

Lithiotis Gümbel, 1871 e Cochlearites Reis, 1903 I°. Revisione morfologica e tassonomica

Claudia ACCORSI BENINI - Carmela BROGLIO LORIGA
Istituto di Geologia, Università degli Studi di Ferrara

(manoscritto ricevuto il 23 agosto 1976)

RIASSUNTO — Nel programma di revisione a fini paleoecologici delle malacofaune, caratteristiche della facies a «Lithiotis» (Giurese inferiore, Liassico), sono stati esaminati per primi i due generi più noti, *Lithiotis* Gümbel e *Cochlearites* Reis, rappresentati rispettivamente dalle specie *L. problematica* Gümbel e *C. loppianus* (Tausch). Morfologia, microstruttura, composizione chimica e tassonomia sono l'oggetto di questo primo contributo. Lo studio si è basato sulle collezioni originali di Boehm, Gümbel, Tausch e Reis e su collezioni inedite, depositate presso Musei italiani e stranieri e su altre, raccolte direttamente dagli autori. Per necessità di confronti sono state esaminate anche le malacofaune della stessa facies, provenienti da Timor, dal Marocco, dal Perù e dall'Oregon. La facies a «Lithiotis» caratterizza una parte della formazione dei calcari grigi, riferibile cronologicamente al Liassico medio e superiore pars. La malacofauna è reperibile nell'intervallo che comprende il Domeriano e la parte bassa del Toarciano (o passaggio Liassico medio-Liassico superiore Auct.). *Cochlearites* e *Lithiotis* formano separatamente tanatocenosi oligotipiche o monotipiche; sono contenuti in calcari micritici, spesso scuri e danno luogo talora a depositi di tipo bioerale di preferenza situati nella parte alta delle sequenze stratigrafiche. Raramente i fossili sono isolabili.

I campioni di entrambi i generi sono rappresentati, di regola, dalle regioni umbonali delle valve di individui adulti, appartenenti spesso ad un medesimo individuo per *Cochlearites*. Di *Lithiotis* invece si trovano le regioni umbonali di valve singole e, anche in strato sono visibili sempre valve singole (VA). Entrambe le specie si fissavano al substrato per cementazione: *C. loppianus* con la valva sinistra, *L. problematica* con la VS o probabilmente anche con la VD.

Dal punto di vista morfologico sono stati esaminati in modo particolare gli elementi in rapporto con il legamento, dato che in passato questo ha rappresentato uno degli aspetti più dibattuti. In base alle conoscenze attuali, si avanza l'ipotesi che le due specie possedessero un legamento di tipo alivinvulare anfidetico che negli individui adulti di *Lithiotis* problematica Gümbel si spostava anteriormente. Per quanto riguarda quest'ultima specie, sono discussi anche la piastra solcata e il problema della valva libera. La prima è interpretata come una struttura che ricopre la parte mediana della lunga regione umbonale della valva fissa ed esiste in quanto il legamento aveva caratteri particolari e poteva inserirsi sul margine cardinale bilobato della cavità conchigliare, margine che richiama l'area di inserzione del legamento degli Hippuritidae. Per la valva libera si prospetta l'ipotesi che fosse di tipo opercolare, più piccola quindi della VA. In *Cochlearites* invece le valve hanno uguale estensione, ma diverso spessore.

Analisi roentgenografiche e colorimetriche hanno messo in evidenza in entrambi i generi l'aragonite; sono presenti strutture prismatiche e madreperlacee. La madreperla si trova in straterelli intercalati alle lamine prismatiche nelle aree pennate; sulla superficie esterna delle valve sembra avere costituito una sottile copertura continua alla quale però doveva seguire un sottile strato prismatico, che raramente si trova conservato. Non esistono tracce di madreperla nella superficie interna delle valve.

La presenza della piastra solcata e dell'apice bifido della cavità umbonale determinano in *Lithiotis* problematica un'architettura interna singolare, nella quale si distinguono parti a struttura prismatica-laminare concentrica e strutture canalicolari, fibroso-raggiate, chiuse e aperte. I rilievi ed i solchi della piastra solcata si originavano per fessurazione longitudinale dai canalicoli: il lume di questi diventava solco, mentre i margini liberi contribuivano alla formazione dei rilievi; gli elementi superficiali della piastra solcata hanno una struttura fibroso-raggiata, aperta.

Nella revisione di *Lithiotis* problematica è stato preso in esame anche *Plicatostylus gregarius* Lupper & Packard, del Liassico dell'Oregon, del Cile e del Perù. Dal confronto si conclude che non esistono motivi di differenziazione generica.

Cochlearites loppianus è interessato da una rilevante variabilità intraspecifica, interpretabile come un fenomeno ecomorfico, che si manifesta con un aumento notevole della taglia e dello spessore delle valve e con un comportamento abnorme dell'accrescimento del legamento. Sembra che la parte interna o fibrosa del legamento si arrestasse, mentre quella esterna o lamellare continuava ad accrescersi in modo esagerato. Gli esemplari con questi caratteri abnormi sono stati indicati come *Cochlearites loppianus* f. A.

I due generi appartengono a due famiglie diverse; si conferma la famiglia *Lithiotidae* Reis, 1903, già elevata a questo rango da Cox (in Stenzel 1971), mentre si propone una nuova famiglia *Cochlearitidae* n. fam. Di conseguenza si renderebbe necessaria l'istituzione della nuova superfamiglia *Lithiotacea* n. superfam. e del nuovo sottordine *Lithiotina* n. subordo appartenente all'ordine *Pterioidea* Newell, 1965.

Per quanto le notizie sulla distribuzione geografica dei due generi consentano una valutazione con significato di semplice bilancio, si può anticipare che la diffusione di questi lamellibranchi è senz'altro maggiore di quanto non appaia ora dalla cartografia delle aree di affioramento. La facies a «Lithiotis» è nota in molte altre località, ma spesso si tratta di segnalazioni con significato comprensivo di vari taxa, che è impossibile differenziare quando manca la documentazione paleontologica. Per il momento *Cochlearites* appartiene solo al regno della Tetide e qui sembra più frequente di *Lithiotis*. La situazione sembrerebbe

invertita nel continente americano (margine occidentale) dove è stata segnalata soltanto *Lithiotis*, in formazioni bioermali, talora associata ad *Opisoma* o a *Nerinea*. È probabile che a Timor siano presenti entrambi i generi.

La distribuzione degli affioramenti nel continente americano segue l'andamento dei meridiani, essendo limitata al margine occidentale, e colloca *Lithiotis* in due posizioni rispettivamente a N e a S dell'equatore. Nell'Eurasia invece questi lamelli-branchi compaiono lungo una fascia con andamento suborizzontale, giacente per la massima parte nell'emisfero settentrionale. Il limite Nord di tale fascia corrisponde al dipartimento della Sarthe (Francia), mentre quello più a Sud forse giace a Timor.

Nell'area euroasiatica i due generi sembrano limitati al Regno Boreale. Per quanto riguarda *Lithiotis* nell'area americana, invece, non esiste una differenziazione secondo i paralleli e ci si chiede fino a che punto ciò sia a favore dell'uniformità delle faune bentoniche liassiche fra le due Americhe.

SUMMARY — [*Lithiotis* Gümbel and *Cochlearites* Reis: I, morphological and taxonomic review] — The authors report a new study about the Pelecypods genera *Lithiotis* Gümbel and *Cochlearites* Reis as a first contribution to the paleontological review of the fauna typical of the *Lithiotis* facies (lower Jurassic, Grey limestone formation). These monotypic genera are represented by the species *L. problematica* Gümbel and *C. loppianus* (Tausch).

Morphology, microstructure and mineralogical composition, taxonomy and paleobiogeography are the subjects of this work. The study is based on the original collections of ancient Authors as Boehm, Gümbel, Tausch and Reis; on others deposited in Italian and foreign museums. Also the authors collected many specimens from Veneto.

These pelecypods, as most invertebrate fauna typical of *Lithiotis* facies, occur in the Domerian and in the lower part of the Toarcian (= transition from Domerian to Toarcian Auct.). *Orbitopsella* praecursor Gümbel, *Palaeodasycladus mediterraneus* (Pia) and, rarely, some *Ammonites* has been used to date the fossiliferous sequences. The specimens of both genera conserved usually the umbonal region of the valves (adult stage); for *Cochlearites* LV and RV, sometimes belonging to the same individual; for *Lithiotis* only that of AV. Some very few specimens conserved also, but not wholly, the shell cavities.

From the morphological viewpoint, more emphasis has been laid on the features related to the ligament, which has been formerly subjected to many discussions. For both genera, it is suggested an alivinvular amphidetic ligament, displaced on anterior part in adult specimens of *Lithiotis problematica* (Gümbel).

The furrowed plate and the problem about the free valve of this latter species are discussed (for morphological nomenclature see figg. 1, 2). Besides, it is suggested that the ligament of *Lithiotis problematica* Gümbel was inserted on the bilobate cardinal margin, a margin very similar to the ligamental area of *Hippuritidae*. The free valve of the same species is presumed as opercular valve, smaller and thinner than of the attached valve. The shell of *Cochlearites*, instead, had two valves with the same size, but with different thickness.

Roentgenographic and colorimetric analyses emphasized the occurrence of the aragonite; prismatic-laminar and nacreous structures have been viewed. The nacre lies in short, very thin layers between the prismatic laminae, in the plume-like areas (for this nomenclature see figg. 1, 2); on the external surfaces of the valves, the same seems to have formed a thin and continuous layer, below a prismatic lamina, therefore the most external. There are no traces of nacre on the internal surface of the shell cavity.

The umbonal region of *Lithiotis problematica* Gümbel has a characteristic architecture connected with the double cow-like apex of the umbonal cavity and with the furrowed plate. The ventral displacement of the former rises to concentric laminar structures in two places, below the plate; the latter, instead, comes from the tube-like mantle projections, which occur mostly below the lateral plate margins (figg. 2-3). The tubular projections seem like to calcification centers in cross section. The ridges and furrows of the furrowed plate originate due to longitudinal opening from the projections, those most superficial. Their lumens become furrows while the free margins establish the ridges. Therefore a radial prismatic microstructure characterizes the furrowed plate.

The morphological and taxonomic review of *Lithiotis problematica* involved also *Plicatostylus gregarius* Lupper & Packard from Liassic of Oregon and Perù (it occurs too in Nevada and in Chile) and it is shown that the two genera may be synonymous.

A very large intraspecific variability, which can be due to an ecomorphic phenomenon, characterizes *Cochlearites loppianus*. This involves the size, the thickness of valves and the abnormal growth of external ligament. The largest specimens reach to cm. 60-70 in height and the ratio umbonal region/shell cavity is 4/1, 8/1; the internal or fibrous part of the ligament seems to stop its growth while that external or lamellar overgrows. The specimens with the abnormal features, above mentioned, are named *Cochlearites loppianus* f. A.

Lithiotis and *Cochlearites* belong to different families. Therefore, the family *Lithiotidae* Reis 1903, already raised to this taxonomic level by Cox (in Stenzel 1971), is confirmed, whereas a new family *Cochlearitidae* is suggested. Consequently, it should be necessary to propose the new superfam. *Lithiotacea* and the new subordo *Lithiotina*, among the *Pterioidea* Newell, 1965.

Both species lived on hard substrata attached by cementation; *Cochlearites loppianus* by the left valve and *Lithiotis problematica* by LV or by RV probably. The former as well as the latter occurs separately in monotypic or oligotypic thanatocoenoses in micritic limestones. The outcrops with autoctonous specimens have the features of the biohermes, which are almost developed in the upper part of the stratigraphical sequences; some others seem biostromal deposits.

The geographical distribution of the two genera is very extensive. As a rule, they are both present in Veneto, in the Apennines and in many other places. They are, however, always in well separated thanatocoenoses and in Italian areas, *Cochlearites* seems to be much more common. In Morocco, *Lithiotis* is not found, but it occurs certainly in the two Americas and in Timor (Indonesia). Although the knowledgements regarding the geographical distribution permits an approximate evaluation. The diffusion of these *Lamellibranchiata* is doubtless more widespread than the map of outcrops would indicate. The *Lithiotis* facies has been identified in many other localities, but this name in the most works includes various taxa, thus making differentiation impossible only on the base of bibliographic knowledge often without a paleontological documentations.

In the Americas, the distribution of Lithiotis (= Plicatostylus) reflects the meridians (longitude) and outcrops occur in two positions respectively N and S of the equator, along the western side. In Afro-Eurasia, instead, these Pelecypods appear in a sub-horizontal belt lying predominantly in the northern hemisphere. The northern limit of this belt is the Sarthe Department; the southern-most place possibly lies in Timor.

In the Afro-Eurasian area, the two genera seem to be restricted to the Tetidian Realm and therefore excluded from the Boreal Realm. About two Americas however, the absence of differentiation with respect to parallels (latitude) would seem to testify to a certain Faunal benthic uniformity.

KEY-WORDS — *Pelecypoda, Liassic, Carbonate platforms, morphology, taxonomy, palaeobiogeography.*

INTRODUZIONE

Dopo le note preliminari (Berti Cavicchi, Bosellini, Broglio Loriga 1971; Benini & Loriga 1974) con le quali era stato messo in evidenza che sotto la denominazione di *Lithiotis* o *Lithiotis problematica* Gümbel erano compresi in realtà più taxa di Lamellibranchi del Liassico di piattaforma carbonatica, questo lavoro rappresenta il primo contributo dello studio di revisione della malacofauna, iniziato da alcuni anni. Dei due generi più noti, *Lithiotis* Gümbel, 1871 e *Cochlearites* Reis, 1903, sono state prese in esame la morfologia e la tassonomia, nonché la microstruttura e la composizione chimica dei gusci. I risultati ottenuti serviranno di base per ulteriori ricerche di carattere paleoecologico. Lo studio è stato condotto sia sulle collezioni originali di Boehm, Gümbel, Tausch e Reis sia su collezioni inedite del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, del Museo privato di Chiampo (Vicenza), su materiale edito e inedito proveniente da Timor, dal Marocco, dal Perù e dall'Oregon e su altro, raccolto direttamente dagli autori.

Lo studio sistematico convalida le due specie *Lithiotis problematica* Gümbel e *Cochlearites loppianus* (Tausch). I due generi appartenerebbero a due famiglie diverse. E' confermata la famiglia Lithiotidae Reis, 1903, già elevata con riserve a questo rango da quello di sottofamiglia da Cox (in Stenzel 1971); per *Cochlearites* è proposta una nuova famiglia Cochlearitidae. Oltre a questo taxon si propone l'istituzione della nuova superfamiglia Lithiotacea e del nuovo sottordine Lithiotina, appartenente all'ordine Pterioidea Newell, 1965.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori sono profondamente riconoscenti alla Prof. Carla Rossi Ronchetti (Istituto di Paleontologia dell'Università di Milano) per l'attivo interesse dimostrato nella lettura critica del manoscritto e per la proficua discussione che ha consentito di apportare sensibili miglioramenti al testo.

Gli autori desiderano anche esprimere la loro gratitudine al Prof. Piero Leonardi, sotto la cui direzione si sono svolte le ricerche finanziate dal CNR (Contratti nn. 72.00391, 73.00118, 74.00361). (*)

Ringraziano inoltre il Prof. C. M. Yonge (Department of Zoology, University of Edinburgh) per i frequenti scambi di opinioni che hanno avuto un ruolo determinante nell'interpretazione del legamento; i Proff. E. R. Trueman (Department of Zoology, American Museum of Natural History, New York), F. Stearns Mac Neil (Florida); L. Lupher per l'invio di materiale fotografico e per le informazioni riguardanti *Plicatostylus gregarius* Lupher & Packard; L. Packard per l'aiuto nella ricerca di esemplari della medesima specie; I. Dieni dell'Istituto di Geologia dell'Università di Padova per consigli su alcuni problemi nomenclaturali.

Molti ringraziamenti vanno anche ai seguenti Direttori e Conservatori di Musei nazionali ed internazionali per prestito e visione di materiale: Prof. S. Ruffo e Prof. L. Sorbini (Museo di Storia Naturale di Verona); Prof. G. Piccoli e Dott. L. Altichieri dell'Istituto di Geologia dell'Università di Padova (collezione De Zigno); Prof. G. Tavani, dell'Istituto di Paleontologia dell'Università di Pisa (collezione Stefanini); il Sig. L. Tamanini del Museo Civico di Rovereto (topotipi di *Cochlearites*); il Prof. Wendt dell'Institut und Museum für Paläont. u. hist. Geol. di Tübingen (topotipi di Reis 1923); il Dott. Lobitzer del Geol. Bundesanstalt di Vienna (collezione Reis 1903 pp. e Tausch 1890); il Dott. Steininger del Paläontol. Inst. der Universität di Vienna (topotipo di *Plicatostylus gregarius* Lupher & Packard); i Prof. Dehm, Wellenhofer e Hagn del Bayerische Staatsamml. für Paläontol. u. Geol. di Monaco (fotografie e prestito della collezione Gümbel 1890); il Dott. Remy dell'Institut für Paläont. der Universität di Bonn (collezione Krumbeck 1923 pp.); il Prof. Kittlemann, direttore del Museum of Natural History, University of Oregon (paratipi di *Plicatostylus gregarius* Lupher & Packard, 1930); il Dott. Jones del Geolog. Survey, Branch of Paleont. and Stratigr. (dono di topotipi di *Plicatostylus gregarius* Lupher & Packard), il Prof. Nuttall, Department of Palaeont.

* Parte delle ricerche e la stampa sono state finanziate dal CNR, Gruppo di ricerca coordinata « Paleobenthos ».

British Museum, Natural History (esemplari di *Plicatostylus gregarius* del Perù).

Per le analisi roentgenografiche gli autori sono grati al Prof. M. Sacerdoti e al Dott. S. Chiorboli dell'Istituto di Mineralogia dell'Università di Ferrara; per i disegni e per le prove colorimetriche rispettivamente ai tecnici M. Mascellani e G. Calderoni; per le fotografie al tecnico S. Borsetti.

GEN. LITHIOTIS GÜMBEL, 1871

Storia — Nell'istituire il genere, Gümbel attribuì la specie *Lithiotis problematica* alle alghe calcaree in base ad un confronto con *Udotea* Lamarck. Da allora questa specie rappresentò argomento di discussione e anche di polemiche, proprio per un complesso di caratteristiche che avevano la prerogativa di sollevare dubbi a catena per due motivi di base: il materiale su cui si era basato il primo studio era eterogeneo e la morfologia non aveva termini di confronto fra i viventi. Fino al 1903, che coincide con la pubblicazione del lavoro di Reis, fu un alternarsi di ipotesi sulla natura del fossile e di proposte nomenclaturali. Nell'uso corrente tuttavia rimase sempre la denominazione *L. problematica* anche se Tausch nel 1890 creò per lo stesso materiale, studiato da Gümbel e per altro una nuova specie *Trichites loppianus*. L'uso in tal senso (era un riconoscimento del valore di questo fossile, indipendentemente da quello che poteva essere il suo significato nel campo biologico) persistette anche dopo lo studio di Reis che aveva chiarito molte cose fra cui la posizione sistematica, indiscutibile al livello di classe, di genere e di specie.

I primi ad ipotizzare l'appartenenza a grossi Bivalvi simili a «*Perna*» e ad «*Ostrea*» furono rispettivamente Süss (1867) e Massolongo. De Zigno (1879) esclude tale ipotesi per la mancanza di cerniera e di impronta muscolare, e riferì la specie alle Monocotiledoni a causa «delle dimensioni, dell'organizzazione (caule + foglie), della anatomia del caule e per il fatto che molto spesso questi fossili si trovavano mutati in litantrace». Secondo l'Autore quest'ultimo fatto provava che *Lithiotis problematica* Gümbel era un vegetale. Come vegetale fu accettata da altri studiosi (Brongniart, Saporta, Schimper) finché nel 1890 lo stesso Gümbel pubblicò «*Lithiotis problematica*, ein Muskel», dove sostenne trattarsi di un Lamellibranco, affine ad «*Ostrea*». Per porre in evidenza questa affinità avanzò la possibilità di cambiare il nome originario in: *Lithiotis ostreacina* oppure *Ostrea lithiotis*. Diede molta importanza alla forma allungata delle valve, alla struttura concentrica di parte del guscio ed inoltre interpretò la ca-

ratteristica piastra solcata come «una area legamentare».

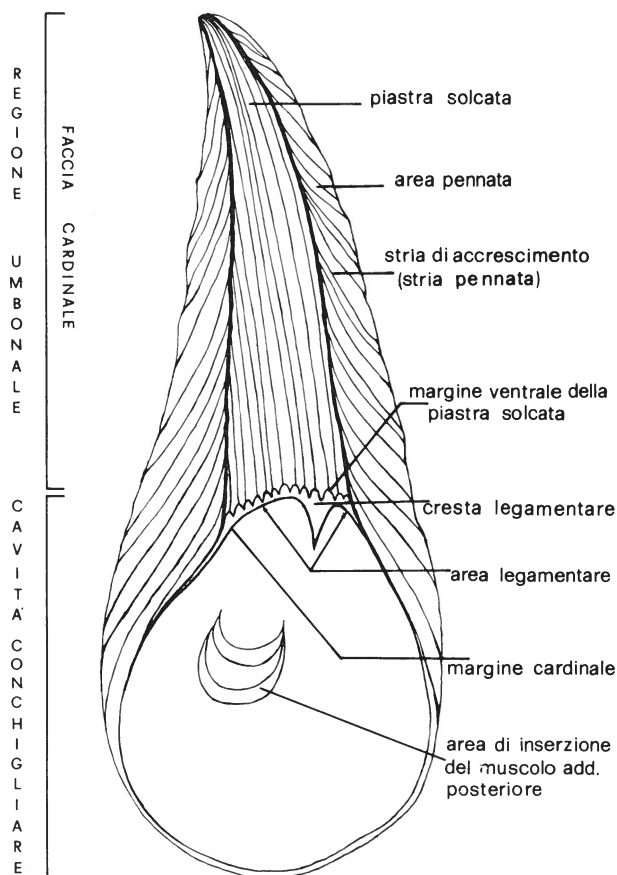


Fig. 1 - *Lithiotis problematica* Gümbel, schema morfologico di VS, faccia interna.

Glossary. Regione umbonale = umbonal region; faccia cardinale = cardinal face; cavità della conchiglia = shell cavity; piastra solcata = furrowed plate; area pennata = plume-like area; stria pennata = plumed growth line; area legamentare = ligamental area; margine ventrale della piastra solcata = ventral margin of furrowed plate; margine cardinale = cardinal margin; cresta legamentare = ligamental ridge; area di inserzione del muscolo add. poster. = posterior adductor muscle scar.

Sempre nel 1890 Tausch nel suo lavoro sulla fauna dei calcari grigi, propose la denominazione *Trichites loppianus* Tausch; la collezione studiata comprendeva sia esemplari del futuro *Cochlearites* sia esemplari di *Lithiotis*. L'Autore anzi riportò la figura di un esemplare di *Lithiotis* già del lavoro di Gümbel 1890, e ne giustificò l'inclusione nel genere *Trichites* Woltz, 1883 in base alla struttura del guscio.

Boehm nella breve nota del 1891, in risposta a Tausch, esclude l'appartenenza di *Lithiotis problematica* sia al gen. *Trichites* Woltz, 1883 sia al regno vegetale (dopo aver esaminato anche gli esemplari inviatigli da De Zigno) e considerò *Lithiotis* una *Ostrea*. Più tardi, sempre Boehm (1892) accortosi probabilmente di avere a che fare con un gruppo eterogeneo di fossili differenziò: *Ostrea problematica* Gümbel, *Ostrea problematica* var. *lithiotis* e *Ostrea Loppiana* Tausch. Nello stesso tempo esclude l'appartenenza al gen. « *Perna* », come sosteneva Süss per le caratteristiche dell'area legamentare.

I fossili rimasero avvolti in questa atmosfera, densa di problemi, fino al 1903, quando comparvero i risultati dello studio di Reis (1903). Questo Autore rivede il materiale già illustrato precedentemente e raccolse personalmente numerosi campioni nel Veneto e alla fine distinse chiaramente due gruppi di forme che chiamò: *Lithiotis problematica* Gümbel e *Cochlearites loppianus* (Tausch) includendo entrambe nella Fam. Spondylidae, « unterfamilie Lithiotiden ».

L'argomento « *Lithiotis* » tornò di nuovo alla ribalta nel 1906 ad opera di Boehm; l'Autore giudicò errata l'orientazione delle valve secondo l'interpretazione di Reis e sostenne ancora una volta la stretta relazione con le *Ostree*. Nel 1923 Reis pubblicò un nuovo lavoro in cui riconfermava la tesi, sostenuta in precedenza, secondo cui *Lithiotis* e *Cochlearites* avevano molta affinità rispettivamente con gli Spondilidi e con i Plicatulidi.

LE COLLEZIONI E LO STATO DI CONSERVAZIONE

Sono state esaminate le seguenti collezioni:

Gümbel 1890, Bayerische Staatsammlung für Paläont. und Geol., München;

Reis 1903, 23 Geologische Bundesanstalt, Wien, e Paläontol. Institut, Tübingen;

Museo Civico di Storia Naturale, Verona;

Museo Geopaleontologico dell'Università, Padova;

Museo Geopaleontologico, Convento Serafico, Chiampo (Vicenza).

A queste si è aggiunto il materiale raccolto dalle scriventi, circa 200 campioni, ora depositato presso l'Istituto di Geologia della Università di Ferrara, e proveniente da Bellori (Verona), dall'altipiano di Asiago, dall'alta Val Chiampo (Vicenza) e dai M. Simbruini (Frosinone).

Non esiste una conchiglia, completa delle due valve; si trova sempre la valva fissa e precisamente la regione umbonale più o meno completa. Le uniche valve, quasi intere, sono quelle di alcuni individui giovanissimi (fig. 16; tav. 1, fig. 2) fra cui il neotipo;

in due valve si è conservata parte della cavità conchigliare con evidente impronta muscolare (fig. 2; tav. 1, fig. 1a).

I gusci, in via di massima, sono ricristallizzati, completamente o parzialmente; in questo secondo caso la parte originale è quella più periferica della conchiglia.



Fig. 2 - *Lithiotis problematica* Gümbel, VA, parte della regione umbonale e della cavità conchigliare con evidente margine cardinale bilobato e cresta legamentare. Frammento della ipotetica valva opercolare (VL) sulla piastra solcata. Corso (M. Lessini, Verona). Museo Civico di Storia Naturale, Verona. i52.

TERMINOLOGIA

Reis (1903) adottò una nomenclatura morfologica che, in parte, non aveva riscontro negli altri Lamellibranchi date le singolari caratteristiche dei due generi. La revisione dei termini ha condotto alla

soppressione di alcuni, mentre altri che hanno trovato una giustificazione sono stati conservati. Data l'affinità fra *Lithiotis* e *Cochlearites* il termine *area pennata* è comune all'uno e all'altro genere, e sarà pertanto menzionato solo in questa parte del lavoro (fig. 1).

A. Regione umbonale

Aree pennate (seitlichen Fiederfelder) — Sono le aree anteriori e posteriori della faccia cardinale. La conservazione del termine è giustificata dal fatto che si tratta di aree con strie di accrescimento particolari, derivanti soprattutto dall'appiattimento delle valve e dal singolare aspetto della regione umbonale. E' superfluo l'aggettivo « laterale » in quanto non esiste niente di simile in altre parti delle valve. Le aree pennate rappresentano un carattere ben definito, costante ed essenziale nella tripartizione della faccia cardinale (fig. 1).

Piastra pseudolegamentare (Pseudoligament-Platte). E' la parte mediana della faccia cardinale (fig. 1). Da Reis furono comunque usati altri termini come per es.: *das langgestreifte Mittelfeld* o *das Leistenfeld*. E' l'elemento più caratteristico della morfologia di *Lithiotis* ed anche il più discusso per le varie interpretazioni che ne sono state fatte. Si tratta di una superficie piana, percorsa longitudinalmente da rilievi e solchi variamente pronunciati, che copre una struttura interna a lamine concentriche. Essa è costituita da serie longitudinali di embrici cui corrisponde una microstruttura fibroso-raggiata aperta (fig. 3, fig. 8; tav. 2, fig. 2, 2a). Il termine viene da noi sostituito con *piastra solcata*.

B. Cavità della conchiglia

Cresta muscolare (Muskelleiste) — Fu considerata da Reis in rapporto con l'area di inserzione del muscolo adduttore e ritenuta di fondamentale importanza nel definire l'orientazione delle valve. Questo termine non è conservato, poiché si è visto che la cresta non è sempre così marcata e così allungata come Reis aveva raffigurato; inoltre non è in rapporto con l'impronta muscolare, ma con l'area legamentare. Si potrebbe sostituire con la denominazione *cresta legamentare*.

Orientazione — La valva fissa (VA) era stata considerata in precedenza (Reis 1903, 1923) come valva destra. Nel riesaminare il materiale si è visto che l'impronta muscolare è conservata solamente in due esemplari, in parte incompleti, provenienti da Corso (Verona). Su di questi si è cercato di definire l'orientazione, tenendo come base il metodo esposto

nel Treatise on Invertebrate Paleontology (P.N, vol. 2, pp. N 78-84), che considera l'area di inserzione del muscolo adduttore posteriore dei monomiari, situata nella metà posteriore della valva. I due esemplari (fig. 2; tav. 1, fig. 1a) risulterebbero valve sinistre opistogire. In tal caso uno degli esemplari presenta uno sviluppo della cavità della conchiglia più accentuato anteriormente. Dei due lobi che caratterizzano il margine cardinale quello maggiore occupa la parte medio-posteriore e quello minore è

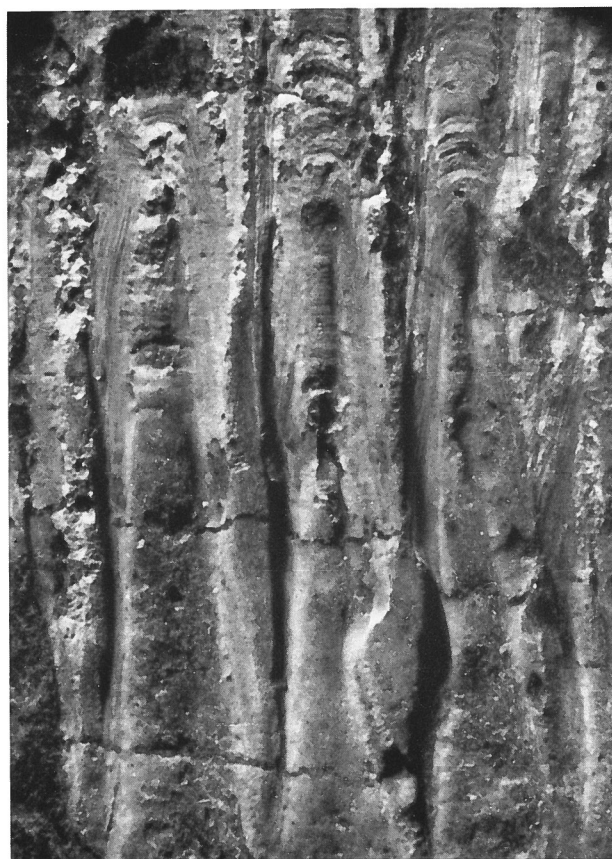


Fig. 3 - *Lithiotis problematica* Gumbel, VA.

Particolare di piastra solcata erosa, con rilievi e solchi quasi pianificati; la base della foto è rivolta verso la cavità conchigliare. 14 x.

Crespadoro-Campo d'Albero (M. Lessini, Vicenza). Istituto di Geologia, Università di Ferrara. LVC18.

situato nella parte anteriore (fig. 1, fig. 2; tav. 1, fig. 1a). Le tracce dei lobi sono identificabili nelle sezioni trasversali della regione umbonale come due strutture a lamine concentriche di diverse dimensioni (fig. 6; tav. 8, fig. 1). In campagna e su materiale isolato si è visto che a volte le tracce del lobo minore sono situate nella parte posteriore (tav. 8, fig. 1, esemplare LVB 83), per cui si presume, che in que-

sti casi la valva destra fosse la più sviluppata e quindi la cementazione avvenisse per mezzo di questa.

La possibilità che la cementazione potesse avvenire indifferentemente sia con la valva destra che con la sinistra, non deve sorprendere. Un caso analogo (Yonge 1962) si verifica nell'attuale lamellibranco dulciacquicolo, *Etheria elliptica* Lamarck var. *cailaudi* Ferussac, molto simile nella sua morfologia a *Lithiotis problematica* Gümbel; la valva fissa ha la regione umbonale molto allungata e un'area cardinale piatta, in rapporto con il legamento; la valva libera è opercolare. Data la scarsità del materiale per definire meglio il comportamento in tal senso delle valve, si preferisce adottare la denominazione valva attaccata (VA).

Per quanto riguarda il legamento sono stati adottati indifferentemente i termini: legamento fibroso o interno (= resilium), legamento lamellare o esterno (Owen, Trueman & Yonge 1953; Stenzel 1971, p. N 971).

L'orientazione delle sezioni sottili dei gusci è indicata secondo Taylor, Kennedy & Hall, 1969, p. 36.

PIASTRA SOLCATA E LEGAMENTO

La piastra solcata fu considerata sede del legamento sia da Gümbel (1890) che da Boehm (1891-92, 1906). Gümbel sostenne che il legamento avesse sede nelle scanalature longitudinali superficiali. Dapprima paragonò le scanalature ai resiliferi dell'area legamentare di *Gervillia* (*sensu* Gümbel 1890); considerò poi anche la possibilità che le striature longitudinali del resilifer di «*Ostrea*» fossero analoghe a quelle di *Lithiotis*. All'Autore sembrò pure che le creste laterali delimitanti l'area legamentare di «*Ostrea*» (Gümbel 1890, p. 66, fig. 4) avessero in sezione una struttura concentrica, come quella visibile in *Lithiotis*, cosa che non rispecchia la realtà.

Boehm, nella convinzione che *Lithiotis* fosse sinonimo di «*Ostrea*», non diede molta attenzione alla morfologia della piastra, ma cercò piuttosto di trovare delle analogie nelle striature longitudinali che si possono osservare sull'area legamentare di alcune *Ostreae*, soprattutto quando i gusci sono un po' erosi, e prese a confronto «*Ostrea*» *crassissima* Lamarck del Miocene dell'Andalusia.

Reis (1903, 1923) a prova della sua inclusione di *Lithiotis* negli Spondilidi (v. capitolo sulla posizione sistematica) confrontò l'area cardinale di *Spondylus* con quella di *Lithiotis*, e sostenne che il legamento fosse regredito in *Lithiotis* e che la dentellatura del margine inferiore della piastra (fig. 4) fosse

una cerniera di tipo embrionale. A questa conclusione era arrivato dal presupposto che il legamento di *Spondylus* fosse di tipo regredito e da certe relazioni fra cerniera e legamento che in seguito non hanno trovato riscontro su basi sperimentali (Yonge 1973).

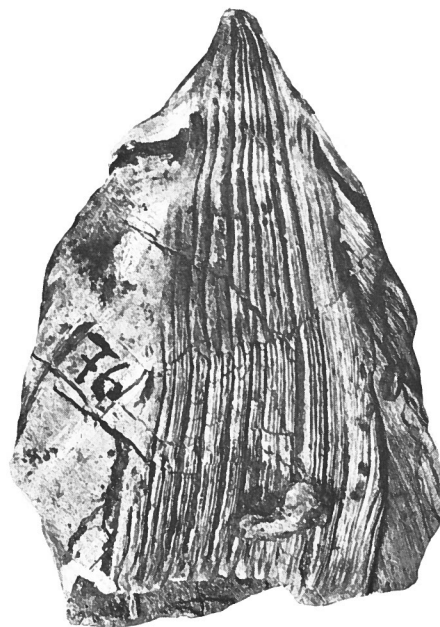


Fig. 4 - *Lithiotis problematica*, VA.

Regione umbonale; sul margine inferiore della piastra solcata è evidente l'aspetto ondulato della superficie decorticata, priva cioè delle strutture embricate, che sono invece chiaramente visibili in altri punti della medesima piastra. 1 x.

Crespadoro-Campo d'Albero (M. Lessini, Vicenza). Istituto di Geologia, Università di Ferrara. LVC76.

Dalle osservazioni fatte sui numerosi esemplari, anche in sezione trasversale, si è visto che l'aspetto esterno di questo elemento varia in rapporto al grado di integrità ed al diverso comportamento di alcuni caratteri. La piastra solcata è, come già osservato da Reis (1903), una sovrastruttura che ricopre le strie di accrescimento (ss.) del guscio; è di forma triangolare ed è presente sin dai primi stadi di accrescimento; è interessata da un rapido accrescimento in altezza e da un accrescimento ridotto in lunghezza. Rilievi e solchi sono determinati da serie longitudinali di embrici a doccia, cuneiformi, con la concavità rivolta verso la faccia cardinale, disposti a distanze diverse, anche nell'ambito di una stessa serie. Ogni rilievo è formato dai margini degli embrici di due serie contingue (tav. 2, fig. 2a); ogni solco corrisponde alle concavità allineate degli embrici di una

singola serie. I rilievi e i solchi situati ai lati della piastra sono sempre poco pronunciati.

Nella maggior parte degli esemplari (figg. 2, 4, 18), i fasci di rilievi (da 2 a 6) sono separati da solchi profondi sino dagli stadi più giovani; in pochi altri questi non si differenziano bene per una minore profondità o per un maggior sviluppo dei rilievi intercalati. Per comodità di esposizione, i solchi profondi sono indicati come solchi primari (S^1), quelli più superficiali come solchi secondari (S^2). I due

termini non hanno significato di priorità genetica (figg. 6, 7). Negli esemplari più usurati le serie di embrici non si notano e la piastra sembra percorsa da normali elementi di ornamentazione (figg. 2, 18; tav. 1, fig. 1a; tav. 3, fig. 2).

Ogni serie longitudinale di embrici porta fini strie di accrescimento, convesse adapicalmente (fig. 3). In qualche esemplare si è conservata una stretta fascia al limite con il margine cardinale della cavità conchiagliare, nella quale la piastra solcata non esiste più

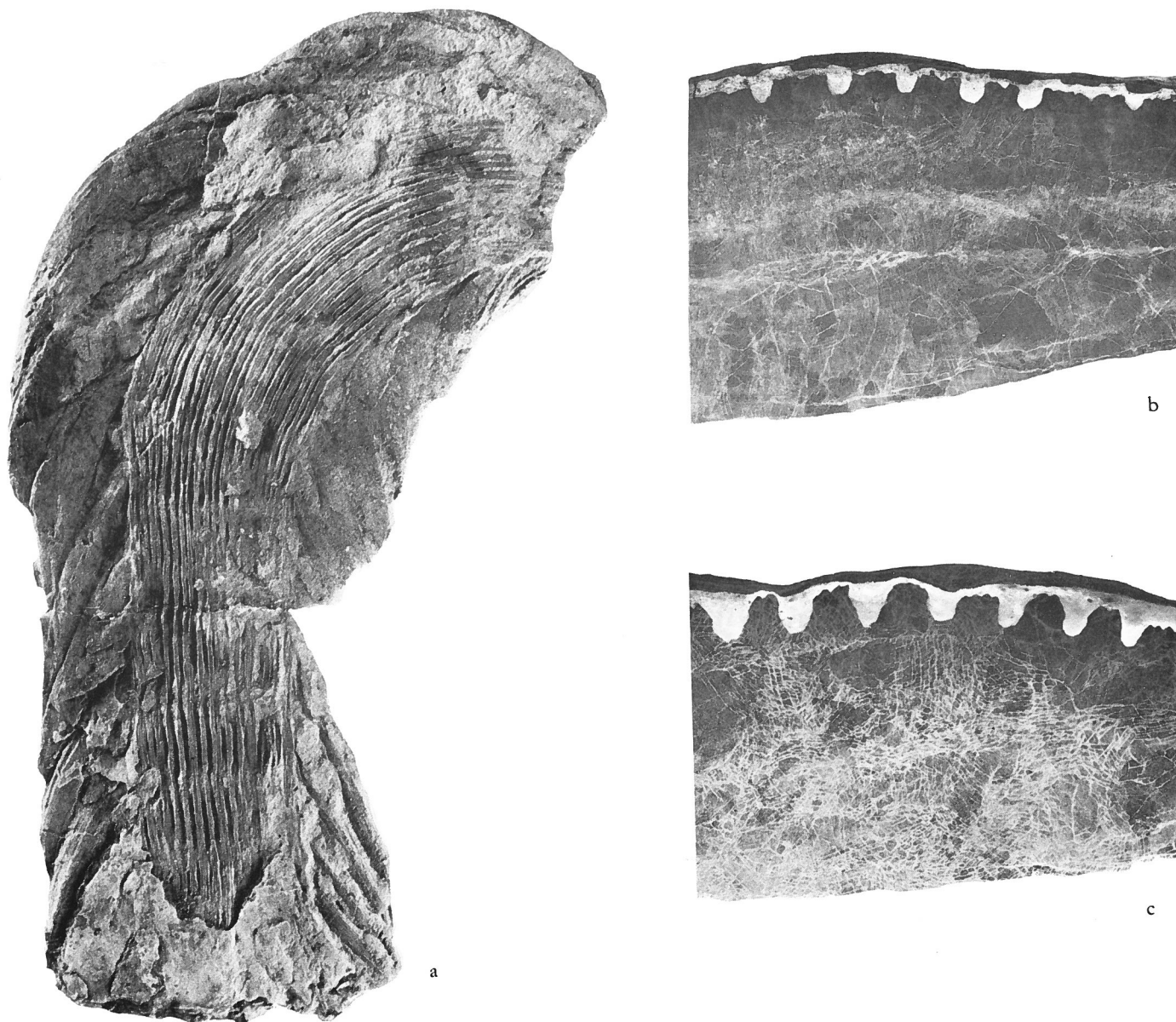


Fig. 5 - *Lithiotis problematica*, Gumbel, VA.

a: regione umbonale; in basso è conservato un frammento dell'ipotetica valva opercolare (VL), 1 x.

Museo Civico di Storia Naturale, Verona, i 10.

b, c: sezioni sottili trasversali e parallele condotte in corrispondenza della medesima, 7 x.

Stallavena (M. Lessini, Verona).

Istituto di Geologia, Università di Ferrara, i 10 s₁, i 10 s₂.

(fig. 18; tav. 1, fig. 1a); in sua vece la superficie presenta deboli rilievi in corrispondenza dei solchi primari e ampie depressioni che corrispondono ai fasci di rilievi. Prima di scomparire, i margini prossimali degli embrici si attenuano, divergendo debolmente, e alla fine le estremità prossimali di ciascuno si collegano con quelle dei cunei vicini formando deboli sporgenze. Il margine inferiore della piastra si presenta quindi come una successione di piccoli rilievi a zig zag. Questo aspetto si evidenzia anche in altri punti della piastra, dove è intervenuto un parziale decorticamento (fig. 4).

In sezione sottile trasversale appare più che evidente che la piastra è una struttura ben differenziata dal resto del guscio. In seno ad essa poi si distinguono una parte superficiale nerastra (fig. 8) ed una profonda costituita da « centri di calcificazione » (elementi fibroso-raggiati con una cavità centrale), interpretabili come sezioni trasversali di canalicoli longitudinali, occupati nel vivente da sottili appendici del mantello. La parte più superficiale, corrispondente ai fasci di rilievi e solchi, deriva da canalicoli fessurati e aperti in senso longitudinale. Questi elementi sono originati da due zone particolari con canalicoli chiusi (tav. 9, fig. 2), situate ai lati della piastra e incuneate fra le lamine flabellate e le lamine concentriche (fig. 6, 8; tav. 8, fig. 1). La microstruttura degli embrici è prismatico-raggiata. Per quanto riguarda altre particolarità della microstruttura, si rimanda al paragrafo relativo (p. 24).

Nota la struttura e la morfologia della piastra solcata, l'interpretazione del tipo di legamento è veramente un'impresa ardua. Le conoscenze attuali su origine, organizzazione e funzione del legamento scartano la possibilità di una sua assenza; il riconoscimento del tipo di legamento nei fossili si basa sulla morfologia delle strie di accrescimento dell'area di

inserzione e solo su queste, se non esistono corrispondenti attuali.

In *Lithiotis*, nell'area che poteva essere in rapporto con il legamento, esiste una piastra solcata che si arresta in prossimità del margine cardinale, a sua volta privo di strie rapportabili alla presenza di un legamento. Fra le piastre legamentari note è stata presa in considerazione per prima quella di *Spondylidae*, dato che a questa Reis si era riferito come termine di paragone.

L'area cardinale di *Spondylus* Linné, 1758 (Yonge 1973) è, come in altri generi, in rapporto con la cementazione al substrato, che determina lo scorrimento in senso ventrale dell'asse cardinale; in questo genere essa viene secreta da creste palleani e la sua superficie, a differenza di quella di *Lithiotis*, è piuttosto omogenea. A piccolo ingrandimento si notano deboli ondulazioni e deboli solchi con evidenti strie di accrescimento trasversali, ondulate; l'ondulazione è su un piano perpendicolare a quello di accrescimento. Sezioni sottili condotte attraverso l'area cardinale di *Spondylus* sp. ind., attuale, non rivelano alcun particolare tipo di microstruttura, diversa da quella del resto del guscio. In *Etheria elliptica* Lamarck var. *cailliaudi* Ferussac che vive cementata e che possiede una morfologia molto simile a *Lithiotis problematica* Gümbel, si trova un'area cardinale piatta nella quale ha sede un legamento di tipo alivinculare opistodetico. La superficie esterna di questa ha delle scanalature in rapporto alle aree legamentari, mentre per il resto è liscia e con strie di accrescimento appena arcuate e convesse adapicalmente. Per quanto non siano state fatte osservazioni dirette, si può ritenere, data l'origine, che la microstruttura dell'area cardinale sia come quella del resto del guscio.

Il confronto è stato esteso anche a Lamellibranchi caratterizzati da legamento anfidetico multiplo, che

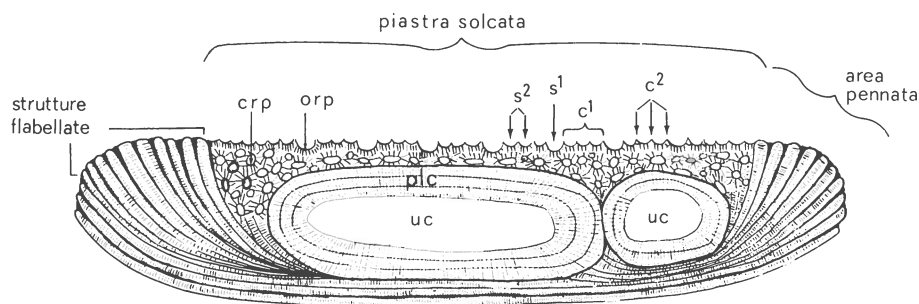


Fig. 6 - Architettura di *Lithiotis problematica* Gümbel in sezione trasversale, VS; schema.

Glossary: Area pennata = plume-like area; lamine o strutture flabellate = flabellate structures; piastra solcata = furrowed plate; c1c2 = ridges; crp = closed radial prismatic structures; orp = opened radial prismatic structures; plc = prismatic laminar concentric structures; s1s2 = furrows; uc = umbonal cavity.

non ricorre in molti casi (*Pernostrea* Munier-Chalmas, 1864; fam. Noetiidae Stewart, 1930; Sottofam. Euchondriinae Newell, 1938); fra questi è stata scelta la fam. Noetiidae Stewart, 1930, in quanto nella relativa area cardinale si potrebbero riconoscere delle assomiglianze con *Lithiotis*. In *Noetia* (*Eontia*) Stearn Mc. Neil, 1938 questa possiede rilievi e solchi, entrambi con evidenti strie di accrescimento trasversali, concave apicalmente, corrispondenti all'inserzione della parte interna o fibrosa del legamento; le strie relative al legamento esterno o lamellare non esistono perché questo appoggia sul precedente senza lasciare quindi traccia. Le osservazioni su sezioni sottili, trasversali alla piastra cardinale, non rivelano particolari differenze di strutture rispetto a quelle del resto del guscio. Anche in questo caso quindi la piastra, dal punto di vista della microstruttura, non ha niente di differenziato.

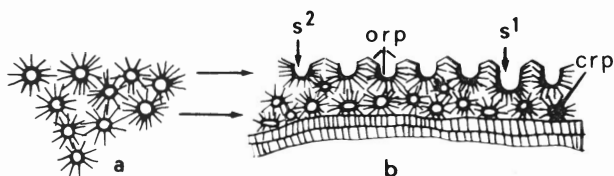


Fig. 7 - Genesi degli elementi superficiali della piastra solcata. a) stadio canalicolare chiuso cui corrispondono le strutture fibroso-raggiate chiuse (closed radial prismatic structures = crp, fig. 2); b) stadio canalicolare aperto, derivato dalla fessurazione longitudinale dei canalicoli superficiali con formazione di solchi e rilievi (opened or superficial radial prismatic structures = orp, fig. 2).

Nell'ipotesi che la piastra solcata di *Lithiotis* fosse in rapporto con un legamento multivinculare, come termine di paragone è stata sezionata l'area cardinale di un esemplare attuale di *Isognomon* (*Isognomon*) Lightfoot, 1786 e anche in questo caso non si è evidenziata nessuna peculiare microstruttura.

Il confronto con generi forniti di aree cardinali permette di escludere quindi che la piastra solcata di *Lithiotis* avesse rapporti con il legamento. Rimane la possibilità che in *Lithiotis* il legamento fosse interno e parzialmente regredito come si verifica, ad esempio, nel gruppo degli Hippuritidae. Il margine cardinale di *Lithiotis* è bilobato (fig. 1, 2; tav. 1, fig. 1a); i due lobi, diversi tra loro, fondono i due estremi contigui in una cresta affilata (*Muskelleiste* di Reis), rivolta ventralmente e con estremità libera appuntita. Questo carattere richiama uno dei tipi di supporti legamentari descritti per gli Hippuritidae nella valva fissa (Perkins B.F., 1969, pp. N 755-758; Coogan A. H., pp. N 769-771). Il legamento poteva

inserirsi sui lobi cardinali e sulla cresta per una stretta fascia fino al limite ventrale della piastra solcata, la quale, accrescendosi, copriva o cancellava le strie legamentari. In base all'andamento bilobato del margine cardinale si può pensare ad un legamento di tipo alivinculare, anche in considerazione delle strette affinità morfologiche esistenti fra *Lithiotis* e *Cochlearites* e dell'ipotesi avanzata sul tipo di legamento dell'ultimo genere (p. 34). Mentre in *Cochlearites* esso è alivinculare anfidetico, in *Lithiotis* sarebbe alivinculare anfidetico in uno stadio giovanile e spostato anteriormente negli adulti.

COMPOSIZIONE CHIMICA ARCHITETTURA E MICROSTRUTTURA

Composizione chimica — La conservazione della microstruttura è un fatto eccezionale, se si parla in termini di integrità; è comunissimo invece l'aspetto spatico nel quale sono talora visibili, in sezione sottile, le tracce dei prismi e delle lamine. Nei campioni in cui si notano ancora parti originali del guscio, queste si trovano sempre verso la parte periferica, mentre la calcite spatica è all'interno. L'aragonite è stata evidenziata con i raggi X, metodo di Debye-Scherrer, su polveri ricavate dalle parti con evidente struttura prismatica. Prove colorimetriche con i metodi di Fiegel e di Meigen hanno dato esito positivo per l'aragonite. Non sono state di aiuto invece le osservazioni ottiche.

Architettura — La microstruttura è caratterizzata fondamentalmente da lamine costituite da prismi aghiformi, il cui asse di allungamento è più o meno perpendicolare alle lamine. Nella parte periferica della faccia esterna le lamine sono parallele tra loro ed a questa; nella parte mediana formano due zone con disposizione concentrica; in corrispondenza delle aree pennate invece hanno disposizione flabellata (fig. 6). Nella parte periferica della faccia esterna ed in corrispondenza delle aree pennate sono comuni sottili intercalazioni di madreperla, la cui presenza è peraltro visibile anche ad occhio nudo su superfici decorticate di molti campioni come lembi di aspetto translucido. Alla microstruttura si collega la struttura interna del guscio i cui particolari, in parte evidenti alla semplice osservazione macroscopica, sono stati comunque messi in evidenza a deboli ingrandimenti su sezioni, seriate e non.

Molte particolarità della struttura interna della VA erano già state messe in rilievo da Reis su campioni decorticati e sezionati (1903, tav. VI, VII). Dalla revisione non è emerso molto di più, se non un maggior numero di informazioni che hanno per-

messo di formulare una ipotesi interpretativa sul meccanismo di accrescimento del guscio e della piastra solcata. Tale ipotesi, se da un lato offre una probabile soluzione, dall'altro pone in ulteriore rilievo la singolarità della piastra medesima. In qualunque sezione trasversale, prossima o no alla cavità conchigliare che attraversi la regione umbonale, appare una architettura tripartita. Al di sotto della piastra si trova una struttura laminare, concentrico-raggiata; ai lati di questa un gruppo di lamine disposte a ventaglio; il tutto appoggiato su un gruppo di lamine, suborizzontali o arcuate corrispondenti alla faccia esterna (fig. 6; tav. 8, fig. 1). Struttura concentrica e struttura flabellata sono separate in corrispondenza dei lati della piastra da *aree cuneiformi*, una per parte, costituite da « centri di calcificazione ». La parte più stretta di questa area è rivolta verso la faccia esterna, ma non la raggiunge. I due cunei, anteriore e posteriore, sono collegati tra loro mediante altri centri di calcificazione, disposti in uno o più piani, subito al di sotto della piastra solcata (fig. 6, 8; tav. 8, fig. 1). In realtà ciò che appare in sezione come « centro di calcificazione », doveva essere un canalicolo della superficie del mantello (appendice o canalicolo palleale). Dalle due aree cuneiformi dipendeva l'accrescimento in larghezza della piastra e quindi la continua aggiunta di nuovi rilievi e solchi: i canalicoli più esterni si fes-

suravano longitudinalmente, il lume diveniva solco ed i lembi liberi diventavano rilievi (fig. 7, 8).

Negli stadi di recente formazione le aree cuneiformi a struttura canalicolare sono piuttosto ampie ed i canalicoli possiedono lume ampio e parete spessa; negli stadi più vecchi è tutto proporzionalmente più ridotto e minuto, senza però che sia avvenuta la completa oblitterazione del lume canalicolare. Lo stesso comportamento si nota per i canalicoli situati al di sotto della piastra. Con lo stesso meccanismo, cioè mediante appendici palleali calcificanti avveniva molto probabilmente l'oblitterazione del prolungamento della cavità conchigliare in seno alla regione medio-umbonale (tav. 8, fig. 1).

Le sezioni radiali passanti per l'area cardinale, mostrano una struttura « cône-en-cône » che si spiega facilmente con la forma a cappuccio bifido della cavità umbonale (fig. 9).

La piastra solcata, nei campioni ben conservati, ha un comportamento ottico diverso fra la parte più superficiale e quella più profonda che si spiega con differenza di contenuto in sostanza organica e non di microstruttura o di composizione mineralogica. Ciò porta alla simulazione di una struttura profonda ad ampi rilievi (fig. 6, C¹) e profondi solchi (fig. 6, S¹) e di una superficiale, che interessa i primi, anche questa formata da solchi e rilievi, però deboli (fig. 6, C², S²). Tale aspetto si nota facilmente nelle

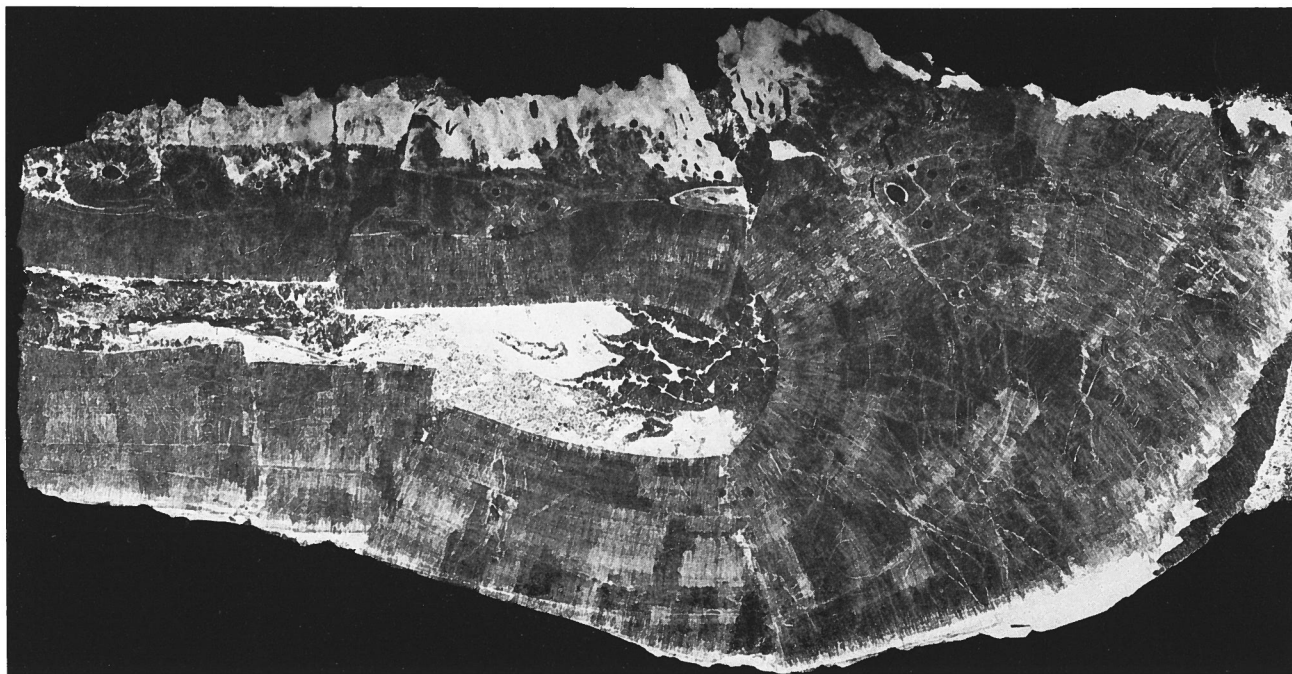


Fig. 8 - *Lithiotis problematica* Gümbel, VA. Sezione trasversale della regione umbonale, prossima al margine cardinale. Sono conservate quasi integralmente le caratteristiche strutturali della piastra solcata; 11 x circa (in negativo). Istituto di Geologia, Università, Ferrara, LVC 10 s.

parti più vecchie del guscio, mentre negli stadi più giovani o non esiste o appare in modo molto limitato; nei campioni, dove la microstruttura originale è scomparsa e l'aragonite è stata completamente sostituita, si distinguono bene i solchi primari, alternati ai fasci di rilievi, ed i solchi secondari (fig. 5b, c). E' fuori dubbio che la formazione dei solchi, sia primari che secondari, avveniva su entrambi i lati e quindi era collegata con l'accrescimento antero-posteriore che si può ritenere simmetrico; l'approfondimento dei solchi primari era determinato dall'aumento di spessore delle aree intercalate (fasci di rilievi e solchi), a sua volta legato con le modalità di accrescimento in altezza di dette aree. Al momento della loro formazione i solchi sono poco profondi e tutti uguali; più tardi, ad intervalli non sempre costanti un solco comincia con l'approfondirsi, mentre gli altri (2-4) contigui si conservano ad un livello più superficiale e costante. L'approfondimento dei solchi primari è progressivo, ma si stabilizza molto presto; la distanza di uno dall'altro varia anche in un medesimo individuo, e per un certo grado è legata con l'accrescimento, però anche questa si stabilizza rapidamente (fig. 5b). Solchi primari, e solchi secondari hanno una microstruttura prismatica-raggiata.

Microstruttura — Lo studio della microstruttura è stato fatto sia con il microscopio ottico che con quello elettronico e scansione (su superfici di frattura).

I cristalli aghiformi e lunghi si presentano nelle parti più spesse molto schiacciati secondo l'asse *b* e, nelle sezioni orientate perpendicolarmente all'asse *c*, hanno un contorno ben definito di esagono irregolare (tav. 9, fig. 1).

La disposizione è semicaotica nel senso che nel complesso gli assi *a* sono disposti a caso, con l'eccezione di alcuni cristalli che si aggregano, qua e là secondo le facce 010/010, con gli assi *a* paralleli. La frequenza degli aggregati sembra piuttosto varia; in seno ad una medesima sezione esistono zone che ne sono prive. Le dimensioni calcolate sempre su sezioni perpendicolari all'asse di allungamento variano secondo l'asse *a* da μ 10 a μ 40, secondo l'asse *b*

da μ 0,6 a μ 16 per i cristalli elementari; mentre per gli aggregati variano da μ 10 a μ 30 secondo *a* e μ 6 - μ 25 secondo *b*. Gli aggregati sono più frequentemente isolati in una massa a tessitura prismatica, caotica; non di rado tuttavia sono a gruppi di 3, 4, 5 o 6 con le direzioni degli assi *a* di un aggregato disposte a 90° circa rispetto a quello contiguo, simulando una disposizione a « parquet »; più rara è la disposizione raggiata di quattro o cinque aggregati.

TABELLA 1

<i>a</i>	10	12	12	10	20	20	25	24
<i>b</i>	4	4	2	4	5	15	15	6

Dimensioni in μ dei cristalli secondo la direzione degli assi *a* e *b* in *Lithiotis problematica* Gümbel.

Questa disposizione semicaotica dei prismi non si inquadra in nessuna delle strutture prismatiche definite da Boggild (1930), Oberling (1964) e Taylor, Kennedy & Hall (1969, 1973). In sezione radiale e trasversale, al microscopio ottico, la tessitura prismatica è paragonabile a quella miostracale di alcuni bivalvi, illustrata da Taylor, Kennedy & Hall 1969; tav. 25, figg. 4, 2; tav. 26, fig. 3) e ciò deriva dall'aspetto allungato, dalle dimensioni dei prismi e dal tipo di contatto che intercorre tra loro. In sezione sottile planare compaiono le divergenze. La caratteristica degli strati miostracali, messa in rilievo in vari modi (Taylor, Kennedy & Hall, 1969, pp. 52-59) su piani perpendicolari all'asse di allungamento dei prismi, che permette di distinguere questa struttura da quella degli altri strati prismatici, è data dal contorno irregolare dei cristalli con angoli rientranti; il contorno è talora arrotondato e può intrudersi nei prismi limitrofi. In *Lithiotis*, i prismi hanno un contorno pseudoesagonale definito, e la compenetrazione avviene in modo da rispettare il contorno del cristallo che si intrude.

Prismi aghiformi si trovano pure nelle aree canalicolari e nella piastra solcata. A parte la disposizione concentrico-raggiata dei prismi, non sembra esi-

Fig. 9 - *Lithiotis problematica* Gümbel, VA.

Sezione naturale subassiale di una parte della regione umbonale che mette in evidenza l'accrescimento cône-en-cône derivante dallo spostamento in senso ventrale della cavità umbonale a cappuccio, 1 x.

Bellori (M. Lessini, Verona).

Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVC 13.

stano differenze strutturali nelle zone canalicolari e quindi nella piastra solcata dato che solco e rilievi laterali derivano dall'apertura longitudinale dei canalicoli (p. 23); al solco corrisponde una disposizione raggiata semicircolare, mentre nei rilievi laterali i prismi diventano divergenti (fig. 8).

Gli strati di madreperla sono frequenti in corrispondenza delle aree pennate, in particolare entro una fascia periferica (tav. 8, fig. 1), dove si osserva una ripetuta alternanza di strati di madreperla e di prismi molto corti e apparentemente grossi. Lo spessore degli strati di madreperla varia da μ 38 a μ 114; quello delle lamine prismatiche è attorno ai μ 150- μ 300. L'alternanza di madreperla e delle lamine prismatiche in corrispondenza della faccia esterna, dove le lamine sono parallele a questa e tra loro, è stata notata in modo abbastanza completo in un solo esemplare (tav. 8, fig. 1). In sezione trasversale le alternanze sono scalariformi, degradanti e simmetriche

ai lati finché si arriva nel mezzo dove l'intercalazione di madreperla è continua. Lo straterello più esterno doveva comunque essere prismatico, poiché nella parte mediana della faccia esterna della conchiglia è evidente questa successione: tracce di periostraco, lamina prismatica, madreperla. Tale successione è riconosciuta come produzione caratteristica del margine del mantello (Taylor, Kennedy & Hall, 1969), mentre non rientra nel quadro delle conoscenze attuali l'assenza dello strato madreperlaceo nella faccia interna della cavità conchigliare.

Anche se le interpretazioni sulle caratteristiche dei fossili sono sempre legate al grado di conservazione e quindi non vanno oltre i limiti della probabilità, ci sono alcune considerazioni che rendono altamente probabile un comportamento insolito della superficie generale del mantello nella produzione di una struttura prismatica in luogo della madreperla relativamente alla faccia interna. Sembra non si tratti

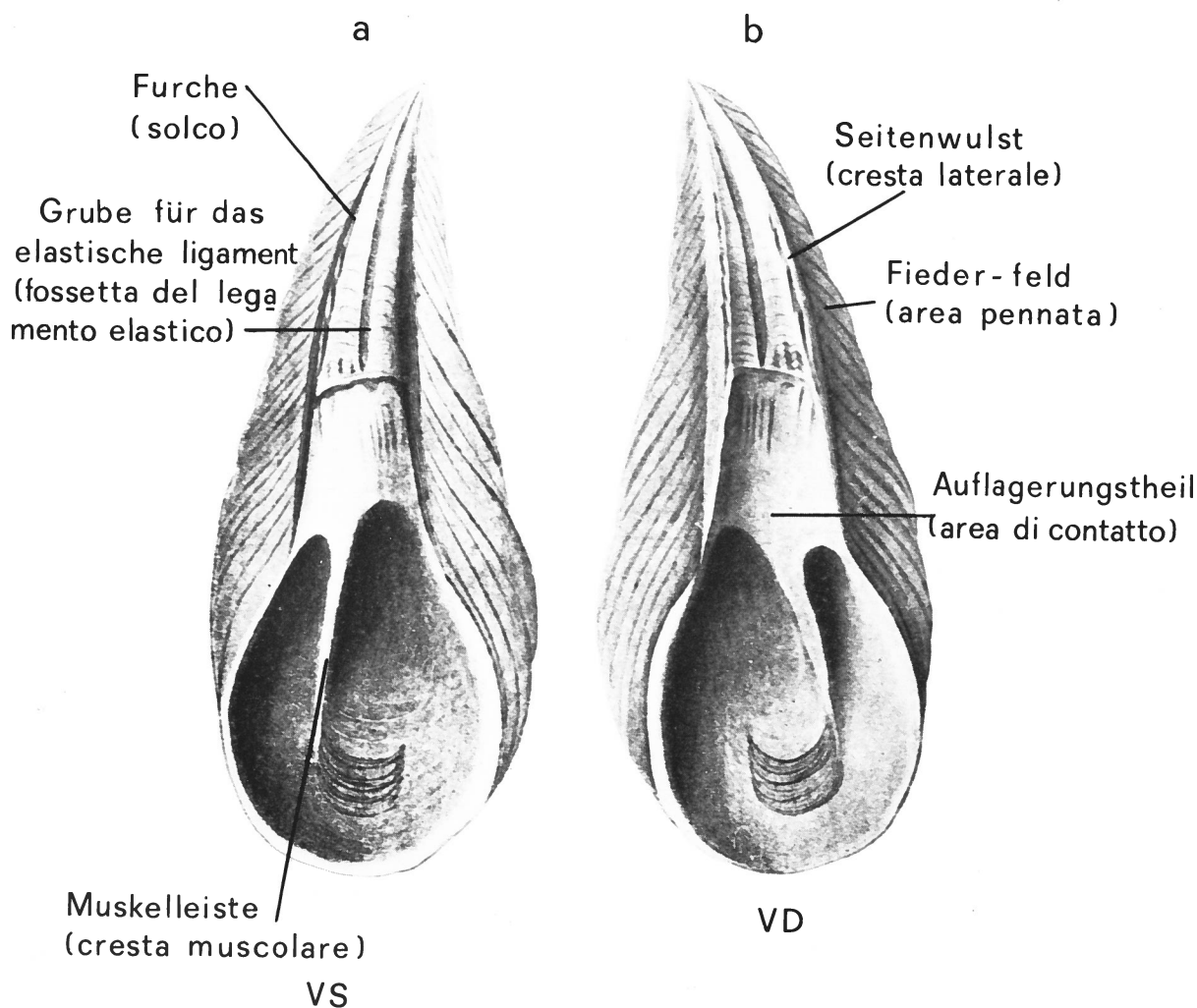


Fig. 10 - *Cochlearites loppianus* (Tausch), 1° tipo di Reis 1903.

di un fenomeno isolato in seno a questi Lamelli-branchi liassici, in quanto anche in *Gervilleioperna* e *Mytiloperna*, sempre della facies a « *Lithiotis* », esiste la stessa situazione (Benini & Loriga 1974).

L'architettura e la microstruttura di *Lithiotis* non trovano termini di confronto né fra i Lamelli-branchi fossili né fra quelli attuali, con riferimento a quanto è noto sino ad ora. Un altro fatto di rilievo è rappresentato dall'impossibilità di differenziare in seno allo spessore della conchiglia gli strati che normalmente caratterizzano le conchiglie dei Lamelli-branchi. Un'ulteriore differenza è data dalla presenza della madreperla, non nella faccia interna della conchiglia.

Per quanto riguarda i confronti con gli Spondylidae e con gli Ostreidae, già ricordati in precedenza, anche a livello di microstruttura non esistono elementi di contatto.

IL PROBLEMA DELLA SECONDA VALVA

Reis (1903, p. 11) mise in rilievo di non aver trovato esemplari completi o quasi delle due valve, ma solamente parti della valva più spessa ricoperte per brevi tratti da una sottile pellicola calcarea. Dallo studio delle sezioni, concluse che *Lithiotis* possedeva una valva molto spessa ed una molto sottile, della stessa altezza e che la piastra solcata era presente su entrambe (1903, tav. VII, figg. 4-5). Per quanto nella collezione di Reis non siano state rintracciate le suddette sezioni, in base all'abbondante materiale raccolto si deve confermare quanto era già stato osservato dall'Autore: la faccia interna della valva più spessa (VA) presenta a volte una pellicola calcarea. La si ritrova in più punti della faccia interna ed è sempre molto frammentaria; in prevalenza è conservata nella regione umbonale; raramen-

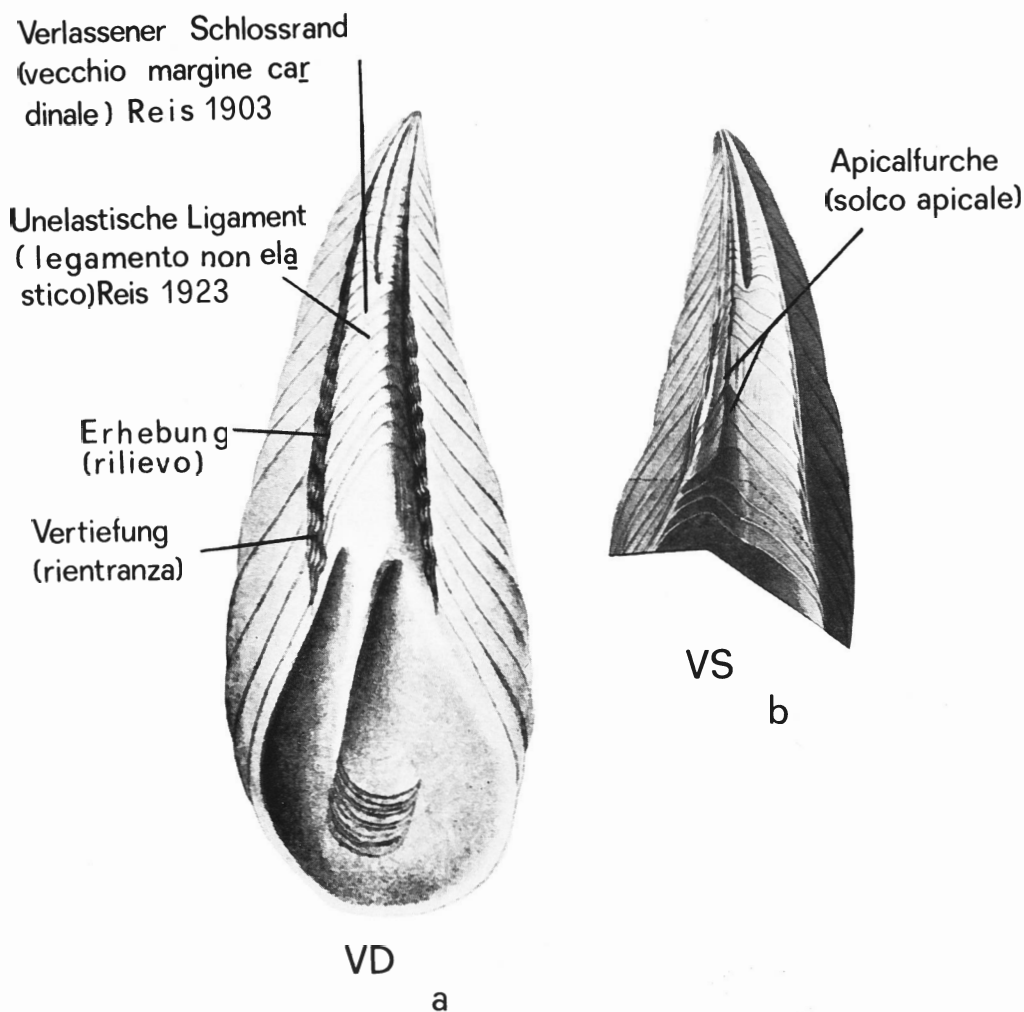


Fig. 11 - *Cochlearites loppianus* (Tausch), 2° (11a) e 3° (11b) tipo di Reis 1903.

te verso la parte dorsale della cavità conchigliare (fig. 2, 5), anche perché sono pochissimi i gusci integri. Da sezioni sottili trasversali la pellicola appare sempre liscia esternamente, mentre all'interno si notano rilievi e solchi variamente distribuiti, privi però dei caratteri strutturali indicati per la piastra solcata (fig. 5); colore e microstruttura sono inoltre uguali a quelli della massa principale del guscio della valva spessa. Nelle illustrazioni di Reis non si nota che la faccia interna solcata abbia questi caratteri.

Con i dati ricavati dallo studio di revisione non esistono ancora elementi su cui costruire una morfologia obiettiva. Tuttavia si può almeno ammettere con un alto grado di probabilità, che la pellicola appartiene a *Lithiotis* e che non rappresenta eventualmente brandelli dello strato più esterno della valva spessa. I rilievi ed i solchi, cui si è accennato, non sembrano avere il significato e l'origine di quelli della piastra solcata. Data la difficoltà di avere numerose sezioni trasversali e seriate, si può immaginare che la funzione di questi elementi fosse quella di incastro o di cerniera.

Per quanto riguarda la forma, deduzioni si possono fare dalla particolare morfologia della valva spessa e dall'etologia. Il significato di elemento di copertura, dimostrato per la piastra solcata comporterebbe la presenza di una valva libera di tipo oper-

colare, sottile, come nella maggior parte dei Lamelibranchi che vivono cementati su substrati duri (Rudiste, *Etheria* Lamarck, *Saccostrea* Dollfus & Dautzenberg). E' fuori dubbio che *Lithiotis* doveva possedere una valva libera molto sottile, poiché tutte le osservazioni, fatte sul materiale isolato e sul terreno, avrebbero portato in caso contrario alla scoperta almeno di qualche esemplare completo, come è avvenuto frequentemente per *Cochlearites*. In quest'ultimo genere la VL non raggiunge mai nella regione umbonale il grado di sottigliezza che la stessa avrebbe dovuto avere in *Lithiotis*. Tenendo presente la forma della VA, è molto difficile conciliare nella VL un elevato grado di sottigliezza con un'ampiezza pari a quella della VA, soprattutto da un punto di vista meccanico. Indipendentemente dal tipo di legamento la massima parte della regione umbonale era libera (la fascia di legamento funzionante è sempre ridotta) e come tale facilmente fratturabile. Di conseguenza sembra più logico pensare ad una valva libera sottile, molto meno estesa di quella fissa, o di tipo opercolare o con funzione di opercolo. Nulla vieta che nello stadio iniziale *Lithiotis* possedesse la VL estesa quanto la VA, finché la regione umbonale non avesse dimensioni abnormi. Il particolare allungamento in direzione dorso-ventrale può avere interessato la valva fissa più della VL che ad un certo punto ha dovuto assumere o forma o funzione di opercolo.

TABELLA 2

	2 valve	2 valve pp.	VS	VD	Totale
n° esemplari adulti	1	20	68	9	98
n° esemplari giovani			6		6
					104

Inventario degli esemplari di *Cochlearites*, studiati.

GEN. COCHLEARITES REIS, 1903

Storia — Nel 1903 inizia la storia del genere *Cochlearites* come taxon ben distinto; in realtà le notizie bibliografiche sono antiche come quelle di *Lithiotis problematica* Gümbel, in quanto gli esemplari per i quali Reis creò il genere, per molto tempo erano stati identificati con *Lithiotis problematica* e viceversa. Per questa parte quindi si rimanda a quella corrispondente alla suddetta specie (pp. 18-19).

LE COLLEZIONI E LO STATO DI CONSERVAZIONE

Il materiale che è servito allo studio di revisione è costituito dalle collezioni originali di:

Tausch 1890, Geologische Bundesanstalt, Wien;
Gümbel 1890, Bayerische Staatsammlung für Paläont. und historische Geol., München;
Reis 1903, 1923, Geologische Bundesanstalt, Wien, e Paläontologische Institut, Tübingen;
Krumbeck 1923, Geologische u. Paläont. Institut Universität, Bonn.

Sono state esaminate inoltre le collezioni del:
Museo Civico, Rovereto (Trento);
Museo Civico di Storia Naturale, Verona;
Museo Geopaleontologico dell'Università, Padova;
Museo Geopaleontologico, Convento Serafico, Chiampo (Vicenza);

Banca Popolare di Arzignano, Arzignano (Vicenza).

Altro materiale, ora depositato presso l'Istituto di Geologia della Università di Ferrara, è stato raccolto dalle scriventi per la massima parte nei dintorni di Chiampo (M. Lessini, Vicenza) ed in minor misura a Ponte Basasenoci (Val Marchiora, M. Lessini, Verona), a Ponte della Pissarotta (Vaio Squaranto, M. Lessini, Verona) e a Vallepiera - SS. Trinità (M. Simbruini, Frosinone). Ad eccezione del campione della Banca Popolare di Arzignano, il materiale è costituito da gusci isolati. Qualche tipo di Reis illustrato nel lavoro del 1903 non è più compreso nella collezione di Vienna.

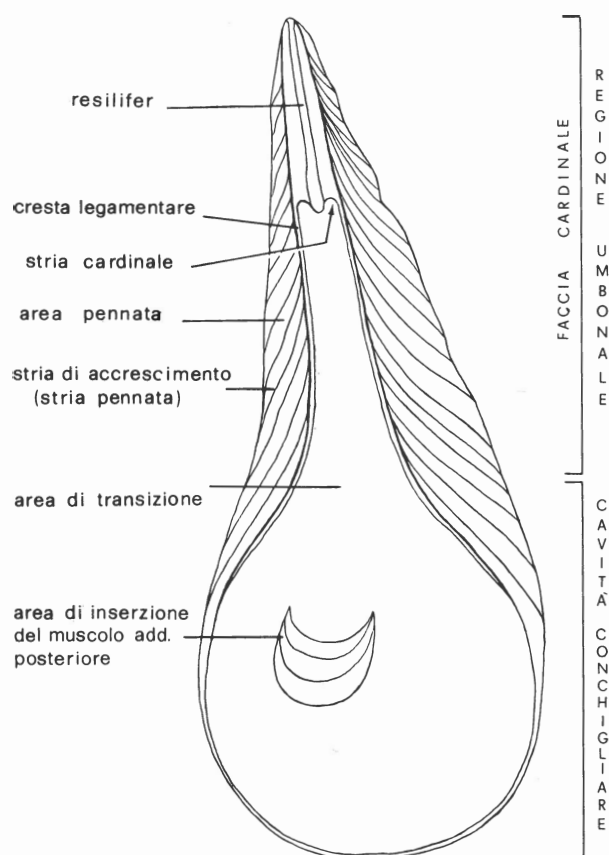


Fig. 12 - *Cochlearite loppianus* (Tausch), schema di VS.

Glossary. Regione umbonale = umbonal region (cardinal face); cavità della conchiglia = shell cavity; cresta legamentare = ligamental ridge; stria cardinale = cardinal growth line; area pennata = plume-like area; stria pennata = plumed growth line; area di transizione = intermediate area between shell cavity and resilifer; area inserzione del muscolo adduttore posteriore = posterior adductor muscle scar.

Lo studio di revisione ha preso in esame complessivamente 114 campioni. Il grado di conservazio-

ne è molto modesto e la struttura originale si è conservata solo in qualche caso; normalmente i gusci sono ricristallizzati.

Come per *Lithotis*, si trovano le regioni umbonali delle valve, però sia separate sia accoppiate; più facile è il ritrovamento di valve isolate (VS); un unico esemplare si può considerare pressoché completo, mancando solo della parte marginale ventrale della cavità della conchiglia. La cementazione su substrato duro è dimostrata anche dalla presenza di valve di individui giovani attaccati a valve di individui adulti.

Tutti gli esemplari sono stati riferiti alla specie *Cochlearites loppianus* (Tausch), che appare pertanto interessata da una notevole variabilità di tipo ecomorfico.

TERMINOLOGIA

Come è già stato detto precedentemente a proposito di *Lithotis*, anche per *Cochlearites* erano stati introdotti (Reis 1903) termini morfologici nuovi che sono riassunti nella tabella 3. Nella revisione alcuni hanno trovato una giustificazione, altri invece si sono rivelati inutili. A parte uno (*Muskelleiste*), si tratta di termini relativi alla regione umbonale e più precisamente all'« area legamentare ». Mentre alcuni hanno un implicito significato, per altri conviene dare qualche chiarimento.

A. Regione umbonale

Die Seitenwülst (cresta laterale) — Considerata come elemento di cerniera, è ora interpretata anche come sede del legamento lamellare. Il termine è sostituito con: *cresta (solco) legamentare*.

Die Erhebungen; die Vertiefungen der Seitenwülste. — Sono le irregolarità che si notano sulla superficie delle creste legamentari sotto forma di depressioni, piccoli rilievi, scanalature ecc. e che in genere hanno dei corrispondenti opposti nell'altra valva.

Non sono considerate caratteristiche significative a livello morfologico, ma termini di uso corrente.

Die verlassene Abschnitt des Mittelfeldes; die unelastische Ligament. — Questi termini non sono conservati come tali in quanto si tratta delle strie di accrescimento lasciate dal limite dorsale della superficie generale del mantello nel suo spostamento in senso ventrale. Pertanto si adotta il termine: *strie cardinali* (figg. 12, 13).

Die Auflagerungstheil. — Ritenuta una zona di contatto, piana, semplice e non ad incastro, è in realtà

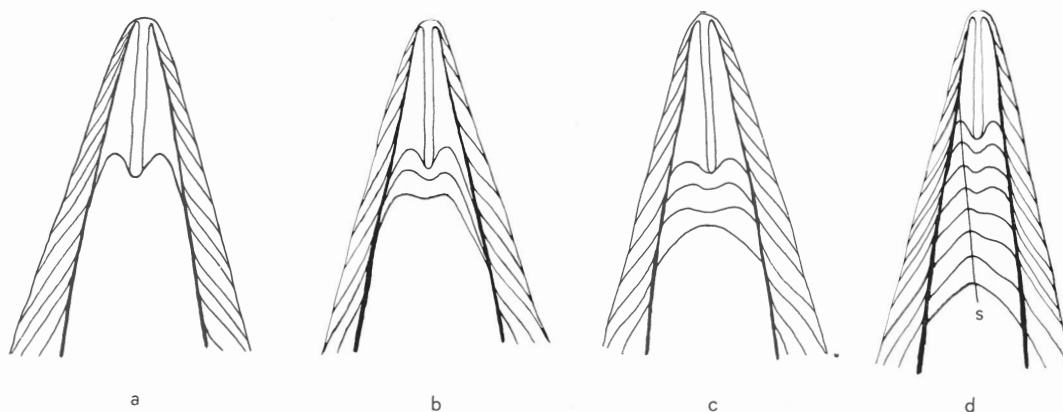
TABELLA 3

Termini morfologici di Reis, 1903, 1923		Interpretazione
A - Apice		
1 - <i>Die seitlichen Fiederfelder</i>	aree pennate laterali	— — —
2 - <i>Das eigentliche Ligamentfeld;</i> <i>Die Grube des elastische Ligament</i>	area legamentare vera e propria; fossetta del legamento elastico	1903: legamento elastico nella fossetta mediana, lig. lamellare regredito. 1923: legamento elastico nella fossetta mediana, leg. lamellare sulle due aree adiacenti.
3 - <i>Seitenwülste; Erhebungen; Vertiefungen; Langsleiste; Langsgrube</i>	creste laterali; rilievi; rientranze lamina, longitudinale; solco longitudinale	1903, 1923: elementi di cerniera.
4 - <i>Die verlassener Schlossrand; unelastische Ligament</i>	vecchio margine cardinale; legamento non elastico	1903: elementi di cerniera. 1923: area di inserzione del legamento lamellare dopo l'arresto del legamento fibroso.
5 - <i>Die Auflagerungstheil</i>	area di contatto	— — —
6 - <i>Furchen; Apicalfurchen Leisten; Apicalleisten</i>	solchi; solchi apicali lamine; lamine apicali	1903: elementi di cerniera.
B - Cavità della conchiglia		
7 - <i>Muskelleiste</i>	cresta muscolare	1903, 1923: elemento connesso con l'inserzione muscolare; molto importante per l'orientazione.

una zona di transizione fra area legamentare vera e propria e cavità conchigliare. Si indica come *area di transizione*.

Die Furchen; die Leisten. — Sono sostanzialmente esili scanalature cui corrispondono esili rilievi che si trovano nell'ambito dell'area legamentare sia in vi-

cinanza del resilifer sia altrove (fig. 14a). Derivano da pieghe accidentali della superficie generale del mantello, in rapporto probabilmente con la densità di popolazione. Anche questi termini sono considerati di uso corrente, senza significato morfologico di rilievo.

Fig. 13 - *Cochlearites loppianus* (Tausch).

Tipi di strie cardinali lasciate dalla superficie generale del mantello); a) normale, b-d) abnorme, s = solco cardinale.

B. Cavità della conchiglia

Die Muskelleiste (cresta muscolare). — Ritenuta importante nell'orientazione della conchiglia è interpretata anch'essa come conseguenza di pieghe della superficie generale del mantello. Per quanto riguarda il termine (1) della tabella 3, vale quanto è già stato detto per *Lithiotis*; per il (2) e il (3) si discuterà nel paragrafo relativo all'area legamentare. Il termine (4), di cui comunque si parlerà nel medesimo paragrafo, non è conservato.

Orientazione — Anche in *Cochlearites* la valva fissa era stata considerata la destra (Reis 1903, 1923). Seguendo il concetto, esposto in precedenza (p. 20), si è visto che la valva fissa è la sinistra e che l'« area legamentare » ha superficie concava nella VS e convessa nella VD; di conseguenza anche negli esemplari privi di impronta muscolare e di cavità conchigliare è possibile definire l'orientazione delle valve in base alla convessità e alla concavità dell'« area legamentare ». Inoltre di solito la valva

sinistra è anche più spessa della destra, però non mancano i casi di spessore subeguale con concavità e convessità poco marcate. Esistono esemplari sia opistogiri che prosogiri.

AREA LEGAMENTARE

L'area legamentare o meglio tutta l'area cardinale delle valve, per il complesso di variazioni che la riguardano e per l'importanza sistematica che le era attribuita, ha rappresentato a più riprese argomento di discussione e forse anche di polemica. E' evidente, da quanto Reis ha scritto, l'impegno quasi accanito con il quale l'Autore ha studiato questa parte delle valve e come abbia cercato un parallelismo fra i Lamellibranchi viventi, nel tentativo di chiarire i caratteri insoliti e problematici e di interpretare in modo soddisfacente il legamento. In base alle caratteristiche dell'area cardinale egli differenzia, tre tipi in seno alla specie.



Fig. 14 - *Cochlearites loppianus* (Tausch) f. A, VS. Regioni umbonali.

a: sono evidenti in alto a destra il resilifer; subito sotto il solco cardinale e le strie cardinali a zig-zag, 1 x.

b: profondo solco cardinale, in posizione mediana; sottilissime strie pennate, 1 x.

Crespadoro-Campo d'Albero (M. Lessini, Vicenza).

Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVC 30, 35.

Cochlearites loppianus Reis, 1903, « erster Typus ».

L'area legamentare vera e propria è molto estesa ed il resilifer è fortemente assottigliato negli esemplari vecchi; una scanalatura tresversale, su una valva, ed una nervatura, sull'altra separano l'area legamentare propriamente detta dall'area di contatto; manca l'area con « i vecchi margini cardinali » (fig. 10; tab. 3).

Cochlearites loppianus Reis, 1903, « zweiter Typus ».

L'area legamentare propriamente detta è poco sviluppata; la parte con i « vecchi margini cardinali » è caratterizzata da strie convesse adapicalmente con il punto di massima curvatura a ridosso della cresta, situata nel margine concavo (anteriore o posteriore) della valva. Oltre questa area si trova la zona di contatto (fig. 11a).

Cochlearites loppianus Reis, 1903, « dritter Typus ».

Si differenzia dai precedenti per la presenza di *Apicalfurchen* e di *Apicalleisten* (fig. 11b).

Questi tre tipi trovano conferma nello studio di revisione e sono interpretabili come variazioni intraspecifiche derivanti da una certa plasticità di adattamento. *Cochlearites loppianus*, pur essendo una specie stenotopica, era dotato di una capacità di adattamento a livello di microambiente, che si realizzava in termini di allungamento e di spessore delle

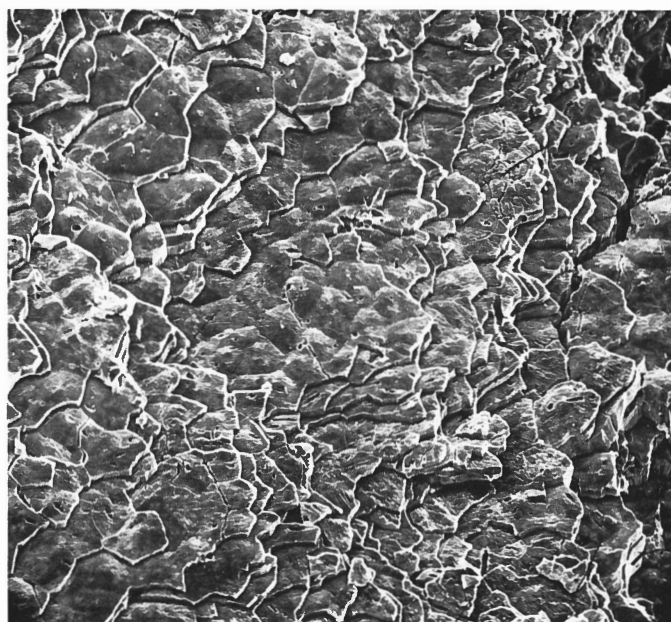
valve, creando condizioni abnormi nel legamento e nell'area legamentare.

Se si considera l'area legamentare nell'aspetto ritenuto normale (fig. 19; tav. 5) questa si presenta di forma triangolare con un resilifer stretto e relativamente lungo, in posizione subcentrale, *concavo su entrambe le valve*. Al confine con le aree pennate sono visibili o percettibili al tatto delle creste (*creste legamentari*) disposte in modo tale che quelle di una valva si incastrano in solchi dell'altra e viceversa (*solchi legamentari*). La funzione delle creste e dei solchi legamentari è quella di elementi di incastro in molti Lamellibranchi privi di cerniera, che intervengono nell'ultima fase di chiusura delle valve per evitare lo slittamento di una valva sull'altra.

Se nell'area legamentare sono facilmente riconoscibili il resilifer e la funzione delle creste e dei solchi legamentari, non è altrettanto chiara l'inserzione dello strato esterno del legamento, e si comprende molto bene come questa abbia avuto diverse interpretazioni dal medesimo Autore (Reis 1903, 1923). Prima Reis suppose che *Cochlearites* possedesse allo stadio adulto il solo legamento fibroso, che egli chiamò elastico, e che questo fosse inserito nel lungo e stretto solco mediano; lo strato lamellare sarebbe stato assente per regressione, già in età



a



b

Fig. 15 - *Cochlearites loppianus* (Tausch). Micrografie al SEM su superfici di frattura. a: Struttura prismatica su frattura parallela all'asse *c*; 135 x, LVP 90 h. b: Struttura madreperlacea su frattura perpendicolare all'asse *c*; 220 x, LVP 90 d. Ponte Basasenoci (Bellori, M. Lessini, Verona). Istituto di Geologia, Università di Ferrara.

molto precoce. Nel 1923 considerò presenti entrambi gli strati del legamento. Pur conservando la collocazione dello strato fibroso nel solco mediano, vide quello lamellare inserito ai lati del resilifer, nelle aree comprese fra questo e le creste laterali. Questa interpretazione lo portò ad ammettere che in alcuni esemplari lo strato lamellare continuasse ad accrescersi anche dopo l'arresto di crescita di quello fibroso, poiché solo così si potevano spiegare le strie della cosiddetta « area con i vecchi margini cardinali » (2° e 3° tipo di Reis, fig. 11a, b).

Per quanto riguarda il confronto con le « Ostree » sostenute da altri Autori (Boehm 1891-92) contrariamente a quanto pensava Reis, è da scartare senza bisogno di discussione una somiglianza delle aree legamentari, perché il resilifer in *Cochlearites* è concavo su entrambe le valve.

Se l'osservazione dell'area legamentare e la sua interpretazione sono fatte tenendo conto sia della complessa morfologia della conchiglia (allungamento, monomiarismo), sia dei caratteri etologici, sia del rapporto mantello/conchiglia, si può avanzare un'altra ipotesi che comunque non potrà sembrare esauriente. La lunghezza della regione umbonale, il monomiarismo e la presenza delle « creste laterali » rappresentano degli elementi a favore dell'ipotesi che lo strato lamellare fosse inserito in corrispondenza di queste ovvero ai lati dell'area medio-cardinale. In realtà in questi punti la superficie è discontinua per la presenza di strie, fossette, solchi, rilievi obliqui o verticali che non sono da confondere con le strie pennate e che si possono effettivamente collegare con l'accrescimento dello strato lamellare del legamento. Si avrebbe una situazione simile a quella dei Pettinidi: strato fibroso mediano nel resilifer, strato lamellare situato lungo due linee simmetriche che partono dall'estremità apicale del primo. E' un legamento esterno di tipo alivinculare. Se questo legamento noi lo vediamo, anziché in una conchiglia subcircolare, in una triangolare alta, stretta e con aree pennate, come quella di *Cochlearites*, sembra logico dedurre che l'area di inserzione dello strato lamellare si identifichi con le creste laterali, due elementi longitudinali convergenti nell'umbone (fig. 12). Negli esemplari con altezza della conchiglia normale, e anche con contorno triangolare, l'accrescimento del resilium e dello strato lamellare procedeva di pari passo a partire da una situazione in cui lo strato lamellare si presentava già più lungo di quello fibroso. Negli esemplari molto alti invece, a contorno subrettangolare, che si possono considerare aberranti per l'esagerata altezza e la marcata sproporzione fra cavità conchigliare e regione umbonale, l'accrescimento dello strato lamellare e di quello fibroso era uniforme nello stadio più giovane e notevolmente

disforme successivamente. Molto presto nello sviluppo ontogenetico lo strato lamellare si accresceva rapidamente a differenza di quello fibroso, che poteva arrestare anche la crescita (si vede il resilifer talora confinato all'estremità umbonale). Evidentemente lo strato fibroso, pur tanto corto, era comunque in grado di assolvere il suo compito di apertura delle valve. Lo strato lamellare molto sviluppato ha la sua ragione d'essere nei Lamellibranchi senza cerniera e, sotto questo aspetto, il paragone avanzato con le Plicatule (Reis 1903) perde ogni significato e non è più possibile vedere entrambi gli strati del legamento inseriti nel resilifer. In *Spondylus* ed in *Plicatula* lo strato lamellare è fortemente modificato nelle sue funzioni di unione delle valve per la presenza di un particolare tipo di cerniera che, da sola, obbliga le valve a conservare una posizione costante nei movimenti di apertura e di chiusura. Per il particolare allungamento della regione umbonale, per la presenza delle aree pennate e per l'assenza di una cerniera, in *Cochlearites*, lo strato lamellare non poteva non inserirsi ai lati dell'area legamentare, e quindi doveva essere in rapporto con le creste. Una simile posizione dello strato lamellare assicurava ancor più l'allineamento delle valve e la corretta chiusura, prevenendo lo slittamento di una valva sull'altra. Creste laterali e strato lamellare del legamento sono viste in un rapporto di interdipendenza, rapporto che non è nuovo nei Lamellibranchi, in quanto trova ampia espressione in diversi generi di Grifeidi e di Ostreidi, dove tanto l'area di inserzione dello strato lamellare quanto quella dello strato fibroso sono anche superfici di incastro. L'allungamento dello strato lamellare e le creste legamentari rappresentano un'efficiente struttura con funzione di cerniera. Nello stadio ontogenetico di *Cochlearites*, successivo allo stadio di protoconca, lo strato lamellare poteva essere inserito sui margini della conchiglia, priva di aree pennate e di differenziazione fra regione umbonale e cavità della conchiglia. Si trattava di uno stadio molto breve dopo il quale la conchiglia acquisiva le sue peculiari caratteristiche.

I « vecchi margini cardinali ». Il 1° tipo di Reis, come accennato precedentemente, corrisponde ad esemplari con accrescimento normale nei quali strato fibroso e strato lamellare si accrescono gradualmente e regolarmente e il limite dorsale della superficie generale del mantello segna l'ultimo stadio di accrescimento di entrambi gli strati del legamento. Il 2° e 3° tipo di Reis si possono interpretare come forme abnormi; a queste se ne è aggiunta un'altra, che rappresenta un tipo intermedio tra il 1° e il 2° di Reis (fig. 13b). Data l'interpretazione che se ne può fare, non esiste motivo di distinzione poiché si tratta

di una conseguenza dell'adattamento, legato all'intervento di determinate condizioni ambientali, che preludono alla totale ed improvvisa estinzione. Le varianti sono manifestazioni di uno stesso fenomeno per cui in *Cochlearites* si possono distinguere una forma normale e una anormale.

Forma normale. Il limite dorsale della superficie generale del mantello decorre secondo una linea che ha due convessità ed una concavità mediana, le une e l'altra rivolte apicalmente (figg. 13a, 19; tav. 4, figg. 2, 3; tav. 6, figg. 2, 3). La concavità si trova al limite inferiore del resilifer ed era ovviamente in rapporto con l'istmo del mantello. Le due convessità corrispondono alle strie di accrescimento lasciate dallo spostamento in senso ventrale della superficie generale del mantello, compresa fra l'istmo ed il margine esterno del lobo esterno, cui è dovuta la formazione dello strato lamellare del legamento. La condizione è normale e si riscontra nella massima parte degli esemplari, indipendentemente dall'allungamento dorso-ventrale.

Forma anormale. Oltre l'estremo ventrale del resilifer sono presenti più linee bilobate (fig. 13b), sempre con la concavità mediana in corrispondenza del resilifer, rimasto però in posizione arretrata. A queste possono seguire altre strie di accrescimento che gradualmente assumono l'aspetto di linee curve con una sola convessità rivolta apicalmente e mediana, più o meno pronunciata che diventa anche acuta (figg. 13c, d) e spostata lateralmente in altri casi. Le strie con una sola convessità si trovano nei morfotipi che Reis aveva distinto come 2° e 3° tipo, i quali in realtà sono caratterizzati da un esagerato allungamento in direzione dorso-ventrale. E' fuori dubbio che le linee indicano uno spostamento della linea dorsale della superficie generale del mantello in direzione ventrale e quindi la presenza di lobi anormali in quanto molto lunghi (tav. 7, fig. 2).

COMPOSIZIONE CHIMICA DEL GUSCIO E MICROSTRUTTURA

Osservazioni al microscopio ottico e prove colorimetriche con il metodo Fiegel e Meigen, eseguite su frammenti di gusci raccolti a Ponte di Veia, hanno rivelato la presenza di aragonite; il minerale è stato successivamente confermato mediante analisi roentgenografiche secondo il metodo Debye-Scherrer. Lo studio delle microstrutture è stato fatto anche al microscopio elettronico a scansione, su superfici di frattura. L'aspetto macroscopico del guscio è « lami-

nare »; le lamine hanno nel complesso un andamento parallelo tra loro e alle superfici esterne delle valve.

In sezione sottile non si notano strati a struttura differenziata, ma una struttura prismatica, dominante, ad elementi aghiformi con sottili intercalazioni o cunei di madreperla, fra le lamine, concentrati verso i lati anteriore e posteriore delle valve (fig. 15b; tav. 8, fig. 2). Le intercalazioni di madreperla determinano una facile frattura lamellare. I cristalli prismatici sono allungati, aghiformi, isoorientati secondo l'asse lungo *c*, perpendicolare alle superfici esterna ed interna delle valve. I prismi formano delle lamine elementari che possono riunirsi in lamine composte, separate dalle intercalazioni madreperlacee. Il tentativo di calcolare l'altezza degli aghi ha dato questi valori: μ 152, μ 481, μ 695, μ 1016; per la larghezza il massimo è attorno a μ 12, da un minimo incommensurabile, puntiforme. Da superfici di frattura parallele all'asse *c*, appare chiaro al microscopio elettronico a scansione, che l'orientazione degli assi *a* e *b* è qualunque (fig. 15a).

Ciò è ancora più evidente nelle sezioni sottili planari, eseguite sia in prossimità dei margini sia in posizione mediana della conchiglia, e orientate perpendicolarmente all'asse *c*. I cristalli mostrano uno schiacciamento secondo l'asse *b* e quindi un contorno di poligono esagonale, allungato secondo *a*. Non sono rari i contorni euedrali; variano molto le dimensioni e frequente è la compenetrazione. La disposizione è a mosaico e semicaotica nel senso che in seno ad un mosaico complessivamente caotico, cristalli, in nulla diversi dagli altri, si isoorientano secondo *a* formando gruppi di 2-6 elementi, nei quali è talora riconoscibile un contorno esagonale, irregolare, alto all'incirca quanto largo. Aggregati vicini, formati da 5-6 elementi, si dispongono con l'asse *a* secondo angoli diversi (90°-45°) determinando un aspetto a « parquet » o raggiato (tav. 9, fig. 4). Le dimensioni degli aggregati variano in funzione del numero dei cristalli; nei più grandi sono state calcolate in ragione di μ 70 x μ 55, μ 45 x μ 40, μ 50 x μ 35.

Le dimensioni dei cristalli semplici variano molto (tab. 4); secondo *a* i valori massimi sono attorno a μ 6-75 ed i minimi attorno a μ 10-15; secondo *b* i massimi sono sui μ 15-20 ed i minimi sui μ 5-8. I rapporti delle dimensioni secondo *b* e *a* si ricavano dalla tabella 4.

In alcuni punti, raramente, si può osservare anche un mosaico a favo, minuto, perché i cristalli hanno spessori equidimensionali secondo *a* e *b* di solito dell'ordine di μ 5-10.

Le intercalazioni di madreperla sono costanti soprattutto nelle parti marginali anteriore e posteriore

TABELLA 4

(a)	10	10	15	15	15	25	35	35	40	45	50	50	60	60	70	75	75
(b)	10	15	5	10	15	10	8	17	5	7	5	25	15	20	20	25	25

Dimensioni dei cristalli secondo la direzione degli assi *a* e *b* in *Cochlearites loppianus* (Tausch), in μ .

delle valve, in corrispondenza delle strie pennate, e nella parte mediana. Sono in prevalenza corte e discontinue; ve ne sono tuttavia anche di lunghe e particolarmente sottili; lo spessore ed il numero variano in funzione dello spessore totale del guscio. Sono stati calcolati spessori da μ 5 fino mm 2 circa, con valori medi di μ 100-190. Le intercalazioni più spesse derivano per fusione verso l'esterno di due o più delle medesime. I « mattoni » hanno dimensioni piuttosto costanti ($h = \mu$ 2,5-5; $l = \mu$ 15-30).

La microstruttura di *Cochlearites* è paragonabile a quella di *Lithiotis* per l'aspetto laminare, per la forma dei singoli cristalli e per la loro orientazione nell'ambito di ogni lamina e per l'assenza di strati differenziati in seno allo spessore della conchiglia. Anche in *Cochlearites* si trovano intercalazioni di madreperla in prossimità della faccia esterna ed in corrispondenza delle aree pennate. La disposizione e la distribuzione della madreperla induce ad ipotizzare la presenza di un rivestimento esterno, sottile, di natura prismatica, conformemente a *Lithiotis*. Come in questo è assente lo strato madreperlaceo nella superficie interna della conchiglia.

Si differenzia sostanzialmente per l'uniformità degli elementi microstrutturali in quanto sono assenti le lamine concentriche e le microstrutture fibroso-

raggiate, aperte e chiuse. Inoltre, sebbene sia necessario un ulteriore studio di dettaglio, sembra che i cristalli aghiformi di *Cochlearites* abbiano dimensioni medie maggiori.

PARTE SISTEMATICA

Posizione sistematica dei generi

La discussione affrontata da Reis (1903, 1923) in proposito, era stata rivolta soprattutto a *Cochlearites* Reis, 1903 e di riflesso ne derivò l'inclusione anche di *Lithiotis* Gümbel, 1871 nella fam. Spondylidae (nel senso di allora), n. subfam. « Lithiotiden » (Reis, 1903, p. 2). Sostanzialmente i motivi di affinità fra *Lithiotis* e gli Spondylidae riguardavano la piastra solcata, paragonata a quella embrionale di *Spondylus*, e le ondulazioni del margine ventrale della piastra che furono interpretate come una cerniera di tipo embrionale. Nella convinzione poi che *Spondylus* possedesse un legamento « regredito », l'Autore arrivò a concludere che *Lithiotis* fosse privo di legamento, anche perché non aveva riconosciuto nella piastra la sede adatta. In *Cochlearites* invece aveva visto molte somiglianze con il genere



Fig. 16 - *Lithiotis problematica* Gümbel, VA.

Giovani esemplari in vari stadi ontogenetici cementati sulla superficie esterna di un frammento di valva adulta, 1,5 x. Crespadoro-Campo d'Albero (M. Lessini, Vicenza). Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVC 16.

Plicatula Lamarck, 1801, in particolare con alcune specie illustrate da Deslongchamps (1858), caratterizzate da un'area cardinale allungata e da uno stretto solco legamentare mediano, concavo su entrambe le valve e fiancheggiato da due lunghi denti. In riferimento all'attribuzione ad « *Ostrea* » da parte di Boehm (1891, 1892, 1906), Reis sostenne come caratteri differenziali le « creste » laterali. Attualmente il senso dato in passato alla fam. Spondylidae non è più valido, in quanto *Plicatula* Lamarck, preso come termine di paragone, è il genere-tipo della famiglia Plicatulidae Watson, 1930. In base alla morfologia, all'interpretazione dell'area legamentare ed alle conoscenze acquisite negli ultimi anni sui Lamellibranchi ed in particolare sui Plicatulidi e sulle Ostree, non si vede nessun rapporto fra *Cochlearites* e Plicatule, mentre con le Ostree vi sono sia elementi di contatto sia elementi di divergenza. Se i primi possono però trovare una spiegazione con fenomeni di convergenza, i secondi, di valore sistematico determinante, impediscono l'inclusione di *Cochlearites* negli Ostreaeae (*sensu* Stenzel, 1971) e tanto meno di *Lithiotis*.



Fig. 17 - *Lithiotis problematica* Gümbel, VA.
Superficie esterna, con umbone ripiegato ed evidente area di attacco.
Crespadoro-Campo d'Albero (M. Lessini, Vicenza).
Istituto di Geologia, Università di Ferrara. LVC15.

Seguendo la sistematica dei Lamellibranchi più recente (Moore 1969 e Stenzel 1971), i due generi si possono includere nell'ordine Pterioidea Newell, 1965 essendo monomiari, avendo un legamento alivinculare ed una struttura prismatico-laminare del guscio. A livello di sottordine non rientrano nell'u-

nico sottordine Pteriina Newell, 1965 per l'assenza di bisso e la modalità di cementazione che avveniva per mezzo della valva sinistra anziché con la destra. Si rende quindi necessario proporre un nuovo sottordine Lithiotina ed una nuova superfamiglia Lithiotacea.

Nei due generi inoltre esistono dei caratteri che giustificerebbero l'appartenenza a due famiglie diverse: Lithiotidae Reis, 1903, Cox, 1971 (in Stenzel 1971) e Cochlearitidae n. fam. Ciò è motivato soprattutto dalla inequivalvità e dalla presenza della piastra solcata in *Lithiotis*.

Ordo PTERIOIDA Newell, 1965
subordo LITHIOTINA n. subordo

Diagnosi — Cementazione con la valva sinistra per tutta la vita; composizione aragonitica; microstruttura prismatico-laminare con sottili intercalazioni madreperlacee. Monomiari.

Età — Giurese inferiore (Liassico)

Superfam. LITHIOTACEA n. superfam.

Diagnosi — Conchiglia di forma triangolare, compressa, molto alta: da subequivalve a fortemente inequivalve; da equilaterale e subequilaterale. Umbone terminale, simmetrico nelle forme giovani. Regione umbonale spessa, triangolare, molto alta, con faccia cardinale tripartita longitudinalmente in due aree pennate laterali ed in un'area mediana che può essere sede del legamento. Cavità della conchiglia molto ridotta con o senza cavità umbonale e con spessore sottile. Cerniera assente; legamento alivinculare; area di inserzione del muscolo posteriore adduttore di forma semilunare.

Età — Giurese inferiore (Liassico)

Fam. LITHIOTIDAE Reis, 1903

La prima diagnosi della famiglia è stata formulata da Cox (in Stenzel 1971, p. N 1199) sintetizzando i dati forniti dalla revisione di Reis 1903. Sulla base del nuovo materiale tale diagnosi va emendata come segue:

Diagnosi — Conchiglia grande, fortemente inequivalve; valva sinistra alta, compressa, cementata; valva destra opercolare, sottile. Regione umbonale spessa, allungata in direzione dorso-ventrale, diritta o ricurva verso l'avanti o verso l'indietro. Superficie esterna liscia o con rade pieghe concentriche; area di attacco variamente estesa. Faccia cardinale con piastra solcata, mediana; cavità umbonale ridotta e con



Fig. 18 - *Lithiotis problematica* Gümbel, VA.

Un raro esemplare di valva particolarmente ampia e corta, 1 x. Corso (M. Lessini, Verona). Museo Civico di Storia Naturale, Verona, i 50.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 1

Lithiotis problematica Gümbel, VA

- Fig. 1 - Faccia interna (1) e faccia esterna (1a).
Corso (M. Lessini, Verona).
Museo Civico di Storia Naturale, Verona, i 49.
- Fig. 2 - Individuo giovane, neotipo; collez. Gümbel 1890, fig. 1.
Bayerische Staatsamml. f. Paläont. u. hist. Geol., München. N° 1889.
- Fig. 3 - Individuo giovane, regione umbonale con una piccola parte della cavità della conchiglia.
Bellori (M. Lessini, Verona).
Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVB 11.
- Fig. 4 - Regione umbonale.
Crespadoro-Campo d'Albero (M. Lessini, Vicenza).
Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVC 12.
- Tutti gli esemplari sono in grandezza naturale.



due apici, incuneata per un breve tratto al di sotto della piastra solcata. Margine cardinale ben differenziato, bilobato, con cresta legamentare affilata e sporgente nella cavità della conchiglia in direzione ventrale. Legamento alivinculare anfidetico.

Presenza di una particolare struttura prismatico-laminare concentrica che circonda la cavità umbonale ed i relativi apici. Sono pure presenti elementi canalicolari a parete fibroso-raggiata in prossimità della faccia cardinale.

Età — Giurese inferiore (Liassico)

Gen. LITHIOTIS Gümbel, 1871 emend. Reis, 1903

1871 *Lithiotis* Gümbel; p. 41, tav. 2, figg. 13, 14.

1890 *Ostrea* Boehm; p. 67, fig. 1.

1892 *Ostrea* Boehm; pp. 71-73, tav. 2, figg. 1-3.

1903 *Lithiotis* Gümbel; REIS, pp. 9-13; tav. 6, figg. 5-16; tav. 7, figg. 1-10.

1923 *Lithiotis* Gümbel; REIS, pp. 277-291; tav. 6, figg. 17-22. fig. I 150, n. 1 a-c.

1930 *Plicatostylus* Lupher & Packard; p. 204, tav. 2, fig. 1.

1971 *Lithiotis* Gümbel; COX in STENZEL, pp. N 1199-1200,

Specie-tipo: Lithiotis problematica Gümbel, 1871, pp. 48-51, figg. 13-14.

Diagnosi — Conchiglia grande, compressa, triangolare o subrettangolare da equilaterale a subequilaterale; fortemente inequivalve. Valva sinistra cementata, grande, spessa nella regione umbonale; valva destra, sottile e libera, di tipo opercolare. Regione mediana della faccia cardinale ricoperta da una piastra solcata che nasconde le strie di accrescimento della conchiglia, relativamente a suddetta regione. Cavità della conchiglia ridotta e ben differenziata; cavità umbonale ridotta con due apici dei quali quello maggiore ha l'ampiezza massima pari a quella dell'area medio-cardinale; margine cardinale bilobato, liscio con cresta affilata spostata anteriormente, e sporgente in direzione ventrale all'interno della cavità conchigliare.

Composizione aragonitica. Struttura prismatico-la-

minare con sottili intercalazioni madreperlacee, intere o discontinue. Lamine prismatiche parallele tra loro ed alla superficie esterna, in prossimità di questa; lamine prismatiche flabellate, in corrispondenza delle aree pennate; concentriche al di sotto della regione medio-cardinale in rapporto con lo spostamento in senso ventrale della cavità umbonale. Elementi canalicolari con parete fibroso-raggiata, situati fra le lamine flabellate e quelle concentriche (aree cuneiformi) e al di sopra di queste ultime.

Confronti — Differisce da *Cochlearites* per la presenza della piastra solcata, per la maggior differenziazione della cavità conchigliare dalla regione umbonale, per il margine cardinale bilobato e per la prospettata valva libera di tipo opercolare.

Il confronto con *Plicatostylus* Lupher & Packard, 1930, non ha messo in rilievo, almeno per ora, caratteri che giustifichino una distinzione a livello di genere (tav. 3, figg. 1, 3, 4). *Plicatostylus* fu creato per grandi conchiglie provenienti dalla Robertson Formation dell'Oregon (Liassico inf.-Toarc.). Gli Autori misero in risalto la peculiare morfologia delle valve, ne riconobbero una affinità con il gruppo delle rudiste per la presenza di « the broad, ridged ligamental area », per l'assenza di denti, ma scartarono l'inclusione del nuovo genere in tale gruppo per molti altri motivi. Dai paratipi di *Plicatostylus gregarius* (Museum of Natural History, University of Oregon, Eugen), dalle fotografie dell'olotipo, da topotipi e da altri esemplari provenienti dal Perù, si può dire che è altamente probabile la coincidenza con *Lithiotis*. Nessuno degli esemplari esaminati però è completo; il paratipo, indicato da Lupher & Packard come valva superiore, è mal conservato soprattutto nella parte interna dove non sono visibili i « septal-like process ». Anche Lupher in un secondo tempo esprimeva (Cox in Moore 1969, p. N 867) l'opinione che il campione considerato in un primo tempo come valva libera potesse in realtà corrispondere ad

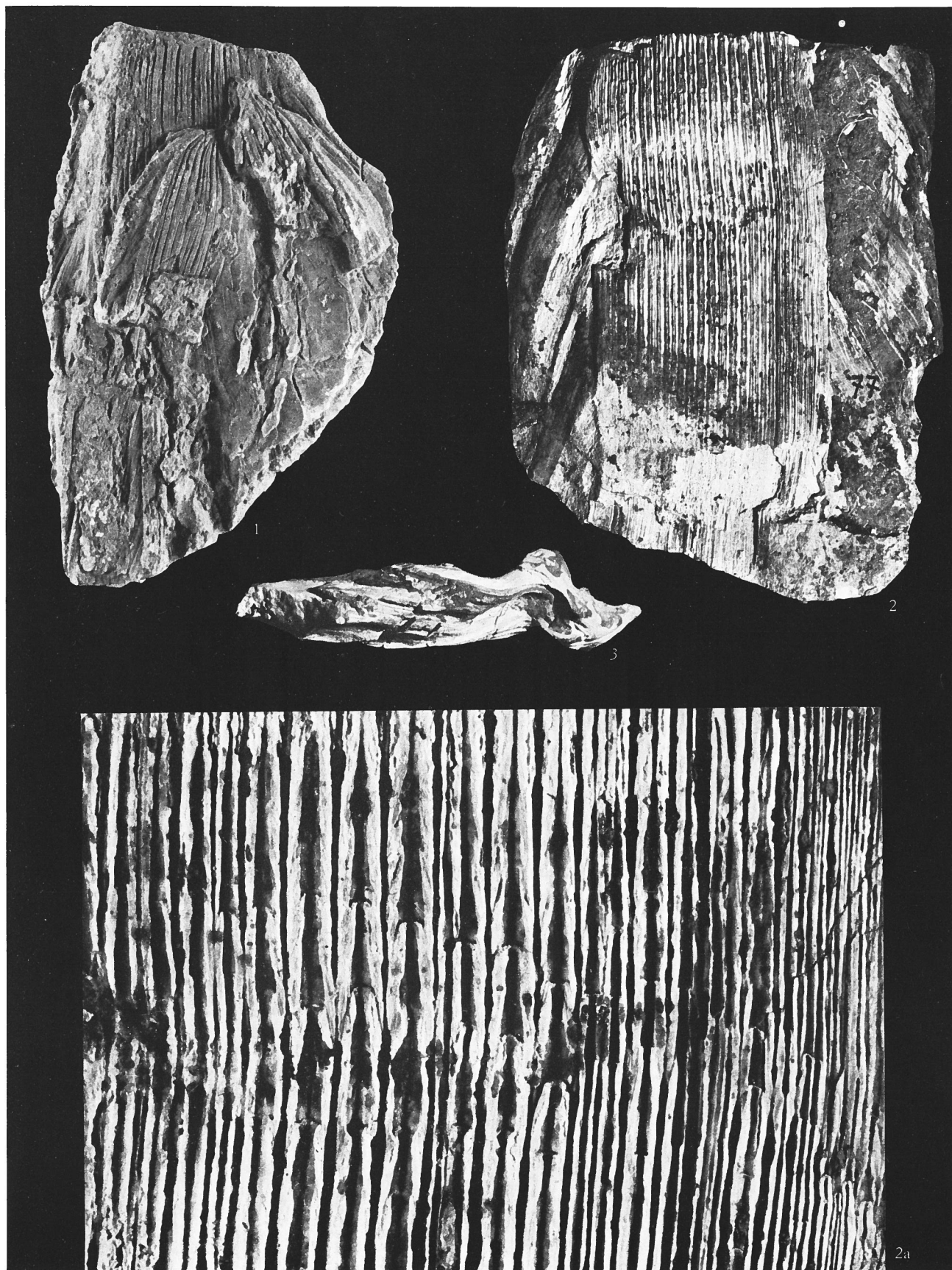
SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 2

Lithiotis problematica Gümbel, VA

Fig. 1 - Parte della regione umbonale con resti di due individui cementati, sulla piastra solcata, x 1. Museo Civico di Storia Naturale, Verona, i 16.

Fig. 2 - Regione umbonale con piastra solcata conservata nel suo aspetto originale, 1 x.
2a: particolare del medesimo campione, 8 x.
Crespadoro-Campo d'Albero (M. Lessini, Vicenza).
Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVC 77.

Fig. 3 - Umbone deformato in rapporto alla cementazione; vista laterale, x 1.
Crespadoro-Campo d'Albero (M. Lessini, Vicenza).
Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVC 14.



un esemplare giovane o ad altro genere e pure recentemente si è dimostrato dello stesso avviso (*in litteris*).

Nella superficie interna della valva fissa esiste la tripartizione della regione umbonale in area mediana solcata e in aree pennate; la superficie esterna possiede l'ornamentazione concentrica a rade pieghe; anche l'architettura interna corrisponde a quella di *Lithiotis*.

Differenze esistono per quanto riguarda la forma, che è più stretta con margini anteriore e posteriore spessi ed arrotondati (quindi aree pennate più ridotte) e per lo spessore costantemente maggiore, caratteri che nell'insieme conferiscono a *Plicatostylus* una forma semicilindrica dominante. Questo aspetto in *Lithiotis* compare piuttosto raramente. Le due aree di inserzione muscolare (Lupher & Packard 1930, p. 204) sono molto discutibili, perché nel materiale esaminato non se ne vede traccia. *Plicatostylus* e *Lithiotis* possiedono quindi caratteri comuni che sono da ritenere di valore generico come: forma generale del guscio, tripartizione dell'area cardinale e architettura interna; rimane aperto il problema della distinzione a livello specifico.

Distribuzione geografica — Alpi meridionali, Appennino centro-meridionale (Italia); Jugoslavia; Grecia; Dipartimento della Sarthe? (Francia); Timor (Indonesia); Oregon, Nevada (USA); Cile, Perù (Sud-America).

LITHIOTIS PROBLEMÁTICA Gümbel, 1871

Fig. 1-9, 16-18; tav. 1, 2; tav. 3, fig. 2; tav. 8, fig. 1; tav. 9, figg. 1, 2.

1871 *Lithiotis problematica* Gümbel; p. 41, tav. 2, figg. 13, 14.

1879 *Lithiotis problematica* Gümbel; DE ZIGNO, pp. 129-135, tav. 1, figg. 2, 4, 5, 6.

1890 *Ostrea lithiotis*, *Lithiotis ostreacina* Gümbel; p. 67, fig. 1.

1890 *Trichites Loppianus* Tausch; TAUSCH, pp. 18-19, fig. 1.

1892 *Ostrea problematica* Gümbel; BOEHM, pp. 71-73, tav. 3, figg. 1-3.

1903 *Lithiotis problematica* Gümbel; REIS, pp. 9-13; tav. 6, figg. 5-16; tav. 7, figg. 1-10.

1923 *Lithiotis problematica* Gümbel; REIS, tav. 6, figg. 17-22.

1923 *Lithiotis* aff. *problematica* Gümbel; KRUMBECK, pp. 81, 82, tav. 176, fig. 10 a-b.

1923 *Lithiotis timorensis* Krumbeck, pp. 80-81, tav. 176, fig. 9.

1962 *Lithiotis problematica* Gümbel; DE CASTRO, pp. 13-14, tav. 10, figg. 1-6.

Neotipo — Tav. 1, fig. 2; valva fissa di individuo giovane attaccata sulla superficie esterna di un frammento di valva adulta, parte umbonale. Collezione Gümbel, 1890, p. 67, fig. 1, Bayerische Staatssamm. für Paläont. u. hist. Geologie, Monaco.

La collezione originale di Gümbel 1871, di cui era stato raffigurato un solo esemplare, non è stata reperita. Questo esemplare d'altro canto non era facilmente riconoscibile, trattandosi della parte distale della regione umbonale che rende molto simili tra loro i campioni. Non esistendo inoltre una descrizione che ne consentisse comunque il riconoscimento in seno alle collezioni studiate anche dai vari autori, è stato scelto come neotipo l'esemplare raffigurato dallo stesso Gümbel in un lavoro successivo (1890). Tale collezione comprende l'esemplare di *Lithiotis problematica* e 2 esemplari di *Cochlearites loppianus* (Tausch).

Località-tipo — Rotzo (Vicenza).

Livello-tipo — Calcarei grigi, Membro di Rotzo (Domeriano-Toarciano pp.).

Plesiotipi — Reis 1903, tav. 6, figg. 8, 9, 11, 14; tav. 7, figg. 4, 6, 9a-9e; Geologische Bundesanstalt, Vienna.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 3

Fig. 1 - *Plicatostylus gregarius* Lupher & Packard, VA; topotipo. Robertson Formation, Oregon.

Istituto di Geologia, Università di Ferrara, RFP 1.

Fig. 2 - *Lithiotis problematica* Gümbel, VA.

Valva molto stretta e particolarmente spessa.

2: faccia interna; 2a: faccia esterna.

Scandole-Boscochiesanuova (M. Lessini, Verona).

Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVS 22.

Fig. 3 - *Plicatostylus gregarius* Lupher & Packard, VA; topotipo.

Sezione trasversale naturale.

Robertson Formation, Oregon.

Paläontologische Institut d. Universität, Wien.

Fig. 4 - *Plicatostylus gregarius* Lupher & Packard, VA; paratipo.

Robertson Formation, Oregon.

Museum of Natural History University of Oregon, Eugene, UO-26853.

Tutti gli esemplari sono leggermente ridotti.



Descrizione — La conchiglia è grande e fortemente inequivalve. La valva sinistra è cementata, di forma triangolare, alta e compressa; è subrettangolare negli esemplari molto alti e molto stretti. La ipotetica valva destra è libera, opercolare e sottile. Umbone terminale, piatto ed appuntito, simmetrico nello stadio giovanile. La faccia esterna della valva sinistra è priva di ornamentazione o possiede tutt'al più rade pieghe, concentriche. L'area di attacco ha dimensioni varie.

La regione umbonale della valva sinistra è spessa, piatta o subcilindrica, molto allungata in direzione dorso-ventrale ed è più o meno ricurva verso l'avanti o verso l'indietro.

La faccia cardinale è tripartita longitudinalmente in una piastra solcata, mediana, e due aree pennate, laterali.

La piastra solcata si presenta come un elemento di copertura, sovrapposto alle strie di accrescimento della faccia interna e ciò è particolarmente evidente sui margini della medesima, dove si appoggia sulle strie pennate con soluzione di continuità negli esemplari fortemente erosi, privati quindi di questo elemento. I margini laterali della piastra sono spesso ondulati e rilevati. Essa è percorsa da solchi più o meno profondi e da rilievi, riuniti o no a fasci; lungo i margini laterali i solchi sono molto tenui e ravvicinati. Nel primo stadio di sviluppo la formazione di questi ultimi avviene gradualmente e rapidamente per cui la piastra solcata assume una forma triangolare; successivamente l'aggiunta di nuovi solchi si verifica molto più lentamente e ciò determina dei margini laterali paralleli.

In uno stadio avanzato i solchi sono al massimo 17-20, però la media è di circa 12-14. I rilievi sono in realtà i margini rilevati di embrici cuneiformi che si succedono longitudinalmente e sono rivolti con la parte più stretta apicalmente. La piastra in prossimità del margine cardinale si presenta debolmente ondulata.

Il margine cardinale è bilobato negli stadi ontogenetici avanzati e sempre liscio. Gli estremi contigui dei due lobi, di cui uno è più ampio dell'altro, si fondono a formare una cresta affilata, protesa per un breve tratto nella cavità conchigliare. Le aree pennate sono caratterizzate da strie (strie pennate) isolate o riunite a fasci, a loro volta in rilievo; di conseguenza la superficie dell'area pennata si presenta ondulata. Negli esemplari ricurvi, l'area pennata situata dalla parte convessa (anteriore o posteriore) è più ampia di quella corrispondente alla parte concava.

La cavità della conchiglia, a cucchiaio, è conservata in pochi esemplari, fra cui anche individui giovani; comunque non è mai completa. E' ben distinta dalla faccia cardinale (l'altezza è pari ad 1/3, 1/6 di quella totale) ed è delimitata dalla parte più sottile del guscio. La cavità umbonale ridotta si incunea per un breve tratto al di sotto della piastra solcata con i due apici che la caratterizzano. Dei due apici, uno è maggiore dell'altro e tale ripartizione si ripercuote sulla forma bilobata del margine cardinale; qui la cresta legamentare corrisponde al piano di separazione dei due apici. Ne consegue la diversa ampiezza dei lobi del margine cardinale.

Il legamento è interno, alivinculare anfidetico negli stadi giovanili e spostato anteriormente (pro-

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 4

Cochlearites loppianus (Tausch), VS.

Fig. 1 - Topotipo; faccia esterna; collez. Reis 1923, tav. 1, fig. 1.

Lago di Loppio (Rovereto, Trento).

Institut u. Museum f. Geol. u. Paläont., Universität, Tübingen.

Fig. 2 - Topotipo; regione umbonale con lungo resilifer; collez. Reis 1923, tav. 6, fig. 6.

Lago di Loppio (Rovereto, Trento).

Institut u. Museum f. Geol. u. Paläont., Universität, Tübingen.

Fig. 3 - Lectotipo. Regione umbonale di individuo giovane, cementato su VD di adulto; collez. Tausch 1890, tav. 5, fig. 5.

Lago di Loppio (Rovereto, Trento).

Geologische Bundesanstalt, Wien.

Fig. 4 - Forma A; ai lati del resilifer si vedono i solchi cardinali.

Crespadoro-Campo d'Albero (M. Lessini, Vicenza).

Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVC 23.

Fig. 5 - Valva con breve regione umbonale.

Crespadoro-Campo d'Albero (M. Lessini, Vicenza).

Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVC 24.

Tutti gli esemplari sono in grandezza naturale.



sodetico) negli stadi adulti. E' inserito sul margine cardinale, in rilievo rispetto alla faccia interna della cavità conchigliare. L'area legamentare non possiede visibili strie di accrescimento.

E' presente aragonite. La microstruttura è differenziata in una parte prismatico-laminare ed in una fibroso-raggiata. La microstruttura prismatico-laminare si associa a sottili intercalazioni madreperlacee continue o discontinue. I singoli prismi sono aghi-formi, schiacciati secondo l'asse (*b*) e con l'asse lungo (*c*) perpendicolare alle lamine, mentre l'asse *a* è diversamente orientato. Alcuni cristalli si riuniscono a fasci ponendo gli assi (*a*) paralleli tra loro; questi aggregati in sezione perpendicolare alla direzione di allungamento, hanno un contorno subesagonale. Nel suo complesso, in sezione planare, orientata perpendicolarmente agli assi *c*, la microstruttura prismatico-laminare si presenta come un mosaico a maglie strette, irregolari, con orientazione semicaotica, comunque « non a favo », ma un po' simile alle strutture miostracali.

In prossimità della faccia esterna le lamine prismatiche sono parallele a questa e tra loro; in corrispondenza delle aree pennate sono flabellate con apice rivolto medialmente e verso la faccia esterna; al di sotto della piastra solcata ed in corrispondenza dei due apici della cavità umbonale le lamine sono concentriche. Gli elementi a struttura fibrosa-raggiata semicircolare (o aperta) sono sul margine esterno della piastra solcata, mentre al di sotto di questi ed intercalati fra le aree a lamine flabellate e quelle a lamine concentriche si trovano le strutture fibroso-raggiata chiuse.

Le strutture fibroso-raggiata aperte corrispondono agli embrici della piastra solcata, derivanti dalla fessurazione longitudinale dei canalicoli, cui corrispondono invece le strutture fibroso-raggiata chiuse.

In tre campioni, di cui uno proveniente da Timor, è visibile l'area di inserzione del muscolo posteriore, semilunare, debolmente eccentrica. E' probabile che negli esemplari a parete più spessa l'area di inserzione muscolare fosse un po' rilevata.

Variabilità — Il grado di variabilità è molto meno accentuato che in *Cochlearites loppianus* (Tausch), 1890. Il contorno può essere più o me-



Fig. 19 - *Cochlearites loppianus* (Tausch), topotipo, VD.
Faccia interna con evidente area di attacco del muscolo adduttore.
Lago di Loppio (Rovereto, Trento). 1 x.
Società Museo Civico, Rovereto. 152/6.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 5

Cochlearites loppianus (Tausch)

- Fig. 1, 2 - Topotipo, VD (1) e VS (2); collez. Reis 1923, tav. 1, figg. 1-1a.
Institut u. Museum f. Geol. u. Paläont. Universität, Tübingen.
Fig. 3 - Paralectotipo. VS; regione umbonale; collez. Tausch 1890, tav. 8, fig. 7.
Geologische Bundesanstalt, Wien.
Tutti gli esemplari sono in grandezza naturale.



no triangolare a seconda del grado di sviluppo in altezza e dell'ampiezza delle aree pennate. I margini anteriore e posteriore sono prevalentemente affilati e solo raramente si presentano arrotondati; in questo ultimo caso esiste anche un maggior spessore ed una minor lunghezza.

L'area pennata più estesa può essere sia sul lato convesso che su quello concavo e quindi indifferentemente sul lato anteriore e posteriore. Varia il rapporto fra l'ampiezza della piastra solcata e quella delle aree pennate nel senso che la prima può avere una larghezza uguale o minore di quella delle seconde; eccezionalmente la piastra è il doppio dell'area pennata più ampia. Nelle forme erose la superficie delle aree pennate è lamellosa anzichè finemente striata, e la piastra solcata si presenta con profondi solchi e larghe coste (fig. 18; tav. 1 fig. 1a).

Per quanto riguarda le dimensioni, dato lo stato di conservazione, non è possibile indicare dei valori strettamente reali; a scopo orientativo, tuttavia si può dire che l'altezza degli individui adulti poteva variare da cm 15-18 fino a cm 50 ed eccezionalmente anche oltre. Negli individui molto giovani il minimo di altezza è stato calcolato in ragione di mm. 8 (fig. 16). La lunghezza non è in rapporto stretto con l'altezza nè con lo spessore; tuttavia forme corte sono in proporzione più larghe; il valore massimo in lunghezza è di 12 cm calcolato su di un esemplare che senz'altro superava i 50 cm di altezza, lo stesso valore tuttavia si riscontra in un esemplare alto probabilmente 18 cm.

Lo spessore massimo, calcolato sulla regione umbonale, varia da mm 9 a mm 25.

TABELLA 5

VS	cm 0,7	1	1,4	1,5
VD	cm 0,3	0,2	0,5	0,5

Spessori della regione umbonale in *Cochlearites loppianus* (Tausch) f. A.

Come carattere variabile è da considerare anche la modalità di cementazione; è ampiamente provato che questa avveniva nella massima parte dei casi con la VS però non si esclude che potesse essere interessata in qualche caso anche la VD che assumeva di conseguenza la forma allungata (vedi p. 20).

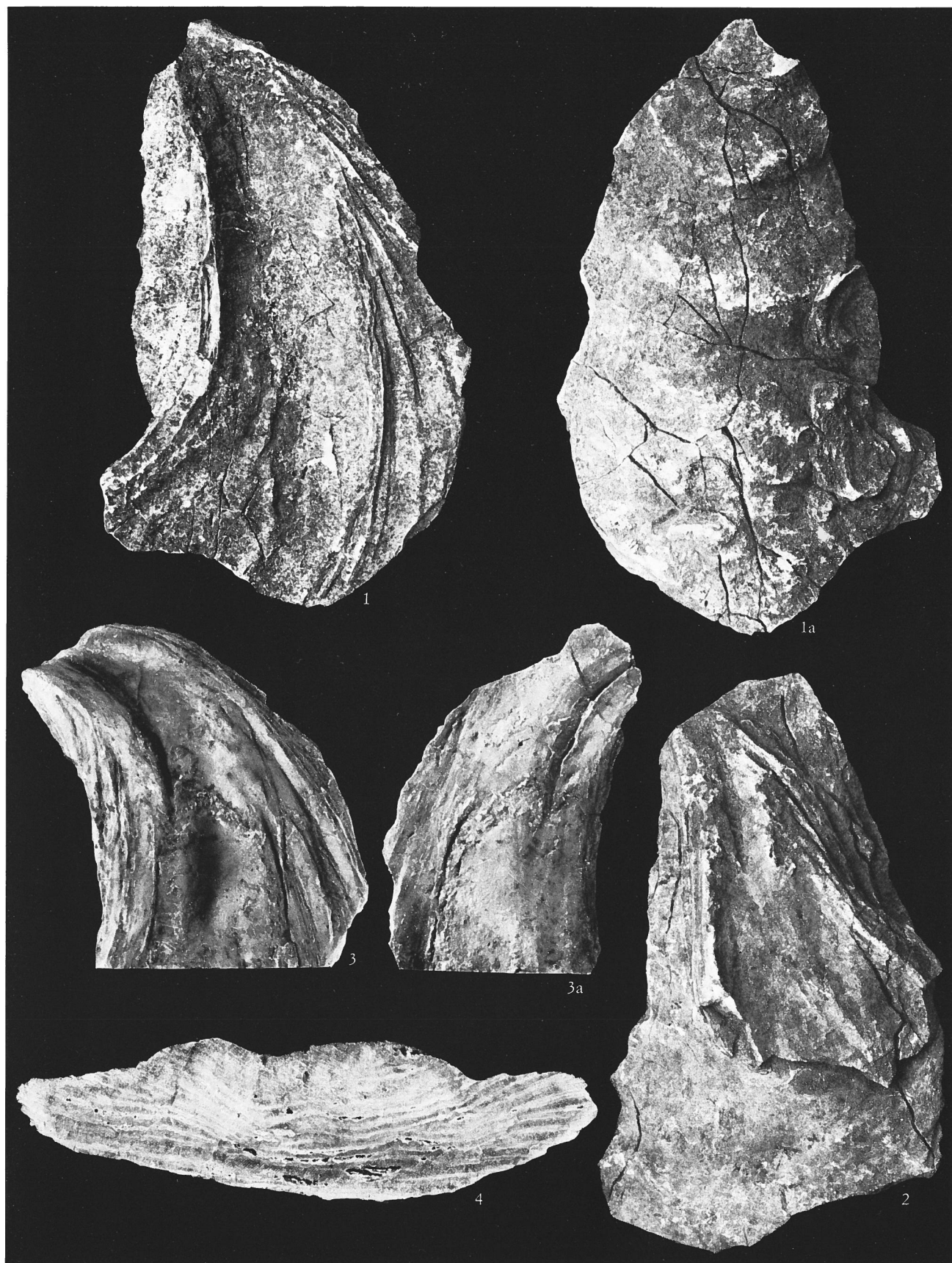
Contronti — Krumbeck istituì la specie *L. timorensis* dall'osservazione di una sola valva, « la destra ». In base alla revisione si può affermare che i caratteri utilizzati dall'Autore per istituire la nuova specie non sembrano sufficientemente validi. La maggior profondità e la maggior ampiezza della cavità della conchiglia, il numero limitato di solchi nella piastra e la maggior convessità della valva fissa si possono facilmente riscontrare negli esemplari di *Lithiotis problematica* a nostra disposizione. L'unico carattere, che forse differisce, è l'area di inserzione del muscolo adduttore che in *Lithiotis timorensis* possiede il margine ventrale ben rilevato; questo d'altra parte potrebbe anche essere la conseguenza di uno spessore medio, maggiore. La validità di questa specie deve essere considerata anche sulla base dei reperti, sempre di Timor, indicati da Krumbeck come *Lithiotis* sp. aff. *problematica* Gümbel (1923, pp. 81-82, tav. 176, figg. 10a-b). Si tratta di frammenti della regione umbonale dai quali non risultano evidenti differenze che giustifichino una separazione dalla specie alpina.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 6

Cochlearites loppianus (Tausch)

- Fig. 1 - Topotipo, VS.
1: faccia interna.
1a: faccia esterna con rughe e resti di piccole valve cementate, a destra.
Lago di Loppio (Rovereto, Trento).
Società Museo Civico, Rovereto (Trento), 152/9.
- Fig. 2 - Topotipo; giovane esemplare di VS, cementato su VD di adulto.
Lago di Loppio (Rovereto, Trento).
Società Museo Civico, Rovereto, 152/5.
- Fig. 3, 3a - Topotipo, regione umbonale delle due valve di un medesimo esemplare; collez. Reis 1923, tav. 1, figg. 3-3a.
3: VS; 3a: VD.
Institut u. Museum für Geol. u. Paläont., Universität, Tübingen.
- Fig. 4 - Sezione trasversale di VS molto spessa.
Ponte Basasenoci (Bellori - M. Lessini, Verona).
Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVP 32.

Tutti gli esemplari sono in grandezza naturale.



Dimensioni — Neotipo: H = cm 6, L = cm 2,9, S = mm 2-3. Plesiotipi: H = cm 10, L = cm 6,5, S = cm 2 (Reis 1903, tav. 6, fig. 8); H = cm 10, L = cm 3,5 (Reis 1903, tav. 6, fig. 9); H = cm 4,5, L = cm 4 (Reis 1903, tav. 7, fig. 6).

Provenienza — Rotzo, Valmaron-M. Lisser (Altopiano Sette Comuni, Vicenza); Crespadoro-Campo d'Albero (M. Lessini, Vicenza); Bellori (Grezzana, Verona); Ponte Pissarota (Vaio dell'Anguilla, Verona); Corso, Scandole-Erbezzo (Verona); Carbonare (Trento); Conca dei Marini (tav. Positano); Capri?

Distribuzione geografica: Alpi Meridionali, Appennino centro-meridionale (Italia); Jugoslavia; Dipartimento della Sarthe (?) (Francia); Timor (Indonesia).

Fam. COCHLEARITIDAE n. fam.

Diagnosi — Conchiglia grande, subequivale, alta, compressa e spessa; da equilaterale a subequilaterale; valva sinistra cementata, valva destra libera. Umbone piatto e appuntito; regione umbonale spessa, molto allungata in direzione dorso-ventrale, diritta o ricurva verso l'avanti o verso l'indietro. Superficie esterna liscia o raramente ornamentata con rade pieghe concentriche e con area di attacco variamente estesa. Cavità conchigliare ridotta, talora slargata a cucchiaino. Cavità umbonale assente. Nella faccia cardinale la regione mediana è separata dalle aree pennate per mezzo di due creste (nella valva destra) e solchi (nella valva sinistra), sede del legamento lamellare. Area mediana, concava nella valva sinistra e convessa nella valva destra, con breve resilifer che non raggiunge mai il margine dorsale della cavità conchigliare. Area di transizione variamente allungata fra il limite ventrale del resilifer e la cavità della conchiglia p.d. Legamento alivinculare anfidetico.

Microstruttura prismatico-laminare; lamine parallele fra loro ed alla superficie esterna della conchiglia. Sottili intercalazioni madreperlacee presenti soprattutto in corrispondenza delle aree pennate; mancano altre particolari microstrutture.

Età — Giurese inferiore (Liassico).

Gen. COCHLEARITES Reis, 1903

- 1879 *Lithotis* Gümbel; DE ZIGNO, pp. 129-135, tav. 1, fig. 3.
 1890 *Trichites* Voltz; TAUSCH, pp. 18-19, tav. 5, figg. 5-7.
 1892 *Ostrea* Boehm, pp. 3-7, tav. 2, figg. 1-4; tav. 3, fig. 4; tav. 4, fig. 1.
 1903 *Cochlearites* Reis, pp. 2-8, figg. 1-3, tav. 1-5; tav. 6, figg. 1-3.
 1906 *Ostrea* Boehm, p. 165, fig. 2.
 1923 *Cochlearites* Reis, pp. 277-291, tav. 6, figg. 1-16.
 1923 *Paradoxia* Krumbeck, pp. 101-103, tav. 175, fig. 1-a-c.
 1971 *Cochlearites* Reis; Cox in MOORE, p. N 1200, fig. J 150, 2 a-b.

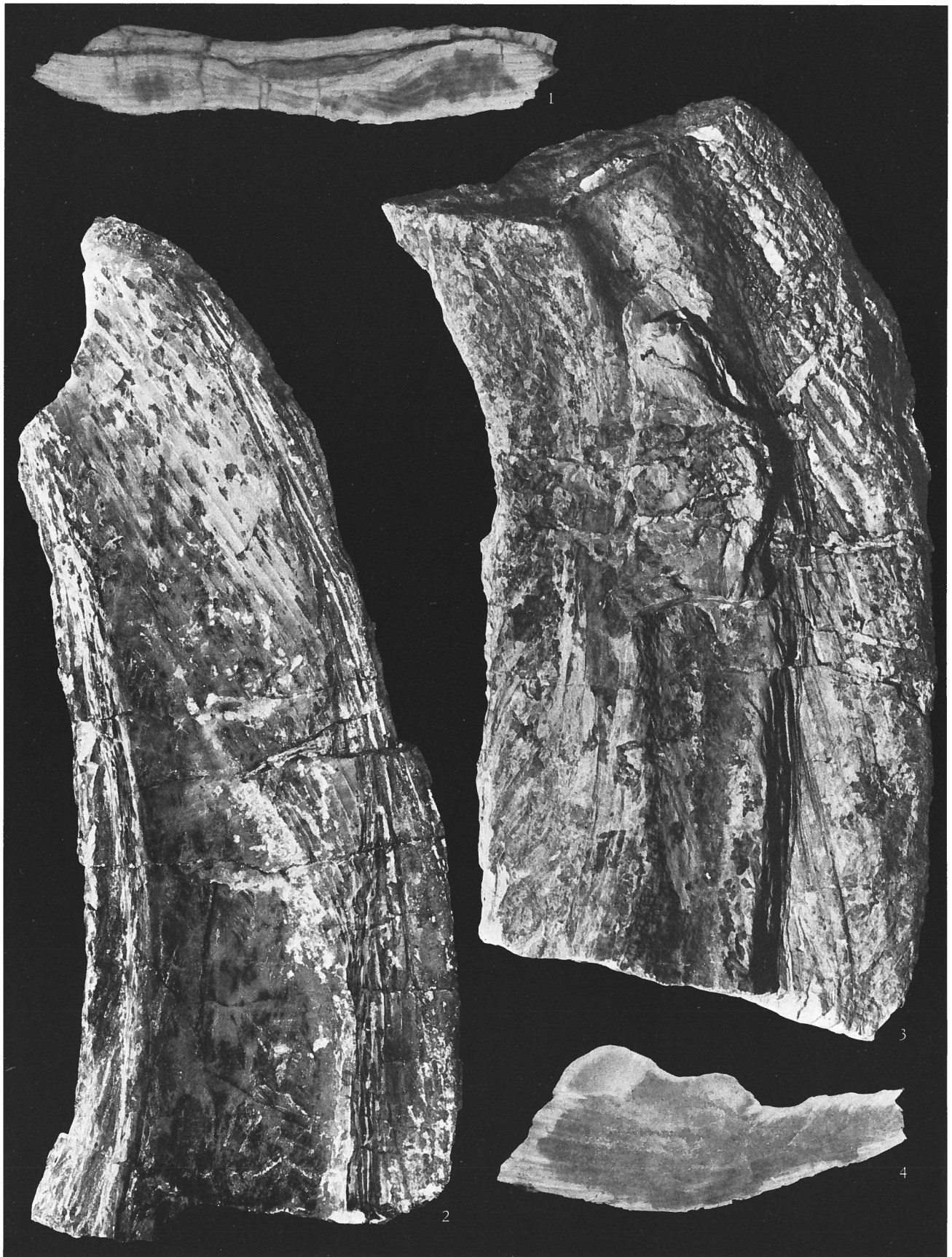
Specie - tipo: *Cochlearites loppianus* (Tausch), 1890, pp. 18-19, tav. 5, figg. 5-7.

Diagnosi — Conchiglia grande e compressa, subequivale, da equilaterale e subequilaterale, di forma triangolare fino a subrettangolare, di altezza variabile, cementata per mezzo della valva sinistra. Valva sinistra più spessa della destra. Regione umbonale diritta, ricurva o sinuosa. Faccia cardinale tripartita per mezzo di due creste legamentari, sede del legamento lamellare, in un'area mediana e in due aree pennate laterali. Area mediana concava nella valva sinistra e convessa nella destra. Resilifer corto, sottoforma di breve solco, che non arriva al margine cardinale della cavità conchigliare. Superficie esterna liscia o con rade pieghe concentriche e area di attacco variamente estesa. Area di transizione interposta fra il limite ventrale del resilifer e la cavità conchigliare p.d.. Cavità umbonale assente. Legamento alivinculare anfidetico.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 7

Cochlearites loppianus (Tausch)

- Fig. 1 - Sezione trasversale di conchiglia con entrambe le valve.
 Ponte Basasenoci (Bellori, M. Lessini, Verona).
 Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVP 31.
 Fig. 2 - Forma A, VS, regione umbonale; strie cardinali monoconvesse asimmetriche; collez. Gümbel 1890 in Reis 1903, tav. 2, fig. 1.
 Bayerische Staatsamml., f. Paläont. u. hist. Geol. München. N° 1889.
 Fig. 3 - Forma A, VS, regione umbonale con frammento di VD.
 Ponte Basasenoci (Bellori, M. Lessini, Verona).
 Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVP 34.
 Fig. 4 - VS, molto spessa; sezione trasversale con creste legamentari diversamente sviluppate e spostate anteriormente.
 Ponte Basasenoci (Bellori, M. Lessini, Verona).
 Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVP 33.
 Tutti gli esemplari sono in grandezza naturale.



Microstruttura prismatico-laminare con sottili intercalazioni madreperlacee, continue o discontinue. Lamine prismatiche parallele fra loro ed alla faccia esterna delle valve. Sezione trasversale della valva sinistra ad « incudine », depresso medialmente.

Confronti — Per quanto una prima osservazione possa ravvicinare *Cochlearites* a *Trichites* Voltz, 1833 per la forma triangolare della conchiglia, esistono molte ed importanti differenze fra i due generi. L'allungamento è in senso dorso-ventrale nel primo e antero-posteriore nel secondo; in *Trichites* manca la complessa morfologia della faccia cardinale ed è frequente l'ornamentazione radiale e sembra molto probabile la presenza di due aree di inserzione dei muscoli.

Un confronto con le Ostree si rende inutile ai fini sistematici, poiché sotto questo punto di vista non esistono affinità, ma ne esistono solo in quanto sono due gruppi omeomorfi.

Paradoxia Krumbeck, 1923, istituito per una valva del Liassico di Timor, fu giustificato dalla forma del guscio e dalla presenza di una « orecchietta laterale ». La posizione sistematica era stata considerata incerta; l'Autore esprimeva dubbi anche sul monomiarismo. Più tardi fu indicato nel « Treatise » fra i taxa dubbi e nella descrizione, curata da Cox (p. N 865) si parlò di valva sinistra contrariamente a Krumbeck che l'aveva indicata come valva destra.

L'osservazione diretta dell'esemplare originale pone in discussione la validità del genere a favore della probabilità che si tratti di un esemplare di *Cochlearites*. Purtroppo il materiale è insufficiente per definire la situazione. Si conferma che la valva conservata è la sinistra, come indicato da Cox (in Moore 1969); la forma del guscio subtriangolare, l'allungamento, la tripartizione della faccia cardinale e la forma a cucchiaino della cavità della conchiglia sono riconducibili a quelli di *Cochlearites*. Non si notano le aree pennate e ciò può essere dovuto alla forte diagenesi che ha interessato il guscio che sembra limoni-

tizzato. L'umbone è ricurvo e deformato e manca del resilifer e ciò potrebbe essere giustificato dalla deformazione della regione umbonale. L'orecchietta laterale sembra qualche cosa di estraneo alla valva, come un frammento di altro guscio cui la valva si era attaccata. Un altro carattere che lascia dubbi è il rilievo trasversale in corrispondenza del margine cardinale della cavità conchigliare. Tenendo conto delle alterazioni intervenute per la ricristallizzazione, la concavità mediana della faccia cardinale esclude che si possa trattare di una *Lithiotis*.

Osservazioni — A livello specifico è stata riconosciuta una sola specie, caratterizzata però da una grande variabilità, che è stata interpretata come manifestazione ecomorfica. Sono state distinte perciò una forma tipica (es., fig. 19) ed una ecoforma A (es., fig. 20).

Distribuzione geografica — Alpi meridionali, Appennino centro-meridionale (Italia); Jugoslavia; Grecia; Dipartimento della Sarthe? (Francia); Marocco; Somalia?; Timor?

COCHLEARITES LOPPIANUS (Tausch), 1890

Figg. 12, 19; tav. 4, tav. 5; tav. 6, figg. 1-3.

1890 *Trichites loppianus* Tausch; pp. 18, 19, tav. 5, figg. 5-7.

1892 *Ostrea Loppiana* Tausch; BOEHM, pp. 67-71, tav. 2, figg. 1-4.

1903 *Cochlearites loppianus* Tausch; REIS, pp. 2-8, fig. 1; tav. 1, figg. 1-2; tav. 2, fig. 6; tav. 3, figg. 1-2.

1906 *Ostrea Loppiana* Tausch; BOEHM, p. 165, fig. 2.

1923 *Cochlearites loppianus* Tausch; REIS, tav. 6, figg. 1-1a, 2-2a, figg. 3, 3a, 3b, 5, 6, 8.

1939 *Trichites acuminata* Stefanini, pp. 182-183, tav. 16, fig. 3 a-d.

1971 *Cochlearites* gr. *loppianus* (Tausch); BERTI CAVICCHI, BOSELLINI, BROGLIO LORIGA, tav. 2, fig. 3.

Lectotipo — Tav. 4, fig. 3; valva sinistra di individuo giovane, attaccata sulla superficie esterna di una valva destra adulta. Collezione Tausch, 1890, tav. 5, fig. 5, Geologische Bundesanstalt, Vienna.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 8

Fig. 1 - *Lithiotis problematica* Gümbel, VS; sezione sottile trasversale condotta in corrispondenza degli apici della cavità umbonale; foto in negativo.

Non sono conservati i margini anteriore e posteriore della valva, mentre sono particolarmente evidenti le strutture canalicolari; x 7 circa.

Bellori (M. Lessini, Verona).

Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVB 21 s.

Fig. 2 - *Cochlearites loppianus* (Tausch), VS.

Sezione sottile condotta attraverso la regione umbonale; sono evidenti le intercalazioni di madreperla, ai lati anteriore e posteriore (in bianco nella foto); la parte centrale è ricristallizzata. Esemplare fortemente deformato. 6 x, in negativo.

Ponte Basasenoci (Bellori, M. Lessini, Verona).

Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVP 73 s.



Località-tipo — Lago di Loppio (Trento).

Livello-tipo — Calcarei grigi, membro di Rotzo (Domeriano, Toarciano pp.).

Paralectotipi — Tav. 5, fig. 3; collezione Tausch 1890, tav. 5, fig. 5 (faccia esterna su cui è attaccato il lectotipo), figg. 6a, b, 7, Geologische Bundesanstalt, Vienna.

Topotipi — Fig. 19; tav. 4, fig. 1; tav. 5, figg. 1-2; tav. 6, figg. 1-3; Collezione Società Museo Civico Rovereto, inv. n. 152/1 - 152/10; Collezione Reis, 1903; fig. 1; tav. 1, figg. 1-2; tav. 2, fig. 6; tav. 9, figg. 1-2; Reis, 1923; tav. 6, figg. 1-1a; 2-2a; 3-3a, 3b; 5, 6, 8.

Descrizione — La conchiglia è grande e compressa, subequivalve; da equilaterale a subequilaterale, appiattita, di forma triangolare; diversamente allungata in direzione dorso-ventrale. La cementazione avviene per mezzo della valva sinistra più spessa della valva destra. La superficie esterna è liscia o con rade pieghe concentriche. L'area di attacco è piatta o leggermente concava, in genere localizzata nell'umbone, talora occupa gran parte della regione umbonale. L'umbone è appuntito, piatto e prevalentemente opistogiro. La regione umbonale è spessa, molto sviluppata in direzione dorso-ventrale, dritta o ricurva e talora sinuosa. La cavità conchigliare è ridotta, slargata a cucchiaino.

La faccia cardinale è tripartita per mezzo di due creste legamentari, in due aree pennate, laterali, ed in un'area mediana. Le aree pennate sono più larghe nel tratto compreso fra la fine del resilifer ed il margine cardinale; le strie di accrescimento delle aree pennate (strie pennate) sono inclinate in direzione

ventrale e sono distribuite uniformemente (fig. 14) oppure riunite in fasci in rilievo (tav. 6, figg. 1-3), che conferiscono alla superficie dell'area pennata un aspetto ondulato. Negli esemplari erosi le strie di accrescimento sono lamellose.

Nella faccia cardinale la regione mediana è concava nella valva sinistra e convessa nella destra; il suo accrescimento in larghezza aumenta regolarmente ed è in genere, maggiore di quello di ogni area pennata.

Il resilifer, situato quasi al centro dell'area mediana, è un breve e stretto solco, concavo su entrambe le valve.

L'area di transizione, compresa fra il margine ventrale del resilifer e la cavità conchigliare p.d., è piatta e liscia, alta all'incirca quanto l'area legamentare p.d. e passa insensibilmente nella cavità della conchiglia. Le superfici delle aree di transizione sono aree di contatto fra le due valve.

Le creste legamentari, sulle quali si inserisce il legamento lamellare, si estendono dall'umbone ed arrivano sino ai margini anteriore e posteriore della cavità conchigliare, confondendosi con essi (fig. 19; tav. 5). Sono caratterizzate da un accrescimento discontinuo, che determina la formazione di pieghe e solchi, sempre obliqui.

La curvatura delle valve comporta alcune variazioni nei caratteri della superficie interna oltre ad una dissimmetria accentuata. Sul lato convesso, anteriore o posteriore l'area pennata diventa più estesa e la cresta legamentare più marcata, il resilifer inoltre si sposta leggermente verso la parte concava.

La cavità conchigliare è la parte più ampia ed ha lo spessore più sottile; è inoltre priva di un margine cardinale differenziato per la mancanza della cavità umbonale e per la presenza dell'area di transi-

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 9

Fig. 1 - *Lithiotis problematica* Gümbel.

Micrografia al SEM su superficie di frattura dello strato prismatico, 800 x circa.

Crespadoro-Campo d'Albero (M. Lessini, Vicenza).

Istituto di Geologia, Università di Ferrara, 91 c.

Fig. 2 - *Lithiotis problematica* Gümbel, particolare della fig. 1, tav. 8 (lato destro della sezione), con strutture canalicolari chiuse, conservate integralmente.

Bellori (M. Lessini, Verona).

Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVB 21 s.

Fig. 3 - *Cochlearites loppianus* (Tausch).

Particolare della fig. 2, tav. 8 (lato sinistro della sezione) al microscopio ottico; in nero le intercalazioni di madreperla; 25 x.

Ponte Basasenoci (Bellori, M. Lessini, Verona).

Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LVP 73 s.

Fig. 4 - *Cochlearites loppianus* (Tausch).

Sezione sottile di strato prismatico perpendicolare all'asse c. 144 x.

Ponte Basasenoci (Bellori, M. Lessini, Verona).

Istituto di Geologia, Università di Ferrara, LPV 71 a 3 s.



zione. Talora è presente su ciascuna valva una sottile cresta che si stacca dalla parte dorsale della cavità conchigliare e si arresta, attenuandosi, in prossimità dell'area di attacco del muscolo. Tali creste hanno funzione di incastro.

L'area di attacco del muscolo adduttore posteriore è subcentrale e di forma semilunare.

La composizione del guscio è aragonitica. La microstruttura è prismatico-laminare con sottili intercalazioni madreperlacee (fig. 15 b) continue o discontinue, concentrate in corrispondenza delle aree pennate, dove sono anche più spesse (tav. 8, fig. 2). I singoli prismi sono molto sottili, aghiformi, iso-orientati secondo l'asse *c* e perpendicolari alle lamine (fig. 15 a; tav. 9, fig. 3). I singoli cristalli sono schiacciati secondo l'asse *b* e quindi hanno un contorno di poligono esagonale irregolare, allungato secondo l'asse *a*; è frequente la compenetrazione. La disposizione dei cristalli è in genere a mosaico e semicaotica, nel senso che i singoli elementi possono aggregarsi formando gruppi di 2-6 con gli assi *a* iso-orientati; altri aggregati vicini si dispongono con gli assi *a* secondo una angolatura diversa determinando un aspetto a « parquet » o raggiato (tav. 9, fig. 4).

Confronti — L'affinità avanzata da Stefanini (1939) fra i fossili liassici del Matagoi in Somalia e quelli dei Calcari grigi del Veneto ha portato all'esame di *Trichites acuminata*. Il confronto pone soltanto il problema se si può trattare di un *Cochlearites loppianus* o di *Trichites* o di altra forma, in quanto il materiale è rappresentato da un solo esemplare con conchiglia a valve chiuse, di cui non si possono ovviamente osservare i caratteri interni.

Dimensioni — Lectotipo: H = cm 6, L = cm 3,3. Paralectotipi: H = cm 6, L = cm 3,7; H = cm 7, L = cm 6; H = cm 13, L = cm 5,7.

COCHLEARITES LOPPIANUS f. A.

Figg. 14, 20; tav. 6, fig. 4; tav. 7; tav. 8, fig. 2

- 1879 *Lithotis problematica* Gümbel; DE ZIGNO, pp. 129-135, tav. 1, fig. 1.
- 1892 *Ostrea problematica* Gümbel var. *lithotis* Boehm, p. 74, tav. 4, fig. 1.
- 1903 *Cochlearites loppianus* Tausch; REIS, figg. 2, 3; tav. 1, figg. 4-6; tav. 2, figg. 1-5, 7-10; tav. 3, figg. 3-11; tav. 4, figg. 1-5, 7-9; tav. 5, figg. 1-9; tav. 6, figg. 1-3.
- 1923 *Cochlearites loppianus* Tausch; REIS, tav. 4, figg. 7, 10.
- 1971 *Cochlearites* gr. *loppianus* (Tausch); BERTI CAVICCHI, BOSELLINI, BROGLIO LORIGA, fig. 4; tav. 2, figg. 1, 2, 4.

Descrizione — L'area medio-cardinale è stretta, di ampiezza costante dopo un breve stadio iniziale ad accrescimento graduale; può essere a « doccia » nella VS ed in posizione ben rilevata rispetto alla

superficie delle aree pennate (fig. 20; tav. 6, fig. 4; tav. 7); in tal caso è fiancheggiata da forti creste legamentari. Quando la zona medio-cardinale è piatta, le creste legamentari sono molto deboli o appena percettibili e non è raro che una delle due sia particolarmente in rilievo rispetto all'altra. Le creste legamentari appaiono come grosse pieghe con superficie discontinua.

In genere il resilifer è molto corto tanto che negli esemplari privati dell'umbone non si è conservato. Le strie di accrescimento, lasciate dal limite dorsale della superficie generale del mantello, sono presenti oltre l'estremo ventrale del resilifer (figg. 13 b-d), dapprima biconvesse e poi monoconvesse, con il punto di curvatura spostato verso una delle due creste legamentari (lato concavo).

L'area di transizione è leggermente concava nella VS e convessa nella VD; si allarga rapidamente in prossimità della cavità conchigliare, raramente conservata. Lo sviluppo della cavità conchigliare può corrispondere ad 1/4-1/8 di tutta l'altezza della conchiglia.

Sono frequenti nella zona mediana della faccia cardinale della VS solchi (*Apicalfurchen* di Reis), a volte filiformi, di lunghezza e posizione variabili, in corrispondenza dei quali le strie di accrescimento, lasciate dalla superficie generale del mantello (limite dorsale), presentano una convessità o una punta rivolta adapicalmente. Di conseguenza quando i solchi sono più di uno le strie in questione hanno decorso a zig-zag. Ai solchi nella VS corrispondono sottili rilievi o lamine (*Apicalleisten*) nella VD. Strutture simili sono presenti anche nell'area di transizione e nella cavità conchigliare fino a livello dell'impronta muscolare (tav. 10, fig. 3; tav. 12, figg. 2, 3, 5; tav. 13, figg. 1-3; tav. 14, fig. 1).

Dimensioni — H = cm 20 circa - cm. 40, L = cm. 6 - cm 8.

Osservazioni — Valve sinistre di individui giovani sono state trovate sulla superficie esterna di valve sinistre adulte; in questi casi la cementazione dei giovani è avvenuta a metà circa dell'altezza delle valve degli adulti oppure in corrispondenza della cavità conchigliare (tav. 4, fig. 3; tav. 6 figg. 1a, 2).

Provenienza — Crespadoro - Campo d'Albero, Campofontana - Durlo, Marana Vicentina - Pernigotti (M. Lessini, Vicenza); Carbonare, Lago di Loppio (Trento); Rotzo, Lavarone-Asiago, Rifugio Vezzena-Asiago (Altopiano Sette Comuni, Vicenza); Valle Pietra-SS. Trinità (M. Simbruini, Frosinone); Vettica Maggiore (Positano, Napoli); Capri?

Distribuzione geografica — Alpi Meridionali, Appennino centro-meridionale (Italia); Jugoslavia; Di-

partimento della Sarthe? (Francia); Marocco; Somalia (?); Timor? (Indonesia).

PALEOBIOGEOGRAFIA

Gli studi paleontologici non sono così numerosi come quelli geologici o stratigrafici, cosicché se da un lato si dispone di un buon bagaglio di informazioni microbiostratigrafiche, dall'altro i macrofossili sono stati normalmente citati con il termine com-

prensivo di « *Lithiotis* » o facies a « *Lithiotis* ». Un tentativo di differenziazione dei generi principali su basi bibliografiche (Neri, 1974) non ha portato a risultati soddisfacenti, ma solo dati frammentari e resta il fatto che le maggiori citazioni riguardano la Tetide mediterranea, mentre per il resto le informazioni sui macrofossili o mancano o sono insufficienti. La cartografia portata a corredo di questo studio deve quindi essere considerata come una messa a punto delle notizie disponibili fino a questa data. Ciò non impedisce tuttavia di trarre alcune consi-

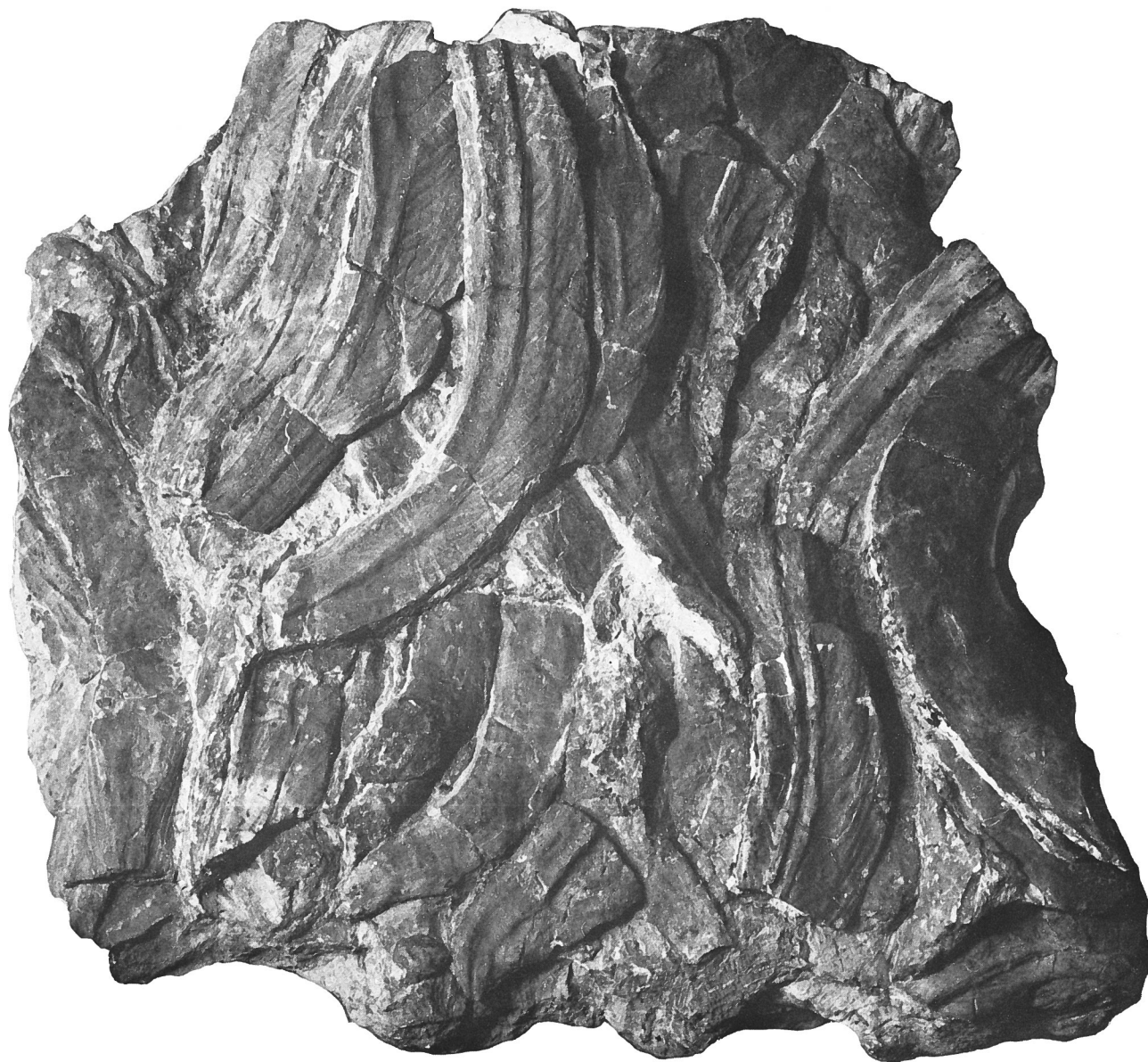


Fig. 20 - Esemplari di *Cochlearites loppianus* (Tausch) forma A, su superficie di stratificazione; in alto a sinistra, una VS con gran parte della cavità della conchiglia x 1/3. Crespadoro-Campo d'Albero (M. Lessini, Vicenza). Banca Popolare di Arzignano (Vicenza).

derazioni di interesse paleogeografico. Nell'area della Tetide sono presenti entrambi i generi e da un primo bilancio si può ritenere forse più frequente il genere *Cochlearites*. Per quanto la biofacies a « *Lithiotis* » abbia un carattere molto uniforme — ragionando a livello di genere e per quelle aree di cui si hanno sufficienti notizie paleontologiche — ci sembra interessante porre in rilievo che in Marocco il genere *Lithiotis* manca. Ciò non vuol dire che sia del tutto assente dal Liassico di piattaforma della fascia settentrionale dell'Africa. Per il carattere oligotipico delle tanatocenosi o addirittura monotipico una sequenza stratigrafica può contenere anche uno solo dei vari generi che caratterizzano la facies. Esistono sezioni stratigrafiche con solo *Cochlearites*, o con solo *Lithiotis* o con solo *Lithiopedalion*, ecc.; in qualche caso invece le sequenze contengono più generi. Le conoscenze, oltre a questo fatto di base, sono legate anche agli scopi con cui sono stati intrapresi gli studi ed infine alle condizioni del terreno che pongono ovviamente dei limiti notevoli, poiché sono molto rare le sequenze ampiamente esposte. Comunque per completare il bilancio biogeogra-

fico, va messa in rilievo anche l'assenza di *Cochlearites* dal continente americano dove invece sembra bene rappresentato *Lithiotis* (= *Plicatostylus*).

Facendo riferimento al Veneto, che per questo argomento può essere considerato un'area modello, i depositi fossiliferi corrispondenti ai due generi sono di vario tipo (Bosellini, 1973). Quelli che contengono tanatocenosi autoctone e con fossili in posizione di vita sono di tipo bioermale e biostromale. Se i componenti di questi depositi si valutano in funzione del tipo di costruzione e della frequenza, noi vediamo che nel Veneto dominano i bioermi a *Cochlearites*, mentre in tutti gli affioramenti americani è *Lithiotis* che ha questo ruolo, talora in associazione ad *Opisoma* o a *Nerinee* (Hillebrandt 1971, Lupper e Packard 1930). Altrove la capacità di costruire bioermi da parte di *Lithiotis* è piuttosto limitata.

La distribuzione degli affioramenti lungo il margine occidentale del continente americano segue l'andamento dei meridiani e colloca *Lithiotis* in due posizioni rispettivamente a N e a S dell'equatore. Nell'Eurasia invece questi lamellibranchi compaiono lungo una fascia con andamento suborizzontale, giacente



Fig. 21 - Distribuzione geografica dei generi *Lithiotis* e *Cochlearites*. I punti interrogativi corrispondono a notizie incomplete. Se *Paradoscia* Krumbeck è effettivamente un sinonimo di *Cochlearites* Reis, a Timor sarebbero presenti entrambi i generi.

per la massima parte nell'emisfero settentrionale. Il limite Nord di tale fascia corrisponde al dipartimento della Sarthe, mentre quello più a Sud forse giace a Timor (fig. 20).

Nell'area euroasiatica i due generi sembrano limitati al Regno Tetidiano ed esclusi quindi dal Regno Boreale. Per quanto riguarda *Lithiotis* non esistendo, invece, nell'area americana una differenziazione secondo i paralleli, ci si chiede fino a che punto questo possa essere considerato un elemento a favore dell'uniformità della fauna a molluschi bentonici fra le due Americhe.

BIBLIOGRAFIA

- BENINI, C. & LORIGA, C., 1974, *Isognomon (Mytiloperma)* v. Ihering 1903 e *Gervilleioperma* Krumbeck 1923 fra i grossi Lamellibranchi della facies a «*Lithiotis*» nel Veneto; Rend. Acc. Naz. Lincei, Cl. Sc. Mat. Fis. e Nat., v. LVII, f. 3-4, pp. 233-244, tav. 1-5, Roma.
- BERNARD, F. 1895-97, Sur le développement et la morphologie de la coquille chez les Lamellibranches: Bull. Soc. Geol. Fr., s. 3, vol. 23 (1895) pp. 104-154; vol. 24 (1896), pp. 54-82, 412-449; vol. 25 (1897), pp. 559-566, Paris.
- BERTI CAVICCHI, A., BOSELLINI, A. & BROGLIO LORIGA, C., 1971, Calcarei a *Lithiotis problematica* Gümbel o calcari a «*Lithiotis*»? : Mem. Geopaleont. Univ. Ferrara, vol. 3, fasc. 1, n. 3, pp. 41-53, tav. 1-3, Ferrara.
- BOEHM, G., 1884, Beiträge zur Kenntniss der Grauen Kalke in Venetien: h. Zeitsch. D. geol. Gesell., Bd. XXXVI, pp. 737-82, tav. XVI-XXVI, Berlin.
- , 1887, Die Facies der Grauen Kalke von Venetien in Departm. der Sarthe: Zeitschr. D. geol. Gesell. Bd. XXIX, pp. 204-211, Berlin.
- , 1891, Ueber *Lithiotis problematica* Gümbel: Zeitschr. D. geol. Gesell., Bd. 43, pp. 531-532, Berlin.
- , 1892, *Lithiotis problematica* Gümbel: Bericht. Naturf. Gesell. in Freiburg u. Baden, Bd. 6, pp. 65-80, tav. 1-4, Freiburg.
- , 1906, Zur Stellung von *Lithiotis*: Centralbl. Mineralogie etc., n. 6, pp. 161-67, Stuttgart.
- , 1906a, Apicalhöhlung bei *Ostrea* und Lage des Muskeleindrucks bei *Lithiotis*: Centralbl. Mineralogie etc., n. 6, pp. 458-461, Stuttgart.
- BOGGILD, O. B., 1930, The shell structure of the mollusks: D.K.D. Vidensk. Selsk. Skr. s. 9, vol. 2, pp. 231-325, tav. 1-15, Kopenhagen.
- BOSELLINI, A. & BROGLIO LORIGA, C., 1971, I «*Calcarei grigi*» di Rotzo (Giurassico inferiore, Altopiano di Asiago): Ann. Univ. Ferrara, N. S., Sez. IX, Sc. Geol. e Paleont., vol. 5, n. 1, pp. 1-61, tav. 1-4, Ferrara.
- , 1972, Paleoeologia dei calcari a «*Lithiotis*» (Giurassico inferiore, Prealpi Venete): Riv. Ital. Paleont. e Stratigr., vol. 78, n. 3, pp. 441-464, tav. 49-56, Milano.
- BROGLIO LORIGA, C. & NERI, C., 1976, Aspetti paleobiologici e paleogeografici della facies a «*Lithiotis*». Riv. Ital. Pal. e Strat., vol. 82, n. 4, Milano (in corso di stampa).
- BUSER, S., 1972, Die Charakteristik und systematische Stellung der Lithiotiden: Vortrag an 42 Jahresversammlung der paläontologischen Gesellschaft in Graz (dattiloscritto).
- CHOFFAT, P., 1888, Description de la Faune Jurassique du Portugal. Mollusques Lamellibranches, 1: Direct. Trav. Geol. Portugal, pp. 1-76, tav. 1-19, Lisbonne.
- CONCI, C., 1957, Il metodo e la terminologia dei «*tipi*» usati nella Sistematica Zoologica: Mem. Soc. Entomol. Ital., vol. 36, pp. 160-173, Genova.
- COOGAN, A. H., 1969, Evolutionary trends in Rudists hard parts: in Moore R. C. Treatise on Invertebrate Paleontology, P. N., vol. 2, pp. 766-776, Lawrence.
- DE CASTRO, P., 1962, Il Giura-Lias dei Monti Lattari e dei rilievi ad ovest della valle dell'Irno e della Piana di Montoro: Boll. Soc. Nat. Napoli, vol. LXXI, pp. 1-34, tav. I-XIX, Napoli.
- DENIS, A., 1972, Essai sur la microstructure du test de Lamellibranches: Trav. Labor. Paléont., Univ. d'Orsay, pp. 81-89, tav. 1-15, Paris.
- DESLONGCHAMPS, M. J. A., 1858, Essai sur les Plicatules fossiles des terrains du Calvados: Mém. Soc. Linn. Norm., T. XI, pp. 1-144, tavv. 1-19, Caen.
- DE ZIGNO, A., 1879, Sulla *Lithiotis problematica* di Gümbel. Annotaz. paleontologiche: Mem. R. Ist. Ven. SS.LL.AA., vol. XXI, pp. 129-135, tav. I, Venezia.
- DUBAR, G., 1948, La Faune domérienne du Jebel Bou Dahar: Note et Mem. Serv. Geol. Maroc., vol. 68, pp. 9-248, tav. 1-38, Lille.
- FABIANI, R., 1911, Fauna dei Calcarei grigi della valle del Chiampo (Venezia): Atti R. Ist. Ven. Sc. LL.AA., T. LXX, P. II, pp. 1445-1467, Venezia.
- GRÉGOIRE, C., 1957, Topography of the organic components in mother-of-pearl: Journ. Bioh. Bioch. Cytol., vol. 3, n. 5, pp. 797-808, tav. 251-257, Liegi.
- GÜMBEL, C. W., 1871, Die sogenannten Nulliporen. *Lithiotis problematica*: Abh. k. Bay. Akad. d. Wiss., Cl. II, Bd. I, pp. 38-52, 2 tav., München.
- , 1890, *Lithiotis problematica* Gümb., ein Muskel: Verh. K. K. Geol. Reichsanst., n. 3, pp. 64-73, Wien.
- HILLEBRANDT, A. V., 1971, Der Jura in der chilenische argentinischen Hochkordillere (25° bis 32°30'S): Münster Forsch. Geol. Paläont., H. 20/21, pp. 63-87, 5 fig., Berlin.
- , 1973, Die Ammonitengattungen *Bouleiceras* und *Frechiella* im Jura von Chile und Argentinien: Ecl. Geol. Helv., vol. 66/2, pp.351-363, tav. 1-III, Basel.
- KRUMBECK, L., 1923, Zur Kenntniss des Juras der Insel Timor, sowie des Aucellen-Horizontes von Seran und Buru: Paleont. v. Timor, Abh. XX, lief XII, pp. 1-120, tav. 1-6, Stuttgart.
- LUPHER, R. L. & PACKARD E. L., 1930, The jurassic and cretaceous Rudistids of Oregon: Univ. Oregon Publ., vol. I, n. 3, pp. 203-212, tav. 1-6, Eugene.
- LUPHER, R. L., 1941, Jurassic stratigraphy of central Oregon: Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 52, pp. 219-270, New York.
- MERCIER, G., 1929, A propos des variations de l'aire ligamentaire d'*Ostrea wiltonensis* Lyc. e du genre *Pernostrea* Mun. Chalm: Bull. Soc. Linn. de Normandie, s. 8, vol. 1, pp. 1-7, Caen.
- MOORE, R. C., 1969, Treatise on Invertebrate Paleontology, P. N., vol. 1-2, Mollusca 6, Bivalvia: Geol. Soc. Am., Inc., Lawrence.
- MORRIS, J., LYCETT, J., 1850-54, A monograph of the Mollusca from the Great Oolite chiefly from Minchinhampton and the coast of Yorkshire: Palaeontogr. Soc. London,

- v. 4, n. 9 (1850); vol. 7, n. 23 (1853); vol. 8, n. 28 (1854), London.
- NERI, C., 1974, Stratigrafia e paleogeografia della Facies a « *Lithiotis* » (Giurassico inf.) nella Tetide occidentale. Tesi di laurea ined., Facoltà Sc. MM.FF.NN., Istituto di Geologia, pp. 1-97, tav. 1-19, Ferrara.
- NICOLIS, E., PARONA, C. F., 1885, Note stratigrafiche e paleontologiche sul Giura della Provincia di Verona: Boll. Soc. Geol. It., vol. IV, 1885, pp. 2-96, tav. 1-2, Roma.
- OBERLING, J. J., 1964, Observations on some structural features of the pelecypod shell: Mitteil. Naturf. Gesellsch. Bern, N. F. 20, pp. 1-60, tav. 1-6, fig. 1-3, Bern.
- OWEN, G., 1958, Shell form, pallial attachment and the ligament in the Bivalvia: Zool. Soc. London, Proc., vol. 131, pp. 637-648, London.
- , TRUEMAN, E. R., YONGE, C. M., 1953, The ligament in the Lamellibranchia: Nature, vol. 171, pp. 73-75, London.
- PERKINS, B. F., 1969, Rudist morphology: in Moore R. C., Treatise in Invertebrate Paleontology, P.N., v. 2, Mollusca 6, Bivalvia, pp. 751-764, Geol. Soc. Am. Inc., Lawrence.
- REIS, O., 1902, Das ligament der Bivalven: Jahresh. Verein. f. vaterl. Naturk. in Württemberg, pp. 179-291, tav. 1-4, Stuttgart.
- , 1903, Über Lithiotiden: Abhand. d. K. K. Geol. Reichsanst. Bd. XVII, h. 6, pp. 1-44, tav. 1-6, Wien.
- , 1923, Nachträge zur Kenntnis der Gestaltung und Stellung der Lithiotiden: Jahrb. Geol. Bundes., Bd. 73, pp. 277-292, 1 tav., Wien.
- ROLLIER, L., 1914-15, Fossiles nouveaux ou peu connus des terrains secondaires (Mésozoïques) du Jura et des Contrées environnantes P. 4^e: Mém. Soc. Paleont. Suisse, vol. XL, tav. 7, pp. 321-440, Basilea.
- SCARSELLA, F., 1961, Sulla presenza del Lias nell'isola di Capri: Rend. Acc. Sc. Fis. Mat. Soc. Naz. Sc. LL.AA., Napoli, s. 4, vol. XXVIII, pp. 391-394, Napoli.
- SOMEREN, V. D. v. & WHITEHEAD, P. J., 1961, An Investigation of the biology and culture of an East African Oyster *Crassostrea cucullata*: Fish. Publ., n. 14, Colonial Office, pp. 1-23, tav. 1-5, London.
- STANLEY, S. M., 1970, Relation of shell form to life habits of the Bivalvia (Mollusca): Geol. Soc. of Amer., Mem. 125, pp. 1-199, tav. 1-40, Boulder (Colorado).
- STEARNS MC NEIL, F., 1938, Species and genera of tertiary Noetinae: Geol. Survey Prof. Paper, 189-A, pp. 1-139, tav. 1-6, Washington.
- STEFANINI, G., 1939, Molluschi del Giurassico della Somalia. P. II, Gasteropodi e Lamellibranchi: Paleont. Ital., vol. XXXII, suppl. 4, pp. 103-268, tav. 1-27, Siena.
- STENZEL, H. B., 1971, Oysters: in MOORE R. C., Treatise on Invertebrate Paleontology, P. N., vol. 3, Mollusca 6, Bivalvia, pp. N 953-1124: Geol. Soc. Amer., Inc., Lawrence.
- SÜESS, E., 1867, Studien über die Gliederung der Trias: Jahrb. d. K. K. Geol. Reichsanstalt., Bd. XVII, Wien.
- TAUSCH, L., 1890, Zur Kenntniss der Fauna der « Grauen Kalke »: Abh. K. K. Geol. Reich., Bd. XV, H. 2, pp. 1-42, tav. 1-9, Wien.
- TAYLOR, J., 1973, The structural evolution of the Bivalve shell: Palaeont., vol. 16, P. 3, pp. 519-34, 1 tav., London.
- , KENNEDY, W. J. & HALL, A., 1969, The shell structure and mineralogy of the Bivalvia. Introduction, Nuculacea-Trigonacea: Bull. Br. Mus. Nat. Hist., Zool., Suppl. 3, pp. 1-125, tav. 1-29, London.
- , KENNEDY, W. J. & HALL, A., 1973, The shell structure and mineralogy of the Bivalvia. II Lucinacea - Clavagellacea. Conclusions: Bull. Br. Mus. Nat. Hist., Zool., Suppl. vol. 22, n. 9, pp. 1-294, tav. 1-14, London.
- THOMSON, J. M., 1954, The genera of Oysters and the Australian species: Austr. Journ. Mar. Fresh. Wat. Res., vol. 5, n. 1, pp. 132-168, tav. 1, Melbourne, Australia.
- TRUEMAN, E. R., 1953, The ligament of *Pecten*: Quart. Jour. Micr. Sc., vol. 94, pp. 193-202, London.
- , 1953, Observations on certain mechanical properties of the ligament of *Pecten*: Jour. Exper. Biology, vol. 30, pp. 453-467, Edinburgh.
- , 1954, The structure of the ligament of *Pedalion* (*Perna*): Malac. Soc. London, Proc., v. 30, pp. 160-166, London.
- , 1964, Adaptive morphology in paleoecological interpretation. Approaches to Paleocology, pp. 45-74: J. Wiley and Sons, New York.
- , 1969, Ligament: in Moore R. C. Treatise on Invertebrate Paleontology, P. N., VVol. 1, pp. 58-64, Lawrence.
- WINSLOW, F., 1882, Report on the oyster beds of the James River, Virginia, and of Tangier and Pocomoke Sounds, Maryland and Virginia: U. S. Coast & Geodetic Survey Rept. for 1881, Appendix 11, pp. 87, tav. 1-22.
- WISE SHERWOOD, W., 1970, Microarchitecture and mode of formation of nacre (mother of pearl) in Pelecypods, and Cephalopods: Eclogae Geol. Helv., vol. 63/3, pp. 775-797, tav. 1-10, Basilea.
- , 1971, Shell ultrastructure of the Taxodont Pelecypod *Anadara nobilis* (Röding): Eclogae Geol. Helv., vol. 64/1, pp. 1-12, tav. 1-9, Basilea.
- YONGE, C. M., 1953, The monomyarian condition in the Lamellibranchia: Royal Soc., vol. 62, pt. 2, pp. 443-78, Edinburgh.
- , 1953, Form and habit in *Pinna carnea* Gmelin: Royal Soc. London, Philos. Trans., ser. B, vol. 237, pp. 335-374, London.
- , 1957, Mantle fusion in the Lamellibranchia: Stazione Zool. Napoli, Pubbl., vol. 29, pp. 151-71, Napoli.
- , 1962, On *Etheria elliptica* Lam. and the course of evolution including assumption of monomyarism, in the family Etheriidae (Bivalvia: Unionacea): Philos. Transact. Royal Soc. of London, S. B., Biol. Sc., N. 715, vol. 244, pp. 423-458, London.
- , 1967, Form, habit and evolution in the Chamidae (Bivalvia) with reference to conditions in the Rudists (Hipuritacea): Royal Soc. London, Philos. Trans., ser. B, v. 252, pp. 49-105, London.
- , 1968, Form and habitat in species of *Malleus* (including the « Hammer Oysters ») with comparative observations on *Isognomon*: Biol. Bull. Mar. Biol. Lab., Woods Hole 135, pp. 378-405, Woods Hole, Massachusetts, U.S.A.
- , 1973, Functional morphology with particular reference to hinge and ligament in *Spondylus* and a discussion on relations within the superfamily Pectinacea (Mollusca: Bivalvia): Phyl. Trans. Roy. Soc. London, vol. 267, n. 883, pp. 173-208, London.
- ZAVAREI, A., 1973, Monographie des Spondylidae (Lamellibranches) actuels et fossiles: Centr. Etud. Rech. Paleont. Biostr., Not. e Contr., Contr. n. 4, pp. 1-230, tav. 1-16, Orsay, Paris.