

ИСТОРИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ / ANTHROPOLOGY

Научная статья / Research Article

<https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-14>

УДК/UDC 572.5/7; 03.61.21s

Традиции питания населения Донской лесостепи раннего железного века по данным изотопных исследований: новые данные и интерпретации

С.А. Нелюбов ✉

Институт археологии Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация

✉ ser.nelubov@yandex.ru

РЕЗЮМЕ

Введение. Анализ систем жизнеобеспечения древних популяций с применением естественнонаучных методов – признанный источник независимой исторической информации. Одним из возможных направлений таких исследований является построение биоархеологических реконструкций особенностей питания. Вместе с тем, разработка подобных моделей позволяет выявить пути и время распространения культурных признаков, часто связанных с определённым образом жизни и хозяйственным укладом. Публикация посвящена комплексному анализу хронологического тренда развития культуры питания и хозяйства на территории Донской лесостепи в Раннем железном веке. Новые данные рассмотрены в контексте культурно близких серий степной и лесостепной Евразии.

Материалы и методы. Для построения биоархеологической реконструкции модели питания использован метод анализа изменчивости соотношения стабильных изотопов углерода и азота ($\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$) в коллагене костей людей и животных. Для проверки статистической значимости различий при сопоставлении индивидуальных значений в различных группах использованы Т-тест Стьюдента и U-критерий Манна-Уитни. Исследование выполнено с введением в научный оборот новых данных об изменчивости изотопного состава в образцах, представляющих население региона VIII в. до н. э. - IV в. н.э. За счёт материалов памятника Волхонские Выселки увеличена серия значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ для погребённых, относящихся к предскифскому времени. Впервые получена представительная выборка индивидуальных данных об изменчивости $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в коллагене костей индивидов из подкурганых захоронений сарматского времени. Проанализированные археозоологические материалы относятся к заупокойной пище и остаткам тризн, обнаруженным в ходе раскопок Среднедонских курганов сарматского времени.

Результаты. Изотопный состав коллагена интерпретирован в хронологической динамике, сопоставлен с погребальными традициями и данными, известными для других антропологических серий степной и лесостепной Евразии. На основе расширенной серии индивидуальных значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ проверены ранее высказанные предположения о характере традиций питания и ведения хозяйства в регионе.

Заключение. Выдвигается гипотеза об устойчивом параллельном существовании в лесостепном Подонье раннего железного века двух пищевых моделей: свойственнойномадам и обитателям поселенческих памятников. Высказывается предположение о возможном пути проникновения проса (*Panicum miliaceum*) на территорию Донской Лесостепи.

Ключевые слова: биоархеология; анализ стабильных изотопов; ранний железный век; Донская лесостепь

Благодарности. Автор выражает благодарность доктору исторических наук, профессору Воронежского государственного университета А.П. Медведеву; кандидату исторических наук, доценту кафедры отечественной истории Воронежского государственного педагогического университета В.Д. Березуцкому; сотруднику Липецкой региональной научной общественной организации (ЛРНОО) «Археологические исследования» А.С. Желудкову за предоставленные антропологические материалы, а также младшему научному сотруднику лаборатории контекстуальной антропологии Данилевской В.И. за проведение пробоподготовки коллагена.

Финансирование. Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 24-18-004101 «Проблемы изучения мобильности в обществах с оседлым и кочевым образом жизни по данным изотопного анализа палеоантропологических материалов».

Для цитирования: Нелюбов С.А. Традиции питания населения Донской лесостепи раннего железного века по данным изотопных исследований: новые данные и интерпретации // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2026. № 1. С.175–190. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-14>

Nutritional traditions of Early Iron Age Don Forest-steppe population according to isotope research: new data and interpretations

Sergey A. Nelyubov ✉

Institute of Archaeology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

✉ ser.nelubov@yandex.ru

ABSTRACT

Introduction. The analysis of ancient populations economic systems using natural science methods is an acknowledged source of independent historical information. One of the possible directions of such research is making bioarchaeological reconstructions of nutritional features. At the same time, the development of such models makes it possible to identify the ways and timing of cultivated cereals distribution, often associated with a certain lifestyle and economic structure. This publication is devoted to a comprehensive analysis of the chronological trend in food culture and agriculture development in the Don forest-steppe region territory in Early Iron Age. The new data is considered in the context of steppe and forest-steppe Eurasia culturally similar series.

Materials and methods. To construct a nutrition model bioarchaeological reconstruction, a method of carbon and nitrogen stable isotopes ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) variability in human and animal bones collagen analysis was used. Student and Mann-Whitney tests were applied to verify the statistical significance of the differences when comparing individual values in different groups. The study was carried out with introduction to scientific use of new data on the variability of isotopic composition in samples representing the VIII century BC - IV century AD regional population. Due to the Volkhonsky Vyselki monument materials, the series of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values for the buried dating back to the pre-Scythian period has been increased. For the first time, a representative individual data series on the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ variability in bone collagen of individuals from of Sarmatian period kurgan graves has been obtained. The archeozoological materials were analyzed relate to grave goods or funeral feast remains discovered during the excavations of the Middle Don region Sarmatian burial mounds.

Results. The isotopic composition of collagen is interpreted in chronological dynamics, compared with funerary traditions and data known for other anthropological series of steppe and forest-steppe Eurasia. Based on an expanded series of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ individual values, the previously expressed assumptions about the nature of nutritional and farming traditions in the region were verified.

Conclusion. A hypothesis is put forward about sustainable parallel existence of two food models in the forest-steppe region of Early Iron Age: those peculiar to nomads and settlement dwellers. A possible path of millet (*Panicum miliaceum*) distribution to the territory of Don river forest-steppe region is suggested.

Keywords: bioarchaeology; stable isotope analysis; Early Iron Age; Don river forest steppe region

Acknowledgements. The authors express their sincere gratitude to A.P. Medvedev; to V.D. Berezutsky, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor of the Department of Russian History, Voronezh State Pedagogical University; and to A.S. Zheludkov, researcher at the Lipetsk Regional Scientific Public Organization (LRSPO) “Archaeological Research,” for providing the anthropological materials. The authors also thank V.I. Danilevskaya, Junior Researcher at the Laboratory of Contextual Anthropology, for conducting collagen sample preparation.

Funding. This work was supported by the Russian Science Foundation (RSF), grant no. 24-18-004101, “Problems of Mobility Studies in Sedentary and Nomadic Societies Based on Isotopic Analysis of Paleoanthropological Materials.”

For citation Nelyubov S.A. Nutritional traditions of Early Iron Age Don Forest-steppe population according to isotope research: new data and interpretations. *Lomonosov Journal of Anthropology*. 2026 (1), pp. 175-190. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-14>

Введение

Вопросы глобализации культурных проявлений в различные эпохи доисторического и исторического времени – одно из актуальных направлений мировой археологической науки (Voivin, Frachetti, 2018). Глобализация использования пищевых ресурсов – один из важнейших аспектов этой проблематики (Martin et al., 2021). Широкое распространение традиции использования в пищу и разведения проса в Евразии на протяжении нескольких эпох от неолита до раннего железного века – тема, которая отражает сложность долгосрочных крупных явлений, связанных с формированием эффективных систем жизнеобеспечения, получающих распространение на обширных пространствах Евразии.

Несмотря на тот факт, что на территории Евразийского континента просо получает широкое распространение в позднем бронзовом веке (в середине II тыс. до н.э.) (Martin et al., 2021; Cavazutti et al., 2025), в устойчивых системах жизнеобеспечения номадов последующих эпох оно занимало не менее, а часто более важное место (напр., Ventresca Miller, Makarewicz, 2019). Обусловлено это хозяйственным циклом кочевых скотоводческих культур и экологическими условиями, с которыми были связаны её представители. Известно, что земледелие у кочевников играет хотя и подсобную, но весьма значимую роль. Оно позволяет производить как растительное дополнение к пище, так и прикормку для скота в зимний период (либо в период истощения ресурса используемых пастбищ). При этом зоной распространения евразийских номадов является степь и лесостепь: средне, либо выражено аридные климатические зоны «диктуют» свои условия при земледелии.

При этом просо (*Panicum miliaceum*) является жизнестойким, быстрорастущим, влагоэффективным, засухоустойчивым растением, приспособленным к различным почвенным и климатогеографическим условиям (Baltensperger, 2002; Gupta et al., 2011). Согласно данным ФАО¹, в сравнении с пшеницей максимальная оптимальная температура возделывания проса выше на 10°C, а оптимальный минимум количества осадков в год меньше на 250 мм (ФАО, 2024, с.

14). Вегетационный период проса составляет порядка 60–90 дней. Это является высоким показателем в сравнении, скажем, с распространённой в Европе раннего железного века пшеницей двузернянкой (полбой), цикл вегетации которой занимает от 90 до 120 дней (Фляксбергер, 1935; Лебедева, 2005, Шайхутдинов с соавт., 2018). Короткий цикл вегетации, способность растения замедлять рост и удерживать влагу в засуху (благодаря C4 циклу фотосинтеза) позволяют высевать и жать зерно в разное время и в разных условиях, не «оседая на землю». Помимо этого, просо обыкновенное имеет хорошие пищевые характеристики, при прочих равных приближаясь по питательной ценности к пшеницам (Ashoka et al., 2023). После уборки зерна стебли проса являются хорошей подкормкой для скота, что использовалось скотоводческими (в том числе кочевыми) культурами древности и остаётся актуальным в наше время. Данный факт подтверждается биоархеологическими данными и статистикой ФАО о современных хозяйствах (Available at: <https://www.fao.org/3/w1808e/w1808e00.htm> (Accessed 20 June 2025) (ФАО, 2024; Makarewicz, Tuross, 2006; Zhang et al., 2020). Комплекс перечисленных преимуществ делает просо очень удобным злаком для представителей скотоводческих кочевых и полукочевых культур степной и лесостепной Евразии, и в известной мере – маркером соответствующего хозяйственного уклада.

Как было упомянуто выше, просо обыкновенное относится к растениям C4 типа фотосинтеза. Это обстоятельство позволяет выявлять его употребление животными и человеком в пищу на основании значительного обогащения коллагена костной ткани тяжелым углеродом. Такие биоархеологические исследования были проведены с материалами из археологических памятников Кавказа, Центральной Азии, Восточной Азии, Южной Европы, Балкан и других регионов (напр., Lightfoot et al., 2015; Martin, et al., 2021; Cavazutti et al., 2025). Восточноевропейские степи также были затронуты этими процессами (напр., Ananyevskaya et al., 2018). Материалы эпохи поздней бронзы и раннего железного века при этом вызывают наибольший интерес, поскольку позволяют проследить историю распространения данного культурного злака в масштабах континента (напр., Martin et al., 2021). К сожалению, изученность биоархеологических

¹ ФАО (FAO) – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций.

материалов степной и лесостепной зоны Восточной Европы менее подробно, чем Кавказа, Центральной и Восточной Азии. Именно к таким слабо изученным регионам относится Донская Лесостепь.

Целью данной публикации является представление данных об изотопном составе углерода и азота в коллагене костной ткани человека и животных из археологических памятников раннего железного века Среднедонского лесостепного региона. Это первое обобщение материалов от предскифского (киммерийского) до позднесарматского времени позволит охарактеризовать основные особенности пищевых моделей и в самых общих чертах – оценить его своеобразие на общем фоне скотоводческого населения Евразии.

Материалы и методы

К предскифскому времени относится группа из трёх образцов, происходящих из кургана у деревни Волхонские выселки, раскопанного в 2021 году экспедицией Липецкой региональной научной общественной организации (ЛРНОО) «Археологические исследования» под руководством А.С. Желудкова. Археологические материалы, комплекс радиоуглеродных дат, а также половозрастные определения погребённых опубликованы (Желудков с соавт., 2024). Изотопные исследования костных останков производятся впервые. К скифскому времени относятся 12 образцов, отобранных из погребений IV века курганного могильника Колбино-1, исследованного в 1995–2007 годах Донской археологической экспедицией Института археологии РАН (ИА РАН) под руководством В.И. Гуляева. Вводятся в научный оборот новые данные, относящиеся к населению сарматского времени. Это 19 образцов, полученные из 6 памятников, содержащих как грунтовые, так и курганные захоронения. В серию вошли материалы из следующих комплексов: Верный путь, Ивановка, Вязовский могильник, Воронежский аэропорт, Берёзовский могильник, исследованные силами экспедиций П.Д. Либерова, а впоследствии Воронежского государственного и государственного педагогического университетов. Экспедициями руководили А.П. Медведев и В.Д. Березуцкий. Кроме того, для сарматского времени получены данные об $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в костях животных (лошадь и мелкий рогатый скот). Археозоологические матери-

алы происходят из подкурганных погребений, либо остатков тризн на насыпях.

При пробоотборе и формировании серии образцов предпочтение отдавалось фрагментам костей посткраниального скелета и свода черепа с хорошей сохранностью. Подготовка коллагена проводилась в Лаборатории контекстуальной антропологии ИА РАН в несколько этапов с использованием приборной базы центра коллективного пользования ИА РАН. Фрагменты костной ткани промывались дистиллированной водой и затем высушивались. После этого образцы выдерживались в 1 М растворе соляной кислоты (HCl) при температуре +3 °С до полной деминерализации, после чего промывались дистиллированной водой до достижения нейтральных значений pH. Затем органический остаток переводился в растворимую форму при pH 2,5 (0,1M HCl) и +65 °С на протяжении 24 часов. На следующем этапе полученный раствор центрифугировался. Очищенный коллаген помещался в термостат до получения сухого светлого коллагена. Аналитическая работа была выполнена на базе центра коллективного пользования ЦКП (изотопного анализа) Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН «Инструментальные методы в экологии». Для определения показателей $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ использовался масс-спектрометр ThermoFinnigan Delta V Plus IRMS.

При сравнении полученных индивидуальных данных были применены статистические методы. В случае, если численность индивидуальных данных позволяла, производилась проверка на нормальность их распределения и Т-тест Стьюдента. Для сопоставления небольших серий значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ был использован U-критерий Манна–Уитни с целью проверки выявленных различий на статистическую значимость. В обоих случаях расчёты производились при $P = 0,05$.

Результаты

Степень сохранности коллагена оценивалась по его элементному составу. Молекула коллагена, не подвергавшаяся диагенетическим изменениям, включает около 10% азота (по массе), а атомарное соотношение C/N находится в интервале от 2,9 до 3,6 (Горлова с соавт., 2015; DeNiro, 1985; Ambrose, 1990). Отклонение от этих величин указывает на плохую сохранность коллагена. Атомное соотношение углерода и азота в исследованных образцах находится в

диапазоне от 3,2 до 3,5, что соответствует достаточной сохранности коллагена. Полученные результаты отражены в таблице 1 и на рисунке 1.

Ниже перечислены средние арифметические значения дельта $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ по Лесостепному Подонью в хронологической последова-

тельности и с учетом типа погребений (табл. 2). В расчёты включены ранее опубликованные данные (Чагаров, Добровольская, 2019; Нелюбов с соавт., 2024а, б). Статистически достоверных различий между мужской и женской серией выявлено не было.

Таблица 1. Индивидуальные значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в коллагене костей серии Донской лесостепи раннего железного века
Table 1. Individual values of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ in bone collagen of the Early Iron Age Don Forest steppe series

Памятник / Archaeological site	Курган № / Kurgan No.	Погребение № / Burial No.	Индивид / Individual	Кость / Bone	$\delta^{13}\text{C}$ vpdb, ‰	$\delta^{15}\text{N}$ air, ‰	%C	%N	mass C/N	atom C/N
Сарматское время / Sarmatian period										
Верный путь / Verny Put	–	1	♂ 25-30 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-15,81	9,87	34,8	12,8	2,7	3,2
Верный путь / Verny Put	–	2	♂ 25-35 лет/years	фрагмент лопатки / Scapular fragment	-14,61	10,38	39,7	14,1	2,8	3,3
Ивановка / Ivanovka	21	1	♀ 30-35 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-17,44	12,78	39,1	14,3	2,7	3,2
Ивановка / Ivanovka	24	1	♀ 30-45 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-15,27	11,48	37,5	13,6	2,8	3,2
Ивановка / Ivanovka		1, инвентарь / 1, inventory	<i>Ovis aries</i>	астралгал / Talus	-19,63	6,26	15,1	5,1	2,9	3,4
Ивановка / Ivanovka	25	1	♂ (?) 20-25 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-16,66	12,63	37,5	13,6	2,8	3,2
Ивановка / Ivanovka	30	1	♀ 20-30 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-16,78	12,00	36,6	13,4	2,7	3,2
Вязовский могильник / Vyazovsky burial ground	4	3	1: ♂ 20-30 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-14,97	11,17	36,9	13,4	2,7	3,2
Вязовский могильник / Vyazovsky burial ground			2: ♀ 45-55 лет/years	фрагмент нижней челюсти / Mandibular fragment	-16,44	10,36	38,9	14,1	2,8	3,2
Вязовский могильник / Vyazovsky burial ground	11	Ю-3 сектор / SW sector	<i>Equus caballus</i>	зуб / Tooth	-22,04	5,60	19,2	6,8	2,8	3,3
Вязовский могильник / Vyazovsky burial ground	19	1	♂ 45-50 лет/years	фрагмент свода черепа / Cranial vault fragment	-16,30	10,04	40,0	14,7	2,7	3,2
Воронеж. аэропорт / Voronezh Airport	–	2 (основное) / 2 (main)	Пол не уст., взросл. (?) / sex unk., adult	фрагмент диафиза длинной кости / Long bone shaft fragment	-17,21	9,82	40,3	14,6	2,8	3,2
Воронеж. аэропорт / Voronezh Airport	1	1	♀ 20-25 лет/years	Фрагмент свода черепа / Cranial vault fragment	-16,66	10,44	39,1	14,5	2,7	3,2

Есть продолжение / Continued

Обсуждение

Предскифское время

На сегодняшний день опубликованы изотопные подписи для погребённых из среднедонского курганного могильника Филатовка, демонстрирующие значения $\delta^{13}\text{C}$ (Нелюбов с соавт.,

2024б), преимущественно связанные с употреблением в пищу растений С4 – пути фотосинтеза. В образцах, относящихся к кургану у деревни Волхонские выселки, изменчивость значений углерода полностью укладывается в диапазон, свидетельствующий об употреблении в пищу проса. Тем самым новые данные подтверждают выдвинутую ранее гипотезу о появлении проса

Продолжение таблицы 1
 Table 1 Continued

Предскифское время / Pre-Scythian period										
Волхонские выселки-1 (курган) / Volkhonskie Vyselki-1 (kurgan)	–	1	Пол не уст. / sex unk., 25-30 лет/years	корень верхнего клыка / Root of upper canine	-16,01	10,94	36,2	13,3	2,7	3,2
Волхонские выселки-1 (курган) / Volkhonskie Vyselki-1 (kurgan)	–	5	♂ взросл. / adult	фрагмент шейки бедра / Femoral neck fragment	-16,35	9,99	10,9	3,6	3,0	3,5
Волхонские выселки-1 (курган) / Volkhonskie Vyselki-1 (kurgan)	–	7	♂ 30-35 лет/years	фаланга / Phalanx	-16,61	10,08	24,0	8,8	2,7	3,2
Скифское время / Scythian period										
Колбино-1 / Kolbino-1	3	1	2: ♂ 25-35 лет/years	фрагмент диафиза длинной кости / Long bone shaft fragment	-17,74	10,73	24,2	8,6	2,8	3,3
Колбино-1 / Kolbino-1	6	1	3: ♂ 30-35 лет/years	фаланга / Phalanx	-18,01	11,64	38,7	14,1	2,7	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	7	1	2: ♀ 50+ лет/years	Фрагмент ребра / Rib fragment	-15,89	11,47	38,3	14,1	2,7	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	7	2	3: ♀ 50+ лет/years	фрагмент свода черепа / Cranial vault fragment	-16,36	11,69	36,6	13,1	2,8	3,3
Колбино-1 / Kolbino-1	8	1	1: ♀ 45+ лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-13,82	11,87	38,4	14,0	2,7	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	8	1	2: ♀ 30-35 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-16,54	11,53	40,4	14,8	2,7	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	10	1	2: ♂ 25-29 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-15,04	10,46	36,9	13,5	2,7	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	10	1	3: ♂ 12-15 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-16,75	11,40	38,7	14,2	2,7	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	10	1	4: ♀ 35-45 лет/years	фаланга / Phalanx	-15,24	10,37	39,5	14,6	2,7	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	10	1	5: Ребенок ок. 9 лет / child about 9 y/o	фрагмент свода черепа / Cranial vault fragment	-17,03	12,26	38,1	14,1	2,7	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	10	1	6: ♀ (?) 20-30 лет/years	фрагмент свода черепа / Cranial vault fragment	-16,26	11,57	39,2	14,1	2,8	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	11	1	1: ♂ 25-35 лет/years	фаланга / Phalanx	-14,74	11,57	37,3	13,7	2,7	3,2

как важного компонента пищи в регионе именно в предскифское время (Нелюбов с соавт., 2024б, с. 166). Значения $\delta^{15}\text{N}$ свидетельствуют о значимом вкладе белка животного происхождения в рацион, и в среднем составляют 10,12 ‰. К сожалению, на данном этапе разработки тематики нет археоботанических и изотопных данных из других памятников Донской лесостепи киммерийского времени. Тем не менее, антропологический источник вновь демонстрирует начало проникновения в регион новой пищевой модели по крайней мере начиная с VIII в. до н.э. На предскифское время (VIII–VII вв. до н.э.) приходится конец суббореального периода голоцена, а именно подпериод, который отмечен в регионе засушливым климатом (Чендев с соавт., 2016). Учитывая приспособленность проса к подобным климатическим условиям, нельзя исключать, что его распространение могло быть косвенно связано с аридизацией.

В качестве данных для географических сопоставлений были привлечены индивидуальные значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ из хронологически близких памятников с различных территорий. На территории Хорватии это материалы погребений могильников Надин-Градина и Винковици-нама, датированные VII–VI вв. до н.э. (всего 49 инди-

видов) (Lightfoot et al., 2015). С территории Северного Кавказа были привлечены значения, известные для 7 индивидов из могильника Кобан (погребения VIII–IV вв. до н.э.) (Martin et al., 2021), 25 индивидов из могильника Клинь-Яр 3 (IX–VII вв. до н.э.) (Higham et al., 2010) и 11 индивидов из памятника Кичмалка–2 (VII – начало V века до н.э.), относящиеся к раннему железному веку кобанской культуры (Бабенко с соавт., 2021). С территории Центрального Казахстана были привлечены отдельные значения из девяти памятников сакского круга (Каракемер, Кызылшилик и др.), датированных IX–III вв. до н.э. (всего 11 значений); с территории Южного Казахстана – материалы памятников Шатыркуль и Тургень синхронного времени (всего 12 значений) (Апануевская et al., 2018). Индивидуальные данные отражены на рисунке 2 в соответствии с региональной принадлежностью погребённых.

Следует отметить, что на всех описанных выше территориях кроме Донской лесостепи, традиция возделывания и употребления в пищу *Panicum miliaceum* (просо обыкновенное) зафиксировано уже начиная с середины второго тысячелетия до н.э. Иными словами, на других территориях просо известно до раннего железного

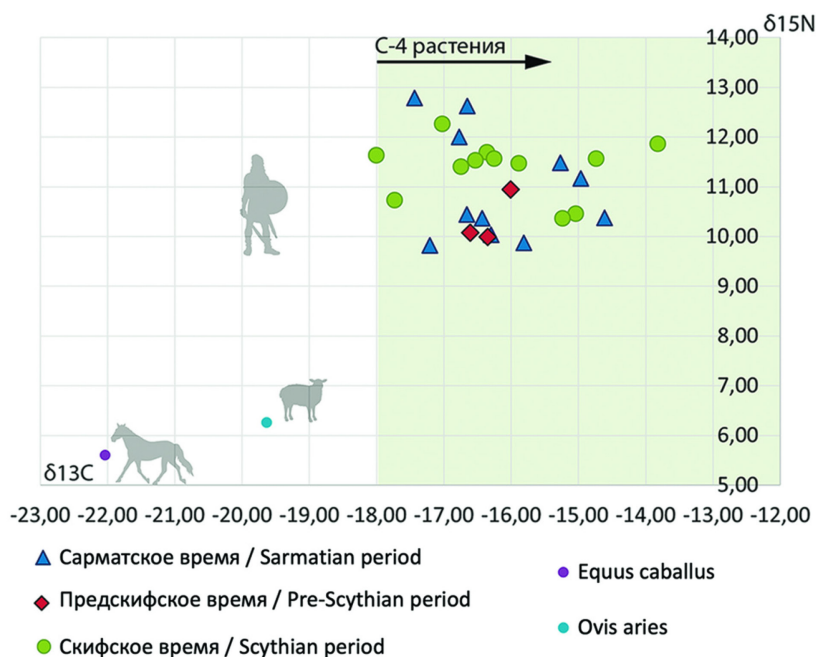


Рисунок 1. Индивидуальная изменчивость $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в погребениях лесостепного Подонья раннего железного века

Figure 1. Individual variability of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values in forest-steppe Don Region Early Iron Age burials

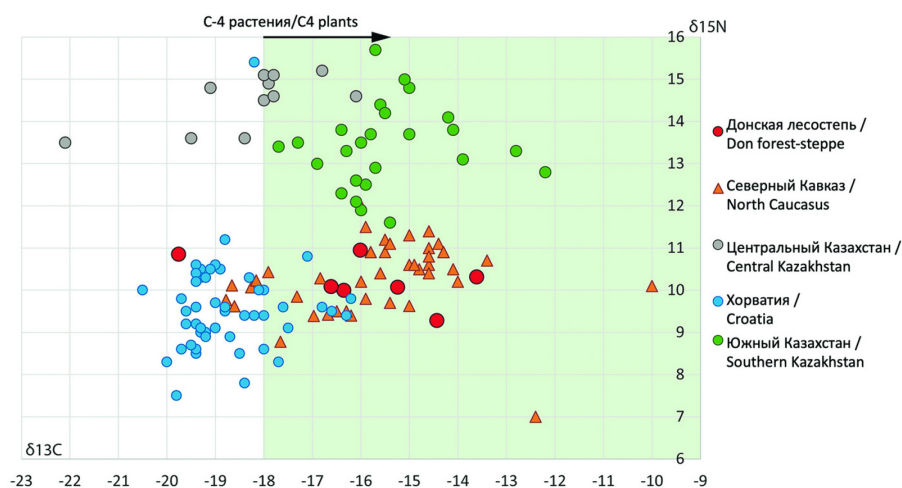


Рисунок 2. Распределение значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в Киммерийское время от Южной Европы до Центральной Азии

Figure 2. Distribution of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values in the Cimmerian period from Southern Europe to Central Asia

века и связано с бытованием позднебронзовых археологических культур.

Среднедонские антропологические материалы из погребений новочеркасского круга демонстрируют наибольшее сходство с традицией питания, характерной для хронологически синхронного населения Северного Кавказа. Некоторые пересечения значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ обнаруживаются и с памятниками Хорватии гальштатского времени. Однако для памятников Винковици-Нама и Надин-Градина (Хорватия) в меньшей степени характерны высокие значения $\delta^{13}\text{C}$, связанные с употреблением в пищу С-4 растений. Исследования, проведённые для южного и центрального Казахстана, отражают иную традицию питания, связанную с большим включением в рацион мясомолочных продуктов. При сопоставимом вкладе проса в растительный компонент рациона, разница средних значений $\delta^{15}\text{N}$ между сериями Донской лесостепи и Казахстана составляет порядка 3,51 %. Такое значение соответствует не менее чем половине трофического шага азота, что свидетельствует о ярко выраженном различии между двумя сериями (Shoeninger, DeNiro, 1984; O'Connell et al., 2012).

Таким образом, в широком географическом охвате выявляется две разные традиции питания, причём обе связаны со включением

просяной пищи в рацион. Одна – представленная группами из центральноазиатских степей – характеризуется более значительной долей продуктов животного происхождения. Другая традиция демонстрирует меньшую долю белков. Среднедонское население киммерийского времени демонстрирует вторую традицию, при очевидном сходстве с пищевой моделью предшественников кобанской археологической культуры.

Скифское время

В скифское время (V–IV вв. до н.э.) в растительный компонент диеты населения региона могли составлять как просо, так и растения С-3 пути фотосинтеза (Чагаров, Добровольская, 2019; Нелюбов с соавт., 2024а). Полученные новые данные, относящиеся к курганному могильнику скифского времени Колбино-I, полностью соответствуют С4 диапазону. Отмечу, что перечень значений $\delta^{13}\text{C}$ у погребённых скифского времени является на сегодняшний день самым многочисленным из полученных для лесостепного Подонья. Новые данные вписываются в диапазон значений, ранее определённый для «подкурганного» населения скифского времени. При этом с расширением выборки снова становятся заметны различия между пищевыми моделями людей, оставивших грунтовые и подкурганные захоронения.

Так, для скифского времени разница в значениях $\delta^{13}\text{C}$ между «подкурганными» и «грунтовыми» группами составила 1,17‰. Разница между средними значениями $\delta^{15}\text{N}$ в курганных и грунтовых захоронениях составила 1,27‰. Иными словами, в грунтовых погребениях азот оказался в меньшей степени насыщен тяжелыми изотопами, а углерод характеризуется в среднем более высокими значениями. Проверка на значимость при помощи Т-теста Стьюдента при $p=0,05$ не выявило статистически достоверных различий между двумя группами населения относительно данных по $\delta^{13}\text{C}$, однако подтвердила таковые по $\delta^{15}\text{N}$. То есть группа из грунтовых погребений продемонстрировала в среднем меньшее употребление животной пищи при отсутствии значимых различий в мере включения в рацион проса. Таким образом, у двух групп людей с различным погребальным обрядом вновь выделяются две различные пищевые модели.

Следует отметить и некоторые климатические изменения, произошедшие в регионе. На скифское время пришлось начало субатлантического периода, отмеченное на данной территории увлажнением климата (Чендев с соавт., 2016). Аридизация киммерийского времени в Донской лесостепи к V–IV вв. до н.э. сменяется более влажными и мягкими условиями.

Для диахронных сопоставлений вновь были привлечены данные по сериям из кобанских погребений Северного Кавказа, а также памятников Центрального и Южного Казахстана. Кро-

ме того, учтены культурно и хронологически близкие материалы из лесостепного и степного Поднепровья (курганные могильники Медвин и Мамай-Гора) (Ventresca Miller et al., 2021), Ставропольского края (курганный могильник Новозаведенное III) (Добровольская с соавт., 2024). Привлечены данные о материалах лесостепного Зауралья, а именно саргатской культуры (Чагаров, Слепцова, 2023). Включены в анализ индивидуальные значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ из памятников Восточной Сибири уюкской (могильник Аймырлыг) и тагарской (могильник Ай-Дай) культур (Murphy et al., 2013). В тех случаях, когда не было возможности привлечь индивидуальные данные, использовались средние значения, отраженные на графике соответствующими маркерами. Обобщенные данные по лесостепной и степной зоне Евразии скифского времени отражены на рисунке 3.

Погребенные из курганных захоронений донской лесостепи скифского времени не демонстрируют сходства в традициях питания представителей позднего этапа кобанской культуры. Немногочисленные индивидуальные значения, близкие к традиции питания киммерийского времени, относятся к грунтовым погребениям лесостепного Подонья. Традиция питания людей из курганных погребений Среднего Подонья наиболее схожи с таковыми у представителей Тагарской культуры (курганный могильник Ай-Дай) и из сакских курганов в ущелье Турген в Южном Казахстане. Отмечается и некоторое

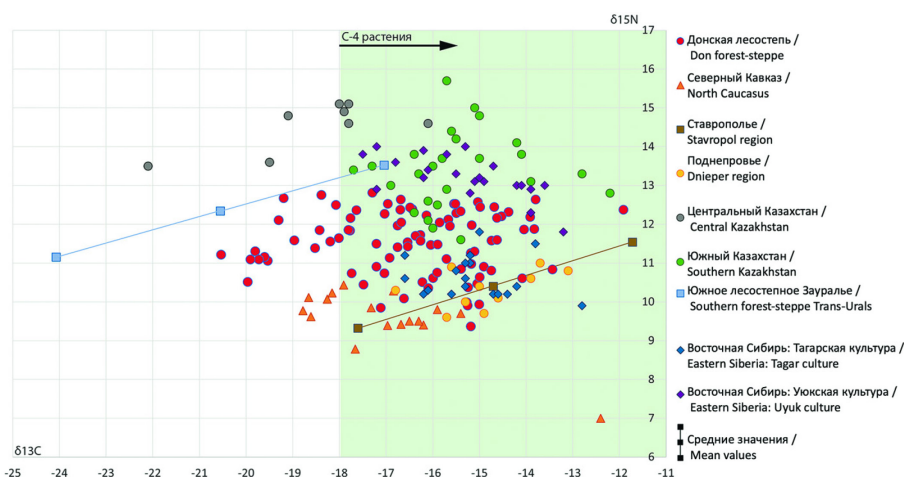


Рисунок 3. Распределение значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в Скифское время от Поднепровья до Восточной Сибири

Figure 3. Distribution of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values in the Scythian period from Dnieper to Eastern Siberia

сходство с культурой питания погребённых из могильника Новозаведенное – III, а также населением Поднепровья (могильники Мамай-Гора, Медвин), однако эти две группы отмечены в среднем меньшим включением в пищу продуктов животноводства. Наиболее высокими значениями $\delta^{15}\text{N}$ отличаются погребённые из могильников Шатыркуль, Аймырлыг, а также серия, происходящая из погребений Тасмолинской культуры Центрального Казахстана. Наиболее низкими (ниже 10‰) характеризуются представители кобанской культуры.

Население Восточной Сибири, Поднепровья, Ставрополя и Южного Казахстана скифского времени демонстрирует значения $\delta^{13}\text{C}$, исключительно связанные с преобладанием в растительном компоненте рациона проса. Население Донской лесостепи и представители кобанской культуры, Центрального Казахстана отличаются включением в пищу С3, и С4 растений. Наиболее низкими показателями $\delta^{13}\text{C}$ выделяются представители саргатской и тасмолинской культур (представленные на рисунке регионами «Южное лесостепное Зауралье» и «Центральный Казахстан»).

Таким образом, население Донской лесостепи V–IV вв. до н.э. занимает своё «промежуточное положение» в палитре традиций питания степной и лесостепной Евразии раннего железного века. Наибольшее сходство «подкурганного населения» прослеживается с сакскими погребениями Южного Казахстана и Тагарскими захоронениями Восточной Сибири. Отмечается и статистически достоверное различие в значениях $\delta^{15}\text{N}$ между среднедонскими сериями из курганных и грунтовых погребений. Последняя в большей степени тяготеет к традиции питания представителей кобанской культуры и населению Поднепровья. В среднем же можно предположить, что в Донской Лесостепи скифского времени появляется новая традиция питания, отличающаяся от предыдущего периода большим включением в пищу продуктов животноводства. Сходство изотопных характеристик для представителей Кобанской культуры и Среднедонских насельников VIII в. до н.э., проявляется только у людей, оставивших грунтовые погребения.

Сарматское время

В сарматское время все значения $\delta^{13}\text{C}$ лежат в С4 диапазоне, маркирующем присутствие С4 растений. Появляющееся в регионе к VIII ве-

ку до н.э. просо, к периоду в I–IV вв. н.э. окончательно занимает уверенную позицию в растительном компоненте диеты населения региона. Значения $\delta^{15}\text{N}$ внутри серии связаны со значимым вкладом в рацион продуктов животного происхождения.

При этом в сарматский период, как и в скифское время обнаруживается различие между системами питания у погребённых из курганных и грунтовых могильников. Тренд на повышение значений $\delta^{13}\text{C}$ у людей, оставивших второй тип захоронений, сохраняется, и разница между двумя группами составляет уже 2,24‰. Значения $\delta^{15}\text{N}$ у обитателей городищ напротив, ниже, чем у серии из подкурганых захоронений: разница составила 1,7‰. Как следствие, различия между сериями из курганных и грунтовых погребений в скифское и сарматское время не только имеют один характер, но и усиливаются в начале новой эры. Разница в индивидуальных данных между курганными и грунтовыми захоронениями была проверена при помощи U – критерия Манна–Уитни при $p=0,05$. Вновь различия в значениях $\delta^{15}\text{N}$ продемонстрировали статистическую значимость, в отличие от показателей $\delta^{13}\text{C}$. Притом представляется важным отметить следующую закономерность. Сохранение тренда на повышение вклада просяной пищи у погребённых по бескурганному обряду в период с IV в. до н.э. по IV в. н.э. всё же заставляет задуматься о неслучайности такого различия.

Как отмечалось выше, впервые были получены данные об изменчивости $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в коллагене костей домашних животных сарматского времени. Для предскифского и скифского периода такие данные были получены и обсуждены ранее (Нелюбов с соавт., 2024б; Чагаров, Добровольская, 2019). Известно, что при соблюдении сохранения С3 систем трофический шаг в соотношении стабильных изотопов углерода в коллагене от травоядных к человеку составляет 0,5–2‰ (Святко, 2016; Shoeninger, 1985). Аналогичный трофический шаг для значений $\delta^{15}\text{N}$ в костях млекопитающих в умеренных климатических условиях составляет порядка 3–6‰ (Добровольская с соавт., 2020; Shoeninger, DeNiro, 1984; O'Connell et al., 2012). Понимание данной базовой конструкции позволяет обратить внимание на некоторые закономерности, свойственные исследуемому периоду в целом. Вычисленный показатель разницы между значениями $\delta^{13}\text{C}$ у людей и животных ($\delta^{13}\text{C}_{\text{чел.-жив}}$) в хронологический

период от VIII в. до н.э. до IV в. н.э. значительно превышает величину трофического шага при употреблении в пищу растений С-3 типа фотосинтеза, что вновь подтверждает данные об использовании людьми в пищу проса. Значение $\delta^{15}\text{N}$ чел-жив в скифское и в сарматское время укладывается в 4–5 ‰, что приближается к величине полного трофического шага и свидетельствует о значительной доле пищи животного происхождения в группах.

Несмотря на очевидную важность сопоставления изотопных данных со статистикой распространения археологического зерна в культурных слоях поселений, сегодня археоботанических данных для сарматского времени недостаточно. Тем не менее, антропологический источник свидетельствует об усилении культурной традиции потребления просяной пищи в Донской лесостепи I–IV вв. н.э.

В III–II вв. до н.э. намечается генеральная тенденция к сокращению площадей лесов и аридизации, достигающей своего пика к I веку н.э. Именно в это время в регионе появляются первые сарматские памятники (Медведев, 1999). Согласно почвенным исследованиям вала городища Мухино, аридизация в регионе завершается к III–IV вв. н.э. (Чендев с соавт., 2016, с. 73). К этому периоду относятся позднесарматские погребения. Не смотря на происходившие климатические флуктуации, на протяжении всего сарматского времени в Донской Лесостепи уверен-

но преобладают значения $\delta^{13}\text{C}$, связанные с употреблением в пищу С-4 растений.

В качестве сопоставительных были привлечены данные об изменчивости изотопного состава в коллагене костей индивидов из сарматских погребений Нижнего Поволжья II–IV вв. н.э. (Свиркина с соавт., 2024), Северного Кавказа (Клин-Яр III, Кичмалка II) I–II вв. н.э. Кроме того, привлечены значения, полученные для индивидов из позднесарматских погребений памятника Каратобе, расположенного в Восточном Казахстане. Вновь были привлечены средние значения для широко датированных саргатских погребений Южного лесостепного Зауралья, в том числе синхронных сарматскому времени (рис. 4).

Группа индивидов из памятников Лесостепного Подонья оказывается ближе всего к значениям, известным для нижневолжского сарматского населения и серии из северокавказских погребений I–II веков. При этом традиция питания людей, оставивших грунтовые погребения, вновь оказывается ближе к пищевой культуре, характерной для Северного Кавказа. Значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$, полученные для индивидов саргатской культуры, как и в скифский период, отличаются от прочих серий повышенным включением в растительный компонент пищи растений С-3 типа фотосинтеза. Немногочисленные данные об изменчивости изотопных значений в поздне-

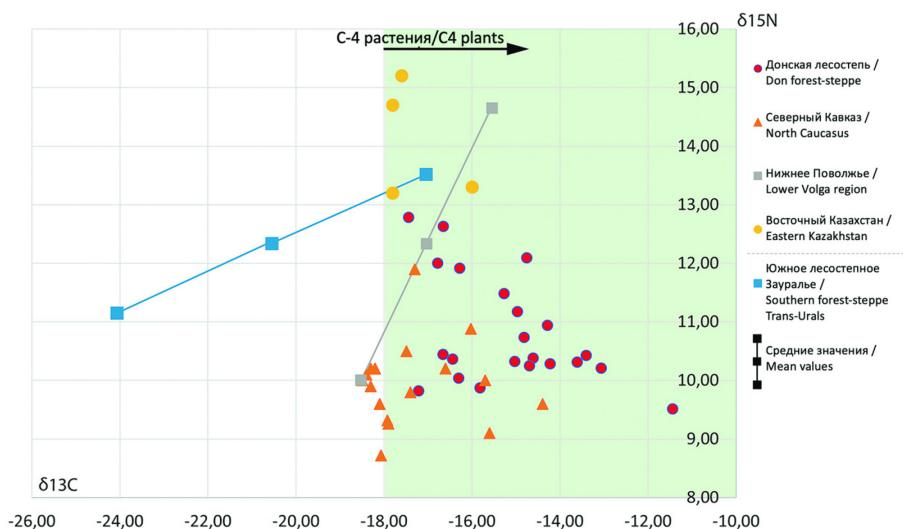


Рисунок 4. Распределение значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в Скифское время от Подонья до Восточного Казахстана

Figure 4. Distribution of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values in the Scythian period from Don region to Eastern Kazakhstan

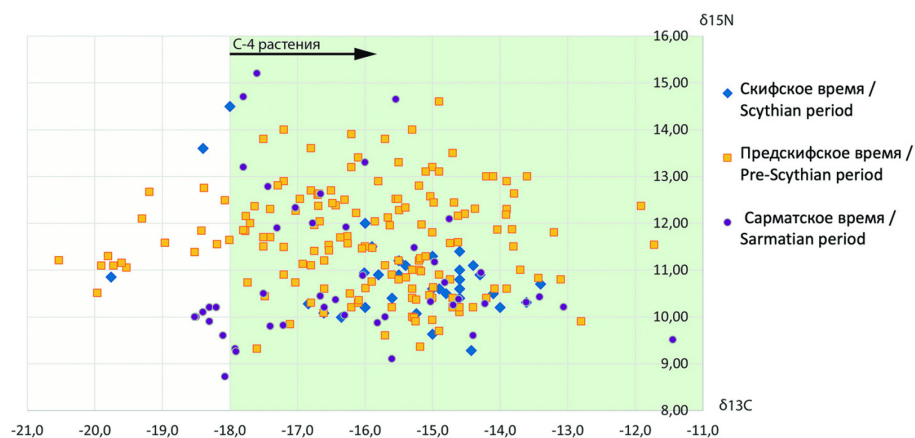


Рисунок 5. Изменчивость значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в Евразийской степи и лесостепи раннего железного века

Figure 5. Variability of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values in Early Iron Age Eurasian steppe and forest steppe

сарматских погребениях восточного Казахстана остаются близкими по линии изменчивости $\delta^{13}\text{C}$, однако отличаются куда более высоким вкладом мясомолочных продуктов в рацион.

Заключение

Итак, по данным анализа стабильных изотопов в начале раннего железного века (VIII в. до н.э. – IV в. н.э.) просо появляется на территории Донской Лесостепи, включаясь в системы жизнеобеспечения её населения. К первым векам н.э. времени *Panicum miliaceum* занимает уверенное положение в составе растительного компонента рациона (рис. 5). Чем подобный тренд может быть обусловлен? С одной стороны, смещение значений $\delta^{13}\text{C}$ в «область C4» на протяжении раннего железного века можно было бы объяснить не изменениями, произошедшими в хозяйственном укладе, а аридизацией климата. Действительно, известны случаи, когда высокие значения $\delta^{13}\text{C}$ связывают именно с изменениями влажности (напр., Iacumin et al., 2004, Hollund et al., 2010) и, как отмечает в своей работе С.В. Святко, «непринятие во внимание подобных факторов может привести к ошибочным выводам относительно диеты» (Святко, 2016, с. 53). Однако перемены влажности климата в Донской Лесостепи не были однородными. Исследованная серия напротив, демонстрирует единую традицию питания и устойчивую динамику её развития. Как следствие, возникновение и бытование нового культурно-хозяйственного типа на протяжении VIII в. до н.э. – IV в. н.э. едва

ли может быть обусловлено исключительно климатическими переменами. Впрочем, аридизация III в. до н.э. – IV в. н.э. может объяснить значительное увеличение доли растений C4 – типа фотосинтеза в пище людей сарматского времени. Засушливый климат действительно мог увеличить вклад проса, как более неприхотливого к засушливым условиям культурного растения (Нелюбов с соавт., 2024б, с. 166).

Что известно о возможном пути проникновения *Panicum miliaceum* на территорию Среднего Дона? Закономерно было бы предположить, что культура выращивания проса сохранилась в регионе с позднего бронзового века, как и на сопредельных территориях (Martin, et al., 2011; Cavazutti et al., 2025). Однако опубликованные на данный момент исследования не содержат убедительных свидетельств возделывания, либо употребления в пищу проса с середины второго тысячелетия до н.э. (Лебедева, 2005; Нелюбов с соавт., 2024б). Интересно, что новые изотопные данные, полученные для погребённых новочеркасского круга, продемонстрировали сходство с традицией питания носителей кобанской культуры. Кроме того, известны и археологические свидетельства контактов этих двух групп населения (Чшиев, 2016). На основе такого сходства можно предположить, что просо приходит в Лесостепное Подонье в VIII веке до н.э. с территории Северного Кавказа. Хотя для проверки этой гипотезы необходимо расширение банка археоботанических и изотопных данных, на

взгляд автора, близость двух пищевых моделей по меньшей мере заслуживает внимания.

На протяжении скифского и сарматского времени в регионе прослежены две традиции питания: характерные для погребённых из курганных и грунтовых могильников. Первая характеризуется большим включением в пищу мясомолочных продуктов и меньшим – растений С4-пути фотосинтеза, чем вторая. На протяжении 900 лет «курганная» модель в большей степени тяготеет к значениям $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ восточных номадов, а «грунтовая» – к пищевым предпочтениям населения Северного Кавказа. При этом нельзя не отметить сходство между традициями питания населения региона в скифское и сарматское время.

Список литературы

- Бабенко А.Н., Добровольская М.В., Васильева Е.Е., Коробов Д.С. Реконструкция питания и особенностей хозяйства населения Центрального Предкавказья I тыс. до н. э. — I тыс. н. э. по данным изотопного анализа коллагена остеологических материалов из могильника Кичмалка II // Археология, этнография и антропология Евразии, 2021. Т. 49. № 4. С.80–90. <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2021.49.4.080-090>
- Горлова Е.Н., Крылович О.А., Тиунов А.В., Хасанов Б.Ф., Васюков Д.Д. с соавт. Изотопный анализ как метод таксономической идентификации археозоологического материала // Археология, этнография и антропология Евразии, 2015. Т. 43 (1). С.110–121. <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2015.43.1.110-121>
- Добровольская М. В., Тиунов А. В., Крылович О. А., Кузмичева Е.А., Решетова И.К. с соавт. Изотопные маркеры экосистем и питания средневекового сельского населения лесной зоны европейской части России // Российская археология, 2020. №3. С.79–95. <https://doi.org/10.31857/S086960630010944-7>
- Добровольская М.В., Канторович А.Р., Маслов В.Е., Спасская Н.Н., Березина Н.Я. с соавт. Вариации изотопного состава углерода, азота и стронция в костной ткани и эмали зубов людей и лошадей из могильника скифской эпохи Новозаведенное-III на Ставрополье (предварительные данные) / В: Бюллетень всероссийского семинара стабильные изотопы в археологических исследованиях: методические проблемы и историческая проблематика. Материалы VI заседания. Отв. ред. д.и.н. М.В. Добровольская. М: ИА РАН, 2024. С.37-45. <https://doi.org/10.25681/IARAS.2024.978-5-902633-13-6>
- Желудков А.С., Пузанова Т.А., Куличков А.А., Васильев С.В., Боруцкая С.Б. Погребения предскифского времени кургана Волхонские Выселки на Верхнем Дону. // Stratum plus: Archaeology and Cultural Anthropology, 2024. №3. С.115–126. <https://doi.org/10.55086/sp243115126>
- Лебедева Е.Ю. Археоботаника и изучение земледелия эпохи бронзы Восточной Европы // OPUS: Междисциплинарные исследования в археологии. М.: ИА РАН, 2005. Вып. 4. С.50–68.
- Медведев А.П. Опыт разработки региональной системы хронологии и периодизации памятников раннего железного века лесостепного Подонья / В: Археология Центрального Черноземья и сопредельных территорий: тез. докл. науч. конф. Липецк, 1999. С.17-21.
- Нелюбов С.А., Володин С.А., Добровольская М.В. Биоархеологические аспекты изучения коллективных подкурганных захоронений скифского времени на Среднем Дону // КСИА, 2024а. Вып. 274. С.391-405. <https://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.274.391-405>
- Нелюбов С.А., Добровольская М.В., Меркулов А.Н. О роли проса в рационе питания населения лесостепного Подонья в бронзовом и раннем железном веке по данным биоархеологических исследований // Вестник археологии, антропологии и этнографии, 2024б. 4. С.160–170. <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2024-67-4-12>
- Свиркина Н.Г., Перерва Е.В., Алямкин Г.В., Слепченко С.М. Ели ли сарматы рыбу? / В: Бюллетень всероссийского семинара стабильные изотопы в археологических исследованиях: методические проблемы и историческая проблематика. Материалы VI заседания. Отв. ред. д.и.н. М.В. Добровольская. М: ИА РАН, 2024. С.75-76. <https://doi.org/10.25681/IARAS.2024.978-5-902633-13-6>
- Святко С.В. Анализ стабильных изотопов: основы метода и обзор исследований в Сибири и Евразийской степи // Археология, этнография и антропология Евразии, 2016. Т. 44. № 2. С.47–55. <https://doi.org/10.17746/1563-0110.2016.44.2.047-055>
- ФАО. 2024. Раскрываем потенциал проса. Международного год проса 2023. Справочный документ. Рим. <https://doi.org/10.4060/cc7484ru>
- Фляксбергер К.А. Пшеницы / Академия сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина. Всесоюзный институт растениеводства НКЗ СССР; Вып. 1. Москва; Ленинград: Сельхозгиз. 1935. 260с.
- Чагаров О.С., Добровольская М.В. Система питания среднедонского населения скифского времени: Хозяйство и природно-климатический фактор (по данным о составе стабильных изотопов углерода и азота) // Вестник Московского Университета. Серия XXIII. Антропология, 2019. № 2. С. 72–83. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2019.2.072-083>
- Чагаров О.С., Слепцова А.В. Изотопные исследования палеоантропологических объектов из погребальных памятников археологических культур раннего железного века юга Западной Сибири / В: Тезисы докладов XIV Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 75-летию профессоров Я.Т. Султанаева и М.Х. Харрасова, Уфа, 08–11 октября 2023 года / Отв. редактор Л.А. Габдрахманова. Уфа, 2023. С.200.
- Чендеев Ю.Г., Лебедева М.Г., Матвеев С.М., Петин А.Н., Долгих А.В. с соавт. Почвы и растительность юга Среднерусской возвышенности в условиях меняющегося климата. Белгород: Константа. 2016. 326с. ISBN 978-5-9786-0472-6
- Чишев В.Т. Новые находки из памятников предгорно-равнинной части Северной Осетии как маркеры контактов автохтонного населения и племен киммерийско-скифского культурного круга // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Всеобщая история, 2016. №4. С.73-84.

Шайхутдинов Ф.Ш., Сержанов И.М., Зиннатуллин Д.Х., Гараев Р.И. Влияние фона питания, сроков сева и предшественников на рост и развитие и урожай пшеницы двузернянки (полба) в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2018. №4. С.100–105.

https://doi.org/10.12737/article_5a84490c9e5418.58790037
Ambrose S.H. Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science*, 1990, 17 (4), pp. 431–451.

Ananyevskaya E.O., Aytqaly A.K., Beisenov A.Z., Dmitriev E.A., Garbaras et al. Early indicators to C4 plant consumption in central Kazakhstan during the Final Bronze Age and Early Iron Age based on stable isotope analysis of human and animal bone collagen. *Archaeological Research in Asia*, 2018, 15, pp. 157–173. <https://doi.org/10.1016/j.ara.2017.12.002>

Ashoka P., Dnyaneshwar S.R., Sudeepthi B., Kunal N.G., Gurralla Sai V.R. et al. Millet's role as a climate resilient staple for future food security: a review. *International Journal of Environment and Climate Change*, 2023, 13 (11), pp. 4542–52. <https://doi.org/10.9734/ijeccl/2023/v13i113634>

Baltensperger D.D. Progress with proso, pearl and other millets. In *Trends in new crops and new uses: proceedings of the Fifth International Symposium*. In J. Janick, A. Whipkey eds. Alexandria, VA, ASHS Press Publ., 2002. P. 100–103.

Boivin M., Frachetti M.D. *Globalization in Prehistory: Contact, Exchange, and the 'People Without History'*. Cambridge, Cambridge University Press Publ., 2018. 358 p. ISBN 978-1108429801

Cavazzuti C., Horváth A., Gémes A., Kristóf F., Tamás S. et al. Isotope and archaeobotanical analysis reveal radical changes in mobility, diet and inequalities around 1500 BCE at the core of Europe. *Sci Rep.*, 2025, 15, 17494. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-01113-z>

DeNiro M.J. Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. *Nature*, 1985, 317, pp. 806–809.

Gupta A., Sood S., Agrawal P.K., Bhatt J.C. Floral biology and pollination system in small millets. *Eur J. Plant Sci. Biotechnol.*, 2011, 6, pp. 81–86.

Higham T., Warren R., Belinskij A., Härke H., Wood R. Radiocarbon dating, stable isotope analysis, and diet-derived offsets in 14C ages from the Klin-Yar Site, Russian North Caucasus. *Radiocarbon*, 2010, 52 (2), pp. 653–670. <https://doi.org/10.1017/S0033822200045689>

Hollund H.I., Higham T., Belinskij A., Korenevskij S. Investigation of palaeodiet in the North Caucasus (South Russia) Bronze Age using stable isotope analysis and AMS dating of human and animal bones. *J. of Archaeol. Sci.*, 2010, 37, pp. 2971–2983. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.08.009>

Iacumin P., Nikolaev V., Genoni L., Ramigni M., Ryskov Y.G. et al. Stable isotope analyses of mammal skeletal remains of Holocene age from European Russia: A way to trace dietary and environmental changes. *Geobios*, 2004, 37, pp. 37–47. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2003.05.001>

Lightfoot E., Šlaus M., Šikanjić, P.R., O'Connell T.C. Metals and millets: Bronze and Iron Age diet in inland and coastal Croatia seen through stable isotope analysis. *Ar-*

chaeol. Anthropol. Sci., 2015, 7, pp. 375–386. <https://doi.org/10.1007/s12520-014-0194-3>

Makarewicz C.A., Tuross N. Foddering by Mongolian Pastoralists Is Recorded in the Stable Carbon ($\delta^{13}C$) and Nitrogen ($\delta^{15}N$) Isotopes of Caprine Dentine Collagen. *Journal of Archaeological Science*, 33, pp. 862–870. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.10.016>

Martin L., Messenger E., Bedianashvili G., Rusishvili N., Lebedeva E.Yu. et al. The place of millet in food globalization during Late Prehistory as evidenced by new bioarchaeological data from the Caucasus. *Sci. Rep.*, 2021, 11, 13124. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92392-9>

Murphy E.M., Schulting R., Beer N., Chistov Y., Kasparov A. et al. Iron Age Pastoral Nomadism and Agriculture in the Eastern Eurasian Steppe: Implications from Dental Palaeopathology and Stable Carbon and Nitrogen Isotopes. *Journal of Archaeological Science*, 2013, 40 (5), pp. 2547–2560. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.09.038>

O'Connell T.C., Kneale C.J., Tasevska N., Kuhnle G.G.C. The diet-body offset in human nitrogen isotopic values: A controlled dietary study. *Am. J. of Phys. Anthropol.*, 2012, 149, pp. 426–434. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22140>

Shoeninger M.J., DeNiro M.J. Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochemica et Cosmochimica Acta*, 1984, 48, pp. 625–639.

Schoeninger M.J. Trophic level effects on $^{15}N/^{14}N$ and $^{13}C/^{12}C$ ratios in bone collagen and strontium levels in bone mineral. *Journal of Human Evolution*, 1985, 14 (5), pp. 515–525.

Ventresca Miller A.R., Johnson J., Makhortyk S., Gerling C., Litvinova L., Andrukh S., et al. Re-evaluating Scythian lifeways: Isotopic analysis of diet and mobility in Iron Age Ukraine. *PLoS ONE*, 2021, 16 (3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245996>

Ventresca Miller A.R., Makarewicz C.A. Intensification in pastoralist cereal use coincides with the expansion of trans-regional networks in the Eurasian Steppe. *Sci. Rep.*, 2019, 9, 8363. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35758-w>

Zhang G., Hou X., Li S., Zhou Y., Richards M. Agriculturalization of the Nomad - Dominated Empires of the Northern Wei Dynasty in Pingcheng city (398 - 494AD): A stable isotopic study on animal and human bones from the Jinmaoyuan cemetery, China. *International Journal of Osteoarchaeology*, 2020, 31 (3). <https://doi.org/10.1002/oa.2923>

References

Ambrose S.H. Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science*, 1990, 17 (4), pp. 431–451.

Ananyevskaya E.O., Aytqaly A.K., Beisenov A.Z., Dmitriev E.A., Garbaras et al. Early indicators to C4 plant consumption in central Kazakhstan during the Final Bronze Age and Early Iron Age based on stable isotope analysis of human and animal bone collagen. *Archaeological Research in Asia*, 2018, 15, pp. 157–173. <https://doi.org/10.1016/j.ara.2017.12.002>

Ashoka P., Dnyaneshwar S.R., Sudeepthi B., Kunal N.G., Gurralla Sai V.R. et al. Millet's role as a climate resilient

staple for future food security: a review. *International Journal of Environment and Climate Change*, 2023, 13 (11), pp. 4542–52. <https://doi.org/10.9734/ijec/2023/v13i113634>

Babenko A.N., Dobrovolskaya M.V., Vasilyeva E.E., Korobov D.S. Reconstruction of nutrition and household characteristics of the Central Ciscaucasia I millennium BC — I millennium AD population according to isotope analysis of osteological materials collagen from the Kichmalka II burial ground. *Archeology, Ethnography and Anthropology of Eurasia*, 2021, 49 (4), pp. 80–90. (In Russ.). <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2021.49.4.080-090>

Baltensperger D.D. Progress with proso, pearl and other millets. In *Trends in new crops and new uses: proceedings of the Fifth International Symposium*. In J. Janick, A. Whipkey eds. Alexandria, VA, ASHS Press Publ., 2002. P. 100–103.

Boivin M., Frachetti M.D. *Globalization in Prehistory: Contact, Exchange, and the 'People Without History'*. Cambridge, Cambridge University Press Publ., 2018. 358 p. ISBN 978-1108429801

Cavazzuti C., Horváth A., Gémes A., Kristóf F., Tamás S. et al. Isotope and archaeobotanical analysis reveal radical changes in mobility, diet and inequalities around 1500 BCE at the core of Europe. *Sci Rep.*, 2025, 15, 17494. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-01113-z>

Chagarov O.S., Dobrovolskaya M.V. System of nutrition of the Scythian time Middle-Don population: economy and climate (according to the composition of stable carbon and nitrogen isotopes). *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria XXIII. Antropologia*, 2019, 2, pp. 72–83. (In Russ.). <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2019.2.072-083>

Chagarov, O.S., Sleptsova A.V. Isotopic studies of paleoanthropological objects from funerary monuments of archaeological cultures of the Early Iron Age in the South of Western Siberia / In: Abstracts of the XIV International School-Conference of students, postgraduates and young scientists dedicated to the 75th anniversary of Professors Ya.T. Sultanaev and M.H. Kharrasov, Ufa, October 08-11, 2023 / In L.A. Gabdrakhmanova ed. Ufa, 2023, p. 200. (In Russ.).

Chendev Yu.G., Lebedeva M.G., Matveev S.M., Petin A.N., Dolgih A.V. et al. Soils and vegetation of the south of the Central Russian Upland in a changing climate. Belgorod, Constanta Publ., 2016. 326 p. (In Russ.).

Chshiev, V.T. New finds from monuments of the plain North Ossetia as markers of contacts between the autochthonous population and tribes of the Cimmeric-Scythian cultural area. *RUDN Journal of World history*, 2016, 4, pp. 73–84. (In Russ.).

DeNiro M.J. Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. *Nature*, 1985, 317, pp. 806–809.

Dobrovolskaya M.V., Tiunov A.V., Krylovich O.A., Kuzmicheva E.A., Reshetova I.K. et al. Isotope markers of ecosystems and nutrition of the medieval rural population in the forest zone of European Russia. *Russian archaeology*, 2020, 3, pp. 79–95. (In Russ.). <https://doi.org/10.31857/S086960630010944-7>

Dobrovolskaya M.V., Kantorovich A.R., Maslov V.E., Spasskaya N.N., Berezina N.Ya et al. Variations in the isotopic composition of carbon, nitrogen and strontium in bone tissue and tooth enamel of humans and horses from

the burial ground of the Scythian era Novozavedennoe III in Stavropol (preliminary data) / In: Bulletin of the All-Russian seminar stable isotopes in archaeological research: methodological problems and historical issues. Materials of the VI session. In M.V. Dobrovolskaya ed. Moscow: IA RAS, 2024, pp. 37–45. (In Russ.). <https://doi.org/10.25681/IARAS.2024.978-5-902633-13-6>

FAO. 2024. Unleashing the potential of millets — International Year of Millets 2023. Background paper. Rome. (In Russ.). <https://doi.org/10.4060/cc7484ru>.

Fliaksberger K.A. Wheat / V. I. Lenin Academy of Agricultural Sciences. All-Union Institute of Plant Breeding of the NKZ of the USSR; Issue 1. Moscow, Leningrad, Sel'khozgiz Publ., 1935, 260 p. (In Russ.).

Gorlova E.N., Krylovich O.A., Tiunov A.V., Khasanov B.F., Vasyukov D.D. et al. Stable-isotope analysis as a method of taxonomical identification of archaeozoological material. *Archeology, Ethnography and Anthropology of Eurasia*, 2015, 43 (1), pp. 110–121. (In Russ.). <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2015.43.1.110-121>

Gupta A., Sood S., Agrawal P.K., Bhatt J.C. Floral biology and pollination system in small millets. *Eur J. Plant Sci. Biotechnol.*, 2011, 6, pp. 81–86.

Higham T., Warren R., Belinskij A., Härke H., Wood R. Radiocarbon dating, stable isotope analysis, and diet-derived offsets in 14C ages from the Klin-Yar Site, Russian North Caucasus. *Radiocarbon*, 2010, 52 (2), pp. 653–670. <https://doi.org/10.1017/S0033822200045689>

Hollund H.I., Higham T., Belinskij A., Korenevskij S. Investigation of palaeodiet in the North Caucasus (South Russia) Bronze Age using stable isotope analysis and AMS dating of human and animal bones. *J. of Archaeol. Sci.*, 2010, 37, pp. 2971–2983. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.08.009>

Iacumin P., Nikolaev V., Genoni L., Ramigni M., Ryskov Y.G. et al. Stable isotope analyses of mammal skeletal remains of Holocene age from European Russia: A way to trace dietary and environmental changes. *Geobios*, 2004, 37, pp. 37–47. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2003.05.001>

Lebedeva E.Yu. Archaeobotany and study of the Bronze Age agriculture in Eastern Europe. *OPUS: Interdisciplinary Studies in Archaeology*, 2005, 4, pp. 50–68. (In Russ.).

Lightfoot E., Šlaus M., Šikanjić, P.R., O'Connell T.C. Metals and millets: Bronze and Iron Age diet in inland and coastal Croatia seen through stable isotope analysis. *Archaeol. Anthropol. Sci.*, 2015, 7, pp. 375–386. <https://doi.org/10.1007/s12520-014-0194-3>

Makarewicz C.A., Tuross N. Foddering by Mongolian Pastoralists Is Recorded in the Stable Carbon ($\delta^{13}C$) and Nitrogen ($\delta^{15}N$) Isotopes of Caprine Dental Collagen. *Journal of Archaeological Science*, 33, pp. 862–870. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.10.016>

Martin L., Messenger E., Bedianashvili G., Rusishvili N., Lebedeva E.Yu. et al. The place of millet in food globalization during Late Prehistory as evidenced by new bioarchaeological data from the Caucasus. *Sci. Rep.*, 2021, 11, 13124. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92392-9>

Medvedev A.P. The experience of developing a regional system of chronology and periodization of monuments of forest-steppe Don region Early Iron Age. In: *Archaeology of the Central Chernozem region and adjacent territories: thesis*, 1999, pp. 17–21. (In Russ.)

Murphy E.M., Schulting R., Beer N., Chistov Y., Kasparov A. et al. Iron Age Pastoral Nomadism and Agriculture in the Eastern Eurasian Steppe: Implications from Dental Palaeopathology and Stable Carbon and Nitrogen Isotopes. *Journal of Archaeological Science*, 2013, 40 (5), pp. 2547–2560. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.09.038>

Nelyubov S.A., Volodin S.A., Dobrovolskaya M.V. Bioarchaeological aspects of studying multiple kurgan burials on the middle Don from the Scythian period. *Brief Communications of the Institute of Archaeology*, 2024a, 274, pp. 391–405. (In Russ.). <https://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.274.391-405>

Nelyubov S.A., Dobrovolskaya M.V., Merkulov A.N. On the role of millet in the Don forest-steppe region population diet in the Bronze and Early Iron Age according to bioarchaeological studies. *Archeology, Ethnography and Anthropology of Eurasia*, 2024b, 4, pp. 160–170. (In Russ.). <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2024-67-4-12>

O'Connell T.C., Kneale C.J., Tasevska N., Kuhnle G.G.C. The diet-body offset in human nitrogen isotopic values: A controlled dietary study. *Am. J. of Phys. Anthropol.*, 2012, 149, pp. 426–434. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22140>

Shaikhutdinov F.S., Serzhanov I.M., Zinnatullin D.H., Garaev R.I. Influence of nutrition background, sowing time and predecessors on growth and development and yield of wheat – emmer (polba) in Kama zone of the republic of Tatarstan. *Vestnik of Kazan state agrarian university*, 2018, 4, pp. 100–105. (In Russ.). https://doi.org/10.12737/article_5a84490c9e5418.58790037

Shoeninger M.J., DeNiro M.J. Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1984, 48, pp. 625–639.

Schoeninger M.J. Trophic level effects on $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ and $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratios in bone collagen and strontium levels in bone mineral. *Journal of Human Evolution*, 1985, 14 (5), pp. 515–525.

Svirkina N.G., Pererva E.V., Alyamkin G.V., Slepchenko S.M. Did the Sarmatians eat fish? In: *Bulletin of the All-Russian seminar stable isotopes in archaeological research: methodological problems and historical issues*. Materials of the VI session. In M.V. Dobrovolskaya ed. Moscow: IA RAS, 2024, pp. 75–76. (In Russ.). <https://doi.org/10.25681/IARAS.2024.978-5-902633-13-6>

Svyatko S.V. Stable isotope analysis: Outline of methodology and a review of studies in Siberia and the Eurasian steppe. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 2016, 44(2), pp. 47–55. (In Russ.). <https://doi.org/10.17746/1563-0110.2016.44.2.047-055>

Ventresca Miller A.R., Johnson J., Makhortyk S., Gerling C., Litvinova L., Andrukh S., et al. Re-evaluating Scythian lifeways: Isotopic analysis of diet and mobility in Iron Age Ukraine. *PLoS ONE*, 2021, 16 (3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245996>

Ventresca Miller A.R., Makarewicz C.A. Intensification in pastoralist cereal use coincides with the expansion of trans-regional networks in the Eurasian Steppe. *Sci. Rep.*, 2019, 9, 8363. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35758-w>

Zhang G., Hou X., Li S., Zhou Y., Richards M. Agriculturalization of the Nomad - Dominated Empires of the Northern Wei Dynasty in Pingcheng city (398 - 494AD): A stable isotopic study on animal and human bones from the Jinmaoyuan cemetery, China. *International Journal of Osteoarchaeology*, 2020, 31 (3). <https://doi.org/10.1002/oa.2923>

Zheludkov. A.S., Puzanova T.A., Kulichkov A.A., Vasiliev S.V., Borutskaya S.B. *Pre-Scythian Burials at the Volkhonskiye Vyselki Barrow on the Upper Don*. Stratum plus: Archaeology and Cultural Anthropology, 2024, 3, pp. 115–126. (In Russ.). <https://doi.org/10.55086/sp243115126>

Информация об авторах/ Information about the authors

Нелюбов Сергей Алексеевич, Лаборатория контекстуальной антропологии Института археологии Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация
ser.nelubov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1533-2409>

Nelyubov Sergey Alekseevich, Laboratory of Contextual Anthropology, Institute of Archaeology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
ser.nelubov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1533-2409>

Поступила в редакцию 27.06.2025.
Получена после доработки 30.09.2025.
Принята к публикации 30.09.2025.

Received 27.06.2025.
Revised 30.09.2025.
Accepted 30.09.2025.