

**С.В. Шнайдер¹✉, А. Абдыканова², С.В. Баранова³,
Ю.В. Срывкина¹, О.В. Ершова¹, С. Алишер кызы¹,
А.А. Чернонос³**

¹Международная лаборатория «Археозоология в Сибири и Центральной Азии»
ZooSCAn, IRL 2013, Национальный центр
научных исследований – Институт археологии и этнографии СО РАН
Новосибирск, Россия

²Американский университет в Центральной Азии
Бишкек, Кыргызстан

³Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН
Новосибирск, Россия
E-mail: sveta.shnayder@gmail.com

Применение ZooMS анализа к материалам стоянки Айгыржал-2 (Нарынская долина, Кыргызстан)

В данном исследовании применяется метод зооархеологии с использованием масс-спектрометрии (Zooarchaeology by Mass Spectrometry, ZooMS), в основе которого лежит анализ пептидной последовательности белка коллагена, используемой для видовой идентификации животных останков. Данный метод анализа в силу хорошей сохранности белка коллагена, относительной простоты пробоподготовки и недорогой стоимости получил широкое применение в археологии. Наиболее известным открытием, сделанным с помощью ZooMS, является идентификация человеческих костей через неидентифицированные кости из Денисовой пещеры, также ZooMS показывает эффективность при идентификации сырья для костяной промышленности и костяных украшений и при анализе плохо сохранившихся палеофаунистических коллекций. В данной статье мы представляем результаты работы новой лаборатории ZooMS ИАЭТ СО РАН, которая работает в тандеме с Центром масс-спектрометрического анализа ИХБФМ СО РАН. Методика ZooMS была применена для анализа 16 неидентифицируемых фрагментов костей со стоянки Айгыржал-2 (г. Нарын, Кыргызстан) из слоев, которые датируются в пределах 13,8–13,4 тыс. л.н. Проведенный анализ показал хорошую сохранность образцов, и, согласно пептидной последовательности, удалось идентифицировать с точностью до рода останки 14 образцов, которые принадлежали родам Capra и Ovis. Полученные результаты полностью согласуются с животным миром региона и позволяют говорить, что в данном регионе охота преимущественно была ориентирована на млекопитающих крупного и среднего размера. В целом проведенное исследование показывает свою эффективность при изучении неидентифицируемых палеофаунистических коллекций.

Ключевые слова: Центральная Азия, ZooMS-анализ, коллаген, белок, фаунистическая коллекция.

**S.V. Schneider¹✉, A. Abdykanova², S.V. Baranova³,
Y.V. Sryvkina¹, O.V. Ershova¹, S. Alisher kyzy¹,
A.A. Chernonosov³**

¹ArchaeoZOOlogy in Siberia and Central Asia – ZooSCAn, CNRS –
International Research Laboratory, IRL 2013, IAET SB RAS
Novosibirsk, Russia

²The American University of Central Asia
Bishkek, Kyrgyzstan

³Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine of the SB RAS
Novosibirsk, Russia
E-mail:sveta.shnayder@gmail.com

ZooMS Analysis with the Aygirzhal-2 Site Materials (Naryn Valley, Kyrgyzstan)

This study employs a zooarcheology by mass spectrometry (ZooMS) method, which is based on the analysis of the collagen peptide sequence and is used for species identification of animal remains. This analysis method has been widely used in archaeology due to good preservation of collagen protein, relatively simple sample preparation, and low cost. The most well-known discovery made using ZooMS is the identification of human bones through unidentified bones from the Denisova Cave. Moreover, ZooMS also shows efficiency of identification of raw materials for bone industry and bone jewelry and in the analysis of poorly preserved paleofaunal collections. This article discusses the results of the new ZooMS laboratory of the IAET SB RAS, which operates in cooperation with the Center for Mass Spectrometry Analysis of the IHBFM SB RAS. This method was used for the analysis of 16 unidentifiable bone fragments from the Aigyrzhal-2 site (Naryn, Kyrgyzstan) from the layers dating back to 13.8–13.4 ka. The analysis has shown good preservation of the samples. Further, using the peptide sequence, we could identify 14 sample remains, which belonged to the Capra and Ovis genera, with an accuracy to a genus. The obtained results are fully consistent with the fauna of the region and allow stating that hunting in the region was predominantly focused on large and medium-sized mammals. The conducted study generally shows its efficiency in the study of unidentifiable paleofaunal collections.

Keywords: Central Asia, ZooMS analysis, collagen, protein, faunal collection.

Введение

При проведении раскопок археологических стоянок наиболее массовыми находками являются фаунистические материалы, которые зачастую составляют наибольшую часть коллекций. При этом только малая часть из них может быть определена с использованием традиционного морфометрического метода, поскольку, как правило, кости сильно фрагментированы. В последнее десятилетие среди биоархеологических наук получил широкое распространение метод зооархеологии с использованием масс-спектрометрии (Zooarchaeology by Mass Spectrometry, ZooMS), в основе которого лежит анализ пептидной последовательности белка коллагена и который используется для видовой идентификации костей, зубов, кожи и рогов. Актуальность зоологического анализа с использованием масс-спектрометрии в археологии связана в первую очередь с тем, что определение вида при помощи морфологического анализа костей не всегда возможно. Часто случается так, что отсутствие необходимых морфологических признаков не позволяет специалисту определить, к какому именно виду или таксону принадлежат кости. Морфологические признаки могут отсутствовать из-за сильной раздробленности либо деформации кости. Это особенно актуально для молодых особей, так как у них еще не развиты все кости, а сами по себе они очень хрупки. Также следует отметить, что морфологические различия между видами могут быть минимальными, или же наоборот – различия внутри вида, и даже одной популяции могут быть существенны в связи с сильной половой и возрастной изменчивостью. Например, из-за невозможности определить видовой принадлежность костей в археологических

исследованиях часто сообщается, что кость принадлежит к категории, которая включает два таксона: «sheep/goat», «caprines» или, чаще всего, «ovicaprids». В археологических исследованиях метод ZooMS изначально был применен для изучения проблемы раннего скотоводства [Buckley et al., 2010; Buckley, Larkin, Collins, 2011]. Наибольший интерес к методу специалисты проявили после обнаружения костей человека посредством ZooMS в древних отложениях Денисовой пещеры [Brown et al., 2016]. Также ZooMS показывает эффективность при идентификации сырья для костяной промышленности и костяных украшений [Desmond et al., 2018]. Очень важные результаты могут быть получены при анализе ZooMS плохо сохранившихся бедных палеофаунистических коллекций, где большинство костей сохранились сильно фрагментированными [Taylor et al., 2021]. В 2021 г. была открыта международная лаборатория ZooSCAn Института археологии и этнографии СО РАН, одним из направлений работы которой является проведение ZooMS анализа совместно с Центром масс-спектрометрического анализа Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН. В настоящем исследовании мы представляем первые результаты изучения палеофаунистической коллекции со стоянки Айгыржал-2 методом ZooMS.

Исследования памятника Айгыржал-2 проводились в период 2012–2019 гг. Стоянка располагается на западной окраине г. Нарын, в местности Ак-Кыя, по левому берегу р. Нарын (рис. 1), представляет собой вытянутый в восточно-западном направлении останец аллювиального и частично эолового происхождения длиной примерно 250 м и шириной 150 м. Высота возвышенности составляет 36 м над ур. реки и 2026 м над ур. м. Координаты объекта

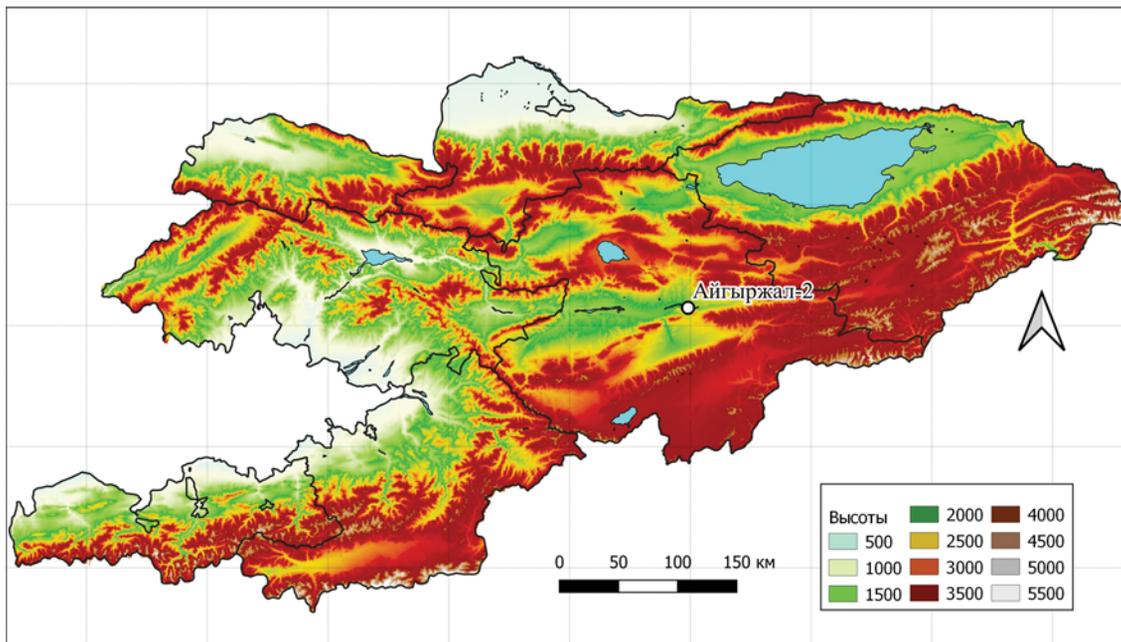


Рис. 1. Расположение памятника Айгыржал-2.

41°25.857 с.ш., 076°53.207 в.д. На возвышенности расположен разновременный курганный могильник Айгыржал-2 (зафиксированы погребения эпохи бронзы, эпохи раннего железа, эпохи великого переселения народов, раннего и позднего Средневековья), который был частично нивелирован в советское время. Также благодаря более 20 шурфам в разных частях памятника был выявлен культурный слой мезолитического поселения, который прослеживается по всей территории памятника. В 2012–2013 гг. раскопки проводились в районе шурфа № 1 на восточной оконечности памятника. В 2014 г. был раскопан сохранившийся островок разрушенного участка в западной части памятника. Площадь сохранившегося участка составила 555 м². В целом стратиграфия памятника состоит из трех основных горизонтов: плотного суглинка желтого цвета, супеси с прослойками глины и песка и галечного горизонта. В рамках второго горизонта – супеси – во время раскопок 2014 г. было выявлено 5 археологических слоев.

Имеющиеся радиоуглеродные датировки для памятника укладываются в диапазон от 13 до 13,8 тыс. л.н. [Абдыканова и др., 2014].

Каменная индустрия, представленная здесь, характеризуется объемным расщеплением, направленным на производство пластинок и микропластин, в орудийном наборе отмечаются пластинки с ретушью, концевые скребки, долотовидные изделия. Данная индустрия находит аналогии в более поздних комплексах Ферганской долины (Обишир-1, -5) [Shneider et al., 2017; Шнайдер и др.,

2017]. Палеофаунистические коллекции ранее не подвергались изучению в силу их большой фрагментации, ранее описывалась только подвеска, выполненная из зуба оленя [Абдыканова и др., 2014; Федорченко и др., 2018].

Материалы и методы

Для проведения ZooMS анализа нами отобрано 16 образцов (см. таблицу).

Пробоподготовка образцов для ZooMS анализа соответствует протоколу, изложенному в работе М. Бакли [Buckley et al., 2009] и после усовершенствованному С. Браун и коллегами [Brown et al. 2020]. Для каждого образца отобрано 10–20 мг кости с помощью сверлильного станка. Сначала образцы деминерализовали 0,6 М соляной кислоты (HCl; ТК АНТ (Санкт-Петербург)) в течение 18 ч при 4 °С. После центрифугирования в течение 1 мин при 7000 об/мин × g, супернатант удаляли и замораживали при 20 °С. Образец промывали 0,5 мМ бикарбонатом аммония, чтобы восстановить нейтральную рН образца. Затем к образцу добавляли 100 мкл 0,5 мМ бикарбоната аммония (Sigma Aldrich) и инкубировали в течение 1 ч при температуре 65 °С, после чего центрифугировали при 3700 об/мин в течение 1 мин. Затем образец был поделен на две части (около 50 мкл каждая), одну из которых хранили как резервную. Оставшиеся 50 мкл обрабатывали 0,2 мкг трипсином (секвенирующего класса; Promega UK) и инкубировали при 37 °С в течение 12–18 ч.

Затем реакция была остановлена путем добавления к пробам трифторуксусной кислоты (TFA; Sigma-Aldrich, Великобритания), пептиды (фрагменты белка) были очищены и фракционированы с помощью наконечников пипеток C18 (Thermo Fisher). Затем они были разделены на фракцию 0–10 % ацетонитрила (ACN) и фракцию 10–50 % ACN [Van der Sluis et al., 2014, Buckley et al., 2009]. Фракции высушивали, а затем ресуспендировали в 10 мкл 0,1 % TFA. После этого 1 мкл сокристаллизовали с 1 мкл раствора α -циано-4-гидроксикоричной кислоты (Sigma-Aldrich, Великобритания) (10 мг/мл в 50 % ACN), и образцы из каждой фракции наносили на пластину-мишень из нержавеющей стали Bruker для проведения матрично-ассистированной лазерной десорбции – времяпролетной масс-спектрометрии (MALDI-TOF). Анализ MALDI-TOF проводился на приборе Bruker Autoflex Speed, где сигнал регистрировали путем накопления 3000–25000 выстрелов лазера (в зависимости от состояния образца) в положительном отраженном режиме в диапазоне m/z 700–3700. Полученные спектры проверялись вручную с помощью программного обеспечения Bruker Daltonics FlexAnalysis 3.3. MALDI-TOF-MS спектры удалось зарегистрировать для каждой из фракций коллагена 0–10 % ACN и 10–50 % ACN, что указывает на то, что 15 образцов дали жизнеспособные отпечатки коллагена с видимыми пептидными пиками, которые, вероятно, позволят провести таксономическую идентификацию. Мы следовали этому же методу при анализе современных и археологических эталонных таксонов [Welker et al., 2016].

Результаты исследования

В результате проведенного ZooMS анализа, удалось идентифицировать 15 образцов из 16. Все образцы показывают высокую степень таксономической идентификации, для всех удалось зафиксировать более 6 пептидов (см. таблицу). Пептиды P1, B, P2, D, F представлены во всех образцах; пептиды C, F', G' в большей части образцов; пептиды A, A', E и G зафиксированы в единичных случаях. Семь из 15 образцов нам удалось идентифицировать до рода. Четыре из них сохранили пептиды с m/z 1105,6; 1196,6; 1427,7; 1580,8; 1648,8; 2131,1; 2883,4; 3017,5; 3033,5 и относятся к роду *Ovis* (рис. 2, 2). Три из них содержат пептиды с m/z : 1105,6; 1180,6; 1427,7;

Результаты ZooMS анализа

Номер образца	Слой	Определение	Семейство	P1	A	A'	B	C	P2	D	E	F	F'	G	G'
1	2.1–2.2	Goat	<i>Bovidae</i>	1105,6	1180,6	–	1427,7	1580,8	1648,8	2131,1	2792,3	2883,4	2899,4	–	3093,5
2	2.3	Deer/ Gazelle/ Saiga	<i>Cervidae/Bovidae (Saiga)</i>	1105,6	–	–	1427,7	1550,8	1648,8	2131,1	–	2883,4	2899,4	–	–
3	2.3	Goat/ Reindeer	<i>Bovidae–Cervidae</i>	1105,6	–	–	1427,7	–	1648,8	2131,1	–	2883,5	2899,9	–	3093,7
4	2.3	Sheep	<i>Bovidae</i>	1105,6	–	1196,6	1427,7	1580,8	1648,8	2131,1	–	2883,4	–	–	3033,5
5	2.5	Sheep	<i>Bovidae</i>	1105,6	–	–	1427,7	1580,7	1648,8	2131,1	–	2883,4	2899,3	3017,4	–
6	2.4	Goat	<i>Bovidae</i>	1105,6	1180,6	–	1427,7	–	1648,8	2131,1	2792,3	2883,5	2899,3	–	3093,5
7	2.2–2.3	Sheep	<i>Bovidae</i>	1105,6	1180,6	–	1427,7	1580,8	1648,8	2131,1	–	2883,4	2899,4	3017,5	–
8	2.5	Goat/ Reindeer	<i>Bovidae–Cervidae</i>	1105,6	–	–	1427,7	1580,8	1648,8	2131,1	–	2883,4	–	–	3093,5
9	2.1	Goat/ Reindeer	<i>Bovidae–Cervidae</i>	1105,6	–	–	1427,7	1580,8	1648,8	2131,1	2792,3	2883,4	–	–	3093,5
10	2.1	Goat/ Reindeer	<i>Bovidae–Cervidae</i>	1105,6	–	–	1427,7	–	1648,8	2131,1	–	2883,4	–	–	3093,5
11	2.3	Goat/ Reindeer	<i>Bovidae–Cervidae</i>	1105,7	–	–	1427,9	–	1649	2131,3	–	2883,7	–	–	3093,5
12	2.1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13	2.2–2.3	Goat/ Reindeer	<i>Bovidae–Cervidae</i>	1105,6	–	–	1427,8	1580,8	1648,9	2131,2	–	2883,5	2899,5	–	3093,5
14	2.5	Goat	<i>Bovidae</i>	1105,6	1180,6	–	1427,7	1580,7	1648,8	2131	–	2883,4	–	–	3093,5
15	2.2	Goat/ Reindeer	<i>Bovidae–Cervidae</i>	1105,5	–	–	1427,7	1580,7	1648,8	2131	–	2883,2	–	–	3093,4
16	2.4–2.5	Sheep	<i>Bovidae</i>	1105,6	–	–	1427,7	–	1648,8	2131,1	–	2883,4	2899,3	–	3033,4

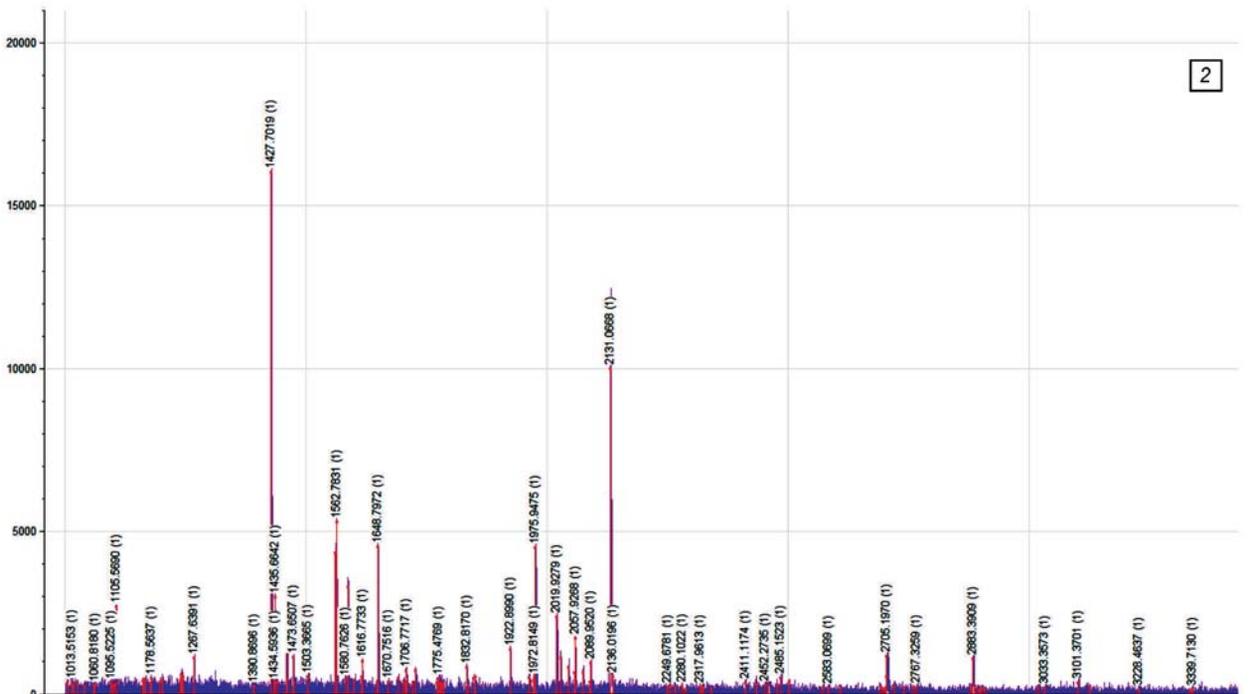
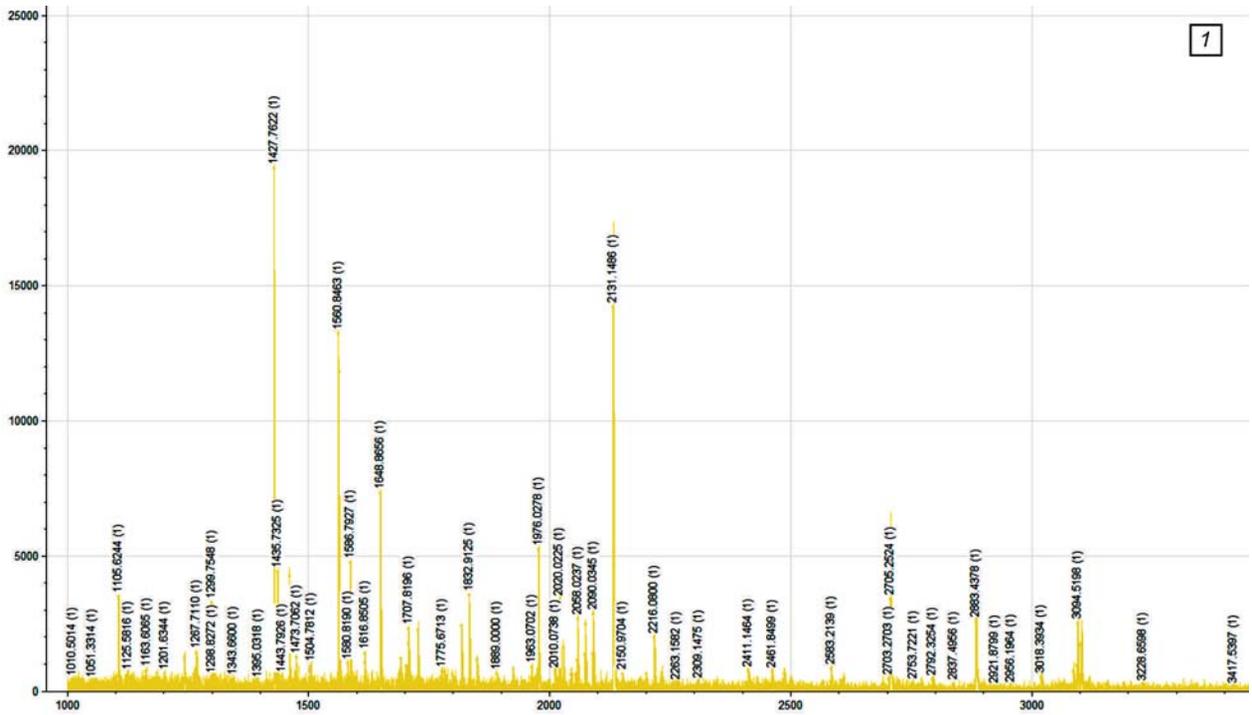


Рис. 2. Спектры образцов 1 (1) и 4 (2), построенные с использованием программы mMass.

1648,8; 2131,1; 2792,3; 2883,5; 2899,3; 3093,5 и относятся к роду *Capra* (рис. 2, 1). Семь образцов сохранили пептиды с m/z: 1105,6; 1427,7; 1580,8; 1648,8; 2131,1; 2792,3; 2883,4; 3093,5 и показывают возможную принадлежность к родам *Capra* или *Reindeer*, у данных образцов не были зафиксированы пептиды А и А', благодаря которым их можно было бы подразделить. Беря во внимание

район расположения стоянки – высокогорья Тянь-Шаня, можно с уверенностью сказать, что здесь исключено обнаружение костей северного оленя, и можно интерпретировать эти образцы как относящиеся к роду *Capra*. Один образец с пептидами с m/z 1105,6; 1427,7; 1550,8; 1648,8; 2131,1; 2883,4; 2899,4 показывает свою возможную принадлежность к родам *Deer/Gazelle/Saiga*. Учитывая физи-

ко-географические условия расположения стоянки, присутствие этих трех видов на памятнике представляется возможным.

Заключение

В результате проведенного ZooMS анализа для финальноплейстоценовых материалов со стоянки Айгыржал-2 удалось определить видовую принадлежность 15 костных фрагментов. Из них 10 образцов относятся к роду *Capra*, 4 образца – к *Ovis*, 1 образец может относиться к *Deer/Gazelle/Saiga*. Полученные данные полностью находят соответствие с характеристикой животного состава региона. Учитывая хронологию памятника (13,8–13,4 кал. тыс. л.н.), мы предполагаем, что здесь представлены остатки диких животных. В целом проведенное исследование показало, что методика ZooMS позволяет реконструировать фаунистический состав памятника и, как следствие, использовавшиеся охотничьи стратегии, которые были ориентированы на добычу средних млекопитающих.

Благодарности

Пробоподготовка для ZooMS анализа проведена при поддержке гранта Президента РФ МК-882.2022.2 «Новый алгоритм изучения костяных орудий на примере неолитических комплексов горной части Центральной Азии». Интерпретация результатов проведена при поддержке проекта НИР ИАЭТ СО РАН «Центральная Азия в древности: археологические культуры каменного века в условиях меняющейся природной среды» (FWZG-2022-0008).

Список литературы

Абдыканова А., Табалдиев К.Ш., Чаргынов Т., Онума К., Куме Ш., Мотузайте-Мотузавичюте Г. Новый памятник каменного века Айгыржал-2 (Кыргызстан, Нарынская область) // Диалог культур Евразии в археологии Казахстана. Сб. науч. ст., посвящ. 90-летию со дня рождения выдающегося археолога К.А. Акишева. – Астана: Сарыарка, 2014. – С. 148–160.

Федорченко А.Ю., Абдыканова А., Шнайдер С.В., Табалдыев К.Ш., Кривошапкин А.И. Новые свидетельства символического поведения эпохи эпипалеолита в Центральном Тянь-Шане // Евразия в кайнозое. Стратиграфия, палеоэкология, культуры. – 2018. – Вып. 7. – С. 242–251.

Шнайдер С.В., Абдыканова А., Крайцарж М., Алишер кызы С., Никулина Е.Д., Тэйлор В., Кривошапкин А.И. Результаты археологических раскопок памятника Обишир-1 в 2017 году // Проблемы археологии,

этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2017. – Т. 23. – С. 239–244.

Brown S., Hebestreit S., Wang N., Boivin N., Douka K., Korzow Richter K. Zooarchaeology by Mass Spectrometry (ZooMS) for bone material – Acid insoluble protocol. – 2020. P. 8–9.

Brown S., Higham T., Slon V., Pääbo S., Meyer M., Douka K., Brock F., Comeskey D., Procopio N., Shunkov M., Derevianko A., Buckley M. Identification of a new hominin bone from Denisova Cave, Siberia using collagen fingerprinting and mitochondrial DNA analysis // Scientific Reports. – 2016. – N 6. – P. 1–8.

Buckley M., Collins M., Thomas-Oaies J., Wilson J.C. Species identification by analysis of bone collagen using matrix-assisted laser desorption/ionisation time-of-flight mass spectrometry // Rapid Communications in Mass Spectrometry. – 2009. – N 23. – P. 3843–3854.

Buckley M., Kansa S.W. Howard S., Campbell S., Thomas-Oates J., Collins M. Distinguishing between archaeological sheep and goat bones using a single collagen peptide // J. of Archaeol. Sci. – 2010. – № 37. – P. 13–20.

Buckley M., Larkin N., Collins M. Mammoth and Mastodon collagen sequences; survival and utility // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 2011. – N 75. – P. 2007–2016.

Desmond A., Barton N., Bouzouggar A., Douka K., Fernandez P., Humphrey L., Morales J., Turner E., Buckley M. ZooMS identification of bone tools from the North African Later Stone Age // J. of Archaeol. Sci. – 2018. – N 98. – P. 149–157.

Taylor W.T., Pruvost M., Posth C., Rendu W., Krajcarz M.T., Abdykanova A., Brancaloni G., Spengler R., Hermes T., Schiavinato S., Hodgins G., Stahl R., Min J., Alisher S., Fedorowicz S., Orlando L., Douka K., Krivoshapkin A., Jeong C., Warinner C., Shnaider S. Evidence for early dispersal of domestic sheep into Central Asia // Nature. Human Behavior. – 2021. – P. 1169–1179.

Shnaider S.V., Krajcarz M.T., Viola T.B., Abdykanova A., Kolobova K.A., Fedorchenko A.Yu., Alisher-kyzy S., Krivoshapkin A.I. New investigations of Epipaleolithic in western Central Asia: Obishir-5 // Antiquity. – 2017. – Vol 91. – Iss. 360. – P. 1–7.

Van der Sluis L., Hollund H., Buckley M., De Louw P., Rijdsdijk K., Kars H. Combining histology, stable isotope analysis and ZooMS collagen fingerprinting to investigate the taphonomic history and dietary behaviour of extinct giant tortoises from the Mare aux Songes deposit on Mauritius // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 2014. – N 416. – P. 80–91.

Welker F., Hajdinjak M., Talamo S., Jaouen K., Dannemann M., David F., Julien M., Meyer M., Kelso J., Barnes I., Brace S., Kamminga P., Fischer R., Kessler B.M., Stewart J.R., Pääbo S., Collins M.J.,

Hublin J. Palaeoproteomic Evidence Identifies Archaic Hominins Associated with the Châtelperronian at the Grotte Du Renne // *PNAS*. – 2016. – Iss. 113. – P. 11162–11167.

Reference

Abdykanova A., Tabaldiev K.Sh., Chargynov T., Onuma K., Kume Sh., Motuzaite-Motuzavichyute G. Novyi pamyatnik kamennogo veka Aigyrzhal-2 (Kyrgyzstan, Narynskaya oblast'). In *Dialog kul'tur Evrazii v arkeologii Kazakhstana. Sbornik nauchnykh statei, posvyashchennyi 90-letiyu so dnya rozhdeniya vydayushchegosya arkeologa K. A. Akisheva*. Astana: Saryarka, 2014. P. 148–160. (In Russ.).

Brown S., Hebestreit S., Wang N., Boivin N., Douka K., Korzow Richter K. Zooarchaeology by Mass Spectrometry (ZooMS) for bone material. Acid insoluble protocol, 2020. P. 8–9.

Brown S., Higham T., Slon V., Pääbo S., Meyer M., Douka K., Brock F., Comeskey D., Procopio N., Shunkov M., Derevianko A., Buckley M. Identification of a new hominin bone from Denisova Cave, Siberia using collagen fingerprinting and mitochondrial DNA analysis. *Scientific Reports*, 2016. N 6. P. 1–8.

Buckley M., Collins M., Thomas-Oates J. & Wilson J. C. Species identification by analysis of bone collagen using matrix-assisted laser desorption/ionisation time-of-flight mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 2009. N 23. P. 3843–3854.

Buckley M., Kansa S.W., Howard S., Campbell S., Thomas-Oates J., Collins M. Distinguishing between archaeological sheep and goat bones using a single collagen peptide. *Journal of Archaeological Science*, 2010. N 37. P. 13–20.

Buckley M., Larkin N., Collins M. Mammoth and Mastodon collagen sequences; survival and utility. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2011. N 75. P. 2007–2016.

Desmond A., Barton N., Bouzouggar A., Douka K., Fernandez P., Humphrey L., Morales J., Turner E., Buckley M. ZooMS identification of bone tools from the

North African Later Stone Age. *Jl of Archaeol. Sci.*, 2018. N 98. P. 149–157.

Fedorchenko A.Yu., Abdykanova A., Shnaider S.V., Tabaldiev K.Sh., Krivoshapkin A.I. Novye svidetel'stva simvolicheskogo povedeniya epokhi epipaleolita v Tsentral'nom Tyan'-Shane. *Evrasiya v kaïnozoë. Stratigrafiya, paleoekologiya, kul'tury*, 2018. Iss. 7. P. 242–251. (In Russ.).

Shnaider S.V., Krajcarz M.T., Viola T.B., Abdykanova A., Kolobova K.A., Fedorchenko A.Yu., Alisher-kyzy S., Krivoshapkin A.I. New investigations of Epipaleolithic in western Central Asia: Obishir-5. *Antiquity*, 2017. Vol. 91. Iss. 360. P. 1–7. doi: 10.15184/aqy.2017.208

Shnaider S.V., Abdykanova A., Kraitsarzh M., Alisher kyzy S., Nikulina E.D., Taylor V., Krivoshapkin A.I. Rezul'taty arkeologicheskikh raskopok pamyatnika Obishir-1 v 2017 godu. In *Problemy arkeologii, etnografii, antropologii Sibiri i sopredel'nykh territorii*, Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2017. Vol. 23. P. 239–244. (In Russ.).

Van der Sluis L., Hollund H., Buckley M., De Louw P., Rijdsdijk K., Kars H. Combining histology, stable isotope analysis and ZooMS collagen fingerprinting to investigate the taphonomic history and dietary behaviour of extinct giant tortoises from the Mare aux Songes deposit on Mauritius // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2014. – № 416. – P. 80–91.

Welker F., Hajdinjak M., Talamo S., Jaouen K., Dannemann M., David F., Julien M., Meyer M., Kelso J., Barnes I., Brace S., Kamma P., Fischer R., Kessler B.M., Stewart J.R., Pääbo S., Collins M.J., Hublin J. Palaeoproteomic Evidence Identifies Archaic Hominins Associated with the Châtelperronian at the Grotte Du Renne. In *PNAS*, 2016. Iss. 113. P. 11162–11167. doi: 10.1073/pnas.1605834113

Шнайдер С.В. <https://orcid.org/0000-0003-2230-4286>

Абдыканова А. <https://orcid.org/0000-0002-7238-9065>

Баранова С.В. <https://orcid.org/0000-0001-9228-3025>

Алишер кызы С. <https://orcid.org/0000-0003-3138-0942>

Черноносков А.А. <https://orcid.org/0000-0001-8362-2443>