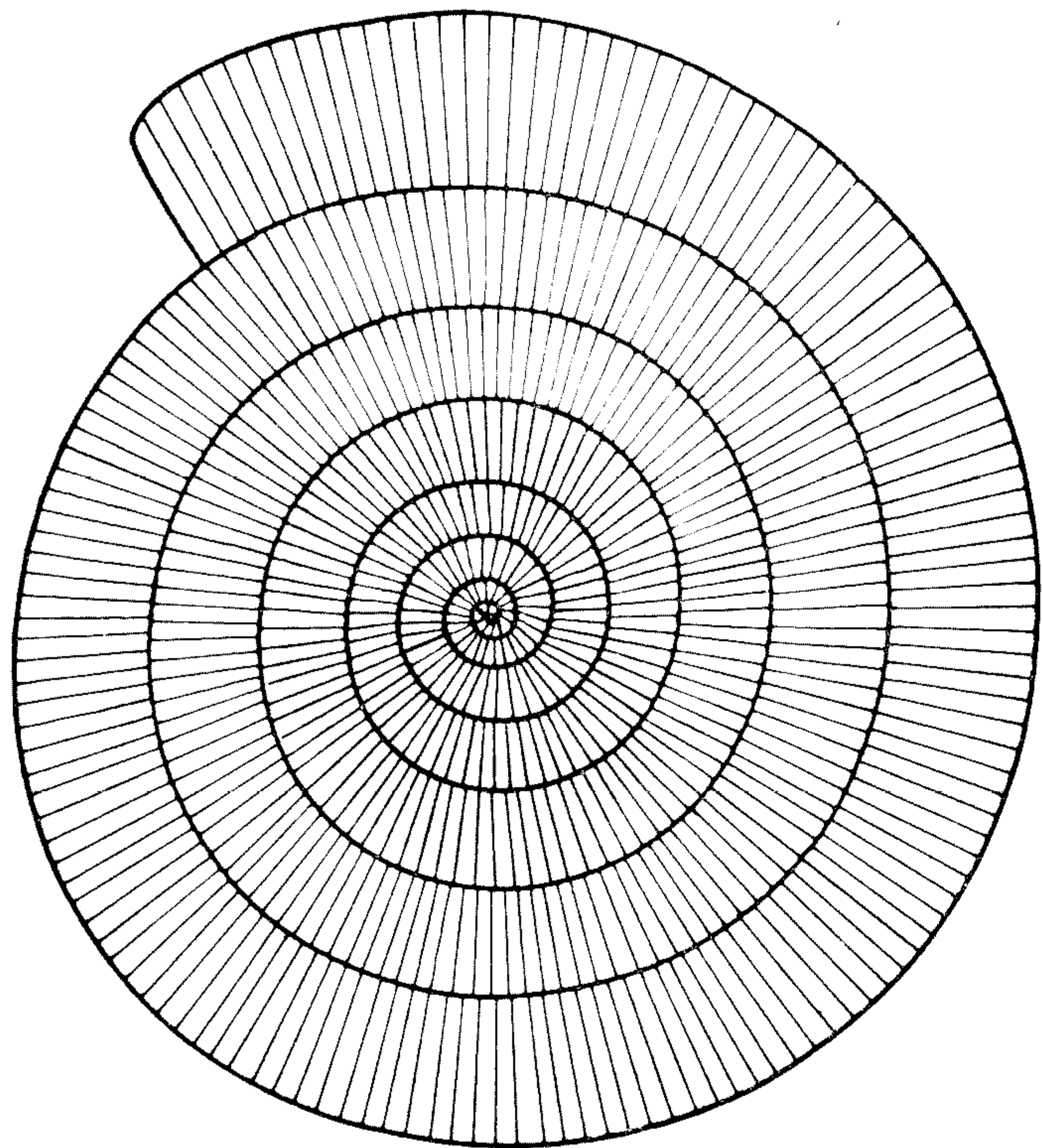


Fig. 1

so sempre approssimativamente lo stesso angolo (Fig. 2). Una struttura analoga è stata riscontrata anche in alcuni esemplari attuali di *Patellina corrugata* Williamson, con

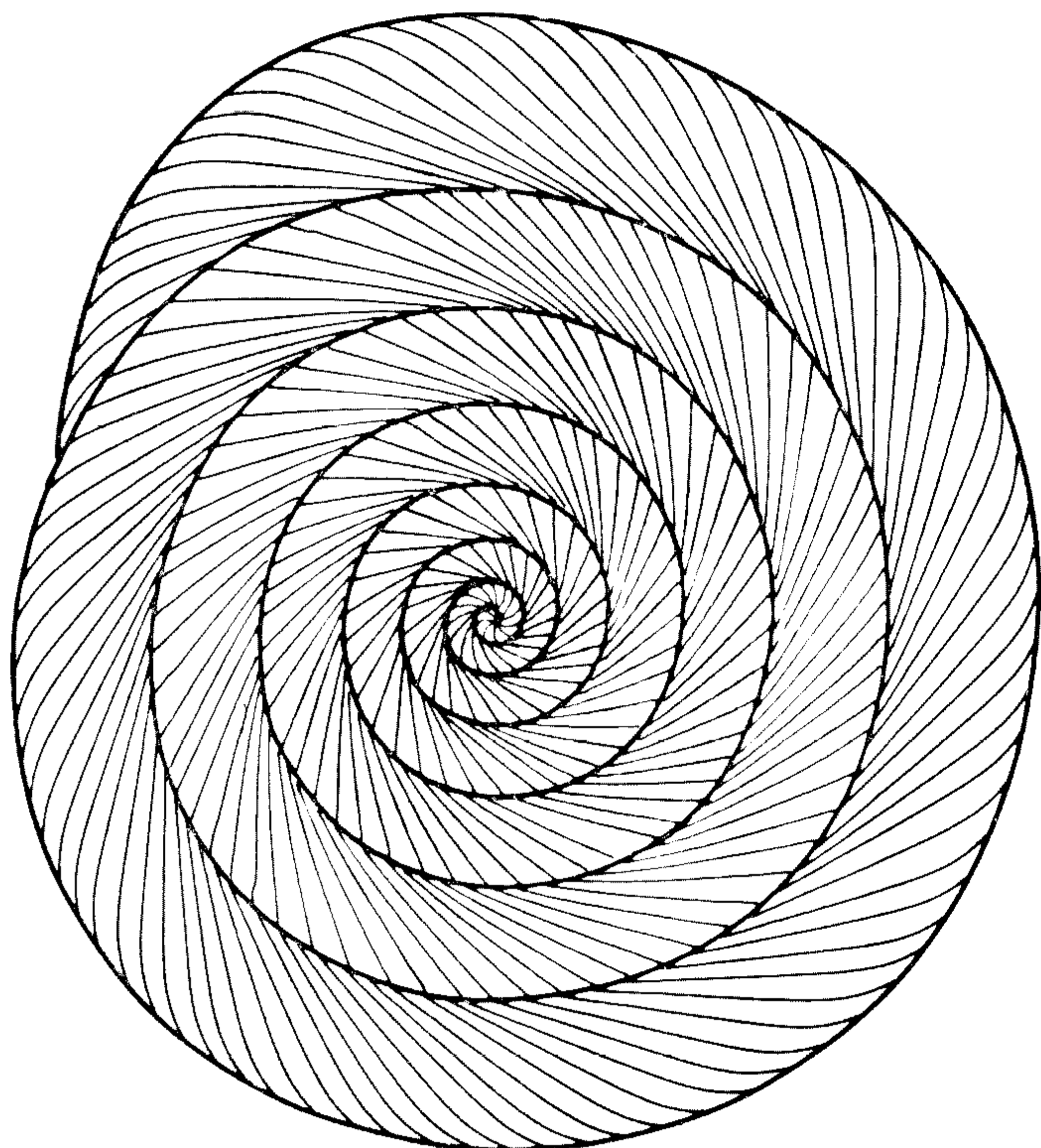


Fig. 2

una disposizione dei piani delle fibre all'incirca radiale rispetto alla spira di accrescimento del guscio.

Il risultato è il tipico aspetto a croce nera visibile a Nicol incrociati, osservabile spesso anche in gusci interi, previa immersione in olio. Quando le fibre sono contenute in piani radiali, la croce di estinzione sarà ovviamente parallela alle direzioni di vibrazione dei Nicol; nell'altro caso la croce apparirà ruotata di un certo angolo. Le braccia della croce, in entrambi i casi, come è logico aspettarsi, vanno gradualmente allargandosi verso la periferia col diminuire della curvatura del tubo spirale.

Diamo ora una rapida scorsa alle diverse specie da noi esaminate, sorvolando su considerazioni sistematiche e soffermandoci esclusivamente sui motivi strutturali, dato che alcune delle forme rinvenute risultano nuove per la scienza; esse saranno descritte in altra sede. Passiamo dapprima in rassegna le forme del Valanginiano superiore e successivamente quelle attuali.

SPECIE DEL VALANGINIANO SUPERIORE

Gen. SPIRILLINA Ehrenberg, 1843

SPIRILLINA MINIMA Shacko

Spirillina minima SHACKO, 1892, Ver. Freunde Naturg. Mecklenburg, Archiv, v. 45, p. 2, pag. 159, tav. 1, figg. 4a-b.

Struttura semplice, monocristallina.

SPIRILLINA n. sp. 1

La struttura corrisponde al secondo dei tipi descritti. L'angolo di cui è necessario ruotare il tavolino del microscopio per portare in estinzione tutti i giri della spirale risulta piuttosto variabile, ma oscilla generalmente attorno a 55° (Tav. 39, figg. 1a, b).

SPIRILLINA n. sp. 2

In questa specie, che presenta una minuta ornamentazione radiale, sono associati

costantemente due tipi di struttura, quella monocristallina, che interessa i primi giri della spirale (da due a quattro), e quella fibrosa con fibre ad orientazione leggermente obliqua in modo che in sezione equatoriale la croce di estinzione appare ruotata di un piccolo angolo rispetto alle direzioni di vibrazione dei Nicol (Tav. 39, fig. 2).

Gen. PATELLINA Williamson, 1843

PATELLINA n. sp. 1 e PATELLINA n. sp. 2

Struttura semplice, monocristallina.

Ci sembra inoltre interessante segnalare che in alcune delle specie citate la parete del proloculus manifesta una struttura apparentemente microgranulare.

Probabilmente è riferibile alle Spirillinidae anche una forma da noi rinvenuta in associazione con le precedenti, i cui caratteri non sembrano inquadrarsi in nessuno dei generi noti; in essa la parete del tubo, avvolto secondo una spirale conica, è monocristallina, ed esternamente il guscio è rivestito di un sottile strato di granuli cal-

citici che costituiscono anche il riempimento della cavità ventrale. Ci riserviamo tuttavia di dare una descrizione dettagliata di tale forma in altra sede.

La struttura monocristallina è stata da noi osservata anche in alcuni topotipi di « *Paalzowella* » *feifeli seiboldi* Lutze, dell'Oxfordiano inferiore della Germania. Sembrerebbe quindi che le « *Paalzowelle* » del gruppo *feifeli* (Seibold E. & Seibold I., 1960 e Lutze 1960) appartengano alla sottofamiglia delle Patellininae Rhumbler, anche in considerazione dei caratteri morfologici, e abbiano poco in comune col genere *Paalzowella* come è stato definito originariamente da Cushman; prima di asserire ciò con certezza, preferiamo tuttavia attendere di avere esaminato esaurientemente i vari materiali originali.

SPECIE ATTUALI

Gen. SPIRILLINA Ehrenberg, 1843

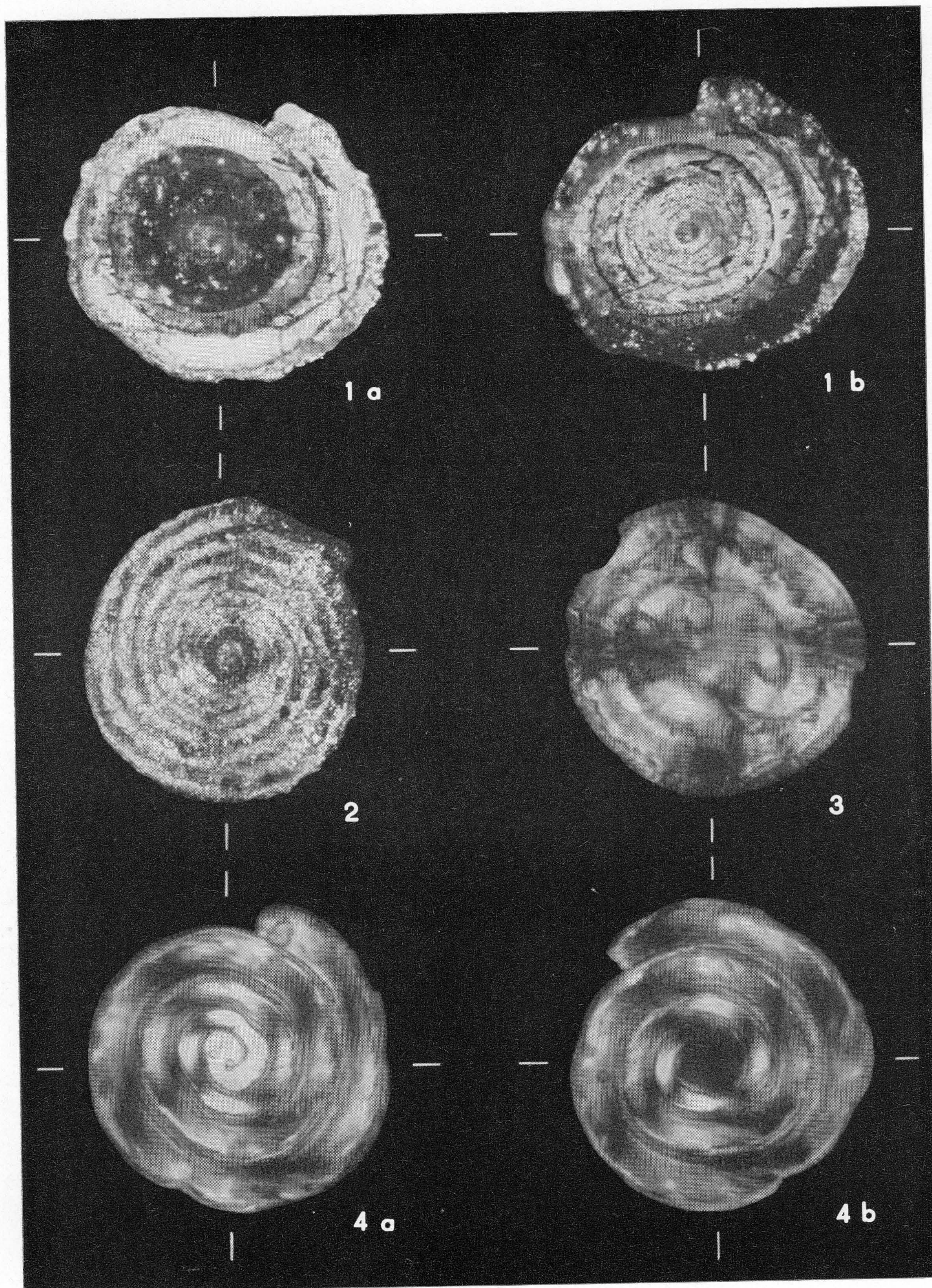
SPIRILLINA VIVIPARA Ehrenberg

Spirillina vivipara EHRENBURG, 1843, K. Akad. Wiss. Berlin, Physik. Abh., v. 1, pag. 323, tav. 3, fig. 41.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 39

(Tutte le fotografie sono state eseguite a Nicol incrociati)

- Fig. 1 - *Spirillina* n. sp. 1 (Sezione equatoriale, 17x). Valanginiano superiore d'Orosei (Sardegna). Si può osservare la struttura corrispondente al secondo tipo descritto nel testo. La rotazione del tavolino del microscopio dalla posizione 1a alla posizione 1b è di circa 25°.
- 2 - *Spirillina* n. sp. 2 (Sezione equatoriale, 17x). Valanginiano superiore d'Orosei (Sardegna). La porzione iniziale del tubo spirale è monocristallina, quella successiva ha una struttura a fibre leggermente oblique, pressochè radiali rispetto alla spira di accrescimento del guscio. Si può intravedere il proloculus a struttura microgranulare.
- 3 - *Patellina corrugata* Williamson (Esemplare immerso in olio, 64x). Mare Tirreno, presso Orosei (Sardegna). È chiaramente visibile la croce nera di estinzione dovuta ad una struttura a fibre radiali rispetto alla spira di accrescimento del guscio.
- 4 - *Spirillina lucida* Sidebottom (Esemplare immerso in olio, 56x). Mare Tirreno, presso Orosei (Sardegna). Il motivo è analogo a quello della fig. 2. Il proloculus e l'inizio del tubo spirale presentano una struttura monocristallina, il resto del guscio è costituito da fibre fortemente oblique in modo da fare apparire una croce di estinzione con le braccia spezzate e sensibilmente ruotata rispetto alle direzioni di vibrazione dei Nicol. La rotazione dalla posizione 4a alla posizione 4b è di circa 25°.



Di questa specie abbiamo avuto a disposizione solo pochi esemplari, nei quali è stata effettivamente osservata una struttura monocristallina, come ripetutamente era stato affermato dagli autori precedenti. Tuttavia, in accordo con Sollas (op. cit., pag. 208), questo tipo di organizzazione non sembra essere l'unico; difatti, tra gli individui esaminati, solo rari si presentano costituiti da un unico cristallo, e in essi la mineralizzazione del guscio risulta più accentuata; gli altri individui, che rappresentano la maggioranza, mostrano soltanto un velo sottilissimo di calcite secreto su una membrana pseudochitinoso e manifestano una struttura fibrosa con fibre disposte radialmente e regolarmente in modo da fare apparire una croce di estinzione parallela alle direzioni di vibrazione dei Nicol.

L'attacco del guscio con acido cloridrico diluito dà luogo ad una leggerissima effervescenza iniziale e, come è noto (Cushman & Warner, 1940 e Taugourdeau-Lanz & Poinant, 1964), non ha effetto sulla sostanza pseudochitinoso; è forse questo il motivo per cui Ehrenberg affermò che i gusci di *Spirillina vivipara* non risultano intaccati dall'acido.

SPIRILLINA LUCIDA Sidebottom, 1908
(= S. REVERTENS Rhumbler 1906?)

Spirillina lucida SIDEBOTTOM, 1908, Manchester Lit. Philos. Soc., Mem. Proc., v. 52, n. 13, pag. 9, tav. 2, figg. 9a-c.

Questa specie, di cui abbiamo avuto a disposizione un grande numero di esemplari, ha fornito le maggiori sorprese in fatto di variabilità di strutture; essa racchiude in sé una potenzialità di soluzioni veramente incredibile, che richiama in parte quanto aveva osservato Sollas (1921) in *Spirillina vivipara*.

Anche in *S. lucida* la mineralizzazione del guscio può essere appena evidente, sotto forma di un velo calcitico debolmente birifrangente, oppure essere bene sviluppata in modo completo o sotto forma di plaghe irregolari sparse su un fondo scarsamente mineralizzato.

Nel primo caso, che è il più frequente, si osserva generalmente la struttura a fibre radiali o eventualmente quella monocristallina; più raramente i due motivi possono essere associati in modo che mentre una zona centrale del guscio, comprendente il proloculus ed un primo tratto variabile della camera tubolare, è a fibre radiali, la porzione rimanente si presenta monocristallina. Altre volte la parte periferica presenta una birifrangenza così bassa da apparire otticamente irrisolvibile; ancora più raramente il plasmostroco presenta la struttura a fibre oblique oppure quella del secondo tipo. In quest'ultimo caso la rotazione del tavolino del microscopio necessaria per portare successivamente in estinzione il guscio è di angoli molto piccoli, e si ha come risultato una rapidissima onda di estinzione, talora senza un legame regolare con i giri della spirale.

Nel caso poi di esemplari completamente mineralizzati, più rari rispetto a quelli debolmente birifrangenti, se si eccettua la parte centrale del guscio, eventualmente monocristallina, si osserva la struttura a fibre oblique (Tav. 39, figg. 4a, 4b). Essa dà luogo, a Nicol incrociati, ad una croce di estinzione sensibilmente ruotata rispetto alle direzioni di vibrazione dei Nicol e con le singole braccia spezzate, cioè formate da tanti segmenti quanti sono i giri della spirale.

Si è già accennato all'esistenza di alcuni esemplari con un fondo a bassa birifrangenza su cui si trovano una o più plaghe di forma e distribuzione irregolare bene mineralizzate [forse a queste allude Sollas (op. cit., pag. 208) quando parla di granuli calcitici sparsi sporadicamente sul guscio di *Spirillina*]; in esse già si manifesta la struttura tipica degli esemplari a secrezione carbonatica più completa.

In definitiva sono stati osservati in *Spirillina lucida* tutti i vari tipi di struttura; la presenza di un tipo a preferenza dell'altro risulta del tutto indipendente dalle dimensioni del proloculus, cioè dal dimorfismo.

Sembra inoltre, da quanto abbiamo esposto, che esista un certo legame fra l'organizzazione strutturale prevalente e il grado di

mineralizzazione del guscio, il che suggerisce l'ipotesi che venga seguito, almeno statisticamente, un certo ordine di comparsa delle varie strutture in uno stesso individuo. Tutto ciò farebbe pensare ad una mineralizzazione del guscio perlomeno in due stadi, di cui il secondo consisterebbe in un rivestimento completo della struttura precedentemente formata, che viene ad essere obliterata dal punto di vista ottico a causa del suo spessore molto esiguo. Ogni stadio di secrezione carbonatica, poi, potrebbe articolarsi in episodi, come sembra suggerire la possibile coesistenza di due strutture diverse nell'ambito di uno stesso stadio le quali interessano tratti successivi del tubo spirale. Tale schema di accrescimento prospettato richiede, naturalmente, ulteriori studi per essere eventualmente confermato o modificato.

Da un esame statistico sugli esemplari di *Spirillina lucida* è emersa poi questa osservazione interessante: mentre tutti gli esemplari a mineralizzazione poco accentuata, quelli a plaghe ed una minoranza di quelli a secrezione carbonatica completa, presentano un avvolgimento della spirale in senso orario, la maggior parte degli individui bene mineralizzati rivela una spirale antioraria e un proloculus megalosferico; inoltre una parte di essi manifesta un avvolgimento a spirale molto più appiattita, quasi piana, senza la caratteristica flessione finale della camera tubolare. In altre parole sembra che il grado più completo di mineralizzazione del guscio venga raggiunto molto più frequentemente da forme per qualche carattere anomale (senso antiorario di avvolgimento e spirale più appiattita), che non da forme « normali ».

Infine è probabile, anche in considerazione dell'irregolarità di distribuzione e di contorno delle plaghe calcitiche negli esemplari a mineralizzazione non uniforme, che i gusci poco mineralizzati e quelli a chiazze siano stati colpiti da un processo più o meno avanzato di decalcificazione, legato forse al ciclo riproduttivo di *Spirillina lucida*. Inoltre, poichè tra gli esemplari di questi tipi sono rappresentate ambedue le genera-

zioni, è probabile che tale processo accompagni sia la gametogonia che la schizogonia. Ricordiamo a questo proposito che casi di demineralizzazione del guscio genitore nel corso della riproduzione sono noti nei foraminiferi, e in particolare in *Patellina corrugata* Williamson (Loeblich & Tappan, 1964), *Tretomphalus bulloides* (d'Orbigny) e *Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob) (Nyholm, 1961); inoltre nel ciclo riproduttivo di *Spirillina vivipara* Ehrenberg, Myers (Loeblich & Tappan, 1964) ha osservato che nella gamogonia come nella schizogonia la secrezione dei gusci giovani avviene all'interno di una cisti che poi si lacera consentendo la dispersione dei medesimi. Se il primo stadio di mineralizzazione avviene in parte anche a spese dei gusci genitori, è probabile perciò che i gusci abbandonati, sia della generazione schizonte che di quella gamonte, si presentino in vario grado demineralizzati. Ciò sembrerebbe confermato dal rinvenimento di tre giovani individui schizonti contenuti in un gamonte adulto (Fig. 3),



Fig 3

che manifestano rispetto a questo un grado di mineralizzazione più accentuato. Si può supporre infine che l'incidenza frequente di caratteristiche anomale negli individui più completamente calcificati sia in relazio-

ne con una loro mancata partecipazione al ciclo riproduttivo.

Gen. PATELLINA Williamson, 1858

PATELLINA CORRUGATA Williamson

Patellina corrugata WILLIAMSON, 1858, Roy Soc. London, pag. 46, tav. 3, figg. 86-89.

Sono state notate sia la struttura monocristallina sia quella a fibre radiali, sistemate per lo più in modo leggermente irregolare (Tav. 39, fig. 3) cosicchè la croce di estinzione appare debolmente oscillante durante la rotazione del piattino del microscopio. Anche in questa specie la diversità di struttura risulta indipendente dal tipo di generazione.

Gen. PATELLINOIDES Cushman, 1933

PATELLINOIDES sp.

L'unica struttura rilevata è quella monocristallina.

CONCLUSIONI

In conclusione le nostre osservazioni portano una conferma ai risultati delle ricerche di Wood (op. cit.) e soprattutto di Sollas (op. cit.); esse sembrano smentire invece l'opione recente di Reiss (op. cit.).

Le strutture da noi illustrate, a parte il secondo tipo, erano state già descritte dagli Autori precedenti; non abbiamo mai notato però, nei nostri esemplari, quella a mosaico di cristalli calcitici segnalata da Sollas e Wood. Un dato nuovo che risulta dalle nostre ricerche è la possibilità di coesistenza, in uno stesso esemplare di *Spirillina*, di due strutture diverse (o addirittura tre, se si considera anche il proloculus a parete microgranulare in *Spirillina* n. sp. 2), e, nel caso di *Spirillina lucida*, con varie combinazioni possibili.

L'apparente maggiore costanza delle strut-

ture e uniformità dei motivi nelle specie di Spirillinidi del Valanginiano superiore rispetto a quelle attuali potrebbe forse essere dovuta alla mancata fossilizzazione degli individui a stadio poco avanzato di mineralizzazione, a causa dello spessore conseguentemente troppo esiguo della parete carbonatica, qualora fossero generalizzabili le considerazioni fatte riguardo agli esemplari attuali di *Spirillina lucida*.

Le deduzioni che noi abbiamo tratto dalle osservazioni sugli esemplari attuali di *Spirillina lucida* Sidebottom hanno naturalmente il valore di semplice ipotesi e non possono, almeno per ora, essere generalizzate, richiedendo indagini ulteriori e più ampie soprattutto su materiale vivente.

RINGRAZIAMENTI

Questo lavoro è stato effettuato sotto gli auspici e con il contributo finanziario del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Desideriamo ringraziare vivamente il Prof. Gb. Dal Piaz, Direttore dell'Istituto di Geologia dell'Università di Padova e della Sezione Geologica del Centro di Studio per la Geologia e la Petrografia del C.N.R. presso la stessa Università, per l'interessamento con cui ha appoggiato le nostre ricerche; il Dr. G. F. Lutze, dell'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Kiel, per averci gentilmente messo a disposizione dei topotipi di *Paalzowella feifeli seiboldi*; il Dr. A. Gregnanin che ha cortesemente eseguito le fotografie. Ci è grato inoltre esprimere la nostra più sincera gratitudine alla Dr. F. Proto Decima per le proficue discussioni e per gli utili suggerimenti.

Pur avendo svolto le ricerche in costante collaborazione, I. Dieni ha studiato in particolare le specie viventi e F. Massari quelle fossili.

Padova, Istituto di Geologia dell'Università e Centro di Studio per la Geologia e la Petrografia del C.N.R. - Sezione Geologica.

BIBLIOGRAFIA

- BIGNOT, G. & NEUMANN, M., 1962, La structure des tests des Foraminifères. Analyse bibliographique: *Revue de Micropal.*, vol. 4, n. 4, pp. 237-248, 2 figg. n. t., 2 tavv., Paris.
- CITA, M. B., 1964, *Micropaleontologia*. III ediz.: La Goliardica edit., 458 pp., 320 figg. n. t., Milano.
- CUSHMAN, J. A., 1959, Foraminifera. Their classification and economic use. IV edit.: Harvard Univ. Press., 478 pp., 31 tavv. n. t., 55 tavv. f. t., Cambridge, Massachusetts.
- , & WARNER, W. C., 1940, A preliminary study of the structure of the test in the so-called porcellaneous foraminifera: *Cushm. Lab. Foramin. Res. Contr.*, vol. 16, pp. 24-26, tav. 4, Sharon, Mass.
- LOEBLICH, A. R. jr. & TAPPAN H. (con collaboratori), 1964, *Treatise on invertebrate Paleontology. Part C: Protista 2 - Sarcodina, chiefly «Thecamoebians» and Foraminiferida*: Geol. Soc. of America & Univ. Kansas Press, 2 voll., XXI+ 900 pp., 653 (5311) figg. n. t., Lawrence, Kansas.
- LONGINELLI, A., & TONGIORGI, E., 1960, Frequenza degli individui destrorali in diverse popolazioni di *Rotalia beccarii* Linneo: *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, vol. 1, n. 1, pp. 5-16, 3 figg. n. t. Modena.
- LUTZE, G. F., 1960, Zur Stratigraphie und Paläontologie des Callovien und Oxfordien in Nord-west-Deutschland: *Geol. Jb.*, Band. 77, pp. 391-532, 20 figg. n. t., 21 tavv., Hannover.
- NYHOLM, K. G., 1961, Morphogenesis and biology of foraminifer *Cibicides lobatulus*: *Zool. Bidrag f. Uppsala*, Band 33, pp. 157-196, 21 figg. e 5 tavv. n. t., Uppsala.
- POKORNY, V., 1963, *Principles of zoological micropalaeontology I*: Pergamon Press edit., 652 pp., 549 figg. n. t., Poznan.
- REICHEL, M., 1956, Sur une Trocholine du Valanginien d'Arzier: *Ecl. geol. Helv.*, vol. 48, pp. 396-408, 5 figg. n. t., 3 tavv., Basel.
- REISS, Z., 1958, Classification of lamellar foraminifera: *Micropaleont.*, vol. 4, n. 1, pp. 51-70, 5 tavv., New York.
- , 1963, Reclassification of perforate foraminifera: *Bull. Geol. Surv. Israel*, n. 35, 111 pp., 8 tavv., Jerusalem.
- RHUMBLER, L., 1906, Foraminiferen von Laysan und den Chatham-Inseln: *Zool. Jb., Syst. Abt.*, B. 24, pp. 21-80, tavv. 2-5, Jena.
- , 1911, Foraminiferen (Thalamophora) der Plankton Expedition ecc. I-Allgemeine Organisationsverhältnisse der Foraminiferen: *Ergeb. Plankton Exp. d. Humboldt-Stift.*, 3, pp. 1-331, Kiel & Leipzig.
- SCHWEIGHAUSER, J., 1950, Spirillinen aus dem Lias von Arzo (Tessin): *Ecl. geol. Helv.*, vol. 43, pp. 226-236, 9 figg. n. t., Basel.
- SEIBOLD, E. & SEIBOLD, I., 1960, Foraminiferen der Bank- und Schwamm-Fazies im unteren Malm Süddeutschlands: *N. Jb. Geol. Paläont.*, Band 109, pp. 309-438, 22 figg. n. t., 2 tavv., Stuttgart.
- SOLLAS, W. J., 1921, On *Saccamina carteri* Brady, and the minute structure of the foraminiferal shell: *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, vol. 77, n. 3, pp. 193-212, 1 tav., London.
- TOUGOURDEAU-LANTZ, J. & POIGNANT, A., 1964, La membrane chitinoïde de quelques foraminifères: *Revue de Micropal.*, vol. 7, n. 1, pp. 68-71, 1 fig. n. t., 1 tav., Paris.
- WOOD, A., 1949, The structure of the wall of the test in the Foraminifera; its value in classification: *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, vol. 104, pp. 229-252, 3 tavv., London.