

SEM ultrastructural analysis on shells of deep water pulmonates from the Miocene Lake Pannon

by

**Sándor Gulyás - István Cziczer -
Imre Magyar - Miklós Szónoky**

Abstract: This work presents findings of a research aimed at analyzing the shell ultrastructures of members of the endemic Lake Pannon pulmonate family; Valenciennidae with the help of SEM. Possible ecological backgrounds of shell formation is also presented.

Keywords: Miocene, Lake Pannon, endemic pulmonates, Valenciennidae, shell ultrastructure.

Introduction

The brackish-water Lake Pannon occupying the area of the Carpathian Basin from the Middle Miocene harbored an exceptional mollusk fauna with a number of endemic families during its 7 million years of lifespan. Following a salinity crisis several freshwater immigrants, gastropods and bivalves, from the adjacent areas migrated into the lake occupying the emptied niches including the pulmonate gastropod species, *Radix*. Conquering the deep water habitats within the span of a couple million years these marsh dwellers developed into huge, flattened plate-like pulmonates with diameters around 10 cms or over (TAKTAKISHVILI 1967, GULYÁS et al. 2002a, GULYÁS et al. 2002b). The newly evolved endemic forms were classified into a new endemic family, the Valenciennidae (ROUSSEAU 1842, BOURGUIGNAT 1855, FISCHER 1858, GORJANOVIC-KRAMBERGER 1923, WENZ 1942) (Fig. 1.).

All the specimens collected from different Hungarian localities bear exceptionally thin, fragile shells. Partly on the basis of the anatomical makeup of recent pulmonates, and the detailed sedimentological analysis of the embedding sediments referring to a well oxygenated habitat under water coverage of several hundred meters with a number of accessory benthic elements, a special deep water adaptation may be assumed for these gastropods. Since the large flattened plate-like shells must have enabled surfing on the soft ooze preventing sinking on the lake's bottom (AGER 1963, GRAY 1988, GULYÁS et al. 2002a, GULYÁS et al. 2002b) (Fig. 2.).

This buildup of the shell seems to be hydrodynamically more suited to an environment exposed to the weight of a several hundred meter (200-400m) water column than the traditional trochospiral form of the *Radix*. Regardless of its extraordinary size the shape of the shell

**Gulyás Sándor - Cziczer István -
Magyar Imre - Szónoky Miklós**

**Pásztázó elektronmikroszkópos
héjszerkezet vizsgálatok pannon-
tavi, mélyvízi tüdőscsigákon**

Kivonat: Jelen munka a miocén Pannon-tóban élő endemikus Valenciennidae tüdőscsiga család pásztázó elektronmikroszkóppal történt héjszerkezeti vizsgálati eredményeit mutatja be, értelmezve a héjépítés lehetséges ökológiai okait.

Kulcsszavak: miocén, Pannon-tó, endemikus, tüdőscsiga, Valenciennidae, héjszerkezet.

Bevezetés

Az egykor a miocén során a Kárpát-medencét borító csökkent-sósvízű Pannon-tó számos endemikus puha-testű családnak adott otthont 7 millió éves fejlődéstörténete során. A só krízist követően a megüresedett ökológiai fülkékbe a környező édesvízekből számos kagyló és csigacsoport köszöttük a tüdőscsigákhoz tartozó *Radix*-félék is bevándoroltak. Néhány millió év alatt a mélyebb vízi élőhelyeket meghódítva és a helyi víznyomás, oxigén és táplálékvízszonyokhoz alkalmazkodva ezen mocsári csigák hatalmas, 10 cm körüli átmérőjű, lapos, tányérszerű tüdőscsiga alakultak ki (TAKTAKISHVILI 1967, GULYÁS et al. 2002a, GULYÁS et al. 2002b). Ezen endemikus formákat a Valenciennidae családba sorolták (ROUSSEAU 1842, BOURGUIGNAT 1855, FISCHER 1858, GORJANOVIC-KRAMBERGER 1923, WENZ 1942) (1. ábra).

A feltárásokból előkerült formák mindegyike nagyon vékony, törékeny héjjal rendelkezett. Részben a recens tüdőscságánatómiai felépítése, részben pedig a bezáró üledékek üledéktani vizsgálata alapján, mely többszáz méteres jól szellőzött fenékaljzatról tanúskodik számos bentosz kísérőformával feltételezhetjük, hogy egy speciális, mélyvízi alkalmazkodással állunk szemben. A lapos, nagyméretű, tányérszerű héj ugyanis a finom iszapjal fedett aljzaton való elmerülés nélküli, lágy siklást tehette lehetővé (AGER 1963, GRAY 1988, GULYÁS et al. 2002a, GULYÁS et al. 2002b) (2. ábra). Ezen alak ugyanis sokkal kedvezőbb hidrodinamikai tulajdon-ságokkal bír mint a hagyományos tornyosan felcsavart *Radix*-félék héja többszáz méteres vízoszlop súlya alatt (200-400 m átlagban). A *Valenciennius* házának alakja nagy méretétől eltekintve - erős hasonlóságot mutat néhány, a mai tengerekben élő, lebegő életmódot folytató csiga házához. Ezért felmerülhet a kérdés: vajon nem ilyen életmódot folytatott-e a

of *Valenciennius* seems to be strongly related to those of recent nektonic, pseudonektonic marine gastropods. This gives us the question whether the Valenciennidae had the same lifestyle or not?

In order to justify our primary assumptions we have carried out an SEM ultrastructural analysis of the shells looking for signs reflecting the work of shell strengthening mechanisms.

Material and methods employed

Shell fragment samples were taken from *Valenciennius* specimens of different stratigraphic levels. (Fig. 3.) (*Valenciennius reussi* NEUMAYR, localities of Tata, Bátaszék). Following the necessary preparations (vacuum gold evaporation) broken and intact shell surfaces were analyzed in an SEM type Hitachi S2400 under magnifications of 300x, 500x, 3000x in apical and tangential views with the help of Mrs. Kocsis Erzsébet Mihalik PhD at the Department of Botany, University of Szeged. Then the captured structural elements were interpreted following the works of MAJEWSKA (1974) and HOROWITZ-POTTER (1971).

Valenciennius is?

Feltételezések további alátámasztására elvégeztük a héjak pásztázó elektronmikroszkópos szerkezeti vizsgálatát, speciális héjmegerősítésre utaló jeleket keresve.

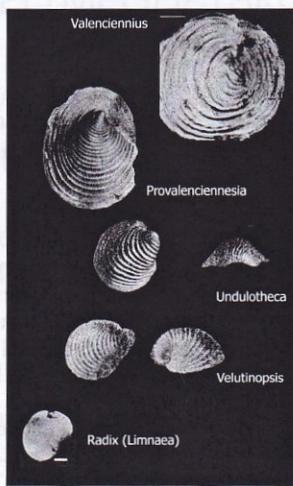


Fig. 1. : Phylogeny of Valenciennidae after
Taktakishvili 1967

1. ábra: A Valencienniusok származási vonala
(Taktakishvili 1967 nyomán)

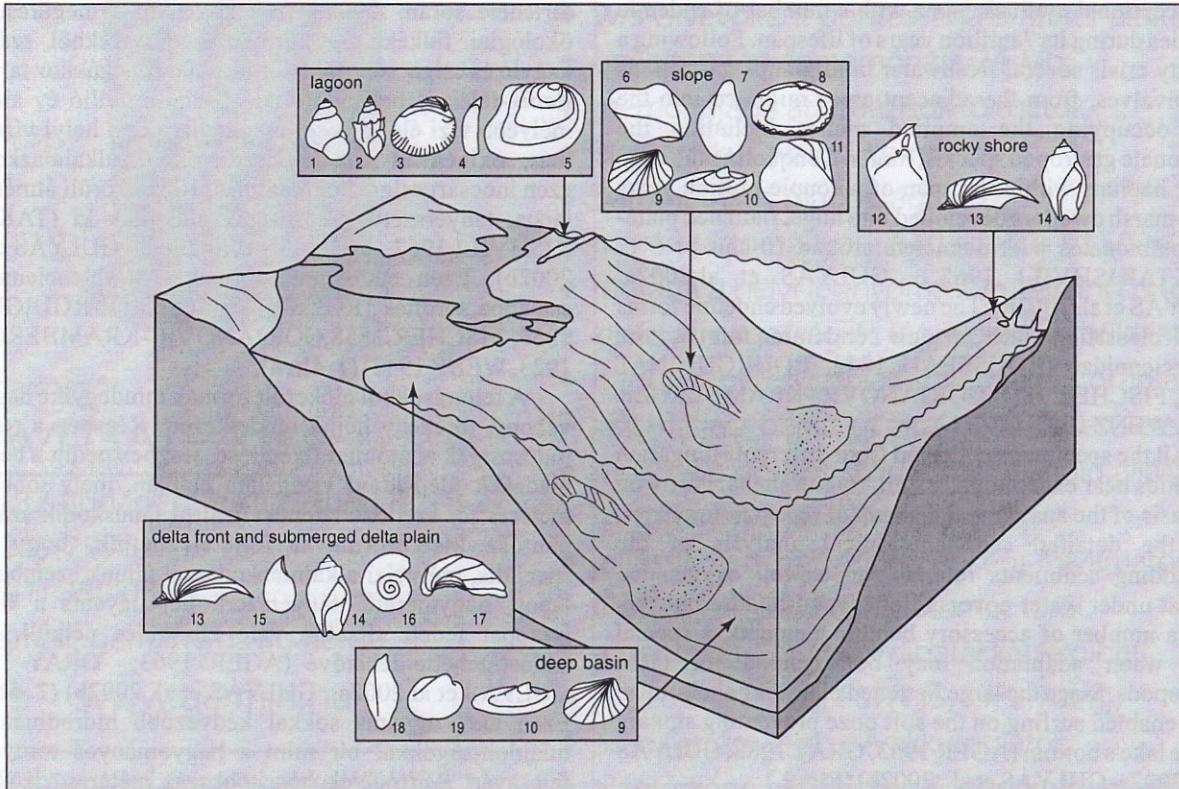


Fig. 2. : Habitats of Valenciennidae (no.10. delta slope and deep basin environment)
2. ábra: A Valencienniusok élőhelye (delta lejtő és mélymedence környezet 10. szám)

Módszer, alapelvek

Különböző rétegtani szintből előkerült *Valenciennius* egyedekek héjából vettünk töredékmintát (3. ábra) (*Valenciennius reussi* NEUMAYR, Tata, Bátaszék). A megfelelő előkészítés után (vakuumos aranyozás) Dr. Kocsisné Dr. Mihalik Erszébet vezetésével az SZTE Növénytani Tanszékén HITACHI S2400-as SEM készüléken készítettünk ép és tört felületeken felvételeket 300x, 500x és 3000x nagyítás mellett felül és oldalnézetből. A látott szerkezeti elemeket MAJEWSKE (1974) és HOROWITZ-POTTER (1971)-es munkáit figyelembe véve értelmezük.

Eredmények:

A felületről készített kisebb nagyítású felvételeken jól látható, hogy az extrém vékony héjak vagy teljesen simák vagy pedig csak enyhe hosszanti barázdák borítják a felszínüket, mely jelleg valószínűleg taxon specifikus. (4. ábra). A tört felületeken oldalnézetből készített kisebb nagyítású felvételeken is jól látszik a héjszerkezet komplex volta (5. ábra).

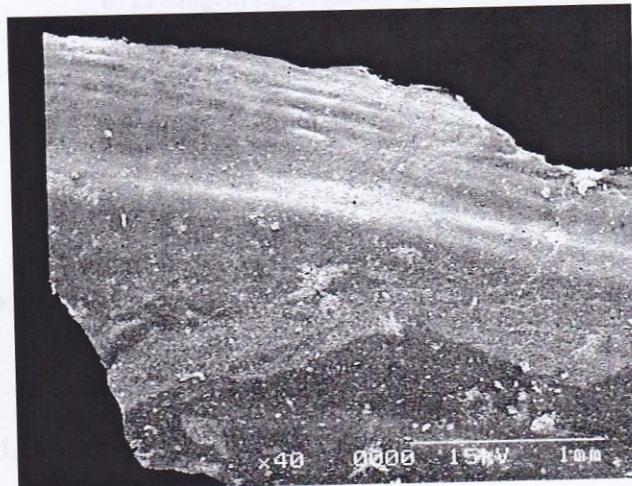


Fig. 4.: Surficial view of the shell (40 x)
4. ábra: A héj felületi képe (40 x)

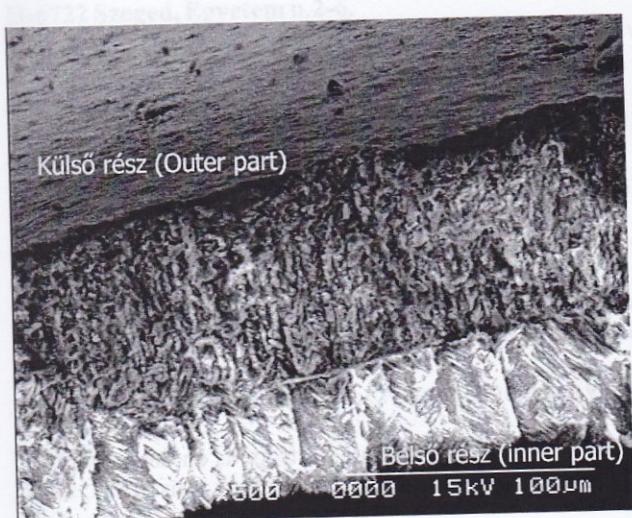


Fig. 5.: The ultrastructure of the shell (500 x)
5. ábra: A héj ultrastruktúrája (500 x)

Results

On the photographs taken in apertural view of the shell surfaces at lower magnifications the shells seem to be either totally smooth or bear gentle foldings, which

A 3000x-es felvételeken azonban jól kirajzolódik a középső részt alkotó dupla komplex kereszt rétegzett aragonit lemezekből álló szerkezeti rész. Az elsődleges és másodlagos lamellák nagy szöget zárnak be egymással, halszálkás szerkezetet eredményezve (6. ábra). A halszálkaszerű komplex keresztrétegeket középen vékony aragonit oszlopok választják el, tovább növelve a héj stabilitását.

A viszonylag vékony héjak komplex struktúrai tehát valamilyen héjmegerősítő mechanizmusról tanúskodnak és nagy hasonlóságot mutatnak számos endemikus, nagyobb energiájú környezetben élő *Planorbis*-félé héjfelépítéséhez (GULYÁS 2002a, 2002b, 2002c). A kérdés csupán az, hogy szükséges-e ilyen héjmegerősítés, mely igen nagy energiát és erőfeszítést kíván egy lebegő

feature might be taxon related (Fig. 4.). The complex nature of the ultrastructure is well-visible on photos of the broken surfaces taken at tangential views and lower magnifications (Fig. 5.).

On the photos taken at magnifications of 3000x we can see a double complex crossed-lamellar layer of thin aragonite lamellae giving the major middle part of the shell. The first order laminae cross the second order ones at a greater angle resulting in a fishbone like ultrastructure (Fig. 6.) These complex fishbone-like crossed lamellae are separated by a series of thin aragonite columns in the middle increasing the stability and strength of the shells.

These complex ultrastructures of the thin shells, reflecting some sort of shell strengthening, closely resemble to those of endemic Lake Pannon Planorbids occupying higher energy habitats (GULYÁS 2001, 2002a, 2002b). The question is whether building such a complex ultrastructure requiring extensive energy resources and metabolism is worth for an animal with nektonic or pseudonektonic lifestyle or not. Since providing shelter from the hydrostatic pressure at depths of several hundred meters seems to be a more acceptable explanation.

életmódot élő élőlény számára? Mivel a nagyobb vízmélységen levő hidrosztatikai nyomás ellen való védekezés sokkal ésszerűbb érvnek látszik.

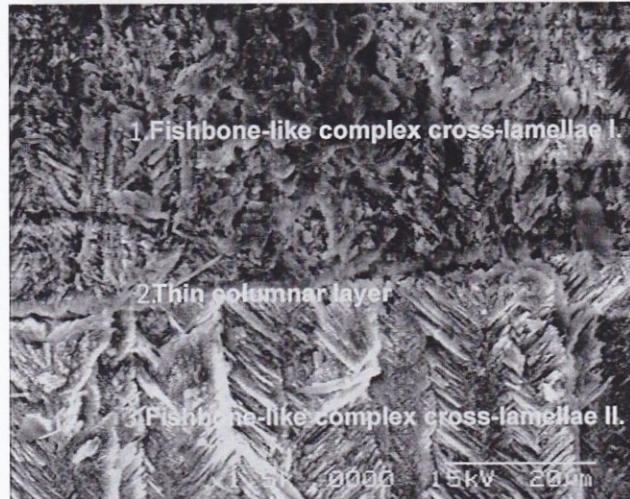


Fig. 6. : Complex fishbone-like crossed lamellae (1., 3.) are separated by a series of thin aragonite columns (2) in the middle for shell strengthening (1500 x)

6. ábra: Dupla (1., 3.) halszálkás, komplex keresztrétegzett aragonitréteg és oszlopos aragonitréteg (2) váltakozása a héj megerősítéséhez (1500 x)

References / Irodalom:

- Ager, D. V. (1963):** Principles of Paleoecology. - McGraw-Hill Book Co., New York, pp. 371.
- Bourguignat, J., R. (1855):** Amenités malacologiques. - T.I, Paris
- Fischer, P. (1858):** Des genres Camptonyx et Valenciennesia. - J. de Conchiologie, T. VII.
- Gorjanovic-Kramberger, K. (1923):** Die Valenciennesiden un einige andere Limnaeiden der pontischen stufe des unteren Pliozans in ihrer stratigraphischer und genetischer Bedeutung. Glasn. Hrv. Prir. Drustva, ū sv. 35.
- Gray, J. ed., Paleolimnology:** Aspects of freshwater paleoecology and biogeography. - New York, NY:Elsevier.
- Gulyás, S. (2002a):** The role of abiotic factors in the evolution of thalassoid pulmonate gastropods on the example of Lake Pannon Planorbidae. - First International Paleontological Congress (IPC2002), Sydney, Ausztrália, 2002. július 5-11. oral presentation, abstracts
- Gulyás, S. (2002b):** On the development of thalassoid shell forms in long-lived lakes: Intraspecific variation of *Gyraulus (Gyraulus) varians varians* (FUCHS) from fossil Lake Pannon. - First International Paleontological Congress (IPC2002), Sydney, Ausztrália, 2002. július 5-11. poster, abstracts
- Gulyás, S. (2002c):** Thalassoid Planorbids from the miocene Lake Pannon. - Geological Society of America, 2002 Annual Meeting Abstracts, Denver, pp. 430.
- Gulyás, S.-Czicser, I.-Magyar, I. (2002a):** Deep water pulmonates from the miocene Lake Pannon. - Molluscan Forum 2001, Bulletin of the Malacological Society of London, No.38. p.4.

Gulyás, S.-Cziczer, I.-Magyar, I. (2002b): Unique pulmonates from the miocene Lake Pannon. - Abstracts of the II. International Congress of the European Malacological Societies, Vigo, p. 200.

Horowitz, A., S. - Potter, P.E. (1971): Introductory petrography of fossils. - Springer-Verlag, NY, 302 pp.

Majewske, O., P. (1974): Recognition of invertebrate fossil fragments in rocks and thin sections. - Leiden, 202. pp.

Rousseau, L. (1842): Description des principaux fossiles de la Crimée. Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée, Paris

Taktaishvili, I., G. (1967): Istoriceszkie razvityije szemejsztva Valenciennid. - Akad. Nauk. CCCP, Tbilisi, 187 pp.

Wenz, W. (1942): Die Mollusken des Pliozans der Rumanschen erdölgebiete. - *Senckenbergiana*, Bd.24.

Sándor GULYÁS

University of Szeged
Department of Geology and Paleontology
H-6722 Szeged, Egyetem u.2-6.
e-mail: gubanc@yahoo.com

István CZICZER Miklós SZÓNOKY

University of Szeged
Department of Geology and Paleontology
H-6722 Szeged, Egyetem u.2-6.

Imre MAGYAR

MOL Hungarian Oil and Gas Co.
H-1024 Budapest, Batthyány u.45.

GULYÁS Sándor

Szegedi Tudományegyetem
Földtani és Öslénytani Tanszéke
6722 Szeged, Egyetem u.2-6.
e-mail: gubanc@yahoo.com

CZICZER István SZÓNOKY Miklós

Szegedi Tudományegyetem
Földtani és Öslénytani Tanszéke
6722 Szeged, Egyetem u.2-6.

MAGYAR Imre

MOL Magyar Olaj és Gázipari Rt.
1024 Budapest, Batthyány u.45.

Environmental pollution has been a major problem in the last decades in the area of Lake Pannon. The organisms living in the lake and its tributaries have been especially affected by the heavy metal contamination. Heavy metal contamination can affect the shell and the soft part severely. We measured a gradually increasing heavy metal content in the shells of the Tisza River bivalves between 1970 and 1990 (Székely et al., 1982; Sárkány-Kiss et al., 1984; Székely et al., 1988; Balogh, 1992; Balogh et al., 1999). Ecological collections were carried out at 11 sampling sites from the area of the mid- and lower Tisza following the 200-year clastic contamination in the area of Lake Pannon. The area of the study was extended to the region of Tisza in the Lower Tisza valley as well. Samples from this latter site were analyzed for heavy metal contents and compared with the results of earlier 1992 collections.

Environmental pollution has been a major problem in the last decades in the area of Lake Pannon. The organisms living in the lake and its tributaries have been especially affected by the heavy metal contamination. Heavy metal contamination can affect the shell and the soft part severely. We measured a gradually increasing heavy metal content in the shells of the Tisza River bivalves between 1970 and 1990 (Székely et al., 1982; Sárkány-Kiss et al., 1984; Székely et al., 1988; Balogh, 1992; Balogh et al., 1999). Ecological collections were carried out at 11 sampling sites from the area of the mid- and lower Tisza following the 200-year clastic contamination in the area of Lake Pannon. The area of the study was extended to the region of Tisza in the Lower Tisza valley as well. Samples from this latter site were analyzed for heavy metal contents and compared with the results of earlier 1992 collections.

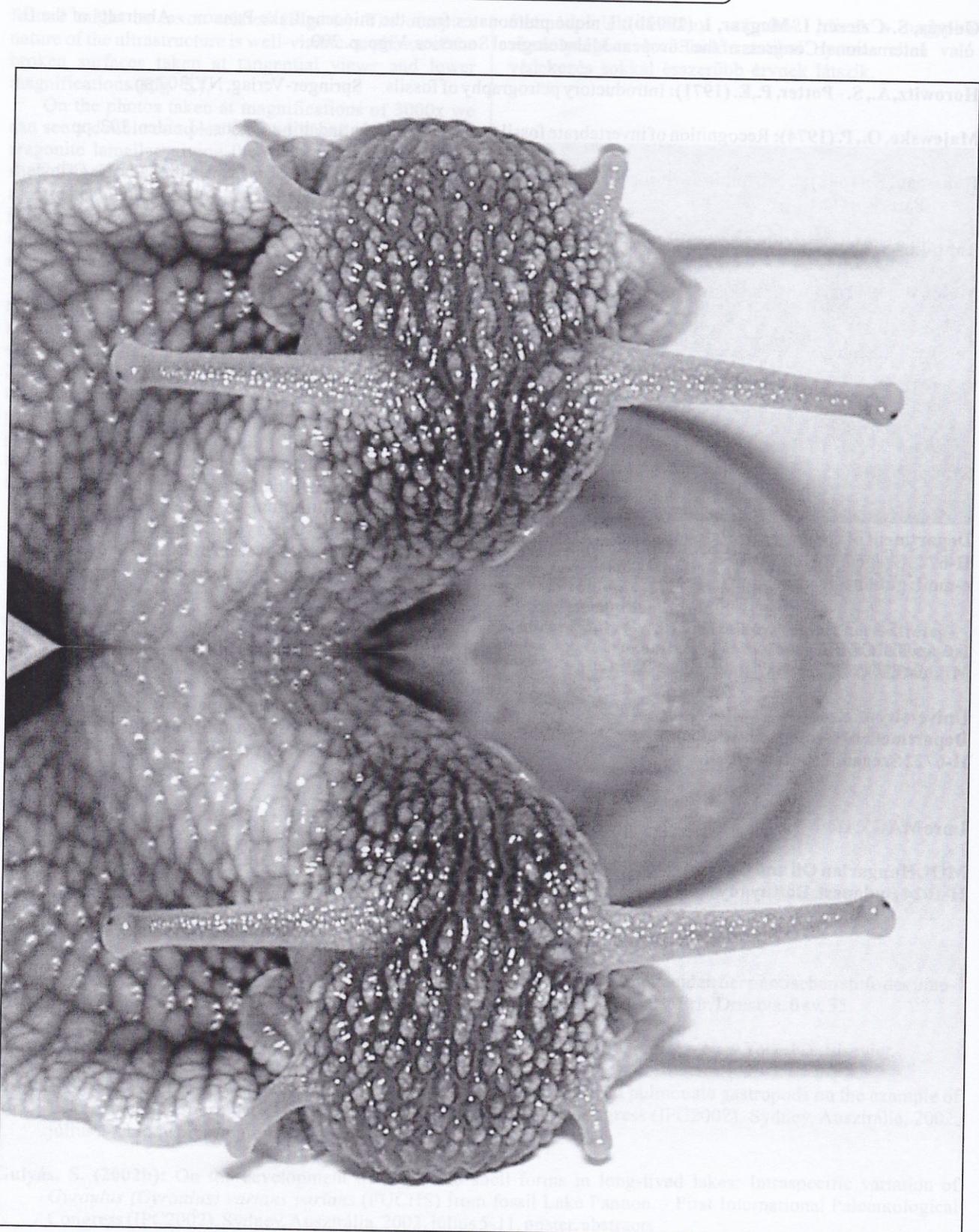
PHOTOGALLERY / FOTÓGALÉRIA

Photo by Jenő Pelbárt / Fotó: Pelbárt Jenő

Gulyás, S., Cziczér, I., Magyar, L. (2002a): Deep water molluscfauna from the miocene Lake Pannon. - Geological Society of America, 2002 Annual Meeting, abstracts, p. 102, Denver, Colorado, USA, 2002.

Gulyás, S., Cziczér, I., Magyar, L. (2002a): Deep water molluscfauna from the miocene Lake Pannon. - Molluscan Forum 2001, Bulletin of the Malacological Society of London, No. 18, p. 4.