

Assoc. prof. RNDr. Pavel Bella, PhD.

Katedra Geografii, Wydział Pedagogiczny

Uniwersytet Katolicki w Ružomberoku

Wpłynęło dnia

2024 - 10 - 23

Liptovský Mikuláš, 14.10.2024 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Magaleny Jelonek

Recenzowana rozprawa doktorska pod tytułem „Rekonstrukcja paleośrodowiska na podstawie analizy pyłkowej lodu jaskiniowego – studium na przykładzie Dobszyńskiej Jaskini Lodowej (Słowacja)” została wykonana w Instytucie Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie pod opieką prof. dr. hab. Michała Gradzińskiego i dr. Jacka Madei (promotora pomocniczego).

Ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa została mi dostarczona w formie oprawnego wydruku komputerowego zawierającego 187 strony, jest bogato ilustrowana (32 barwne figury). Jest w całości (poza angielskim abstraktem) napisana w języku polskim. Praca naukowa jest efektem realizacji projektu badawczego finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki, nr rej. 2017/27/N/ST10/02900.

Przedmiotem rozprawy była analiza ziaren pyłku w Dobszyńskiej Jaskini Lodowej i czynników odpowiedzialnych za ich rozmieszczenie na podstawie materiału zdeponowanego wewnątrz jaskini oraz porównanie ich z otaczającym widmem zewnętrznym oraz rekonstrukcja warunków paleośrodowiskowych późnego holocenu na podstawie analizy palinologicznej profilu lodowego z tej jaskini. Dzięki całorocznemu monitoringowi palinologicznemu uzyskano pełne spektrum pyłkowe każdej z czterech pór roku. Wyniki badań rozmieszczenia ziaren współczesnego pyłku w jaskini o znanej cyrkulacji powietrza dostarczają informacji na temat czynników wpływających na rozprzestrzenianie pyłku wewnątrz jaskini w zależności od ich intensywności i pory roku. Dzięki datowaniu radiowęglowemu próbek makroszczątków organicznych, pobranych z warstwowego profilu lodowego o miąższości około 12 m (Korytarz Ruffiny'ego), udało się skonstruować precyzyjną skalę czasową uzyskanego zapisu pyłkowego, a także oszacować tempo wzrostu lodu. Tempo wzrostu lodu było wysokie w ciemnych wiekach, znacznie niższe w średniowiecznym optimum klimatycznym, a najszybsza akumulacja miała miejsce podczas małej epoki lodowej. Analiza ziaren pyłku zachowanych w lodzie była podstawą do odtworzenia szaty roślinnej, a tym samym warunków środowiskowych tego obszaru przez ostatnie około 1300 lat. Uzyskane dane dostarczyły wskazówek na zimne i mokre stulecia przed rokiem 800 AD, stosunkowo stabilne warunki ocieplenia w okresie średniowiecza (800-1400 AD)

a w okresie małej epoki lodowej (1400-1850 AD) na ochłodzenie oraz znaczny wzrost ingerencji człowieka w środowisko naturalne.

Walory rozprawy doktorskiej

Pomimo licznych badań różnych osadów jaskiniowych, analizy palinologiczne tak specyficznego osadu, jakim jest lód jaskiniowy, są nadal rzadkością. Obecne zmiany klimatyczne wywierają silny wpływ na jaskinie lodowe; następuje gwałtowna recesja lodu jaskiniowego, który jest cennym źródłem informacji o paleoklimacie danego regionu. Dlatego badania jaskiń lodowych są niezwykle ważne, biorąc pod uwagę ulotność tego konkretnego zapisu.

Rozprawa stanowi pierwszą tego typu dwutorową analizę pyłkową łączącą monitoring współczesnego spektrum pyłkowego z zapisem kopalnym w lodzie jaskiniowym (nowe dane w odniesieniu do badań aerobiologicznych, botanicznych, paleoklimatycznych, geologicznych). Niniejsze badania wykazały, że najważniejszym czynnikiem transportującym pyłek do wnętrza jaskini jest cyrkulacja powietrza (badania potwierdzają przypuszczenia, że przepływ powietrza może transportować ziarna pyłku na relatywnie duże dystanse do odległych części jaskiń charakteryzujących się dynamicznym mikroklimatem). Woda perkolacyjna transportuje ziarna z powierzchni do wnętrza jaskini w mniejszym stopniu, choć transport ten w sezonie letnim jest relatywnie wydajny. Obecnie turystyka powoduje sezonowe wprowadzanie znaczącej ilości pyłku do wnętrza jaskini. Sezonowy monitoring okazał się być cennym narzędziem umożliwiającym poprawną interpretację zapisu kopalnego – informacji o tym, które ziarna dostają się do środka jaskini w większym a które w mniejszym stopniu w porównaniu do spektrum obecnego w atmosferze oraz na przykład o naturalnym braku niektórych taksonów w zapisie kopalnym.

Ziarna pyłku zachowane w warstwowanym lodzie jaskiniowym są istotnym wskaźnikiem zmian paleoklimatycznych, stanowiącym podstawę rekonstrukcji paleośrodowiska, gdyż są istotnym źródłem informacji o szacie roślinnej danego obszaru. Wyniki analizy pyłkowej lodu jaskiniowego dostarczyły wysokiej rozdzielczości danych dotyczących wegetacji na obszarze Słowackiego Raju w ciągu ostatnich ok. 1300 lat. Uzyskane dane pozwoliły na wnioskowanie o chłodnych i wilgotnych stuleciach przed 800 AD, relatywnie stabilnych, ocieplających się warunkach w okresie średniowiecznym (800–1400 AD) oraz ochłodzeniu podczas Małej Epoki Lodowej (1400–1850 AD). Zapis ten ukazuje również znaczący wpływ człowieka na zmiany szaty roślinnej, głównie przez wskaźniki upraw gruntów, wypasania zwierząt czy wylesiania oraz reforestacji. W lodzie stwierdzono obecność ziaren pyłku *Vitis vinifera*, co wskazuje na uprawę winorośli na nieodległych terenach już w IX–X w. Uzyskane dane dowiodły, iż tempo przyrostu lodu było wysokie w okresie Ciemnych Wieków, znacznie niższe w okresie Średniowiecznego Optimum Klimatycznego, a najszybsza jego akumulacja wystąpiła w czasie trwania Małej Epoki Lodowej.

Badania potwierdziły, że Dobszyńska Jaskinia Lodowa wyraźnie reagowała na zmiany klimatyczne, odzwierciedlając w tempie przyrostu lodu okresy warunków chłodniejszych i cieplejszych, a także epizodów związanych ze zwiększoną podażą wody. Reakcja Dobszyńskiej Jaskini Lodowej na zmiany klimatu była nieco odmienna od reakcji jaskiń wysokogórskich, w tym alpejskich. W Dobszyńskiej Jaskini Lodowej przyrost lodu był ciągły od czasu Ciemnych Wieków, aczkolwiek odbywał się w zmiennym tempie, natomiast w jaskiniach wysokogórskich zarejestrowane zostały od tego czasu epizody wytapiania monolitów lodowych.

Rozprawa zawiera wyniki ambitnych badań przeprowadzonych z nowatorskim zastosowaniem właściwych metod takich jak analiza pyłkowa i datowanie radiowęglowe pozostałości biologicznych znajdujących się w lodzie. Wpisują się one w najnowsze trendy w badaniach lodu jaskiniowego w kontekście zmian paleoklimatycznych. Główne cele rozprawy zostały niemal w całości zrealizowane. Rozprawa w znaczący sposób przyczynia się do pogłębienia wiedzy naukowej na temat słynnej na całym świecie Dobszyńskiej Jaskini Lodowej, wpisanej na Listę Światowego Dziedzictwa Przyrodniczego UNESCO.

Mankamenty rozprawy doktorskiej

Autorka dość lakonicznie wzmiankuje, że „Datowania ^{14}C różnorodnych szczątków organicznych (szczątków nietoperzy lub koprolitów) wykazały, że najstarsze warstwy lodu mają różny wiek w różnych profilach (Clausen et al., 2007; Gradziński et al., 2016; Milovský et al., 2020; Perşoiu et al., 2022).” (s. 20). Pomimo, że głównym celem rozprawy jest rekonstrukcja paleośrodowiska na podstawie badań palinologicznych, analiza tempa przyrostu lodu stała się jej istotnym elementem. Dlatego też spodziewałbym się szerszego przedstawienia poprzednich wyników (wraz z przytoczeniem konkretnych dat i miejsc pobrania próbek do datowania) a także skomentowanie danych uzyskanych w ramach realizacji rozprawy w świetle tych dat. Zabrakło też powołania na publikację Milovskiego et al. (2019; 2600-roczny záznam atmosférickej cirkulácie a klímy z Dobšinskej ľadovej jaskyne. In Jurkovič, Ľ., Slaninka, I., Kordík, J. (Eds.): *Geochémia 2019. Zborník vedeckých príspevkov z konferencie, Bratislava 3. – 4. 12. 2019. ŠGÚDŠ, Bratislava, 137–138.*) pomimo, że ma ona jedynie charakter doniesienia konferencyjnego. Szkoda też, że autorka nie odniosła się do poglądu wyrażonego przez Perşoiu et al. (2022), tłumaczącego różny wiek lodu w różnych partiach jaskini powolnym ruchem (pełnieniem) centralnej części monolitu lodowego. Warto tutaj nadmienić, że daty uzyskane podczas realizacji rozprawy doktorskiej potwierdzają ten pogląd. W pracy nie podano też na jakiej podstawie Tulis i Novotný (2003) estymowali wiek najstarszego lodu istniejącego w Dobszyńskiej Jaskini Lodowej. Na podstawie przeprowadzonych analiz i prawidłowości przyrostu lodu w jaskini w zależności od warunków temperaturowo-wilgotnościowych można było wnioskować o sumie rocznych opadów i ich

rozkładzie w poszczególnych sezonach w analizowanym przedziale czasowym. Tego elementu zabrakło w ocenianej rozprawie doktorskiej.

Szkoda, że autorka nie analizowała pyłku najstarszej części monolitu lodowego, skąd wydатовane były najstarsze szczątki nietoperzy (ok. 2040 lat BP; por. Perşoiu et al., 2022), zwłaszcza, że ta część profilu jest relatywnie łatwo dostępna.

Rozdział „Zarys zmian środowiskowych od VII w. do współczesności i ich ramy czasowe” (s. 10-13) można było rozszerzyć o zmiany średnich temperatur powietrza w holocenie z zaznaczeniem poszczególnych okresów (na przykład na podstawie Dansgaard et al., 1969 i Schöwiese, 1995).

Brak jest autorów planu i przekrojów jaskini zawartych na s. 18 (ryc. 2.1).

Pozostałe uwagi krytyczne dotyczą brak powołań na niektóre źródła literaturowe, zwłaszcza we wprowadzającej części rozprawy. I tak, charakterystyka warunków geologicznych i genezy jaskini (s. 17) powinna być poparta szerszym przeglądem literatury. Pominięte zostały na przykład prace: Novotný, L., Tulis, J., 2000. Litologické a štruktúrno-tektonické pomery sprístupnenej časti Dobšinskej ľadovej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 2. vedeckej konferencie (Demänovská Dolina, 16. – 19. 11. 1999). SSJ, Liptovský Mikuláš, 59–65 i Novotný, L., Tulis, J., 2002. Nové poznatky o kvapľových častiach Dobšinskej ľadovej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Výskum, využívanie a ochrana jaskýň. Zborník referátov z 3. vedeckej konferencie (Stará Lesná, 14. – 16. 11. 2001). SSJ, Liptovský Mikuláš, 36–49 a także Jakál, J. (1971). Morfológia a genéza Dobšinskej ľadovej jaskyne. Slovenský kras, 9, 27–33 i Bella, P., Tulis, J. (2020). Morfológia a genéza klesajúcich častí Dobšinskej ľadovej jaskyne. Slovenský kras, 58, 1, 5–15.

Z kolei przedstawiając na s. 19 podstawowe dane morfometryczne monolitu lodowego należałoby podać oryginalną literaturę: Tulis, J., Novotný, L. 1995. Čiastková správa o morfometrických parametroch v zaľadnených častiach Dobšinskej ľadovej jaskyne. In Bella, P. (Ed.): Ochrana ľadových jaskýň. Zborník referátov z odborného seminára (Dobšinská ľadová Jaskyňa, 21. – 22. 9. 1995). SSJ, Liptovský Mikuláš, 25–28. Użytecznym, a pominiętym opracowaniem dotyczącym szaty roślinnej otoczenia jaskini jest książka Leskovjanska, A. (2014). Flóra Národného parku Slovenský raj. ŠOP SR, Správa Národného parku Slovenský raj, Spišská Nová Ves, 110 p. Podobnie autorka nie odwołała się do najnowszych badań morfologii lodu zawartych w pracy Bartoš et al. (2023) Cross-Polarized SfM Photogrammetry for the Spatial Reconstruction of Challenging Surfaces, the Case Study of Dobšiná Ice Cave (Slovakia). Remote Sensing, 15, 18, 4481.

Wniosek końcowy

Reasumując, recenzowaną rozprawę doktorską mgr Magdaleny Jelonek jako całość oceniam pozytywnie. Tematyka, trudność rozwiązywanego problemu, odpowiednie nowoczesne procedury metodologiczne, wyniki badań własnych i ich interpretacja sprawiają, że prezentowana praca odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim. Autorka rozprawy wykazała, że potrafi samodzielnie prowadzić działalność naukową opartą na rygorystycznych badaniach terenowych, analizie ilościowej, przetwarzaniu i ocenie danych.

Uważam, że przeprowadzone badania są nowatorskie, bazują na sumiennych studiach terenowych i analitycznych. Powyżej wykazane uchybienia nie wpływają na końcową ocenę rozprawy (dotyczą głównie cech geologicznych i geomorfologicznych jaskini przedstawianych we wstępnej części rozprawy). Dlatego też stwierdzam, że mgr Magdalena Jelonek spełnia warunki określone przez obowiązujące przepisy (art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 13.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki) i z pełnym przekonaniem wnoszę o dopuszczenie jej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Paul Billa