

OPONENTSKÝ POSUDOK

na diplomovú prácu

Bc. Filipa Scheinera

Carbon and oxygen stable isotope ratio from foraminiferal tests as a key to the paleoenvironmental interpretations in the Middle Miocene of the Carpathian Foredeep (Central Paratethys)

Aktuálnosť a zvládnutie témy

Predkladaná diplomová práca sa zaoberá využitím stabilných izotopov pre interpretáciu paleoprostredia stredného miocénu karpatskej predhlbne. Zadanie práce je aktuálne a sleduje súčasné trendy vo výskume foraminifer, ich ekológie, ontogenézy, schránkovej mineralógie ale hlavne zloženia stabilných izotopov pre interpretáciu klimatických, hydrografických, živinových a životných podmienok tejto mikrofauny. Autor zvládol celú zložitú problematiku i metodiku taxonomických, paleoekologických i izotopových výskumov foraminifer a získané dáta aj interpretoval z hľadiska paleoteploty, stratifikácie vodného stĺpca, sezonality, upwellingu a ďalších podmienok karpatskej predhlbne i centrálnej Paratethýdy.

Teoretický aparát a zvolené metódy spracovania

Teoretický základ práce vychádza z rozsiahlej literatúry k izotopovej geochemii, k problematike fotosyntézy, symbiontných druhov, respirácie a vitálnych efektov, ale aj taxonomickej determinácie, teplotných a trofických preferencií a paleobatymetrie foraminiferových druhov. Kompilačná a metodická časť práce je zvládnutá s dobrým prehľadom staršej i najnovšej literatúry a na úrovni nadpriemernej pre diplomovú prácu.

Metódy spracovania sú komplexné, zahrňujúce laboratórne postupy stanovovania stabilných izotopov (ktoré diplomant samostatne pripravoval a asistoval pri analýzach), výpočtu paleoteplôt z pomerov izotopov kyslíka, prepočtu zloženia bentických asociácií foraminifer na kyslíkový index BFOI, SEM štúdia schránok s výberom najlepšieho zachovania schránkového kalcitu, aplikácie poznatkov o teplotných a živinových preferenciách druhov, a pod.

Rozsah a úroveň spracovania

Diplomant spracoval materiál vrtu LOM-1, a to foraminiferovú mikrofaunu z 15 vzorkovaných intervalov, z ktorých získal 308 analýz stabilných izotopov. Takto vytvorená databáza obsahuje viac izotopových meraní, než prevažná väčšina doterajších štúdií o izotopovom zložení

strednomiocénnych foraminifer centrálnej Paratethýdy. Kvalitu týchto analýz zvyšuje najmä to, že boli získané zo separovaných foraminifer podľa jednotlivých druhov, čo umožňuje nielen sledovanie celkových izotopových trendov, ale aj detailných výchyliek medzi zástupcami planktónu a bentosu, ale aj medzi druhmi adaptovanými na rozdielne hlbkové úrovne vodného stĺpca a rôznymi ekomorfotypmi dna. Tieto izotopové výsledky poskytli autorovi presné dáta pre vysokorozlišovacia analýzu profilu LOM-1 a interpretáciu paleoteplotných, zrážkových, hydrografických a živinových pomerov karpatskej predhlbne počas stredného miocénu.

Výsledky diplomovej práce a nové poznatky

Výsledky a prínos diplomovej práce je možné vidieť v nasledovných zisteniach:

1. Preukázanie pôvodných hodnôt izotopovej rovnováhy vyzražávania schránkového kalcitu a okolitej morskej vody, ktoré nie sú skreslené následnými procesmi diagenézy a rekryštalizácie. Potvrdzujú to rozdiely v hodnotách $\delta^{18}\text{O}$ a $\delta^{13}\text{C}$ medzi planktonickými a bentickými druhmi, ktoré zaznamenávajú teplotné podmienky a zloženie CO_2 povrchových vrstiev a dnových vôd a nie ich neskoršiu reekvilibráciu počas diagenézy. To dokazuje relevantnosť izotopových údajov z mikrofaun centrálnej Paratethýdy, ktoré boli niekedy prijímané s pochybnosťami.
2. Podobne boli preukázané rozdiely izotopových hodnôt teplovodných oligotrofických druhov *Orbulina universa* a *Globiderinoides ssp.* oproti chladnovodným druhom *Globigerina bulloides* s vyššími trofickými nárokmi. U týchto druhov s rozdielnymi preferenciami boli vypočítané rozdiely teplôt planktónu povrchových vrstiev SSTs a stratifikovaného vodného stĺpca nad termoklinou (~ 3.1 – 5.5 °C).
3. Analýza vrtu LOM 1 z hľadiska kyslíkového indexu bentických foraminifer (BFOI), ktorá preukázala nízko oxické podmienky dnovej vody v spodnej a vrchnej časti profilu, predelených intervalom oscilácie hodnôt BFOI poukazujúcich na sezonalitu. V strednej časti profilu autor opísal tzv. katastrofický event s vysokým podielom zrážok a sladkovodného prítoku, a následne aj podmienkami upwellingového režimu. Interpretácia dnových pomerov z indexov BFOI priniesla aj nový, v mnohom aj rozdielny pohľad na klimatický vývoj paniev, rekonštruovaný napr. zo štúdiá planktónu.
4. Výsledky práce taktiež upresňujú ekologické preferencie bentických druhov *Gyroidinoides*, *Melonis* a *Cibicidoides* z hľadiska koncentrácie kyslíka a prísunu živín.

Prípomienky a otázky k diplomovej práci

1. Aj keď je literatúra k diplomovej práci rozsiahla, nemali by tu chýbať odkazy na niektoré dôležité práce z izotopového a paleoekologického výskumu foraminifer bádenských sedimentov karpatskej predhlbne, viedenskej panvy i ďalších paniev centrálnej Paratethýdy (napr. Holcová & Demeny 2012, Báldi 1997, et al. 2002, Gonera et al. 2000, Kováčová & Hudáčková 2005, 2009, Kováčová et al. 2009, Key, Zágoršek & Patterson 2013, a i.).
2. Na str. 57 sa interpretujú izotopické hodnoty druhu *Orbulina suturalis*, pričom vo vysvetlivke k tomuto obrázku sa uvádza iný druh orbulín (*Orbulina universa*). Popis v texte takto neodpovedá grafu na obr. Fig. 22.

3. Mohol by autor vysvetliť, prečo je systematické určenie taxónu *Globigerinelloides* ssp. len na druhej úrovni?

4. Niektoré interpretácie z izotopových hodnôt sú predkladané dosť jednoznačne, bez konkrétnejšieho vysvetlenia a alternatívnych riešení. Napr. str. 54 – Pozitívne hodnoty uhlíkových izotopov druhu *Heterolepa dutemplei* indikujú nízku dostupnosť živín na morskom dne. Z toho sa môže čitateľ len domnievať, že pri vyššom podiele živín z fyto-detritu sa pomery uhlíkových izotopov zľahčujú bakteriálnym rozpadom, pri nižšom množstve živín sa zväčšuje podiel ťažšieho ^{13}C a pomer izotopov v v schránkovom kalcite sa posúva do kladných hodnôt. To by malo byť ale vysvetlené, pretože spôsoby interpretácie nemusia byť vždy jednoznačné.

5. Bez bližšieho vysvetlenia zostali aj niektoré ďalšie interpretácie, napr. na str. 48, fig. 16 sú u druhu *G. bulloides* dokladované nízke hodnoty izotopov uhlíka ako prejav vysokého prísunu živín a vyšších negatívnych hodnôt kyslíka okolo -1.0 až -1.5 $\delta^{18}\text{O}$ ako prejav vyššej zrážkovitosti a prítoku sladkej vody. Na tom istom druhu o cca 3.8 m vyššie je na základe posunu k vyšším hodnotám $\delta^{13}\text{C}$ interpretovaný nižší prísun živín, ale tiež pri vyššej humidite a prítoku sladkej vody.

6. Práce Grunerta (2010a,b) by nemali byť používané pre koreláciu so zistenými trendmi izotopových pomerov vo vrte LOM-1 (stredný bádén), pretože citované práce sa zaoberajú spodným miocénom a to na báze iných druhov foraminifer.

7. Diskusné pripomienky by nemali byť konfrontované s autorom (e.g. “this disagrees with cooling proposed by Holcová et al.”, disagree with observations made by Báldi, 2006, Peryt 2013 – na mnohých miestach, a pod.), ale s interpretáciou predloženou na základe určitých faktov – napr. “this disagrees with cooling documented by appearance of cool-water species of *Turborotalita quinqueloba* in interval around 13 m (Holcová et al. submitted), etc. Dôležitá je závažnosť predkladaných faktov, a nie ich autorstvo (to stačí identifikovať v zátvorke citáciou danej práce).

8. Existuje korelácia druhu *Globigerinelloides* spp. a *Orbulina suturalis* s druhom *Paragloborotalia* spp., ktorá by potvrdzovala ich blízku životnú stratégiu, teda teplovodne preferencie a oligotrofný charakter? V profile na str. 35 je dokonca vyznačený interval s globorotáliami (cca. 3.0 – 4.0 m), ktorý je význačným horizontom v rámci zóny *Orbulina suturalis* (Gonera 2013). Bolo by zaujímavé poznať aj izotopové zloženie globorotálií obývajúcich pásma hlbšie než *O. suturalis* nad termoklinou.

9. Sezónny upwelling má pre hydrodynamiku paniev zásadný význam. Jeho preukázanie je preto dôležité, a to nielen zo štúdia izotopov. Sú aj v mikrofaunistickej zložení strednobádenských sedimentov iné indikátory upwellingu, napr. zvýšená prítomnosť rádiolárií, rozsievok alebo iných heterotrofných organizmov? Podľa profilu na str. 35 spadá práve interval s vysokým obsahom rozsievok (cca 15.0 – 18.3 m) do fázy sezónneho upwellingu interpretovanej v hĺbke 16.75 m (str. 72), avšak druhá fáza upwellingu predpokladaná v hĺbke 8.5 m (str. 75) sa na zvýšení obsahu rozsievok neprejavuje. V profile vrtu mohli byť aj jasnešie vyznačené kvantitatívne parametre, napr. intervaly maximálnej hojnosti druhu *Globigerina bulloides*, ktorý profituje pri znižovaní teploty SST a vysokom prísune živín v zóne chlorofylového maxima, napr. aký sa vytvára v oblastiach upwellingu (napr. Schiebel et al. 2001). Tieto biotické indikátory mohli byť korelované s izotopovými krivkami, čo by interpretáciu upwellingu získala

10. Predložené interpretácie paleoenvironmentálnych pomienok vo vrte LOM-1 neboli diskutované s kontexte globálnejších modelov estuáριοvej a anti-estuáριοvej cirkulácie vypracovaných pre pánvy centrálnej Paratethýdy (Báldi 1997, 2006, Gonera 2001, 2013, etc.). Opisované zmeny v planktonickej a bentickej produktivite, klimatických osciláciách, sezonalite, upwellingu a iných záznamov by mohli zodpovedať fázam anti-estuáριοvého režimu ovplyvneného vodami Mediteránu (teplovodné prvky, vyššia salinita, lepšie prekysličenie dna), alebo estuáριοvého režimu (upwelling, zvýšenie eutrofických podmienok, deficit kyslíka v dnových vodách, bloom planktónu – hlavne *G. bulloides*, miešanie sladkej vody, a i.). Výsledky práce tak mohli mať aj širší dopad na interpretáciu podmienok strednomiocénneho teplotného optima v panvách Paratetydy.

Záver:

Diplomová práca Bc. Filipa Scheinera reprezentuje modernú úroveň environmentálnej mikropaleontológie, kombinovanej s detailným izotopovým výskumom foraminiferových schránok s veľmi dobrým stavom zachovania. Posudzovaná práca sa takto zaraďuje k hodnotným štúdiám o mikrofaune strednomiocénnych sedimentov Centrálnej Paratetydy z ostatného obdobia (napr. Bicchi et al. 2003, Gonera et al. 2000, Báldi 2006, Kováčová & Hudáčková 2009, Holcová & Demeny 2012, Peryt 2013, a i.). Aktuálnosť a kvalita výsledkov diplomovej práce je dokumentovaná už aj prvými publikovanými výstupmi a posterovými prezentáciami (napr. na 15. CZ-PL-SVK paleontologickej konferencii 2014), čo je na diplomovú prácu zatiaľ skôr výnimkou. Diplomová práca Bc. Filipa Scheinera je hodnotná množstvom analytických údajov spracovaných s výbornou znalosťou témy, aplikáciou nových metodík, kvalifikovanou interpretáciou výsledkov a vysokou formálnou úrovňou spracovania. Štátnicovej komisii študijného programu „Geológia“ na PŘF University Karlovy preto navrhujem prijať diplomovú prácu Bc. Filipa Scheinera k obhajobe s oponentským hodnotením „A“.

V Banskej Bystrici dňa 27. 5. 2015

doc. RNDr. Ján Soták, DrSc.