



Zofia Kaczmarek
(Gniezno)

POCHODZENIE TKANIN ARCHEOLOGICZNYCH — ANALIZA IZOTOPOWA STRONTU¹

Karin Margarita Frei, Provenance of Pre-Roman Iron Age textiles — methods development and applications, Ph.D. thesis, Faculty of Humanities, University of Copenhagen, Copenhagen 2010, 146 s., Appendix 66 s.

Od początków XX wieku istnieje współpraca pomiędzy archeologią a naukami ścisłymi, która zaowocowała nie tylko nową metodyką badań, ale i metodologią. Wraz z rozwojem technologii ta współpraca zacieśniała się, powstawały coraz dokładniejsze sposoby datowania czy analizy artefaktów. Rozwój technologii przekłada się także na sposób badań terenowych. Współcześnie żadne prace wykopaliskowe nie są, czy nawet nie powinny być, prowadzone bez udogodnień technologicznych. Zdarza się i tak, że metody badań nieinwazyjnych, oparte na najnowszych osiągnięciach techniki, zastępują całkowicie tradycyjne wykopaliska.

Nie oznacza to jednak, że coraz częściej obecne w archeologii nowe technologie pozwalają odpowiedzieć na wszystkie pytania nurtujące archeologów. Dlatego też nieustannie trwają poszukiwania metod, które pozwoliłyby znaleźć rozwiązania nawet najbardziej skomplikowanych problemów, z jakimi stykają się badacze historii. Jedną z takich metod opracowała Karin Margarita Frei i na niej oparła swoją dysertację doktorską.

Karin M. Frei jest obecnie związana z Danish National Research Foundation's Centre for Textile Research na Uniwersytecie w Kopenhadze. W swoich badaniach z sukcesem połączyła narzędzia teoretyczne i analityczne, którymi dysponują nauki o ziemi (z wykształcenia jest geologiem), z przedmiotami kultury materialnej dostarczonymi przez archeologię. Opracowana przez nią metoda skupia się na analizie surowców (głównie wełny), z których wykonane zostały tkaniny odkryte wraz z pochówkami bagiennymi na terenie Danii. Datowane są one przede wszystkim na okres przedrzymski (500 r. p.n.e. – I w. n.e.). Celem stworzonej przez Karin

¹ Chciałabym podziękować Karin M. Frei za objaśnienia niezrozumiałych dla mnie elementów jej metody i wszelkie inne informacje, które umożliwiły mi napisanie tej recenzji.

M. Frei metody jest ustalenie pochodzenia tych surowców na podstawie analizy izotopowej strontu.

Jej praca składa się z sześciu części, z których pierwsza stanowi wstęp opisujący podstawę badań. Druga przedstawia wstępne studia nad antycznymi tkaninami oraz ich wyniki. Trzecia i czwarta to typowe *case studies*, mające na celu ukazanie adekwatności opisywanej metody do badań nad pochodzeniem wełny. Piąta część opisuje autorską metodę oczyszczania wełny z różnego rodzaju barwników, które, same posiadając izotopy strontu, mogłyby wpłynąć na wyniki analizy. Szósta, ostatnia część, podsumowuje pracę oraz wysuwa wnioski dotyczące przyszłych badań.

Do głównego tekstu dysertacji Karin M. Frei dołączyła także stanowiący osobny tom aneks. Znajdują się w nim zdjęcia analizowanych tkanin i pobranych z nich próbek, a także kopie oświadczeń współautorów i otrzymanych praw autorskich. Ostatnia część aneksu to przedruki artykułów opublikowanych przez autorkę w czasopismach naukowych.

Metoda analizy izotopowej, w tym i strontu, nie jest nowa. Była już z powodzeniem używana w takich naukach, jak na przykład petrologia, wulkanologia, hydrologia czy nawet archeologia (izotopy strontu używane są do ustalania pochodzenia przedmiotów z obsydianu oraz gipsu, a także pochodzenia ludzi i zwierząt na podstawie zachowanych zębów)². Karin M. Frei rozwinęła tę metodę i dostosowała protokół geochemiczny tak, by mógł służyć także do rozpoznawania pochodzenia wełny i używanych we włókiennictwie surowców roślinnych. Ponadto, biorąc pod uwagę specyfikę badanego materiału, a więc fakt, że surowce tkackie były bardzo często farbowane, a także ich wieloletnie zdeponowanie w ziemi, które mogło zanieczyścić oryginalny izotop, autorka opracowała metodę oczyszczania wełny za pomocą silnego oksydantu.

Stront (Sr) jest jednym z metali alkaicznych obecnych w podłożu³. Składa się z czterech naturalnych izotopów, z których trzy są uznawane za stabilne, natomiast radiogeniczny ⁸⁷Sr — za niestabilny. Metoda zaproponowana przez Karin M. Frei opiera się na dwóch izotopach — ⁸⁷Sr i ⁸⁶Sr, głównie zaś na analizie zróżnicowa-

² P. Bahn, C. Renfrew, *Archeologia. Teorie, metody, praktyka*, Warszawa 2002, s. 348.

³ Szczegółowy opis metody znajduje się w recenzowanej książce na stronach 15–27, a także w artykułach: K.M. Frei, R. Frei, U. Mannering, M. Gleba, M.-L. Nosch, H. Lyngstrøm, *Provenance of Ancient Textiles — a Pilot Study Evaluating the Strontium Isotope System in Wool*, *Archaeometry* 51, 2, 2009, s. 252–276; K.M. Frei, I. Skals, M. Gleba, H. Lyngstrøm, *The Huldremose Iron Age Textiles, Denmark: an Attempt to Define Their Provenance Applying the Strontium Isotope System*, *Journal of Archaeological Science* 36, 2009, s. 1965–1971.

nia proporcji $87\text{Sr}/86\text{Sr}$. Ich skład w podłożu geologicznym jest zależny od wieku, natury i typu pierwotnych skał magmowych. Ilość radiogenicznego izotopu 87Sr wzrasta z czasem w skałach bogatych w koncentracje strontu i rubidu (pierwiastków początkowych). Proces produkcji izotopu 87Sr jest na tyle powolny, że proporcje $87\text{Sr}/86\text{Sr}$, z punktu widzenia dziejów ludzkich, można uznać za niezmiennie. Dodatkowo w podłożu poszczególnych regionów świata można zaobserwować różnice w stężeniu strontu, co pozwala na określenie specyfiki danego miejsca oraz rozróżnianie pochodzenia pobranych próbek. Karin M. Frei stworzyła bazę danych opublikowanych wyników analiz izotopowych (np. ziemi, wód gruntowych), na podstawie której zamierza w dalszych badaniach stworzyć mapę, a która umożliwiła jej ustalenie charakterystycznej dla Danii koncentracji strontu. Na obecnym etapie badań metoda analizy izotopowej strontu pozwala rozróżnić tkaniny charakteryzujące się większym lub mniejszym stężeniem strontu, a pochodzące z Danii, z Norwegii, z północnej i południowej Szwecji oraz z północnych Niemiec.

Podstawą omawianej analizy izotopowej strontu jest teza, iż ilość tego pierwiastka przyjmowana wraz z pokarmem przez zwierzęta roślinożerne, takie jak na przykład owce, jest identyczna z tą rejestrowaną w podłożu i nie ulega zmianie podczas drogi, jaką przebywa z podłoża, przez rośliny do wełny. Pierwszy tezę tę wysunął Claus von Carnap-Bornheim⁴, ale przyjął ją *a priori*, nie próbując jej udowodnić. Karin M. Frei przeprowadziła szereg badań na różnych podłożach (a więc z różnym stężeniem strontu) i na różnych stadach owiec. Badania te potwierdziły tezę o jednakowej ilości izotopów strontu w glebach pastwisk i w wełnie owiec, które się na nich pasły.

Udowodnienie wysuniętej już przez zespół Clausa von Carnapa-Bornheima hipotezy pozwoliło Karin M. Frei na rozpoczęcie poprawnej pod względem metodycznym analizy tkanin archeologicznych. Pomimo że włosy zawierają śladowe ilości strontu, to z powodu niskiego pH w bagnach, w których były zdeponowane, oryginalny pierwiastek w wełnie jest mniej zanieczyszczony. Autorka zbadała w sumie piętnaście nitek wełnianych i trzy włókna roślinne z czterech różnych znalezisk datowanych na okres przedrzymski. Analizy te pozwoliły na wysunięcie ciekawych wniosków. Na przykład w tkaninie Huldremose II (tzw. *peplos*) Karin M. Frei odkryła wełnę zarówno pochodzenia lokalnego, jak i zewnętrznego (przynajmniej z trzech różnych miejsc). Technika przędzenia i tkania jest natomiast miejscowa,

⁴ C. von Carnap-Bornheim, M.-L. Nosch, G. Grupe, A.-M. Mekota, M.M. Schweissing, Stable Strontium Isotopic Ratios from Archaeological Organic Remains from the Thorsberg Peat Bog, Rapid Communications in Mass Spectrometry 2007, s. 1541–1545.

co oznacza, że ówcześni ludzie potrafili tak gromadzić surowiec, sprowadzając wełnę nawet z odległych obszarów, żeby wykonać tkaninę o specyficznych, z góry określonych cechach.

Metoda analizy izotopowej strontu, w postaci przedstawionej przez Karin M. Frei, jest niezwykle obiecująca. Otwiera nowe perspektywy badań nad szeroko rozumianymi migracjami i wymianą w przeszłości, stwarzając możliwość rozwiązania przynajmniej części kontrowersji dotyczących tkanin importowanych. Dysertacja doktorska autorki omawianej metody została doceniona jako najlepsza praca w dziedzinie archeometrii — otrzymała prestiżową nagrodę GMPCA 2011 (Groupe des Méthodes Pluridisciplinaires Contribuant à l'Archéologie), która przyznawana jest co dwa lata na konferencji ugrupowania.

Jednakże metoda analizy izotopowej strontu dostosowana do badań nad pochodzeniem tkanin nie jest doskonała. Jedną z najpoważniejszych jej wad jest niemożność dokładnego określenia regionu pochodzenia wełny czy włókien roślinnych. Problem ten jest spowodowany tym, że choć poszczególne rejony świata różnią się między sobą ilością izotopów strontu obecnych w podłożu, to między niektórymi z nich różnica jest na tyle niewielka (lub wręcz żadna), że niemal niemożliwa do wykrycia. I tak na przykład, ilość strontu w podłożu jest prawie identyczna w Danii i w Polsce⁵. W praktyce oznacza to, że aby stwierdzić z całkowitą pewnością lokalne lub zewnętrzne pochodzenie tkanin, trzeba wnioski wysnuć na podstawie analizy strontu poprzez wyniki badań z zastosowaniem innej, dokładniejszej metody (na przykład analizą izotopową tlenu i węgla⁶, jaką rozwija Izabella von Holstein, doktorantka na Uniwersytecie w Yorku). Karin M. Frei zaznacza jednak, że istnieje prawdopodobieństwo, że nigdy nie będziemy w stanie doprecyzować informacji na temat pochodzenia tkanin.

Metoda Karin M. Frei jest również metodą destruktywną, co oznacza, że próbka ulega zniszczeniu podczas separacji izotopów w spektrometrze masowym. Nie jest to co prawda jedyna metoda destrukcyjna znana w archeologii (na przykład podczas datowania radiowęglowego próbka również ulega zniszczeniu), ale ze względu na unikatowy charakter tkanin archeologicznych jest to dość istotna wada. Co więcej, do badania potrzebne jest kilka miligramów pobranych z badanego przedmiotu, a to poważnie redukuje szansę analizy

⁵ Informacja ustna K.M. Frei.

⁶ Wyniki badań nie zostały jeszcze opublikowane, założenia swojej pracy Izabella von Holstein przedstawiła na XI konferencji NESAT, która odbyła się w dniach 10–13 maja 2011 w Esslingen am Neckar, w Niemczech.

mniejszych fragmentów tkanin. Co prawda, Karin M. Frei zdaje sobie sprawę z niedoskonałości swojej metody pod tym właśnie względem, stąd podejmuje próby analiz coraz mniejszych próbek. Autorka podkreśla jednak, że metody destruktywne pozwalają odpowiedzieć na inne niż pozostałe metody pytania, stąd są one również niezbędne w archeologii.

Ostatnim z poważniejszych zarzutów dotyczących analizy izotopowej strontu jest problem badań wyrobów włókienniczych zdeponowanych wraz z bronią (które ulegają mineralizacji) czy znalezionych w słonych wodach (np. z wrakami statków) lub w ich pobliżu. Takie tkaniny są silnie zanieczyszczone, co stanowi poważny problem w badaniach nad ich pochodzeniem. Próba ich odczyszczenia, tak by wyizolować oryginalny pierwiastek, jest ryzykowna i nie zapewnia satysfakcjonujących wyników.

Karin M. Frei pragnie jednak rozwijać przedstawioną metodę autorską, co zaznacza w ostatniej części dysertacji, zarysowując przyszłe problemy badawcze. Najciekawszymi postulatami, według mnie, są badania nad stworzeniem mapy izotopowej Danii, która umożliwiłaby doprecyzowanie lokalnego pochodzenia tkanin, a także próba oczyszczenia zanieczyszczonych przez sól morską wyrobów włókienniczych wydobytych z wraków statków czy też badania nad pochodzeniem jedwabiu. W sumie autorka wysuwa jedenaście postulatów, z których każdy pozwoli na rozwinięcie metody i dodatkowe sposoby jej wykorzystania w badaniach nad tekstyliami.

Na zakończenie warto podkreślić, że metoda analizy izotopowej strontu wykorzystywanej do badania pochodzenia tkanin archeologicznych powstała stosunkowo niedawno i stanowi obecnie bazę, która wymaga ciągłego ulepszania. Ponadto, jak podkreśla Karin M. Frei we wstępie do swojej dysertacji, jest to tylko jeden z aspektów badań nad wyrobami włókienniczymi. Autorka pomija wszystkie pozostałe, gdyż jej metoda powinna być włączona w szerszą dyskusję dotyczącą wszystkich aspektów analiz tkanin. Niewątpliwie jednak udaje się jej spełnić podstawowe założenie swojej pracy, a mianowicie dostarczyć nowe narzędzie do badań archeologicznych.

Wprawdzie na ziemiach polskich nie posiadamy tak bogatych znalezisk tkanin jak w krajach skandynawskich, jednakże próba zastosowania metody analizy izotopowej strontu z pewnością mogłaby wnieść dużo do badań nad pochodzeniem wyrobów włókienniczych znalezionych na terenie naszego kraju. Karin M. Frei już rozpoczęła rozpowszechnianie i wykorzystywanie swojej metody poza Skandynawią⁷, co pozwala mieć nadzieję, że owo nowe narzędzie badań archeologicznych znajdzie zastosowanie i u nas.

⁷ Informacja ustna K.M. Frei.

Z punktu widzenia polskiego czytelnika dużym problemem w zapoznaniu się z metodą może okazać się kwestia dostępności dysertacji doktorskiej Karin M. Frei. Została ona wydrukowana w niewielkiej liczbie egzemplarzy i na razie jest niedostępna poza granicami Danii. Jednakże przedstawienie nowatorskiej metody znaleźć można w artykułach w ogólnodostępnych czasopismach naukowych⁸. Język, w którym zostały napisane, może być trudny w odbiorze dla humanisty w przeciwieństwie do książki, której treść jest niewątpliwie przystępniejsza. Natomiast ilustracje i tabele dopełniające opis metody są staranniej wykonane i czytelniejsze w artykułach. Pomimo zasygnalizowanych trudności warto zapoznać się z metodą analizy izotopowej strontu, ponieważ stanowi ona poważny krok naprzód w badaniach nad pochodzeniem tkanin archeologicznych.

⁸ Patrz przypis 3.