

Оригинальная статья

УДК 591.582.2:598.842.3

<https://doi.org/10.35885/1684-7318-2023-4-385-403>

МЫШОВКА ШТРАНДА *SICISTA STRANDI* (RODENTIA, DIPODOIDEA) НА ЮГО-ЗАПАДНОЙ ПЕРИФЕРИИ АРЕАЛА ВИДА: ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

М. И. Баскевич ^{1✉}, Л. А. Хляп ¹, А. С. Богданов ²

¹ Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН

Россия, 119071, г. Москва, Ленинский проспект, д. 33

² Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН

Россия, 119334, г. Москва, ул. Вавилова, д. 26

Поступила в редакцию 22.06.2023 г., после доработки 03.07.2023 г., принята 14.07.2023 г., опубликована 12.12.2023 г.

Аннотация. Впервые на основе исследования нуклеотидных последовательностей фрагмента гена *IRBP* ядерной ДНК в популяции *Sicista strandi* из юго-западной периферии ареала вида (горный Кавказ, окрестности кордона Экипцоко, Зольский район Кабардино-Балкарии, сопредельная территория с *tetra turica* вида) и их сопоставления с молекулярными характеристиками у представителей вида из ряда пунктов Русской равнины изучено ее положение в структуре вида. Установлено, что по данному молекулярному признаку изученная кавказская популяция относится к южной группировке вида, охватывающей помимо Кавказа выборки из бассейнов Нижнего (Ростовская область) и Среднего (Луганская область) Дона и предположительно из Нижнего Поволжья, отличаясь от образцов из северных частей ареала вида в Центральном Черноземье (Курская, Белгородская области). В популяции *S. strandi* из юго-западной периферии ареала вида впервые исследован ряд экологических и биологических характеристик (биотопическая приуроченность, состав популяции, численность, суточная, сезонная активность, размножение, питание), рассматриваемых в сравнительном аспекте в связи с генетической дифференциацией вида.

Ключевые слова: мышовка Штранда, популяция, молекулярные (*IRBP*) особенности, эколого-биологические особенности, кордон Экипцоко, Кавказ

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН (проект № FFER – 2021-0003) и Института биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН (проект № 0088-2021-0019).

Соблюдение этических норм. Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

✉ Для корреспонденции. Лаборатория микроэволюции млекопитающих Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН.

ORCID и e-mail адреса: Баскевич Марина Исаковна: <https://orcid.org/0000-0003-0632-4949>, mbaskevich@mail.ru; Хляп Людмила Айзиковна: <https://orcid.org/0000-0001-7698-5887>, khlyap@mail.ru; Богданов Алексей Станиславович: <https://orcid.org/0000-0002-2106-3989>, bogdalst@yahoo.com.

Для цитирования. Баскевич М. И., Хляп Л. А., Богданов А. С. Мышовка Штранда *Sicista strandi* (Rodentia, Dipodidae) на юго-западной периферии ареала вида: генетические и экологические аспекты // Поволжский экологический журнал. 2023. № 4. С. 385 – 403. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2023-4-385-403>

ВВЕДЕНИЕ

В 1989 г. была проведена ревизия широко распространенного от Скандинавского полуострова до Забайкалья и от Кавказа до устья Печоры (Pucek, 1982) политипического вида лесной мышовки *Sicista betulina* s. l. Pallas, 1778. Итогом этой ревизии явилось обоснование видового ранга одного из ее подвидов: мышовки Штранда *S. strandi* Formosov, 1931, характеризующегося 44-хромосомным кариотипом, в отличие от такового ($2n = 32$) у вида-двойника *S. betulina* s. str. (Соколов и др., 1989), хотя позднее были найдены и другие диагностические признаки: краниометрические (Баскевич и др., 2005a), молекулярные (Баскевич и др., 2005b; Lebedev et al., 2019; Baskevich et al., 2020), позволяющие различать виды-двойники, относящиеся к *Sicista* группы *betulina*. Область распространения мышовки Штранда, уточненная с помощью хромосомного, молекулярного и краниометрического типирования небольшого числа находок, занимает ограниченную территорию на юге восточно-европейской части объединенного ареала *Sicista betulina* s. l. Было показано, что южная граница вида идет по северному склону Главного Кавказского хребта, за исключением его западной горной части (Дзуев, 1988; Соколов и др., 1989; Баскевич, 1990; Шенброт и др., 1995). Западную границу проводят по восточному побережью Азовского моря до впадения р. Дон, от устья Дона до Новочеркасска, а затем чуть западнее границы между Россией и Украиной до широты Курска (примерно 52° с.ш.) (Шенброт и др., 1995; Баскевич и др., 2005b, 2010). Северная граница пока намечена условно. Помимо Курска она включает, предположительно, Воронежскую, южную часть Пензенской (Быстракова, 2000), а в северо-восточной части ареала вида Саратовскую (Баскевич, Опарин, 2000) области. Восточная граница также требует уточнения. Пока ее проводят от устья Терека до Волгограда и Саратова (Шенброт и др., 1995). Принадлежность находок из Правобережья Саратовской области подтверждена по хромосомным (Баскевич, Опарин, 2000) и молекулярным (Lebedev et al., 2019) маркерам, тогда как таксономический статус находок из заволжских популяций (Саратов, Самара, Татарстан) не выяснен. В целом, мозаичный ареал *S. strandi* простирается от южной части Среднерусской возвышенности до Главного Кавказского хребта, где охватывает островные, байрачные, аренные, пойменные леса, отдельные участки степей и защитные лесополосы на Русской равнине, лесостепной и субальпийский пояса на Кавказе. Очевидно, что при относительной узости ареала мышовка Штранда занимает большой спектр биотопов, что при мозаичном характере распространения указывает на возможность структурированности вида по отдельным признакам в ходе их сопоставления у особей из различных частей ареала. Целый ряд полученных ранее, пока фрагментарных фактов указывает на справедливость этой точки зрения. Так, например, дифференциация между северными (Курск) и южными (центральная часть Северного Кавказа) популяциями вида была выявлена

в особенностях строения glans и os penis самцов (Соколов и др., 1989), что отчасти было подтверждено позднее в хромосомных (C-banding) (Баскевич и др., 2005a), молекулярных (*IRBP*) (Baskevich et al., 2020) и краниометрических (Окулова, Баскевич, 2014) результатах, продемонстрировавших отличия между северными (Курск, Саратов) и южными (Северный Кавказ и /или/ Предкавказье) исследованными выборками *S. strandi*. Было высказано гипотетическое предположение рассматривать вышеупомянутые северную и южную формы мышовки Штранда (после их дополнительного исследования) как возможные подвиды (Шенброт и др., 1995), но молекулярные (*IRBP*) данные не исключают их более высокий таксономический статус (Baskevich et al., 2020). По результатам морфологических сопоставлений предполагалось, что северная форма распространена в южной оконечности Среднерусской возвышенности примерно до линии Ростов-на-Дону – Волгоград, а южная – населяет Предкавказье и Северный Кавказ (Шенброт и др., 1995). Эта точка зрения согласуется с предварительными краниометрическими данными (Баскевич и др., 2005a).

В целом, не только таксономическое значение различий между северными и более южными популяциями *S. strandi*, но и границы между ними ещё предстоит оценить. Интересный результат был получен при сравнении на основе мультилокусного анализа образцов с Русской равнины при отсутствии таковых с Кавказа: исследовались образцы из Саратовской, Белгородской, Ростовской областей России и Луганской области Украины, выявившего обособленность образцов из Белгородской области (северная часть ареала) от всех остальных (Lebedev et al., 2019). Очевидно, что этот результат указывает на более сложную структуру вида, чем предполагалось ранее. В этой связи необходимым представляется формирование взглядов на более полную картину структурированности вида и положения отдельных популяций в ней.

Цель настоящего исследования – определение генетических (*IRBP*) и экологических (состав популяции, численность, суточная, сезонная активность, размножение, питание) особенностей у мышовки Штранда из юго-западной периферии ареала в горах Кавказа и их сопоставление с молекулярно-генетическими и экологическими характеристиками вида из других его частей с акцентированием внимания на положении популяции из юго-западной части ареала *S. strandi* в системе вида.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Использованный в работе собственный материал по мышовкам включал 10 кариологически датированных особей *Sicista* группы *betulina*, относящихся к *Sicista strandi* ($2n = 44$), отловленных с 18 по 27 июня 2011 г. на юго-западной периферии ареала вида, в окрестностях кордона Экипцоко (западная часть Кабардино-Балкарии, сопредельная с горной территорией Карачаево-Черкессии), добыча которых сопровождалась отловом ряда других видов млекопитающих: грызунов и насекомоядных, собранных в окрестностях кордона Экипцоко в этот же период времени. Всего за период работы было добыто 30 экз. млекопитающих. Отловы производили ловчими канавками с врытыми в них конусами ($\varnothing = 13.5$ см, $H = 25$ см), а также живоловками.

Молекулярно-генетический анализ. Частично ($n = 2$) с целью уточнения с помощью молекулярных сопоставлений положения популяции *S. strandi* из юго-западной периферии ареала в системе вида этот материал был использован в сиквенс анализе фрагмента (897 bp) гена *IRBP* ядерной ДНК.

Обработка собственных образцов *Sicista*, используемых для последующих сопоставлений, выглядела следующим образом: тотальную ДНК выделяли методом фенол-хлороформной депротеинизации после обработки измельченных тканей протеиназой К по методике Самбрука с соавторами (Sambrook et al., 1989). Праймеры, использованные для амплификации и секвенирования фрагмента экзона 1 ядерного гена *IRBP*, показаны в нашей предшествующей публикации (Baskevich et al., 2020). Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) проводили в смеси, содержащей 25 – 30 нг ДНК, 2 мкл 10×Taq-буфера, 1.6 мкл 2.5 mM раствора dNTP, 4 pM каждого праймера, единицу Taq-полимеразы и деионизированную воду до конечного объема 20 мкл. Амплификация была выполнена на приборе ТЕРЦИК (фирмы «ДНК-технология», Россия) по следующей программе: предварительный прогрев при 94°C (3 мин), далее 35 циклов в последовательном режиме: 30 с – 94°C, 1 мин – 57°C, 1 мин – 72°C; в завершение реакции проведена однократная финальная элонгация ПЦР-продуктов при 72°C (6 мин). Автоматическое секвенирование осуществлено с использованием кита ABI PRISM®BigDye™ Terminator v. 3.1 (ABI, США) в Институте биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН на генетическом анализаторе ABI 3500 (ABI, США).

Помимо собственного материала по *S. strandi* из юго-западной периферии ареала вида (окрестности кордона Экипцоко, Кабардино-Балкария) и используемого для сравнения такового из северных частей ареала вида в Курской области мы включили в анализ ранее опубликованные и доступные в GenBank последовательности гена *IRBP* ряда представителей вида из нескольких пунктов Русской равнины (табл. 1), а в качестве группы сравнения последовательности гена *IRBP* – особи *S. betulina* из Звенигородской биостанции Московского университета (№ 09-28, GenBank MN175440), а как аутгруппы – извлеченные из GenBank последовательности гена *IRBP* представителя другой группы *Sicista*, *S. caucasica* из Адыгеи (Лагонаки) (Rusin et al., 2018; GenBank KY967467). После выравнивания нуклеотидных последовательностей были получены и проанализированы фрагменты гена *IRBP* длиной 897 п.н.; их начало соответствует таковому последовательностей, установленных Черкезом с соавторами (Cserkés et al., 2015).

Статистическая обработка данных выполнена с помощью компьютерной программы Mega 6.06, разработанной Тамурой с соавторами (Tamura et al., 2013). Подходящую модель нуклеотидных замен выбирали по показателю BIC (Bayesian Information Criterion); мы использовали модель T92+G (Tamura 3-parameter model with gamma distributed) при построении дендрограммы методом Maximum Likelihood (ML) и расчете генетических дистанций (D). Значения бутстреп-поддержки определяли по тысяче репликаций.

Популяционно-экологические исследования. Видовой состав совокупных сборов определяли визуально, а для видов-двойников, в частности, представителей подрода *Terricola* рода *Microtus* – с использованием генетических маркеров (*cytb*)

(Bogdanov et al., 2021). Долю каждого определенного вида, в т.ч. *S. strandi*, в совокупной выборке, выраженную в % (индекс доминирования), принимали за показатель обилия вида в сообществе мелких млекопитающих в регионе исследования.

Таблица 1. Материал, использованный в сиквентс-анализе нуклеотидных последовательностей фрагмента (897 п.н.) гена *IRBP* ядерной ДНК в различных популяциях *Sicista strandi* с целью уточнения положения в системе вида популяции из окрестностей Экипцоко (юго-западная периферия ареала вида)

Table 1. Material used in the sequence analysis of the nucleotide sequences of the fragment (897 bp) of the *IRBP* gene of nuclear DNA in several *Sicista strandi* populations in order to clarify the position of the population from the vicinity of Ekiptsoko (southwestern periphery of the range) in the species' system

№ / No.	Код образца (GenBank Accession numbers) / Sample code (GenBank Accession numbers)	2n	Локалитет и его координаты / Location and its coordinates	Источник / Source
1	11-23 (MN175447)	44	Кабардино-Балкария, близ Экипцоко; 43.68° с.ш., 43.08° в.д. / Kabardino-Balkaria, near Ekiptsoko cordon; 43.68° N, 43.08° E	Baskevich et al., 2020; наши данные
	11-83 (MN175448)	44		
2	03-11 (MN175445)	44	Курская область, Стрелецкий участок Центрально-Черноземного заповедника; 51.58° с.ш., 36.08° в.д. / Kursk region, Streletsky section of the Central Black Earth Reserve; 51.58° N, 36.08° E	Baskevich et al., 2020; наши данные
	06-70 (MN175446)	44		
3	KM397158	–	Белогорье, Ямская степь; 51.17° с.ш., 37.65° в.д. / Belogorye, Yamskaya steppe; 51.17° N, 37.65° E	Pisano et al., 2015
4	KF854242	–	Луганская область, Провальская степь; 48.12° с.ш., 39.8° в.д. / Lugansk region, Provalye, 48.12° N, 39.8° E	Cserkesz et al., 2015
5	KP715879	–	Луганская область, Стрельцовская степь; 49.28° с.ш., 40.07° в.д. / Lugansk region, Streltsovskaya steppe; 49.28° N, 40.07° E	Cserkesz et al., 2016
6	KY967466	–	Саратовская область, Воскресенский район, пос. Славянка; 51.84° с.ш., 46.25° в.д. / Saratov region, Voskresensky district, Slavyanka; 51.84° N, 46.25° E	Rusin et al., 2018
7	KY967465	–	Ростовская область, Цимлянские пески; 47.86° с.ш., 42.52° в.д. / Rostov region, Tsimlyansk sands; 47.86° N, 42.52° E	Rusin et al., 2018

Численность изъятых из природы мышовок, добытых с помощью ловчих наваек с врытыми в них конусами, в лугостепи региона исследования, определяли по формуле: где в числителе число отловленных особей (*M*), а в знаменателе произведение количества использованных конусов (*пк*) на количество учетных суток (*пс*); результат деления, умноженный на 100, выраженный в экз. / 100 конусо-суток, отражает численность вида (Юдин и др., 1979; Шефтель, 2018). Всего было отработано 211 конусо-суток.

Для изучения размножения мышовок популяцию вида подразделяли на возрастные группы. В качестве возрастных критериев применялись размерные показатели. Состояние половой системы исследовали у самцов (измеряли длину и ширину семенников и длину везикул) и самок (наличие эмбрионов, их размеры, число темных пятен, состояние матки). Анализировали срок начала размножения и

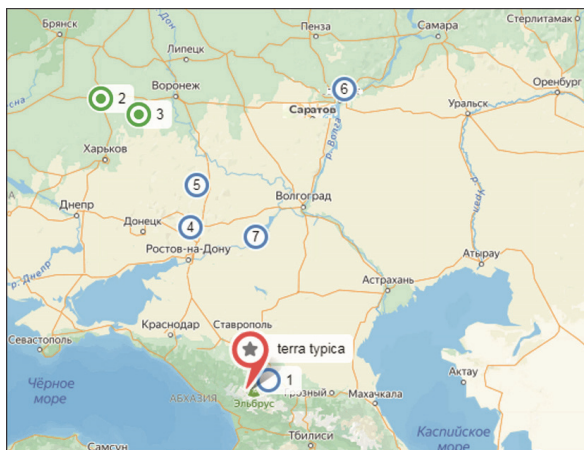


Рис. 1. Место отлова (№ 1) изученной нами кавказской популяции *Sicista strandi* из юго-западной периферии ареала вида и пункты сбора материала с Русской равнины (№ 2 – 7), использованного в сравнительном молекулярном анализе (сиквенс-анализ фрагмента гена *IRBP* ядерной ДНК). Отмеченные на карте номера соответствуют нумерации в табл. 1. Также на рис. 1 обозначено *terra typica* вида

Fig. 1. Capture site (no. 1) of the Caucasian population of *Sicista strandi* studied on the southwestern periphery of its range and the material collection points from the Russian Plain (nos 2–7) used in comparative molecular analysis (sequence analysis of a fragment of the *IRBP* gene of nuclear DNA). The numbers marked on the map correspond to the numbering in Table 1. Also, *terra typica* of the species is indicated in Figure 1

Географические координаты пунктов отлова собственных находок определяли с помощью GPS-навигатора Etrex Garmin (Garmin Ltd., США) с точностью до одной минуты или же использовали с той же точностью географические координаты пунктов отлова из литературных источников (Pisano et al., 2015; Rusin et al., 2018; Lebedev et al., 2019). Нанесение точек на карту (рис. 1) проводили с помощью компьютерных программ ArcGis (Esri, США). Цифрами обозначены номера точек, соответствующие нумерации в табл. 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты молекулярного анализа фрагмента первого экзона гена *IRBP* ядерной ДНК в выборке из юго-западной периферии ареала вида в горах Кавказа (окрестности кордона Экипцоко), определенной как *S. strandi* (Baskevich et al., 2020; наши данные), сравниваемой по данному молекулярному признаку с выборками из других пунктов области его распространения (см. табл. 1), показаны на рис. 2.

его предположительную динамику.

Для уточнения суточной активности популяции в регионе исследования канавки проверяли дважды в день: рано утром и поздним вечером.

Характер питания у мышей, изъятых из природы, изучали в самых общих чертах, путем вскрытия желудков и установления соотношения животных и растительных компонентов в их рационе. Характер питания в неволе исследовали эмпирическим путем, предлагая содержащимся в условиях вивария особям различный набор кормов и выявляя среди них предпочтительные.

Показателем обилия идентифицированного вида (кариоморфы) служила доля зверьков, выраженная в %, присутствующих в выборке.

Анализ географического распространения использованных в молекулярных сопоставлениях находок *S. strandi*.

МЫШОВКА ШТРАНДА *SICISTA STRANDI* (RODENTIA, DIPODOIDEA)

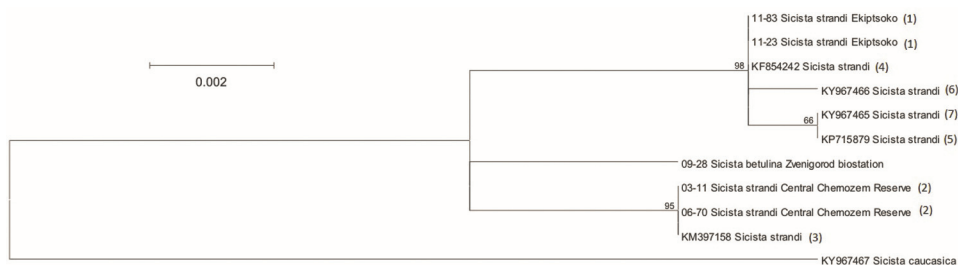


Рис. 2. ML-дендрограмма, построенная при сравнении нуклеотидных последовательностей фрагмента (897 п.н.) первого экзона ядерного гена *IRBP* в различных популяциях *Sicista strandi* с целью уточнения положения в системе вида популяции из окрестностей кордона Экипцоко (юго-западная периферия ареала вида в горах Кавказа). Цифрами в скобках показаны номера пунктов сбора использованных образцов *S. strandi*, соответствующие нумерации в табл. 1 и на рис. 1. В качестве группы сравнения и внешней группы использованы образцы *S. betulina* и *S. caucasica* соответственно (детали показаны в тексте). В узлах ветвления древа указаны значения бутстреп-поддержки, превышающие 65%

Fig. 2. ML-dendrogram constructed by comparing the nucleotide sequences of the fragment (897 bp) of the first exon of the nuclear gene *IRBP* in several *Sicista strandi* populations in order to clarify the position of the population from the vicinity of the Ekiptsoko cordon (southwestern periphery of the range in the Caucasus mountains) in the species' system. The numbers in brackets, corresponding to the numbering in Table 1 and Fig. 1, show the numbers of the collection points of the used *S. strandi* samples. Samples of *S. betulina* and *S. caucasica* (details shown in the text) were used as the comparison group and the outgroup, respectively. In the branch nodes of the tree, bootstrap support values (exceeding 65%) are indicated

Анализ представленных результатов дополняет полученные нами ранее данные, выявившие значительную дифференциацию между гаплотипами особей из окрестностей кордона Экипцоко и Курской области, т.е. между южной и северной группировками вида (Baskevich et al., 2020), поддерживая сведения о морфологических (Соколов и др., 1989) и хромосомных (Баскевич и др., 2005a) различиях выборок из Кавказского региона и Курской области. Представленные сравнительные молекулярные данные указывают на то, что область распространения южной группировки, куда входит Кавказская выборка из юго-западной периферии ареала вида (окрестности кордона Экипцоко), распространяется на территории бассейна Среднего и Нижнего Дона (Стрельцовская, Провальская степь в Луганской области, Цимлянские пески в Ростовской области) и Нижнего Поволжья (Воскресенский район Саратовской области) (Lebedev et al., 2019; наши данные), а ареал северной группировки охватывает две области Центрального Черноземья: Курскую и Белгородскую (Lebedev et al., 2019; Baskevich et al., 2020; наши данные) (см. рис. 1, 2; табл. 1). Результаты полученных молекулярных сопоставлений лишь отчасти согласуются с последними краниометрическими данными, поддерживающими близость выборок *S. strandi* с Кавказа и Приазовья, обособленных от таковых из Центрального Черноземья (Окулова, Баскевич, 2014). При этом обращает на себя внимание несогласованность молекулярных (*IRBP*) и морфологических (Баскевич, Опарин, 2000) данных в отношении принадлежности образцов из северо-

восточной части ареала вида в Саратовской области: по молекулярным результатам они относятся к так называемой южной группировке, тогда как по особенностям строения *glans penis* самцов от нее отличаются (Баскевич, Опарин, 2000).

Интерес представляет также близость исследованной нами популяции из юго-западной периферии ареала вида в горах Кавказа (Зольский район Кабардино-Балкарии, окрестности кордона Экипцоко) к *terra typica* вида, находящемся в сопредельном горном районе Карачаево-Черкессии (Formosov, 1931). Есть все основания полагать, принимая во внимание полученные нами и известные молекулярные (Lebedev et al., 2019; Baskevich et al., 2020; наши результаты), а также морфологические (Соколов и др., 1989, и др.) данные, что южная группировка (по-видимому, собственно форма *strandii*) охватывает и другие популяции с Кавказа и Предкавказья, проникая в Приазовье и, предположительно, в Нижнее Поволжье (хотя последнее обстоятельство еще следует уточнить).

В свете полученных сравнительных молекулярных данных особенности экологии и биологии исследованной нами кавказской популяции *S. strandii* из юго-западной периферии ареала рассматриваются в контексте дифференциации вида, выявленной на молекулярном уровне.

Биотопическая приуроченность. Отловы мелких млекопитающих проводили на кордоне Экипцоко на берегу р. Большой Экипцоко (правый приток р. Малки) в 6 км от ее устья вверх по течению. В этом географическом пункте левый берег представлен безлесной балкой с богатой лугостепной растительностью, состоящей преимущественно из злаков (лисохвост, овсяница и др.) и бобовых (горошки, клевера, чина луговая). Из кустарников очень редко встречался шиповник. Биотопы правого берега также представлены лугостепью, но луговое разнотравье на этих участках соседствует с кустарниковой растительностью и заброшенным яблоневым садом. Зверьки, отловленные живоловками, были приурочены в основном к лугостепи правобережья, а мышовки, добытые с помощью ловчих канавок, обитали на открытых участках лугостепи левого берега (табл. 2).

Таблица 2. Видовой состав грызунов и насекомоядных, добытых в окрестностях кордона Экипцоко (Зольский район Кабардино-Балкарии) в период с 18 по 27 июня 2011 г. с помощью ловчих линий (канавок, К) и живоловок (Ж)

Table 2. Species composition of rodents and insectivores collected in the vicinity of the Ekiptsoko cordon (Zol'sky district of Kabardino-Balkaria) from June 18 to 27, 2011 using trapping lines (grooves with installed cones, GC) and living traps (LT)

Видовая принадлежность особи / Species of an individual	Число отловленных зверьков / Number of animals caught	Способ добычи / Trapping method	Процентное соотношение вида в выборке, % / Percentage of the species in the sample, %
1	2	3	4
Мышовка Штранда <i>Sicista strandii</i> Formosov, 1931	10	К / GC	33.3
Алтайская полёвка <i>Microtus obscurus</i> Eversmann, 1841	1	К / GC	3.3
Кустарниковая полёвка <i>Microtus</i> (<i>Terricola</i>) <i>majori</i> Thomas, 1906	14	Ж / LT	46.7

Окончание табл. 2
Table 2. Continuation

1	2	3	4
Дагестанская полёвка <i>Microtus (Ter-ricola) daghestanicus</i> Shidlovsky, 1919	1	Ж / LT	3.3
Малая лесная мышь <i>Sylvaemus ura-lensis</i> Pallas, 1811	2	Ж / LT	6.7
Бурозубка Радде <i>Sorex raddei</i> Satunin, 1895	2	Ж / LT	6.7

Сходные (степные) ландшафты характерны и для генетически исследованных находок *S. strandi* из Ростовской и Луганской областей, также принадлежащих по молекулярным данным к южной группировке вида, тогда как генетически дифференцированные выборки из Центрального Черноземья (северная группа) приурочены к лесостепной зоне (граница дубравы и некосимой степи, граница осинника и некосимой степи или некосимая степь на Стрелецком и Казацком участках, некосимая степь в Баркаловке Центрально-Черноземного заповедника, балка Сура в Белогорье) (Баскевич и др., 2010; коллекции Зоомузея МГУ). При этом степь в лесостепной зоне Центрального Черноземья, относящаяся к северным лугостепям, отличается от изученной нами горной лугостепи на Кавказе по соотношению многолетних и однолетних растений, по степени проективного покрытия и задернения почвы (Мильков, 1977). Этот результат можно трактовать как дополнение к генетическим отличиям между южной и северной группировками вида и по данному экологическому признаку. Однако нельзя не отметить, что биотопическая приуроченность генетически идентифицированной выборки из лесостепи Правобережья Саратовской области (Славянка) не согласуется с вышеупомянутым предположением, напротив, поддерживая внутривидовую дифференциацию на морфологическом уровне (Баскевич, Опарин, 2000). Также следует напомнить, что пока не идентифицированные по молекулярным данным кавказские и предкавказские находки *S. strandi* известны не только из лугостепных участков лесолугостепного, но и из субальпийского пояса (Formosov, 1931), из пойменного леса в долине р. Камбилеевка в Северной Осетии (Соколов и др., 1989), из лесополос в Ставропольском крае (Даль, Чугунов, 1956).

Видовой состав мелких млекопитающих в регионе исследования и численность *Sicista strandi*. В сообществе мелких млекопитающих обследованного нами в конце июня – начале июля 2011 г. региона *S. strandi* занимала 2-е место по численности (при отловах канавками и живоловками), а при отловах только канавками этот вид доминировал среди добытых грызунов и насекомыхядных (см. табл. 2). Численность мышовки Штранда на юго-западной периферии ареала вида, рассчитанная по конусо-суткам, составила величину, равную 4.74 на 100 конусо-суток (Юдин и др., 1979; Шефтель, 2018). Представленные результаты охватывают лишь небольшой временной интервал: конец июня – начало июля 2011 г., и по-видимому, демонстрируют высокую численность вида, связанную с гоном. Напомним, что у мышовок амплитуда колебаний численности изменяется в течение сезона, демонстрируя два пика численности, связанные с гоном и расселением

молодняка (Огнев, 1948; Шенброт и др., 1995). К сожалению, полученных нами данных недостаточно для оценки динамики численности *S. strandi* в регионе исследования и для проверки концепции Н. П. Наумова (1955) о менее устойчивом состоянии вида на периферии его ареала, ранее апробированной на других видах мышовок, и в частности, на периферической популяции (Карелия) вида-двойника мышовки Штранда, лесной мышовке *S. betulina* (Ивантер, 2021).

Суточная и сезонная активность. Все мышовки ($n = 10$), добытые нами на юго-западной горной периферии ареала вида (кордон Экипцоко) на территории Зольского района Кабардино-Балкарии, попались в ловушки в ночные часы и были вынуты из конусов при утренних проверках канавок. В целом, мышовка Штранда характеризуется ночной активностью. Этот факт подтверждают наши наблюдения за мышовкой Штранда в природе на юго-западной периферии ее ареала, а также собственные неопубликованные и литературные данные по другим регионам (Даль, Чугунов, 1956; Баскевич и др., 2010). Однако, по наблюдениям за содержащимися в неволе особями мышовки Штранда из Ставропольского края (Предкавказье) в конце лета они выходили из гнезда на поиски пищи в дневное время суток (Даль, Чугунов, 1956).

Возрастной и половой состав исследованной нами выборки мышовки Штранда, добытой в период с 18 по 27 июня 2011 г. на юго-западной горной периферии ареала вида в окрестностях кордона Экипцоко, Зольского района Кабардино-Балкарии, показан в табл. 3.

Таблица 3. Состав выборки *Sicista strandi* из окрестностей кордона Экипцоко (Зольский район Кабардино-Балкарии), добытой с помощью установленных в период с 18 по 27 июня 2011 г. ловчих канавок

Table 3. Composition of the *Sicista strandi* sample from the vicinity of the Ekiptsoko cordon (Zol'sky district of Kabardino-Balkaria) caught with the help of grooves with installed cones set from June 18 to 27, 2011

Дата отлова / Capture date	Полевой номер особи / Field number of the individual	Пол / Sex	Возраст / Age	Состояние половой системы самки / The state of the female sexual system	Состояние половой системы самца: размеры Testes (T) и vesicular seminalis (v.s.) / The state of the male sexual system: size of testes (T) and vesicular seminalis (v.s.)
1	2	3	4	5	6
19.06.2011	11-6	Самка / Female	Ad	Матка нитевидная / Thread-like uterus	–
21.06.2011	11-7	Самка / Female	Ad	Матка нитевидная / Thread-like uterus	–
21.06.2011	11-11	Самец / Male	Ad	–	T = 7×5, V.s. = 9×2
24.06.2011	11-15	Самка / Female	Ad	Беременность (1+4 Э, Ø = 2 мм) / Pregnancy (1 + 4 embryos /E/, diameter, Ø = 2 mm)	–
24.06.2011	11-17	Самец / Male	Ad	–	T = 7×5, Vesicular = 9

Окончание табл. 3
Table 3. Continuation

1	2	3	4	5	6
25.06.2011	11-23	Самец / Male	Ad	–	T = 6.5×4.5, V.s.=7
25.06.2011	11-24	Самка / Female	Ad	Матка набухшая / Swollen uterus	–
27.06.2011	11-28	Самка / Female	Ad	Матка набухшая / Swollen uterus	–
27.06.2011	11-76	Самец / Male	Ad	–	T = 5.8×4.0
27.06.2011	11-83	Самец / Male	Ad	–	T = 7×5, V.s. = 11

Очевидно, что изученная выборка представлена исключительно половозрелыми особями, из которых половину составляют самцы, а вторую половину самки. Молодняк в собранной в данный период времени выборке отсутствовал. Такой состав изученной выборки мышовки Штранда указывает на то, что с момента пробуждения вида в регионе исследования прошло более месяца, и в анализируемый период популяция находилась на начальной стадии растянутого периода размножения, некоторые показатели которого (см. следующий раздел) указывают на вероятность появления в потенциальных отловах молодняка не ранее начала августа с.г.

Особенности размножения. Самцы мышовки Штранда, отловленные на юго-западной горной периферии ареала вида в окрестностях кордона Экипцоко с 18 по 27 июня 2011 г. (открытый участок горной лугостепи), были в состоянии половой активности. В семенниках и их придатках обнаружено большое количество активных сперматозоидов. Размеры семенников (длина и ширина) варьировали от 7.0×5.0 до 5.8×4.0 мм (в среднем – 6.8×4.7 мм). Первая беременная самка с зачаточными эмбрионами попала в окрестностях кордона Экипцоко 24.06.2011 г. (см. табл. 3), тогда как две самки, отловленные ранее (19.06 и 21.06), имели нитевидные, а позднее (25.06 и 27.06) утолщенные матки (см. табл. 3). Анализ полового состава сборов по мышовке Штранда из региона исследования и оценка состояния половой системы у отловленных в июне 2011 г. особей *S. strandi* на территории кордона Экипцоко Зольского района Кабардино-Балкарии указывают на то, что гон у мышовки Штранда на юго-западной периферии ареала начинается не ранее конца мая – начала июня, а появления кормящих самок и таковых с плацентарными пятнами следовало бы ожидать в данной популяции в более поздний период времени 2011 г., в частности, в конце июля – начале августа. Следует отметить, что полученные нами ранее немногочисленные сведения о характере размножения у мышовки Штранда в других пунктах Кавказа и Предкавказья указывают на их вариабельность в зависимости от региона и года исследований. Так, например, в окрестностях с. Хаймаши в Кабардино-Балкарии (горная лесостепь) в отловах второй половины июня 1986 и 1987 гг. преобладали половозрелые самцы, а все самки были яловыми, т. е. гон, по-видимому, начинался позднее и, напротив, в окрестностях с. Тарское в Северной Осетии (пойменный лес) в конце июня (29.06) 1984 г. уже была обнаружена самка со следами недавнего размножения

(4 т. п.), а в окрестностях с. Сергиевка Ставропольского края (лесополоса) самка со следами недавнего размножения была отмечена 07.06.1988 г. Наиболее ранний (12 мая) достоверный случай беременности у мышовки Штранда был зарегистрирован в Каневском районе Краснодарского края (коллекция ЗИН РАН). В северной части ареала вида гон, по-видимому, начинается позднее. По меньшей мере, все самки, добытые в начале июня 1981, 1983, 2003 гг. на территории Центрально-Черноземного заповедника Курской области, были яловыми, а в Саратовской области (северо-восточная часть ареала вида) первая беременная самка с зачаточными эмбрионами была отмечена 3 июля 2005 г. (коллекция Зоологического музея МГУ). По-видимому, как и другие виды мышовок, *S. strandi* размножается 1 раз в году. Сведения о размере выводка у мышовки Штранда на юго-западной периферии ареала получены нами для единственной вышеупомянутой беременной самки, добытой в окрестностях кордона Экипцоко 24 июня 2011 г., в левом роге матки которой был обнаружен 1, а в правом – 4 эмбриона диаметром 2 мм. Полученные нами результаты о размере выводка у мышовки Штранда на юго-западной периферии ареала соответствуют фрагментарным сведениям по данному показателю (определен по числу эмбрионов или по количеству плацентарных пятен) для вида в северо-восточной части области его распространения: так, 5 эмбрионов диаметром 7 мм было выявлено у самки, отловленной 03.07.2005 г. в окрестностях с. Славянка Саратовской области (Зоологический музей МГУ), и несколько отличаются от таковых в южных популяциях вида, в которых число эмбрионов или плацентарных пятен у исследованных нами ранее самок колебалось от 4 (окрестности с. Безенги, Кабардино-Балкария; с. Тарское, Северная Осетия) до 6 (гора Зека, Северная Осетия; окрестности с. Сергиевка, Ставропольского края). Интересно, что в сборах начала – середины июня 2007 г., добытых на территории заповедника «Белогорье» (близкая к северной часть ареала вида, Зоологический музей МГУ, коллектор Ю. М. Ковальская), у одной самки со следами размножения было выявлено четыре (1/3), а у другой семь (3/4) плацентарных пятен. Очевидно, что фрагментарность накопленных на сегодня сведений о размере выводка у мышовки Штранда пока не позволяет выявить какие-либо закономерности в географической изменчивости данного показателя и его возможной корреляции со структурированностью вида, выявленной на основе использования генетических маркеров (Баскевич и др., 2015; Lebedev et al., 2019; Baskevich et al., 2020; наши данные).

Питание. Анализ содержимого желудков у шести особей мышовки Штранда с юго-западной периферии ареала вида, добытых во второй половине июня 2011 г. в лугостепи окрестностей кордона Экипцоко, указывает на смешанный характер питания этих зверьков в регионе исследования (табл. 4). При этом показано, что преобладающим компонентом содержимого желудков была животная пища, о чем свидетельствует доминирование хитина и хитиновых вкраплений в желудках, изъятых из природы мышовок (см. табл. 4).

По нашим наблюдениям в неволе ($n = 4$) излюбленными кормами особей *S. strandi* из данного географического пункта служили мучной червь, ягоды земляники, клубники, мякоть кисло-сладкого яблока, абрикоса, персика, зерна очищенного подсолнуха, геркулес, пшено, что характерно для содержащихся в неволе

МЫШОВКА ШТРАНДА *SICISTA STRANDI* (RODENTIA, DIPODOIDEA)

мышовок этого вида и из других популяций, а также для других видов мышовок (Даль, Чугунов, 1956; Айрапетьянц, 1969; Шенброт и др., 1995; Баскевич, Хляп, 2011; Ивантер, 2021 и др.), что указывает на утрату проявлявшихся ими в природе пищевых специализаций и приобретение в ходе содержания в неволе новой адаптивной пищевой стратегии.

Таблица 4. Анализ содержимого желудков в изъятый из природы выборке *Sicista strandi*, добытой в лугостепи окрестностей кордона Экипцоко (Зольский район Кабардино-Балкарии) за период с 18 по 27 июня 2011 г.

Table 4. Stomach content analysis in a sample of *Sicista strandi* withdrawn from nature in the meadow–steppe of the vicinity of the Ekiptsoko cordon (Zol'sky district of Kabardino-Balkaria) for the period from June 18 to 27, 2011

Дата отлова / Capture date	Полевой номер особи / Field number of the individual	Пол / Sex	Возраст / Age	Содержимое желудка / Stomach contents
19.06.2011	11-6	Самка / Female	Ad	Белая масса – 70%, зеленая масса – 30%; с повсеместным по всему желудку вкраплением хитина / White mass – 70%, green mass – 30%; with chitin interspersed throughout the stomach
21.06.2011	11-7	Самка / Female	Ad	Белая масса – 50%, хитин – 50% / White mass – 50%, chitin – 50%
21.06.2011	11-11	Самец / Male	Ad	Темно-зеленая масса с повсеместным включением хитина, составляющего основу содержимого желудка / Dark-green mass with ubiquitous inclusion of chitin, the basis of stomach contents
24.06.2011	11-15	Самка / Female	Ad	Темно-зеленая масса с хитином в основе / Dark-green mass with chitin at the base
25.06.2011	11-23	Самец / Male	Ad	Почти пустой желудок, в котором присутствует хитин и темная масса / An almost empty stomach in which chitin and dark mass are present
25.06.2011	11-24	Самка / Female	Ad	Темно-зеленая масса с хитином в основе: хитин – 70%, зелень – 30% / Dark-green mass with chitin at the base: chitin – 70%, greens – 30%

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые на основе исследования нуклеотидных последовательностей фрагмента гена *IRBP* ядерной ДНК в популяции *S. strandi* из юго-западной периферии ареала вида (горный Кавказ, окрестности кордона Экипцоко, Зольский район Кабардино-Балкарии, сопредельная территория с *terra typica* вида) и их сопоставления с молекулярными характеристиками у представителей вида из ряда пунктов Русской равнины изучено ее положение в структуре вида. Установлено, что по данному молекулярному признаку изученная кавказская популяция относится к южной группировке вида, охватывающей помимо Кавказа выборки из бассейнов Нижнего (Ростовская область) и Среднего Дона (Луганская область Украины) и предположительно из Нижнего Поволжья, и отличается от образцов из северных частей ареала вида в Центральном Черноземье (Курская, Белгородская область). В популяции *S. strandi* из юго-западной периферии ареала вида впервые исследован

ряд экологических и биологических характеристик (биотопическая приуроченность, состав популяции, численность, суточная, сезонная активность, размножение, питание), рассмотренные в сравнительном аспекте в связи с генетической дифференциацией вида. Между исследованной кавказской популяцией *S. strandi* и таковыми из северных частей ареала вида отмечены различия в биотопической приуроченности и сезонной активности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Айрапетьянц А. Э. К биологии лесной мышовки в Ленинградской области // Вопросы экологии и биоценологии. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1969. Вып. 9. С. 115 – 124.
- Баскевич М. И. Кариология и систематика мышовок Кавказа и Предкавказья // Материалы V Всесоюзного совещания Териологического общества АН СССР. М.: АН СССР, 1990. С. 43.
- Баскевич М. И., Опарин М. Л. О новой находке мышовки Штранда *Sicista strandi* (Rodentia, Dipodoidea), уточняющей северо-восточную границу распространения вида // Зоологический журнал. 2000. Т. 79, вып. 9. С. 1133 – 1136.
- Баскевич М. И., Хляп Л. А. Хромосомные исследования в изучении видового разнообразия и особенностей биологии одноцветных мышовок (Rodentia, Dipodoidea, *Sicista*) Кавказа // Териофауна России и сопредельных территорий: международное совещание (IX съезд Териологического общества при РАН). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. С. 44.
- Баскевич М. И., Окулова Н. М., Опарин М. Л., Власов А. А. Хромосомная и краниометрическая изменчивость у мышовки Штранда *Sicista strandi* (Rodentia, Dipodoidea) на Кавказе и Русской равнине // Млекопитающие горных территорий: материалы международной конференции / под ред. В. В. Рожнова, Ф. А. Темботовой. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005а. С. 18 – 23.
- Баскевич М. И., Окулова Н. М., Потапов С. Г., Илларионова Н. А., Крысанов Е. Ю., Щипанов Н. А., Опарин М. Л., Власов А. А. К вопросу о диагностике и распространении видов-двойников мышовок (Rodentia, Dipodoidea, *Sicista*) на территории Русской равнины и Кавказа // Труды ЗИН РАН. 2005б. Т. 306. С. 22 – 40.
- Баскевич М. И., Сапельников С. Ф., Потапов С. Г., Власов А. А. О видах-двойниках мышовок (Rodentia, Dipodoidea, *Sicista*) в Курской области: диагностика, изменчивость, особенности биологии // Исследования по Красной книге Курской области. Курск: Центрально-Черноземный заповедник, 2010. Вып. 2. С. 3 – 7.
- Баскевич М. И., Потапов С. Г., Окулова Н. М., Хляп Л. А., Опарин М. Л., Шварц Е. А., Сапельников С. Ф., Малыгин В. М., Черепанова Е. В., Стахеев В. В. Структура вида у мышовок группы *betulina* (Rodentia, Dipodoidea, *Sicista*) фауны Восточной Европы в свете хромосомных, молекулярных и краниометрических данных // Структура вида у млекопитающих: материалы конференции. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. С. 15.
- Быстракова Н. В. Таксономическое и генетическое разнообразие мелких млекопитающих Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2000. 24 с.
- Даль С. К., Чугунов Ю. Д. Лесная мышовка в Ставропольском крае (эколого-географический очерк) // Труды НИПЧИ Кавказа и Закавказья. 1956. Вып. 1. С. 354 – 371.
- Дзуев Р. И. Кариологические исследования мышовок (*Sicista*) Центрального Кавказа // Грызуны. Тезисы докладов VII Всесоюзного совещания / ред. С. Е. Раменский. Свердловск: УрО АН СССР, 1988. Т. 1. 70 – 71.
- Ивантер Э. В. К популяционной экологии лесной мышовки (*Sicista betulina* Pall.) на северном пределе ареала. Сообщение I. Численность, биотопическое размещение, суточная активность, питание // Принципы экологии. 2021. № 1. С. 18 – 29. <https://doi.org/10.15393/j1.art.2021.11642>

МЫШОВКА ШТРАНДА *SICISTA STRANDI* (RODENTIA, DIPODOIDEA)

- Мильков Ф. Н. Природные зоны СССР. М.: Мысль, 1977. 296 с.
- Наумов Н. П. Изучение подвижности и численности мелких млекопитающих с помощью ловчих канавок // Вопросы красной, общей и экспериментальной паразитологии и медицинской зоологии. М.: Медгиз, 1955. Т. 9. С. 179 – 202.
- Огнев С. И. Звери СССР и прилежащих стран. Грызуны. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. Т. 6. 559 с.
- Окулова Н. М., Баскевич М. И. Краниометрические исследования *Sicista strandi* (Rodentia, Dipodoidea) // Зоологические исследования регионов России и сопредельных территорий: материалы III Международной научной конференции / под ред. А. И. Дмитриева. Н. Новгород: Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина, 2014. С. 320 – 325.
- Соколов В. Е., Ковальская Ю. М., Баскевич М. И. О видовой самостоятельности мышовки Штранда *S. strandi* Formosov (Rodentia, Dipodoidea) // Зоологический журнал. 1989. Т. 68, вып. 10. С. 95 – 106.
- Шенброт Г. И., Соколов В. Е., Гептнер В. Г., Ковальская Ю. М. Тушканчикиообразные. Млекопитающие России и сопредельных регионов. М.: Наука, 1995. 573 с.
- Шефтель Б. И. Методы учета численности мелких млекопитающих // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2018. Vol. 3, iss. 3. P. 1 – 21.
- Юдин Б. С., Галкина Л. И., Потапкина А. Ф. Млекопитающие Алтае-Саянской горной страны. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. 296 с.
- Baskevich M. I., Bogdanov A. S., Khlyap L. A., Malygin V. M., Oparin M. L., Sapelnikov S. F., Shefiel B. I. Phylogeny and differentiation of sibling-species *Sicista* of the group *Betulina* (Rodentia, Dipodoidea): Results of analysis of a fragment of the *IRBP* gene of nuclear DNA variability // Biology Bulletin. 2020. Vol. 47, iss. 5. P. 482 – 489. <https://doi.org/10.1134/S1062359018050047>
- Bogdanov A. S., Khlyap L. A., Kefelioğlu H., Selçuk A. Y., Stakheev V. V., Baskevich M. I. High molecular variability in three pine vole species of the subgenus *Terricola* (*Microtus*, Arvicolinae) and plausible source of polymorphism // Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research. 2021. Vol. 59, iss. 8. P. 2519 – 2538. <https://doi.org/10.1111/jzs.12539>
- Cserkés Z., Aczél-Fridrich Z., Hegyeli Z., Sugár S., Czabán D., Horváth O., Sramkó G. Rediscovery of the Hungarian birch mouse (*Sicista subtilis trizona*) in Transylvania (Romania) with molecular characterisation of its phylogenetic affinities // Mammalia. 2015. Vol. 79, iss. 2. P. 215 – 224.
- Cserkés Z., Rusin M., Shramko G. An integrative systematic revision of the European Southern birch mice (Rodentia, Sminthidae, *Sicista subtilis* group) // Mammal Review. 2016. Vol. 46, iss. 2. P. 114 – 130. <https://doi.org/10.1111/mam.12058>
- Formosov A. N. Notizen über Nager des Westlichen Kaukasus mit Beschreibungen zweier Formen // Folia Zoologica et Hydrobiologica. 1931. Bd. 3, № 1. S. 79 – 84.
- Lebedev V. S., Rusin M. Y., Zemlemerova E. D., Matrosova V. A., Bannikova A. A., Kovalskaya Yu. M., Tesakov A. S. Phylogeny and evolutionary history of birch mice *Sicista* Griffith, 1827 (Sminthidae, Rodentia): Implications from a multigene study // Journal Zoological Systematics and Evolutionary Research. 2019. Vol. 57, iss. 3. P. 695 – 709. <https://doi.org/10.1111/jzs.12279>
- Pisano J., Condamine F. I., Lebedev V., Bannikova A., Quere J.-P., Shenbrot G. I., Pages M., Michaux J. R. Out of Hymalaya: The impact of past Asian environmental changes on the evolutionary and biographical history of Dipodoidea (Rodentia) // Journal of Biogeography. 2015. Vol. 42, iss. 5. P. 856 – 870. <https://doi.org/10.1111/jbi.12476>
- Pucek Z. Family Zapodidae // Handbuch der Säugetiere Europas. Weisbaden: Academic Verlag, 1982. Bd. 2/1. S. 497 – 538.
- Rusin M., Lebedev V., Matrosova V., Zemlemerova E., Lopatina N., Bannikova A. Hidden diversity in the Caucasian mountains: An example of birch mice (Rodentia, Sminthidae, *Sicista*) //

Hystrix the Italian Journal of Mammalogy. 2018. Vol. 29, iss. 1. P. 61 – 66.
<https://doi.org/10.4404/hystrix-00050-2018>

Sambrook J., Fritsch E. F., Maniatis T. Molecular Cloning: A Laboratory Manual. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989. 398 p.

Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A., Kumar S. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0 // Molecular Biology and Evolution. 2013. Vol. 30, iss. 12. P. 2725 – 2729. <https://doi.org/10.1093/molbev/mst197>

**Strand's mouse *Sicista strandi* (Rodentia, Dipodoidea)
on the southwestern periphery of its range:
Genetic and environmental aspects**

M. I. Baskevich ^{1✉}, L. A. Khlyap ¹, A. S. Bogdanov ²

¹ A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences
33 Leninsky Pros., Moscow 119071, Russia

² Koltzov Institute of Developmental Biology, Russian Academy of Sciences
26 Vavilova St., Moscow 119334, Russia

Received: June 22, 2023 / revised: July 3, 2023 / accepted: July 14, 2023 / published: December 12, 2023

Abstract. The position of the *Sicista strandi* population from the southwestern periphery of its range (the mountainous Caucasus, the vicinity of the Ekiptsoko cordon, Zol'sky district of Kabardino-Balkaria, the adjacent territory with *terra typica* of the species) in the species structure was investigated on the basis of a comparative analysis of the nucleotide sequences of a fragment of the gene of nuclear DNA in this population and in representatives of the species from a number of localities from the Russian Plain for the first time. It was established that according to this molecular feature, the studied Caucasian population belongs to the southern grouping of the species, covering, in addition to the Caucasus, samples from the basins of the Lower (Rostov region) and Middle Don (Lugansk region) and presumably from the Lower Volga region, and differs from samples from the northern parts of the range in the Central Chernozem Zone (Kursk and Belgorod region). In the *S. strandi* population from the southwestern periphery of the range, a number of environmental and biological characteristics (biotopic confinement, population composition, abundance, diurnal, seasonal activity, reproduction, and nutrition) considered in a comparative aspect in connection with the genetic differentiation of the species were studied for the first time.

Keywords: *Sicista strandi*, population, molecular (IRBP), ecological and biological features, Korodon Ekiptsoko, Caucasus

Funding. This work was performed within the framework of the state assignment of the A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences (Project no. FFER-2021-0003) and Koltzov Institute of Developmental Biology, Russian Academy of Science (Project № 0088-2021-0019).

Ethics approval and consent to participate. All applicable international, national, and/or institutional guidelines for the care and use of animals were followed.

Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.

For citation: Baskevich M. I., Khlyap L. A., Bogdanov A. S. Strand's mouse *Sicista strandi* (Rodentia, Dipodoidea) on the southwestern periphery of its range: Genetic and environmental aspects. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2023, no. 4, pp. 385–403 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2023-4-385-403>

✉ *Corresponding author.* Laboratory of Mammalian Microevolution, A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Russia.

ORCID and e-mail addresses: Marina I. Baskevich: <https://orcid.org/0000-0003-0632-4949>, mbaskevich@mail.ru; Liudmila A. Khlyap: <https://orcid.org/0000-0001-7698-5887>, khlyap@mail.ru; Alexey S. Bogdanov: <https://orcid.org/0000-0002-2106-3989>, bogdalst@yahoo.com.

REFERENCES

- Ayrapetyants A. E. Toward the biology of the northern birch mouse in the Leningrad region. *Problems of Ecology and Biocenology*. Leningrad, Leningrad State University Publ., 1969, iss. 9, pp. 115–124 (in Russian).
- Baskevich M. I. Cariology and systematics of mice of the Caucasus and Pied Caucasus. *Materials of the V All-Union Meeting of the Teriological Society of the USSR Academy of Sciences*. Moscow, USSR Academy of Sciences, 1990, pp. 43 (in Russian).
- Baskevich M. I., Oparin M. L. On new finding of the birch mouse *Sicista strandi* (Rodentia, Dipodoidea) specifying the northeastern boundary of the species range. *Zoologicheskii zhurnal*, 2000, vol. 79, iss. 9, pp. 1133–1136 (in Russian).
- Baskevich M. I., Khlyap L. A. Chromosomal studies in the study of species diversity and peculiarities of biology of monochrome mousers (Rodentia, Dipodoidea, *Sicista*) of the Caucasus. *International Conference "Theriofauna of Russia and adjacent territories" (X Congress of Russian Teriological Society RAS)*. Moscow, KMK Scientific Press Ltd., 2011, pp. 44 (in Russian).
- Baskevich M. I., Okulova N. M., Oparin M. L., Vlasov A. A. Chromosomal and craniometric variability in *Sicista strandi* (Rodentia, Dipodoidea) from the Caucasus and Russian plain. In: V. V. Rozhnov, F. A. Tembotova, eds. *Mammals of Mountain Territories: Materials of the International Conference*. Moscow, KMK Scientific Press, 2005a, pp. 18–23 (in Russian).
- Baskevich M. I., Okulova N. M., Potapov S. G., Illarionova N. A., Krysanov E. Yu., Shchipanov N. A., Oparin M. L., Vlasov A. A. On the diagnostics and distribution of sibling species of *Sicista* (Rodentia, Dipodoidea) on the territory of Russian plain and Caucasus. *Proceedings of the Zoological Institute RAS*, 2005b, vol. 306, pp. 22–40 (in Russian).
- Baskevich M. I., Sapelnikov S. F., Potapov S. G., Vlasov A. A. On the twin species of the mouse (Rodentia, Dipodoidea, *Sicista*) in the Kursk region: Diagnosis, variability, peculiarities of biology. *Issledovaniya po Krasnoi knige Kurskoi oblasti* [Studies on the Red Data Book of the Kursk Region]. Kursk, Central Tsernozemy Nature Reserve, 2010, iss. 2, pp. 3–7 (in Russian).
- Baskevich M. I., Potapov S. G., Okulova N. M., Khlyap L. A., Oparin M. L., Shvarts E. A., Sapelnikov S. F., Malygin V. M., Cherepanova E. V., Stakheev V. V. Species structure in mice of the betulina group (Rodentia, Dipodoidea, *Sicista*) of the fauna of Eastern Europe in the light of chromosomal, molecular and craniometric data In: *The Structure of Mammalian Species. Materials of the Scientific Conference*. Moscow, KMK Scientific Press, 2015, pp. 15 (in Russian).
- Bystrakova N. V. *Taxonomic and genetic diversity of small mammals of the Middle Volga Region*. Thesis Diss. Cand. Sci. (Biol.). Moscow, 2000. 24 p. (in Russian).
- Dahl S. K., Chugunov Y. D. Forest mouser in Stavropol Krai (ecological and geographical sketch). *Proceedings of the Research Anti-Plague Institute of the Caucasus and Transcaucasia*, 1956, iss. 1, pp. 354–371 (in Russian).
- Dzuev R. I. Karyological studies of mice (*Sicista*) of the Central Caucasus. In: *Gryzuny. Tezisy dokladov VII Vsesoiuznogo soveshchaniia. Red. S. E. Ramenskii* [S. E. Ramensky, ed. Rodents. Theses of Reports of the VII All-Union Meeting]. Sverdlovsk, Ural Branch of the Academy of Sciences of the USSR, 1988, vol. 1, pp. 70–71 (in Russian).
- Ivanter E. V. To the population ecology of the birch mouse (*Sicista betulina* Pall.) at the northern limit of the range. Report I. Abundance, biotopic disposal, daily activity, nutrition. *Principy ekologii*, 2021, no. 1, pp. 18–29 (in Russian). <https://doi.org/10.15393/j1.art.2021.11642>
- Milkov F. N. *Prirodnye zony SSSR* [Natural Zones of the USSR]. Moscow, Mysl', 1977. 296 p. (in Russian).
- Naumov N. P. Study of mobility and number of small mammals with the help of trapping grooves. *Voprosy kraevoi, obshchei i eksperimental'noi parazitologii i meditsinskoi zoologii* [Issues of Regional, General and Experimental Parasitology and Medical Zoology]. Moscow, Medgiz, 1955, vol. 9, pp. 179–202 (in Russian).

Ognev S. I. *Zveri SSSR i prilozhashchikh stran. Gryzuny* [Mammals of USSR and Adjacent Countries: Rodents]. Moscow, Izdatel'stvo AN SSSR, 1948, vol. 6. 559 p. (in Russian).

Okulova N. M., Baskevich M. I. Craniometric studies of *Sicista strandi* (Rodentia, Dipodoidea). In: A. I. Dmitriev, ed. *Zoological Researches Regions of Russia and Environmental Terrains: Materials of III the International Scientific Conference*. Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after K. Minin Publ., 2014, pp. 320–325 (in Russian).

Sokolov V. E., Koavalskaya Yu. M., Baskevich M. I. On species status of northern birch mice *Sicista strandi* Formosov (Rodentia, Dipodoidea). *Zoologicheskii zhurnal*, 1989, vol. 68, iss. 10, pp. 95–106 (in Russian).

Shenbrot G. I., Sokolov V. E., Geptner V. G., Kovalskaya Yu. M. *Dipodoidae. Mammals of Russia Andadjacent Regions*. Moscow, Nauka, 1995. 573 p. (in Russian).

Sheftel B. I. Methods for estimating the abundance of small mammals. *Russian Journal of Ecosystem Ecology*, 2018, vol. 3, iss. 3, pp. 1–21 (in Russian).

Yudin B. S., Galkina L. I., Potapkina A. F. *Mlekopitaiushchie Altae-Saianskoi gornoi strany* [Mammals of the Altai-Sayan Mountainous Country]. Novosibirsk, Nauka, 1979. 296 p. (in Russian).

Baskevich M. I., Bogdanov A. S., Khlyap L. A., Malygin V. M., Oparin M. L., Sapelnikov S. F., Sheftel B. I. Phylogeny and differentiation of sibling-species *Sicista* of the group Betulina (Rodentia, Dipodoidea): Results of analysis of a fragment of the *IRBP* gene of nuclear DNA variability. *Biology Bulletin*, 2020, vol. 47, iss. 5, pp. 482–489. <https://doi.org/10.1134/S1062359018050047>

Bogdanov A. S., Khlyap L. A., Kefelioğlu H., Selçuk A. Y., Stakheev V. V., Baskevich M. I. High molecular variability in three pine vole species of the subgenus *Terricola* (*Microtus*, Arvicolinae) and plausible source of polymorphism. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 2021, vol. 59, iss. 8, pp. 2519–2538. <https://doi.org/10.1111/jzs.12539>

Cserkés Z., Aczél-Fridrich Z., Hegyeli Z., Sugár S., Czabán D., Horváth O., Sramkó G. Rediscovery of the Hungarian birch mouse (*Sicista subtilis trizona*) in Transylvania (Romania) with molecular characterisation of its phylogenetic affinities. *Mammalia*, 2015, vol. 79, iss. 2, pp. 215–224.

Cserkés Z., Rusin M., Shramko G. An integrative systematic revision of the European Southern birch mice (Rodentia, Sminthidae, *Sicista subtilis* group). *Mammal Review*, 2016, vol. 46, iss. 2, pp. 114–130. <https://doi.org/10.1111/mam.12058>

Formosov A. N. Notizen über Nager des Westlichen Kaukasus mit Beschreibungen zweier Formen. *Folia Zoologica et Hydrobiologica*, 1931, Bd. 3, no. 1, S. 79–84.

Lebedev V. S., Rusin M. Y., Zemlemerova E. D., Matrosova V. A., Bannikova A. A., Kovalskaya Yu. M., Tesakov A. S. Phylogeny and evolutionary history of birch mice *Sicista* Griffith, 1827 (Sminthidae, Rodentia): Implications from a multigene study. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 2019, vol. 57, iss. 3, pp. 695–709. <https://doi.org/10.1111/jzs.12279>

Pisano J., Condamine F. I., Lebedev V., Bannikova A., Quere J.-P., Shenbrot G. I., Pages M., Michaux J. R. Out of Himalaya: The impact of past Asian environmental changes on the evolutionary and biographical history of Dipodoidea (Rodentia). *Journal of Biogeography*, 2015, vol. 42, iss. 5, pp. 856–870. <https://doi.org/10.1111/jbi.12476>

Pucek Z. Family Zapodidae. In: *Handbuch der Säugetiere Europas*. Weisbaden, Academic Verlag, 1982, Bd. 2/1, S. 497–538.

Rusin M., Lebedev V., Matrosova V., Zemlemerova E., Lopatina N., Bannikova A. Hidden diversity in the Caucasian mountains: An example of birch mice (Rodentia, Sminthidae, *Sicista*). *Hystrix the Italian Journal of Mammalogy*, 2018, vol. 29, iss. 1, pp. 61–66. <https://doi.org/10.4404/hystrix-00050-2018>

Sambrook J., Fritsch E. F., Maniatis T. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. New York, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989. 398 p.

Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A., Kumar S. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, 2013, vol. 30, iss. 12, pp. 2725–2729. <https://doi.org/10.1093/molbev/mst197>