

# MIKROŠTRUKTÚRY ZUBNÉHO CEMENTU MEDVEĎOV (URSIDAE)

Microstructures of the dental cement of bears (Ursidae)

**Martina Ábelová**

Ústav geologických věd, PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: abelova.m@mail.muni.cz

**Key words:** *Javoříčko Karst, Ursidae, dental cementum*

## Abstract

The analysis of dental cementum microstructures was used to determine the age and season of death of bear *Ursus deningeri* (middle Pleistocene) from Cave Za Hájovnou (Javoříčko Karst). We were able to establish the individual age for 6.5 years. To his death came sometime in the course of autumn. This was possible on the basis of study of „summer“ and „winter“ increments in the cementum. This is the most reliable and objective method for many mammals.

## Úvod

Na mnohých lokalitách, najmä v jaskynných sedimentoch, sa v priebehu celého pleistocénu vyskytuje veľké množstvo fosílnych nálezov medveďov. Medzi tieto patrí skelet a zuby jedincov rôzneho ontogenetického štádia. Pre štruktúru daného spoločenstva je veľmi dôležité poznať individuálny vek študovaných nálezov. Avšak po opotrebovaní zubnej korunky sa nedá presne určiť individuálny vek daného jedinca. Analýza opotrebovania zubov nám dovoľuje stanoviť iba relatívne vekové kategórie (pozri Kurtén 1958; Stiner 1998). Jediná cesta k spoľahlivému odhadnutiu individuálneho veku je použitie analýzy mikroštruktúr zubného cementu, na základe zrátania cementových prírastkov. Na základe tejto metódy je možné stanoviť aj sezónu v ktorej došlo k uhynutiu študovaného jedinca.

Štúdium mikroštruktúr zubného cementu u medveďov sme začali z dôvodu chýbania takýchto prác v Českej a Slovenskej republike. Je tomu aj napriek tomu, že táto metóda je finančne a časovo nenáročná. V zahraničnej literatúre sa pomerne často stretávame s použitím cementovej analýzy pre odhadnutie veku fosílnych (Debeljak 1966; Gužvica 1991) a dokonca aj recentných druhov medveďov (Craighead et al. 1970; Sauer et al. 1966; Stoneberg – Jonkel 1966). Ani príprava vzoriek pre takéto štúdium nie je problém. Pri ich príprave nám môžu pomôcť už overené pracovné postupy, ktoré uvádza napríklad Beasley et al. (1992); Burke (1993); Debeljak (1966, 2000). Súhrnný pohľad na metodiku práce podávajú Fancy (1980); Stallibrass (1982). Cementová analýza je s úspechom používaná nielen u medveďov, ale i u mnohých cicavcov (Matson 1981).

Pre naše štúdium sme ako príklad použili zub druhu *Ursus deningeri* pochádzajúci z lokality jeskyně Za hájovnou zo stredného pleistocénu.

## Geologická situácia lokality

Jeskyně za Hájovnou náleží do systému Javoříčských jeskyní, ktoré sú súčasťou Javoříčského krasu, ktorý geologicky patrí k severnej časti konicko-mladečského pruhu. Karbonátová sedimentácia je tvorená devónskymi vápencami lažáneckými, vilémovickými a nemčičskými, ktoré sú stratigraficky najvyšším členom devónu

v karbonátovom vývoji. V samotnom jaskynnom systéme sa v hojnej miere vyskytujú mladšie jaskynné sedimenty, reprezentované rôznymi formami sintrov (ktoré sú tvorené kalcitom) a jaskynnými klastickými sedimentmi (hlinami) (Štelcl et al. 1998).

## Systematické zaradenie

Trieda MAMMALIA LINNAEUS, 1758  
Rad CARNIVORA BOWDICH, 1821  
Podrad CARNIFORMIA KRETZOI, 1945  
Infrad ARCTOIDEA FLOWER, 1869  
Nadčelad'URSOIDEA GRAY, 1825  
Čelad'URSIDAE GRAY, 1825  
Podčelad'URSINAE VIRET, 1955  
Rod URSUS LINNAEUS, 1758  
Druh *Ursus deningeri*, Reichenau, 1904  
Geologický vek: 700 000 – 300 000 rokov  
Výška v kohútiku: 1,5 m  
Dĺžka: 2,7 m  
Váha: 250 – 350 kg

Druh *Ursus deningeri* je známy od 700 000 rokov B.P. Pred 300 000 rokmi sa vyvinul do druhu *Ursus spelaeus*. Bol predovšetkým vegetarián a jaskyne používal k hybernácií. Do jaskynných priestorov vstupoval v jeseni. Pre týchto medveďov nebolo nezvyčajné, že zomreli počas hibernácie, možno ako výsledok nadmerného vystavenia sa vode počas hibernácie, keď ich telesná teplota klesla pod optimálnu úroveň (<http://www.kents-cavern.co.uk/achaeology.html>).

## Materiál a metódy

Zuby medveďa sú smerom do centra, podobne ako zuby iných cicavcov, tvorené cementom (cementum) pokrývajúcim koreň zuby, sklovinou (enamelum) nachádzajúcou sa na zubnej korunke a zubovinou (dentinum). V strede zuby prechádza zubný kanálik, ktorý počas života zvierat'a obsahoval nervy, krvné cievy a lymfatické tkanivá.

K dispozícii sme mali špičiak druhu *Ursus deningeri* (stredný pleistocén), pochádzajúceho z výskumu lokality jeskyně Za hájovnou (Javoříčsky kras) – Průkop

A, Narozeninová chodba, vrstva 2b. Študovaný zub mal zachovanú spodnú časť korunky, na ktorej bola veľmi dobre zachovaná sklovina. Pod korunkou sa nachádzal krčok pokrytý cementom, ktorý tvoril najužšiu časť zuby. Koreňová časť zase tvorila najširšiu časť. V strednej časti zuby bol zachovaný zubný kanálik polkruhového tvaru.

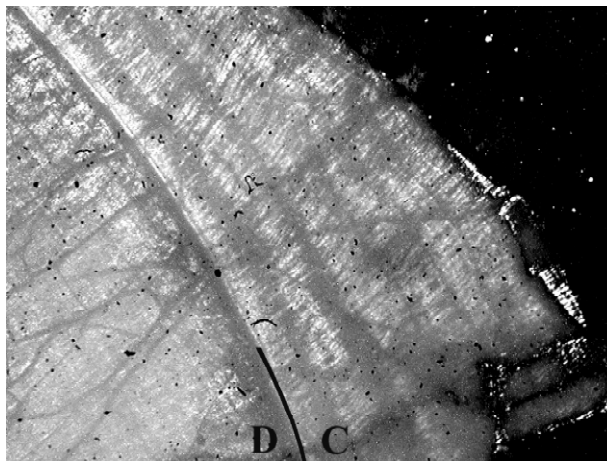
Pre cementovú analýzu sme použili štúdium zubného cementu. Jeho hrúbka vzrastá s vekom. Zubný cement pozostáva z tzv. „zimných“ a „letných“ vrstiev, ktoré môžeme prirovnať k letokruhom stromov. Pre takúto analýzu, je veľmi dôležitý výber materiálu. Teoreticky môžeme použiť každý druh zuby. U špičiakov (incisivus, C) a posledných stoličiek (molaris, M<sup>2</sup>, M<sub>3</sub>) je nutné pri počítaní cementových prírastkov pridať jeden rok, pretože tieto zuby sa objavujú takmer rok neskôr ako ostatné trvalé zuby (Debeljak 1997). Špičiaky sú ideálne pre cementovú analýzu. Majú najhrubšiu cementovú vrstvu a na základe ich veľkosti môže byť determinované pohlavie jedinca. Posledné moláre sú najhoršou voľbou, pretože často obsahujú anomálie a nepravidelný vývoj cementových vrstiev (Debeljak 2000).

Zo zuby bolo štandardným spôsobom vyhotovených 6 priečných krytých výbrusov – rez viedol kolmo na koreň zuby (pri cementovej analýze je možné použiť aj pozdĺžne výbrusy – rez je vedený paralelne s osou prebiehajúcou cez korunku, krčok a koreň. Pri tomto spôsobe je nutné zachytiť zubný kanálik). Pri zhotovovaní výbrusov je nutné myslieť na to, že zubovina je síce tvrdá, no veľmi krehká. Preto bolo potrebné zub pred rezaním zaliť do umelej živice. Pre dosiahnutie čo najlepšieho výsledku majú byť rezy orientované kolmo na zub, inak by došlo ku skresleniu šírky jednotlivých sezónnych prírastkov. Výbrus musí byť následne prekrytý ochranným sklíčkom, pretože už i malé percento vzdušnej vlhkosti môže viesť k rozpukaniu a tým k znehodnoteniu výbrusu.

Na takýchto pripravených výbrusoch sme pod polarizačným mikroskopom v cementovej vrstve v skrížených nikoloch sledovali „zimné“ a „letné“ prírastkové štruktúry. Pri pozorovaní sme použili okulár so zväčšením 2,5; 4; 10 a 20 krát. Výsledný obraz sme zaznamenali digitálnym fotoaparátom Olympus namontovaným na mikroskop, s využitím najväčšieho priblíženia, ktorý sme následne použili pre odhadnutie veku a obdobia uhynutia daného jedinca. Aby sme dosiahli väčšie rozlíšenie prírastkových línií, tak sme jednotlivé snímky zachytené digitálnym fotoaparátom upravili vylepšením kontrastu, jas a intenzity v programe Corel Photo Paint.

### Výsledky a ich interpretácia

Na fotografiách získaných vyššie opísaným spôsobom môžeme sledovať jednotlivé časti zubného tkaniva (obr. 1.). Nachádza sa tu dentín, ktorý tvorí najväčšiu časť zuby. Nad ním sa v koreňovej časti nachádza vrstva cementu, ktorá bola predmetom nášho záujmu. Pozostáva z tmavých a svetlých prírastkových línií, nerovnakej hrúbky. Medzi dentínom a cementovou vrstvou sa nachádza ostro ohraničené a dobre viditeľné rozhranie.



Obr. 1 – Priečný výbrus špičiakom medveďa zachytávajúci rozhranie dentín/cement a ročné prírastky v cimente. Použitý okulár 2,5 a najväčšie priblíženie digitálneho fotoaparátu. Skrížené nikoly. (Foto: autor).

Fig. 1 – Transverse cross section of bear canine exposing the dentine/cementum boundary and annual increments in the cementum. Used ocular 2,5x and largest zoom of a digital camera. X polarizers. (Photo: author).

Tmavé línie v cementovej vrstve predstavujú tzv. „zimné“ prírastky. Sú tenšie a ukladali sa počas zimy alebo skoršej jari – v období zbrzdeného rastu. Svetlejšie a hrubšie pásy predstavujú tzv. „letné“ prírastky a korešpondujú s periódou najintenzívnejšieho kŕmenia sa a tým aj relatívne rýchleho rastu, t.j. leta a jesene. Jedna svetlo-tmavá línia môže byť potom považovaná za ročný prírastok (Debeljak 2000). „Zimné“ a „letné“ prírastky sa od seba líšia tiež rôznou štruktúrou, ktorá je zreteľná vďaka rozličnej organizácii vzoru kolagénových vlákien a bunkového obsahu, ktorý je ovplyvnený relatívnym percentom minerálnej a organickej frakcie (Carlson 1991; Hillson 1986).

Nami pozorovaný zub pozostáva z piatich tmavých – „zimných“ prírastkov. Tie sa smerom k povrchu stávajú tenšími. Medzi nimi sa nachádza 6 „letných“ prírastkov. Z toho môžeme usudzovať, že medveď mal približne 5,5 roku. Avšak nesmieme zabúdať, že sa jedná o špičiak, ktorý sa objavuje až rok po ostatných zuboch. Takže nato aby sme určili správny vek, musíme prirátat ešte jeden rok navyše: 5,5 (na základe zimno/letných prírastkov) + 1 (u špičiakov a posledných stoličiek). Výsledný vek alebo lepšie vek v ktorom daný jedinec uhynul je v našom prípade okolo 6,5 roka. Takýto jedinec bol už v tomto veku života pohlavne dospelý, a mal plne vyvinutý chrup.

Posledný prírastok je svetlý. Na základe toho môžeme určiť, že k uhynutiu jedinca došlo niekedy behom letného alebo jesenného obdobia. Skôr sa prikláňame k jesennému obdobiu, pretože hrúbka posledného svetlého prírastku je takmer zhodná, miestami až väčšia ako ostatné „letné“ prírastky.

### Záver

Analýzy mikroštruktúr zubného cementu medveďov sú lacnou a nenáročnou metódou na zistenie veku daného jedinca, respektíve veku v ktorom tento jedinec uhynul. Ďalej je možné určiť aj obdobie v ktorom došlo k jeho uhynutiu. Medzi výhody, ktoré vyplývajú z použitia tejto techniky je veľké množstvo zubov medveďov v kvartérnych sedimentoch, nepotrebujeme celý zachovaný zub, skúmané zuby môžu byť jak fosilné, tak i recentné, pri analýze

prírastkov nepotrebujeme veľké zväčšenie, použitie tejto metódy je lacné a rýchle, a čo je najdôležitejšie, metódu je možné aplikovať aj na iné druhy cicavcov.

Avšak aj táto metóda má svoje menšie nevýhody. Takáto cementová analýza patrí medzi deštruktívne metódy – pre zhotovenie výbrusov je nutné zub rozrezať. Avšak pri opatrnom zaobchádzaní je možné takýto zub znovu zlepíť. Materiál zubov je síce tvrdý ale krehký, s čím musíme pri príprave vzoriek počítať.

### Literatúra:

- Beasley, M. J. – Brown, W. A. B. – Legge, A. J. (1992): Incremental banding in dental cementum: methods of preparation of teeth from archeological sites and for modern comparative specimens. – *International Journal of Osteoarchaeology* 2, 37–50, Chichester.
- Burke, A. M. (1993): Observation of incremental growth structures in dental cementum using the scanning electron microscope. – *Archaeozoologia* 5/2, 41–54, Grenoble.
- Carlson, S. J. (1991): Vertebrate Dental Structures. – In: Carter, J. G. (ed.), *Skeletal Biomineralization: Patterns, Process and Evolutionary Trends*. Van Nostrand Reinhold, 531–556, New York.
- Craighead, J. J. – Craighead, F. C. – McCutchen, H. E. (1970): Age determination of grizzly bears from fourth premolar tooth sections. – *Journal of Wildlife Management* 34, 353–363, Washington.
- Debeljak, I. (1966): A simple preparation technique of cave bear teeth for age determination by cementum increments. – *Revue de Paléobiologie* 15/1, 105–108, Genève.
- Debeljak, I. (1997): Ontogenetic development of dentition in the cave bear. – *Geologija* 39 (1996), 13–77, Ljubljana.
- Debeljak, I. (2000): Dental cementum in the cave bear; comparison of different preparation techniques. – *Geološki zbornik* 15, 25–40, Ljubljana.
- Fancy, S. G. (1980): Preparation of Mammalia for the age determination by cementum layers: a review. – *Wildlife Society Bulletin* 8, 2429248, Washington.
- Guzvica, G. (1991): Metoda procjene životne dobi spiljskog medvjeda (*Ursus spelaeus*) na temelju slojeva u zubnom cementu. – *Geološki vjesnik* 44, 9–13, Zagreb.
- Hillson, S. (1986): *Teeth*. – *Cambridge Manuals in Archeology*, xix+376 pp., University Press, Cambridge. <http://www.kents-cavern.co.uk/achaeology.html>
- Kurtén, B. (1958): Life and death of the Pleistocene cave bear. A study in paleoecology. – *Acta Zoologica Fennica* 90, 1–48, Helsinki.
- Matson, G. M. (1981): Workbook for cementum analysis. – *Matson's Laboratory*, Milltown, Montana, 30 pp.
- Morris, P. (1978): The Use of Teeth for Estimating the Age of Wild Mammals. – In: Butler, P. M. & Joysey, K. A. (eds.), *Development, Function and Evolution of Teeth*. Academic Press, 483–494, London.
- Sauer, P. R. – Free, S. – Browne, S. (1966): Age determination in black bears from canine tooth sections. – *New York Fish and Game Journal* 13/2, 125–139, New York.
- Stallibrass, S. (1982): The use of cement layers for absolute aging of mammalian teeth. A selective review of the literature, with suggestions for studies and alternative applications. – In: Wilson, B. – Grigson, C. – Payne, S. (eds.), *Ageing and Sexing Animal Bones from Archeological Sites*. BAR British Series, 109, 109–126, Oxford.
- Stiner, M. C. (1998): Mortality analysis of Pleistocene bears and its paleoanthropological relevance. – *Journal of Human Evolution*, 34 303–326, London.
- Stoneberg, R. P. – Jonkel, C. J. (1966): Age determination of black bears by cementum layers. – *Journal of Wildlife Management* 30/2, 411–414, Washington.
- Štelcl, J. – Zimák, J. – Navrátil, O. – Sládek, P. – Sas, D. (1998): Geologické faktory a mikroklima speleoterapeutické léčebny v Javoříčských jeskyních. – *Scripta Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis, Masarykova univerzita* 25, 1, 47–58, Brno.