

## СТАБИЛЬНОСТЬ ПОПУЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В-ХРОМОСОМ КОРЕЙСКОЙ МЫШИ *Apodemus peninsulae* (Mammalia, Rodentia) В ЮЖНОМ ПРИБАЙКАЛЬЕ: 35 ЛЕТ НАБЛЮДЕНИЙ

© 2022 г. И. А. Жигарев<sup>1</sup>, \*, И. А. Кришчук<sup>2</sup>, \*\*, З. З. Борисова<sup>3</sup>, Ю. М. Борисов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Московский педагогический государственный университет, Москва, 119991 Россия

<sup>2</sup>Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам, Минск, 220072 Беларусь

<sup>3</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, Москва, 119071 Россия

\*e-mail: i.zhigarev@gmail.com

\*\*e-mail: ikryshchuk@yandex.ru

Поступила в редакцию 02.11.2021 г.

После доработки 26.12.2021 г.

Принята к публикации 30.12.2021 г.

В течение 35 лет, с 1984 по 2019 гг., в Южном Прибайкалье в пяти районах проведены наблюдения за изменениями системы добавочных хромосом восточноазиатских (корейских) мышей (*Apodemus peninsulae*). Количество и структура морфотипов дополнительных хромосом статистически оставались постоянными. Анализ систем В-хромосом демонстрирует стабильность и низкую вариабельность статистических показателей за 35-летний отрезок времени, а также отсутствие статистических различий между выборками разных лет.

**Ключевые слова:** восточноазиатская (корейская) мышь, *Apodemus peninsulae*, добавочные или В-хромосомы, вариабельность кариотипа.

**DOI:** 10.31857/S0016675822050125

Многие исследования в области генетики выявили и продолжают выявлять стабильность видовых кариотипов большинства видов животных и растений. Параллельно этим наблюдениям было обнаружено, что микроэволюционные процессы в популяциях некоторых видов формируют определенные и не всегда стабильные полиморфные видовые кариотипы [1]. Наиболее загадочным явлением считается полиморфизм по так называемым дополнительным хромосомам, или В-хромосомам (Bs), присутствующим, помимо основного набора хромосом, в кариотипе многих видов. Например, подобный полиморфизм выявлен у 85 из 4380 кариологически изученных видов млекопитающих (1.9%), среди них чаще В-хромосомы встречаются у видов отряда грызуны (Rodentia) [2]. Еще в 1974 г. В.Н. Орловым [1] была опубликована сводка по полиморфизму В-хромосом для восьми видов млекопитающих. Позже М. Вуйшоевич с соавт. [2] обобщили данные о В-хромосомах уже для 85 видов млекопитающих. Дополнительные сведения о млекопитающих с В-хромосомами приведены в работах [3, 4 и др.]. Современные исследования указывают на то, что добавочные хромосомы функционально активны, по крайней мере многие из них содержат гены, кодирующие белки [2, 5–9]. Следовательно представления о

том, что В-хромосомы инертны можно считать устаревшими. Однако понимание роли добавочных хромосом в жизнедеятельности клеток и тем более в формировании адаптивных, в том числе микроэволюционных, процессов еще далеко от определенности. Добавочные хромосомы могут быть не у всех особей тех видов, которых относят к видам с В-хромосомами. На этом фоне известны виды, у которых практически все особи имеют В-хромосомы, в частности это восточноазиатские (корейские) мыши (*Apodemus peninsulae*, Thomas, 1906) [3, 4, 10–13].

У восточноазиатских мышей выявлен значительный полиморфизм по числу и морфотипам В-хромосом в пределах всего обширного видового ареала [4, 10, 11, 13, 14]. В кариотипе клеток этих грызунов всегда присутствует основной А-набор хромосом, состоящий из 48 акроцентрических хромосом. Дополнительные В-хромосомы обнаружены в клетках практически всех мышей, исследованных континентальных и островных популяций (на данный момент известны лишь популяции о. Сахалин и о. Стенина, представители которой не имеют Bs) [13]. Их количество может быть разным и доходить до 30, таким образом у этого вида встречаются особи, имеющие в клет-

ках от 48 до 78 хромосом, при этом морфотипы В-хромосом также могут существенно отличаться [4, 13–15]. По размеру и морфологии В-хромосомы группируются в пять классов: крупные метацентрические, средние метацентрические, мелкие метацентрические, мелкие акроцентрические и точечные, или микро-В-хромосомы. Почти у каждой особи из сибирских популяций восточноазиатских мышей эти классы В-хромосом образуют индивидуальные комбинации, различающиеся по их числу и соотношению морфотипов. На сегодняшний день не ясны механизмы наследования добавочных хромосом. Учитывая тот факт, что большинство комбинаций морфотипов представлены уникальными наборами ( $64.7 \pm 1.3\%$ ), по крайней мере в выборке исследованных животных (598 особей), можно предположить случайный характер наследования В-хромосом. Однако нужно отметить и другое: в пределах всего ареала восточноазиатской мыши более 35% вариантов – это повторяющиеся комбинации, и они чаще всего приходятся на комбинации относительно некрупных хромосом. Кроме этого установлено, что в популяциях доля животных с большим количеством В-хромосом постепенно уменьшается, пропорционально этому количеству. Одна из гипотез объясняющая этот феномен связана с усложнением процесса наследования большого количества крупных добавочных хромосом в клетках [4].

Можно предположить, что существенная изменчивость добавочных хромосом с их нерегулярным наследованием, предположительным отсутствием гомологичности и аккумуляцией в мейотических клетках [16, 17], вероятно приводят к изменчивости и стохастичности их числа и морфотипов в популяции мышей в различные годы. Для проверки этой гипотезы необходимы ряды многолетних наблюдений. На сегодняшний день в научной литературе не так много публикаций, оценивающих не только анализ временных рядов, но и простую регистрацию динамики систем В-хромосом в конкретных популяциях. Существует лишь незначительное количество подобных исследований [11, 13, 17–21]. Эти работы демонстрируют разноплановость тенденций: как изменчивость, так и постоянство систем В-хромосом в конкретных популяциях. Это в свою очередь требует дополнительных материалов и, желательно, полученных за значительные промежутки времени.

Цель настоящего исследования – определить степень изменчивости популяционной структуры вариантов системы добавочных хромосом восточноазиатских (корейских) мышей (*Apodemus peninsulae*) в Южном Прибайкалье за 35-летний период наблюдений (1984–2019 гг.).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Отловы восточноазиатских мышей в Южном Прибайкалье осуществляли в разные годы. С 1984 по 2019 гг. – в пяти районах: пункт № 1 – окрестности г. Байкальск, Иркутской обл. (N  $51^{\circ}30'33.7''$  E  $104^{\circ}09'40.4''$ ); пункт № 2 – окрестности пос. Выдрино, Кабанский р-н, Республика Бурятия (N  $51^{\circ}26'6.7''$  E  $104^{\circ}38'13.0''$ ); пункт № 3 – окрестности пос. Танхой, Кабанский р-н, Республика Бурятия (N  $51^{\circ}29'18.5''$  E  $104^{\circ}50'57.0''$ ); пункт № 4 – окрестности г. Бабушкин, Кабанский р-н, Республика Бурятия (N  $51^{\circ}38'35.3''$  E  $105^{\circ}31'20.4''$ ); пункт № 5 – окрестности пос. Иволгинск, Республика Бурятия (N  $51^{\circ}44'45.3''$  E  $107^{\circ}16'31.9''$ ) (рис. 1).

В пределах 35-летнего периода мы выделили три временных отрезка: 1984–1989 гг. (материалы пунктов № 1, 4, 5), 2002–2003 гг. (№ 2, 3) и 2019 г. (№ 1, 2, 3, 4).

Расстояния между пунктами отловов составляют 20–70 км, между крайними точками – 200 км. Они располагаются на территории, где отсутствуют природные или техногенные преграды для перемещения мышей, что позволяет считать этот район географически единым.

Исследования характеристик популяционных систем добавочных хромосом в этой сейсмически активной зоне Южного Прибайкалья и в зоне аэропромвыбросов целлюлозно-бумажного комбината г. Байкальска (функционировал до 2013 г.), проведенные на начальном этапе, в 1984–2003 гг., отражены в наших предыдущих работах, там же приведены кариотипы мышей [22–24].

В 2019 г. дополнительно изучены кариотипы 42 особей *Apodemus peninsulae*, отловленных в окрестностях г. Байкальск, пос. Выдрино, пос. Танхой, и пос. Бабушкин (табл. 1).

Хромосомные препараты готовили прямым методом из клеток костного мозга с предварительным введением внутривенно 0.5 мл 0.04% раствора колхицина [1]. Для характеристики кариотипа каждого животного мы использовали анализ не менее чем 20 метафазных пластинок.

В настоящей работе нами использована система классификации В-хромосом (Bs) и формула их цифрового кодирования по Ю.М. Борисову [22, 23]. В табл. 1 отображены формулы кодирования добавочных хромосом мышей, отловленных в 2019 г. в районе исследования. В формуле первая цифра обозначает количество крупных двуплечих хромосом, равных по размерам 1–8 парам А-хромосом (I класс). Вторая цифра обозначает количество хромосом II класса (двуплечих, средних размеров, равных 17–23 парам А-хромосом); третья – количество хромосом III класса (также метацентрических, мелких, равных по размерам 17–



**Рис. 1.** Пункты отлова *Apodemus peninsulae* в Южном Прибайкалье. 1 – окрестности г. Байкальск, Иркутской обл.; 2 – окрестности пос. Выдрино, Кабанский р-н, Республика Бурятия; 3 – окрестности пос. Танхой, Кабанский р-н, Республика Бурятия; 4 – окрестности г. Бабушкин, Кабанский р-н, Республика Бурятия; 5 – окрестности поселка Иволгинск, Республика Бурятия.



**Рис. 2.** Метафазные пластинки *Apodemus peninsulae*. а – Байкальск (№ 13, табл. 1), б – Выдрино (№ 27, табл. 1), в – Бабушкин (№ 34, табл. 1).

23 парам А-хромосом); четвертая – количество хромосом IV класса (acrocentric, small, equal 17–23 pairs of A-chromosomes); пятая цифра – количество микро-В-хромосом V класса. Последние настолько мелкие, что определить положение

центромеры не представляется возможным. На рис. 2 показаны метафазные пластинки *Apodemus peninsulae* из трех пунктов отлова: Байкальск (№ 13, табл. 1); Выдрино (№ 27, табл. 1); Бабушкин (№ 34, табл. 1).

**Таблица 1.** Формулы изменчивости вариантов системы В-хромосом (Bs) восточноазиатских (корейских) мышей Южного Прибайкалья (2019 г.)

№ п/п	Пол	Количество хромосом		Формула вариантов Bs	Пункт отлова
		(2n = 48) + Bs	Bs		
1	♀	53	5	0.1.0.0.04	Окр. г. Байкальска
2	♀	56	8	0.1.1.0.06	То же
3	♂	55	7	0.1.2.0.04	»
4	♂	53	5	0.2.0.0.03	»
5	♂	55	7	0.1.1.0.05	»
6	♀	56	8	0.1.0.0.07	»
7	♀	59	11	0.1.1.0.09	»
8	♀	59	11	0.1.0.0.10	»
9	♂	60	12	0.1.0.0.11	»
10	♀	60	12	0.0.0.0.12	»
11	♀	60	12	0.2.1.0.09	»
12	♀	61	13	0.1.1.0.11	»
13	♀	55	7	0.1.1.0.05	»
14	♂	57	9	0.0.2.0.07	»
15	♂	58	10	0.1.1.0.08	»
16	♀	58	10	0.1.0.0.09	»
17	♂	58	10	0.2.0.0.08	»
18	♀	59	11	0.0.3.0.08	»
19	♂	59	11	0.0.3.0.08	»
20	♀	59	11	0.1.1.0.09	»
21	♀	54	6	0.2.3.0.01	»
22	♀	60	12	0.2.0.0.10	»
23	♂	60	12	0.2.0.0.10	»
24	♀	52	4	0.1.1.0.02	Окр. пос. Танхой
25	♂	52	4	0.3.0.0.01	То же
26	♀	59	11	0.2.1.0.08	Окр. пос. Выдрино
27	♂	56	8	0.2.0.0.06	То же
28	♀	54	6	0.0.1.0.05	Окр. пос. Танхой
29	♂	57	9	0.0.1.0.08	То же
30	♂	58	10	0.0.1.0.09	»
31	♀	56	8	1.0.0.1.06	»
32	♀	54	6	0.1.0.0.05	»
33	♂	59	11	0.1.1.0.09	»
34	♀	54	6	0.1.1.0.04	Окр. пос. Бабушкин
35	♀	55	7	0.2.0.0.05	То же
36	♂	55	7	0.1.1.0.05	»
37	♀	57	9	0.2.1.0.06	»
38	♂	59	11	0.1.0.0.10	»
39	♂	59	11	0.0.1.0.10	»
40	♂	59	11	0.1.0.0.10	»
41	♀	60	12	0.1.1.0.10	»
42	♂	61	13	0.1.1.0.11	»

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Дополнительные хромосомы обнаружены у всех представителей восточноазиатских мышей, обитающих в Южном Прибайкалье. Их число в клетках мышей варьирует от 4 до 13, в то время как в границах всего ареала наблюдаются предельные вариации от 0 (о. Сахалин) до 30 допол-

нительных хромосом (Средняя Сибирь) в клетках конкретного зверька [4]. Таким образом, исследуемую популяцию можно отнести к популяциям, представители которых имеют умеренное содержание добавочных хромосом. Это же подтверждается показателем “индекс условной массы В-хромосом” (см. ниже). Напомним, что избыточное содержание

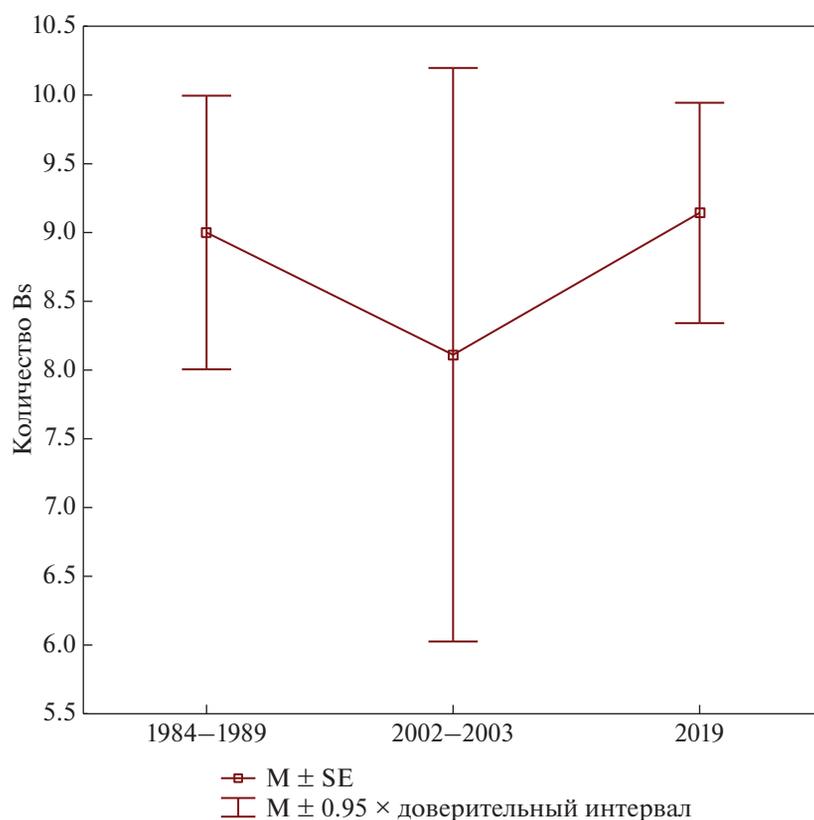


Рис. 3. Динамика статистических показателей среднего количества дополнительных хромосом (Bs) в популяциях *Apodemus peninsulae* Южного Прибайкалья (1984–2019 гг.).

В-хромосом (предположительно) усложняет их наследование.

До сих пор нет ясности, от каких факторов зависит то или иное количество дополнительных хромосом в клетках животных, при том, что основной набор из 48 хромосом у этого вида остается неизменным. В многочисленных работах показано разнообразие сочетаний В-хромосом пяти классов [4, 12, 16, 17, 26]. Таким образом, вариативность сочетаний пяти классов добавочных хромосом носит индивидуальный характер, однако определенные закономерности распределения В-хромосом в пределах географических популяций восточноазиатских мышей все-таки выявлены [4, 13, 19, 22, 23].

За 35 лет наблюдений в Южном Прибайкалье фиксируется удивительная стабильность основных показателей системы В-хромосом у корейских мышей. Среднее число В-хромосом на всем протяжении наблюдений оставалось статистически постоянной величиной, находясь в пределах от  $8.11 \pm 0.9$  до  $9.14 \pm 0.4$ , без достоверных отличий,  $p \geq 0.28$  (рис. 3, табл. 2). Дисперсионный анализ (ANOVA) также не подтверждает различие дисперсий ( $F(2; 81) = 0.55; p = 0.57$ ).

Структура морфотипов дополнительных хромосом за 35 лет наблюдения практически не менялась. Отсутствуют достоверные отличия, как долей типов хромосом, так и общего распределения, рассчитанного методом  $\chi^2$  и через индекс сходства распределений Животовского [25]. У зверьков всегда преобладают точечные минихромосомы (72–76% от всех Bs). Их реальное количество колебалось от 0 до 12, однако среднее значение было стабильным, 6–7 хромосом в клетке (табл. 2). Вторые позиции занимали средние (14–19%) и мелкие (около 10%) метацентрические хромосомы, их среднее количество также было стабильным и не имело статистических отличий в разные годы наблюдений. А вот крупные метацентрики и акросомы встречаются в данной популяции редко и нерегулярно (0–1 хромосома на клетку), причем эта особенность никак не менялась с течением времени.

Г.В. Рослик и И.В. Картавцева ввели удобный показатель, индекс условной массы В-хромосом или индекс Bs, который в целом характеризует весь массив дополнительных хромосом в клетке [26]. Чем он выше, тем “массивнее” этот набор. В Южном Прибайкалье индекс Bs у восточноазиат-

**Таблица 2.** Статистические показатели изменчивости вариантов системы В-хромосом у восточноазиатских мышей Южного Прибайкалья

Количество хромосом	Годы		
	1984–1989	2002–2003	2019
Vs	$\frac{9.00 \pm 0.49}{4-13, n = 33}$	$\frac{8.11 \pm 0.90}{4-11, n = 9}$	$\frac{9.14 \pm 0.40}{4-13, n = 42}$
Крупные метахромосомы	0.0	$\frac{0.11 \pm 0.11}{0-1, n = 9}$	$\frac{0.02 \pm 0.02}{0-1, n = 42}$
Средние метахромосомы	$\frac{1.09 \pm 0.14}{0-2, n = 33}$	$\frac{1.00 \pm 0.41}{0-3, n = 9}$	$\frac{1.07 \pm 0.12}{0-3, n = 42}$
Мелкие метахромосомы	$\frac{0.82 \pm 0.17}{0-3, n = 33}$	$\frac{0.67 \pm 0.24}{0-2, n = 9}$	$\frac{0.79 \pm 0.13}{0-3, n = 42}$
Акрсомы	0.0	$\frac{0.11 \pm 0.11}{0-1, n = 9}$	$\frac{0.02 \pm 0.02}{0-1, n = 42}$
Точечные (микро) хромосомы	$\frac{7.09 \pm 0.55}{0-12, n = 33}$	$\frac{6.22 \pm 0.98}{1-9, n = 9}$	$\frac{7.24 \pm 0.44}{1-12, n = 42}$

Примечание. Строка над чертой –  $M \pm SE$ , строка под чертой – min–max,  $n$  – объем выборки.

**Таблица 3.** Статистические показатели изменчивости индекса Vs восточноазиатских мышей Южного Прибайкалья

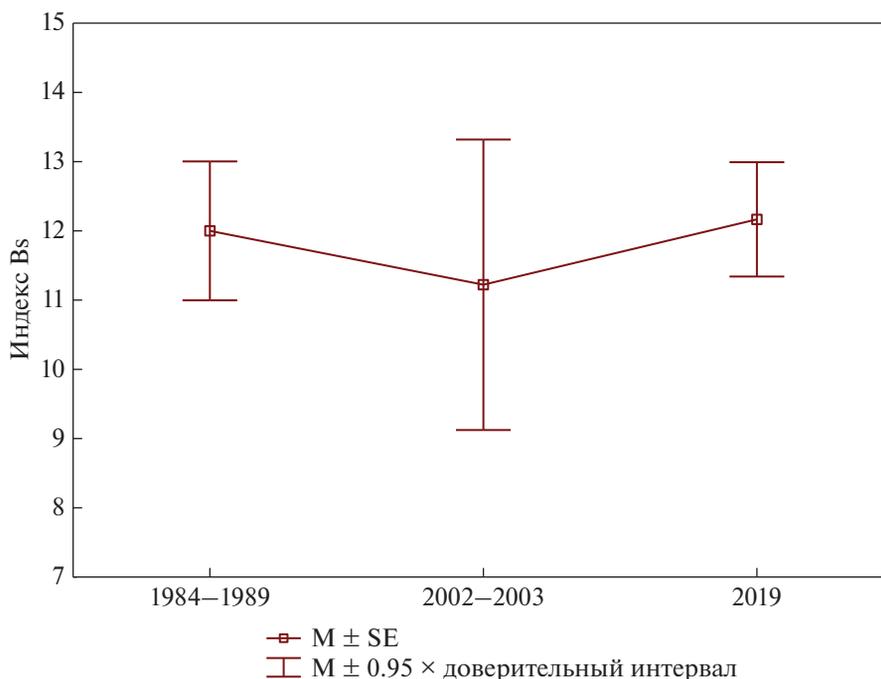
Годы	Показатели						
	объем выборки ( $n$ )	M	Min	Max	Std. Dev.	Coef. Var., %	SE
1984–1989	33	12.0	6	17	2.83	23.57	0.49
2002–2003	9	11.2	7	15	2.73	24.31	0.91
2019	42	12.2	7	17	2.65	21.78	0.41
Всего	84	12.0	6	17	2.71	22.59	0.29

ских мышей в течение 35 лет наблюдений стабилен и статистически не изменяется (рис. 4). Здесь необходимо отметить, что в пределах обширного ареала вида, в разных популяциях, этот показатель достаточно изменчив и принимает значение от 3 до 23 [4, 26]. В исследуемом регионе индекс Vs изменялся от 6 до 17, с незначительными показателями коэффициента вариации (табл. 3) и отсутствием достоверных отличий выборок разных лет (критерий Краскела–Уоллиса  $H(2; 84) = 0.81$ ,  $p = 0.67$ ).

Анализ систем добавочных хромосом 84 особей *A. peninsulae* из Южного Прибайкалья показывает наличие умеренного (в сравнении с другими популяциями) разнообразия вариантов сочетаний В-хромосом, встречающихся у зверьков, их оказалось 46 (в пределах всего ареала на данный момент установлено 292 варианта комбинаций). При этом уникальных наборов В-хромосом (индекс уникальности Vs), встречающихся единожды в пределах всего ареала, только  $4.1 \pm 0.76\%$  (для выборки из 598 мышей со всего ареала этот показатель существенно выше –  $64.7 \pm 1.3\%$ ) [4].

Если рассмотреть долю мышей, которая обладает уникальными, не встречающимися в других местах ареала, наборами В-хромосом, то она опять же небольшая и составляет всего 14.3% от всех особей популяции Южного Прибайкалья, остальные зверьки имеют наборы, которые уже отмечены нами у других мышей либо этих, либо иных популяций. Нужно обратить внимание на то, что для всего ареала этот показатель существенно выше – почти треть из всех исследованных зверьков (31%) восточноазиатских мышей имеет уникальные наборы В-хромосом. Таким образом, относительно высокая повторяемость комбинаций наборов В-хромосом у мышей на юге Байкальского побережья, может говорить о более слабом влиянии случайных факторов в формировании этих комбинаций.

Конкретные наборы В-хромосом, отмеченные для мышей Южного Прибайкалья, встречаются у особей разных популяций, однако подавляющее большинство из них – это либо внутривидовые комбинации, либо встречающиеся в соседних популяциях Бурятии, Монголии, а также



**Рис. 4.** Динамика среднего значения “индекс условной массы” В-хромосом в популяциях *Apodemus peninsulae* Южного Прибайкалья (1984–2019 гг.).

Центральной Сибири и западных популяций (Новосибирская и Кемеровская обл.), реже Северного Китая и Японии (о. Хоккайдо). Любопытно, что ни разу не были отмечены сходные наборы В-хромосом у зверьков популяций противоположного берега Байкала (Западного и Северного Прибайкалья) и Приморья.

Таким образом, анализ систем В-хромосом в популяции восточноазиатской мыши Южного Прибайкалья показывает стабильность и низкую вариабельность статистических показателей за 35-летний отрезок времени, а также отсутствие статистических различий между выборками разных лет.

Авторы выражают благодарность М.Ю. Борису, М.В. Борисовой, В.А. Хотилович и И.В. Онищук за оказанную помощь в отлове грызунов.

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

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлов В.Н. Кариосистематика млекопитающих. (Цитогенетические методы в систематике млекопитающих). М.: Наука, 1974. 208 с.
2. Vujosevic M., Rajcic M., Blagojevic J. B chromosomes in populations of mammals revisited // *Genes*. 2018. V. 9(10). P. 110–136. <https://doi.org/10.3390/genes9100487>
3. Борисов Ю.М., Мышлявкина Т.А. В-хромосомы // *Усп. совр. биологии*. 2018. Т. 138. С. 336–351.
4. Borisov Yu.M., Zhigarev I.A. B chromosome system in the Korean field mouse *Apodemus peninsulae* Thomas 1907 (Rodentia, Muridae) // *Genes*. 2018. V. 9(10). P. 147–158. <https://doi.org/10.3390/genes9100472>
5. Trifonov V.A., Perelman P.L., Kawada S.I. Complex structure of B-chromosomes in two mammalian species: *Apodemus peninsulae* (Rodentia) and *Nyctereutes procyonoides* (Carnivora) // *Chromosome Res.* 2002. V. 10. P. 109–116. <https://doi.org/10.1023/A:1014940800901>
6. Rubtsov N.B., Karamysheva T.V., Andreenkova O.V. et al. Comparative analysis of micro and macro B chromosomes of Korean field mouse *Apodemus peninsulae* (Rodentia, Murinae) performed by chromosome microdissection and FISH // *Cytogenet. Genome Res.* 2004. P. 289–294. <https://doi.org/10.1159/000056786>
7. Rubtsov N.B., Borisov Yu.M. Sequence composition and evolution of mammalian B chromosomes // *Genes*. 2018. V. 9(10). P. 91–109. <https://doi.org/10.3390/genes9100490>
8. Makunin A., Romanenko S., Beklemisheva V. et al. Sequencing of supernumerary chromosomes of red fox and raccoon dog confirms a non-random gene acquisition by B chromosomes // *Genes*. 2019. V. 9(8). P. 201–215. <https://doi.org/10.3390/genes9080405>
9. Trifonov V.A., Demytyeva P.V., Beklemisheva V.R. et al. Supernumerary chromosomes, segmental duplications, and evolution // *Russ. J. Genet.* 2010. V. 46. P. 1094–

1096.  
<https://doi.org/10.1134/S1022795410090206>
10. Hayata I. Chromosomal polymorphism caused by supernumerary chromosomes in the field mouse, *Apodemus gliacus* // Chromosome. 1973. V. 42. P. 403–414. <https://doi.org/10.1007/BF00399408>
  11. Bekasova T.S., Vorontsov N.N., Korobitsyna K.V., Korablev V.P. B-chromosomes and comparative karyology of the mice of the genus *Apodemus* // Genetica. 1980. V. 52–53. P. 33–43.
  12. Картавецова И.В. Кариосистематика лесных и полевых мышей (Rodentia, Muridae). Владивосток: Дальнаука, 2002. 142 с.
  13. Kartavtseva I.V., Roslik G.V. A complex B chromosome system in the Korean field mouse *Apodemus peninsulae* // Cytogenet. Genome Res. 2004. V. 106. № 2–4. P. 271–278. <https://doi.org/10.1159/000079298>
  14. Борисов Ю.М., Жигарев И.А., Шефтель Б.И. В-хромосомы восточноазиатских мышей (*Apodemus peninsulae* Thomas, 1907 (Rodentia, Muridae)) на восточных склонах Цинхай-Тибетского плато (КНР) // Генетика. 2020. Т. 56. № 10. С. 1184–1188. <https://doi.org/10.31857/S0016675820090039>
  15. Борисов Ю.М., Шефтель Б.И., Сафронова Л.Д., Александров Д.Ю. Устойчивость популяционных систем В-хромосом восточноазиатской мыши *Apodemus peninsulae* Прибайкалья и Северной Монголии // Генетика. 2012. Т. 48. № 10. С. 1190–1199.
  16. Kolomiets O.L., Borbiev T.E., Safronova L.D. et al. Synaptonemal complex analysis of B-chromosome behavior in meiotic prophase I in the East-Asiatic mouse *Apodemus peninsulae* (Muridae, Rodentia) // Cytogenet. Cell Genet. 1988. V. 48. № 3. P. 183–187.
  17. Борисов Ю.М. Процесс увеличения числа и вариантов системы В-хромосом мышей *Apodemus peninsulae* в популяции Горного Алтая за 26-летний период // Генетика. 2008. Т. 44. № 9. С. 1227–1237.
  18. Борисов Ю.М., Бочкарев М.Н., Карамышева Т.В. и др. Феномен увеличения числа В-хромосом у восточноазиатских мышей *Apodemus peninsulae* (Mammalia, Rodentia) в популяции Горного Алтая // Докл. РАН. 2007. Т. 412. № 1. С. 126–128.
  19. Borisov Y.M., Abramov S.A., Borisova M.Y., Zhigarev I.A. The occurrence of dot-like micro B chromosomes in Korean field mice *Apodemus peninsulae* from the shore of the Teletskoye Lake (Altai Mountains) // Comparative Cytogenetics. 2020. V. 14(1). P. 97–105. <https://doi.org/10.3897/CompCytogen.v14i1.47659>
  20. Борисов Ю.М. Нестабильность В-хромосом соматических и герминативных клеток мышей *Apodemus peninsulae* // Генетика. 2008. Т. 44. № 8. С. 1101–1107.
  21. Гилева Э.А. Система В-хромосом у копытных леммингов *Dicrostonyx torquatus* Pall., 1779 из природных и лабораторных популяций // Генетика. 2004. Т. 40. № 12. С. 1686–1694.
  22. Борисов Ю.М. Система В-хромосом восточноазиатской мыши – маркер популяций в Прибайкалье // Генетика. 1990. Т. 26. № 12. С. 2215–2224.
  23. Борисов Ю.М. Цитогенетическая дифференциация популяций восточноазиатской мыши в Восточной Сибири // Генетика. 1990. Т. 26. № 10. С. 1828–1839.
  24. Борисов Ю.М., Шефтель Б.И., Сафронова Л.Д., Александров Д.Ю. Устойчивость популяционных систем В-хромосом восточноазиатской мыши *Apodemus peninsulae* в Прибайкалье и Северной Монголии // Генетика. 2012. Т. 48. № 10. С. 1189–1198.
  25. Животовский Л.А. Показатель сходства популяций по полиморфным признакам // Журн. общей биологии. 1979. Т. 40. № 4. С. 587–602.
  26. Рослик Г.В., Картавецова И.В. Морфотипы В-хромосом *Apodemus peninsulae* (Rodentia) Дальнего Востока России // Цитология. 2012. Т. 54. № 1. С. 66–77.

## Stability of the Population System of B Chromosomes of the Korean Field Mouse *Apodemus peninsulae* (Mammalia, Rodentia) in the Southern Baikal Region: 35 Years of Observations

I. A. Zhigarev<sup>a, \*</sup>, I. A. Kryshchuk<sup>b, \*\*</sup>, Z. Z. Borisova<sup>c</sup>, and Yu. M. Borisov<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Moscow Pedagogical State University, Moscow, 119991 Russia

<sup>b</sup>Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Bioresource, Minsk, 220072 Belarus

<sup>c</sup>Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Science, Moscow, 119071 Russia

\*e-mail: i.zhigarev@gmail.com

\*\*e-mail: ikryshchuk@yandex.ru

For 35 years 1984–2019 in the southern Baikal region were made observations of changes in the system of additional chromosomes of Korean field mouse (*Apodemus peninsulae*) in five regions. The number and structure of morphotypes of additional chromosomes remained statistically constant. Analysis of B chromosome systems demonstrates stability and low variability of statistical indicators over a 35-year period, as well as the lack of statistical differences between samples of different years.

**Keywords:** Korean field mouse, *Apodemus peninsulae*, B chromosomes, Bs, karyotype variability.