

# PŘEDBĚŽNÁ ZPRÁVA O VÝSKYTECH ICHTYOLITŮ VE SVRCHNÍM FAMENU A SPODNÍM TOURNAI MORAVSKÉHO KRASU

Preliminary report on the occurrence of the ichthyoliths in the Upper Famennian and Lower Tournaisian of the Moravian Karst

Tomáš Kumpan

Ústav geologických věd PŘF MU, Kotlářská 2, Brno 611 37; e-mail: kumpan.tom@gmail.com

(24-41 Vyškov)

**Key words:** Moravo-Silesian Zone, Devonian, Carboniferous, micropaleontology, ichthyoliths

## Abstract

A relatively large number of microvertebrate remains (ichthyoliths) was obtained during a recent micropaleontological research of the Devonian-Carboniferous boundary interval from the Líšeň Formation, Moravian Karst. Sections were sampled from the late Famennian Middle *Palmatolepis gracilis expansa* to the early Tournaisian *Siphonodella bransoni* conodont Zones in bed-by-bed manner. Samples were dissolved in 15% acetic acid and ichthyoliths were hand-picked from the sieved insoluble residues and then studied under a binocular microscope. Preservation of many presented ichthyoliths is excellent, allowing determination on the genus or even species-level. Despite the well preservation, a large number of obtained ichthyoliths were preliminary assigned only to the higher taxonomic units. The ichthyoliths belong to a wide range of taxonomic groups comprising chondrichthyan, sarcopterygian, actinopterygian and acanthodian classes. The class Actinopterygii, chondrichthyan orders Squatinactiformes (*Squatinactis* sp.) and Ctenacanthiformes, symmoriid shark family Falcataidae (genus *Denaea* sp.) and some species of the phoebodontid (*Phoebodus* cf. *limpidus*, *Phoebodus gothicus* and *Thrinacodus tranquilis*) and protacrodontid (?*Deihim* sp.) sharks are reported for the first time from the Moravian Karst Paleozoic sequences in this paper.

## Úvod

Během biostratigrafických výzkumů v líšeňském souvrství Moravského krasu, zaměřených na konodontové fauny hraničního intervalu mezi devonem a karbonem, bylo získáno množství dalších skupin mikrofosilií. Mezi poměrně hojně patří ichtyolity, tedy převážně mikroskopické izolované zbytky rybovitých obratlovců. Jedná se především o jejich zuby, šupiny a vzácně také čelisti.

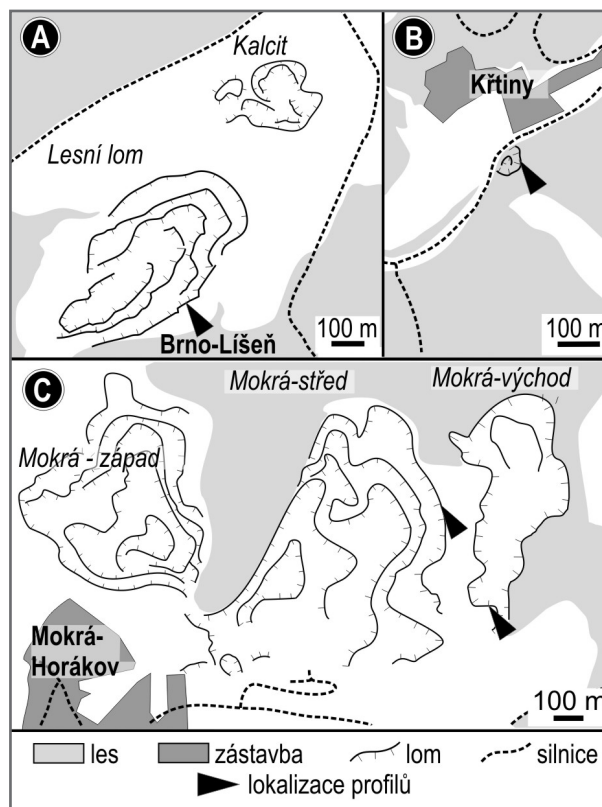
Ichtyolitům z moravskoslezského paleozoika nebylo věnováno mnoho pozornosti. Jako první se o nich zmínil Rzehak (1910), který popsal z Ochozské plošiny zbytek dermálního plátu (Placodermi) z „klymeniových“ vápenců středního famenu. Jaroš (1929) uvádí z lomů na Hádech u Brna nálezy trnů akantodů. Dále je Oppenheimerem (1930) popsán výskyt zubu žraloka „*Cladodus elongatus* Davis, 1883“ z „cheilocerových“ vápenců spodního famenu Hádké plošiny. Ichtyolity z hranice frasn/famen v severozápadním cípu Lesního lomu později popsal Ginter (in Hladil et al. 1991), který určil zuby paryb (čeleď Symmoriidae, Phoebodontidae, Protacrodontidae) a nozdratých ryb (čeleď Onychodontidae). Ichtyolity frasn-famenských profilů na Šumbeře a v Lesním lomu a famen-tournaiského profilu Lesního lomu se zabývala v diplomové práci Smutná (1995), která determinovala stejné skupiny jako Ginter (in Hladil et al. 1991).

Cílem této zprávy je předběžné zhodnocení nových nálezů ichtyolitů, které pocházejí jak ze zmíněného hraničního intervalu mezi famenem a tournai v Lesním lomu, studovaném Smutnou (1995), tak nově od Křtin a Mokerských lomů (obr. 1).

## Metody a materiál

Vápencové vzorky o hmotnosti 1–4 kg byly macerovány v ~15% roztoku kyseliny octové a získány

nerozpustný zbytek byl plaven přes síto s velikostí oka 0,125 mm. Po jeho vysušení byly mikrofosilie vybírány pod binokulární lupou.



Obr. 1: Lokalizace studovaných profilů. A – Lesní lom, B – Křtiny, C – Mokrá-střed a Mokrá-východ.

Fig. 1: Localization of the studied sections. A – Lesní lom, B – Křtiny, C – Mokrá-middle quarry and Mokrá-east.

Tab. 1: Studované ichtyolity z famenu a tournai Moravského krasu – determinované taxony, jejich stratigrafické rozšíření a lokality. \* = nově zjištěné taxony pro paleozoikum Moravského krasu.

Tab. 1: Studied Famennian and Tournaisian ichthyoliths from the Moravian Karst – determined taxons, their stratigraphic distribution and localities. \* = new taxa for the Paleozoic of the Moravian Karst.

	Stupeň	Konodontová zóna	Lokality
<b>třída Chondrichthyes</b>			
? <i>Stethacanthus</i> sp.	famen, tournai	svrchní <i>Pa. gr. expansa</i> , <i>Si. sulcata</i> , <i>Si. bransoni</i>	Lesní lom, Mokrá-střed, Mokrá-východ, Křtiny
<i>Danaea</i> sp. *	tournai	<i>Si. bransoni</i>	Lesní lom
<i>Phoebodus</i> cf. <i>limpidus</i> *	famen	střední <i>Pa. gr. expansa</i>	Křtiny
<i>Phoebodus</i> <i>gothicus</i> *	famen	svrchní <i>Pa. gr. expansa</i>	Křtiny
<i>Thrinacodus</i> cf. <i>tranquilis</i> *	tournai	<i>Si. sulcata</i>	Křtiny
<i>Squatina</i> sp. *	tournai	<i>Si. bransoni</i>	Lesní lom
Ctenacanthiformes gen. et sp. indet.	tournai	<i>Si. sulcata</i> , <i>Si. bransoni</i>	Lesní lom, Křtiny
? <i>Deihim</i> sp. *	tournai	<i>Si. sulcata</i>	Křtiny
<b>třída Acanthodii</b>			
? <i>Acanthodes</i> sp. *	tournai	<i>Si. sulcata</i>	Mokrá-střed
Ischnacanthiformes gen. et sp. indet.	tournai	<i>Si. sulcata</i>	Lesní lom
<b>třída Sarcopterygii</b>			
? <i>Strunius</i> sp.	tournai	<i>Si. sulcata</i>	Lesní lom, Mokrá-střed
<b>třída Actinopterygii</b>			
Palaeonisciformes gen. et sp. indet. *	famen, tournai	střední a svrchní <i>Pa. gr. expansa</i> , <i>Si. sulcata</i> , <i>Si. bransoni</i>	Lesní lom, Mokrá-střed, Křtiny

Studovány byly celkem čtyři profily (obr. 1) ve stratigrafickém rozsahu od pozdního famenu (konodontová zóna *Palmatolepis gracilis expansa*) do raného tournai (konodontová zóna *Siphonodella bransoni*). Na lokalitách Lesní lom (49° 13' 18,3" N, 16° 41' 46,4" E), Mokrá-střed (49° 13' 44" N, 16° 46' 8" E) a Mokrá-východ (49° 13' 44" N, 16° 46' 8" E) byly vzorkovány sledy horákovského faciálního vývoje, kde jsou svrchně famenské hádsko-říčské vápence ve spodním tournai vystřídány „svrchními“ křtinskými vápenci. V nečinném lomu jz. od Křtin (49° 17' 37,3" N, 16° 44' 6,3" E) byl detailně vzorkován sled v kondenzovaném vývoji, kde jsou famen i tournai zastoupeny facií křtinských vápenců.

**Výsledky**

Ze získaných mikrovertebrálních zbytků byla část, a to především příznivě zachované exempláře, předběžně taxonomicky zhodnocena. Některé ichtyolity se podařilo určit do druhové úrovně, značná část však prozatím zůstává v otevřené nomenklatuře či přiřazena pouze k vyšším taxonomickým úrovním (tab. 1).

**Třída Chondrichthyes HUXLEY, 1880**

Paryby jsou zastoupeny ve studovaném materiálu nejhojněji a jsou nejdiverzifikovanější. Vyskytují se jak zuby, tak různé typy šupin a dermálních destiček. Jejich taxonomické pojetí v této zprávě vychází z práce Ginter et al. (2010).

**Podtřída Elasmobranchii BONAPARTE, 1838**

**Řád Symmoriiformes ZANGERL, 1981**

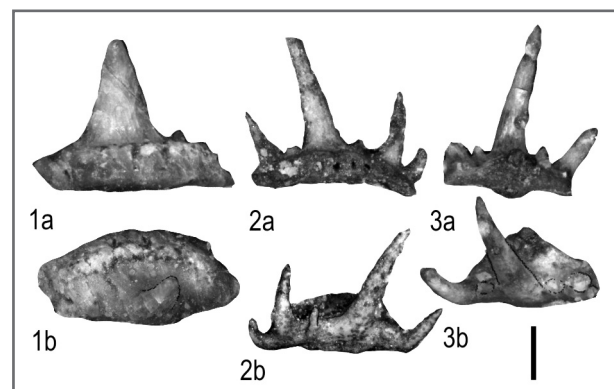
**Čeleď Symmoriidae DEAN, 1974**

Zuby náležící této skupině jsou hojné, předběžně přiřazené k rodu *Stethacanthus* NEWBERRY, 1889. Korunka zuby nese tři až pět robustních hrotů, z nichž největší je hrot centrální. Báze má oválný obrys a drobné výživovací

otvory na linguální straně (obr. 2). Vyskytují se jak ve famenu tak tournai v Lesním lomu, Mokré a ve Křtinách.

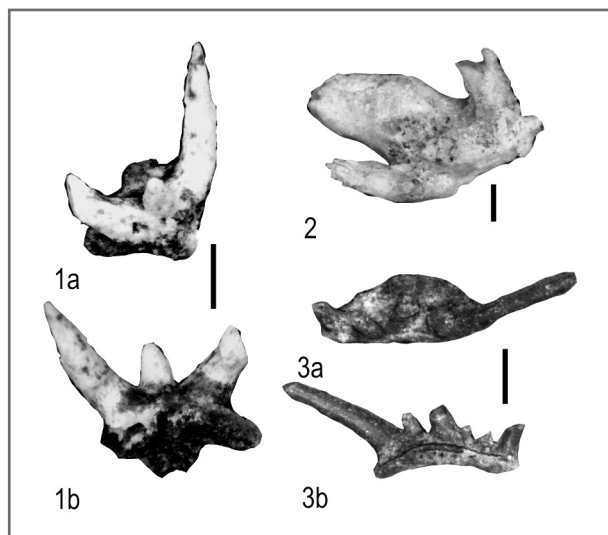
**Čeleď Falcatidae ZANGERL, 1990**

Zuby rodu *Danaea* PRUVOST, 1922 jsou podobné zubům *Stethacanthus*, avšak hroty jsou mnohem méně robustní, báze je trojúhelníkovitá, a tedy lingulolabiálně širší, a nese výrazné výživovací otvory (obr. 2). Nálezy pochází z tournai (zóna *Siphonodella bransoni*) z Lesního lomu.



Obr. 2: Ichthyolity řádu Symmoriiformes ZANGERL, 1981. 1 – ?*Stethacanthus* sp.; 1a – labiální pohled; 1b – koronální pohled; Lesní lom, tournai, zóna *Siphonodella bransoni*; 2 – *Danaea* sp.; 2a – labiální pohled; 2b – koronální pohled, Lesní lom, tournai, zóna *Siphonodella sulcata*; 3 – *Danaea* sp.; 3a – linguální pohled; 3b – koronální pohled, Lesní lom, tournai, zóna *Siphonodella sulcata*. Grafické měřítko 250 µm.

Fig. 2: Ichthyoliths of the order Symmoriiformes ZANGERL, 1981. 1 – ?*Stethacanthus* sp.; 1a – labial view; 1b – coronal view, Lesní lom, Tournaisian, *Siphonodella bransoni* Zone; 2 – *Danaea* sp.; 2a – labial view; 2b – coronal view, Lesní lom, Tournaisian, *Siphonodella sulcata* Zone; 3 – *Danaea* sp.; 3a – lingual view; 3b – coronal view, Lesní lom, Tournaisian, *Siphonodella sulcata* Zone. Graphic scale 250 µm.



Obr. 3: Ichthyolity čeledi Phoebodontidae WILLIAMS in ZANGERL, 1981. 1 – *Phoebodus gothicus* GINTER, 1990; 1a – koronální pohled; 1b – linguální pohled; Křtiny, famen, zóna svrchní *Palmatolepis gracilis expansa*; 2 – *Thrinacodus* cf. *tranquilus* GINTER, 2000; koronální pohled; Křtiny, tournai, zóna *Siphonodella sulcata*; 3 – *Phoebodus* cf. *limpidus* GINTER, 1990; 3a – koronální pohled; 3b – labiální pohled; Křtiny, famen, zóna střední *Palmatolepis gracilis expansa*. Grafické měřítko 250  $\mu$ m.

Fig. 3: Ichthyoliths of the family Phoebodontidae WILLIAMS in ZANGERL, 1981. 1 – *Phoebodus gothicus* GINTER, 1990; 1a – coronal view; 1b – lingual view, Křtiny, Famennian, Upper *Palmatolepis gracilis expansa* Zone; 2 – *Thrinacodus* cf. *tranquilus* GINTER, 2000; coronal view; Křtiny, Tournaisian, *Siphonodella sulcata* Zone. 3 – *Phoebodus* cf. *limpidus* GINTER, 1990; 3a – coronal view, 3b – labial view; Křtiny, Famennian, Middle *Palmatolepis gracilis expansa* Zone. Graphic scale 250  $\mu$ m.

Řád Phoebodontiformes GINTER, HAIRAPETIAN, KLUG, 2002

Zuby phoebodontních žraloků se liší od ostatních zubů velikostí centrálního hrotu korunky, který je stejně vysoký nebo nižší, než hroty laterální.

Čeleď Phoebodontidae WILLIAMS in ZANGERL, 1981

Bylo nalezeno několik málo zubů, náležející této čeledi. Druh *Phoebodus* cf. *limpidus* GINTER, 1990 ze zóny střední *Palmatolepis gracilis expansa* má korunku s dlouhými laterálními hroty, nižším centrálním hrotem (který je u nalezeného exempláře částečně odlomený) a tři drobné doplňkové hroty. Báze má oválný obrys s výraznými výběžky v jak v linguálním, tak labiálním směru (obr. 3). *Phoebodus gothicus* GINTER 1990 byl nalezen v zóně svrchní *Palmatolepis gracilis expansa* a má mohutné laterální hroty, menší centrální hrot a symetrickou bázi, výrazně protaženou v linguálním směru (obr. 3). Netypický asymetrický phoebodontidní zub ze zóny *Siphonodella sulcata* lze přiřadit k druhu *Thrinacodus* cf. *tranquilus* GINTER, 2000 (obr. 3).

Řád Squatinactiformes ZANGERL, 1981

Čeleď Squatinactidae CAPPETTA, DUFFIN, ZIDEK, 1993

Zub náležící rodu *Squatinactis* LUND and ZANGERL, 1974 má korunku s vysokým centrálním hrotem a dvěma

páry velmi drobných doplňkových hrotů. V labiobazální oblasti je zub konkávní (obr. 4). Nalezen byl na bázi zóny *Siphonodella bransoni* v Lesním lomu.

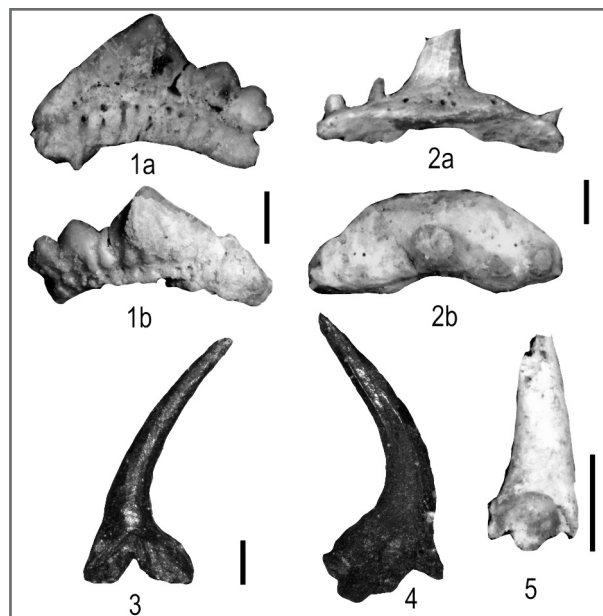
Řád Ctenacanthiformes GLIKMAN, 1964

Šupiny, resp. dermální zoubky (odontody) ktenacanthiformního typu jsou charakterizovány elipsovitou až asymetrickou bází, která je plochá či konkávní, a kompaktní korunkou, nesoucí (sub)paralelní rýhy a výběžky. Nálezy těchto odontodů pochází ze zóny *Siphonodella sulcata* a *Siphonodella bransoni*.

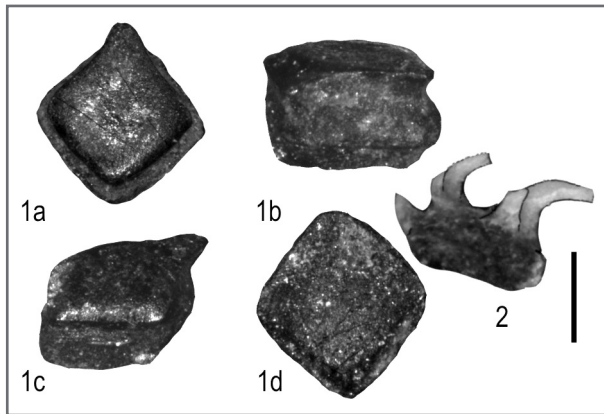
Kohorta Euselachii HAY, 1902

Čeleď Protacrodontidae CAPPETTA, DUFFIN, ZIDEK, 1993

Tato skupina je ve studovaném materiálu vzácná, determinován byl prozatím pouze jeden asymetrický, typicky lingulolabiálně zploštělý zub s velkým centrálním hrotem. Tři menší laterální hroty jsou vyvinuty pouze na jedné straně od centrálního hrotu (vpravo při labiálním pohledu). Báze je vysoká, konkávní, s výraznou řadou vyživujících pórů. Na základě přítomnosti akcesorních labiálních hrotů lze tento zub přiřadit k rodu *Deihim* GINTER, HAIRAPETIAN, KLUG, 2002 (obr. 4). Zub pochází ze zóny *Siphonodella sulcata* z lokality Křtiny.



Obr. 4: Zuby různých skupin ryb. 1 – *Deihim* sp.; 1a – linguální pohled; 1b – labio-koronální pohled; Křtiny, tournai, zóna *Siphonodella sulcata*; 2 – *Squatinactis* sp.; 2a – linguální pohled; 2b – koronální pohled, Lesní lom, tournai, zóna *Siphonodella bransoni*; 3 a 4 – *Strunius* sp., Lesní lom, tournai, zóna *Siphonodella sulcata*; 5 – Palaeonisciformes gen. et sp. indet.; Křtiny, Famennian, zóna střední *Palmatolepis gracilis expansa*. Grafické měřítko 250  $\mu$ m.  
Fig. 4: – Teeth of the various fish taxonomic groups. 1 – *Deihim* sp.; 1a – lingual view; 1b – labio-coronal view; Křtiny, Tournaisian, *Siphonodella sulcata* Zone; 2 – *Squatinactis* sp.; 2a – lingual view; 2b – coronal view, Lesní lom, Tournaisian, *Siphonodella bransoni* Zone; 3 a 4 – *Strunius* sp., Lesní lom, Tournaisian, *Siphonodella sulcata* Zone; 5 – Palaeonisciformes gen. et sp. indet.; Křtiny, Famennian, Middle *Palmatolepis gracilis expansa* Zone. Graphic scale 250  $\mu$ m.



Obr. 5: Ichthyolity třídy Acanthodii. 1 – šupina typu ?*Acanthodes* sp.; 1a – koronální pohled; 1b – laterální pohled; 1c – ventro-laterální pohled; 1d – bazální pohled, Mokrá-střed, tournai, zóna *Siphonodella sulcata*; 2a–b – *Ischnacanthiformes* gen. et sp. indet – zubní závit, Lesní lom, tournai, zóna *Siphonodella sulcata*. Grafické měřítko 500 µm.

Fig. 5: Ichthyoliths of the class Acanthodii OWEN, 1846. 1 – scale of the type ?*Acanthodes* sp.; 1a – coronal view; 1b – lateral view; 1c – ventro-lateral view; 1d – basal view, Mokrá-middle quarry, Tournaisian, *Siphonodella sulcata* Zone; 2a–b – *Ischnacanthiformes* gen. et sp. indet – tooth whorl; Lesní lom, Tournaisian, *Siphonodella sulcata* Zone. Graphic scale 500 µm.

Třída Acanthodii OWEN, 1846

Řád Acanthodiformes BERG, 1940

Ichthyolity patřící k tomuto řádu jsou zastoupeny především šupinami, které mají hladkou a mírně klenutou korunku rombického obrysu a výrazně vyklenutou bázi. Byly nalezeny pouze na bázi zóny *Siphonodella sulcata* v lomu Mokrá-střed a jsou prozatím ponechány v otevřené nomenklatuře jako ?*Acanthodes* sp. (obr. 5).

Řád *Ischnacanthiformes* BERG, 1940

Ze zóny *Siphonodella sulcata* v Lesním lomu pochází zubní závit (obr. 5) náležící této třídě.

Třída *Sarcopterygii* ROMER, 1955

Řád *Onychodontiformes* ANDREWS, 1973

Čeleď *Onychodontidae* WOODWARD, 1891

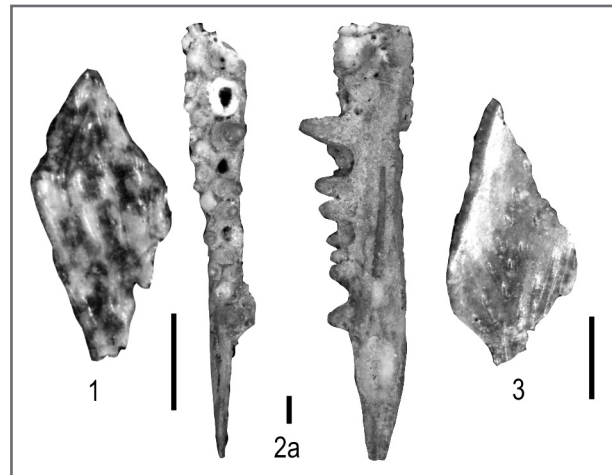
K této skupině lze přiřadit zuby s jediným mohutným hrotem a vysokou bází, která je u jednoho exempláře bifurkátní. Dále byl nalezen exemplář se dvěma hroty a jedná se pravděpodobně o srůst dvou zubů. Tyto zuby jsou blízké rodu *Strunius* JESEN, 1966 a pochází ze zóny *Siphonodella sulcata* (obr. 4).

Třída *Actinopterygii* KLEIN, 1885

K paprskoploutvým rybám jsou řazeny dva nálezy úlomků čelistí ze Křtin, ze zóny střední *Palmatolepis gracilis expansa*. Přítomny jsou dvě řady dutých kónických zubů, větších a menších, svědčících o nahrazování zubů během života (obr. 6).

Řád *Palaeonisciformes* HAY, 1902

Tento řád zastupují jednoduché zuby, které představují dutý hrot bez báze (obr. 4), dále pak ojedinelé šupiny



Obr. 6: Různé ichthyolity. 1 a 3 – šupiny paprskoploutvých ryb; Lesní lom, tournai, zóna *Siphonodella sulcata* a *Siphonodella bransoni*; 2 – *Actinopterygii*, úlomek spodní čelisti; Křtiny, famen, zóna střední *Palmatolepis gracilis expansa*. Grafické měřítko 500 µm.

Fig. 6: Various ichthyoliths. 1 and 3 – actinopterygian scales, Lesní lom, Tournaisian, *Siphonodella sulcata* and *Siphonodella bransoni* Zone; 2 – *Actinopterygii* KLEIN, 1885, jaw fragment; Křtiny, Famennian, Middle *Palmatolepis gracilis expansa* Zone. Graphic scale 500 µm.

(obr. 6). Byly nalezeny na všech studovaných lokalitách jak ve famenu, tak tournai.

#### Diskuze a závěr

Společenstvo ichthyolitů ze svrchního famenu a spodního tournai Moravského krasu je poměrně pestré a v některých stratigrafických úrovních také hojné. Ve studovaném materiálu se vyskytuje široká škála typů mikrovertebrálních zbytků náležejících taxonomickým skupinám, které nebyly dosud z paleozoika Moravského krasu uváděny (tab. 1). Jedná se o zástupce paryb z rodu *Denaea* (čeleď *Falcatidae*), phoebodontních žraloků *Phoebodus* cf. *limpidus*, *P. gothicus* a *Thrinacrodus* cf. *tranquillus*, protacrodontních žraloků *Deihim* a zástupce řádů *Squatinactiformes* (rod *Squatinactis*) a *Ctenacanthiformes*. Poprvé jsou ze studovaného území zmíněny i zbytky paprskoploutvých ryb řádu *Palaeonisciformes*.

Nejvíce ichthyolitů poskytla bazální poloha první tournaiské konodontové zóny *Siphonodella sulcata* v Lesním lomu, uváděná již Smutnou (1995). Probíhající výzkumy nově potvrdily bohatý výskyt ichthyolitů z této zóny i na lokalitách Mokrá-východ a Křtiny. Zajímavá je vysoká četnost šupin akantodů na Mokré, zatímco v Lesním lomu se jedná o nehojné zubní závit. Rozvoj akantodů na počátku tournai je znám např. z Austrálie (Burrow et al. 2010) nebo jižní Číny, kde lze nástup druhu *Acanthodes guizhouensis* využít jako alternativní marker hranice mezi devonem a karbonem (Quiang 1989).

Zajímavý je nález zubu z tournaiské zóny *Siphonodella bransoni*, který náleží rodu *Squatinactis* (obr. 4) a je morfologicky blízký druhu *Squatinactis glabrum* GINTER, 1999. Výskyt tohoto druhu byl však zatím znám pouze od raného do středního famenu (Hairapetian – Ginter 2010).

Z paleogeografického hlediska představuje většina determinovaných rodů (např. *Phoebodus*, *Thrinacodus*, *Stethacanthus*) významné kosmopolitní taxony středního paleozoika paleotethydní oblasti. Na základě jejich stratigrafických rozsahů byly vypracovány ichtyolitové zonace (např. na australských nebo čínských profilech), které jsou však prozatím nejednotné (Burrow et al. 2010).

Výzkum ichtyolitů paleozoika Moravského krasu je v této chvíli na svém počátku. Navazující detailnější taxonomické a stratigrafické vyhodnocení rozsáhlejšího

fosilního materiálu může mít v budoucnu přínos pro alternativní biostratigrafické rozčlenění líšeňského souvrství.

#### **Poděkování**

Výzkum byl financován z grantu GAČR „Hranice devonu a karbonu v Evropě – multidisciplinární přístup“ (P210/11/1891). Autor je stipendista programu Brno Ph.D. talent – financuje statutární město Brno. Za konzultaci některých ichtyolitů patří velký dík prof. M. Ginterovi z Varšavské univerzity.

#### **Literatura**

- Burrow, C. J. – Turner, S. – Young, G. C. (2010): Middle Palaeozoic microvertebrate assemblages and biogeography of East Gondwana (Australasia, Antarctica). – *Palaeoworld*, 19, 37–54. Nanjing.
- Ginter, M. – Hampe, O. – Duffin, C. J. (2010): Chondrichthyes Paleozoic Elasmobranchii: Teeth. – *Handbook of Paleoichthyology*, 3D. 168 str. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München.
- Hairapetian, V. – Ginter, M. (2010): Pelagic chondrichthyan microremains from the Upper Devonian of the Kale Sardar section, eastern Iran. – *Acta Geologica Polonica*, 60 (3), 357–371. Warszawa.
- Hladil, J. – Krejčí, Z. – Kalvoda, J. – Ginter, M. – Galle, A. – Berousek, P. (1991): Carbonate ramp environment of Kellwasser time-interval (Lesní lom, Moravia, Czechoslovakia). – *Bulletin de la Société belge de géologie*, 100, 57–119. Bruxelles.
- Jaroš, Z. (1929): Fauna nejvyššího horizontu ve svrchním devonu na Hádech u Brna. – *Věstník Státního geologického ústavu ČSR*, 2–3, 1–8. Praha.
- Oppenheimer, J. (1930): Neue Beiträge zur Geologie des Oberdevons von Brünn. – *Sborník Státního geologického ústavu*, 9, 219–234. Praha.
- Qiang J. (1989): The Dapoushang section: an excellent section for the Devonian-Carboniferous boundary stratotype in China. – Science press. 245 str. Beijing.
- Rzehak, A. (1910): Der Brünner Clymenienkalk. – *Z. Mähr. Landesmus.*, 10, 149–216. Brno.
- Smutná, S. (1995): Ichtyolity svrchního devonu v jižní části Moravského krasu. – MS, diplomová práce, PřF MU. Brno.