

Kraków, 1 września 2021

RECENZJA
rozprawy doktorskiej
pt.

“Rekonstrukcja sezonowej mobilności plejstocenijskich ssaków na przykładzie łosia (*Alces alces* L.) z Jaskini Borsuka i mamuta włochatego (*Mammuthus primigenius* Blum.) z graweckiego stanowiska Kraków Spadzista w oparciu o pomiary *in situ* składu izotopowego Sr w szklawie zębów”

Imię i nazwisko kandydatki: mgr Nina Kowalik

Promotor: dr hab. Robert Anczkiewicz, ING PAN

Wartość poznawcza rozprawy i oryginalność badań

Szczególnie szybki rozwój wiedzy w poszczególnych dziedzinach nauki przebiega na granicy dyscyplin. Jest to możliwe przede wszystkim dzięki rozwojowi nowych technik badawczych, które znajdując wcześniej zastosowanie w jednych dyscyplinach, są stopniowo wprowadzane i wykorzystywane w innych dziedzinach nauki. W dziedzinie nauk humanistycznych wyjątkowym przykładem tego zjawiska jest archeologia. Od kilkudziesięciu lat rozwój archeologii przebiega między innymi dzięki metodom badawczym opracowanym i stosowanym w naukach o Ziemi i naukach biologicznych. Najlepszym przykładem jest stopniowe wprowadzanie od lat pięćdziesiątych dwudziestego wieku do archeologii pradziejowej metody datowania radiowęglowego co zrewolucjonizowało sposoby określania wieku bezwzględnego poziomów archeologicznych i artefaktów. W ostatnich trzydziestu - dwudziestu latach w archeologii zaczęto stosować na coraz większą skalę metody badania izotopów różnych pierwiastków (zarówno izotopów trwałych jak i promieniotwórczych) zapożyczone z nauk geologicznych i metody badań kopalnego/antycznego DNA zapożyczone z kolei z nauk biologicznych. Dzięki zastosowaniu wspomnianych metod i współpracy z geologami i biologami obserwujemy obecnie szybki rozwój archeologii pradziejowej.

Przedstawiona do oceny praca doktorska dobrze wpisuje się w wyżej opisaną problematykę. Pani Nina Kowalik zajęła się w rozprawie badaniami nad mobilnością ssaków w kontekście archeologicznym w oparciu o skład izotopowy strontu (Sr) w szkliwie zębów, a dokładnie w głównym składniku mineralnym szkliwa - bioapatycie. Metoda ta opiera się na braku frakcjonacji izotopowej Sr w sieciach pokarmowych, dzięki czemu stosunek $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, mineralnego składnika tkanki w zębach, jest odzwierciedleniem lokalnej sygnatury środowiska w których zwierzę żyje w czasie mineralizacji tkanki, co umożliwi badanie jego mobilności w czasie i przestrzeni. Analizy składu izotopowego Sr zostały uzupełnione analizami zawartości pierwiastków śladowych, składu izotopowego tlenu oraz badaniami histologicznymi. Badania składu izotopów tlenu w bioapatycie szkliwa może służyć do rekonstrukcji warunków klimatycznych, szczególnie sezonowej zmienności temperatury, a pomiary koncentracji pierwiastków śladowych do określenia ewentualnych zaburzeń pierwotnego składu szkliwa *post mortem* w wyniku wtórnych procesów. Tematyka ta w ostatnich latach jest intensywnie badana i rozwijana ze względu na jej zastosowanie w poznanie mobilności różnych gatunków, w tym człowieka i ssaków na które polowali łowcy-zbieracze epok paleolitu i neolitu. Zatem tematyka i dobór problemów badawczych rozprawy Pani Niny Kowalik jest interesujący i ważny, a poruszane zagadnienia mają znaczny walor poznawczy. Niewątpliwie rozprawa może w przyszłości stanowić również podstawę do projektowania badań i analiz izotopowych szkliwa zębów różnych gatunków ssaków.

Uwagi formalne

Przedłożona do recenzji rozprawa jest obszernym, monograficznym pracownikiem podzielonym na 6 głównych rozdziałów, liczy 172 strony i zawiera kilkadziesiąt figur i kilka tabel w postaci załączników, a spis literatury obejmuje 355 pozycji. Zasadnicza część rozprawy poprzedzona jest streszczeniami w języku polskim i angielskim. Praca napisana jest poprawnym językiem, choć Autorka nie ustrzegła się błędów literowych i interpunkcyjnych, w niektórych miejscach sformułowania nie są jasne albo użyto skrótów myślowych. Zdjęcia są bardzo dobrej jakości i dobrze opisane, ale przez umieszczenie podpisów na końcu serii zdjęć czytelnikowi dość trudno szybko odnaleźć właściwy podpis. Cytowania literatury nie są do końca spójne, prace nie zawsze pojawiają się w układzie chronologicznym, a prace 3 autorów są w tekście różnie cytowane.

We wstępie zabrakło moim zdaniem sformułowania celu badań, tym bardziej, że dysertacja dotyczy dwóch nieco odmiennych zagadnień badanych identycznymi metodami. Autorka rozprawy 25-30 stron tekstu poświęciła opisowi materiału, w tym budowie zębów ssaków, które były przedmiotem analiz, opisowi kontekstu archeologicznego badanych zębów, metodom pomiarów składu izotopowego, metodom analiz histologicznych i datowaniom. Jest to bardzo szczegółowy, kompetentny opis,

moim zdaniem niezbędny, ze względu na złożoność i różnorodność stosowanych metod, bez opisu których przeciętny czytelnik może mieć trudności w zrozumieniu ich znaczenia i powodów dla których zostały zastosowane w procesie badawczym.

Wyniki zostały słusznie przedstawione i przedyskutowane oddzielnie dla zębów łośia i mamuta ze względu na odrębność zagadnień, które Autorka poruszyła w dysertacji, natomiast brak podsumowania lub wspólnych wniosków utrudnia recenzentowi sformułowanie końcowej oceny pracy.

Wartość naukowa rozprawy

Praca poświęcona jest dwóm szczegółowym zagadnieniom, które łączy wspólna metoda badań. W badaniach przeprowadzonych przez Panią Ninę Kowalik elementem łączącym oba zagadnienia była analiza składu izotopowego strontu w szkliwie zębów dwóch ssaków kopytnych – łośia (*Alces alces*) i mamuta włochatego (*Mammuthus primigenius*) w oparciu o badania histologiczne różnych części zębów, w celu określenia czasu trwania i tempa mineralizacji, które mogą być w ten sposób odtworzone po śmierci zwierzęcia. Szkliwo będące najtwardszą tkanką wykazuje wysoką odporność na zmianę składu mineralnego *post mortem* i co równie ważne w przypadku projektowanych badań, podlega mineralizacji w regularnej sekwencji czasowej. Badania Sr w szkliwie zostały przeprowadzone z zastosowaniem metod ablacji laserowej (LA) sprzężonej z wielokolektorowym spektrometrem masowym z indukcyjnie wzbudzaną plazmą (MC ICPMS). Metoda ta pozwoliła na uzyskanie zapisu składu izotopowego Sr w wysokiej rozdzielczości i zbadanie jego sezonowego zróżnicowania w szkliwie oraz określenie czasu trwania i tempa mineralizacji. Aby prawidłowo zinterpretować zapis składu izotopowego Sr doktorantka musiała również przeprowadzić rozpoznanie naturalnego „tła”, czyli stosunków izotopów strontu w lokalnym środowisku. W tym celu zbadała skład izotopowy w osadach i zębach (siekaczach) gryzoni znalezionych w tych osadach. Gryzonie zasiedlają lokalne środowiska i nie migrują tak jak duże ssaki, zatem wartości izotopowe Sr wykazują lokalną sygnaturę.

Pierwszy problem, który Pani Nina Kowalik starała się rozwiązać w dysertacji dotyczył próby określenia miejsca pochodzenia (w sensie geograficznym) zawieszek wykonanych z siekaczy łośia (*Alces alces*), a zdeponowanych jak dar grobowy przy pochówku dziecka w Jaskini Borsuka, znajdującej się w dolinie Szklarki koło Krakowa. W szczególności chodziło o odpowiedź na pytanie czy artefakty pochodziły od zwierząt upolowanych w okolicach stanowiska czy raczej zostały przyniesione przez ludzi z innego terenu, a jeśli tak to skąd. Doktorantka bardzo dobrze zaplanowała i przeprowadziła badania oraz prawidłowo zinterpretowała wyniki, uzyskując wiarygodną odpowiedź na postawione pytanie. Badania histologiczne czterech zawieszek wykazały, że mineralizacja szkliwa w siekaczach łośi przebiegała przez okres około jednego roku (360-390 dni), a

wartość dobowego wzrostu była stała wzdłuż całej wysokości korony zęba, natomiast tempo mineralizacji spadało w kierunku korzeni. Po miano tego, że szkliwo nosiło ślady uszkodzeń mechanicznych, które mogły być wypełnione *post mortem* przez cząsteczki osadów lub gleby, badania nie wykazały istotnych zmian składu izotopowego Sr *in vivo*. Pani Nina Kowalik wykazała, że jeden z osobników prowadził osiadły tryb życia, trzy przemieszczały się, zdobywając pokarm w różnych miejscach, ale niezbyt odległych od siebie, ponieważ wszystkie badane próby charakteryzowały się bardzo zbliżonymi wartościami $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Najważniejszy jednak jest wniosek, że uzyskane wartości sygnatury Sr nie pokrywały się z lokalnym tłem izotopowym okolicy Jaskini Borsuka, natomiast były podobne do wartości uzyskanych dla obszarów na granicy austriacko-słowackiej i północnych Węgier. Jest zatem wielce prawdopodobne, że artefakty zostały przyniesione przez ludzi migrujących z obszarów na południe od łuku Karpat w kierunku północnym, bądź trafiły do Jaskini Borsuka w wyniku wymiany handlowej prowadzonej przez ludy łowiecko-zbierackie.

Drugie zagadnienie, którego rozwiązaniem zajęła się doktorantka można streścić w pytaniu o naturalne zwyczaje migracyjne populacji mamuta. Innymi słowy chodziło o odpowiedź na pytanie o to czy liczna populacja mamuta, z otwartego stanowiska archeologicznego Kraków Spadzista, która wielokrotnie przyciągała łowców graweckich w to miejsce, była mobilna, czy mamuty pojawiały się sezonowo czy nie i ewentualnie jakie były kierunki tych migracji. To ambitne zadanie Pani Nina Kowalik rozwiązała w oparciu o badania sześciu okazów zębów trzonowych i ich fragmentów. Jak wykazała Autorka w kolejnych płytkach zębów (zab trzonowy mamuta od trzeciej generacji zębów składa się najczęściej z kilkunastu płytek będących w użyciu) mineralizacja przebiega prawie równocześnie co pozwala na przeprowadzenie pomiarów w dowolnie wybranych płytkach, a zapis wartości Sr reprezentuje historię mobilności osobnika nawet w okresie 10 lat. Okazało się, że zróżnicowanie składu izotopowego Sr zmienia się cyklicznie (do 13 razy), ale równocześnie jest on podobny w różnych fazach cyklu co wskazuje, że mamuty migrowały prawdopodobnie pomiędzy tymi samymi obszarami, a migracje odbywały się sezonowo co potwierdziła cykliczna zmienność składu izotopowego tlenu. Zgodność wartości $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ i $\delta^{18}\text{O}$ wspiera nie tylko sugestię o sezonowej migracji, ale również wiąże obecność mamutów na stanowisku z porą zimową. Ma to swoje konsekwencje dla interpretacji czasu polowań na mamuty, wydaje się, że właśnie w zimie padały one ofiarą łowców graweckich. Porównanie sygnatur $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ z różnych lokalnych środowisk z literatury wykazało, że najbardziej prawdopodobnym kierunkiem sezonowej migracji populacji ze stanowiska Kraków Spadzista (prawdopodobnie w cieplejszym sezonie) były obszary północnej Polski, a nie tereny w kierunku południowym przez Bramę Morawską, co najchętniej zaakceptowałiby archeolodzy i paleontolodzy. Ze względu na słabe

rozpoznanie środowiskowych sygnatur $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ we wschodniej Europie, nie można jednak wykluczyć kierunku sezonowej migracji wschód-zachód, wzdłuż doliny Wisły.

Wiele ze szczegółowych wyników badań Pani Niny Kowalik i ich interpretacja ma wręcz charakter nowatorski i stanowi istotny, indywidualny, wkład Autorki w rozwój dyscypliny oraz zastosowania badań izotopowych w archeologii, paleontologii i biologii.

Uwagi krytyczne

Tytuł pracy nie jest do końca przemyślany. W przypadku stanowiska Kraków Spadzista Autorka użyła określenia kulturowego „stanowisko graweckie”, a w przypadku Jaskini Borsuka brak takiego określenia, dlaczego? W tytule powinno się również znaleźć słowo „stront”, a nie tylko symbol Sr.

Jednym z mankamentów dysertacji jest brak konsekwencji w przedstawianiu wyników datowań radiowęglowych (^{14}C). Jest to dość częste zjawisko spotykane w różnych częściach rozprawy przy okazji dyskusowania wyników. W jednych miejscach pojawiają się daty kalibrowane (ka cal BP), a w innych niekalibrowane (ka BP) (np. str. 34, 36, 50, 53, 60, 64, 66, 108, 111, 112, 119, Tabela Z.2.4) lub jako „tysiące lat temu” (np. str. 52). Niekiedy w sąsiednich wierszach lub na jednej stronie (np. str. 53, 108) obecne są oba typy zapisu i trudno zorientować się, czy jest to pomyłka, czy jedna z dat nie została skalibrowana. Wprowadza to pewien chaos interpretacyjny i utrudnia czytelnikowi zrozumienie tekstu.

Brakuje mi również na końcu rozprawy kilku zdań podsumowujących wyniki badań odmiennych problemów badawczych, najlepiej w osobnym rozdziale. Pierwszy wszakże dotyczył odpowiedzi na pytanie czy artefakty grobowe zostały wykonane z zębów łośi upolowanych w miejscu pochówku, czy zostały one przyniesione przez ludzi z innego obszaru, a drugi skupiał się na rozwiązaniu całkiem odmiennego problemu, mianowicie na rekonstrukcji naturalnych, sezonowych migracji mamutów.

Poprawność redakcyjna rozprawy

Uwagi redakcyjne, przedstawione poniżej, a wychwycone w trakcie czytania opracowania, nie wpływają istotnie na ocenę pracy, choć niektóre z nich mają znaczenie w poprawnym zrozumieniu niektórych fragmentów rozprawy. Oto niektóre z nich:

Str. 11 – w czwartej linijce wstępu powinno znaleźć się słowo „stront (Sr)”, później już można używać tylko symbolu „Sr”;

Str. 11 – chodzi raczej o „zaadaptowanie, a nie „zaadoptowanie”;

Str. 16 – raczej „liczba” nie „ilość”, ponieważ podstawienia są „policzalne”;

Str. 16 – termin „pomiar histologiczny” jest pewnym skrótem myślowym i powinien być on zastąpiony przez inne sformułowanie np. „pomiar wykonany na preparatach histologicznych” lub inne bardziej opisowe;

- Str. 33 – Jaskinia Borsuka znajduje się na północny- zachód od Krakowa, a nie na północny- wschód;
- Str. 34-35 – kalibracje dat radiowęglowych dla znalezisk z plejstocenu lepiej podawać jako „ka cal BP”, a nie „ka cal BC” ze względu na możliwość bezpośredniej korelacji dat z interstadiałami lub stadiałami grenlandzkimi (GI i GS). Autorka nie ujednolica sposobu przedstawienia porównywanych dat z jaskiń Borsuka, Obłazowej i Mamutowej i trudno zorientować się, czy zakres czasowy znalezisk z tych stanowisk pokrywa się czy nie;
- Str. 35 -36 - Jeśli chodzi o pochówki dzieci warto byłoby w dyskusji wspomnieć o magdaleńskim pochówku dziecka z Wilczyc, tym bardziej, że temu pochówkowi również towarzyszyły liczne zawieszki z zębów (por. Irish i in. 2008. *Journal of Human Evolution* 55, 736-740; Schild (red.). 2014. Wilczyce. A Late Magdalenian Winter Hunting Camp in Southern Poland, IAE PAS; odpowiednie podrozdziały w tej książce);
- Str. 43 – „Analizowane zęby gryzoni” – domyślam się, że chodzi o siekacze gryzoni, a nie zęby trzonowe, powinno to być wyraźnie zaznaczone w tekście i tabelach;
- Str. 43 – „zmierzone stosunki $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ w gryzoniach” – powinno być w „zębach gryzoni”;
- Str. 50 – „zasięg łośia w okresie 30 -27 ka BP” – lepiej podać daty kalibrowane;
- Str. 50 – powinno być Sommer i Nadachowski, 2006;
- Str. 50 – w rodzinie Elephantidae wyróżnia się kilka innych rodzajów kopalnych, a więc to zdanie nie jest do końca prawdziwe;
- Str. 51 – „wyodrębniły się” – raczej „wyróżnia się”
- Str. 52-53 – brakuje mi informacji, że mamut wycofał się z Polski, ale też z większości obszaru Europy, nie tylko w okresach ociepleń, ale również w okresie LGM (ok. 21.4 – 19.2 ka cal BP) (Nadachowski et al. 2011, 2018; Ukkonen et al. 2011);
- Str. 53 – „Okolo 12,0 ka BP ... na Wyspie Wrangla gatunek przetrwał do 3,9-4,2 ka cal BP” – brak konsekwencji w podawaniu dat BP. Czy w obu przypadkach daty są kalibrowane ?;
- Str. 55 – Na Fig. 5.2.1 - d niepoprawnie zaznaczono drugą generację zębów trzonowych jako M1 (powinno być M2);
- Str. 66 – „ilości drzew” – powinno być „liczby drzew”;
- Str. 66 – „ilości okazów”, powinno być „liczby okazów”;
- Str. 66 – „niewielka ilość drobnych pęknięć”, powinno być „liczba pęknięć”;
- Str. 90 – „zwierzęta ... podróżowały do innych regionów – trzeba użyć innego słowa, „podróżują” jedynie ludzie;
- Str. 110 – „osobnik ten przemieszczał się”, powinno być „przemieszczał się”;

Ocena końcowa

W przedstawionej do recenzji pracy doktorskiej Pani Niny Kowalik trudno wskazać słabe punkty, a uwagi krytyczne mają przede wszystkim charakter redakcyjny. Postawione cele rozprawy zostały w moim odczuciu całkowicie zrealizowane. Uważam, że praca w pełni odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim. Doktorantka zweryfikowała hipotezy badawcze w dobrze zaplanowanych i przeprowadzonych badaniach. Wyniki zostały uzyskane przy zastosowaniu dobrze dobranych i różnorodnych metod. Wyciągnięte wnioski są ciekawe i częściowo nowatorskie. Na podstawie zgromadzonych danych autorka opublikowała dotychczas jeden artykuł w bardzo dobrym czasopiśmie *Scientific Reports*, w przygotowaniu którego miała wiodący udział. Przedstawione wyniki w istotny sposób poszerzyły wiedzę na temat pochodzenia artefaktów wykonanych z zębów łośia (*Alces alces*) i sezonowej mobilności mamuta (*Mammuthus primigenius*).

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr Niny Kowalik spełnia warunki określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. (Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce, Dz.U. z 2018 r poz. 1668 z późniejszymi zmianami) i wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Nauk Geologicznych PAN o dopuszczenie doktorantki do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora.



prof. dr hab. Adam Nadachowski