

УДК 569.323.4:551.793(571.56)

НАХОДКА МЁРЗЛОЙ МУМИИ ЛЕММИНГА (Rodentia, Cricetidae, *Lemmus*) В ВЕРХНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ ЯКУТИИ

Академик РАН А. В. Лопатин^{1,2,*}, член-корреспондент РАН Н. Г. Соломонов^{3,4},
Н. В. Сердюк¹, Е. Н. Машенко¹, Д. В. Муха⁵, А. К. Агаджанян¹

Поступило 01.07.2019 г.

Внешнее морфологическое, рентгенографическое и томографическое изучение мёрзлой мумии грызуна из верхнеплейстоценовых едомных отложений на р. Тирехтях (приток р. Семюелях, Абыйский улус, Республика Саха (Якутия)) показало её принадлежность *Lemmus* sp. Калиброванный возраст находки по ¹⁴C составил 41 305–41 885 л.н. Это первая изученная плейстоценовая находка мёрзлой мумии настоящего лемминга рода *Lemmus*. По размерам тела и черепа, окраске меха, длине нижнего резца и строению коренных зубов изученный экземпляр близок современному сибирскому леммингу *Lemmus sibiricus* (Kerr, 1792). Сравнение последовательности нуклеотидов митохондриального гена *COB* с последовательностями ДНК, представленными в базе данных GenBank, тоже продемонстрировало максимальное сходство с современным сибирским леммингом.

Ключевые слова: мёрзлые мумифицированные остатки, грызуны, настоящие лемминги, *Lemmus sibiricus*, многолетнемёрзлые отложения, верхний плейстоцен, северо-восточная Якутия.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524891108-112>

Летом 2016 г. Ангелина Садовникова, ученица Белогорской гимназии им. Н.Н. Ефимова Абыйского улуса Республики Саха (Якутия), обнаружила мёрзлый мумифицированный труп ископаемого лемминга. Местонахождение находится на правом берегу р. Тирехтях, приблизительно в 2 км выше по течению от места её впадения в р. Семюелях (правый приток р. Индигирка). Мёрзлая мумия была найдена на участке, где ранее проводился сбор мамонтового бивня, в большой полости, образовавшейся приблизительно в 5 м над урезом воды в результате размывания льдистых пород. Данная точка получила название “Лемминг”, её координаты: 68°32′28,6″ с.ш., 147°07′25,8″ в.д.

Район находки расположен в среднем течении р. Индигирка и относится к Яно-Индигирской низ-

менности. В геологическом отношении район характеризуется развитием льдистых отложений едомной свиты [1]. У пос. Белая Гора на р. Индигирка описан разрез, представленный едомными отложениями [2]. Едомная свита характеризуется мамонтовым комплексом крупных млекопитающих, который незначительно различается по составу видов в разных частях Яно-Индигирской низменности.

Абсолютная датировка по ¹⁴C мумии тирехтяхского лемминга по шерсти из фрагмента шкуры: радиоуглеродная датировка — BP 37 025±120 л.н., калиброванный возраст [3] — cal 41 305–41 885 л.н. (стандартное отклонение 2σ, вероятность 95,4%), median probability 41 599 (№ 6973, ЦКП “Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии” Института географии РАН, Москва, Россия, и центра изотопных исследований Университета Джорджии, Атэнс, США).

Данный хронологический интервал соответствует молотковскому термохрону северо-востока Сибири (аналог средневалдайского межледниковья Русской равнины и вюрма-II Западной Европы) [4].

Находки мумифицированных остатков позднеплейстоценовых грызунов в многолетнемёрзлых породах достаточно редки. Широкую известность получила находка в 1946 г. трёх мёрзлых мумий берингийских сусликов *Urocitellus parryi* (Richardson, 1825) (= *Citellus (Urocitellus) glacialis* Vinogradov, 1948) в разведочном шурфе на р. Эльга (бассейн р. Инди-

¹ Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка Российской Академии наук, Москва

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

³ Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск

⁴ Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской Академии наук — обособленное подразделение ФИЦ

Якутский научный центр Сибирского отделения Российской Академии наук, Якутск

⁵ Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской Академии наук, Москва

*E-mail: alopat@paleo.ru

гирка) в Якутии [5, 6]. Их возраст по ^{14}C составляет $29\,450 \pm 925$ л.н. [6]. В 1968 г. при проходке шурфа в долине руч. Суругого, притока р. Диринь-Юрях, в Якутии были найдены пять мёрзлых мумифицированных трупов американских узкочерепных полёвок *Mynomes (Vocalomys) miurus egorovi* (Fejgin in Baranova et Fejgin, 1980) (= *Microtus (Stenocranius) gregalis egorovi*), возрастом по ^{14}C около $37\,000 \pm 2000$ л.н. [7].

В 1981 г. мумифицированный труп *Urocitellus parryi* возрастом $47\,500 \pm 1900$ лет был найден близ г. Дуэсон на Юконе в Канаде [8, 9].

В 2012 г. в верховьях р. Батагайка в бассейне р. Яна (у пос. Батагай, Верхоянский улус) была обнаружена мёрзлая мумия копытного лемминга *Dicrostonyx* sp., возраст которой по ^{14}C более 50 299 лет [10].

Ниже описана мёрзлая мумия тирехтяхского лемминга (экз. ПИН, № 5663/1), хранящаяся в Палеонтологическом институте им. А.А. Борисяка РАН (ПИН) в Москве. Внешнее морфологическое изучение и измерения проводились в ПИН по стандартным методикам. Для исследования мумии неразрушающими методами использовали рентгеновский аппарат EcoRay Orange-1060HF (40 кВ, 10 мАс) с панель-детектором PZ Medical и рентгеновскую систему для компьютерной томографии v|tome|x L240 (130 кВт, 190 мкА, 200 мс, разрешение для мумии целиком 83,4 мкм, для головы мумии 32 мкм). Сбор проекций в программном обеспечении *datos|x acquisition*. Восстановление из массива проекций объёмной модели с помощью оптимизированного алгоритма Фельдкампа в программе *datos|x reconstruction*. Программа для сегментирования стека изображений *Avizo 9.0.1*. Томографическое сканирование выполнено в Сколковском институте науки и технологий (Сколтех), его анализ и моделирование проводились в ПИН.

Тело грызуна сохранилось в вытянутом состоянии (рис. 1). Голова слегка повёрнута влево, передние конечности подтянуты к туловищу. Задняя часть тела повреждена, бедренные кости сломаны и задние конечности держатся на лоскутах кожи. Брюшная полость надорвана, заполнена грунтом, внутренние органы брюшной полости отсутствуют.

Мех частично сохранился на спине, боках и животе, на голове волосистой покров отсутствует. На спинной стороне цвет меха тёмно-серый, на боках и брюшной стороне — серовато-жёлтый, светлый, более яркий на задней части туловища. Продольной тёмной полосы на спине нет.

Размеры экз. ПИН, № 5663/1, в мм: длина тела более 166,0 (задняя часть туловища повреждена);

длина уха 10,0 (левое), 9,0 (правое); длина стопы 15,8 (левая), 16,0 (правая); кондиллобазальная длина черепа 33,3; скуловая ширина черепа 28,7.

Рентгенографические снимки демонстрируют полную сохранность черепа и посткраниального скелета, исключая сломанные бедренные кости (рис. 1).

На томографических снимках видно, что строение коренных зубов изучаемого образца соответствует таковому представителей трибы Lemmini: лингвальные и буккальные призмы асимметричны, входящие углы глубоко заходят за центральную ось жевательной поверхности зубов, что наиболее выражено на M^3 и M_3 . Конец альвеолярной части нижнего резца доходит до середины уровня M_3 (рис. 1), что характерно для настоящих леммингов рода *Lemmus* (см. [11]).

Строение коренных зубов отражено на серии компьютерных томографических изображений и их прорисовках (рис. 2). Нужно иметь в виду, что на них

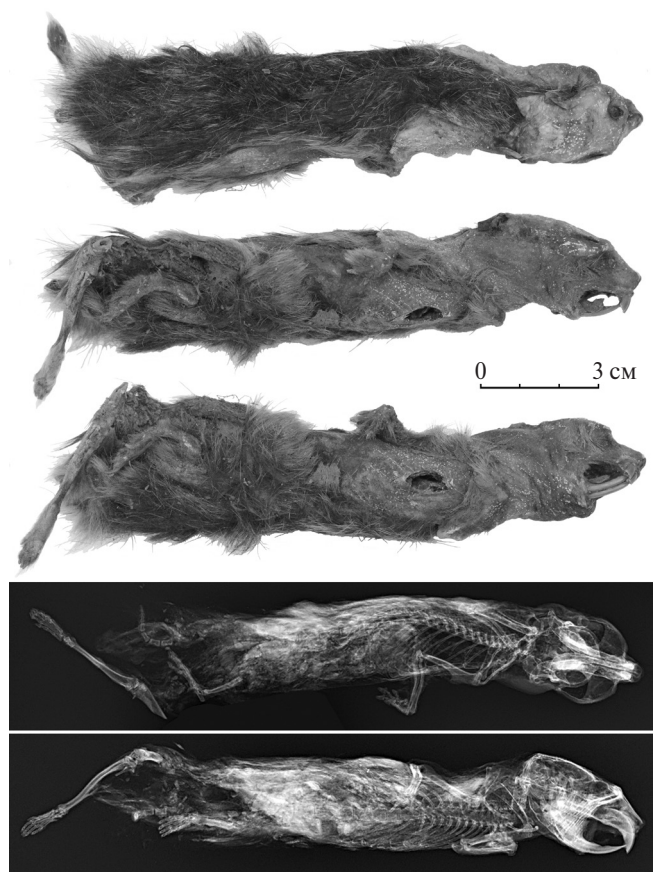


Рис. 1. *Lemmus* sp., экз. ПИН, № 5663/1, мёрзлая мумия, внешний вид с дорсальной, правой латеральной и вентральной сторон (вверху), рентгенография с дорсальной и правой латеральной сторон (внизу); Республика Саха (Якутия), Абыйский улус, бассейн р. Семюелях, р. Тирехтях; верхний плейстоцен.

показана не жевательная поверхность, а томографические срезы коронок, поэтому имеются искажения, связанные с отклонением виртуальных срезов от горизонтальной плоскости.

M^1 – M^2 без добавочных петель, с непарной передней лопастью, внутренние петли несколько меньше наружных, M^1 с T1, T2, T3, T4, M^2 — с T2, T3, T4. M^3 с непарной передней лопастью и непарной задней петлёй, петля T2 вытянута поперечно и соединена с непарной лопастью вблизи внутренней стенки зуба, T3 и T4 слитые, представлены единым дентиновым полем (рис. 2).

На жевательной поверхности M_1 пять полностью изолированных дентиновых полей: задняя непарная лопасть, T1, T2, T3 и передняя непарная петля в виде трилистника с узкой передней частью (рис. 2). Ширина внутренних треугольных петель жевательной поверхности несколько больше наружных. На M_2 пять изолированных полей на жевательной поверхности представлены задней непарной лопастью, T1, T2, T3, T4. Наружные петли меньше внутренних. Лингвальный входящий угол LRA1 очень глубокий, доходит до буккального края T1, за счёт этого задняя непарная лопасть соединена с T1 вблизи наружного края зуба. M_3 с четырьмя изолированными дентиновыми полями: задней непарной лопастью, T1, T2 и T3. По размеру T2 значительно уступает остальным полям. Строение LRA1 и характер соединения задней непарной лопасти с T1 подобны таковым на M_2 .

По общим размерам тела и черепа, окраске меха, длине нижнего резца и строению коренных зубов изученный экземпляр близок современному сибирскому леммингу *Lemmus sibiricus* (Kerr, 1792); при этом в целом он крупнее современных особей из дельты р. Лены, низовьев р. Омолой, тундры и тайги Колымской низменности [12].

Молекулярно-генетическое исследование фрагмента шкуры грызуна проводили в Лаборатории генетических основ биоразнообразия Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН (ИОГен). ДНК выделяли стандартным фенол-хлороформным методом, амплификацию фрагмента митохондриального гена *COB* проводили согласно ранее описанному протоколу [13]. Амплифицированный фрагмент ДНК (393 пн) клонировали в плазмиде pGEM-T (Promega). Последовательности нуклеотидов клонированных фрагментов определяли по методу Сенгера с использованием автоматического ДНК-секвенатора ABI PRIZM 310 и набора реактивов BigDye Termination Kit V. 3.1 (PE Applied Biosystems) согласно рекомендациям фирмы-изготовителя. В результате были определены последовательности

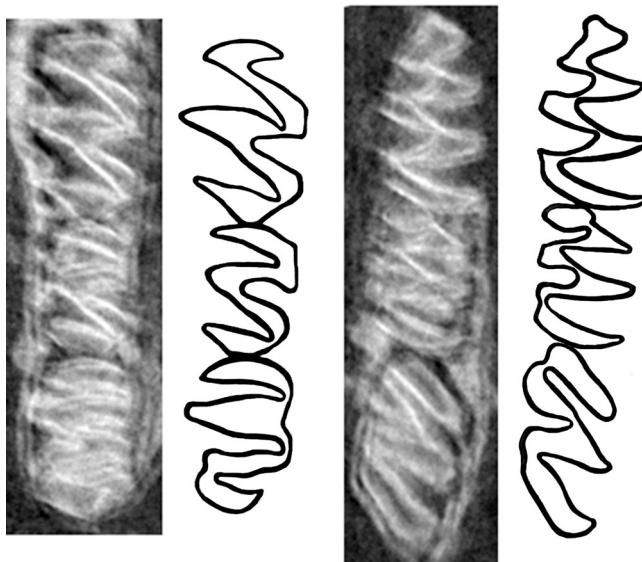


Рис. 2. *Lemmus* sp., экз. ПИН, № 5663/1, компьютерная модель передней части черепа (вверху), томография коренных зубов и прорисовка срезов: правый верхний зубной ряд (внизу слева), правый нижний зубной ряд, инвертировано (внизу справа); Республика Саха (Якутия), Абыйский улус, бассейн р. Семюелях, р. Тирехтях; верхний плейстоцен.

нуклеотидов трёх клонов — консенсусная последовательность представлена в верхней части рис. 3. Следует отметить, что для амплификации фрагмента митохондриального гена *COB* было использовано шесть праймеров (на рис. 3 обозначены подчёркиванием), два из которых были вырожденными, т.е. содержали переменные нуклеотиды — C/T (Y) и A/G (R) соответственно. Сравнение последовательности нуклеотидов фрагмента митохондриального гена *COB* изучаемого животного с последовательностями нуклеотидов, представленными в базе данных GenBank, выявило максимальное сходство

```
>Lemmus_393
cctyccagcccatcaaatatttcatcatgatgaaatttcggatccctoctaggaactttgcoataattccaacatcc
tcaacagattattcctggccatcaacatcacatctgcacacagcaacagcaattctcatcagtagccacatctgcgca
gacgtaaacctacgggttggttaacccgatataatcatgcaaacggagccctccatattctttatctgttattcctcca
cgtaggacgrrgggtttactacggctcctataacataatcgaaacctgaaacataggaattgtactactatttgotg
tcatggcaacagcatcattaggtctgtcctccatggggccaaatctctctgagggccacagtaattacaacac
ctcctatc

Query  ··1··· ·CCTYCCAGCCCATCAAATATTTTCATCATGATGAAATTCGGATCCCTCCTAGGACTTTG ··60
Sbjct  ··60·· ·CCTTCCAGCCCATCAAATATCTCATCATGATGAAATTCGGATCCCTCCTAGGACTCTG ··119

Query  ··61·· ·CCTAATTATCAAATCCTCAGAGGATTTATTCTGGCCATACACTACACATCTGCACACAGC ··120
Sbjct  ··120···CCTAATTATCAAATCCTCAGAGGCTATTCTGGCCATACACTATACATCTGCACACAGC ··179

Query  ··121···AACAGCATTCTCATCAGTAGCCACATCTGCAGAGCGTAAACTACGGGTGGTTAATCCG ··180
Sbjct  ··180···AACAGCATTCTCATCAGTAGCCACATCTGCAGAGCGTAAACTACGGATGATTAAATCCG ··239

Query  ··181···ATATATACATGCAAACGGAGCCTCCATATTCTTTATCTGCTTATTCCTCCACATAGGAGC ··240
Sbjct  ··240···ATATATACATGCAAACGGAGCCTCCATATTCTTTATCTGCTTATTCCTCCACATAGGAGC ··299

Query  ··241···RGGCGTTTACTACGGCTCCTATAACATAATCGAAACCTGAAACATAGGAATTTGACTACT ··300
Sbjct  ··300···AGGCGTTTACTACGGCTCCTATAACATAATCGAGACCTGAAACATAGGAATTTGACTTCT ··359

Query  ··301···ATTTGCTGTCTAGCAACAGCATTTATAGGCTATGCTCCTCCATGGGCCAAATATCCTTT ··360
Sbjct  ··360···ATTTGCTGTCTAGCAACAGCATTTATAGGCTATGCTCCTCCATGGGCCAAATATCCTTT ··419

Query  ··361···CTGAGGGGCCACAGTAATTACAACCTCTATC ··393
Sbjct  ··420···CTGAGGGGCTACAGTAATTACAACCTCTATC ··452
```

Рис. 3. Сравнительный анализ последовательности нуклеотидов фрагмента митохондриального гена *COB* мёрзлой мумии тирехтяхского лемминга, экз. ПИН, № 5663/1: последовательность нуклеотидов (вверху, подчёркиванием выделены праймеры, использованные для амплификации фрагмента) и результат сравнения с базой данных GenBank (внизу). Максимальное сходство выявлено с последовательностью нуклеотидов гена *COB Lemmus sibiricus* (GenBank acc. # KY754011.1).

с геном *COB* современного сибирского лемминга (рис. 3, внизу).

Таким образом, полученные к настоящему времени результаты позволяют сделать выводы, что тирехтяхский лемминг близок *Lemmus sibiricus*. Он представляет первую плейстоценовую находку мёрзлой мумии настоящих леммингов рода *Lemmus*.

Лемминги рода *Lemmus* — важнейший компонент арктических сообществ. Вместе с копытными леммингами рода *Dicrostonyx* они формируют трофический уровень консументов первого порядка, являясь главной кормовой базой большинства хищных млекопитающих и птиц высоких широт Голарктики.

Лемминги трибы *Lemmini* обособились от общего ствола хомякообразных в плиоцене на территории северной Монголии. В дальнейшем они широко расселились в северной Евразии и Северной Америке. По-видимому, первоначально лемминги были обитателями моховых болот в умеренных широтах. К среднему плейстоцену они освоили тундровые ландшафты и стали неотъемлемой частью биоты высоких широт.

На территории Евразии в настоящее время обитает несколько видов рода *Lemmus*: *L. lemmus* Lin-

naeus, 1758, *L. sibiricus* (Kerr, 1792), *L. trimucronatus* (Richardson, 1825) и *L. amurensis* Vinogradov, 1924. Наибольшее распространение имеет *L. sibiricus*, ареал которого простирается от бассейна Северной Двины на западе до левобережья Колымы на востоке. Правобережье Колымы и Чукотку, как показали молекулярно-генетические исследования, заселяет *L. trimucronatus* [14], широко распространён также в Северной Америке. Ископаемые остатки *L. sibiricus* достаточно редки, но они свидетельствуют о том, что ареал этого вида в плейстоцене охватывал и Чукотку [15]. Вопросы о времени и месте формирования, а также о путях расселения сибирского лемминга и других видов рода *Lemmus* до сих пор остаются неясными. Новейшие исследования показывают, насколько сложна эволюционная история леммингов [14]. Находка тирехтяхского лемминга имеет большое значение для понимания эволюции этой важнейшей группы млекопитающих арктических сообществ.

Благодарности. Авторы благодарны автору находки А. Садовниковой и её семье за передачу образца, М.М. Черосову (Якутский научный центр СО РАН) за уточнение координат места находки, Э.П. Зазовской (Институт географии РАН) за помощь в получении радиоуглеродной датировки, Е.Л. Кемельману (Инновационный ветеринарный центр Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина) за организацию рентгенографической съёмки, А.А. Сафонову и Д.М. Орлову (Сколтех) за помощь в проведении компьютерной томографии, А.В. Подлеснову (ПИН) за работу с компьютерной моделью, академику РАН Н.К. Янковскому (ИОГен) за организацию молекулярно-генетического исследования.

Источник финансирования. Работа частично выполнена за счёт средств Программы фундаментальных исследований Президиума РАН “Эволюция органического мира. Роль и влияние планетарных процессов”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазарев П.А., Томская А.И. Млекопитающие и биостратиграфия позднего кайнозоя Северной Якутии. Якутск: Якутский филиал СО АН СССР, 1987. 169 с.
2. Лазарев П.А. // Тр. Зоол. ин-та РАН. 1999. Т. 275. С. 39–43.
3. Reimer P.J., Bard E., Bayliss A., et al. // Radiocarbon. 2013. V. 55. № 4. P. 1869–1887.

4. Решение межведомственного стратиграфического совещания по четвертичной системе Востока СССР (Магадан, 1982 г.). Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1987. 241 с.
5. Виноградов Б.С. // ДАН. 1948. Т. 62. № 4. С. 553–556.
6. Faerman M., Bar-Gal G.K., Boaretto E., et al. // Sci. Report. 2017. № 7: 42639.
7. Голенищев Ф.Н. // Палеонтол. журн. 2008. № 3. С. 70–75.
8. Walker L. // BIOME. 1984. V. 4. № 1. P. 3.
9. Harington C.R. // U.S. Geol. Survey Circular. 1989. № 1026. P. 93–98.
10. Григорьев С.Е., Ченрасов М.Ю., Саввинов Г.Н. и др. // Вестн. Северо-Вост. фед. ун-та. 2017. № 1 (57). С. 20–35.
11. Бородин А.В. Определитель зубов полевок Урала и Западной Сибири (поздний плейстоцен — современность). Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 100 с.
12. Тавровский В.А., Егоров О.В., Кривошеев В.Г. и др. Млекопитающие Якутии. М.: Наука, 1971. 659 с.
13. Lagerholm V.K., Sandoval-Castellanos E., Ehrich D., et al. // Molecular Ecology. 2014. V. 23. № 8. P. 2060–2071.
14. Abramson N.I., Petrova T.V. // Zool. J. Linnean Soc. 2018. V. 182. P. 465–477.
15. Агаджанян А.К., Ербаева М.А. Позднекайнозойские грызуны и зайцеобразные территории СССР. М.: Наука, 1983. 187 с.

A FINDING OF A FROZEN MUMMY OF A LEMMING (Rodentia, Cricetidae, *Lemmus*) IN THE UPPER PLEISTOCENE OF YAKUTIA

Academician of the RAS A. V. Lopatin^{1,2}, Corresponding member of the RAS N. G. Solomonov^{3,4},
N. V. Serdyuk¹, E. N. Maschenko¹, D. V. Mukha⁵, A. K. Agadjanyan¹

¹*Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

²*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation*

³*North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russian Federation*

⁴*Institute for Biological Problems of Cryolithozone of the Siberian Branch of the RAS —
Division of Federal Research Centre “The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences”, Yakutsk, Russian Federation*

⁵*Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

Received July 1, 2019

External morphological, X-ray and tomographic study of the rodent frozen mummy from the Upper Pleistocene Yedoma deposits on the Tirektyakh River (tributary of the Semyulyakh River, Abyi District, Republic of Sakha (Yakutia)) showed its belonging to *Lemmus* sp. The radiocarbon age of the find is 41 305–41 885 cal BP. This is the first Pleistocene discovery of a frozen mummy of the representative of the genus *Lemmus*. In terms of body and skull size, coat color, length of the lower incisor and the structure of the molars, the specimen studied is closed to the Recent *Lemmus sibiricus* (Kerr, 1792). Comparison of the mitochondrial *COB* gene sequence with the DNA sequences presented in the GenBank database demonstrates maximum similarity with the Recent Siberian brown lemming too.

Keywords: frozen mummified remains, rodents, true lemmings, *Lemmus sibiricus*, permafrost, Upper Pleistocene, northeastern Yakutia.