

Sarmatská rybia fauna z vrtu TPM-23B Smolenice (dunajská panva, Slovensko)

BARBARA CHALUPOVÁ

Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, P. O. BOX 106, 840 05 Bratislava
geolchal@savba.sk

Sarmatian otoliths from the borehole TPM-23B Smolenice (Danube Basin, Slovakia)

The otoliths of *Atherina* aff. *austriaca* Schubert, 1906, *Cepola rubescens* Linnaeus, 1766, *Gobius* sp., *Gobiidarum* sp. 1, *Gobiidarum* sp. 2 and of several undetermined *Gobiidarum* spp. were identified from the Sarmatian sediments of the borehole TPM-23B Smolenice in the Danube Basin. The fish fauna characterizes shallow brackish coastal water over sandy or rocky bottom in the subtropical zone.

Key words: fish, otoliths, Tertiary, Sarmatian, Danube basin

Úvod

V roku 2004 sa v rámci tvorby geologickej mapy Trnavskej pahorkatiny približne 1,5 km na JV od Smoleníc vyhlbil mapovací vrt TPM-23B (obr. 1). Prevrátil kvartérne a neogénne pelitické sedimenty a z nich sa získali zvyšky rôznorodých fosílnych skupín živočíchov, a to mäkkýšov, gastropód, bivalvií, dierkavcov, ostrakód, ako aj rúrky červov. Z rastlín sa identifikoval vápnitý nanoplanktón, zelené riasy, oogóniá chár, palynomorfy, semená bylín a drevín (Fordinál et al., 2006).

Sedimenty neogénnych paniev na území Slovenska sú bohaté na spoločenstvá fosílnych rýb, ale väčšina z doteraz známych preštudovaných lokalít s rybou faunou nie je sarmatského veku. Podľa doterajších výskumov sú to iba lokality známe z vrtov neďaleko Mochoviec v dunajskej (vrt ŠVM-1 Tajná a vrt JVM-2 – Fordinál et al., 2006; Chalupová, 2005, 2006a, b, 2008; Chalupová a Sliva, 2005, 2006) a vo viedenskej panve (Skalica – Holec, 1978), odkiaľ boli opísané celé kostrové zvyšky rýb alebo len otolity (pozri diskusiu).

Geologické pomery

Študovaný vrt je v trstínskej depresii, ktorá leží v sz. časti Podunajskej nížiny pri jej styku s Malými Karpatmi. Neogénna sedimentárna výplň tejto depresie sa začína najskôr sedimentmi karpatského veku reprezentovanými vrstvami jablonického zlepenca, šlírimi lakšárskeho súvrstvia a v nadloží sú bádenské sedimenty špačinského (stredný báden) a báhonského súvrstvia (vrchný báden). Nad nimi ležia usadeniny vrábelského súvrstvia sarmatského a sedimenty ivanského súvrstvia panónskeho veku.

Sedimenty sarmatského veku (13–11,5 mil. rokov) sa usádzali v brakickom prostredí prevažne plytkého neritika (Kováč et al., 1999). Panvový vývoj vrábelského súvrstvia (definovala ho Priehodská in Harčár et al., 1988) v dunajskej panve tvoria polohy zelenosivého vápnitého ílu, prachovca a piesku hrubé 300–600 m (Adam a Dlabáč, 1969). Na okrajoch panvy sa vyskytujú najmä vrstvy zlepenca, organodetritického vápenca, pieskovca, kyslý tuf, íl, lokálne aj uhoľný, ako aj preplástky uhlia (Kováč, 2000). Maximálna hrúbka súvrstvia (okolo 1500 m) je v rišňovskej depresii (Biely et al., 1996).

TPM-23B z neogénnych sedimentov navrátil iba sedimenty vrábelského súvrstvia sarmatského veku, ktoré reprezentoval hnedožltý a sivý vápnitý íl s polohou kúskov zuhoľnateného dreva. Z nich sa študovali vzorky z hĺbky 2,6–2,7 (interval I), 2,7–3,0 (interval II), 3,0–3,1 (interval III) a 4,0–4,3 m (interval IV).

Materiál a metodika

Študovaný materiál opísaný v príspevku sa skladá zo 101 otolitov uložených v Geologickom ústave SAV v Bratislave ako kolekcia TPM-23B/04. Väčšinou ide o juvenilné formy vývoja radov otolitov, sagít, a preto ich v niektorých prípadoch nebolo možno presne zaradiť. Niektoré otolity boli aj mierne oválané. Okrem otolitov opísaných druhov (reprezentovaných sagitami) boli v skúmanom materiáli aj lapily, ktoré sa zachovávajú pomerne vzácne a ich systematické zaradenie je veľmi problematické.

Schematický nákres lavej sagity je na obr. 2. Termíny sú použité pri opise otolitov jednotlivých druhov a rodov rýb.

Sediment z jednotlivých vrstiev vrtu sa plavil, triedil pod binokulárnou lupou a potom sa určovali otolity. Fotografie otolitov boli zhotovené na rastrovacom elektrónovom mikroskope typu JSM 840 JOL.

Systematická časť

Systematické zaradenie taxonomických jednotiek je podľa Nolf (1985) a Radwanskej (1992). Synonymika v systematickej časti je prispôsobená údajom z alpsko-karpatskej oblasti.

Trieda: **Osteichthyes Huxley, 1880**
 Infratrieda: **Teleostei Müller, 1846**
 Rad: **Atheriniformes Rosen, 1964**
 Čelad: **Atherinidae Risso, 1826**
 Rod: **Atherina Linnaeus, 1758**
Atherina aff. austriaca Schubert, 1906
 (tab. 1, obr. 1)

- 1906 *Otolithus (Atherina) austriacus* Schubert; Schubert, p. 650–651, pl. 4, fig. 45
 1981 *Atherina austriaca* Schubert; Nolf, p. 136–137
 1996 *Atherina austriaca* Schubert; Rückert-Ülkümen, p. 125–126, pl. 2, figs. 9–10

Materiál: 1 sagita, TPM-23B/04 1(III).

Opis: Sagity sú oválne. Dorzálny okraj je oproti ventrálnemu trochu menej vypuklý. Na zadnej časti mierne zvlneného ventrálného okraja je malý výbežok. Rostrum je výraznejšie ako antirostrum, pričom excisúra je plytká. Ostium je nápadné. Sluchová brázda (sulcus acusticus) je nápadná, rovná, pomerne široká, zaberajúca asi 1/5 výšky otolithu. Viditeľná je aj ventrálna brázda.

Ekológia a stratigrafické rozšírenie rodu *Atherina*:

Zástupcovia dnešného rodu *Atherina* žijú v hĺbkach blízko pobrežia nad pieskovým dnom, zvyčajne do hĺbky 100 m, ale rovnako aj v ústiach riek a v lagúnach s brakickou vodou. Rozšírené sú v subtropickom pásme.

Podľa Romera (1967) sa fosilní zástupcovia tohto rodu vyskytujú na území dnešnej Európy od eocénu po recent a niektoré druhy žijú aj dnes.

Rozšírenie otolitov druhu *Atherina aff. austriaca*

Schubert, 1906: Druh bol opísaný z Moravy (lokality Mikulov – Brzobohatý et al., 2007), Rakúska (Schubert, 1906; lokality v korneuburskej panve – Reichenbacher,

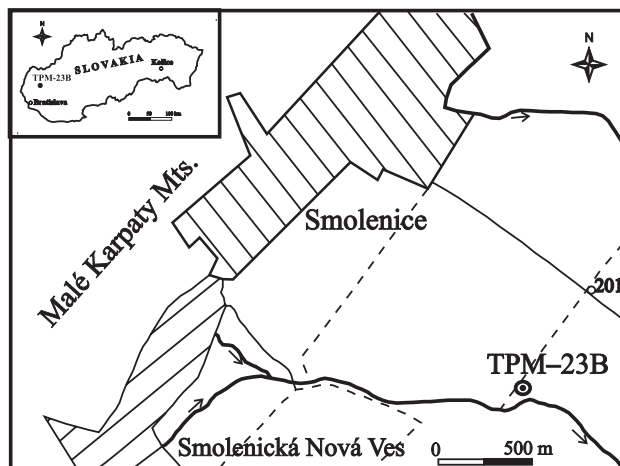
1998), Švajčiarska (lokality v okolí Kienbergu – Nolf, 1981) a z Turecka (lokality Avcılar – Rückert-Ülkümen, 1996).

Výskyt otolitov druhu *Atherina aff. austriaca* Schubert, 1906, vo vrte TPM-23B: vrstva 3,0–3,1 m (1 otolit).

Poznámka: Spoločlivé priradenie k druhu *Atherina austriaca* Schubert, 1906, nebolo možné, lebo k dispozícii bol iba jeden otolit tohto druhu, trochu dlhší ako holotyp *A. austriaca* Schubert, 1906.

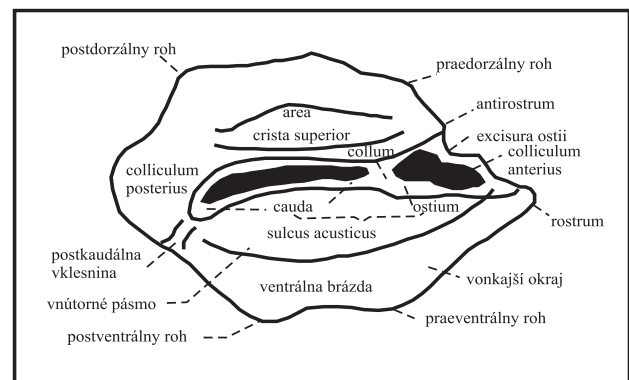
Rad: **Perciformes Bleeker, 1859**
 Čelad: **Cepolidae Bonaparte, 1832**
 Rod: **Cepola Linnaeus, 1764**
Cepola rubescens Linnaeus, 1766
 (tab. 1, obr. 2)

- 1906 *Otolithus (Cepola) praerubescens* Bassoli; Bassoli, p. 54, pl. 2, fig. 43
 1906 *Otolithus (Cepola) praerubescens* Bassoli & Schubert; Schubert, p. 642, pl. 19, figs. 1–5
 1912 *Otolithus (Cepola) praerubescens* Bassoli & Schubert; Schubert, p. 118
 1950 *Cepola praerubescens* Bassoli & Schubert; Weiler, p. 230, pl. 4, figs. 23a–b
 1966 *Cepola praerubescens* Bassoli & Schubert; Šmigielska, p. 256, pl. 18, fig. 2
 1973 *Cepola praerubescens* Bassoli & Schubert; Holec, p. 406, pl. 5, figs. 4a, b; pl. 6, figs. 1a, b – 3a, b
 1979 *Cepola rubescens* Linnaeus; Šmigielska, p. 322, text-fig. 25, pl. 6, figs. 5–7
 1981 *Cepola macrophthalma* (Linnaeus, 1758); Nolf, p. 141, pl. 2, figs. 9–12
 1984 *Cepolamacrophthalma* (Linnaeus, 1758); Radwańska, p. 311, text-fig. 15, pl. 5, figs. 1–4
 1984 *Cepola yrieuensis* Steurbaut, 1981; Radwańska, p. 312, text-fig. 16, pl. 5, figs. 5–7
 1984 *Cepola multicrenata* sp. n., Radwańska, p. 313, text-fig. 17, pl. 5, figs. 8–10
 1984 *Cepola* sp.; Radwańska, p. 315, text-fig. 18, pl. 5, fig. 11
 1992 *Cepola rubescens* Linnaeus, 1766; Radwańska, p. 270, text-figs. 124–125, pl. 30, figs. 1–7



Obr. 1. Geografická pozícia študovanej lokality.

Fig. 1. Location of studied locality.



Obr. 2. Schematický náčrt vnútornej strany ľavej sagity (upravené podľa Holeca, 1974).

Fig. 2. Schematic sketch inner face of the left sagitta (modified by Holec, 1974).

Materiál: 3 sagity, TPM-23B/04 1–3 (II).

Opis: Sagity sú oválne a mierne predĺžené, zadná časť dorzálneho okraja pretiahnutá, okraj mierne zvlnený, antirostrum väčšie ako rostrum. Excisúra nie je výrazná. Sluchová brázda je typická pre tento rod, s dlhším ostiom a s menšou kaudou posunutou trocha ďalej dozadu. Ostium a kaudu predeluje vydutý ostrovček (collum). Za ostiom je viditeľný predný vyvýšený ostrovček (colliculus anterior), no zreteľný je aj zadný vyvýšený ostrovček (colliculus posterior) v zadnej časti. Dobré viditeľná je aj vrchná brázda (crista superior) a nad ňou je nepatrný konkávny dvorec (area). Ventrálna brázda je viditeľná.

Ekológia a stratigrafické rozšírenie rodu *Cepola*: Dnešní zástupcovia rodu *Cepola* obývajú prostredie s pokojnou vodou blízko dna v litorálnej a sublitorálnej zóne. Rozšírení sú v subtropickom pásme.

Podľa Romera (1967) sa fosílni zástupcovia tohto rodu vyskytujú na území dnešnej Európy od eocénu po pliocén.

Rozšírenie otolítov druhu *Cepola rubescens* Linnaeus, 1766: Druh je známy z lokalít viedenskej panvy (Brzobohatý, 1967; lokalita Rohožník – Holec, 1973), z Poľska (Karsy – Śmigielka, 1966, 1979; Korytnica a Bęczyn – Radwańska, 1992), z Talianska (Monte Gibio, Fossetta Sassuolo, Rio Rocca – Bassoli, 1906; Orciano – Pieragnoli, 1919; Rio Mazzapiedi – Robba, 1970; z Piedmontu – Nolf a Brzobohatý, 2004), z Rakúska (Perchtoldsdorf, Möllersdorf, Vöslau, Kienberg – Schubert, 1906) a z Anglicka (Hampshire – Frost, 1934).

Výskyt otolítov druhu *Cepola rubescens* Linnaeus, 1766, vo vrte TPM-23B: vrstva 2,7–3,0 m (3 otolity).

Poznámka: Do tohto druhu sú zahrnuté aj druhy opísané ako „*Cepola yrieuensis* Steurbaut, 1984“, „*Cepola multicrenata* sp. n.“ a „*Cepola* sp.“ (in Radwańska, 1984), a to na základe porovnania s kolekciami Nolfu, ktorá obsahuje rozličné populácie dnešných foriem *Cepola rubescens* Linnaeus, 1766, a očividne potvrdzuje, že tieto druhy disponujú neobyčajnou individuálnou variabilitou otolítov a že všetky preskúmané druhy dobre zapadajú do rozpätia do tejto špecifickej variability. Dôležité je aj to, že uprednostňované dnešné druhové označenie je „*marophthalma* Linnaeus, 1758“ ale platné označenie je „*rubescens* Linnaeus, 1766“, ktoré akceptovala Medzinárodná komisia pre zoologickú nomenklatúru (Radwańska, 1992).

Čelad: **Gobiidae Bonaparte, 1832**

Rod: ***Gobius* Linnaeus, 1758**

***Gobius* sp.**

(tab. 1, obr. 3)

Materiál: 8 sagít, TPM-23B/04 1–5(II), 1–3(III).

Opis: Sagity majú nepravidelne okrúhly tvar so zvlneným dorzálnym okrajom. Ventrálny okraj je menej klenutý, takmer rovný, vzadu kolmo stúpa a malým výkrojom a pretiahnutou časťou prechádza do dorzálneho okraja. Praedorzálny a postventrálny roh sú vyklenutejšie a rohy viac-menej zaoblené. Na vnútornej ploche je slabo viditeľná sluchová brázda. Ostium a kauda sú

prepojené, uzavreté a area pomerne veľká. Vonkajšia plocha je konvexná. Viditeľná je aj ventrálna brázda.

Ekológia a stratigrafické rozšírenie rodu *Gobius*:

Zástupcovia dnešného rodu *Gobius* sú spoločenské ryby žijúce v hĺbkach v litorálnej a sublitorálnej oblasti maximálne do hĺbky 200 m. Rozšírení sú od tropického cez subtropické až po mierne pásmo.

Podľa Romera (1967) sa fosílni zástupcovia rodu *Gobius* vyskytujú na území dnešnej Európy od eocénu, oligocénu po pliocén a niektoré druhy žijú aj dnes.

Rozšírenie otolítov rodu *Gobius* Linnaeus, 1758: Rod *Gobius* je známy z mnohých lokalít v Európe. Z viedenskej panvy bol opísaný z Rohožníka (Horák, 1985), z hliniska tehelne v Devínskej Novej Vsi (Hutyrová, 2002) a z dunajskej panvy z vrhu JVM-2 (Chalupová, 2006).

Výskyt otolítov rodu *Gobius* Linnaeus, 1758, vo vrte TPM-23B: vrstva 2,7–3,0 m (5 otolítov), vrstva 3,0–3,1 m (3 otolity).

Poznámka: Systematické zaradenie opísaných otolítov nechávam v otvorenej nomenklatúre, lebo ide o problematickú skupinu, ktorej systém je založený na juvenilných a erodovaných exemplároch.

Rod: ***Gobiidarum* sp. 1**

(tab. 1, obr. 4)

Materiál: 29 sagít, TPM-23B/04 1–25(II), 1–2(III), 1–2(IV).

Opis: Sagity majú nepravidelný, viac-menej okrúhly tvar so zvlneným dorzálnym okrajom. Ventrálny okraj je menej klenutý, skoro až rovný, pričom vzadu kolmo stúpa, kaudálny má malý výkroj a pretiahnutou časťou prechádza do dorzálneho. Praedorzálny a postventrálny roh sú výraznejšie pretiahnuté. Rohy sú viac-menej zaoblené. Sluchová brázda je na vnútornej ploche viditeľná slabšie a zaberá približne 1/3 výšky otolitu. Ostium a kauda sú prepojené, uzavreté a area pomerne veľká. Ventrálna brázda je viditeľná.

Ekológia a stratigrafické rozšírenie rodu *Gobiidarum*:

Jeho dnešní zástupcovia žijú blízko pobrežia aj v prílivových močiaroch s bohatým rastlinným porastom a na morskome dne medzi riasami. Rozšírení sú od tropického cez subtropické až po mierne pásmo.

Fosílni zástupcovia rodu *Gobiidarum* sa pravdepodobne tak ako zástupcovia rodu *Gobius* vyskytujú na území dnešnej Európy od eocénu, oligocénu po pliocén a niektoré druhy žijú aj dnes.

Výskyt otolítov rodu *Gobiidarum* sp. 1 vo vrte TPM-23B: vrstva 2,7–3,0 m (25 otolítov), vrstva 3,0–3,1 m (2 otolity), vrstva 4,0–4,3 m (2 otolity).

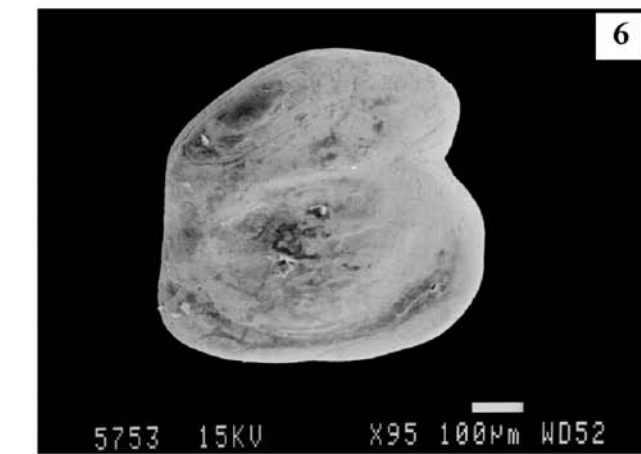
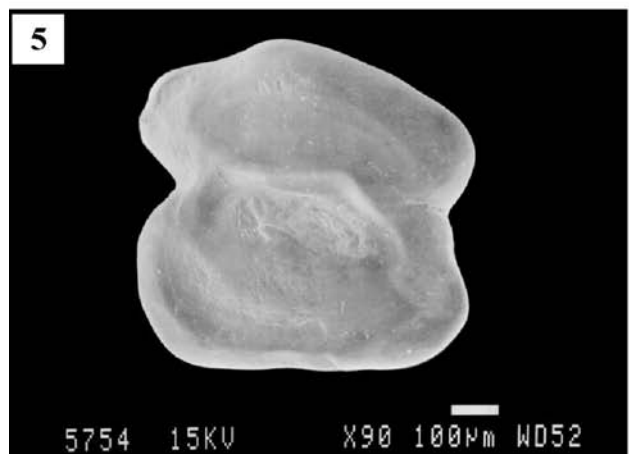
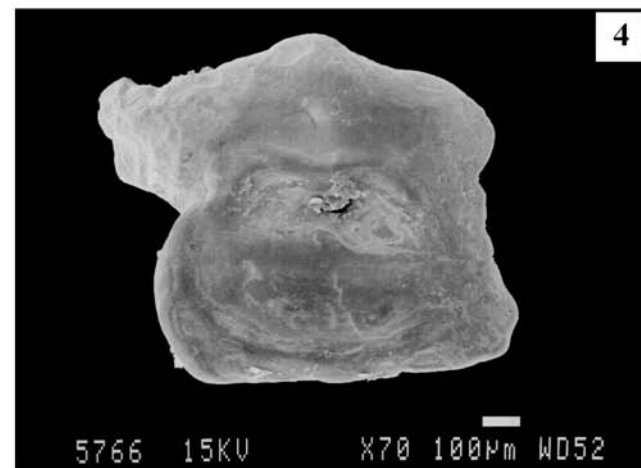
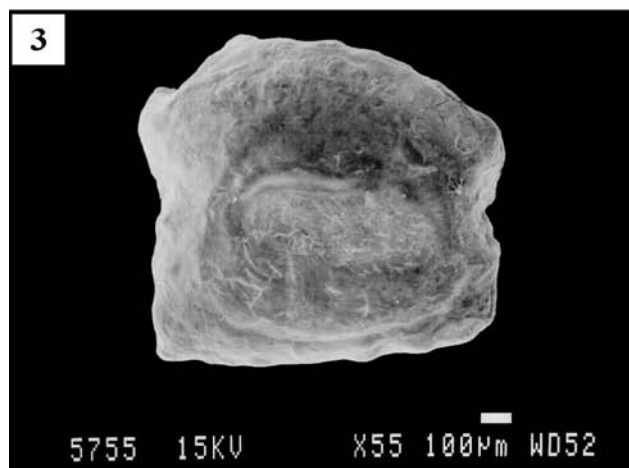
Poznámka: Opísané otolity sú juvenilného pôvodu, ich identifikácia je problematická, a preto ich nechávam v otvorenej nomenklatúre.

Rod: ***Gobiidarum* sp. 2**

(tab. 1, obr. 5)

Materiál: 15 sagít, vzorky TPM-23B/04 1–14(II), 1(III).

Opis: Sagity majú nepravidelný, viac-menej okrúhly tvar so zvlneným dorzálnym okrajom. Ventrálny okraj je



Tab. 1. 1 – *Atherina* aff. *austriaca* Schubert, 1906, pravá sagitta, interval III (3,0–3,1 m), 2 – *Cepola rubescens* Linnaeus, 1766, pravá sagitta, interval II (2,7–3,0 m), 3 – *Gobius* sp., lavá sagitta, interval III (3,0–3,1 m), 4 – *Gobioides* sp. 1, lavá sagitta, interval IV (4,0–4,3 m), 5 – *Gobioides* sp. 2, lavá sagitta, interval III (3,0–3,1 m), 6 – *Gobioides* indet., pravá sagitta, interval III (3,0–3,1 m).

Tab. 1. 1 – *Atherina* aff. *austriaca* Schubert, 1906, right sagitta, interval III (3.0–3.1 m), 2 – *Cepola rubescens* Linnaeus, 1766, right sagitta, interval II (2.7–3.0 m), 3 – *Gobius* sp., left sagitta, interval III (3.0–3.1 m), 4 – *Gobioides* sp. 1, left sagitta, interval IV (4.0–4.3 m), 5 – *Gobioides* sp. 2, left sagitta, interval III (3.0–3.1 m), 6 – *Gobioides* indet., right sagitta, interval III (3.0–3.1 m).

až rovný, jeho zadná časť mierne stúpa, kaudálny má mierny výkroj a nepatrne pretiahnutou časťou prechádza do dorzálneho. Praedorzálny roh a postventrálny sú výraznejšie pretiahnuté, pričom praedorzálny je akoby useknutý. Rohy sú viac-menej zaoblené, hlavne praeventrálny. Sluchová brázda je na vnútornej ploche široká, viditeľná a zaberá približne 1/3 výšky otolithu. Ostium a kauda sú prepojené, uzavreté a area pomerne veľká. Viditeľná je aj ventrálna brázda.

Výskyt otolithov rodu *Gobiidarum* sp. 2 vo vrte TPM-23B:

vrstva 2,7–3,0 m (14 otolithov), vrstva 3,0–3,1 m (1 otolith).

Poznámka: Podobne ako pri *Gobiidarum* sp. 1.

Rod: ***Gobiidarum* indet.**

(tab. 1, obr. 6)

Materiál: 45 sagít, vzorky TPM-23B/04 1–29(II), 1–11(III), 1–5(IV).

Opis: Sagity majú nepravidelný tvar, od pretiahnutého až po viac-menej okrúhly so zvýšeným dorzálnym a mierne zvlneným ventrálnym okrajom. Kaudálny okraj má mierny výkroj. Praedorzálny a postventrálny roh sú nepatrne výraznejšie pretiahnuté. Všetky rohy sú viac-menej zaoblené. Sluchová brázda je na vnútornej ploche široká, viditeľná a zaberá približne 1/3 výšky otolithu. Ostium a kauda sú prepojené, uzavreté a area pomerne veľká. Viditeľná je aj ventrálna brázda.

Výskyt otolithov rodu *Gobidarum* sp. 2 vo vrte TPM-23B: vrstva 2,7–3,0 m (29 otolithov), vrstva 3,0–3,1 m (11 otolithov), vrstva 4,0–4,3 m (5 otolithov).

Poznámka: Ide o otolithy prevažne juvenilných jedincov, a preto ich, podobne ako *Gobiidarum* sp. 1 a *Gobiidarum* sp. 2, presne nezaraďujem, a to aj pre nedostatok porovnávacieho materiálu. Túto skupinu otolithov čaká revízia.

Diskusia a záver

Opísané otolithy druhu *Atherina* aff. *austriaca* Schubert, 1906, *Cepola rubescens* Linnaeus, 1766, a rodu *Gobius* sp., *Gobiidarum* sp. 1, *Gobiidarum* sp. 2 a *Gobiidarum* sp. z vrtn TPM-23B sa v najväčšej koncentrácii našli v intervale II (2,7–3,0 m), potom III (3,0–3,1 m), pričom interval I (2,6–2,7 m) bol na otolithy sterilný. Niektoré otolithy boli oválané iba mierne, čo svedčí o pokojnejšom prostredí sedimentácie. Otolithy čelade Gobiidae sú juvenilné, doteraz neboli všetky ich druhy systematicky revidované, a to ich presné priradenie sťažilo. Po porovnaní zastúpenia taxónov z lokality vrtn TPM-23B s lokalitami (vrt ŠVM-1 Tajná a JVM-2), na ktorých sa našla sarmatská rybia fauna, možno konštatovať, že sa vo všetkých troch vrtoch nachádzalo približne rovnaké spoločenstvo rýb. Vo vrte ŠVM-1 sa identifikoval rod *Alosa* sp. a zástupcovia čelade Clupeidae gen. indet., Engraulidae gen. indet., Triglideae gen. indet., Gobiidae gen. indet., a to na základe kostrových nálezov, ale aj otolithov. Z vrtn JVM-2 sa určil druh *Gobiidarum triangularis* Weiler, 1943, rod *Gobius* sp., *Atherina* sp. a čelad Soleidae gen. et spec. indet. a Clupeidae gen. et spec. indet. na základe nájdených otolithov. Podobnosť v zložení spoločenstva svedčí

o vzájomnej prepojenosti celej dnešnej dunajskej panvy a o podobných podmienkach vtedajšieho prostredia. Na doteraz jedinej známej sarmatskej lokalite s rybou faunou vo viedenskej panve (lokalita Skalica) sa našli otolithy druhu *Otolithus* (*Sparidarum*) *vöslauensis* a *Gobius triangularis* Weiler, čo tiež potvrdzuje podobný charakter prostredia v okolí Skalice vo viedenskej panve.

Na základe opísaných otolithov z vrtn TPM-23B možno konštatovať, že sarmatské sedimenty, v ktorých sa našli otolithy, sa usadili v plytšom brakickom prostredí (v hĺbke okolo 50 m) blízko pobrežia. Klíma mala charakter subtropického pásma. Tieto predpoklady potvrdili aj iné nájdené spoločenstvá fosílnych živočíchov a rastlín opísané z tohto vrtn.

Podakovanie. Za poskytnutie vzoriek otolithov ďakujem Dr. K. Fordinálovi (Štátny geologický ústav Dionýza Štúra v Bratislave), za konzultácie prof. R. Brzobohatému (Masarykova univerzita v Brne), prof. P. Holecovi (Univerzita Komenského v Bratislave) a Dr. B. Reichenbacherovej (Univerzita Ludwiga Maximiliana v Mníchove) a za zhotovenie fotografií na rastrovacom elektrónovom mikroskope Dr. I. Holického (Štátny geologický ústav Dionýza Štúra v Bratislave).

Prácu podporila VEGA (projekt 1/2035/05, 2/6026/26, 2/6093/26) a APVV (projekt 51-011 305).

Literatúra

- ADAM, Z. & DLABAČ, M., 1969: Erklärungen zur Mächtigkeitkarte und zur lithofaziellen entwicklung der Donau – Niederung. *Západ. Karpaty*, 11, 156–171.
- ANFOSSI, G. & MOSNA, S., 1969: Otoliti del Bacino terziario ligure-piemontese (Tortoniano e Miocene superiore). *Atti Ist. Geol. Univ. Pavia*, 20, 23–49.
- BASSOLI, G. G., 1906: Otoliti fossili terziari dell'Emilia. *Riv. ital. Paleont., Perugia*, 12, 36–60.
- BIELY, A., BEZÁK, V., ELEČKO, M., GROSS, P., KALIČIAK, M., KONEČNÝ, V., LEXA, J., MELLO, J., NEMČOK, J., POTFAJ, M., RAKÚS, M., VASS, D., VOZÁR, J. & VOZÁROVÁ, A., 1996: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenska 1 : 500 000. *Bratislava, GÚDŠ*, 1–77.
- BRZOBOHATÝ, R., 1967: Die Fisch-otolithen aus dem Pouzdřany-Schisten. *Čas. Morav. Mus. (Brno)*, 52, 121–159.
- BRZOBOHATÝ, R., NOLF, D. & KROUPA, O., 2007: Fish Otoliths from the Middle Miocene of Kienberg at Mikulov, Czech Republic, Vienna Basin: Their paleoenvironmental and paleogeographic significance. *Bull. Inst. roy. Sci. natur. Belg.*, 77, 167–196.
- FORDINÁL, K., ZLINSKÁ, A., VANĚKOVÁ, H., HALÁSOVÁ, E. & CHALUPOVÁ, B., 2006: Fauna and flora of Sarmatian sediments in borehole TPM-23B (Danube basin, Slovakia). *Scr. Univ. Masaryk. brun., Geol. (Brno)*, 33–34, 30–32.
- FROST, G. A., 1934: Otoliths of fishes from the Lower Tertiary Formations of Southern England. III. Scleroparei, Percomorphi. *Ann. Mag. natur. Hist., London*, 10, 13, 426–433.
- HARČÁR, J., PRIECHODSKÁ, Z., KAROLUS, K., KAROLUSOVÁ, E., REMŠÍK, A. & ŠUCHA, P., 1988: Vysvetlivky ku geologickej mape severovýchodnej časti Podunajskej nížiny 1 : 50 000. *Bratislava, GÚDŠ*, 1–114.
- HOLEC, P., 1973: Fisch-otolithen aus dem oberen Baden (Miozän) des Nordöstlichen teiles des Wiener beckens (Gebiet von Rohožník). *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 14, 2, 393–414.
- HOLEC, P., 1974: Rybie otolithy bádenu (miocén) severnej časti viedenskej a panónskej panvy. [Rigorózna práca.] *Manuskript – archív Prírodovedeckej fakulty UK, Bratislava*, 88.
- HOLEC, P., 1978: Fauna fosílnych vertebrát z oblasti Západných Karpát (prehľad doterajších výskumov). Pisomná časť odbornej ašpirantskej skúšky. *Manuskript – archív Prírodovedeckej fakulty UK, Bratislava*, 78.
- HORÁK, P., 1985: Miocénne otolithy sedimentov íloviska cementárne v Rohožníku a hliniska tehelne Devínska Nová Ves. [Diplomová práca.] *Manuskript – archív Geofond Bratislava*, 48.

- HUTYROVÁ, S., 2002: Rybie otolity bádenu na lokalite Devínska Nová Ves-tehelňa. [Diplomová práca.] *Manuskript – archív Prírodovedeckej fakulty UK, Bratislava*, 73.
- CHALUPOVÁ, B., 2005: Otolitová fauna z vrtu JVM 2 podunajskej panvy. 6. *paleontologický seminár, Olomouc*, 31.
- CHALUPOVÁ, B., 2006a: Paleoeológia sarmatskej rybej fauny z podunajskej panvy (Slovensko). *Mineralia Slov.*, 38, 4, 321–326.
- CHALUPOVÁ, B., 2006b: Paleoeecology of the Sarmatian fish fauna in the Danube Basin (Slovakia). *Proceedings, XVIIIth Congress of the Carpathian-Balkan Geological Association, Belgrade, Serbia*, 53–56.
- CHALUPOVÁ, B., 2008: Otoliths from the Sarmatian sediments, borehole TPM-23B (Danube Basin, Slovakia). *IXth International Geological Conference of Ph.D. Students and Young Scientists, Extended abstracts*, 19–20.
- CHALUPOVÁ, B. & SLIVA, L., 2005: The fish fauna from the ŠVM-1 borehole (Tajná village, Slovakia). *Slov. geol. mag.*, 11, 1, 59–64.
- CHALUPOVÁ, B. & SLIVA, L., 2006: Rybia fauna z vrtu ŠVM-1 (Tajná). *Mineralia Slov. – Geovestník*, 38, 2, 20.
- KOVÁČ, M., 2000: Geodynamický, paleogeografický a štruktúrny vývoj karpatsko-panónskeho regiónu v miocéne: Nový pohľad na neogénne panvy Slovenska. *Bratislava, Veda*, 1–202.
- KOVÁČ, M., HOLCOVÁ, K. & NAGYMAROSY, A., 1999: Paleogeography, paleobathymetry and relative sea-level changes in the Slovakian Danube Basin and adjacent areas. *Geol. Carpath.*, 50, 4, 1–13.
- NOLF, D., 1977: Les otolithes des Téléostéens de l'Oligo-Miocène Belge. *Ann. Soc. R. Zool. Belg.*, Bruxelles, 106, 1, 3–119.
- NOLF, D., 1981: Révision des types d'Otolithes de Poissons Fossiles decrits par R. Schubert. *Verh. Geol. B.-A., Wien*, 2, 133–183.
- NOLF, D., 1985: Handbook of Paleichthyology: Otolithi piscium. *Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – New York*, 10, 1–145.
- NOLF, D. & CAPPETTA, H., 1988: Otolithes de poissons pliocènes du Sud-Est de la France. *Bull. Inst. roy. Sci. natur. Belg.*, 58, 209–271.
- NOLF, D. & STEURBAUT, E., 1983: Révision des otolithes de téléostéens du Tortonien stratotypique et de Montegibbio (Miocène Supérieur d'Italie septentrionale). *Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., Leiden*, 20, 4, 143–197.
- NOLF, D. & BRZOBHATÝ, R., 2004: Otolithes de Poissons du Miocene Inferieur Piemontais. *Riv. Piemontese di Storia naturale*, 25, 69–118.
- PIERAGNOLI, L., 1919: Otoliti plioceniche della Toscana. *Riv. ital. Paleont., Parma*, 25, 21–44.
- PRIEM, F., 1914: Sur des Otolithes de Poissons fossiles des terrains tertiaires supérieurs du Sud-Ouest de la France. *Bull. Soc. géol. France*, S., Paris, 4, 14, 5, 6, 244–278.
- RADWAŃSKA, U., 1984: Some new fish otoliths from the Korytnica Clays (Middle Miocene; Holy Cross mountains, Central Poland). *Acta geol. pol.*, 34, 3–4, 299–322.
- RADWAŃSKA, U., 1992: Fish otoliths in the Middle Miocene (Badenian) deposits of southern Poland. *Acta geol. pol.*, 42, 3–4, 1–328.
- REICHENBACHER, B., 1998: Fisch-Otolithen aus dem Karpat des Korneuburger Beckens. *Beitr. Paläont., Wien*, 23, 325–345.
- ROBBA, E., 1970: Otoliti del Tortoniano-tipo (Piemonte). *Riv. ital. Paleont., Milano*, 76, 89–172.
- ROMER, A. S., 1967: Vertebrate paleontology. *The University of Chicago press, Chicago and London*, 1–468.
- RÜCKERT-ÜLKÜMEN, N., 1996: Weitere Beiträge zur Otolithenfauna von Avclar W Küçükçekmece See (Thrakien, Türkei). *Mitt. Bayer. St.-Samml. Paläont. hist. Geol., München*, 36, 117–133.
- SCHUBERT, R. J., 1906: Die Fischotolithen des österr.-ungar. Tertärs III. *Jb. K.-Kön. geol. Reichsanst. (Wien)*, 56, 623–706.
- SCHUBERT, R. J., 1912: Die Fischotolithen der ungarischen Tertiärlagerungen. *Mitt. Jb. K. Ung. geol. Reichsanst., Budapest*, 20, 3, 117–139.
- ŚMIGIELSKA, T., 1966: Otoliths of fishes from the Tortonian of Southern Poland. *Rocz. Pol. Tow. geol., Ann. Soc. géol. Pol., Kraków*, 36, 3, 205–275.
- ŚMIGIELSKA, T., 1979: Fish otoliths from the Korytnica Clays (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Central Poland). *Acta geol. pol., Warszawa*, 29, 3, 295–337.
- WEILER, W., 1942: Die Otolithen des rheinischen und nordwestdeutschen Tertiärs. *Abh. Reichsamts Bodenforsch., N. F., Berlin*, 206, 6–140.
- WEILER, W., 1950: Die Otolithen aus dem Jung-Tertiär Süd-Rumäniens. 2. Mittel-Miozän, Torton, Buglow und Sarmat. *Ibidem, Frankfurt/Main*, 31, 209–258.
- WEINFURTER, E., 1952: Die Otolithen der Wetzelsdorfer Schichten und des Florianer Tegels (Miozän, Steiermark). *S. B. Öster. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Abt. I, Wien*, 161, 7, 455–498.

Rukopis doručení 19. 3. 2008

Rukopis akceptovaný 19. 3. 2008

Revidovaná verzia doručená 19. 5. 2008

Sarmatian otoliths from the borehole TPM-23B Smolenice (Danube Basin, Slovakia)

Five metres deep borehole TPM-23B was drilled in the Trstín depression of Danube Basin southeast of Smolenice village (Fig. 1). It penetrated Quaternary and Neogene pelitic sediments with fossil remnants of various animals (molluscs, foraminifers, ostracods, fish and tubes of worms) as well as plants (calcareous nanoplankton, green algae, oogons of characeans, palynomorphs, seeds of herbs and wood plants). The borehole encountered from Neogene sediments only deposits of the Vráble Fm. of Sarmatian age. The sediments were represented by brownish yellow and grey calcareous clays with a layer of carbonized pieces of woods. The borehole samples from depth of 2.6–2.7,

2.7–3.0, 3.0–3.1 and 4.0–4.3 m were studied (Fordinál et al., 2006).

The otoliths of the species *Atherina* aff. *austriaca* Schubert, 1906, *Cepola rubescens* Linnaeus, 1766, *Gobius* sp., Genus *Gobiidarum* sp. 1, Genus *Gobiidarum* sp. 2 and several undetermined *Gobiidarum* otoliths were identified. These are typical for shallow water fish, which lived in brackish water over sandy or rocky bottom near the coast.

The present fossil-bearing horizon from Sarmatian sediments was deposited in shallow (ca 50 m) environment near coast with subtropical climate with alternation of humid and drier periods, what was also established by other study of fauna and flora.