



<https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-2-334-345>
<https://zoobank.org/References/414B0215-15E2-4C69-B99D-7B0801027DA0>

УДК 576.316.:599.323.4

Полиморфизм по В-хромосомам у восточноазиатской мыши *Apodemus peninsulae* (Rodentia) долины реки Амазар в Забайкальском крае

Г. В. Рослик[✉], И. В. Картавцева, У. В. Горобейко

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

Сведения об авторах

Рослик Галина Владимировна
E-mail: roslik_g@mail.ru

SPIN-код: 5566-2973

Scopus Author ID: 6506476019

ResearcherID: L-3272-2016

ORCID: 0009-0007-8199-4906

Картавцева Ирина Васильевна

E-mail: Kartavtseva@biosoil.ru

SPIN-код: 8486-5612

Scopus Author ID: 6603816919

ResearcherID: M-2403-2016

ORCID: 0000-0003-2136-8253

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

Аннотация. Для широко распространенного на территории Дальнего Востока России вида *Apodemus peninsulae* характерен хромосомный полиморфизм вследствие присутствия в кариотипе различных по числу, размеру и морфологии добавочных (или В-) хромосом. В данной работе проведено кариотипирование животных из смешанного участка лиственничного и широколиственного леса долины р. Амазар. Кроме того, дан сравнительный анализ кариотипов вновь изученных, а также ранее исследованных мышей из горных лесных и лесостепных районов бассейнов рек Шилка и Онон Забайкальского края. Вариации чисел В-хромосом (1–9) имели сходства в большинстве выборок этого региона. У мышей долины р. Амазар выявлено до пяти вариантов морфотипов В-хромосом, а именно: макро- (средние метацентрические, мелкие субмета- и метацентрические), мини- и микро-В-хромосомы. Микро-В-хромосомы преобладали над всеми другими морфотипами как у изученных мышей, так и в большинстве выборок Забайкальского края. В популяциях *A. peninsulae* бассейнов рек Шилка и Онон найдено от двух до четырех вариантов морфотипов В-хромосом. По-видимому, в этих популяциях, по сравнению с долиной р. Амазар, происходит «обеднение» морфотипического разнообразия. Однако причины снижения разнообразия морфотипов, при относительном постоянстве вариаций чисел В-хромосом у животных Забайкальского края, до конца не ясны и требуют проведения дополнительных исследований.

Права: © Авторы (2024). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

Ключевые слова: В-хромосомы, модальное число, полиморфизм, *Apodemus peninsulae*, морфотипы, Забайкальский край

B chromosomes polymorphism in the Korean field mouse *Apodemus peninsulae* (Rodentia) of the Amazar river valley in the Zabaykalsky Krai

G. V. Roslik✉, I. V. Kartavtseva, U. V. Gorobeyko

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, 159 100-Letiya Vladivostoka Ave., 690022, Vladivostok, Russia

Authors

Galina V. Roslik

E-mail: roslik_g@mail.ru

SPIN: 5566-2973

Scopus Author ID: 6506476019

ResearcherID: L-3272-2016

ORCID: 0009-0007-8199-4906

Irina V. Kartavtseva

E-mail: Kartavtseva@biosoil.ru

SPIN: 8486-5612

Scopus Author ID: 6603816919

ResearcherID: M-2403-2016

ORCID: 0000-0003-2136-8253

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

Copyright: © The Authors (2024).

Published by Herzen State Pedagogical University of Russia. Open access under CC BY-NC License 4.0.

Abstract. Widespread in the Russian Far East, the *Apodemus peninsulae* species is characterized by chromosomal polymorphism. It develops due to additional (or B) chromosomes in their karyotype. Additional chromosomes have a different number, size and morphology. This paper reports the results of karyotyping of animals from an of mixed larch and broad-leaved forests in the valley of the Amazar river. It also provides a comparative analysis of the karyotypes of newly studied and previously studied mice from amountain forest and forest-steppe areas of the Shilka and Onon river basins of the Zabaykalsky Krai. Variations in B chromosome numbers (1–9) were similar in most samples from this region. In mice of the Amazar river valley up to five variants of B chromosome morphotypes have been identified, namely: macro (medium metacentric, small submeta- and metacentric), mini and micro B chromosomes (Bs). Micro B chromosomes prevailed among all other morphotypes, both in the mice studied in this work and in other samples from the Zabaykalsky Krai. In the *A. peninsulae* populations of the Shilka and Onon river basins, from two to four variants of B chromosome morphotypes were found. Apparently, these populations are marked by an ‘impoverishment’ of morphotypic diversity compared to the Amazar river valley. However, the reasons for the decrease in the diversity of morphotypes against a relative constancy of variations in the numbers of Bs in animals of the Zabaykalsky Krai are not completely clear and require additional research.

Keywords: B chromosomes, modal number, polymorphism, *Apodemus peninsulae*, morphotypes, Zabaykalsky Krai

Введение

Добавочные (B-) хромосомы широко известны как у растений, так и животных. Полиморфизм по B-хромосомам описан для 85 видов млекопитающих, преимущественно из отряда Rodentia (Vujošević et al. 2018).

Удобными объектами исследования B-хромосом являются широкоареальные виды. Один из них, восточноазиатская мышь *Apodemus peninsulae* Thomas, 1906, достигает высокой численности в смешанных лесах Дальнего Востока России, в том числе пойменных, островных, дубово-лиственничных, березово-осиновых, в травяных молодняках и кустарниковых зарослях. Встречается в лиственничных и остепненных сосняках, может доходить до верхней границы леса в горах, в гольцовый пояс не проникает (Громов, Ербаева 1995).

Изучение B-хромосом в кариотипах *A. peninsulae* на Дальнем Востоке нача-

лось более 50 лет назад (Kral 1971; Hayata 1973; Bekasova et al. 1980; и др.). Наши собственные многолетние исследования кариотипов *A. peninsulae* позволили описать полиморфизм и мозаицизм B-хромосом этого вида на обширной дальневосточной территории, от юга Приморского края на северо-запад, до Амурской области (долины р. Зея) и частично Забайкальского края (Kartavtseva, Roslik 2004; Рослик, Картавцева 2009; 2012; 2017; 2023; Рослик и др. 2016).

Для разных регионов Дальнего Востока России обнаружена географическая изменчивость по количеству вариантов (от 5 до 11) морфотипов, числу (от 0 до 7) B-хромосом, а также мозаицизму (не менее 50% особей-мозаиков в разных регионах) (Рослик и др. 2016; Рослик, Картавцева 2017; 2023).

Имеются данные, что во многих популяциях Западной, Центральной Сибири, Бурятии (юг о. Байкал), Северной Монголии, Республики Тыва, о. Хоккай-

до (Япония), Китая (провинции Шаньдун, Ганьсю) общее число В-хромосом выше, чем на Дальнем Востоке (Картавцева 2002; Kartavtseva, Roslik 2004; Borisov, Zhigarev 2018). За счет повышения числа микро- (мелких структур без распознаваемой морфологии), по сравнению с макро-В-хромосомами, у некоторых особей Центральной Сибири оно может достигать 30 (Borisov et al. 2010). Микро-В-хромосомы также недавно выявлены в долине р. Зeya Амурской области, где описаны две разнонаправленные тенденции географической изменчивости морфотипов В-хромосом (Рослик, Картавцева 2023). Первая обусловлена присутствием/отсутствием мини- и/или микро-, помимо макро-В-хромосом, у животных правого и левого берега р. Зeya в северо-восточной части Верхнезейской равнины, а также в северной части Амурско-Зейской равнины. Вторая — клинальная изменчивость характеризуется постепенным возрастанием в трех географических популяциях *A. peninsulae*, в направлении с севера на юг долины р. Зeya, ряда количественных характеристик В-хромосом.

В горных лесных и лесостепных районах западной и юго-восточной территории бассейнов рек Шилка и Онон Забайкальского края для небольшого числа локальных популяций приведены сведения о варибельности кариотипов восточноазиатской мыши (Картавцева и др. 1988; Рослик, Картавцева 2003; Рослик и др. 2005; Моролдоев, Борисов 2015).

Цель настоящей работы — выявление характера изменчивости кариотипов по числу и морфотипам В-хромосом *A. peninsulae* в ранее не изученной северо-восточной части Забайкальского края, где лиственные леса перемежаются с широколиственными.

Материал и методы

Материал исследования составили 5 особей (2♂ и 3♀) восточноазиатской мыши, отловленных в окрестностях пос. Амазар Могочинского района Забайкальского края (53°48' N 120°55' E) 7 августа 2012 г. Животные пойманы в узкой полосе нижнего яруса смешанного лиственного и широколиственного леса, под кустами шиповника (рис. 1а).

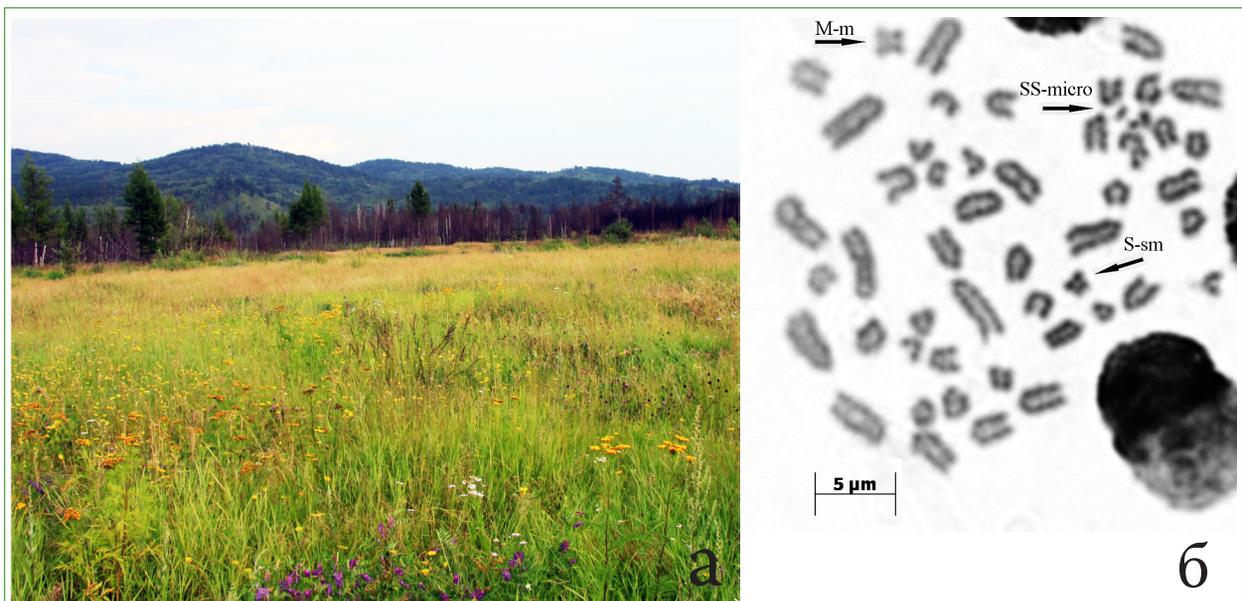


Рис. 1. Место отлова, граница леса и разнотравной поляны (а) и метафазная пластинка (б) *Apodemus peninsulae* (№ 3071♀) из окрестностей пос. Амазар (№ 1), $2n = 51$ (48A+ 3B: 2 макро: M-m + S-sm и 1 микро). Стрелками указаны В-хромосомы

Fig. 1. Collection site at the border of forest and herb meadow (a) and a metaphase plate (b) of *Apodemus peninsulae* (No. 3071♀) from the vicinity of the Amazar village (No. 1), $2n = 51$ (48A+ 3B: 2 macro: M-m + S-sm and 1 micro). Arrows indicate B chromosomes

Климат Могочинского района резко континентальный, по основным параметрам близок к северным районам Забайкалья.

Для сравнения использованы индивидуальные хромосомные характеристики 27 животных, изученных ранее в восьми точках отлова, преимущественно из лесных и лесостепных районов Забайкальского края (Рослик, Картавцева 2003; Рослик и др. 2005; Моролдоев, Борисов 2015), имеющих свои климатические особенности (Емельянович, Галятина 2019).

Суспензии хромосом получены из костного мозга в полевых условиях по стандартной методике с предварительным введением 0,04%-ного раствора колхицина (Ford, Hamerton 1956). Центрифугирование суспензий проводили с использованием ручной центрифуги российского производства. Дальнейшая обработка, приготовление и окрашивание хромосомных препаратов из коллекции суспензий лаборатории эволюционной зоологии и генетики ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН проведены в лабораторных условиях. Для анализа хромосомных чисел и морфологии хромосом препараты окрашены 2%-ным орсеином и 2%-ным раствором азур-эозина (по Романовскому). Для каждой особи просчитано от 31 и более метафазных пластинок.

Хромосомные препараты просмотрены под микроскопом Axioskop 40 (Carl Zeiss, Германия). Для регистрации и обработки микроизображений использованы CCD-камера AxioCam HR и программное обеспечение Axiovision (Carl Zeiss) ЦКП «Биотехнология и генетическая инженерия» ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН.

Для расчета индивидуальных числовых параметров В-хромосом (V_s): M_o — мода, или модальное число, M_e — медиана, \bar{x}_V — среднее число В-хромосом, Min и Max — минимальное и максимальное числа В-хромосом, SE — стандартная ошибка средних, D — дисперсия, σ — стандартное отклонение, — использованы стандартные пакеты статистических программ Statistica TIBCO, версия 13.3. Для каждой особи ин-

дивидуальное среднее число В-хромосом на клетку (индекс \bar{x}_V) вычислено как среднее от всех изученных метафаз. Для каждой локальной популяции среднее число В-хромосом на особь (индекс $\bar{x}_V M_o$) рассчитано как отношение суммы модальных индивидуальных чисел к числу изученных особей (Zima, Macholán 1995).

По размерам и морфологии нами ранее выделены шесть групп морфотипов В-хромосом: 1 — крупные (L) мета- (L-m), субмета- (L-sm), субтелоцентрические (L-st); 2 — средние (M) мета- (M-m), субмета- (M-sm), субтелоцентрические (M-st); 3 — мелкие (S) мета- (S-m), субметацентрические (S-sm); 4 — мелкие (S) субтело- (S-st) и акроцентрические (S-a); 5 — очень мелкие (SS) мини-В-хромосомы (SS-mini), в 2–3 раза мельче мелких аутосом и имеющие хотя бы одно видимое плечо; 6 — очень мелкие микро-В-хромосомы (SS-micro), точкообразные, без распознаваемой морфологии, в 5–6 и более раз мельче мелких хромосом основного набора (Рослик, Картавцева 2012).

Для каждой особи выявлены индивидуальные варианты групп морфотипов В-хромосом. Их число и частота для каждого локального места отлова рассчитаны на основе модальных значений В-хромосом особей с использованием пакета программы Microsoft Excel 10.

Результаты и обсуждение

Числовая изменчивость. Изученные животные из окрестностей пос. Амазар имели в кариотипе 48 акроцентрических хромосом основного набора (включая половые хромосомы) и от 1 до 9 В-хромосом (рис. 1б). Спектр вариаций модальных значений (и значений медианы) V_s имел меньшие пределы — от 3 до 6 (табл. 1).

Выборка мышей долины р. Амазар (№ 1) была схожа с большинством ранее исследованных популяций Забайкальского края по спектру вариаций чисел В-хромосом (табл. 2). Эти числа V_s изменялись от 1 (или 2–3) до 8 или 9, кроме трех локальных популяций: № 4 ($V = 0–5$), № 6 ($V = 0–7$) и № 5 ($V = 3–5$), где эти вариации были ниже.

Таблица 1

Числовые характеристики В-хромосом *A. peninsulae* из окрестностей пос. Амазар
 Table 1
 Numerical features of the *A. peninsulae* B chromosomes from the vicinity of Amazar village

Коллекционный номер Collection number	Пол Sex	№ метафаз N of metaphases	$\bar{x}B \pm SE$	Me	Mo	Min	Max	D	σ
3071	♀	33	2.88 ± 0.129	3	3	1	4	0.547	0.740
3076	♂	88	3.85 ± 0.085	4	4	2	6	0.633	0.796
3077	♂	44	3.59 ± 0.119	4	4	1	5	0.619	0.787
3078	♀	49	4.53 ± 0.180	5	4	1	7	1.588	1.260
3079	♀	31	6.23 ± 0.273	6	6	3	9	2.314	1.521

Индивидуальные средние числа В-хромосом у разных особей Забайкальского края варьировали от 2.88 до 6.23 (табл. 1). В среднем для пяти изученных животных из точки № 1 индекс $\bar{x}B$ составил 4.22 (или $\bar{x}B$ Mo = 4.20, рассчитанный как среднее число на особь по модальным значениям Bs). Близкие к четырем значения этого показателя имели также мыши из локальных популяций № 4, № 5 и чуть менее четырех — из № 6. У кариотипированных на данный момент других животных Забайкальского края вариации этого индекса выше — от 4.50 до 7.00 (табл. 2).

Морфотипическое разнообразие. Для каждой особи долины р. Амазар выявлены свои частоты пяти вариантов из четырех ранее описанных групп морфотипов В-хромосом (табл. 3). Так, средние метацентрические (M-m) В-хромосомы из группы 2 составили 9,52%, а мелкие метацентрические (S-m) и мелкие субметацентрические (S-sm) из группы 3 — 19,05 и 4,76% соответственно. Все вышеуказанные морфотипы можно отнести к группе макро-Bs. На долю очень мелких мини-В-хромосом (SS-mini) из группы 5 и микро-В-хромосом (SS-micro) из группы 6 пришлось 19,05 и 47,62% соответственно (табл. 3, диаграмма № 1 на рис. 2). У этих животных не обнаружено добавочных хромосом из групп морфотипов один и четыре.

В выборках восточноазиатской мыши в ранее исследованных точках Забайкаль-

ского края найдено от 2 до 4 вариантов морфотипов В-хромосом (рис. 2). Сочетания и частота этих вариантов, как правило, носят индивидуальный характер. В части выборок (№ 2, № 4, № 7) отдельные животные имели, так же, как и в долине р. Амазар, только два-три разных варианта. В выборках других точек были особи с одним-двумя (№ 3), двумя (№ 4, № 5) и одним-тремя вариантами морфотипов (№ 6). В локальной популяции № 8 у мышей было найдено максимально от 2 до 4 вариантов морфотипов В-хромосом. Всего в выборках *A. peninsulae* Забайкальского края выявлено до 6 вариантов из пяти групп морфотипов В-хромосом. Кроме 5 вариантов, описанных выше для животных долины р. Амазар, в выборке № 3 у одной особи была описана мелкая акроцентрическая В-хромосома из группы 4 (рис. 2). Крупные по размеру В-хромосомы первой группы морфотипов у животных Забайкальского края не обнаружены.

Следует отметить, что для кариотипов особей Забайкальского края из многих точек исследования характерны высокие частоты микро-В-хромосом — от 47,62 (№ 1) до 92,86% (№ 3). Меньшая доля (25%) микро-В-хромосом найдена только в выборке мышей из пос. Новокручининский (№ 4). Поскольку диаграммы построены на основе модальных значений чисел В-хромосом, то реальные числа микро-В-хромосом у животных были более высокие,

Таблица 2

Изменчивость индекса $\bar{x}B$ в выборках *A. peninsulae* Забайкальского края

Table 2

Variability of the $\bar{x}B$ index in samples of *A. peninsulae*, Zabaykalsky Krai

№ точки отлова № of collection site	Место отлова Collection area	Число особей Number of specimens	Спектр вариаций B_s (Min–Max) Spectrum of B_s variation (Min–Max)	$\bar{x}B$ Мо	Источник Source
1	Могочинский р-н, окрестности пос. Амазар	5	1–9	4.20	(Наши данные)
2	Сретенский р-н, окрестности с. Боты	4	2–8	6.50	(Рослик, Картавцева 2003)
3	Сретенский р-н, окрестности г. Сретенск	2	3–9	7.00	(Рослик, Картавцева 2003)
4	Читинский р-н, окрестности пос. Новокручининский	3	0–5	4.00	(Рослик, Картавцева 2003)
5	Дульдургинский р-н, окрестности национального парка «Алханай»	2	3–5	4.00	(Моролдоев, Борисов 2015)
6	Кыринский р-н, окрестности пос. Кыра	6	0–7	3.83	(Рослик и др. 2005)
7	Балейский р-н, окрестности с. Ундино-Поселье	4	3–8	5.50	(Рослик и др. 2005)
8	Борзинский р-н, окрестности с. Усть-Озерная	4	2–9	6.25	(Рослик и др. 2005)
9	Борзинский р-н, окрестности с. Цаган-Олуй	2	2–8	4.50	(Рослик и др. 2005)
1–9	Все точки	32	0–9	5.09	

Примечание: номера точки отлова соответствуют таковым на карте рис. 2.

Note: The numbers of collection sites correspond to those on the map in Fig. 2.

так как именно микро-В-хромосомы чаще всего теряются в процессе митотического деления и расхождения в дочерние клетки. На это также указывает расчет индекса $\bar{x}B$ по максимальному числу В-хромосом для мышей из локальной популяции окрестностей пос. Амазар, где $\bar{x}B$ Max = 6.20, по сравнению с $\bar{x}B$ Мо = 4.20 (табл. 3).

Второй и третий по превалированию морфотипы, характерные для *A. peninsulae* Забайкальского края, включали мелкие метацентрические и мини-В-хромосомы соответственно. В разных выборках доля S-m варьировала от 0 (№ 3) до 58,33% (№ 4), а SS-mini — от 0 (№ 2, № 3, № 4, № 5) до 19,05% (№ 1). Все осталь-

Таблица 3

Индивидуальные варианты групп морфотипов Bs и индекс $\bar{x}B$ у *A. peninsulae* из окрестностей пос. Амазар

Table 3

Individual variants of groups of Bs morphotypes and $\bar{x}B$ index in *A. peninsulae* from the vicinity of Amazar village

Коллекционный номер особи Collection number of specimen	Распределение Bs в группах морфотипов (в модальном клоне, Mo) Distribution of Bs in groups of morphotypes (in the modal clone, Mo)				
	2, M-m	3, S-m	3, S-sm	5, SS-mini	6, SS-micro
3071	1	0	1	0	1
3076	0	0	0	1	3
3077	1	1	0	0	2
3078	0	3	0	0	1
3079	0	0	0	3	3
n = 5	2	4	1	4	10
$\bar{x}B$ Mo \pm SE, общий $\bar{x}B$ Mo \pm SE, total	0.40 \pm 0.245	0.80 \pm 0.583	0.20 \pm 0.200	0.80 \pm 0.583	2.00 \pm 0.447
n = 5, $\bar{x}B$ Mo \pm SE = 4.20 \pm 0.490					
n = 5, $\bar{x}B$ Max \pm SE = 6.20 \pm 0.860					

ные типы В-хромосом встречены реже (рис. 2). Преимущественная встречаемость микро-В-хромосом и отсутствие крупных В-хромосом первой группы морфотипов, помимо кариотипов мышей Забайкальского края, характерны также для большинства популяций Бурятии и Монголии (Борисов, Малыгин 1991; Borisov, Vochkarev 2008).

По числу вариантов (5) морфотипов В-хромосом животные окрестностей пос. Амазар также имеют сходства с кариотипами мышей Амурской области (с особями левого, восточного берега р. Зeya), а также Еврейской автономной области. В то время как в популяциях мышей Хабаровского края, а также правого (западного) берега р. Зeya Амурской области число вариантов морфотипов возрастает до 6 и 7 соответственно, а в Приморском крае достигает 11 (Рослик и др. 2016 ; Рослик, Картавцева 2023). Вместе с тем обнаружены и различия с популяциями Амурской области по составу и частотам встречаемости превалирующих морфотипов Bs. Так, в выборке мышей долины р. Амазар морфотип с микро-В-хромосомами встречен в 3,5 раза чаще, а с мелкими ме-

тацентрическими Bs, наоборот, почти в 2,6 раза реже, чем в популяциях мышей с левого берега р. Зeya (Рослик, Картавцева 2023).

Как показало наше исследование, в Забайкальском крае лишь в одной локальной популяции *A. peninsulae* (№ 1) найдено максимально 5 вариантов морфотипов В-хромосом, в то время как в выборках всех других исследованных точек этого региона их число ниже — 4, 3 и 2. Из вышесказанного следует, что в данном регионе обнаружены локальные популяции, где происходит «обеднение» числа вариантов морфотипов В-хромосом, по сравнению с другими популяциями Дальнего Востока. При этом в выборках из большинства точек отлова числа В-хромосом варьируют в схожих пределах. Возможно, на животных из разных географических мест, с разными климатическими условиями обитания действуют сходные неблагоприятные факторы окружающей среды. Однако причины снижения морфотипического разнообразия и постоянства чисел В-хромосом у мышей в Забайкальском крае до конца не ясны и требуют дополнительных исследований.

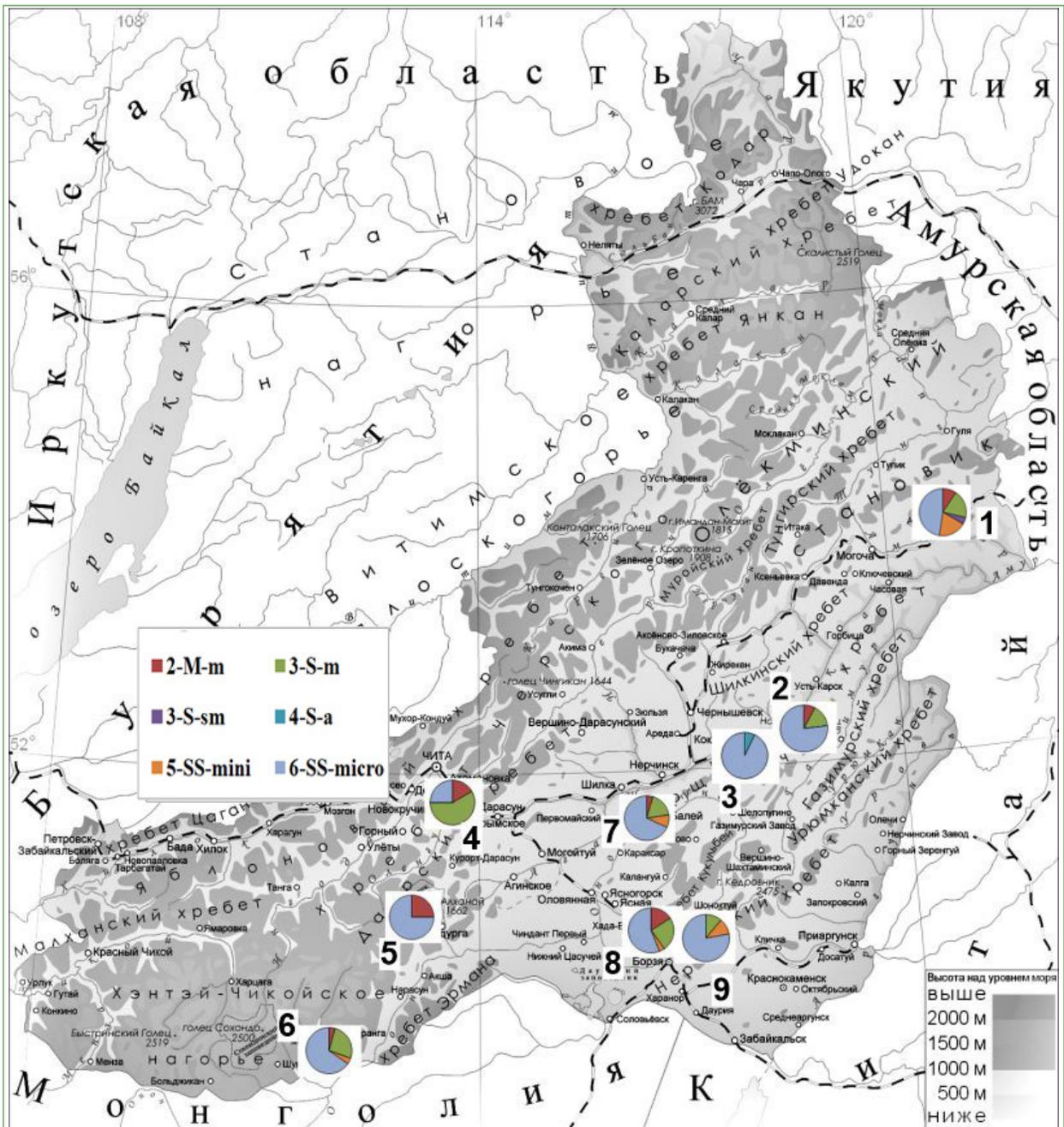


Рис. 2. Диаграммы разнообразия морфотипов В-хромосом *Apodemus peninsulae* в Забайкальском крае. Номера точек отлова мышей соответствуют табл. 2: № 1 — наши данные, № 2–4 (Рослик, Картавцева 2003), № 5 (Моролдоев, Борисов 2015), № 6–9 (Рослик и др. 2005). В легенде арабскими цифрами обозначены группы морфотипов, буквами и цветом — варианты морфотипов В-хромосом

Fig. 2. Diagrams of the diversity of *Apodemus peninsulae* B chromosome morphotypes in the Zabaykalsky Krai. The numbers of mice collection points correspond to Table 2: No. 1 — our data, No. 2–4 (Roslik, Kartavtseva 2003), No. 5 (Moroldoev, Borisov 2015), No. 6–9 (Roslik et al. 2005). In the legend, Arabic numerals indicate groups of morphotypes, and letters and colors indicate variants of B-chromosome morphotypes

Заключение

Изучение *A. peninsulae* долины реки Амазар, расположенной в северо-восточной части Забайкальского края, вы-

явило в кариотипах животных от 1 до 9 В-хромосом. По вариациям чисел В-хромосом отмечено наибольшее сходство исследованных животных с выборками мышей из ранее изученных точек

Забайкальского края. В-хромосомы имели различные размеры и морфологию и были отнесены к четырем группам морфотипов: к макро-В-хромосомам (средние метацентрические, группа 2; мелкие мета- и субметацентрические, группа 3), а также к мини-В-хромосомам (группа 5) и микро-В-хромосомам (группа 6). Кариотипы животных долины р. Амазар были более разнообразными по числу вариантов морфотипов В-хромосом, по сравнению с изученными ранее западными и юго-восточными выборками мышей из бассейнов рек Онон и Шилка Забайкальского края. По морфотипическому разнообразию мыши долины р. Амазар, с одной стороны, были ближе к животным левого берега р. Амур Амурской области, а с другой стороны, они отличались от последних по частотам преобладающих морфотипов. Так, например, у первых преобладали микро-В-хромосомы, а у вторых — мелкие метацентрические Vs. По-видимому, состав и частота встречаемости морфотипов В-хромосом являются наиболее важными характеристиками в дифференциации популяций мышей Забайкальского края, по сравнению с вариациями чисел Vs. Обнаружено снижение морфотипического разнообразия, но относительное постоянство вариаций чисел В-хромосом в выборках из других точек отлова этого региона, по сравнению с изученными здесь мышами. Возможно, на животных из разных мест обитания (как горных лесных и лесостепных, так и районов смешанных лиственнично-широколиственных лесов) действуют какие-то схожие неблагоприятные факторы окружающей среды. Для выяснения причин

вышеуказанных наблюдений необходимо расширить количество точек отлова и провести дополнительные исследования морфотипического разнообразия В-хромосом.

Благодарности

Авторы выражают благодарность сотруднику ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН И. Н. Шереметьевой за оказанную помощь в отлове *A. peninsulae* в долине р. Амазар и за ценные критические замечания при подготовке рукописи.

Acknowledgements

The authors are grateful to I. N. Shermetyeva, the staff of the Federal Scientific Center for Biodiversity, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, for her assistance in trapping *A. peninsulae* in the valley of the Amazar river and for valuable critical comments during the preparation of the manuscript.

Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012200182-1). Экспедиционные работы частично поддержаны Интеграционным проектом 12-II-СО-06-018.

Fundings

The research was carried out within the state assignment of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (theme No. 124012200182-1). The expedition work was partially supported by Integration Project 12-II-СО-06-018.

Литература

- Борисов, Ю. М., Малыгин, В. М. (1991) Клинальная изменчивость системы В-хромосом восточноазиатской мыши *Apodemus peninsulae* из Бурятии и Монголии. *Цитология*, т. 33, № 1, с. 106–111.
- Громов, И. М., Ербаева, М. А. (1995) *Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны*. СПб.: Изд-во Зоологического института РАН, 521 с.
- Емельянович, В. В., Галятина, Т. Н. (2019) Дорожно-климатическое районирование территории Забайкальского края. В кн.: А. В. Шапиева (ред.). *Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов. Сборник статей XIX Международной научно-практической конференции в 3 ч. Ч. 3*. Чита: Изд-во Забайкальского государственного университета, с. 99–107.

- Картавцева, И. В. (2002) *Кариосистематика лесных и полевых мышей (Rodentia, Muridae)*. Владивосток: Дальнаука, 142 с.
- Картавцева, И. В., Павленко, М. В., Слепова, Г. В. (1988) Новые данные о добавочных хромосомах восточноазиатских мышей (*Apodemus peninsulae*) Забайкалья и Дальнего Востока. В кн.: С. Е. Раменский (ред.). *Грызуны. Тезисы докладов VII Всесоюзного совещания. Т. 1*. Свердловск: УрО АН СССР, с. 72–73.
- Моролдоев, И. В., Борисов, Ю. М. (2015) Особенности кариотипа восточноазиатской (корейской) мыши (*Apodemus peninsulae*) национального парка «Алханай» (Восточное Забайкалье). *Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география*, вып. 4 (1), с. 105–108.
- Рослик, Г. В., Картавцева, И. В. (2003) Исследование добавочных хромосом восточноазиатской мыши *Apodemus peninsulae* Thomas, 1906 (Rodentia) из Сибири, Алтая, Тывы и Забайкалья. В кн.: Ц. Жанчив (ред.). *Грызуны Монголии и прилегающих территорий (Эрдэм Шинжилгээний Бүтээл). Труды Института Биологии, № 24*. Улаанбаатар: Шинжлэх ухааны академи биологийн хурээлэн, с. 133–139.
- Рослик, Г. В., Картавцева, И. В. (2009) Полиморфизм и мозаицизм по числу В-хромосом у восточноазиатской мыши *Apodemus peninsulae* (Rodentia) Дальнего Востока России. *Цитология*, т. 51, № 11, с. 929–939.
- Рослик, Г. В., Картавцева, И. В. (2012) Морфотипы В-хромосом *Apodemus peninsulae* (Rodentia) Дальнего Востока России. *Цитология*, т. 54, № 1, с. 66–77.
- Рослик, Г. В., Картавцева, И. В. (2017) Изменчивость редких морфотипов В-хромосом *Apodemus peninsulae* Центрального Приморья. *Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология»*, т. 22, с. 96–102.
- Рослик, Г. В., Картавцева, И. В. (2023) Изменчивость морфотипов добавочных хромосом и появление микро В-хромосом в кариотипе *Apodemus peninsulae* (Rodentia) на Дальнем Востоке России. *Генетика*, т. 59, № 7, с. 789–803. <https://doi.org/10.31857/S0016675823070093>
- Рослик, Г. В., Картавцева, И. В., Павленко, М. В., Кораблев, В. П. (2005) Частота встречаемости В-хромосом у восточноазиатской мыши *Apodemus peninsulae* (Rodentia) Читинской области. В кн.: *Экосистемы Монголии и приграничных территорий соседних стран: природные ресурсы, биоразнообразие и экологические перспективы. Материалы международной конференции*. Улаанбаатар: Бемби Сан, с. 307–309.
- Рослик, Г. В., Картавцева, И. В., Фрисман, А. В., Горобейко, У. В. (2016) Сравнительное исследование морфотипов В-хромосом восточноазиатской мыши (*Apodemus peninsulae*) Приамурья. *Региональные проблемы*, т. 19, № 3, с. 113–122.
- Bekasova, T. S., Vorontsov, N. N., Korobitsyna, K. V., Koroblev, V. P. (1980) B-chromosomes and comparative karyology of the mice of the genus *Apodemus*. *Genetica*, vol. 52-53, pp. 33–43.
- Borisov, Yu. M., Afanas'ev, A. G., Lebedev, T. T., Bochkarev, M. N. (2010) Multiplicity of B microchromosomes in a Siberian population of mice *Apodemus peninsulae* ($2n = 48 + 4 - 30$ B-chromosomes). *Russian Journal of Genetics*, vol. 46, no. 6, pp. 705–711. <https://doi.org/10.1134/S1022795410060116>
- Borisov, Yu. M., Bochkarev, M. N. (2008) Diversity and individuality of variants of the system of B chromosome in mice *Apodemus peninsulae*. *Russian Journal of Genetics*, vol. 44, no. 9, pp. 1438–1445. <https://doi.org/10.1134/S1022795408120089>
- Borisov, Yu. M., Zhigarev, I. A. (2018) B Chromosome system in the Korean field mouse *Apodemus peninsulae* Thomas 1907 (Rodentia, Muridae). *Genes*, vol. 9, no. 10, article 472. <https://doi.org/10.3390/genes9100472>
- Ford, C. E., Hamerton, J. L. (1956) A colchicine, hypotonic citrate, squash sequence for mammalian chromosomes. *Stain Technology*, vol. 31, no. 6, pp. 247–251. <https://doi.org/10.3109/10520295609113814>
- Hayata, J. (1973) Chromosomal polymorphism caused by supernumerary chromosomes in field mouse, *Apodemus giliacus*. *Chromosoma*, vol. 42, no. 4, pp. 403–414.
- Kartavtseva, I. V., Roslik, G. V. (2004) A complex B chromosome system in the Korean field mouse, *Apodemus peninsulae*. *Cytogenetic Genome Research*, vol. 106, no. 2-4, pp. 271–278. <https://doi.org/10.1159/000079298>
- Kral, B. (1971) Chromosome characteristics of certain murine rodents (Muridae) of the Asiatic part of the USSR. *Zoologické Listy*, vol. 20, no. 4, pp. 331–347.
- Vujošević, M., Rajčić, M., Blagojević, J. (2018) B chromosomes in populations of mammals revisited. *Genes*, vol. 9, no. 10, article 487. <https://doi.org/10.3390/genes9100487>
- Zima, J., Macholán, M. (1995) B chromosomes in the wood mice (genus *Apodemus*). *Acta Theriologica*, vol. 3, pp. 75–86.

References

- Bekasova, T. S., Vorontsov, N. N., Korobitsyna, K. V., Korablev, V. P. (1980) B-chromosomes and comparative karyology of the mice of the genus *Apodemus*. *Genetica*, vol. 52-53, pp. 33–43. (In English)
- Borisov, Yu. M., Afanas'ev, A. G., Lebedev, T. T., Bochkarev, M. N. (2010) Multiplicity of B microchromosomes in a Siberian population of mice *Apodemus peninsulae* ($2n = 48 + 4 - 30$ B-chromosomes). *Russian Journal of Genetics*, vol. 46, no. 6, pp. 705–711. <https://doi.org/10.1134/S1022795410060116> (In English)
- Borisov, Yu. M., Bochkarev, M. N. (2008) Diversity and individuality of variants of the system of B chromosome in mice *Apodemus peninsulae*. *Russian Journal of Genetics*, vol. 44, no. 9, pp. 1438–1445. <https://doi.org/10.1134/S1022795408120089> (In English)
- Borisov, Yu. M., Malygin, V. M. (1991) Klinal'naya izmenchivost' sistemy B-khromosom vostochnoaziatskoj myshi *Apodemus peninsulae* iz Buryatii i Mongolii [The clinal variability of the B-chromosome system in the East Asian mouse *Apodemus peninsulae* from Buryatia and Mongolia]. *Tsitologiya — Cell and Tissue Biology*, vol. 33, no. 1, pp. 106–111. (In Russian)
- Borisov, Yu. M., Zhigarev, I. A. (2018) B Chromosome system in the Korean field mouse *Apodemus peninsulae* Thomas 1907 (Rodentia, Muridae). *Genes*, vol. 9, no. 10, article 472. <https://doi.org/10.3390/genes9100472> (In English)
- Emel'yanovich, V. V., Galyatina, T. N. (2019) Dorozhno-klimaticheskoe rajonirovanie territorii Zabajkal'skogo kraja [Road-climatic zoning of the territory of the Trans-Baikal Region]. In: A. V. Shapieva (ed.). *Kulaginskie chteniya: tekhnika i tekhnologii proizvodstvennykh protsessov. Sbornik statej XIX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii v 3 ch. Ch. 3. [Kulagin readings: Technique and technology of production processes. XIX International scientific and practical conference. Collection of articles in 3 parts. P. 3]*. Chita: Transbaikal State University Publ., pp. 99–107. (In Russian)
- Ford, C. E., Hamerton, J. L. (1956) A colchicine, hypotonic citrate, squash sequence for mammalian chromosomes. *Stain Technology*, vol. 31, no. 6, pp. 247–251. <https://doi.org/10.3109/10520295609113814> (In English)
- Gromov, I. M., Erbaeva, M. A. (1995) *Mlekopitayushchie fauny Rossii i sopredel'nykh territorij. Zajtseobraznye i gryzuny [Mammals of fauna of Russia and adjacent territories. Lagomorphs and rodents]*. Saint Petersburg: Zoological Institute of RAS Publ., 521 p. (In Russian)
- Hayata, J. (1973) Chromosomal polymorphism caused by supernumerary chromosomes in field mouse, *Apodemus giliacus*. *Chromosoma*, vol. 42, no. 4, pp. 403–414. (In English)
- Kartavtseva, I. V. (2002) *Kariosistematika lesnykh i polevykh myshej (Rodentia, Muridae) [Karyosystematics of wood and field mice (Rodentia, Muridae)]*. Vladivostok: Dal'nauka Publ., 142 p. (In Russian)
- Kartavtseva, I. V., Pavlenko, M. V., Slepova, G. V. (1988) Novye dannye o dobavochnykh khromosomakh vostochnoaziatskikh myshej (*Apodemus peninsulae*) Zabajkal'ya i Dal'nego Vostoka [New data on additional chromosomes of Korean field mice (*Apodemus peninsulae*) of Transbaikalia and the Far East]. In: S. E. Ramenskij (ed.). *Gryzuny. Tezisy dokladov VII Vsesoyuznogo soveshchaniya. T. 1 [Rodents. Abstracts of reports of the VII All-Union conference. Vol. 1]*. Sverdlovsk: Ural Branch of the USSR Academy of Sciences Publ., pp. 72–73. (In Russian)
- Kartavtseva, I. V., Roslik, G. V. (2004) A complex B chromosome system in the Korean field mouse, *Apodemus peninsulae*. *Cytogenetic Genome Research*, vol. 106, no. 2-4, pp. 271–278. <https://doi.org/10.1159/000079298> (In English)
- Kral, B. (1971) Chromosome characteristics of certain murine rodents (Muridae) of the Asiatic part of the USSR. *Zoologické Listy*, vol. 20, no. 4, pp. 331–347. (In English)
- Moroldoev, I. V., Borisov, Yu. M. (2015) Osobennosti kariotipa vostochnoaziatskoj (korejskoj) myshi (*Apodemus peninsulae*) natsional'nogo parka "Alkhanaj" (Vostochnoe Zabajkal'e) [Features Korean mouse (*Apodemus peninsulae*) karyotype in Alkhanay National Park (Eastern Transbaikalia)]. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya, geografiya — Buryat State University bulletin. Biology, geography*, iss. 4 (1), pp. 105–108. (In Russian)
- Roslik, G. V., Kartavtseva, I. V. (2003) Issledovanie dobavochnykh khromosom vostochnoaziatskoj myshi *Apodemus peninsulae* Thomas, 1906 (Rodentia) iz Sibiri, Altaya, Tyvy i Zabajkal'ya [Study of additional chromosomes of the Korean field mouse *Apodemus peninsulae* Thomas, 1906 (Rodentia) from Siberia, Altai, Tyva and Transbaikalia]. In: Ts. Zhanchiv (ed.). *Gryzuny Mongolii i prilozhashchikh territorij (Erdem Shinzhilgeeniy Buteel). Trudy Instituta Biologii. No. 24 [Rodents of Mongolia and adjacent territories. Proceeding of the Institute of Biology. No. 24]*. Ulaanbaatar: Shinjlekh ukhaany akademyi biologii khureelen, pp. 133–139. (In Russian)

- Roslik, G. V., Kartavtseva, I. V. (2010) Polymorphism and mosaicism of B chromosome number in Korean field mouse *Apodemus peninsulae* (Rodentia) in the Russian Far East. *Cell and Tissue Biology*, vol. 4, no. 1, pp. 77–89. <https://doi.org/10.1134/S1990519X10010086> (In English)
- Roslik, G. V., Kartavtseva, I. V. (2012) Morfotipy B-khromosom *Apodemus peninsulae* (Rodentia) Da'nego Vostoka Rossii [B chromosome morphotypes of *Apodemus peninsulae* (Rodentia) from the Russian Far East]. *Tsitologiya — Cell and Tissue Biology*, vol. 54, no. 1, pp. 66–77. (In Russian)
- Roslik, G. V., Kartavtseva, I. V. (2017) Izmenchivost' redkikh morfotipov B-khromosom *Apodemus peninsulae* Tsentral'nogo Primor'ya [Variability of the rare B chromosome morphotypes in *Apodemus peninsulae* from Central Primorye]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Biologiya. Ekologiya" — The Bulletin of Irkutsk State University. Series "Biology. Ecology"*, vol. 22, pp. 96–102. (In Russian)
- Roslik, G. V., Kartavtseva, I. V. (2023) Izmenchivost' morfotipov dobavochnykh khromosom i poyavlenie mikro-V-khromosom v kariotipe *Apodemus peninsulae* (Rodentia) na Dal'nem Vostoke Rossii [Variability of supernumerary chromosome morphotypes and the emergence of micro B chromosomes in the karyotype of *Apodemus peninsulae* (Rodentia) in the Russian Far East]. *Genetica — Russian Journal of Genetics*, vol. 59, no. 7, pp. 685–697. (In English)
- Roslik, G. V., Kartavtseva, I. V., Frisman, L. V., Gorobeyko, U. V. (2016) Sravnitel'noe issledovanie morfotipov B-khromosom vostochnoaziatskoj myshi (*Apodemus peninsulae*) Priamur'ya [Comparative study of B chromosome morphotypes of the Korean field mouse (*Apodemus peninsulae*) from Priamurie]. *Regional'nye problemy — Regional Problems*, vol. 19, no. 3, pp. 113–122. (In Russian)
- Roslik, G. V., Kartavtseva, I. V., Pavlenko, M. V., Korablev, V. P. (2005) Chastota vstrechaemosti B-khromosom u vostochnoaziatskoj myshi *Apodemus peninsulae* (Rodentia) Chitinskoj oblasti [B chromosomes frequency of the Korean field mouse *Apodemus peninsulae* (Rodentia) from Chita region]. In: *Ekosistemy Mongolii i prigranichnykh territorij sosejdnykh stran: prirodnye resursy, bioraznoobrazie i ekologicheskie perspektivy. Materialy mezhdunarodnoj konferentsii [Ecosystems of Mongolia and frontier areas of adjacent countries: Natural resources, biodiversity and ecological prospects. Proceedings of International conference]*. Ulaanbaatar: Bembi San Press, pp. 307–309. (In Russian)
- Vujošević, M., Rajičić, M., Blagojević, J. (2018) B chromosomes in populations of mammals revisited. *Genes*, vol. 9, no. 10, article 487. <https://doi.org/10.3390/genes9100487> (In English)
- Zima, J., Macholán, M. (1995) B chromosomes in the wood mice (genus *Apodemus*). *Acta Theriologica*, vol. 3, pp. 75–86. (In English)

Для цитирования: Рослик, Г. В., Картавцева, И. В., Горобейко, У. В. (2024) Полиморфизм по В-хромосомам у восточноазиатской мыши *Apodemus peninsulae* (Rodentia) долины реки Амазар в Забайкальском крае. *Амурский зоологический журнал*, т. XVI, № 2, с. 334–345. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-2-334-345>

Получена 30 января 2024; прошла рецензирование 17 марта 2024; принята 11 апреля 2024.

For citation: Roslik, G. V., Kartavtseva, I. V., Gorobeyko, U. V. (2024) B chromosomes polymorphism in the Korean field mouse *Apodemus peninsulae* (Rodentia) of the Amazar river valley in the Zabaykalsky Krai. *Amurian Zoological Journal*, vol. XVI, no. 2, pp. 334–345. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2024-16-2-334-345>

Received 30 January 2024; reviewed 17 March 2024; accepted 11 April 2024.