

УДК 599.742.2:591.431.4(470.5)

**ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О ПИТАНИИ УРАЛЬСКОГО  
ПЕЩЕРНОГО МЕДВЕДЯ (MAMMALIA, CARNIVORA, URSIDAE,  
URSUS (SPELAEARCTOS) KANIVETZ VERESTCHAGIN, 1973)  
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНАЛИЗА ИЗОТОПОВ  $^{13}\text{C}$  И  $^{15}\text{N}$**

© 2023 г. П. А. Косинцев<sup>1,\*</sup>, Г. В. Симонова<sup>2</sup>, К. Ю. Коновалова<sup>1</sup>

Представлено академиком РАН В.Н. Большаковым

Поступило в редакцию 12.12.2022 г.

После доработки 20.01.2023 г.

Принято к публикации 22.01.2023 г.

Получены первые данные о содержании изотопов  $^{13}\text{C}$  и  $^{15}\text{N}$  в коллагене 16 костей уральского пещерного медведя (*Ursus (S.) kanivetz* Verestchagin, 1973) из пещеры Тайн (55°25' с. ш., 57°46' в. д.). Кости датируются серединой МИС 3. Изучены кости самцов и самок в возрасте около 2 лет, около 3 лет и старше 4 лет. Заметные различия изотопных подписей между особями разного возраста и разного пола отсутствуют. Со второго года жизни пещерные медведи питались самостоятельно растительной пищей. Значения  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  уральского пещерного медведя близки к значениям для *U. (S.) spelaeus ingressus*.

**Ключевые слова:** *Ursus kanivetz*, уральский пещерный медведь, плейстоцен, Урал, стабильные изотопы,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ , коллаген

**DOI:** 10.31857/S2686738922601084, **EDN:** QHGAIW

Изотопы  $^{13}\text{C}$  и  $^{15}\text{N}$  широко используются для реконструкции среды обитания и экологии видов в прошлом и настоящем. Особенно большое значение они имеют для вымерших видов. В последнее время получены большие массивы данных о содержании  $^{13}\text{C}$  и  $^{15}\text{N}$  в коллагене костей многих видов мамонтовой фауны [1]. Их анализ позволяет оценить положение вида в трофической цепи и охарактеризовать особенности его питания [2]. Один из самых больших массивов данных получен для больших пещерных медведей (*Ursus (Spelaearctos) spelaeus* s.l.) [1, 3–8]. Но все эти данные получены для выборок из Западной и Центральной Европы. Данные для больших пещерных медведей Восточной Европы и Урала отсутствуют. Для этой территории имеются данные только о содержании изотопов  $^{13}\text{C}$  и  $^{15}\text{N}$  в коллагене костей малого пещерного медведя (*U. (Spelaearctos) ex gr. savini-rossicus*) Урала [9].

Согласно современным морфологическим и молекулярным данным на Урале в позднем плейстоцене обитал один вид большого пещерного медведя – уральский пещерный медведь (*Ursus (S.) kanivetz* Verestchagin, 1973) [10, 11]. В Западной Европе обитало два вида больших пещерных медведей – *Ursus (S.) spelaeus* Rosenmuller 1794 и *U. (S.) eremus* Rabeder, Hofreiter, Nagel et Withalm, 2004; в Центральной Европе обитало три вида – *U. (S.) spelaeus* Rosenmuller 1794, *U. (S.) eremus* Rabeder, Hofreiter, Nagel et Withalm, 2004 и (*U. (S.) kanivetz* Verestchagin, 1973) [12].

В исследование включена выборка костей уральского пещерного медведя из пещеры Тайн на Среднем Урале (55°25' с. ш., 57°46' в. д.). Пещера имеет карстовое происхождение, горизонтальный тип строения и длину 508 м [13]. Высота над уровнем моря 230 м. Отложения в пещере включают два слоя. Слой 1 представлен бурой супесью с известняковыми галькой и щебнем, мощностью до 1.5 м. Слой 2 сложен зеленоватым суглинком мощностью до 0.5 м. В слое 1 нем найдено более 16000 костей большого пещерного медведя, среди которых есть остатки эмбрионов и всех возрастных групп от новорожденных до старых особей [14]. Это типичное “кладбище” пещерных медведей, где медведи погибали во время зимней спячки. По костям пещерного медведя получены радиоуглеродные (AMS) даты: 47600 ± 900 BP,

<sup>1</sup> Институт экологии растений и животных Уральского Отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup> Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского Отделения Российской академии наук, Томск, Россия

\*e-mail: kpa@ipae.uran.ru

**Таблица 1.** Значения  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  в коллагене костей уральского пещерного медведя (*U. (S.) kanivetz*), ‰

Пол	n	$\delta^{13}\text{C}$ , ‰	n	$\delta^{15}\text{N}$ , ‰
Самец	10	-21.3 – -22.1	10	$3.2 \pm 0.1$ – $5.6 \pm 0.1$
Самка	2	-22.1 – -22.2	2	$4.6 \pm 0.2$ – $5.4 \pm 0.1$
?	4	-21.4 – 22.5	4	$3.0 \pm 0.2$ – $4.6 \pm 0.02$

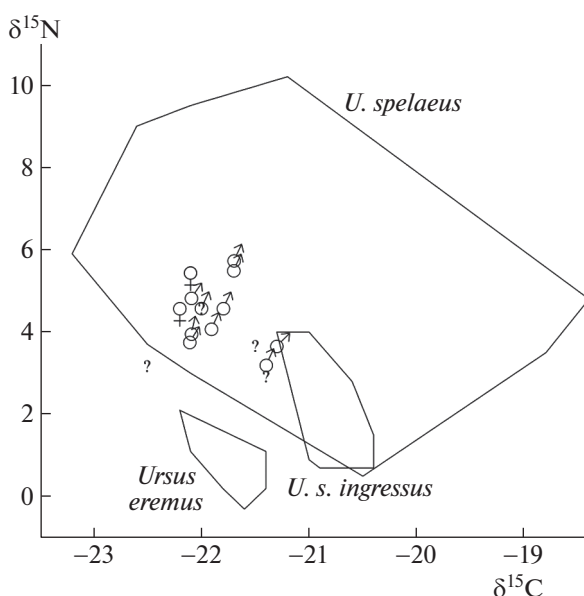
ОxA-16958;  $39190 \pm 360$  BP ОxA-16961;  $39580 \pm 360$  BP ОxA-16965;  $39630 \pm 360$  BP ОxA-16962;  $40340 \pm 370$  BP ОxA-16963 [15] и  $37190 \pm 680$  BP, по.? [16], что соответствует середине морской изотопной стадии 3 (MIS 3) позднего плейстоцена.

Для анализа взяты 6 плечевых и 10 больших берцовых костей. Определение пола и возраста особей, которым принадлежали кости, проведено на основании анализа их размеров и состояния эпифизов (приросли – не приросли) [14, 17–19]. Среди плечевых костей самцам принадлежало: 2 экземпляра особям в возрасте около 2 лет, 1 экземпляр особи в возрасте около 3 лет и 2 экземпляра были от особей старше 4 лет; самке принадлежала кость от особи в возрасте около 2 лет. Среди больших берцовых костей самцам принадлежали: 2 экземпляра от особей в возрасте около 3 лет и 3 экземпляра были от особей старше 5 лет; самке принадлежала кость от взрослой особи старше 4 лет; у 4 экземпляров, в возрасте около 3 лет, пол определить не удалось. Каждая кость принадлежит отдельной особи.

Определение изотопного состава углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ ) и азота ( $\delta^{15}\text{N}$ ) в коллагене костей проведено методом изотопной масс-спектрометрии [20] с использованием изотопного масс-спектрометра DELTA V Advantage (Thermo Fisher Scientific, Германия), оснащенного элементным анализатором Flash 2000 (приборы предоставлены центром коллективного пользования ТомЦКП СО РАН) по стандартной методике. В качестве международного стандарта углерода принят эталон VPDB. В качестве международного стандарта азота принят газообразный  $\text{N}_2$  атмосферного воздуха. Лабораторные рабочие газы сравнения  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$  калибровали по международному стандартному образцу МАГАТЭ – IAEA-600 Caffeine. Абсолютная погрешность измерений для трех повторностей анализируемых образцов составляла: для углерода не более 0.15‰; для азота не более 0.2‰.

Результаты определения  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  представлены в табл. 1. Значения  $\delta^{13}\text{C}$  различаются не более, чем на 1.2‰, а значения  $\delta^{15}\text{N}$  не более, чем на 2.6‰ (табл. 1). Различия значений незначительные и все особи принадлежат одному трофическому уровню [2]. Это подтверждает положение точек на графике (рис. 1).

Как было отмечено выше, в анализе использованы кости особей разного возраста (от 2 лет и старше) и пола. Заметные различия изотопных подписей между особями разного возраста и пола отсутствуют. Это показывает, что, начиная с возраста 2 года, питание особей уральского пещерного медведя заметно не различалось. То есть по-



**Рис. 1.** Распределение значений  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  (‰) в коллагене костей уральского пещерного медведя ( $\sigma$  – самцы,  $\phi$  – самки, ? – пол не определен), и больших пещерных медведей (*U. spelaeus*, *Ursus eremus*, *U. s. ingressus*) Западной и Центральной Европы.

сле выхода из второй зимовки, с весны второго года жизни (возраст 1+) пещерные медведи полностью переходили к самостоятельному питанию растительной пищей. Питание самцов и самок также заметно не различалось.

Для сравнения приведены полигоны распределения значений  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  в коллагене костей больших пещерных медведей Западной и Центральной Европы [1–7] (рис. 1). Значения  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  для уральского пещерного медведя занимают компактное положение относительно данных для *U. (S.) spelaeus* и немного выходят за пределы этих значений. Они близки к значениям для его подвида *U. (S.) spelaeus ingressus* (рис. 1).

Анализ значений  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  в коллагене костей уральского пещерного медведя показал, что особи уже с начала второго года жизни питались самостоятельно и различия в питании самцов и самок отсутствовали. По питанию они были близки к западноевропейскому подвиду *U. (S.) spelaeus ingressus*.

#### ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-24-01025, <https://rscf.ru/project/22-24-01025/>.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Bocherens H.* Isotopic insights on cave bear palaeodiet // *Historical Biology*. 2019. V. 31. № 4. P. 410–421.
2. *Robu M., Fortin J.K., Richards M.P., et al.* Isotopic evidence for dietary flexibility among European Late Pleistocene cave bears (*Ursus spelaeus*) // *Canadian Journal of Zoology*. 2013. V. 91. № 4. P. 227–234.
3. *Bocherens H., Stiller M., Hobson K.A., et al.* Niche partitioning between two sympatric genetically distinct cave bears (*Ursus spelaeus* and *Ursus ingressus*) and brown bear (*Ursus arctos*) from Austria: Isotopic evidence from fossil bones // *Quaternary International*. 2011. V. 245. № 2. P. 238–248.
4. *Bon C., Berthouaud V., Fosse P., et al.* Low regional diversity of late cave bears mitochondrial DNA at the time of Chauvet Aurignacian paintings // *Journal of Archaeological Science*. 2011. V. 38. № 8. P. 1886–1895.
5. *Pérez-Rama M., Fernández-Mosquera D., Grandal d'Anglade A.* Recognizing Growth Patterns and Maternal Strategies in Extinct Species Using Stable Isotopes: The Case of the Cave Bear *Ursus spelaeus* ROSEN-MÜLLER // *Quaternary International*. 2011. V. 245. № 2. P. 302–306.
6. *Münzel S.C., Stiller M., Hofreiter M., et al.* Pleistocene Bears in the Swabian Jura (Germany): Genetic replacement, ecological displacement, extinctions and survival // *Quaternary International*. 2011. V. 245. № 2. P. 225–237.
7. *Nejman L., Wood R., Wright D., et al.* Hominid Visitation of the Moravian Karst during the Middle-Upper Paleolithic Transition: New Results from Pod Hradem Cave (Czech Republic) // *Journal of Human Evolution*. 2017. V. 108. P. 131–146.
8. *Gimranov D., Bocherens H., Kavcik-Graumann N., et al.* The cave bears from Imanay Cave (Southern Urals, Russia). *Historical Biology*. 2022. V. 34 (4).
9. *Barlow A., Paijmans J.L.A., Federica A., et al.* Middle Pleistocene genome calibrates a revised evolutionary history of extinct cave bears // *Current Biology*. 2021. V. 31. № 8. P. 1771–1779.
10. *Гимранов Д.О., Косинцев П.А.* Пещерные медведи (*Ursus spelaeus sensu lato*) Урала // *Палеонтологический журнал*. 2022. № 1. С. 97–106.
11. *Stiller M., Molak M., Prost S. et al.* Mitochondrial DNA diversity and evolution of the Pleistocene cave bear complex // *Quaternary International*. 2014. V. 339–340. P. 224–231.
12. *Горбунова А.К., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., и др.* Карст и пещеры Пермской области. Пермь: Изд-во Пермского университета; 1992. С. 200.
13. *Косинцев П.А., Воробьев А.А.* Биология большого пещерного медведя (*Ursus spelaeus* Ros. et Hein.) на Урале. Ю.А. Розанов (ред.). В кн.: Мамонт и его окружение: 200 лет изучения. М.: Геос; 2001. С. 266–278.
14. *Pacher M., Stuart A.J.* Extinction chronology and palaeobiology of the cave bear (*Ursus spelaeus*) // *Boreas*. 2009. V. 38. P. 189–206.
15. *Kosintsev P.A., Gasilin V.V., Gimranov D.O., et al.* Carnivores of the Ural in the late Pleistocene and Holocene // *Quaternary International*. 2016. V. 420. P. 145–155.
16. *Воробьев А.А.* Этапы постнатального онтогенеза скелета большого пещерного медведя // *Биота горных территорий: История и современное состояние: Материалы конференции молодых ученых; 15–19 апреля 2002 г.* Екатеринбург: Академкнига; 2002. С. 22–28.
17. *Воробьев А.А.* Размеры длинных трубчатых костей большого пещерного медведя Среднего Урала // *Современные проблемы популяционной, исторической и прикладной экологии: Материалы конференции молодых ученых; 23–27 апреля 2001.* Екатеринбург: “Екатеринбург”; 2001. С. 38–41.
18. *Fosse P., Cregut-Bonnoure E.* Ontogeny/growth of (sub)modern brown bear (*Ursus arctos*) skeleton: A guideline to appraise seasonality for cave bear (*Ursus spelaeus*) sites? // *Quaternary International*. 2014. V. 339–340. P. 275–288.
19. *Лебедев А.Т.* Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды. Москва: Техносфера; 2013. С. 632.
20. *Bocherens H., Drucker D.* Trophic level isotopic enrichment of carbon and nitrogen in bone collagen: case studies from recent and ancient terrestrial ecosystems // *International J. of Osteoarchaeol.* 2003. V. 13. № 1/2. P. 46–53.

**THE FIRST DATA ON THE NUTRITION OF THE URAL CAVE BEAR  
(MAMMALIA, CARNIVORA, URSIDAE, *URSUS (SPELAEARCTOS) KANIVETZ*  
VERESTCHAGIN, 1973) BASED ON THE RESULTS OF THE ANALYSIS  
OF ISOTOPES  $^{13}\text{C}$  and  $^{15}\text{N}$**

**P. A. Kosintsev<sup>a,#</sup>, G. V. Simonova<sup>b</sup>, and K. Yu. Konovalova<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> *Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russian Federation*

<sup>b</sup> *Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,  
Tomsk, Russian Federation*

<sup>#</sup>*e-mail: kpa@ipae.uran.ru*

Presented by Academician of the RAS V.N. Bolshakov

The first data on the content of isotopes  $^{13}\text{C}$  and  $^{15}\text{N}$  in the collagen of 16 bones of the Ural cave bear (*Ursus (Spelaearctos) kanivetz* Verestchagin, 1973) were obtained from the Tayn (Secrets) cave (55°25' N, 57°46' E). The bones date from the middle of MIS 3. The bones of males and females aged about 2 years, about 3 years and older than 4 years were studied. There are no noticeable differences in isotope signatures between individuals of different ages and different sexes. Since the second year of life, cave bears have been eating plant food on their own. The values of  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  of the Ural cave bear are close to the values for *U. (S.) spelaeus ingressus*.

*Keywords:* *Ursus kanivetz*, Ural cave bear, Pleistocene, Ural, stable isotope,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ , collagen