

## Изучение древней ДНК населения Северного Кавказа бронзового и железного веков

Габидуллина Л.<sup>1,\*</sup>, Джаубермезов М.<sup>1,2</sup>, Екомасова Н.<sup>1,2</sup>, Чагаров О.<sup>3,4</sup>,  
Атабиев Б.<sup>5</sup>, Кадиева А.<sup>6</sup>, Кушнеревич А.<sup>7</sup>, Тамбетс К.<sup>7</sup>, Виллемс Р.<sup>7</sup>,  
Хуснутдинова Э.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Уфимский университет науки и технологий, Уфа, Россия

<sup>2</sup> Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН, Уфа, Россия

<sup>3</sup> НИИ и Музей антропологии МГУ, Москва, Россия

<sup>4</sup> Институт археологии РАН, Москва, Россия

<sup>5</sup> Институт археологии Кавказа, Нальчик, Россия

<sup>6</sup> Государственный исторический музей, Москва, Россия

<sup>7</sup> Институт геномики Тартуского университета, Тарту, Эстония

\* liliya.gab@gmail.com

**Ключевые слова:** древняя ДНК; палеогенетика; бронзовый век; железный век; Северный Кавказ; сарматы; кобанская культура

*Мотивация и цель:* Географической особенностью Северного Кавказа является его расположение на границе Европы и Передней Азии, что вместе с соседством с Причерноморьем и Поволжьем послужило формированию миграционных и торговых путей, связавших Ближний Восток и Европу в различные исторические периоды, что в свою очередь отразилось на этногенезе народов региона. Формирование генетической структуры народов Северного Кавказа в большей степени протекало до начала выделения этнических групп в период бронзового и железного веков. В бронзовом веке на территории Кавказа развивались несколько археологических культур: майкопская, кура-аракская, северокавказская и завершающая период кобанская, во времена которой население уже было знакомо с железом, что говорит о начале перехода от бронзового к железному веку [1, 2]. В период железного века происходили повсеместные миграции на территории степной и горно-долинной Евразии, что отразилось на генофондах популяций [3]. В связи со сложными процессами этногенеза популяций на территории Северного Кавказа имеется вопрос о предковых компонентах в их генофондах – преемственности от древних археологических культур региона. Для решения данной задачи проводится исследование древней ДНК культур бронзового и железного века с территории Северного Кавказа.

*Методы и алгоритмы:* Для исследования был отобран палеоматериал в виде зубов 28 представителей майкопской, кобанской, сарматской и гуннской археологических культур. Информация о принадлежности образцов к определенной культуре и о возрасте исследуемых образцов первоначально была предоставлена археологами. Для подтверждения принадлежности исследуемых образцов к изучаемому временному периоду было проведено датирование методом радиоуглеродного анализа, всего таким образом было исследовано 10 образцов. Древняя ДНК выделялась из зубов, с дальнейшим созданием ДНК библиотек для NGS секвенирования на платформе Illumina HiSeq. В результате биоинформатического анализа данных NGS секвенирования были вычислены

показатели содержания эндогенной ДНК (среднее 32.15 %), уровни контаминации (<3 % 23 образца, 4–17 % 5 образцов) и степени повреждений древней ДНК по C>T заменам (8–27 %). Определен генетический пол исследуемых образцов – 11 женщин и 17 мужчин, а также по результатам метода READ исключены родственники из дальнейшего анализа (1 образец). Были определены гаплогруппы митохондриальной ДНК и Y-хромосомы. Для анализа полногеномных данных проводились PCA и ADMIXTURE с использованием набора данных “1240K+HO” лаборатории Dr David Reich, при этом 5 образцов из исследуемой выборки были исключены из анализа из-за низкого количества определенных SNP (<10 000 SNP) [4].

*Результаты:* Гаплогруппы митохондриальной ДНК образцов исследуемых археологических культур бронзового и железного веков представлены в основном западноевразийскими линиями гаплогрупп H, I, J, T, U, X (82.1 %). Восточно-евразийские линии представлены ветвями гаплогрупп A, C, M (17.9 %). Среди гаплогрупп Y-хромосомы образцов бронзового и железного века преобладают переднеазиатские линии гаплогрупп G2 и J Y-хромосомы, встречаются также единичные носители гаплогруппы R1b, ранее выявленной у представителей степных культур. Образцы всех исследуемых археологических культур бронзового и железного веков по данным PCA анализа кластеризуются в основном с современными популяциями Кавказа и Ближнего Востока. По результатам ADMIXTURE анализа кавказский компонент является основным у большинства исследуемых образцов. Данные, полученные методами PCA и ADMIXTURE, соответствуют определенным нами гаплогруппам однородительских маркеров.

*Выводы:* Полученные результаты демонстрируют высокие показатели ряда предковых компонентов в генофондах археологических культур Северного Кавказа, что отражает сложные пути этногенеза в регионе в период бронзового и железного веков.

*Финансирование:* Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (№ 075-03-2024-123/1).

## **Study of ancient DNA of Bronze and Iron Ages population of Northern Caucasus**

Gabidullina L.<sup>1\*</sup>, Dzhaubermезov M.<sup>1,2</sup>, Ekomasova N.<sup>1,2</sup>, Chagarov O.<sup>3,4</sup>, Atabiev B.<sup>5</sup>, Kadiyeva A.<sup>6</sup>, Kushniarevich A.<sup>7</sup>, Tambets K.<sup>7</sup>, Villems R.<sup>7</sup>, Khusnutdinova E.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia

<sup>2</sup> Institute of Biochemistry and Genetics – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre, RAS, Ufa, Russia

<sup>3</sup> Laboratory of Contextual Anthropology at the Institute of Archaeology, RAS, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Institute of Archeology, RAS, Moscow, Russia

<sup>5</sup> Ltd. Institute for Caucasus Archaeology, Nalchik, Russia

<sup>6</sup> State Historical Museum, Moscow, Russia

<sup>7</sup> Institute of Genomics, University of Tartu, Tartu, Estonia

\* liliya.gab@gmail.com

**Key words:** ancient DNA; paleogenetics; Bronze Age; Iron Age; North Caucasus; Sarmatians; Koban culture

*Motivation and Aim:* A geographic feature of the North Caucasus is its location on the border of Europe and Western Asia, which, together with its proximity to the Black Sea and Volga regions, served to form migration and trade routes that connected the Middle East and Europe in various historical periods, which in turn affected the ethnogenesis of the peoples of the region. The formation of the genetic structure of the North Caucasus peoples took place to a greater extent before the beginning of the separation of ethnic groups, during the Bronze and Iron Ages. In the Bronze Age, several archaeological cultures developed in the Caucasus: Maikop, Kura-Araks, North Caucasus and the Koban culture, which ended the period, during which the population was already familiar with iron, which indicates the beginning of the transition from the Bronze to the Iron Age [1, 2]. During the Iron Age, widespread migrations took place in the territory of steppe and mountain-valley Eurasia, which ultimately affected in the gene pools of populations [3]. In connection with the complex processes of ethnogenesis of populations in the North Caucasus, there is a question about the ancestral components in their gene pools – continuity from the ancient archaeological cultures of the region. To solve this problem, a study of ancient DNA of Bronze and Iron Age cultures from the territory of the North Caucasus is being carried out.

*Methods and Algorithms:* For the study, paleomaterial was selected in the form of teeth from 28 representatives of the Maikop, Koban, Sarmatian and Hunnic archaeological cultures. Information about the culture of the samples and the age of the samples was provided by archaeologists. To confirm that the samples belonged to the time period being studied, dating was carried out using radiocarbon analysis; a total of 10 samples were dated. Ancient DNA was isolated from teeth, with further creation of DNA libraries for NGS sequencing on the Illumina HiSeq platform. As a result of bioinformatics analysis of NGS sequencing data, indicators of endogenous DNA content (average 32.15 %), contamination levels (<3 % 23 samples, 4–17 % 5 samples) and the degree of damage to ancient DNA by C>T substitutions (8 %) were calculated – 27 %). The genetic sex of the studied samples was determined – 11 women and 17 men; and based on the results of the READ method relatives were excluded from further analysis (1 sample). Mitochondrial DNA and Y-chromosome haplogroups were determined. To analyze the genome-wide data, PCA and ADMIXTURE were performed using the “1240K+HO” dataset from Dr David Reich; 5 samples from the study sample were excluded from the analysis due to the low number of identified SNPs (<10,000 SNPs) [4].

*Results:* The mitochondrial DNA haplogroups of the studied archaeological cultures of the Bronze and Iron Ages samples are represented mainly by West Eurasian lines of haplogroups H, I, J, T, U, X (82.1 %). East Eurasian lineages are represented by branches of haplogroups A, C, M (17.9 %). Among the Y-chromosome haplogroups of the Bronze and Iron Age samples, the West Asian lines of the G2 and J Y-chromosome haplogroups predominate; there are also single carriers of the R1b haplogroup, previously identified among representatives of steppe cultures. According to PCA analysis, samples of all studied archaeological cultures of the Bronze and Iron Ages are clustered mainly with modern populations of the Caucasus and the Middle East. According to the results of ADMIXTURE analysis, the Caucasian component is the main one in the majority of the studied samples. The data obtained by the PCA and ADMIXTURE methods correspond to the haplogroups of uniparental markers we determined.

*Conclusion:* The results obtained demonstrate high levels of a number of ancestral components in the gene pools of archaeological cultures of the North Caucasus, which reflects the complex paths of ethnogenesis in the region during the Bronze and Iron Ages. *Funding:* The study was carried out within the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (No. 075-03-2024-123/1).

#### *Список литературы/References*

1. Мартынов А.И. Археология. М.: Высшая школа, 2005  
[Martynov A.I. Archeology. Moscow: Vysshaya Shkola, 2005 (in Russian)]
2. Археология. Эпоха бронзы Кавказа и Средней Азии. Ранняя и средняя бронза Кавказа. Москва: Наука, 1994  
[Archeology. Bronze Age of the Caucasus and Central Asia. Early and Middle Bronze Ages of the Caucasus. Moscow: Nauka, 1994 (in Russian)]
3. Степи европейской части СССР в скифо-сарматское время. М.: Наука, 1989  
[Steppes of the European part of the USSR in Scythian-Sarmatian times. Moscow: Nauka, 1989 (in Russian)]
4. Mallick S., Micco A., Mah M. et al. The allen ancient dna resource (AADR) a curated compendium of ancient human genomes. *Sci Data*. 2024;11:182. doi 10.1038/s41597-024-03031-7