

## Izotopy tlenu w konodontach Bałtyki jako wskaźniki zmian klimatycznych w ordowiku

Badania składu oceanu i atmosfery oraz warunków klimatycznych panujących w przeszłości są kluczowe dla zrozumienia procesów, jakim podlegała dotychczas Ziemia, i przewidzenia przyszłych zmian na naszej planecie. Z tej perspektywy szczególnie istotnym okresem jest ordowik (487–443 mln lat temu), który charakteryzował się bujnym rozwojem życia morskiego. Wiedza o zmianach w klimacie Ziemi, które miały miejsce w tym okresie, zostanie wzbogacona w ramach niniejszego projektu w efekcie analiz składu izotopowego tlenu w pojedynczych gatunkach konodontów.

Metody szacowania paleotemperatur opierają się w głównej mierze na analizach izotopów tlenu ( $\delta^{18}\text{O}$ ) w skamieniałościach takich jak ramienionogi (zbudowanych z węglanu wapnia) i konodonty (składających się z fosforanu wapnia), które znajdują się w skałach węglanowych. Pomimo postępów w badaniach dotyczących klimatu ordowiku, które zostały dokonane w ostatnich latach, wiele pytań pozostaje nadal bez odpowiedzi, a charakterystyka składu izotopowego konodontów ( $\delta^{18}\text{O}$ ) ma znaczne luki, zarówno jeżeli chodzi o czas geologiczny, jak i lokalizacje na świecie. Stanowi to ograniczenie dla ogólnego zrozumienia kluczowej zmiany w historii Ziemi, która miała miejsce począwszy od gorących kambryjskich warunków cieplarnianych aż do późnoordowickiej epoki lodowcowej.

Nasze badania będą opierać się na konodontach – milimetrowej wielkości skamieniałościach przypominających zęby, które należały do wymarłych zwierząt podobnych do węgorzy żyjących w morzu szelfowym. Okazy do badań obejmować będą różne gatunki konodontów Bałtyki, jednego z pradawnych kontynentów, na którym znajdowało się rozległe epikontynentalne morze – basen bałtycki. Zostaną one pozyskane z istniejących i dobrze udokumentowanych kolekcji skamieniałości z Estonii i Łotwy. Analiza składu izotopowego tlenu w różnych gatunkach konodontów ma umożliwić odtworzenie zmian klimatycznych, które zachodziły w ordowiku. W pierwszej kolejności ustalimy, czy konodonty z Bałtyki nie uległy wtórnym przemianom, a tym samym stanowią wiarygodne źródło informacji dla badań paleoklimatu. W tym celu scharakteryzujemy ich skład chemiczny przy użyciu kilku metod analitycznych: spektroskopii Ramana i spektroskopii w podczerwieni, a także mikrosondy elektronowej i spektrometrii masowej ICP z ablacją laserową. Wyniki tych prac nie tylko będą źródłem informacji potrzebnych do interpretacji danych izotopowych dla konodontów z Bałtyki, ale również dostarczą wskazówek metodycznych istotnych dla wielu innych badań paleośrodowiskowych opierających się na analizach bioapatytu.

Większość dotychczasowych badań  $\delta^{18}\text{O}$  w konodontach była prowadzona metodą GS-IRMS, która wymaga dużych ilości materiału do wykonania jednego pomiaru. Technika ta nie pozwala więc na badanie próbek zawierających tylko nieliczne okazy oraz uniemożliwia charakterystykę zmienności  $\delta^{18}\text{O}$  pomiędzy różnymi gatunkami oraz zidentyfikowanie niejednorodności w obrębie pojedynczych konodontów. Tego rodzaju rozważania mogą być jednak przeprowadzone na podstawie analiz *in situ* wykonanych przy użyciu spektrometrii mas jonów wtórnych (SIMS).

Już wyniki przeprowadzonych przez nas badań pilotażowych wykazały, że dane SIMS uzyskane na próbkach jednogatunkowych różnią się od danych GS-IRMS, które nieuchronnie wykonywane są dla próbek stanowiących mieszaninę wielu gatunków. Dlatego też kluczowym założeniem projektu jest rekonstrukcja zmian klimatycznych w ordowiku na podstawie składu izotopowego pojedynczych gatunków konodontów. Kierunki zmian, które zaszły na przestrzeni około 20 mln lat, planujemy odtworzyć w oparciu o badanie próbek z dwóch rdzeni wiertniczych w północno-wschodniej Estonii.

Przeanalizujemy również, czy różnice w wartościach  $\delta^{18}\text{O}$  pomiędzy poszczególnymi gatunkami odzwierciedlają preferowane przez nich siedliska w kolumnie wody z określonym gradientem temperatury i czy różnice te są skorelowane ze zmianami w głębokości wody. Ta część badań będzie prowadzona na próbkach z osadów odpowiadających płytszym, pośrednim i głębszym częściom szelfu wschodniego basenu bałtyckiego (z czterech rdzeni wiertniczych w Estonii i Łotwie).

W literaturze udokumentowano pewne niezgodności pomiędzy danymi, które zostały uzyskane dla tego samego materiału badawczego przy użyciu SIMS i GS-IRMS. Dlatego celem projektu jest także rozwiązanie tego problemu i ustalenie metodyki analiz izotopowych konodontów metodą SIMS, tak aby uzyskać reprezentatywne wyniki wolne od artefaktów pomiarowych. W ramach niniejszego projektu po raz pierwszy przeprowadzone zostaną analizy SIMS konodontów w połączeniu z danymi uzyskanymi przy użyciu dyfrakcji wstecznie rozproszonych elektronów, aby ocenić wpływ orientacji krystalograficznej na dane izotopowe.