



Check for updates

<https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2025-17-2-238-249>
<https://www.zoobank.org/References/2690E692-C70F-4488-9804-F8E1B0DF7C7F>

УДК 599.426:591.543.42+575.174.015.3

Первые данные о генетической структуре зимовочных колоний *Murina hilgendorfi* (Peters, 1880) и *Myotis petax* Hollister, 1912 (Vespertilionidae: Chiroptera) в пещере Приморский Великан

У. В. Горобейко¹✉, В. В. Шibaева²
¹Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр-т 100-летия Владивостока, д. 159, 690022, г. Владивосток, Россия

²Дальневосточный федеральный университет, пос. Аякс, д. 10, о. Русский, 690922, г. Владивосток, Россия

Сведения об авторах

Горобейко Ульяна Васильевна

E-mail: ekz.bio@ya.ru

SPIN-код: 6209-2751

Scopus Author ID: 56938680900

ResearcherID: N-4069-2018

ORCID: 0000-0001-8059-140X

Шibaева Виктория Валерьевна

E-mail: shibaeva.vv03@gmail.com

Права: © Авторы (2025). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

Аннотация. Получены предварительные данные о генетической структуре зимовочных колоний двух оседлых видов рукокрылых в пещере Приморский Великан на основе изменчивости последовательностей гена цитохрома Б митохондриальной ДНК. *Murina hilgendorfi* и *Myotis petax* демонстрируют генетическую неоднородность, обусловленную присутствием нескольких генетических линий: преобладающей (S и O), к которой принадлежит большинство особей, и единичных представителей сильно дифференцированных линий (B, C и O), которые во всех наблюдаемых случаях являлись самками. Выявленная генетическая структура может свидетельствовать о том, что часть зимующих особей происходит из генетически обособленных летних мест обитания.

Ключевые слова: внутривидовая изменчивость, Дальний Восток России, митохондриальная ДНК, Приморский край, рукокрылые, цитохром Б

First genetic data on wintering colonies of *Murina hilgendorfi* (Peters, 1880) and *Myotis petax* Hollister, 1912 (Vespertilionidae: Chiroptera) in the Primorsky Velikan cave

У. В. Gorobeyko¹✉, V. V. Shibaeva²
¹Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, 59 Stoletiya Vladivostoka Ave., 690022, Vladivostok, Russia

²Far Eastern Federal University, 10 Ayaks, Russky Island, 690922, Vladivostok, Russia

Authors

Uliana V. Gorobeyko

E-mail: ekz.bio@ya.ru

SPIN: 6209-2751

Scopus Author ID: 56938680900

ResearcherID: N-4069-2018

ORCID: 0000-0001-8059-140X

Victoria V. Shibaeva

E-mail: shibaeva.vv03@gmail.com

Copyright: © The Authors (2025). Published by Herzen State Pedagogical University of Russia. Open access under CC BY-NC License 4.0.

Abstract. Analysis of cytochrome b (cytb) mitochondrial DNA sequences reveals preliminary insights into the genetic structure of two cave-wintering bat species (Primorsky Velikan cave). Both *Murina hilgendorfi* and *Myotis petax* demonstrate genetic heterogeneity, featuring: (1) dominant lineages (S and O) comprising most individuals, and (2) highly divergent lineages (B, C, and O) represented exclusively by female specimens. This pattern suggests that winter aggregations may originate from genetically distinct summer habitats.

Keywords: intraspecific variation, Russian Far East, mitochondrial DNA, Primorsky Krai, bats, cytochrome b

Введение

В последние годы возрос интерес к изучению рукокрылых, причем предметом исследований все чаще становятся не только систематика и филогения рукокрылых, но и особенности экологии, внутривидовая изменчивость и филогеография. Фауна рукокрылых Приморского края насчитывает 16 видов, что делает ее одной из наиболее богатых в плане видового разнообразия в России (Тиунов и др. 2021). При этом 10 из 16 видов являются оседлыми и обитают на территории края круглогодично, зимую в пещерах, постройках человека или древесных убежищах. Видовой состав и численность зимующих рукокрылых в пещерах Приморского края были подробно изучены ранее М. П. Тиуновым (Тиунов 1985; 1988; 1997). Тем не менее, внутривидовая изменчивость и, в частности, генетическая структура зимовочных колоний остаются малоизученным аспектом жизни дальневосточных рукокрылых.

Известно, что оседлые виды рукокрылых в условиях умеренного климата крайне консервативны в выборе зимних убежищ, из года в год зимуют в одном и том же месте, как ранее было показано для территории Самарской Луки (Самарская область) (Смирнов и др. 2007; 2015; 2020). Вместе с тем зимовочные колонии характеризуются повышенным генетическим разнообразием и меньшим уровнем дифференциации по сравнению с особями из летних местобитаний (Баишев и др. 2014а; 2014b; Смирнов и др. 2015; 2020). Учитывая абсолютную изоляцию зимовочных колоний в зимний период, возможным объяснением их генетической неоднородности может быть присутствие на зимовке особей из различных летних мест обитания, обусловленное нерегулярным притоком молодых особей, случайно избравших «нетипичное» для своей летней колонии место зимовки (Смирнов и др. 2015; 2020). Таким образом, изучение генетической структуры в местах зимовок может дать более полную картину изменчивости вида, чем при анализе

особей, обитающих на исследуемой территории в летний период, что немаловажно при исследовании таких трудных в отлове рукокрылых, как трубконосы.

Одна из наиболее массовых и хорошо изученных зимовок рукокрылых в Приморском крае находится в пещере Приморский Великан (Тиунов 1985; 1997). Пещера Приморский Великан является одной из крупнейших полостей на Дальнем Востоке (длина 542 м, глубина 93 м). Основную часть ее образует расширенная карстом тектоническая расселина, имеющая протяженность 90 м, высоту до 20 м и ширину 0.5–2, местами до 3–5 м. Дно расселины покрыто глыбами объемом до 20 м³. В полости имеются колодцы, постоянные и периодически возникающие озера (Берсенев 1985). Всего в зимний период в пещере Приморский Великан зарегистрированы 7 видов трех родов семейства Vespertilionidae Gray, 1821, из которых наиболее массовым является сибирский трубконос, *Murina hilgendorfi* (Peters, 1880) — порядка 1000 особей, или 80–90% от общего числа зимующих особей (Тиунов 1988; Тиунов и др. 2021).

Сибирский трубконос — широкоареальный азиатский вид, в своем распространении тесно связанный с хвойно-широколиственными и широколиственными лесами (Тиунов и др. 2021). До недавнего времени трубконосов, обитающих на территории Сибири и Дальнего Востока, относили к виду *Mu. leucogaster* (Milne-Edwards, 1872). Однако на основании морфологических (Yoshiyuki 1989; Krusko 2005) и молекулярно-генетических данных (Krusko et al. 2012) было показано, что на всей территории России, Монголии, в Японии и Корее обитает вид *Mu. hilgendorfi*, в то время как ареал *Mu. leucogaster* ограничен южным и центральным Китаем (Krusko 2012). Вместе с тем внутривидовая структура сибирского трубконоса остается слабоизученной на всем ареале.

Вторым по численности видом на зимовке в пещере Приморский Великан является восточная ночница *Myotis petax*

Hollister, 1912. Восточная ночница — широкоареальный азиатский вид рукокрылых, в своем распространении связанный с околородными биотопами (Горобейко и др. 2021; Тиунов и др. 2021). Как и сибирского трубконоса, восточную ночницу до недавнего времени рассматривали в составе широкоареального политипического вида — водяной ночницы *My. daubentonii* (Kuhl, 1817). Видовой статус *My. petax* был подтвержден молекулярно-генетическими (Matveev et al. 2005; Krusko et al. 2012), морфологическими (Krusko 2004) и хромосомными данными (Gorobeyko et al. 2020). Хотя в летний период на юге Дальнего Востока России восточные ночницы занимают первое место по частоте встреч среди всех рукокрылых, численность вида в зимний период в пещерах заметно ниже, что может свидетельствовать как о зимовках вида за пределами края, так и об использовании иных типов зимних убежищ (Тиунов 1985; 1997). Достоверные сведения о сезонных миграциях восточной ночницы отсутствуют, в то же время близкий экологически европейский вид *My. daubentonii* считается локальным мигрантом и способен преодолевать расстояние до 300 км между местами зимовок и летними местобитаниями (Hutterer et al. 2005). Исследования генетической структуры показали высокую внутривидовую изменчивость восточной ночницы на территории Дальнего Востока России (Gorobeyko et al. 2020; 2023; 2025). Так, было установлено, что на

территории Приморского края встречаются представители, по меньшей мере, трех из пяти генетических линий восточной ночницы, выявленных по последовательностям контрольного региона мтДНК. Две из них, «Siberia» и «Okhotsk», были обнаружены в пещере Приморский Великан (Gorobeyko et al. 2025).

Целью настоящей работы являлся анализ изменчивости последовательности гена цитохрома Б митохондриальной ДНК (*cytb*) и определение генетической структуры зимовочных колоний двух оседлых видов, *My. petax* и *My. hilgendorfi*, на примере пещеры Приморский Великан.

Материалы и методы

Материалом данного исследования послужили фиксированные в 96 %-ном спирте образцы крыловой перепонки 5 особей *My. hilgendorfi* и 6 особей *My. petax*, собранные в период 2012–2023 гг. на зимовке в пещере Приморский Великан (43°16'12", 133°37'12"). Использованный в работе материал хранится в биоресурсной коллекции ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН (рег. номер 2797657). Для сравнительного анализа дополнительно были привлечены последовательности *cytb* мтДНК, депонированные в GenBank: 29 образцов (MG897540–MG897568) для *My. hilgendorfi* и 1 образец для *My. petax* (MG897535) (Kovacova et al. 2018). В таблице 1 приведены даты отлова, пол и возраст исследованных особей.

Таблица 1
Образцы, исследованные в молекулярно-генетическом анализе
Specimens included in molecular genetic analysis
Table 1

1	2	3	4	5	6
Номер образца	Гаплотип	Пол	Возраст	Дата	Источник
<i>My. hilgendorfi</i>					
3238	MH14	♂	ad	08.12.2012	наши данные
3862	MH20	♂	ad	13.12.2014	наши данные
3866	MH19	♀	ad	13.12.2014	наши данные
MG897540	MH12	♂	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897541	MH11	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897542	MH7	♂	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018

Таблица 1. Продолжение

Table 1. Continuation

1	2	3	4	5	6
MG897543	MH1	♂	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897544	MH1	♂	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897545	MH5	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897546	MH9	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897547	MH3	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897548	MH3	♂	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897549	MH1	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897550	MH10	♂	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897551	MH18	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897552	MH15	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897553	MH2	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897554	MH2	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897555	MH2	♂	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897556	MH4	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897557	MH1	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897558	MH2	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897559	MH6	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897560	MH17	♂	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897561	MH2	♂	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897562	MH8	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897563	MH18	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897564	MH3	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897565	MH16	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897566	MH16	♂	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897567	MH4	♂	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
MG897568	MH21	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018
AL23-4	MH13	♂	ad	23.02.2023	наши данные
AL23-11	MH22	♀	ad	23.02.2023	наши данные
<i>My. petax</i>					
3240	MP3	♂	ad	08.12.2012	наши данные
3399	MP5	♂	ad	3–7.11.2013	наши данные
3400	MP1	♀	ad	3–7.11.2013	наши данные
3865	MP6	♀	ad	13.12.2014	наши данные
3867	MP4	♂	ad	13.12.2014	наши данные
3873	MP2	♀	ad	13.12.2014	наши данные
MG897535	MP1	♀	n/a	30.04.2015	Kovacova et al. 2018

Примечание: ♂ — самец, ♀ — самка, ad — взрослая особь.

Тотальная ДНК была выделена стандартным солевым методом (Aljanabi, Martinez 1997). Ген *cytb* был амплифицирован с использованием праймеров: BatCyt-F (5'-GTGACACGAAAAATCACCGTTGT-3')/BatCyt-R (5'-TTCCCCTTYTCTGGTTACAAGA-3') при температуре отжига 57 °C (Kim et al. 2016). Амплификацию проводили в 25 мкл реакционной смеси, включающей 1–5 мкл об-

щей ДНК, 2.5 мкл 10× буфера, 2.5 мкл 20 мМ смеси dNTP, 2 мкл каждого праймера, 1 мкл Taq-полимеразы (Sibenzim, Россия) и деионизированную воду. Полученный фрагмент был очищен с помощью полиэтиленгликоля (Schmitz, Riesner 2006) и секвенирован в обоих направлениях с использованием ABI BigDye Terminator v 3.1 Cycle Sequencing Kit на автоматическом секвенаторе ABI Prizm 3130 Genetic

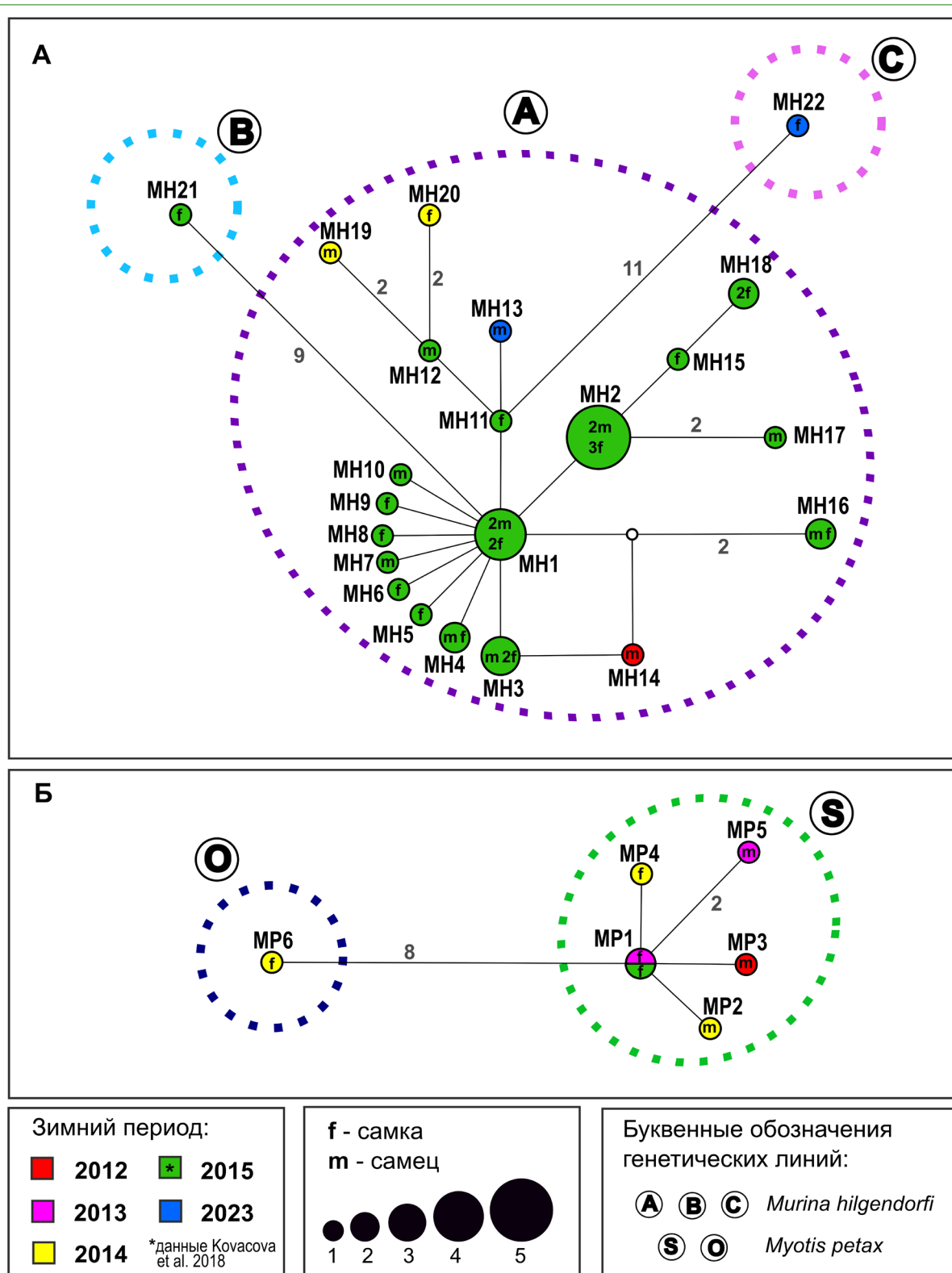


Рис. 1. «Median joining» сеть гаплотипов *cytb* мтДНК. А — *Mu. Hilgendorfi*; Б — *My. petax*
Fig. 1. 'Median-joining' network of *cytb* mtDNA haplotypes. A — *Mu. Hilgendorfi*; Б — *My. petax*

Analyzer (Applied Biosystems, United States) на базе ЦКП ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН.

Редактирование и выравнивание полученных последовательностей проводили с

использованием программы BioEdit 7.0.9.0. (Hall 1999). Внутривидовая нуклеотидная и гаплотипическая изменчивость подсчитаны с помощью программного обеспечения

Таблица 2

Нуклеотидные замены в гаплотипах *Mu. hilgendorfi*

[illegible]

Примечание: цифрами обозначена позиция нуклеотидной замены в последовательности гена *cytb*.

Note: Numbers indicate nucleotide positions in the cytb gene sequence

DnaSP6 (Rozas et al. 2017). При построении сети гаплотипов *cytb* использовано программное обеспечение Network 10 (fluxus-engineering.com), для расчета использован метод «median joining» с MP-calculation.

Результаты и обсуждение

Получены частичные последовательности гена *cytb* мтДНК для 5 особей *Mu. hilgendorfi* (с 60 по 1084 п. н. — 1025 п. н.) и 6 особей *Mu. petax* (с 56 по 1081 п. н. — 1026 п. н.). С учетом образцов из ГенБанка всего в анализ вошло 34 особи сибирского трубконоса, для которых выявлены 22 гаплотипа МН1–22 (табл. 2). Общая выборка для восточной ночницы составила 7 особей, среди которых выявлено 6 гаплотипов МР1–6 (табл. 3).

По полученным последовательностям для каждого вида построена «median joining» сеть гаплотипов (рис. 1А–Б), где особи, отловленные в разные годы, обозначены различными цветами, и приведена половая принадлежность животных.

Зимующих в пещере Приморский Великан сибирских трубконосов можно отнести к трем основным генетическим линиям (рис. 1А). Линия А преобладает в исследуемой выборке и характеризуется звездчатой структурой с двумя основными гаплотипами (МН1–2) и множественными производными гаплотипами, отличающимися на 1–4 нуклеотидные замены

(МН3–20). Две сильно дифференцированные генетические линии представлены гаплотипами, обнаруженными в разные годы у единичных особей: для линии В — гаплотип МН21 (2015 г.), для линии С — гаплотип МН22 (2023 г.). При этом даже в небольших выборках за 2014 и 2023 гг. исследованные особи относились к разным гаплотипам, количество нуклеотидных замен между которыми варьировало от 4 до 12. Если рассматривать половую принадлежность исследованных особей, важно отметить, что две редкие генетические линии В и С были представлены исключительно самками. Для восточной ночницы в пещере Приморский Великан также можно выделить две обособленные генетические линии S и O (рис. 1Б). Ранее по последовательностям контрольного региона мтДНК для тех же образцов, что и в настоящей работе, была установлена принадлежность большинства особей из пещеры Приморский Великан к широко распространенной генетической линии «Siberia» (линия S), преобладающей на территории Приморского края и Западной Сибири (Gorobeyko et al. 2025). Исключением является единственная особь 3865, которая относилась к линии «Okhotsk» (линия O), распространенной на юге Хабаровского края, на о-ве Сахалин и в Якутии (Gorobeyko et al. 2025).

Линия S представлена центральным гаплотипом МР1 с несколькими слабо раз-

Таблица 3
Нуклеотидные замены в гаплотипах *Mu. petax*
Nucleotide substitutions in *Mu. petax* haplotypes

		<1...55 п. н.>	6	8	1	1	1	1	1	5	8	9	9	9	9	<1082...1140 п. н.>
Гаплотип	Номер образца		3	7	0	2	3	5	6	8	1	0	4	5	7	
MP1	MG897535, 3400		A	C	C	A	T	C	C	A	G	A	A	C	C	
MP2	3873		.	T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
MP3	3240		.	.	.	.	.	.	.	.	.	G	.	.	.	
MP4	3867		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	T	.	.	
MP5	3399		T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	
MP6	3865		.	.	T	G	C	T	T	G	A	G	.	.	.	

Примечание: цифрами обозначена позиция нуклеотидной замены в последовательности гена *cytb*.

Note: Numbers indicate nucleotide positions in the *cytb* gene sequence

Показатели генетического разнообразия *Mu. hilgendorfi* и *My. petax* по последовательности *cytb*

Table 4

Genetic diversity indices for *Mu. hilgendorfi* and *My. petax* based on *cytb* sequences

Показатели	<i>Mu. hilgendorfi</i>			<i>My. petax</i>		
	вся выборка	самцы	самки	вся выборка	самцы	самки
n	34	14	20	7	3	4
N	22	12	15	6	3	3
Vs	40	15	35	13	4	9
h ± SD	0.961 ± 0.018	0.978 ± 0.035	0.968 ± 0.025	0.952 ± 0.096	1 ± 0.272	0.833 ± 0.222
π ± SD	0.00370 ± 0.00074	0.00287 ± 0.00046	0.00434 ± 0.00116	0.00362 ± 0.00143	0.0026 ± 0.00075	0.00439 ± 0.00204
Tajima's D (P)	-2.210 (P < 0.01)			-1.642 (P < 0.05)		

Примечание: n — объем выборки, N — число гаплотипов, Vs — число вариабельных сайтов, h — гаплотипическое разнообразие, π — нуклеотидное разнообразие, Tajima's D — коэффициент теста Таджимы, SD — стандартное отклонение, P — коэффициент Стьюдента.

Note: n — sample size, N — haplotype number, Vs — number of variable sites, h — haplotype diversity, π — nucleotide diversity, Tajima's D — Tajima's test coefficient, SD — standard deviation, P — Student's coefficient

личающими гаплотипами (MP2–5). Несмотря на небольшой объем выборки, гаплотипы особей, отловленных в один год, были различны. При этом гаплотип MP6 обособленной генетической линии О также был обнаружен у единственной самки. Выявленная закономерность дала нам основание подсчитать показатели генетического разнообразия не только для полных выборок данных видов, но и отдельно для выборок самцов и самок (табл. 4).

Для *Mu. hilgendorfi* показано высокое гаплотипическое разнообразие в сочетании с низкой нуклеотидной изменчивостью и отрицательным и статистически достоверным ($p < 0.01$) значением теста Таджимы на нейтральность эволюции. Данные результаты могут свидетельствовать о быстром недавнем росте численности от небольшого числа основателей, так называемом «эффекте основателя», что соответствует наблюдаемой для линии А звездчатой генетической структуре (рис. 1А). Сравнивая гаплотипическое разнообразие самцов и самок сибирского трубконоса, можно сказать, что при одинаково высоком гаплотипическом разнообразии нуклеотидное

разнообразие самок практически вдвое выше: 0.00434 ± 0.00116 против 0.00287 ± 0.00046 у самцов.

Сходная картина высокого гаплотипического разнообразия при низкой нуклеотидной изменчивости и отрицательном значении теста Таджимы свойственна и *My. petax*. Однако в случае с восточной ночницей значения теста Таджимы только слабодостоверны ($p < 0.05$), что может быть обусловлено меньшим размером выборки. Нуклеотидное разнообразие у самок восточной ночницы также в два раза превышало значение данного показателя у самцов: 0.00439 ± 0.00204 против 0.0026 ± 0.00075 .

Все это позволяет предположить, что наблюдаемое генетическое разнообразие зимовочных колоний может быть связано с эпизодическим притоком самок, происходящих из иных генетически обособленных летних мест обитания и случайно выбравших в первый год жизни местом зимовки пещеру Приморский Великан.

Таким образом, на зимовке в пещере Приморский Великан *Mu. hilgendorfi* и *My. petax* демонстрируют сходную генети-

ческую структуру: большая часть особей принадлежит к преобладающей генетической линии (А и S), характеризующейся звездчатой структурой с центральным гаплотипом, в то время как единичные представители сильно дифференцированных линий (В, С и О) во всех наблюдаемых случаях являлись самками.

Выявленная генетическая структура подтверждает генетическую неоднородность зимовочных колоний двух оседлых видов, возникающую вследствие того, что часть зимующих особей происходит из генетически обособленных летних мест обитания. В дальнейшем необходимо провести более детальный анализ специфики и степени генетической неоднородности колоний различных видов рукокрылых на зимовках и выявить связь этой неоднородности с таким явлением, как сворминг.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность и признательность участникам Владиво-

стокского клуба спелеологов за помощь в организации полевых работ и сборе материала.

Acknowledgements

We gratefully acknowledge members of the Vladivostok Caving Club for their essential contributions to fieldwork organization and specimen collection.

Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012200182-1 «Эволюция наземной биоты востока Азии: палеонтологические, экологические и генетические аспекты»).

Funding

This research is part of the state-commissioned assignment No. 124012200182-1 from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation to the Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences.

Литература

- Баишев, Ф. З., Смирнов, Д. Г., Вехник, В. П. (2014a) Изучение генетического разнообразия популяций *Eptesicus nilssonii* (Chiroptera: Vespertilionidae), зимующих в искусственных подземельях Самарской Луки. *Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии*, т. 23, № 4, с. 86–95.
- Баишев, Ф. З., Смирнов, Д. Г., Вехник, В. П. и др. (2014b) Генетическое разнообразие *Myotis daubentonii* и *Eptesicus nilssonii* (Mammalia: Chiroptera) в условиях Жигулевских гор. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, т. 16, № 5-1, с. 380–385.
- Берснев, Ю. И. (1985) *Памятники природы карстового происхождения Приморского края*. Владивосток: Тихоокеанский институт географии ДВНЦ АН СССР, 48 с.
- Горобейко, У. В., Шереметьева, И. Н., Казаков, Д. В. (2021) Краниометрическая изменчивость восточной ночницы *Myotis petax* Hollister, 1912 (Vespertilionidae, Chiroptera) на юге Дальнего Востока России. *Биота и среда природных территорий*, № 3, с. 71–87. https://doi.org/10.37102/2782-1978_2021_3_5
- Крускоп, С. В. (2012) Отряд Chiroptera. В кн.: И. Я. Павлинов, А. А. Лисовский (ред.). *Млекопитающие России: систематико-географический справочник*. М.: КМК, с. 73–126. (Сборник трудов Зоологического музея МГУ. Т. 52).
- Смирнов, Д. Г., Баишев, Ф. З., Вехник, В. П., Курмаева, Н. М. (2015) Генетическая структура популяций *Myotis daubentonii* (Chiroptera) на Самарской Луке по результатам ISSR-анализа. *Вестник Тамбовского университета. Математика*, т. 20, вып. 1, с. 199–204.
- Смирнов, Д. Г., Вехник, В. П., Курмаева, Н. М. и др. (2007) Видовая структура и динамика сообщества рукокрылых (Chiroptera: Vespertilionidae), зимующих в искусственных подземельях Самарской Луки. *Известия Российской академии наук. Серия биологическая*, № 5, с. 608–618.
- Смирнов, Д. Г., Баишев, Ф. З., Безруков, В. А. и др. (2020) Пространственно-генетическая структура населения *Eptesicus nilssonii* (Chiroptera, Vespertilionidae) на южной границе ареала в пределах европейской части России. *Известия Российской Академии наук. Серия биологическая*, № 4, с. 434–448. <https://doi.org/10.31857/S0002332920040128>
- Тиунов, М. П. (1985) Зимующие рукокрылые (Chiroptera) юга Дальнего Востока СССР. *Зоологический журнал*, т. 64, № 10, с. 1595–1599.

- Тиунов, М. П. (1988) Численность, возрастной состав и особенности зимовки большого трубконоса (*Murina leucogaster*) на юге Дальнего Востока. В кн.: В. А. Топачевский, М. Ф. Ковтун (ред.). *Рукокрылые (морфология, экология, эволюция, паразиты, охрана)*. Киев: Наукова думка, с. 120–122.
- Тиунов, М. П. (1997) *Рукокрылые Дальнего Востока России*. Владивосток: Дальнаука, 134 с.
- Тиунов, М. П., Крусков, С. В., Орлова, М. В. (2021) *Рукокрылые Дальнего Востока России и их эктопаразиты*. М.: Перо, 191 с.
- Aljanabi, S. M., Martinez, I. (1997) Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques. *Nucleic Acids Research*, vol. 25, no. 22, pp. 4692–4693. <https://doi.org/10.1093/nar/25.22.4692>
- Gorobeyko, U. V., Sheremetyeva, I. N., Kazakov, D. V., Guskov, V. Yu. (2023) A new type of tandem repeats in *Myotis petax* (Chiroptera, Vespertilionidae) mitochondrial control region. *Molecular Biology Reports*, vol. 50, no. 6, pp. 5137–5146. <https://doi.org/10.1007/s11033-023-08468-4>
- Gorobeyko, U. V., Kartavtseva, I. V., Sheremetyeva, I. N. et al. (2020) DNA-barcoding and a new data about the karyotype of *Myotis petax* (Chiroptera, Vespertilionidae) in the Russian Far East. *Comparative Cytogenetics*, vol. 14, no. 4, pp. 483–500. <https://doi.org/10.3897/CompCytogen.v14i4.54955>
- Gorobeyko, U. V., Kazakov, D. V., Kadetova, A. A. et al. (2025) Intraspecific structure of *Myotis petax* Hollister, 1912 (Chiroptera: Vespertilionidae) based on mitochondrial DNA and morphological data. *Vertebrate Zoology*, vol. 75, pp. 87–106. <https://doi.org/10.3897/vz.75.e134683>
- Hall, T. A. (1999) BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, vol. 41, pp. 95–98.
- Hutterer, R., Ivanova, T., Meyer-Cords, C., Rodrigues, L. (2005) *Bat migrations in Europe: A review of banding data and literature*. Bonn: Federal Agency for Nature Conservation Publ., 180 p. (Naturschutz und Biologische Vielfalt. Vol. 28).
- Kim, Y.-K., Park, S.-G., Han, S.-H. et al. (2016) Genetic population structure and phylogenetic relationship of the large-footed bat (*Myotis Macroclactylus*) on Jeju Island. *Journal of Life Science*, vol. 26, no. 7, pp. 749–757. <https://doi.org/10.5352/JLS.2016.26.7.749>
- Kovacova, V., Zukal, J., Bandouchova, H. et al. (2018) White-nose syndrome detected in bats over an extensive area of Russia. *BMC Veterinary Research*, vol. 14, no. 1, article 192. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1521-1>
- Kruskov, S. V. (2004) Subspecific structure of *Myotis daubentonii* (Chiroptera, Vespertilionidae) and composition of the “*daubentonii*” species group. *Mammalia*, vol. 68, no. 4, pp. 299–306. <https://doi.org/10.1515/mamm.2004.029>
- Kruskov, S. V. (2005) О таксономии российских видов рода *Murina* (Vespertilionidae, Chiroptera) [Towards the taxonomy of the Russian *Murina* (Vespertilionidae, Chiroptera)]. *Russkij teriologicheskij zhurnal — Russian Journal of Theriology*, vol. 4, no. 2, pp. 91–99. <https://doi.org/10.15298/rusjtheriol.04.2.01>
- Kruskov, S. V., Borisenko, A. V., Ivanova, N. V. et al. (2012) Genetic diversity of northeastern Palaearctic bats as revealed by DNA barcodes. *Acta Chiropterologica*, vol. 14, no. 1, pp. 1–14. <https://doi.org/10.3161/150811012X654222>
- Matveev, V. A., Kruskov, S. V., Kramerov, D. A. (2005) Revalidation of *Myotis petax* and its new status in connection with *M. daubentonii* (Kuhl, 1817) (Vespertilionidae, Chiroptera). *Acta Chiropterologica*, vol. 7, no. 1, pp. 23–37. [https://doi.org/10.3161/1733-5329\(2005\)7\[23:ROMPHA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3161/1733-5329(2005)7[23:ROMPHA]2.0.CO;2)
- Rozas, J., Ferrer-Mata, A., Sánchez-DelBarrio, J. C. et al. (2017) DnaSP 6: DNA sequence polymorphism analysis of large data sets. *Molecular Biology and Evolution*, vol. 34, no. 12, pp. 3299–3302. <https://doi.org/10.1093/molbev/msx248>
- Schmitz, A., Riesner, D. (2006) Purification of nucleic acids by selective precipitation with polyethylene glycol 6000. *Analytical Biochemistry*, vol. 354, no. 2, pp. 311–313. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2006.03.014>
- Yoshiyuki, M. (1989) A systematic study of the Japanese Chiroptera. *National Science Museum Monographs*, no. 7, pp. 1–242.

References

- Aljanabi, S. M., Martinez, I. (1997) Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques. *Nucleic Acids Research*, vol. 25, no. 22, pp. 4692–4693. <https://doi.org/10.1093/nar/25.22.4692> (In English)
- Baishev, F. Z., Smirnov, D. G., Vehnik, V. P. (2014a) Изучение генетического разнообразия популяций *Eptesicus nilssonii* (Chiroptera: Vespertilionidae), зимующих в искусственных подземельях Самарской Луки [Study of the genetic diversity of populations *Eptesicus nilssonii* (Chiroptera: Vespertilionidae), wintering in artificial dungeons Samara Luka]. *Samarskaya Luka: problemy regional'noj i global'noj ekologii*, vol. 23, no. 4, pp. 86–95. (In Russian)

- Baishev, F. Z., Smirnov, D. G., Vekhnik, V. P. et al. (2014b) Geneticheskoe raznoobrazie *Myotis daubentonii* i *Eptesicus nilssonii* (Mammalia: Chiroptera) v usloviyakh Zhigulevskikh gor [Genetic diversity *Myotis daubentonii* and *Eptesicus nilssonii* (Mammalia: Chiroptera) in the Zhiguli Mountains]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossijskoj akademii nauk — Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, vol. 16, no. 5-1, pp. 380–385. (In Russian)
- Bersenev, Yu. I. (1985) *Pamyatniki prirody karstovogo proiskhozhdeniya Primorskogo kraja* [Natural monuments of karst origin in Primorsky Krai]. Vladivostok: Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Research Center of the USSR Academy of Sciences Publ., 48 p. (In Russian)
- Gorobeyko, U. V., Sheremetyeva, I. N., Kazakov, D. V., Guskov, V. Yu. (2023) A new type of tandem repeats in *Myotis petax* (Chiroptera, Vespertilionidae) mitochondrial control region. *Molecular Biology Reports*, vol. 50, no. 6, pp. 5137–5146. <https://doi.org/10.1007/s11033-023-08468-4> (In English)
- Gorobeyko, U. V., Kartavtseva, I. V., Sheremetyeva, I. N. et al. (2020) DNA-barcoding and a new data about the karyotype of *Myotis petax* (Chiroptera, Vespertilionidae) in the Russian Far East. *Comparative Cytogenetics*, vol. 14, no. 4, pp. 483–500. <https://doi.org/10.3897/CompCytogen.v14i4.54955> (In English)
- Gorobeyko, U. V., Sheremetyeva, I. N., Kazakov, D. V. (2021) Kranimetricheskaya izmenchivost' vostochnoj nochnitsy *Myotis petax* Hollister, 1912 (Vespertilionidae, Chiroptera) na yuge Dal'nego Vostoka Rossii [Craniometric variability of Eastern water bat *Myotis petax* Hollister, 1912 (Vespertilionidae, Chiroptera) in the southern Russian Far East]. *Biota i sreda prirodnikh territorij — Biota and Environment of Natural Areas*, no. 3, pp. 71–87. https://doi.org/10.37102/2782-1978_2021_3_5 (In Russian)
- Gorobeyko, U. V., Kazakov, D. V., Kadetova, A. A. et al. (2025) Intraspecific structure of *Myotis petax* Hollister, 1912 (Chiroptera: Vespertilionidae) based on mitochondrial DNA and morphological data. *Vertebrate Zoology*, vol. 75, pp. 87–106. <https://doi.org/10.3897/vz.75.e134683> (In English)
- Hall, T. A. (1999) BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, vol. 41, pp. 95–98. (In English)
- Hutterer, R., Ivanova, T., Meyer-Cords, C., Rodrigues, L. (2005) *Bat migrations in Europe: A review of banding data and literature*. Bonn: Federal Agency for Nature Conservation Publ., 180 p. (Naturschutz und Biologische Vielfalt [Nature conservation and biodiversity]. Vol. 28). (In English)
- Kim, Y.-K., Park, S.-G., Han, S.-H. et al. (2016) Genetic population structure and phylogenetic relationship of the large-footed bat (*Myotis Macro-dactylus*) on Jeju Island. *Journal of Life Science*, vol. 26, no. 7, pp. 749–757. <https://doi.org/10.5352/JLS.2016.26.7.749> (In Korean)
- Kovacova, V., Zukal, J., Bandouchova, H. et al. (2018) White-nose syndrome detected in bats over an extensive area of Russia. *BMC Veterinary Research*, vol. 14, no. 1, article 192. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1521-1> (In English)
- Kruskop, S. V. (2004) Subspecific structure of *Myotis daubentonii* (Chiroptera, Vespertilionidae) and composition of the “*daubentonii*” species group. *Mammalia*, vol. 68, no. 4, pp. 299–306. <https://doi.org/10.1515/mamm.2004.029> (In English)
- Kruskop, S. V. (2005) O taksonomii rossijskikh vidov roda *Murina* (Vespertilionidae, Chiroptera) [Towards the taxonomy of the Russian *Murina* (Vespertilionidae, Chiroptera)]. *Russkij teriologicheskij zhurnal — Russian Journal of Theriology*, vol. 4, no. 2, pp. 91–99. <https://doi.org/10.15298/rusjtheriol.04.2.01> (In English)
- Kruskop, S. V. (2012) Otryad Chiroptera [Order Chiroptera]. In: I. Ya. Pavlinov, A. A. Lissovsky (eds.). *The mammals of Russia: A taxonomic and geographic reference*. Moscow: KMK Scientific Press, pp. 73–126. (Sbornik trudov Zoologicheskogo muzeya MGU [Archives of Zoological Museum of Moscow State University]. Vol. 52). (In Russian)
- Kruskop, S. V., Borisenko, A. V., Ivanova, N. V. et al. (2012) Genetic diversity of northeastern Palaearctic bats as revealed by DNA barcodes. *Acta Chiropterologica*, vol. 14, no. 1, pp. 1–14. <https://doi.org/10.3161/150811012X654222> (In English)
- Matveev, V. A., Krusko, S. V., Kramerov, D. A. (2005) Revalidation of *Myotis petax* and its new status in connection with *M. daubentonii* (Kuhl, 1817) (Vespertilionidae, Chiroptera). *Acta Chiropterologica*, vol. 7, no. 1, pp. 23–37. [https://doi.org/10.3161/1733-5329\(2005\)7\[23:ROMPHA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3161/1733-5329(2005)7[23:ROMPHA]2.0.CO;2) (In English)
- Rozas, J., Ferrer-Mata, A., Sánchez-DelBarrio, J. C. et al. (2017) DnaSP 6: DNA sequence polymorphism analysis of large data sets. *Molecular Biology and Evolution*, vol. 34, no. 12, pp. 3299–3302. <https://doi.org/10.1093/molbev/msx248> (In English)
- Schmitz, A., Riesner, D. (2006) Purification of nucleic acids by selective precipitation with polyethylene glycol 6000. *Analytical Biochemistry*, vol. 354, no. 2, pp. 311–313. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2006.03.014> (In English)
- Smirnov, D. G., Baishev, F. Z., Vekhnik, V. P., Kurmaeva, N. M. (2015) Geneticheskaya struktura populyatsij *Myotis daubentonii* (Chiroptera) na Samarskoj Luke po rezul'tatam ISSR-analiza [The genetic structure of populations of *Myotis daubentonii* (Chiroptera) on the Samara Bend as a result of ISSR-analysis]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki — Tambov University Reports. Series: Natural and Technical Sciences*, vol. 20, no. 1, pp. 199–204. (In Russian)

- Smirnov, D. G., Vekhnik, V. P., Kurmaeva, N. M. et al. (2007) Vidovaya struktura i dinamika soobshchestva rukokrylykh (Chiroptera: Vespertilionidae), zimuyushchikh v iskusstvennykh podzemel'yakh Samarskoj Luki [Species structure and dynamics of bat communities (Chiroptera: Vespertilionidae) hibernating in artificial caves of Samara Luka]. *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya biologicheskaya — Biology Bulletin*, vol. 34, no. 5, pp. 507–516. <https://doi.org/10.1134/S1062359007050147> (In Russian)
- Smirnov, D. G., Baishev, F. Z., Bezrukov, V. A. et al. (2020) Prostranstvenno-geneticheskaya struktura naseleniya *Eptesicus nilssonii* (Chiroptera, Vespertilionidae) na yuzhnoj granitse areala v predelakh evropejskoj chasti Rossii [The spatial-genetic population structure of *Eptesicus nilssonii* (Chiroptera, Vespertilionidae) on the southern border of its range within European Russia]. *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya biologicheskaya — Biology Bulletin*, vol. 47, no. 4, pp. 427–439. <https://doi.org/10.1134/S1062359020040123> (In Russian)
- Tiunov, M. P. (1985) Zimuyushchie rukokrylye (Chiroptera) yuga Dal'nego Vostoka SSSR [Wintering Chiroptera in the South of the Far East]. *Zoologicheskij zhurnal*, vol. 64, no. 10, pp. 1595–1599. (In Russian)
- Tiunov, M. P. (1988) Chislennost', vozrastnoj sostav i osobennosti zimovki bol'shogo trubkonosa (*Murina leucogaster*) na yuge Dal'nego Vostoka [Population, age composition and wintering characteristics of the greater tube-nosed bat (*Murina leucogaster*) in the south of the Far East]. In: V. A. Topachevskij, M. F. Kovtun (eds.). *Rukokrylye (morfologiya, ekologiya, ekholokatsiya, parazity, okhrana) [Chiroptera (morphology, ecology, echolocation, parasites, protection)]*. Kyiv: Naukova dumka Publ, pp. 120–122. (In Russian)
- Tiunov, M. P. (1997) *Rukokrylye Dal'nego Vostoka Rossii [Bats of the Russian Far East]*. Vladivostok: Dalnauka Publ., 134 p. (In Russian)
- Tiunov, M. P., Krusko, S. V., Orlova, M. V. (2021) *Rukokrylye Dal'nego Vostoka Rossii i ikh ektoparazity [Bats of the Russian Far East and their ectoparasites]*. Moscow: Pero Publ., 191 p. (In Russian)
- Yoshiyuki, M. (1989) A systematic study of the Japanese Chiroptera. *National Science Museum Monographs*, no. 7, pp. 1–242. (In English)

Для цитирования: Горобейко, У. В., Шибаева, В. В. (2025) Первые данные о генетической структуре зимовочных колоний *Murina hilgendorfi* (Peters, 1880) и *Myotis petax* Hollister, 1912 (Vespertilionidae: Chiroptera) в пещере Приморский Великан. *Амурский зоологический журнал*, т. XVII, № 2, с. 238–249. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2025-17-2-238-249>

Получена 27 января 2025; прошла рецензирование 21 марта 2025; принята 3 мая 2025.

For citation: Gorobeyko, U. V., Shibaeva, V. V. (2025) First genetic data on wintering colonies of *Murina hilgendorfi* (Peters, 1880) and *Myotis petax* Hollister, 1912 (Vespertilionidae: Chiroptera) in the Primorsky Velikan cave. *Amurian Zoological Journal*, vol. XVII, no. 2, pp. 238–249. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2025-17-2-238-249>

Received 27 January 2025; reviewed 21 March 2025; accepted 3 May 2025.