

Н. И. Шишлина, В. С. Севастьянов, О. В. Кузнецова
**СИСТЕМА ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ЛЕСНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОНЫ
 ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ IV–III ТЫС. ДО Н. Э. И ПИЩЕВЫЕ РЕСУРСЫ:
 ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИЗОТОПНЫХ ДАННЫХ***

doi: 10.30759/1728-9718-2021-4(73)-50-59

УДК 902.652

ББК 63.442.6(2)

Реконструкция пищевых компонентов традиционными археологическими методами успешно дополняется результатами изотопного анализа. Археологический материал и данные археозоологического анализа позволили предположить, что в системе питания обитателей Мещеры было много пищевых компонентов, связанных с охотой и рыболовством. Жители степи питались мясом и молоком домашних животных, охотились на кулана и сайгу; анализ содержимого сосудов и межзубного пространства выявил важность растительного компонента. Изотопные отношения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в вероятных продуктах питания волосовской и шагарской культур лесной зоны и ямной культуры степной зоны Восточной Европы IV–III тыс. до н. э. позволили предположить, какие пищевые компоненты могли отразиться на изотопном составе костей древнего человека. Результаты исследования показали, что волосовское население использовало лесные ресурсы и употребляло в пищу грибы, предположительно орехи и в меньшей степени рыбу, о чем свидетельствует отсутствие резервуарного эффекта в костях человека. Шагарская группа, возможно, включала в рацион больше рыбы, что привело к удревнению ^{14}C возраста человека. Высокие величины $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в костной ткани ямного населения также могли быть вызваны употреблением других продуктов с высоким изотопным составом $\delta^{15}\text{N}$, предположительно грибов и орехов, а также водных компонентов (речная рыба, моллюски и водные растения). Различия в изотопном составе костей человека позволяют уточнить ареалы освоенных природных ресурсов.

Ключевые слова: *система питания, изотопный состав $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$, лесная и степная зоны Восточной Европы*

Введение

Лесная и степная зоны Восточной Европы характеризуются вариациями природных ландшафтов, привлекательность которых для древнего населения была обусловлена богатством ресурсов. Их освоение стимулировало развитие экономических стратегий и рациональное использование освоенной территории,

в том числе и пищевых ресурсов. В IV–III тыс. до н. э. в северных лесных регионах развивалось присваивающее хозяйство — охота, рыболовство, собирательство; в южной степной зоне — подвижное пастушество, основанное на сезонной ротации пастбищ. Реконструкция пищевых компонентов традиционными археологическими методами успешно дополняется результатами изотопного анализа;¹ отмечены значительные вариации изотопного состава региональных групп населения.² При интерпретации таких данных важное значение имеет определение изотопных вариаций в естественных компонентах экосистемы, особенно в потенциальных продуктах питания, и их влияние на изотопный состав костной ткани человека.

Шишлина Наталья Ивановна — д.и.н., г.н.с., Исторический музей (г. Москва); Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН (г. Санкт-Петербург)
 E-mail: nshishlina@mail.ru

Севастьянов Вячеслав Сергеевич — д.т.н., г.н.с., Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН (г. Москва)
 E-mail: vsev@geokhi.ru

Кузнецова Ольга Витальевна — к.х.н., с.н.с., Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН (г. Москва)
 E-mail: olga-kuznetsova@mail.ru

* Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ, проект № 21-18-00026 «Ресурсы и человек в эпоху бронзы-средневековья: динамика использования аридных регионов юга России» (рук. Н. И. Шишлина)

¹ См.: Capasso L. 5300 years ago, the Ice Man used natural laxatives and antibiotics // *The LANCET*. 1998. Vol. 352, iss. 9143. P. 1864; Шишлина Н. И. Северо-западный Прикаспий в эпоху бронзы (V–III тыс. до н. э.). М., 2007. С. 307–340; Diet and subsistence in Bronze Age pastoral communities from the southern Russian steppes and the North Caucasus / Knipper S. [et al.] // *PloS ONE*. 2020. Vol. 15, iss. 10. P. 1–40.

² См.: Шишлина Н. И. Указ. соч. С. 307–340; Dietary inferences through stable isotope analysis at the Neolithic and Bronze Age in the southern Caucasus (sixth to first millennium BC, Azerbaijan): From environmental adaptation to social impacts / Herrscher E. [et al.] // *American Journal of Physical Anthropology*. 2018. Vol. 167, iss. 4. P. 856–875.

Цель данной работы — изучить изотопный состав предполагаемых продуктов питания человека, провести сравнительный анализ с изотопным составом костной ткани индивидов и проверить выдвигаемую гипотезу, согласно которой грибы, орехи и водные растения могли быть теми продуктами питания, употребление которых, как и другие факторы, обозначенные выше, могло менять изотопный состав костной ткани человека.

Археологический контекст и предполагаемая система питания

Лесная зона Восточной Европы. Озерная Мещера с энеолита была заселена охотниками и рыболовами волосовской культуры, проживавшими на поселениях по берегам рек и озер. Один из таких памятников — многослойное поселение Шагара I (энеолит — бронзовый век).³ На территории поселения располагается могильник. Исследовано более 130 захоронений волосовской и шагарской культур энеолита и финала средней бронзы. Полученные ¹⁴C УМС-даты позволяют отнести волосовские захоронения к 3700–3500 гг. до н. э.; шагарские — к 2300–2000 гг. до н. э.⁴

Наконечники стрел, гарпуны и рыболовные крючки из поселения и погребений двух групп указывают на основу экономики — охоту и рыболовство. В слоях из домашних животных встречены собаки, преобладают кости диких животных — лося, бобра, барсука; птиц; из костей рыб — щуки, карася, сома, линя, сазана.⁵ Традиционный археологический материал и данные археозоологического анализа позволяют предположить, что в системе питания обитателей Мещеры было много пищевых компонентов, связанных с охотой и рыболовством.

Степная зона Восточной Европы. В степном регионе Нижнего Подонья энеолитические группы появляются в 4200–4000 гг. до н. э. С ними связано распространение новых форм производящей экономики — подвижного пастушества,⁶ которое развивало после-

дующее ямное население. Степные пастбища предоставляли условия для круглогодичного выпаса скота. Это стимулировало расселение ямных групп по балочной системе рек Маньч и Сал. Курганы образуют небольшие кластеры; вариации погребального обряда отражают особенности ритуалов небольших коллективов. Освоение степных ресурсов определяло компоненты системы питания — мясо и молоко домашних животных; кости кулана, газели и сайги на стоянках свидетельствуют об охоте; анализ содержимого сосудов и межзубного пространства выявил важность растительного компонента (дикие съедобные растения).⁷

Общие подходы, методы и образцы

Соотношение изотопов углерода и азота в коллагене костей человека и животного является индикатором основных компонентов системы питания. Разница изотопного состава компонентов системы питания и коллагена в общем составляет 5‰ для углерода и 2–6‰ для азота. С учетом скорости оборота коллагена в костной ткани в течение жизни индивида изотопный сигнал в коллагене костей предоставляет информацию о его системе за последние 10–15 лет.⁸

Однако на изотопный состав консументов влияют и климатические, и антропогенные факторы: «эффект полога» для закрытых пространств, годовой уровень осадков и высота над уровнем моря, засоленность почв и удобрение полей навозом, пожары, стойловое или пастбищное содержание скота.⁹

Травоядные, плотоядные и всеядные консументы различаются по величине $\delta^{15}\text{N}$ в коллагене костей, указывая на его положение в трофической цепи. Повышенные величины $\delta^{15}\text{N}$ отмечены у новорожденных животных,¹⁰ рыбы,¹¹ растений аридных зон.¹²

зоне Евразии: роль социальных групп / Шишлина Н. И. [и др.] // *Stratum plus. Археология и культурная антропология*. 2018. № 2. С. 69–90.

⁷ См.: Шишлина Н. И. Указ. соч.

⁸ См.: Bocherens H., Polet C., Toussaint M. Paleodiet of Mesolithic and Neolithic Populations of Meuse Basin (Belgium): Evidence from Stable Isotopes // *JAS*. 2007. Vol. 34, iss. 1. P. 10–27; Lee-Thorp J. A. On isotopes and old bones // *Archaeometry*. 2008. Vol. 50, iss. 6. P. 925–950.

⁹ См.: The impact of manuring on nitrogen isotope ratios in cereals: archeological implications for reconstruction of diet and crop management practices / Bogaard A. [et al.] // *JAS*. 2007. Vol. 34, iss. 3. P. 335–343.

¹⁰ См.: Diet and subsistence... P. 1–40.

¹¹ См.: Lanting J. N., van der Plicht J. Reservoir effects and apparent ¹⁴C ages // *Journal of Irish Archaeology*. 1998. Vol. 9. P. 151–165.

¹² См.: Schwarcz H. P., Dupras T. L., Fairgrieve S. I. $\delta^{15}\text{N}$ Enrichment in the Sahara: Search of a Global Relationship // *JAS*. 1999. Vol. 26, iss. 6. P. 629–636.

³ См.: Каверзнева Е. Д. Шагарский могильник конца III — начала II тыс. до н. э. в Центральной Мещере // *РА*. 1992. № 3. С. 147–159.

⁴ См.: The Eneolithic-Iron Age Shagara archaeological site in the forest zone of the Eastern Europe: revision of chronology and identifying the transition of subsistence based on new ¹⁴C dates and stable isotope data / Shishlina N. [et al.]. In press.

⁵ См.: Subsistence strategies of Meschera lowlands populations during the Eneolithic period — the Bronze Age: results from a multidisciplinary approach / Shishlina N. [et al.] // *JASR*. 2016. Vol. 10. P. 74–81.

⁶ См.: Инновационные сезонные миграции и система жизнеобеспечения подвижных скотоводов в пустынно-степной

Таблица 1

Лесная зона восточной Европы.
ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ И ЧЕЛОВЕКА

Компоненты системы питания, количество образцов	$\delta^{13}\text{C}$ (mean, ‰), VPDB	$\delta^{15}\text{N}$ (mean, ‰), AIR
Археологические образцы, Шагарское поселение		
Дикие животные: лось, кабан, барсук (N=13)	-22,43±1,04	4,77±1,10
Рыба: щука, карась, сом, линь, сазан (N=12)	-25,46±1,13	10,0±1,21
Люди, волосовская культура (N=18)	-21,75±0,52	12,18±0,68
Люди, шагарская культура (N=24)	-21,55±0,54	11,60±0,68
Современные природные объекты (элементы лесной экоструктуры)		
Растения: полынь, злаковые, тростник (N=11)	-25,96±0,95	3,78±3,67
Грибы: белый, подосиновик (N=7)	-24,73±1,90	7,6±2,71

Изотоп углерода $\delta^{13}\text{C}$ указывает на растительное основание пищевой цепи. Величины $\delta^{13}\text{C}$ в изотопном составе растений — первого звена пищевой цепи — варьируются в зависимости от механизма фотосинтеза. Большинство растений относятся к типу C_3 и имеют средние величины $\delta^{13}\text{C} = -21-35$ ‰; для растений типа C_4 $\delta^{13}\text{C} = -12-15$ ‰.¹³

Проживая в определенной природной и геохимической среде, человек сохранял в своем организме точную геохимическую информацию о тех пищевых ресурсах, которые он употреблял в течение последних 10–15 лет. При интерпретации изотопного состава коллагена костей человека необходимо понимать, какие компоненты системы питания могли оказать влияние на величины $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$, какова была их возможная пропорция. Для этого важно учитывать изотопный состав тех продуктов, которые были основой его питания.

Для уточнения типа осваиваемых ресурсов групп населения лесной и степной зоны, определения локальных пищевых цепей и более точной интерпретации уже имеющихся¹⁴ и новых данных по изотопному составу человека волосовской, шагарской и ямной культур использовались данные по археологическим домашним и диким животным, рыбам и археологическим и современным естественным продуктам питания — грибам, плодам, водным растениям из нескольких регионов Восточной Европы. Проведенный сравнительный анализ изотопного состава волосовского и шагарского населения лесной зоны и ямных групп степной зоны позволяет обсудить вероятные

компоненты системы питания, связанные с осваиваемыми экосистемами, и их влияние на изотопный состав костной ткани индивидов.

Образцы отбирались в Калужской, Вологодской, Ростовской областях, Подмосковье, Калмыкии, а также из археологических коллекций лесной, степной зоны и Кавказа. Определение изотопного состава азота и углерода образцов проведено в Институте геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН с помощью масс-спектрометра стабильных изотопов DELTA Plus XP (Thermo Fisher Scientific, USA), соединенного с элементным анализатором Flash EA 1112.

Результаты

Лесная зона Восточной Европы (табл. 1). Изотопный состав $\delta^{13}\text{C}$ археологических костей диких животных поселения Шагара 1 варьируется: от -23,2 до -20,0 ‰; $\delta^{15}\text{N}$ — от 3,41 до 7,5 ‰; рыб — от -23,2 до -20,0 ‰; $\delta^{15}\text{N}$ — от 3,41 до 7,5 ‰. При анализе данных по современным растениям в $\delta^{13}\text{C}$ была введена поправка на эффект Зюсса (1,5 ‰).¹⁵ Для изотопного состава растений характерны вариации $\delta^{13}\text{C}$ от -27,4 до -24,91 ‰, $\delta^{15}\text{N}$ от -1,97 до 9,21 ‰. Для полыни, тростника, собранных вокруг оз. Шагара, характерны низкие величины $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$, для диких злаковых высокие, что характеризует и другие регионы лесной зоны Восточной Европы.¹⁶

Изотопный состав $\delta^{13}\text{C}$ современных лесных грибов варьируется от -26,03 до -20,8 ‰,

¹³ См.: Using stable isotope analyses to obtain dietary profiles from old hair: a case study from plains Indians / Roy D. M. [et al.] // American Journal of Physical Anthropology. 2005. Vol. 128, iss. 2. P. 444–452.

¹⁴ См.: Шишлина Н. И. Указ. соч.

¹⁵ См.: Early herding at Magura-Boldul lui Mos Ivanus (early sixth millennium BC, Romania): environments and seasonality from stable isotope analysis / Balasse M. [et al.] // European Journal of Archaeologists. 2013. Vol. 16, iss. 2. P. 221–246.

¹⁶ См.: Изотопные маркеры экосистем и питания средневекового сельского населения лесной зоны европейской части России / Добровольская М. В. [и др.] // РА. 2020. № 3. С. 84–87.

Таблица 2

Степь и Кавказ. ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ
И КОСТНОЙ ТКАНИ ИНДИВИДОВ ЯМНОЙ КУЛЬТУРЫ МЕЖДУРЕЧЬЯ РЕК САЛ И МАНЫЧ

Компоненты системы питания	$\delta^{13}\text{C}$ (mean, ‰), VPDB	$\delta^{15}\text{N}$ (mean, ‰), AIR
Археологические образцы		
Рыба — вырезуб, шип неопределяемой рыбы (энеолит, катакомбная культура, эпоха бронзы), степь (N=2)	-17,97±5,34	14,29±5,49
Домашние животные — овца, корова (ямная культура, эпоха бронзы), степь (N=6)	-19,10±1,33	10,09±3,50
Дикие животные — сайга, кулан (ямная культура, эпоха бронзы), степь (N=5)	-19,73±0,67	7,38±3,31
Плоды C ₃ — желудь, воробейник, лещина, грецкий орех, груша, физалис, каштан (эпоха бронзы, ранний железный век), степь, лесостепь, предгорья Северного и Южного Кавказа, восточное побережье Крыма (N=6)	-24,69±1,76	10,60±5,76
Плоды C ₄ — каркас (эпоха бронзы), Северный Кавказ (N=3)	-13,38±1,29	3,93±4,21
Растения C ₃ — злаковые, тростник, неопределимые (ямная, катакомбная культуры, эпоха бронзы), степь (N=21)	-24,80±2,06	11,12±6,44
Растения C ₄ — неопределимые (ямная, катакомбная культуры, эпоха бронзы), степь (N=2)	-12,38±0,32	6,23±0,32
Люди, могильник Темрта IV, степь (N=7)	-18,19±1,35	14,79±1,86
Люди, могильник Песчаный V, степь (N=4)	-16,76±1,90	15,71±1,83
Люди, могильник Песчаный IV, степь (N=6)	-16,21±0,50	14,08±4,47
Люди, могильник Улан IV, степь (N=2)	-18,20±0,24	12,84±0,23
Современные природные объекты (элементы степной экоструктуры)		
Грибы — шампиньон, степь (N=1)	-18,52	8,37
Водные растения, степь (N=6)	-14,98±2,96	9,01±9,22
Рыба — сазан, карась, карп, степь (N=4)	-18,90±3,52	9,42±3,14

$\delta^{15}\text{N}$ — от 2,1 до 9,9 ‰ и, за исключением подошиновика из Великого Устюга, характеризуется высокой величиной $\delta^{15}\text{N}$.

Степная зона Восточной Европы. Изотопные отношения азота и углерода в археологических образцах отличаются большой вариативностью. Кости рыб и растительные макроостатки редко сохраняются в археологических памятниках, поэтому для анализа привлечены образцы из памятников энеолита, бронзы и раннего железного века: плавниковый шип рыбы из слоя 2 энеолитического пос. Ракушечный Яр, Нижний Дон; орехи, плоды, желудь эпохи бронзы и раннего железного века из могильников Абашево в Поволжье; Три камня в Кисловодске; Манджикины 1, Му-Шарет-1, Шахаевская в Подонье и Калмыкии; пос. Мешоко на Северном Кавказе,¹⁷ кургана 3 могильника Ананаури¹⁸ в Грузии, а также степной Керчи (табл. 2).

¹⁷ См.: Осташинский С. М., Черленок Е. А., Лоскутов И. Г. Новые данные о древнем земледелии Северо-Западного Кавказа // Археологические вести. 2016. № 22. С. 35–40.

¹⁸ См.: Rusishvili N. Identification results of botanical material from Ananauri archaeological complex // Ananauri Big kurgan № 3. Tbilisi, 2016. P. 197–203.

Выявлены вариации изотопного состава пастбищных растений (ямная и катакомбная культуры) C₃: $\delta^{13}\text{C}$ от -28,0 до -18,8 ‰, $\delta^{15}\text{N}$ от -0,5 до 21,1 ‰; C₄: $\delta^{13}\text{C}$ -12,6–12,1 ‰, $\delta^{15}\text{N}$ 6,0–6,5 ‰; археологических костей рыб степных водоемов: $\delta^{13}\text{C}$ от -23,8 до -13,5 ‰, $\delta^{15}\text{N}$ от 8,5 до 19,42 ‰; домашних: $\delta^{13}\text{C}$ от -20,6 до -17,5 ‰, $\delta^{15}\text{N}$ от 5,8 до 15,8 ‰ и диких животных ямной культуры: $\delta^{13}\text{C}$ от -20,4 до -18,8 ‰, $\delta^{15}\text{N}$ от 4,5 до 12,45 ‰. Вариации изотопного состава плодов группы C₃: $\delta^{13}\text{C}$ — от -26,2 до -22,6 ‰, $\delta^{15}\text{N}$ — от 1,6 до 20,35 ‰; группы C₄: $\delta^{13}\text{C}$ — от -14,3 до -11,9 ‰, $\delta^{15}\text{N}$ — от 1,5 до 8,8 ‰. Выделим грушу из пос. Мешоко, ранний бронзовый век: $\delta^{13}\text{C}$ = -25,3 ‰, $\delta^{15}\text{N}$ = 10,4 ‰; грецкий орех: $\delta^{13}\text{C}$ = -23,0 ‰, $\delta^{15}\text{N}$ = 17,8 ‰ — и лещину: $\delta^{13}\text{C}$ = -23,6 ‰, $\delta^{15}\text{N}$ = 20,4 ‰ — из Пантикапея, Керченский полуостров, II в., характеризующиеся высокими значениями изотопа азота.

Изотопный состав съедобных современных плодов¹⁹ (введена поправка на эффект Зюсса)

¹⁹ См.: Shishlina N., Sevastyanov V., Kuznetsova O. Seasonal practices of prehistoric pastoralists from the south of the Russian plain based on the isotope data of modern and archaeological animal bones and plants // JASR. 2018. Vol. 21. P. 1247–1258.

Северного Кавказа ($\delta^{13}\text{C}$ от $-27,1$ до $-22,2$ ‰, $\delta^{15}\text{N}$ от $5,1$ до $7,5$ ‰, лещина, калина, рябина, грецкий орех), рыб из степных водоемов Подонья ($\delta^{13}\text{C}$ от $-20,9$ до $-13,7$ ‰, $\delta^{15}\text{N}$ от $7,0$ до $13,6$ ‰, карп, щука, сазан) также отличается вариативностью. Дополнительно измерен изотопный состав водных растений из степных водоемов Калмыкии и Ростовской области ($\delta^{13}\text{C}$ от $-16,7$ до $-10,8$ ‰, $\delta^{15}\text{N}$ от $1,7$ до $27,4$ ‰) и шампиньона из балочной системы р. Маныч ($\delta^{13}\text{C} = -18,5$ ‰, $\delta^{15}\text{N} = 8,4$ ‰).

Обсуждение

Лесная зона Восточной Европы. Проведенное ранее исследование изотопного состава костей человека и животных волосовской и шагарской культур Шагарского могильника и оценка пищевых компонентов, полученные с использованием модели FRUITS (исследование Р. Фернандеса), позволили предположить, что волосовское население для получения калорий (са. 89 %) в основном употребляло продукты наземного происхождения; животная пища была важным источником пищевого белка; точная оценка вклада калорий растительного происхождения не была проведена. Результаты, полученные с помощью модели, указывают, что большую долю в пище волосовской группы занимали наземные животные и рыба. Оценка пищевых компонентов одной из групп шагарской культуры свидетельствует о более низкой доле животной пищи, тем не менее наблюдается существенная зависимость системы питания от животного белка (70 %) и относительно высокий уровень его потребления.²⁰

Предложенные модели системы питания волосовской и шагарской культур, однако, не позволили точно указать, какова была доля растительного компонента. Согласно этим данным, население в основном питалось мясом диких животных и рыбой. Употребление рыбы отразилось на высокой величине азота $\delta^{15}\text{N}$ в костях индивидов двух культур.

На основании анализа изотопного состава костей индивидов система питания охотников-собирателей, основанная на водных ресурсах, была определена для волосовского населения и других регионов лесной зоны — поселков Сахтыш²¹ и Ивановское.²² Употребление рыбы

и влияние резервуарного эффекта²³ удвудревнило радиоуглеродный возраст их жителей.

Однако новые ^{14}C данные по наземным, независимым от резервуарного эффекта образцам (кость животного, береста) и костям человека из волосовских погребений Шагарского могильника²⁴ демонстрируют одинаковый радиоуглеродный возраст. Это может означать, что речная система оз. Мещера не имела резервуарного эффекта из-за изменения источника углерода, циркулирующего в водоеме, либо указывать на возможное изменение экологии озера²⁵ во время существования волосовской культуры в 3700–3500 гг. до н. э. Можно также предположить, что в рационе волосовского населения могла быть и наземная пища с высокой величиной изотопа азота. Мы считаем, что таким пищевым компонентом могут быть грибы.

Грибы являются особой экологической и трофической группой, отдельным элементом лесной наземной экосистемы и широко используются в пищу. Грибы покрыты оболочкой, состоящей на 80–90 % из полисахаридов, связанных с белками и липидами. Кроме того, в их состав входят азотсодержащий полисахарид хитин, полифосфаты, пигменты, меланины, глюканы и другие вещества. Многие грибы употребляются как ценный пищевой продукт. В сухом веществе их плодового тела содержится в среднем 20–40 % белка, 17–60 % углеводов, 1,5–10 % липидов и 6–25 % минеральных элементов, органических кислот, витаминов (А, В1, В2, РР), смол и эфирных масел, придающих грибам своеобразный запах и вкус.²⁶ Знакомство людей IV тыс. до н. э. с грибами и их свойствами подтверждается находками древесного гриба — трутовика березового (*Piptoporus betulinus*) в котомке Ледяного человека эпохи бронзы из Альп.²⁷

Вторым пищевым компонентом волосовского населения могли быть лесные орехи и другие плоды. Поскольку в нашей базе отсутствуют данные по этим компонентам лесной зоны, мы используем данные по археологическим

тического могильника Сахтыш-2а: данные к реконструкции питания // Археология Подмосковья. Материалы научного семинара. М., 2015. Вып. 11. С. 138–146.

²³ См.: Плихт Й., Шишлина Н. И., Зазовская Э. П. Радиоуглеродное датирование. Хронология археологических культур и резервуарный эффект. М., 2016.

²⁴ См.: The Eneolithic-Iron Age Shagara...

²⁵ См.: Freshwater radiocarbon reservoir effects at burial ground of Minino, Northwest Russia / Wood R. E. [et al.] // Radiocarbon. 2013. Vol. 55, № 1. P. 163–177.

²⁶ См.: Лемеза Н. А. Альгология и микология. Практикум. М., 2008.

²⁷ См.: Capasso L. Op. cit.

²⁰ См.: Subsistence strategies...

²¹ См.: Macàne A., Nordqvist K., Kostyleva E. Marmot incisors and bear tooth pendants in Volosovo hunter-gatherer burials. New radiocarbon and stable isotope data from the Sakhtysh complex, Upper-Volga region // JASR. 2019. Vol. 26. P. 1–12.

²² См.: Энговатова А. В., Добровольская М. В., Костылева Е. Л. Изотопные характеристики индивидов из погребений неолита

и современным образцам Северного Кавказа и Крыма. Изотопный состав этих продуктов также отличается высокими величинами $\delta^{15}\text{N}$. Вероятно, экономическая стратегия волосовских групп Шагарского поселения включала охоту, собирательство лесных плодов и грибов; доля продуктов рыболовства была меньше — иначе это отразилось бы на радиоуглеродном возрасте костей человека.

Изотопный состав одной из шагарских групп близок к изотопному составу волосовского населения и также характеризуется высокими величинами $\delta^{15}\text{N}$. Резервуарный эффект в костях индивидов этой культуры²⁸ позволяет высказать предположение, что рыба из озера составляла значительную часть их системы питания. Возможно, в 2200/2100 гг. до н. э. экология оз. Шагара и источники углерода в водном резервуаре изменились, употребление рыбы привело к удревнению радиоуглеродного возраста человека.

Таким образом, система питания волосовского и шагарского населения была смешанной, но предположительно ее компоненты различались: в экономике волосовской группы большое значение могли иметь продукты собирательства лесных грибов, орехов; шагарское население больше ело рыбы. Высокие величины $\delta^{15}\text{N}$ грибов и плодов (орехов) в первом случае и рыбы во втором определили специфический изотопный состав коллагена костей индивидов двух культур, но причины формирования такого изотопного состава могли быть разными.

Степная зона Восточной Европы. Изотопный состав коллагена костей ямных индивидов степных регионов Прикаспия также отличается вариативностью и крайне высокими величинами $\delta^{15}\text{N}$. Было высказано предположение, что степное население ело рыбу, моллюсков, водные растения,²⁹ что удревнило радиоуглеродный возраст людей ямной культуры.³⁰ Однако чем больше анализировалось ^{14}C парных дат наземных образцов, независимых от резервуарного эффекта, и костей человека ямной культуры, тем больше появлялось комплексов, для которых был получен одинаковый возраст разных синхронных углеродсодержащих образцов.³¹

²⁸ См.: The Eneolithic-Iron Age Shagara...

²⁹ См.: Шишлина Н. И. Указ. соч.

³⁰ См.: Хронология археологических культур...

³¹ См.: Reservoir effect of archaeological samples from steppe Bronze Age cultures in Southern Russia / Shishlina N. [et al.] // Radiocarbon. 2014. Vol. 56, iss. 2. P. 767–778.

Высокие величины $\delta^{15}\text{N}$ и $\delta^{13}\text{C}$ в коллагене костей древних людей могли быть определены смешанной системой питания и особым изотопным составом продуктов. Высокие величины $\delta^{15}\text{N}$ и $\delta^{13}\text{C}$ характерны для археологических рыб из степных памятников и из современных донских и калмыцких водоемов, степных археологических и современных растений и плодов. Анализ водных растений из степных водоемов также выявил большие вариации в их изотопном составе и высокие величины $\delta^{15}\text{N}$ и $\delta^{13}\text{C}$.

Можно ли определить, какие из естественных компонентов могли входить в систему питания древнего человека? Сравнительный анализ изотопного состава индивидов ямной культуры из четырех синхронных могильников выявил значительные вариации изотопного состава ямных групп, представители которых были похоронены либо рядом, либо в отдалении. Индивиды всех возрастов из мог. Песчаный IV характеризуются особым изотопным составом коллагена костей — высоким $\delta^{13}\text{C}$ (от $-16,2$ до $-15,3$ ‰) и экстремально высокими величинами $\delta^{15}\text{N}$ ($16,6$ – $17,7$ ‰); в Песчаном V $\delta^{13}\text{C}$ — от $-18,8$ до $-14,1$ ‰ и $\delta^{15}\text{N}$ — от $13,2$ до $17,1$ ‰; в Улане IV $\delta^{13}\text{C}$ — от $-18,3$ до $-18,8$ ‰ и $\delta^{15}\text{N}$ — от $12,7$ до $13,0$ ‰; в Темрте $\delta^{13}\text{C}$ — от $-19,0$ до $-15,9$ ‰ и $\delta^{15}\text{N}$ — от $12,9$ до $17,1$ ‰.

Система питания некоторых ямных индивидов из Песчаного V и Темрты, возможно, состояла из близких по типу продуктов с высоким изотопным составом азота и углерода. Несмотря на высокую величину $\delta^{15}\text{N}$, на радиоуглеродный возраст людей не повлиял резервуарный эффект, что делает маловероятным употребление водных продуктов питания некоторыми индивидами. Сравнение ^{14}C возраста костей людей из других могильников и синхронных наземных образцов выявило разницу ^{14}C дат до 850 лет.³² Это указывает, что система питания других ямных групп могла включать и водный компонент (речную рыбу, моллюски и водные растения).

Вариации изотопного состава $\delta^{15}\text{N}$ и $\delta^{13}\text{C}$ в археологических растительных образцах и в коллагене костей домашних животных свидетельствуют, что часть животных выпасалась на C_3 пастбищах, другая — на пастбищах со смешанной растительностью C_3/C_4 или на аридных C_3 угодьях. Причиной высокой величины $\delta^{15}\text{N}$ в костях человека могло быть употребление им мяса и молока животных, которые

³² См.: Хронология археологических культур...

выпасались на пастбищах с растительностью с высокой величиной азота. В таком случае, несмотря на высокий изотопный состав $\delta^{15}\text{N}$ при отсутствии влияния резервуарного эффекта на ^{14}C возраст человека, можно исключить употребление водных компонентов системы питания и предположить, что особый изотопный состав костей людей — высокая величина $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ — вызван не только климатическими особенностями региональной ландшафтной зоны (аридизация, засоленность почв), но и специфическими продуктами питания с высоким изотопным составом азота, а также выпасом домашних животных на пастбищах с особым изотопным составом растительности. Различия в изотопном составе индивидов синхронных ямных групп, проживавших в нескольких микрорегионах,³³ свидетельствуют о разных системах жизнеобеспечения таких групп.

Очень осторожно пока можно высказать предположение, что на особый изотопный состав индивидов ямной культуры мог повлиять и изотопный состав некоторых продуктов, которые происходили из близлежащих ресурсных ареалов Северного Кавказа, например, орехов. Это предположение пока не подтверждено археоботаническими данными. Однако для катакомбной культуры этого же региона известно употребление ячменя, происхождение которого в степи связано с обменом продуктами питания с оседлыми жителями Северного Кавказа.³⁴

Такой же гипотезой остается и вероятное употребление грибов. В настоящее время на степных пастбищах, унавоженных домашними животными, весной, летом и осенью после дождей растут грибы: дождевики, шампиньоны, вешенки. Местные жители собирают грибы и в современных лесополосах, разделяющих поля. Один гриб найден при полевых разведках 2020 г., дополнительно собраны образцы в полевом сезоне 2021 г. Изотопный состав пока только одного образца (сборы 2020 г.) показал повышенную величину $\delta^{15}\text{N}$. Поскольку ямные группы проживали в более влажных климатических условиях со значительными лесными массивами в речных балках и на берегах озер,³⁵ можно также высказать предположение, что они могли есть грибы, что меняло изотопный состав их костной ткани.

Заключение

При интерпретации изотопного состава коллагена костей древних людей необходимо учитывать разные факторы: климатические характеристики среды обитания, изотопный анализ элементов экосистемы и тех консументов, которые входили в трофические связи этих систем, а также изотопный состав тех продуктов питания, которые человек мог употреблять. Изотопные маркеры необходимо анализировать на фоне всего комплекса археологического материала, по которому можно судить об экономических стратегиях местного населения.

Полученные новые данные об изотопном составе археологических и современных продуктов лесной, степной и кавказской экосистем Восточной Европы и сравнительный анализ этих данных с изотопным составом групп населения эпохи энеолита и бронзового века позволили высказать предположение о разнообразии местного питания людей.

Волосовское и шагарское население проживало в одном микрорегионе — вокруг оз. Шагара в лесной зоне, однако их разделяет более тысячи лет. Изменения в хозяйстве, водных и лесных экосистемах, климатические перемены привели к тому, что при анализе близкого изотопного состава коллагена индивидов, характеризующегося высокими величинами азота и углерода, интерпретация будет разной. Мы полагаем, что волосовское население активно использовало лесные ресурсы и употребляло в пищу грибы, предположительно орехи и в меньшей степени рыбу, о чем свидетельствует отсутствие резервуарного эффекта при ^{14}C датировании костей человека. Шагарская группа, скорее всего, включала в рацион кроме мяса много рыбы, и это привело к удревнению радиоуглеродного возраста человека.

Высокие величины изотопов азота и углерода в костной ткани некоторых ямных индивидов также могли быть вызваны употреблением водных продуктов. Изотопный состав рыбы, водных растений, моллюсков повлиял на изотопный состав костей человека, а его ^{14}C возраст удревнился в связи с резервуарным эффектом.

Однако высокие величины $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ могли быть обусловлены и другими причинами. Пастбищные системы включали уголья разных геохимических микрорегионов; для некоторых характерны растения с экстремально высокими величинами изотопа азота; для других,

³³ См.: Reservoir effect of archaeological...

³⁴ См.: Plant food subsistence in the human diet of the Bronze Age Caspian and Low Don steppe pastoralists: archaeobotanical, isotope and ^{14}C data / Shishlina N. I. [et al.] // Vegetation history and Archaeobotany. 2018. Vol. 27, iss. 6. P. 833–842.

³⁵ См.: Кременецкий К. В. Палеоэкология древнейших земледельцев и скотоводов Русской равнины. М., 1991.

как правило, расположенных в более аридных условиях, C_3/C_4 растения. Домашние животные, поглощая естественные корма, включающие и растения с экстремально высоким изотопным составом азота и углерода, также приобретали отличный от других пастбищных животных (выпасавшихся в лесном, лесостепном, предгорном, горном микрорегионах) изотопный состав. Кормами коров и овец могли быть речные и озерные растения,³⁶ изотопный состав некоторых образцов также характеризуется высокими величинами азота и углерода. В июле 2000 г., когда пастбища у Чограйского водохранилища были полностью вытоптаны, коровы питались водными растениями.

Употребляя мясо и молоко животных, выпасавшихся на пастбищах с растениями разного изотопного состава, водные растения, рыбу, человек также менял изотопный состав своих костных тканей. Изотопный состав костной ткани таких людей будет близкий, но компоненты питания — разными. Удревнение радиоуглеродного возраста погребенных, очевидно, указывает на употребление рыбы и моллюсков.

Но у других индивидов ямной культуры при аналогичном изотопном составе (особенно при высокой величине изотопа азота) ^{14}C возраст такой же, как ^{14}C возраст синхронных наземных образцов. Мы высказываем осторожное предположение, что ямные группы, благодаря сезонным перемещениям, могли посещать лесные ареалы, собирать грибы, орехи, для которых характерна высокая величина изотопа азота. Отсутствие резервуарного эффекта при датировании костной ткани таких индивидов, возможно, указывает, что эти люди ели не рыбу, а именно такие продукты питания. Полагаем, что в будущем археоботанические данные позволят проверить эту гипотезу.

Таким образом, для реконструкции системы питания древнего населения важно учитывать изотопный состав вероятных пищевых компонентов той экосистемы, в которой оно проживало. Кроме этого, необходимо иметь в виду, что продукты питания могли происходить и из других регионов, геохимические характеристики компонентов которых также могли иметь особый изотопный состав.

Natalia I. Shishlina

Doctor of Historical Sciences, State Historical Museum (Russia, Moscow); Peter the Great Museum of Anthropology and Ethnography of the RAS (the Kunstkamera) (Russia, Saint Petersburg)
E-mail: nshishlina@mail.ru

Vyacheslav S. Sevastyanov

Doctor of Technical Sciences, Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the RAS (Russia, Moscow)
E-mail: vsev@geokhi.ru

Olga V. Kuznetsova

Candidate of Chemical Sciences, Sciences, Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the RAS (Russia, Moscow)
E-mail: olga-kuznetsova@mail.ru

THE DIET SYSTEM OF THE POPULATION OF THE FOREST AND STEPPE ZONE OF EASTERN EUROPE IN THE 4TH–3RD MILLENNIA BC AND DIETARY RESOURCES: INTERPRETATION OF STABLE ISOTOPE DATA

Reconstruction of food components by traditional archaeological methods has been successfully complemented by stable isotope analysis. Traditional archaeological materials and data of archaeozoological analysis suggest that the Meshchera population diet had many food components associated with hunting and fishing. Steppe inhabitants consumed meat and milk of domesticated animals, hunted the kulan and saiga; the analysis of vessel residue and interdental teeth space revealed importance of the plant component. Determination of the nitrogen and carbon isotope ratios in the diet system components of the Volosovo and Shagara populations inhabiting the forest belt and the Yamnaya population living in the steppe areas of Eastern Europe in 4000–3000 BC provided an opportunity to discuss the relationship between isotopic values of other diet components and

³⁶ Seaweed-eating sheep and the adaptation of husbandry in Neolithic Orkney: new insights from Skara Brae / Balasse M. [et al.] // *Antiquity*. 2019. Vol. 93, iss. 370. P. 919–932.

specific isotopic composition of ancient humans. Our study has demonstrated that the Volosovo population actively exploited forest resources and consumed mushrooms, probably, nuts and fish in smaller quantities as evidenced by a lack of the reservoir effect in the human bones. The Shagara group was supposed to include more fish in its diet in addition to meat which led to apparent age of the humans. Elevated values of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ in the Yamnaya population bone tissue were, probably, also caused by consumption of food products with an elevated $\delta^{15}\text{N}$ value, most likely, mushrooms and nuts as well as water components. Differences in the isotopic composition of human bones can help clarify the areas of the exploited natural resources.

Keywords: *diet system, $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values, forest and steppe belts of Eastern Europe*

REFERENCES

- Balasse M., Balasescu A., Janzen A. et al. Early herding at Magura-Boldul lui Mos Ivanus (early sixth millennium BC, Romania): environments and seasonality from stable isotope analysis. *European Journal of Archaeologists*, 2013, vol. 16, iss. 2, pp. 221–246. DOI: 10.1179/1461957112Y.0000000028 (in English).
- Balasse M., Tresset A., Obein G., Fiorillo D., Gandois H. Seaweed-eating sheep and the adaptation of husbandry in Neolithic Orkney: new insights from Skara Brae. *Antiquity*, 2019, vol. 93, iss. 370, pp. 919–932. DOI: 10.15184/aqy.2019.95 (in English).
- Bocherens H., Polet C., Toussaint M. Paleodiet of Mesolithic and Neolithic Populations of Meuse Basin (Belgium): Evidence from Stable Isotopes. *Journal of Archaeological Sciences*, 2007, vol. 34, iss. 1, pp. 10–27. DOI: 10.1016/j.jas.2006.03.009 (in English).
- Bogaard A., Heaton T. H. E., Poulton P., Merbach I. The impact of manuring on nitrogen isotope ratios in cereals: archeological implications for reconstruction of diet and crop management practices. *Journal of Archaeological Sciences*, 2007, vol. 34, iss. 3, pp. 335–343. DOI: 10.1016/j.jas.2006.04.009 (in English).
- Capasso L. 5300 years ago, the Ice Man used natural laxatives and antibiotics. *The LANCET*, 1998, vol. 352, iss. 9143, p. 1864. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)79939-6 (in English).
- Dobrovolskaya M. V., Tiunov A. V., Krylovich O. A. et al. [Isotope markers of ecosystems and nutrition of the medieval rural population in the forest zone of European Russia]. *Rossiyskaya arkheologiya* [Russian Archaeology], 2020, no. 3, pp. 79–95. DOI: 10.31857/S086960630010944-7 (in Russ.).
- Engovatova A. V., Dobrovolskaya M. V., Kostyleva E. L. [The isotope characteristics of individual human remains from a Neolithic burial site at Sakhtysh-2a — the data, and a conjectural reconstruction of their diet]. *Arkheologiya Podmoskov'ya. materialy nauchnogo seminar* [The Archaeology of the Moscow region. Proceedings of scientific seminar]. Moscow: IA RAN Publ., 2015, iss. 11, pp. 138–146. (in Russ.).
- Herrscher E., Poulmarc'h M., Pecquer L. et al. Dietary inferences through stable isotope analysis at the Neolithic and Bronze Age in the southern Caucasus (sixth to first millennium BC, Azerbaijan): From environmental adaptation to social impacts. *American Journal of Physical Anthropology*, 2018, vol. 167, iss. 4, pp. 856–875. DOI: 10.1002/ajpa.23718 (in English).
- Kaverzneva E. D. [The Shagar burial ground of the late 3rd — early 2nd millennium BC in the Central Meshchera]. *Rossiyskaya arkheologiya* [Russian Archaeology], 1992, no. 3, pp. 147–159. (in Russ.).
- Knipper C., Reinhold S., Gresky J. et al. Diet and subsistence in Bronze Age pastoral communities from the southern Russian steppes and the North Caucasus. *PLoS ONE*, 2020, vol. 15, iss. 10, p. e0239861. DOI: 10.1371/journal.pone.0239861 (in English).
- Kremenetsky K. V. *Paleoekologiya drevneyshikh zemledel'tsev i skotovodov Russkoy ravniny* [Paleoecology of the most ancient farmers and pastoralists of the Russian Plain]. Moscow: IG AN SSSR Publ., 1991. (in Russ.).
- Lanting J. N., van der Plicht J. Reservoir effects and apparent ^{14}C ages. *Journal of Irish Archaeology*, 1998, vol. 9, pp. 151–165. (in English).
- Lee-Thorp J. A. On isotopes and old bones. *Archaeometry*, 2008, vol. 50, iss. 6, pp. 925–950. DOI: 10.1111/j.1475-4754.2008.00441.x (in English).
- Lemeza N. A. *Al'gologiya i mikologiya. Praktikum* [Algology and mycology. A practical training]. Moscow: Vysshaya shkola Publ., 2008. (in Russ.).
- Macãne A., Nordqvist K., Kostyleva E. Marmot incisors and bear tooth pendants in Volosovo hunter-gatherer burials. New radiocarbon and stable isotope data from the Sakhtysh complex, Upper-Volga region. *Journal of Archaeological Sciences: Reports*, 2019, vol. 26, pp. 1–12. DOI: 10.1016/j.jasrep.2019.101908 (in English).

- Ostashinsky S. M., Cherlenok E. A., Loskutov I. G. [New evidence on ancient agriculture in the North-Western Caucasus]. *Arkheologicheskiye vesti* [Archaeological News], 2016, no. 22, pp. 35–40. (in Russ.).
- Roy D. M., Hall R., Mix A. C., Bonnicksen R. Using stable isotope analyses to obtain dietary profiles from old hair: a case study from plains Indians. *American Journal of Physical Anthropology*, 2005, vol. 128, iss. 2, pp. 444–452. DOI: 10.1002/ajpa.20203 (in English).
- Rusishvili N. Identification results of botanical material from Ananauri archaeological complex. *Ananauri Big kurgan № 3*. Tbilisi: Georgian National museum Publ., 2016, pp. 197–203. (in English).
- Schwarcz H. P., Dupras T. L., Fairgrieve S. I. $\delta^{15}\text{N}$ Enrichment in the Sahara: In Search of a Global Relationship. *Journal of Archaeological Sciences*, 1999, vol. 26, iss. 6, pp. 629–636. DOI: 10.1006/jasc.1998.0380 (in English).
- Shishlina N. I. *Severo-zapadnyy Prikaspiy v epokhu bronzy (V–III tys. do n. e.)* [The Northwestern Caspian Sea region in the Bronze Age (5th–3rd millennium BC)]. Moscow: GIM Publ., 2007. (in Russ.).
- Shishlina N. I., Azarov E. S., Dyatlova T. D. et al. [Innovative seasonal migrations and subsistence system of the mobile pastoralists of the desert-steppe zone of Eurasia: role of social groups]. *Stratum plus. Arkheologiya i kul'turnaya antropologiya* [Stratum Plus. Archaeology and Cultural Anthropology], 2018, no. 2, pp. 69–90. (in Russ.).
- Shishlina N. I., Bobrov A. A., Simakova A. M. et al. Plant food subsistence in the human diet of the Bronze Age Caspian and Low Don steppe pastoralists: archaeobotanical, isotope and ^{14}C data. *Vegetation History and Archaeobotany*, 2018, vol. 27, iss. 6, pp. 833–842. DOI: 10.1007/s00334-018-0676-9 (in English).
- Shishlina N., Kaverzneva E., Fernandes R. et al. Subsistence strategies of Meschera lowlands populations during the Eneolithic period — the Bronze Age: results from a multidisciplinary approach. *Journal of Archaeological Sciences: Reports*, 2016, vol. 10, pp. 74–81. DOI: 10.1016/j.jasrep.2016.08.043 (in English).
- Shishlina N., Sevastyanov V., Kuznetsova O. Seasonal practices of prehistoric pastoralists from the south of the Russian plain based on the isotope data of modern and archaeological animal bones and plants. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 2018, vol. 21, pp. 1247–1258. DOI: 10.1016/j.jasrep.2017.02.013 (in English).
- Shishlina N., Sevastyanov V., Zazovskaya E., van der Plicht J. Reservoir effect of archaeological samples from steppe Bronze Age cultures in Southern Russia. *Radiocarbon*, 2014, vol. 56, iss. 2, pp. 767–778. DOI: 10.2458/56.16942 (in English).
- Van der Plicht J., Shishlina N. I., Zazovskaya E. P. *Radiouglerodnoye datirovaniye. Khronologiya arkheologicheskikh kul'tur i rezervuarnyy efekt* [Radiocarbon dating. Chronology of Archaeological Cultures and Reservoir Effect]. Moscow: Paleograf Publ., 2016. (in Russ.).
- Wood R. E., Higham T. F. G., Buzilova A. et al. Freshwater radiocarbon reservoir effects at burial ground of Minino, Northwest Russia, *Radiocarbon*, 2013, vol. 55, no. 1, pp. 163–177. DOI: 10.1017/S0033822200047883 (in English).