

### [Akceptuje](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)  
[Kontakt](#)



[Laboratoria](#)  
[.net](#)  
[Innowacje](#)  
[Nauka](#)  
[Technologie](#)

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

zapisz się



[Strona główna](#) > [Tygodnik "Nature"](#) > [Artykuły](#)

## Mleczna rewolucja

**✘ Mutacja genetyczna, która pozwoliła dorosłym Europejczykom pić mleko, przygotowała także grunt na kontynentalny przewrót.**

W latach 70. ubiegłego wieku, archeolog Piotr Bogucki pracował nad wykopaliskami z epoki kamienia na żyznych nizinach centralnej Polski, kiedy natrafił na ciekawą mieszankę dziwnych artefaktów. Ludzie, którzy żyli tam około 7000 lat temu byli jednymi z pierwszych w Europie rolników i pozostawili po sobie fragmenty ceramiki pokrytej małymi dziurkami. Wyglądało to tak, jakby czerwone gliniane naczynia zostały nakłute trzcina podczas wypiekania.

Szukając w literaturze, Bogucki natrafił na inne przypadki perforowanej ceramiki. „Były to przypadki tak rzadkie, że zawsze zawierano je w publikacjach”, mówi Bogucki, który obecnie pracuje na Uniwersytecie Princeton w New Jersey. Bogucki wcześniej widział coś podobnego u znajomego w domu. Przedmiot służył do odcedzania sera, naukowiec miał więc podejrzenie, że odnalezione przedmioty mogły mieć coś wspólnego z mleczarstwem. Nie miał jednak jak zweryfikować swojej hipotezy.

Tajemnicze skorupy tkwiły w magazynie aż do 2011 roku, kiedy to Mélanie Roffet-Salque wydobyła je na światło dzienne i poddała analizie pozostałości tłuszczu znajdujące się w glinie. Roffet-Salque, biochemik z University of Bristol w Wielkiej Brytanii, znalazła ślady licznych tłuszczów mlekowych dowód na to, że pierwsi rolnicy używali naczyń do odcedzania tłustych bryłek z mleka od płynnej serwatki. Czyny to polskie naczynia najstarszymi śladami wyrobu sera na świecie.

Śledztwo Roffet-Salque to kolejne ogniwo w łańcuchu odkryć dotyczących historii mleka w Europie. Wiele z nich to efekt wartego 3,3 miliony euro projektu, który rozpoczął się w 2009 roku i łączy pracę archeologów, chemików i genetyków. Odkrycia te pokazują, jak głęboko produkty nabiałowe kształtowały osadnictwo człowieka na Starym Kontynencie.

Podczas ostatniej epoki lodowcowej mleko było praktycznie toksyną dla osób dorosłych, które w odróżnieniu od dzieci nie wytwarzały laktazy- enzymu koniecznego do trawienia laktozy, czyli głównego cukru występującego w mleku. Jednak w miarę jak rolnictwo zaczęło wypierać łowiectwo i zbieractwo na Bliskim Wschodzie około 11 000 lat temu, hodowcy bydła znaleźli sposób na zredukowanie ilości laktozy w produktach mlecznych do odpowiednio niskiego poziomu poprzez fermentację mleka do postaci sera lub jogurtu. Kilka tysięcy lat później przez Europę przetoczyła się mutacja genetyczna, która umożliwiła ludziom produkcję laktazy i picie mleka przez całe życie. Ta adaptacja organizmu stworzyła nowe źródło pozyskiwania substancji odżywczych, które mogły wyżywić społeczności w przypadku nieurodzajnych zbiorów.

Ta dwustopniowa mleczna rewolucja mogła być jednym z głównych czynników umożliwiających grupom pasterzy z południa przejść przez Europę i wyprzeć kultury łowiecko-zbierackie zamieszkujące te tereny tysiąclecia wstecz. „Z archeologicznego punktu widzenia rozprzestrzenili się na północ kontynentu bardzo szybko”, mówi Mark Thomas genetyk populacyjny z University College w Londynie. Ta fala emigracyjna pozostawiła trwały ślad w Europie, gdzie, w odróżnieniu od wielu innych rejonów świata, ludzie w większości tolerują mleko. „Możliwe, że większość Europejczyków wywodzi się właśnie od tych pierwszych rolników zdolnych do trawienia laktozy”, dodaje Thomas.

## **Mocne żołądki**

Małe dzieci wytwarzają laktazę i mogą dzięki niej trawić laktozę zawartą w mleku matki. Ale w miarę jak dojrzewają, u większości gen laktazowy wycisza się. Tylko 35% populacji trawi laktozę powyżej siódmego lub ósmego roku życia. „Jeśli nie tolerujesz laktozy i wypijesz szklanekę mleka, to może się to skończyć poważną chorobą- ostrą biegunką, dyzenterią.”, ostrzega Oliver Craig, archeolog z Uniwersytetu w Yorku w Wielkiej Brytanii, „Nie mówię, że jest to śmiertelne, ale z pewnością bardzo nieprzyjemne”.

Większość ludzi, którzy utrzymują zdolność do trawienia laktozy może odnaleźć swoje korzenie w Europie, gdzie cecha ta zdaje się być związana z pojedynczym nukleotydem, w którym cytozyna zawarta w DNA zamieniła się w tyminę niedaleko genu laktazowego. Przypadki tolerancji laktozy zdarzają się także w Afryce Zachodniej, na południu Azji i na Bliskim Wschodzie. Tam jednak pochodzą one prawdopodobnie od innej mutacji.

Europejska mutacja w pojedynczym nukleotydzie miała miejsce stosunkowo niedawno. Thomas i jego koledzy oszacowali ten moment przyglądając się współczesnym wariacjom genetycznym w populacjach i używając technik symulacji komputerowej, ukazującej jak podobne mutacje mogły rozprzestrzeniać się w pradawnych społecznościach. Ustalili, że odporność na laktozę, nazwana „allele LP” (lactose persistense allele) pojawiła się około 7,5 tysiąca lat temu na rozległych, żyznych równinach Węgier.

## **Mocne geny**

Od samego momentu pojawienia się, allel LP zaczął dawać ogromną przewagę selektywną. W badaniach z 2004 roku badacze oszacowali, że ludzie z mutacją genetyczną wydawali na świat o 19% bardziej płodne potomstwo od tych, którzy tej mutacji nie mieli. Badacze określili stopień tej selekcji jako „jeden z największych, jaki dotychczas poznano dla jakiegokolwiek genu”.

Przewaga ta, zwiększana przez setki pokoleń, mogła faktycznie pomóc populacji w zdobyciu całego kontynentu. Jednak działałoby się tak tylko wówczas, gdy „populacja miałaby dostęp do świeżego mleka i jego przetworów”, mówi Thomas. „To ko-ewolucja kultury i genów, które napędzają siebie nawzajem”, dodaje.

Aby zbadać historię tej interakcji, Thomas rozpoczął współpracę z Joachimem Burgerem-paleogenetykiem z Uniwersytetu Jana Gutenberga w Mainz (Niemcy) oraz Matthew Collinsem-bioarcheologiem z Uniwersytetu w Yorku. Rozpoczęli oni multidyscyplinarny projekt LeCHE (Lactase Persistence in the early Cultural History of Europe), który zrzeszył młodych badaczy z całego kontynentu.

Dzięki biologii molekularnej, archeologii oraz składowi chemicznemu prehistorycznej ceramiki, uczestnicy LeCHE mieli nadzieję odkryć podstawowe fakty dotyczące pochodzenia współczesnych Europejczyków. „To było odwieczne pytanie- czy wywodzimy się od rolników z Bliskiego Wschodu czy raczej od tubylczych plemion zbieraczy”, mówi Thomas. Sprowadza się to więc do problemu: ewolucja czy wymiana? Czy rdzenne ludy zbieraczy i łowców w Europie zajęły się w końcu rolnictwem i hodowlą zwierząt? A może jednak nastąpił napływ kolonizatorów-rolników, którzy wyparli miejscowe populacje połączeniem genów z nowoczesną technologią?

Jedno źródło dowodów stanowiły badania kości zwierząt znalezionych na miejscu wykopalisk. Jeśli bydło hodowane jest głównie w celu pozyskiwania mleka, to młode zarzyna się jeszcze przed ukończeniem przez nie pierwszego roku życia, tak, aby można było dłużej doić jego matkę. Z kolei bydło przeznaczone na mięso zabija się później, kiedy osiągnie już swój maksymalny rozmiar. (Podobny schemat zachodzi także dla owiec i kóz, które także były częścią nabiałowej rewolucji.)

Na podstawie badań modeli wzrostu kości, jeden z uczestników projektu LeCHE- Jean-Denis Vigne, archeozoolog z Narodowego Muzeum Historii Naturalnej w Paryżu, sugeruje, że mleczarstwo na Bliskim Wschodzie mogło zacząć się już z pierwszym udomowieniem zwierząt na tym terenie, czyli około 10 500 lat temu, tuż po rozpoczęciu Rewolucji Neolitycznej, kiedy ekonomia oparta na łowiectwie i zbieractwie ustąpiła miejsca tej uzależnionej od uprawy roli. „Mleczarstwo mogło być jednym z powodów, dla których ludzie zaczęli hodować bydło, owce czy kozy”, wyjaśnia Roz Gillis-archeozoolog pracujący w tym samym muzeum. Według Gillisa, który badał kości pochodzące z ponad 150 miejsc w Europie i Anatolii (obecnie Turcja), mleczarstwo rozprzestrzeniło się potem zgodnie z kierunkami wytyczonymi przez Rewolucję Neolityczną.

Same kości nie są w stanie dać odpowiedzi na to, czy przemiana neolityczna w Europie miała miejsce przez ewolucję czy wymianę. Oferują jednak ważne wskazówki. W poprzednich badaniach, Burger i inni badacze odkryli, że udomowione bydło w Europie było bliżej spokrewnione z krowami z Bliskiego Wschodu niż z miejscowymi dzikimi turami. To mocny dowód na to, że przybywający pasterze przyprowadzali swoją trzodę ze sobą, a nie udamawiali zwierząt zastanych na miejscu. Podobna historia wiąże się z badaniami nad DNA pradawnych ludzi, znalezionym w niektórych miejscach w Europie. Sugerują one, że Europejczycy ci nie wywodzili się od plemion zbieracko-łowieckich, które dawniej żyły na tamtych terenach.

Łącząc te rezultaty, można rozstrzygnąć o pochodzeniu pierwszych w Europie rolników. „Od długiego czasu, mainstream archeologiczny twierdził, że w Europie mezolityczni zbieracze przekształcili się w neolitycznych farmerów. My udowodniliśmy, że było zupełnie inaczej”, mówi

Burger.

## **Mleko czy mięso**

Biorąc pod uwagę fakt, że początek mleczarstwa na Bliskim Wschodzie miał miejsce znacznie wcześniej niż pojawienie się allele LP w Europie, hodowcy musieli znajdować sposoby na redukcję stężenia laktozy w mleku. Prawdopodobnie uzyskiwali to dzięki produkcji jogurtów i serów. Sfermentowany ser taki jak feta czy cheddar zawiera śladowe ilości laktozy, natomiast dojrzałe, twarde sery, jak na przykład parmezan nie mają jej właściwie wcale.

Aby przebadać tę hipotezę, badacze LeCHE przeprowadzili badania chemiczne odnalezionej ceramiki. Porowata struktura gliny zachowała wystarczająco dużo resztek, aby móc ustalić jaki rodzaj tłuszczu został poddany procesowi gotowania- czy było to mięso, czy może mleko i od jakich zwierząt pochodziły. „To umożliwiło nam ustalenie rodzaju gotowanych wówczas produktów”, mówi Richard Evershed- chemik z Uniwersytetu w Bristolu.

Evershed i jego współpracownicy z LeCHE znaleźli tłuszcz mleczny na ceramice z terenów Żyznego Półksiężycy sprzed co najmniej 8 500 lat, a badania Roffet-Salque przeprowadzone na polskiej ceramice dają jasne dowody na to, że hodowcy w Europie ubogacali swoją dietę produkowanymi serami około 6 800-7 400 lat temu. Do tego czasu nabiał stał się ważnym suplementem neolitycznej diety, nie był jednak jeszcze dominującą częścią ówczesnej ekonomii.

Następny etap następował stopniowo, gdyż najprawdopodobniej wymagał już wykształcenia odporności na laktozę. Allel LP nie od razu stał się powszechny w populacji. Burger znalazł ślady mutacji genetycznej w próbkach DNA pochodzącego z północnych Niemiec sprzed 6 500 lat.

Modele stworzone przez uczestniczkę LeCHE, Pascale Gebrault, genetyka populacyjnego z University College w Londynie, wyjaśniają, jak cecha ta mogła się rozprzestrzeniać. Technologie rolnicze i hodowlane neolitycznych ludów z Bliskiego Wschodu pomogły im wyprzeć miejscową ludność parającą się zbieractwem. W miarę jak ludy z południa przesuwały się na północ, wraz z nimi przesuwał się także allel LP. Odporność na laktozę trudniej utrwalała się na południu Europy, bo neolityczne ludy osiedliły się tam jeszcze zanim wystąpiła mutacja. Ale wraz z ekspansją społeczeństwa agrarnego na północ i zachód, przewaga dana przez allel LP miała coraz większe znaczenie. „Wraz z szybkim wzrostem danej populacji, częstotliwość występowania allele może się zwiększać”, mówi Gebrault.

Pozostałości tego zjawiska są widoczne do dnia dzisiejszego. Na południu Europy tolerancja laktozy występuje stosunkowo rzadko (poniżej 40% w Grecji i Turcji). W Wielkiej Brytanii i Skandynawii z kolei ponad 90% dorosłych trawi mleko.

## **Większa hodowla**

Na przełomie neolitu i epoki brązu, około 5000 lat temu, allel LP występował powszechnie na terenie Europy Środkowej i Północnej, gdzie tym samym rozpowszechniła się hodowla bydła jako dominujący składnik kultury. „Odkrywają ten sposób życia i kiedy w końcu mogą się w pełni cieszyć z korzyści płynących z nowej diety, intensyfikują też hodowlę”, wyjaśnia Burger. Kości bydła stanowią ponad dwie trzecie znalezionych w centrum i na północy Europy kości zwierzęcych pochodzących z tamtego okresu.

Badacze LeCHE wciąż próbują zrozumieć, dlaczego możliwość spożywania mleka dała tak dużą przewagę na tych obszarach. Thomas twierdzi, że w miarę jak ludy przemieszczały się na północ, mleko stanowiło zabezpieczenie przed klęską głodu. Nabiał, który mógł być dłużej przechowywany

w chłodniejszym klimacie, stanowił bogate źródło kalorii, niezależne od pogody i nieurodzaju.

Inni uważają, że mleko mogło być pomocne zwłaszcza na północy z powodu stosunkowo wysokiej zawartości witaminy D, składnika użytecznego w profilaktyce chorób takich jak krzywica. Ludzie syntetyzują witaminę D głównie poprzez ekspozycję na słońce, co w przypadku północy Europy może być trudne, zwłaszcza w miesiącach zimowych. Allel LP jednak zakorzenił się także w słonecznej Hiszpanii, poddając tym samym tę teorię pod wątpliwość.

Projekt LeCHE może pokazać, jak przy pomocy różnych narzędzi i dziedzin naukowych odpowiedzieć na pewne pytania postawione przez archeologię. „Mają do dyspozycji archeologię, paleoantropologię, prehistoryczne DNA, współczesne DNA, analizę chemiczną, a wszystko to skupione na jednym problemie”, mówi o uczestnikach LeCHE Ian Barnes- paleogenetyk z Royal Holloway University of London, który sam nie bierze udziału w projekcie. „Jest wiele podobnych zmian żywieniowych w historii człowieka, które powinny zostać zbadane w taki sam sposób”.

### **Plany na... przeszłość**

Wykorzystywane w projekcie podejście mogłoby zostać zastosowane do zbadania pochodzenia amylazy- enzymu uczestniczącego w rozkładzie skrobi. Badacze sugerują, że rozwój tego enzymu mógł być związany z rozwojem rolnictwa i rosnącym spożyciem zbóż. Naukowcy chcą także zbadać ewolucję dehydrogenazy alkoholowej, która jest kluczowym składnikiem przy rozkładzie alkoholu i mogłoby wyjaśnić przyczyny jego picia przez ludzi.

Niektórzy z uczestników LeCHE uczestniczą także w projekcie BEAN (Bridging the European and Anatolian Neolithic), który sięga jeszcze dalej w przeszłość i bada, jak pierwsi rolnicy i pasterze trafili do Europy. Burger, Thomas i ich koledzy z BEAN tropią teraz początki neolitu w Turcji z nadzieją na to, że zrozumieją kim byli pierwsi rolnicy w Europie i kiedy tam trafili. Przy okazji na pewno skosztują „beyaz peynir”- słonego sera z owczego mleka jedzonego tam przy każdym śniadaniu. Pewnie smakuje bardzo podobnie do tego, który neolityczni rolnicy jedli 8 000 lat wcześniej, zanim jeszcze mutacja genetyczna umożliwiła im spożywanie surowego mleka.

**Autor: Katarzyna Chrzęszcz** <http://laboratoria.net/naturecom/artykuly/19194.html>

**Informacje dnia:** [Zdrowych i Pogodnych Świąt Bożego Narodzenia Zapraszamy na wyjątkową edycję Targów PCI Days 2025!](#) [Zawał już dawno przestał być chorobą mężczyzn](#) [Świąteczna apteczka](#) [Radioaktywny pluton się nie ukryje](#) [Złoty Medal Chemii przyznany po raz 14](#) [Zdrowych i Pogodnych Świąt Bożego Narodzenia Zapraszamy na wyjątkową edycję Targów PCI Days 2025!](#) [Zawał już dawno przestał być chorobą mężczyzn](#) [Świąteczna apteczka](#) [Radioaktywny pluton się nie ukryje](#) [Złoty Medal Chemii przyznany po raz 14](#) [Zdrowych i Pogodnych Świąt Bożego Narodzenia Zapraszamy na wyjątkową edycję Targów PCI Days 2025!](#) [Zawał już dawno przestał być chorobą mężczyzn](#) [Świąteczna apteczka](#) [Radioaktywny pluton się nie ukryje](#) [Złoty Medal Chemii przyznany po raz 14](#)

### **Partnerzy**