



УДК 576.316.353.79.:599.323.4

Изменчивость редких морфотипов В-хромосом *Apodemus peninsulae* Центрального Приморья

Г. В. Рослик, И. В. Картавцева

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты
Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток
E-mail: roslik_g@mail.ru

Аннотация. Исследованы кариотипы *Apodemus peninsulae* из малоизученного Центрального Приморья. Вид имеет широкое распространение – от Западной Сибири до берегов Тихого океана. Для него характерен полиморфизм по числу, размерам и морфологии добавочных (или В-) хромосом. Материалом исследования послужили 36 вновь исследованных, а также 8 ранее изученных особей из Центрального Приморья. Животные отловлены в следующих локалитетах Приморского края: 1) Пожарский р-н, окр. с. Красный Яр, 1996 г.; 2) Красноармейский р-н, окр. с. Мельничное, 1980, 2013 гг.; 3) Чугуевский р-н, окр. с. Булыга-Фадеево, Верхне-Уссурийский стационар, 1986, 2008 гг.; 4) Чугуевский р-н, окр. с. Ленино, 2012 г. У большей части животных (за исключением четырёх) выявлена изменчивость по числу и морфотипам В-хромосом. Хромосомные препараты приготовлены из клеток костного мозга прямым методом. Число В-хромосом варьировало у разных особей от 0 до 5. Описаны редкие морфотипы В-хромосом, в том числе новые для этого региона: средние SM, мелкие SM и ST, а также найдены особи без В-хромосом. Отмечены сходства по изменчивости изученных морфотипов В-хромосом с популяциями восточной, южной частей Приморья и частично – Хабаровского края. Новые данные дополняют выявленную ранее картину клинальной изменчивости кариотипов *A. peninsulae* на Дальнем Востоке России, связанную с утратой редких морфотипов В-хромосом в направлении с юго-востока на северо-запад ареала. По-видимому, эта изменчивость отражает пути расселения вида.

Ключевые слова: В-хромосомы, морфотип, *Apodemus peninsulae*, изменчивость, Центральное Приморье, Дальний Восток России.

Введение

Восточноазиатская мышь *Apodemus peninsulae* – широкоареальный вид, распространённый на территории России к востоку от р. Обь в Сибири до побережья Тихого океана на Дальнем Востоке, обитает на о. Сахалин, а также в северной Монголии, Корее, Японии (о. Хоккайдо) и Китае [1]. Интерес исследователей к этому виду на территории Дальнего Востока (ДВ) России обусловлен как неясной подвидовой подразделённостью, так и хромосомным полиморфизмом, связанным с наличием в кариотипах добавочных (или В-) хромосом. Эти структуры, как правило, присутствуют в кариотипах большей части изученных животных ДВ [8]. В популяциях восточноазиатской мыши ДВ России по размерным и морфологическим параметрам было выделено 6 групп морфотипов В-хромосом. Разнообразие этих струк-

тур обусловлено размерами (крупные, средние, мелкие) и морфологией хромосом (метацентрические (M), субметацентрические (SM), субтелоцентрические (ST), а также мини В-хромосомы) [3]. На всей территории ДВ России выявлен широкий полиморфизм по числу и разнообразию морфотипов В-хромосом. Однако между локальными популяциями мышей ДВ найдены лишь частотные различия по встречаемости морфотипов В-хромосом, несмотря на разнообразие климатических условий обитания. При этом наибольшее многообразие морфотипов В-хромосом отмечено у мышей из Приморского края [3].

У особей из этого региона (и в целом ДВ) преобладающими были мелкие и средние М В-хромосомы, а остальные, ранее выявленные нами, отнесены к редким морфотипам. Сравнительный анализ числовых и частотных вариантов редких морфотипов В-хромосом у животных Верхнего, Среднего и Нижнего Приамурья с особями из центральной, восточной, западной и южной частей Приморского края позволил выявить клинальную изменчивость. Была показана утрата редких вариантов морфотипов В-хромосом указанных популяций с востока на северо-запад ареала [4]. Однако территория Центрального Приморья в вышеуказанной работе исследовалась на небольшом материале. Для выяснения более целостной картины выявленной клинальной изменчивости редких вариантов морфотипов В-хромосом необходимо дополнительное изучение кариотипов мышей этого региона.

Цель исследования: оценка изменчивости кариотипов и выявление редких морфотипов В-хромосом у *Apodemus peninsulae* Центрального Приморья.

Материалы и методы

Материалом исследования послужили 36 вновь исследованных (отмечены двумя астерисками), а также 8 ранее изученных особей *A. peninsulae* из Центрального Приморья (табл.). Животные отловлены в следующих локалитетах Приморского края: 1) Пожарский р-н, окрестности с. Красный Яр, 1996 г. (n = 1); 2) Красноармейский р-н, окрестности с. Мельничное, 1980 г. (n = 5); там же, 2013 г. (n = 3**); 3) Чугуевский р-н, окрестности с. Бульга-Фадеево, Верхне-Уссурийский стационар ФНЦ Биоразнообразия, 1986 г. (n = 2); там же, 2008 г. (n = 22**); 4) Чугуевский р-н, окрестности с. Ленино, 2012 г. (n = 11**).

Использован прямой метод приготовления хромосомных препаратов из костного мозга с предварительным колхицинированием животных [7]. Чаще всего суспензии хромосом получали в полевых условиях. Для каждой особи исследовано от 22 и более метафазных пластинок. Анализ хромосомных препаратов и регистрация микроизображений проведены в лаборатории микроскопии ЦКП «Биотехнология и генетическая инженерия». Суспензии хромосомных препаратов хранятся в генетической коллекции хромосомных препаратов ЦКП «Биоресурсная коллекция» ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН.

Таблица

Изменчивость В-хромосом в кариотипах изученных *A. peninsulae*

№/п *	№ особи	пол	Число (или вариации) В-хромосом	Число и морфотипы В-хромосом									мини	
				крупные			средние			мелкие				
				М	SM	ST	М	SM	ST	М	SM	ST		
1.	40–96	♂	1–2	0	0	0	0–1	0	0	0	1	0	0	0
2.	18–80	♂	0–2	0	0	0	0	0	0	0	0–2	0	0	0
2.	19–80	♀	0–2	0	0	0	0–1	0	0	0	0–1	0	0	0
2.	20–80	♂	1–3	0	1	0	0–2	0	0	0	0	0	0	0
2.	21–80	♂	1–4	0	0	0	1–2	0	0	0	0–3	0	0	0
2.	22–80	♂	0–3	0	0	0	0–1	0	0	0	0–2	0	0	0
2.**	3481	♂	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2.**	3482	♂	1–3	0	0	0	0	0–1	0	1	1–2	0	0	0
2.**	3486	♀	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3.	6–86	♂	2–5	0	0	0	2–3	0	0	0	0–2	0	0	0
3.	7–86	♀	1–2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0–1
3.**	2393	♀	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
3.**	2394	♂	1–3	0	0	0	1	0	0	0	0–1	0	0	0–1
3.**	2395	♂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.**	2396	♂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.**	2398	♂	2–4	0	0	0	0–1	0	0	2–3	0	0	0	0
3.**	2399	♂	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
3.**	2400	♂	3	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
3.**	2401	♂	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3.**	2430	♂	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
3.**	2431	♂	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3.**	2432	♂	1–2	0	0	0	0–1	0	0	1	0	0	0	0
3.**	2433	♀	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
3.**	2434	♂	3–4	0	0	0	0	0–1	0	3	0	0	0	0
3.**	2435	♂	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3.**	2436	♂	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
3.**	2437	♂	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
3.**	2438	♀	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
3.**	2439	♂	4	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0
3.**	2440	♂	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
3.**	2456	♂	3	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0
3.**	2457	♀	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3.**	2458	♂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.**	3219	♀	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
4.**	3220	♀	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4.**	3221	♀	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4.**	3222	♀	1–3	0	0	0	0–1	0	0	1–2	0	0	0	0
4.**	3226	♀	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4.**	3228	♀	0–2	0	0	0	0–1	0	0	0–2	0	0	0	0
4.**	3229	♂	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
4.**	3230	♂	1–4	0	0	0	0	0	0	1–4	0	0	0	0
4.**	3231	♂	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4.**	3232	♀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.**	3233	♂	0, 2	0	0	0	0	0	0	0–2	0	0	0	0
Всего для 1–4			0–5	0–1	0–1	0	0–3	0–1	0	0–4	0–1	0–1	0–1	0–1

* – соответствует номеру локалитета;

** – экземпляры, проанализированные в настоящем исследовании впервые

При подсчёте вариантов В-хромосом анализ проведён по клону с максимальным числом имеющихся В-хромосом для каждой особи. Доля В-хромосом – это отношение числа определённого морфотипа к числу всех морфотипов В-хромосом, выявленных в локалитете или локалитетах.

Результаты и обсуждение

Кариотипы большей части исследованных животных из Центрального Приморья ($n = 40$) включали помимо 48 хромосом основного набора от 0 до 5 В-хромосом (см. табл.). Впервые в этом регионе найдены четыре особи (9,1 %), не имеющие в кариотипе В-хромосом ($B = 0$): три самца из локалитета № 3 и одна самка из локалитета № 4 (см. табл., рис). Этот признак характерен для части популяций всей территории Приморского, а также Хабаровского краёв [2; 4].

У 40 особей из центральной части Приморского края суммарно обнаружено 93 В-хромосомы, образующие разнообразные сочетания морфотипов. Варибельная часть кариотипа представлена преимущественно мелкими (49,5 %) и средними (27,8 %) метацентрическими М В-хромосомами (см. рис.). В каждой из изученных популяций эти морфотипы превалируют над всеми прочими.

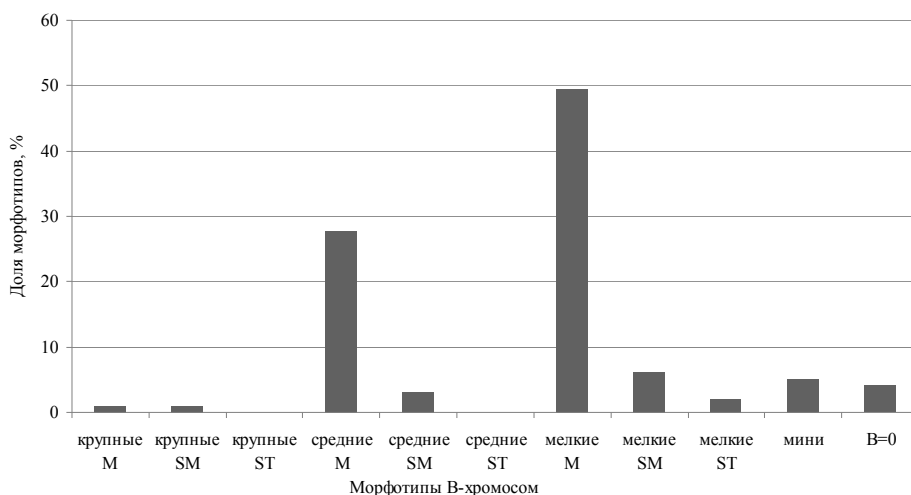


Рис. Распределение В-хромосом в кариотипе *A. peninsulae* из Центрального Приморья ($n = 44$)

Ранее описанные в Центральном Приморье редкие крупные М- и SM-морфотипы В-хромосом, а также мини-В-хромосомы составили 1; 1 и 5,2 %, соответственно. В дополнение, в популяциях исследованного региона найдены новые редкие морфотипы В-хромосом: средние SM (3,1 %), мелкие SM (6,2 %) и мелкие ST (2,1 %). По вышеупомянутым показателям исследованные популяции оказались более сходны с таковыми из южной и восточной частей, нежели из западной части Приморского края [4]. Отличает же

животных Центрального Приморья от мышей из южной и восточной частей территории отсутствие крупных и средних ST-морфотипов В-хромосом. Появление новых редких вариантов В-хромосом в кариотипах популяций мышей Центрального Приморья в целом не меняет выявленную нами ранее картину клинальной изменчивости утраты редких вариантов В-хромосом в направлении с юго-востока Приморья на северо-запад, в Приамурье [4]. Картина разнообразия морфотипов В-хромосом *A. peninsulae* хорошо согласуется с молекулярно-генетическим разнообразием животных на территории Приморского края, обусловленным, по мнению авторов, существованием в прошлом на вышеобозначенной территории одного из рефугиумов этого вида в голоцене [2; 5; 6]. По-видимому, характер клинальной изменчивости отражает направление расселения вида с юго-востока ареала на северо-запад.

Выводы

1. Выявлена изменчивость по числовым вариациям и морфотипам В-хромосом у преобладающего числа изученных животных (кроме четырёх, у которых В-хромосомы отсутствовали).

2. По редким морфотипам В-хромосом популяции мышей Центрального Приморья сходны с таковыми из Восточного и Южного Приморья, а по наличию особей без В-хромосом – с животными из Приморского и Хабаровского краёв.

3. Новые данные дополняют выявленную ранее картину клинальной изменчивости утраты редких морфотипов В-хромосом в направлении с юго-востока на северо-запад.

4. Характер клинальной изменчивости, по-видимому, отражает направление расселения вида.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке проекта РФФИ 12-04-00662а.

Список литературы

1. Громов И. М. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны / И. М. Громов, М. А. Ербаева. – СПб : ЗИН РАН, 1995. – 522 с.
2. Особенности В-хромосом восточноазиатской мыши *Apodemus peninsulae* (Thomas, 1906) Забайкалья и Дальнего Востока, выявленные FISH методом / Н. Б. Рубцов [и др.] // Генетика. – 2015. – Т. 51, № 3. – С. 341–350.
3. Рослик Г. В. Морфотипы В-хромосом *Apodemus peninsulae* (Rodentia) Дальнего Востока России / Г. В. Рослик, И. В. Картавцева // Цитология. – 2012. – Т. 54, № 1. – С. 66–77.
4. Сравнительное исследование морфотипов В-хромосом восточноазиатской мыши (*Apodemus peninsulae*) Приамурья / Г. В. Рослик [и др.] // Регион. проблемы. – 2016. – Т. 19, № 3. – С. 113–122.
5. A spatial aspect on mitochondrial DNA genealogy in *Apodemus peninsulae* from East Asia / K. Serisawa [et al.] // Biochem. Genet. – 2002. – Vol. 40, N 5/6. – P. 149–161.
6. Comparative phylogeography of four *Apodemus* species (Mammalia: Rodentia) in the Asian Far East: evidence of Quaternary climatic changes in their genetic structure / H. Sakka [et al.] // Biol. J. Linn. Soc. – 2010. – Vol. 100. – P. 797–821.

7. Ford C. F. A colchicine hypotonic citrate squash preparation for mammalian chromosomes / C. F. Ford, J. L. Hamerton // *Stain Technol.* – 1956. – Vol. 31. – P. 247–251.

8. Kartavtseva I. V. A complex B chromosome system in the Korean field mouse *Apodemus peninsulae* / I. V. Kartavtseva, G. V. Roslik // *Cytogenet. Genome Res.* – 2004. – Vol. 106. – P. 271–278.

Variability of the Rare B-chromosome Morphotypes in *Apodemus peninsulae* from Central Primorye

G. V. Roslik, I. V. Kartavtseva

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, Vladivostok

Abstract. Karyotypes of *Apodemus peninsulae* from the poorly studied Central Primorye at the Russian Far East have been studied. The species is widespread - from Western Siberia to the shores of the Pacific Ocean. It is characterized by polymorphism in terms of the number, size and morphology of supernumerary (B-) chromosomes. The material of the study based on 36 newly investigated, as well as 8 previously studied specimens from the Central Primorye. Animals are caught in the following localities of Primorsky Krai: 1) Pozharsky district, Krasny Yar, 1996; 2) Krasnoarmeysky district, Melnichnoe, 1980; 2013; 3) Chuguevsky district, Bulyga-Fadeevo, Verkhne-Ussuri station, 1986; 2008; 4) Chuguevsky district, Lenino, 2012. Chromosomal preparations were made from bone marrow cells by a direct method. The number of B-chromosomes varied in different individuals from 0 to 5. Variability in the number and morphotypes of B chromosomes was revealed in the majority of animals (with the exception of 4). Rare morphotypes of B chromosomes are described, including new ones for this region: medium SM, small SM and ST, and also specimens without B chromosomes were found. There are similarities in the variability of the B chromosome morphotypes studied with populations from the East, South Primorye and in part with the Khabarovsk region. The new data are complement the earlier picture of the clinal karyotype variability in *A. peninsulae* associated with the loss of rare B chromosome morphotypes in the direction from the Southeast to the Northwest of the area. Apparently, this variability reflects the ways of colonization the species.

Keywords: B chromosomes, morphotype, *Apodemus peninsulae*, variability, Central Primorye, The Far East of Russia.

References

1. Gromov I.M., Erbajeva M.A. *Mlekopitayushie fauni Rossii i sopredel'nyh territoriy. Zaytsheobrazniye I grizuni* [The Mammals of Russia and Adjacent Territories. Lagomorphs and Rodents]. St. Petersburg, ZIN RAN Publ., 1995, 522 p. (in Russian).
2. Rubtsov N.B., Kartavtseva I.V., Roslik G.V., Karamysheva T.V., Pavlenko M.V., Iwasa M.A., Koh X.S. Osobennosti B-khromosom vostochnoaziatskoi myshi *Apodemus peninsulae* (Thomas, 1906) Zabaykalia i Dal'nego Vostoka, viyavleniye FISH metodom [Features of the B Chromosome in Korean Field Mouse *Apodemus peninsulae* (Thomas, 1906) from Transbaikalia and the Far East Identified by the FISH Method]. *Genetica* [Russian Journal of Genetics], 2015, vol. 51, no. 3, pp. 341-350. (in Russian). DOI: 10.1134/S1022795415030114.
3. Roslik G.V., Kartavtseva I.V. Morfotipy B-khromosom *Apodemus peninsulae* (Rodentia) Dal'nego Vostoka Rossii [B-chromosome Morphotypes of *Apodemus peninsulae* from Russian Far East]. *Tsitologiya* [Cytology], 2012, vol. 54, no. 1, pp. 66-77. (in Russian).
4. Roslik G.V., Kartavtseva I.V., Frisman L.V., Gorobeiko U.V. Sravnitelnoye issledovanie morfotipov B-khromosom vostochnoaziatskoi myshi (*Apodemus peninsulae*) Priamuriya [A Comparative Study of B-chromosome Morphotypes in the Korean Field Mouse (*Apodemus*

peninsulae) in Priamurye]. *Regionalnye problemy* [Regional Problems], 2016, vol. 19, no. 3, pp. 13-122. (in Russian).

5. Serisawa K., Suzuki H., Iwasa M.A., Tsuchiya K., Pavlenko M.V., Kartavtseva I.V., Chelomina G.N., Dokuchaev N.E., Han S.-H. A spatial aspect on mitochondrial DNA genealogy in *Apodemus peninsulae* from East Asia. *Biochem. Genet.*, 2002, vol. 40, no. 5/6, pp. 149-161. DOI: 10.1023/A:1015841424598.

6. Sakka H., Quere J.P., Kartavtseva I.V., Pavlenko M.V., Chelomina G.N., Atopkin D.M., Bogdanov A.S. and Michaux J. Comparative phylogeography of four *Apodemus* species (Mammalia: Rodentia) in the Asian Far East: evidence of Quaternary climatic changes in their genetic structure. *Biol. J. Linn. Soc.*, 2010, vol. 100, pp. 797-821. DOI: 10.1111/j.1095-8312.2010.01477.

7. Ford C.F., Hamerton J.L. A colchicine hypotonic citrate squash preparation for mammalian chromosomes. *Stain Technol.*, 1956, vol. 31, pp. 247-251.

8. Kartavtseva I.V., Roslik G.V. A complex B chromosome system in the Korean field mouse *Apodemus peninsulae*. *Cytogenet. Genome Res.*, 2004, vol. 106, pp. 271-278. DOI: 10.1159/000079298.

Рослик Галина Владимировна
кандидат биологических наук,
научный сотрудник
Федеральный научный центр
биоразнообразия наземной биоты
Восточной Азии ДВО РАН
Россия, 690022, г. Владивосток, проспект
100-летия Владивостока, 159
тел.: (423) 231-04-10
e-mail: roslik_g@mail.ru

Roslik Galina Vladimirovna
Candidate of Science (Biology),
Research Scientist
Federal Scientific Center of the East Asia
Terrestrial Biodiversity FEB RAS
159, Stoletiya Vladivostoka Av., Vladivostok,
690022, Russian Federation
tel.: (423) 231-04-10
e-mail: roslik_g@mail.ru

Картавцева Ирина Васильевна
доктор биологических наук,
главный научный сотрудник
Федеральный научный центр
биоразнообразия наземной биоты
Восточной Азии ДВО РАН
Россия, 690022, г. Владивосток, проспект
100-летия Владивостока, 159
тел.: (423) 231-04-10
e-mail: irina-kar52@rambler.ru

Kartavtseva Irina Vasylijevna
Doctor of Science (Biology),
Principal Research Scientist
Federal Scientific Center of the East Asia
Terrestrial Biodiversity FEB RAS
159, Stoletiya Vladivostoka Av., Vladivostok,
690022, Russian Federation
tel.: (423) 231-04-10
e-mail: irina-kar52@rambler.ru