

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ЗАПОВЕДНОЕ ДЕЛО

Научная статья

УДК 575.22:599.323.45(571.6)

ПОЛИМОРФИЗМ И УРОВЕНЬ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ОСТРОВНЫХ И МАТЕРИКОВЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ПОЛЕВОЙ МЫШИ *APODEMUS AGRARIUS* ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА МИКРОСАТЕЛЛИТОВ

Л.В. Фрисман¹, И.Н. Шереметьева², И.В. Картавцева²,
М.В. Павленко², Д.В. Родимцева¹

¹Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: l.frisman@mail.ru, rodimtsevad@gmail.com;

²ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,
пр. 100-летия Владивостока 159, г. Владивосток, 690022,
e-mail: sheremet76@yandex.ru, kartavtseva@biosoil.ru, mv_pavlenko@mail.ru

Проведена оценка полиморфизма и уровня дифференциации в островных и материковых популяциях полевой мыши. Протестированы особи четырех островов залива Петра Великого Японского моря и четырех районов на материковой части юга Дальнего Востока России. Исследованы ядерные маркеры 5 микросателлитных локусов. Результаты демонстрируют более высокое аллельное разнообразие в материковой части ареала при значительно более высоком уровне дифференциации в островной части ареала.

Ключевые слова: полевая мышь, юг Дальнего Востока России, микросателлиты, аллель, генетическая дифференциация, изоляты.

Образец цитирования: Фрисман Л.В., Шереметьева И.Н., Картавцева И.В., Павленко М.В., Родимцева Д.В. Полиморфизм и уровень дифференциации островных и материковых популяций полевой мыши *Apodemus agrarius* юга Дальнего Востока России по данным анализа микросателлитов // Региональные проблемы. 2022. Т. 25, № 2. С. 77–80. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-2-77-80.

Анализ внутривидовой изменчивости и генетической дифференциации является важнейшим этапом исследования микроэволюционного процесса. Востребованными объектами такого исследования являются виды, ареал которых обширен и представлен системой изолятов. Полевая мышь *Apodemus agrarius* Pallas, 1771 распространена от Центральной Европы до Тихоокеанского побережья Азии. Материковая часть ареала подразделяется в Забайкалье на два крупных изолированных массива. Известен слабый уровень дифференциации этих изолятов по аллозимным [3], кариологическим [2], RAPD [4] и микросателлитным [6, 9] характеристикам. Дискуссионным остается вопрос о времени разделения этих массивов.

На восточной периферии ареала вид заселяет множество островов, в том числе восемь островов залива Петра Великого в Приморье. Острова залива Петра Великого в периоды максимального оледенения в плейстоцене составляли с территорией современного материка единое целое. Отделение островов от материка произошло в голоцене 7000–9500 лет тому назад [1].

Цель настоящей работы – на примере микросателлитных локусов исследовать полиморфизм и дифференциацию островных и материковых популяций полевой мыши. Рассмотрены выборки из популяций полевых мышей четырех островов: Большой Пелис – 27 экз., Русский – 30 экз., Попова – 29 экз., Путятинна – 30 экз. На

материковой части ареала рассматривали выборки южной части Приморского края: Хасанский р-н – 23 экз., Артемовский городской округ – 29 экз., Ханкайский р-н – 30 экз. Кроме того, рассмотрена выборка окрестностей г. Зeya, Амурская область – 30 экз.

ДНК выделена стандартным солевым методом из тканей, фиксированных в 96%-м этаноле. Последовательности праймеров и режимы амплификации локусов GTTDS8, GATAE10A, CAA2A, GTTF9A взяты из работы [10], а для локуса SFM2 из работы [7]. Анализ длин фрагментов проведен на 8-канальном генетическом анализаторе AB-3500 (Applied Biosystems, США). Оценки наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности, соответствия распределению Харди-Вайнберга и F-статистик проведены в программе Arlequin [5]. Работа проведена на приборной базе ИКАРП ДВО РАН.

В общем пуле 228 экземпляров для локуса CAA2A обнаружено 15 аллелей, для GTTF9A – 12, GATAE10A – 12, DSFM2 – 14 и GTTDS8 – 2 аллеля. Соотношение наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности в большинстве рассматриваемых популяций показало статистически значимый недостаток гетерозигот. Суммарно по 5 локусам в островных популяциях обнаружено 44 аллеля, а в материковых – 54. 11 аллелей обнаружены только на материковой части ареала. На островах (Попова, Путятин) обнаружен только один аллель, не встреченный на материке. В островных популяциях, в сравнении с материковыми, наблюдается уменьшение аллельного разнообразия для всех локусов, кроме DSFM2. Наименьшее аллельное разнообразие наблюдалось в популяции полевой мыши острова Большой Пелис (23 аллеля). Этот остров характеризуется наименьшей площадью, наибольшей удаленностью от побережья и са-

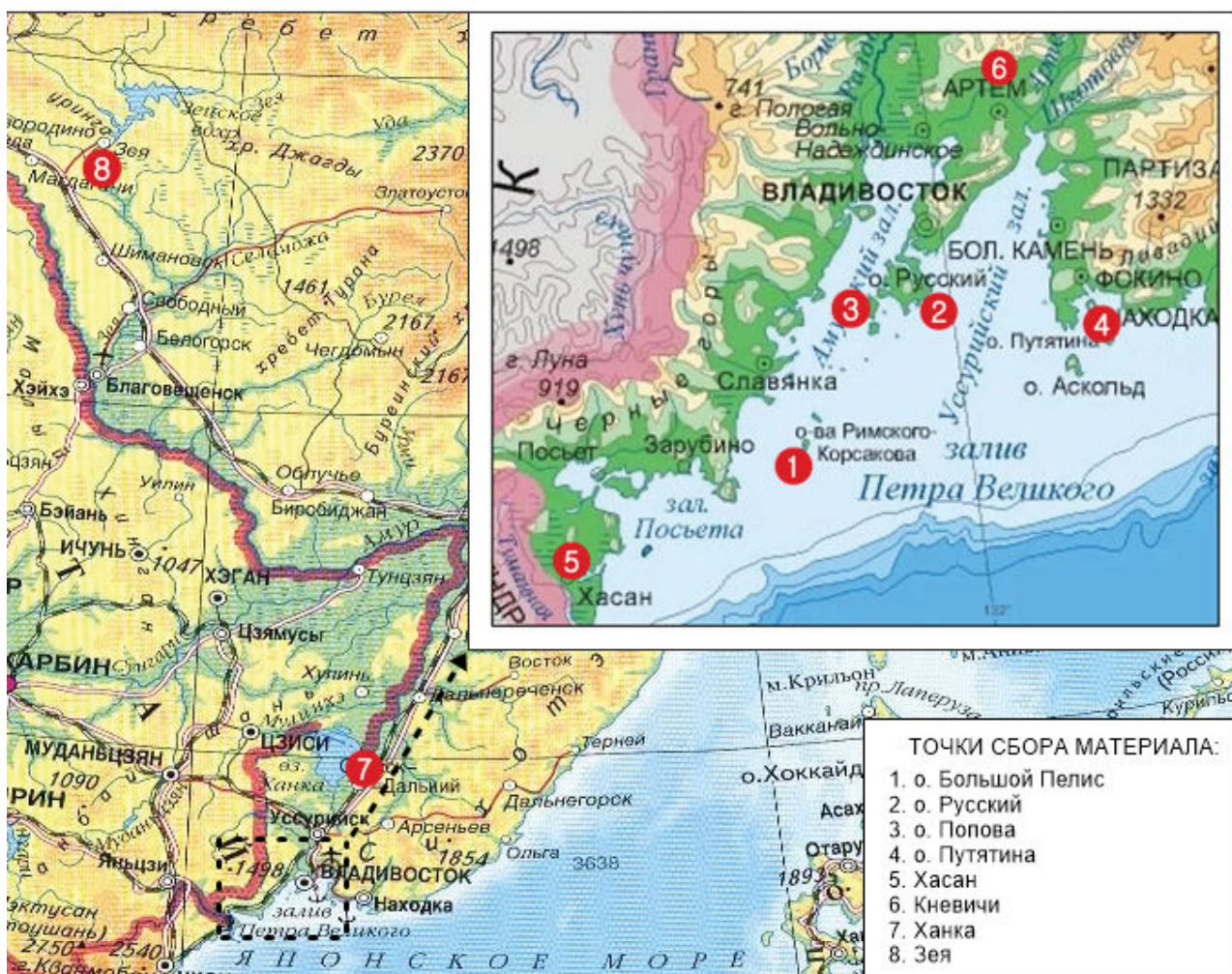


Рис. Карта мест сбора материала полевой мыши

Fig. Sampling locations map of the striped field mouse

мым ранним временем отделения от материка (9500 лет тому назад) [1]. В популяциях островов Русский, Попова и Путятин, близких к материка, обнаружено по 31–33 аллеля. В популяциях материковой части ареала наблюдается уменьшение аллельного разнообразия при движении с юга на север от побережья Приморского края до северной оконечности ареала в Амурской области (от 45 до 35 аллелей). Слабый уровень генетической дифференциации материковых популяций ($F_{st} \leq 0.03$) совпадает с данными по уровню дифференциации популяций внутри западного и восточного материковых изолятов, а также популяций Корейского полуострова и близлежащих к нему островов Намхэ и Кодже [8]. Наиболее отличающейся оказалась популяция острова Большой Пелис, показавшая высокий уровень дифференциации как с материковыми ($0.15 < F_{st} < 0.20$), так и с остальными островными популяциями ($0.13 < F_{st} < 0.28$). Ранее было показано, что эта популяция достоверно отличается от других островных и материковых по краниометрическим параметрам, фенам зубов и вариантам трансферрина крови [11]. Уровень дифференциации популяций близких к материка островов Русский, Попова и Путятин несколько ниже ($0.11 \leq F_{st} \leq 0.15$). Уровень дифференциации популяций этих островов от материковых ($0.06 \leq F_{st} < 0.11$) близок к таковому для западного и восточного материковых изолятов ($F_{st} \leq 0.11$) [6], что можно рассматривать как факт, подтверждающий не более чем голоценовый возраст байкальской дизъюнкции ареала данного вида.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Велижанин А.Г. Время изоляции материковых островов северной части Тихого океана // Доклады АН СССР. 1976. Т. 231, № 1. С. 205–207.
2. Картавцева И.В., Павленко М.В. Хромосомная изменчивость полевой мыши *Apodemus agrarius* (Rodentia, Muridae) // Генетика. 2000. Т. 36, № 2. С. 223–236.
3. Межжерин С.В., Зыков А.Е. Генетическая дивергенция и аллозимная изменчивость мышей рода *Apodemus s. lato* (Muridae, Rodentia) // Цитология и генетика. 1991. Т. 25, № 4. С. 51–58.
4. Atopkin D.M., Bogdanov A.S., Chelomina G.N. Genetic variation and differentiation in striped field mouse *Apodemus agrarius* inferred from RAPD-PCR analysis // Russian Journal of Genetics. 2007. Vol. 43, N 6. P. 665–676.
5. Excoffier L.G., Laval C., Schneider S. Arlequin (version 3.0): An integrated software package for population genetics data analysis // Evol.

6. Bioinform. Online. 2005. Vol. 1. P. 47–50.
6. Frisman L.V., Bogdanov A. S., Kartavtseva I.V., Sheremetyeva I.N., Pavlenko M.V., Shlufman K.V., Kovalskaya Yu.M. Differentiation of continental isolates of the striped field mouse (*Apodemus agrarius* Pallas, 1771) by microsatellite loci // Biology Bulletin Reviews. 2020. Vol. 10, N 5. P. 383–393.
7. Hua Wu, Xiang-Jiang Zhan, Li Yan et al. Isolation and characterization of fourteen microsatellite loci for striped field mouse (*Apodemus agrarius*) // Conservation Genetics. 2008. Vol. 9, N 6. P. 1691–1693.
8. Jo Y.S., Kim H.N., Baccus J.T., Jung J., Genetic differentiation of the Korean striped field mouse, *Apodemus agrarius* (Muridae, Rodentia), based on microsatellite polymorphism // Mammalia. 2016. Vol. 81, N 3. P. 1–11.
9. Latinne A., Navascués M., Pavlenko M., Kartavtseva I., Ulrich R.G., Tiouchichine M.-L., Catteau G., Sakka H., Qийй J.-P., Chelomina G., Bogdanov A., Stanko M., Hang L., Neumann K., Henttonen H., Michaux J. Phylogeography of the striped field mouse, *Apodemus agrarius* (Rodentia: Muridae), throughout its distribution range in the Palearctic region // Mammalian Biology. 2020. Vol. 100, N 1. P. 19–31.
10. Makova K.D., Patton J.C., Krysanov E.Yu., Chessery R.K., Baker R.J. Microsatellite markers in wood mouse and striped field mouse (Genus *Apodemus*) // Molecular Ecology. 1998. Vol. 7, N 2. P. 247–255.
11. Sheremetyeva I.N., Kartavtseva I.V., Pavlenko M.V., Kostenko V.A., Sheremetyev I.S., Katin I.O., Kosoy M.E. Morphological and genetic variability in small island populations of the striped field mouse *Apodemus agrarius* Pallas, 1771 // Biology Bulletin. 2017. Vol. 44, N 2. P. 159–171.

REFERENCES:

1. Velizhanin A.G. Time of isolation of the mainland islands of the northern part of the Pacific Ocean. *Doklady AN SSSR*, 1976, vol. 231, no. 1, pp. 205–207. (In Russ.).
2. Kartavtseva I.V., Pavlenko M.V. Chromosomal variability of field mouse *Apodemus agrarius* (Rodentia, Muridae). *Genetika*, 2000, vol. 36, no. 2, pp. 223–236. (In Russ.).
3. Mezherin S.V., Zыkov A.E. Genetic divergence and allozyme variability in mice of the genus *Apodemus s. lato* (Muridae, Rodentia). *Tsitologiya i genetika*, 1991, vol. 25, no. 4, pp. 51–58. (In Russ.).

4. Atopkin D.M., Bogdanov A.S., Chelomina G.N. Genetic variation and differentiation in striped field mouse *Apodemus agrarius* inferred from RAPD-PCR analysis. *Russian Journal of Genetics*, 2007, vol. 43, no. 6, pp. 665–676.
5. Excoffier L.G., Laval C., Schneider S. Arlequin (version3.0): An integrated software package for population genetics data analysis. *Evol. Bioinform. Online.*, 2005, vol. 1, pp. 47–50.
6. Frisman L.V., Bogdanov A.S., Kartavtseva I.V., Sheremetyeva I.N., Pavlenko M.V., Shlufman K.V., Kovalskaya Yu.M. Differentiation of continental isolates of the striped field mouse (*Apodemus agrarius* Pallas, 1771) by microsatellite loci. *Biology Bulletin Reviews*, 2020, vol. 10, no. 5, pp. 383–393.
7. Hua Wu, Xiang-Jiang Zhan, Li Yan et al. Isolation and characterization of fourteen microsatellite loci for striped field mouse (*Apodemus agrarius*). *Conservation Genetics*, 2008, vol. 9, no. 6, pp. 1691–1693.
8. Jo Y.S., Kim H.N., Baccus J.T., Jung J. Genetic differentiation of the Korean striped field mouse, *Apodemus agrarius* (Muridae, Rodentia), based on microsatellite polymorphism. *Mammalia*, 2016, vol. 81, no. 3, pp. 1–11.
9. Latinne A., Navascuñs M., Pavlenko M., Kartavtseva I., Ulrich R.G., Tiouchichine M.-L., Catteau G., Sakka H., Quիրй J.-P., Chelomina G., Bogdanov A., Stanko M., Hang L., Neumann K., Henttonen H., Michaux J. Phylogeography of the striped field mouse, *Apodemus agrarius* (Rodentia: Muridae), throughout its distribution range in the Palaearctic region. *Mammalian Biology*, 2020, vol. 100, no. 1, pp. 19–31.
10. Makova K.D., Patton J.C., Krysanov E.Yu., Chessery R.K., Baker R.J. Microsatellite markers in wood mouse and striped field mouse (Genus *Apodemus*). *Molecular Ecology*, 1998, vol. 7, no. 2, pp. 247–255.
11. Sheremetyeva I.N., Kartavtseva I.V., Pavlenko M.V., Kostenko V.A., Sheremetyev I.S., Katin I.O., Kosoy M.E. Morphological and genetic variability in small island populations of the striped field mouse *Apodemus agrarius* Pallas, 1771. *Biology Bulletin*, 2017, vol. 44, no. 2, pp. 159–171.

POLYMORFISM AND LEVEL OF DIFFERENTIATION IN ISLAND
AND MAINLAND POPULATIONS OF THE STRIPED FIELD
MOUSE *APODEMUS AGRARIUS* IN THE RUSSIAN FAR EAST SOUTH,
ON THE MICROSATELLITES ANALYSIS DATA

L.V. Frisman, I.N. Sheremetyeva, I.V. Kartavtseva,
M.V. Pavlenko, D.V. Rodimtseva

An assessment of polymorphism and the level of differentiation in insular and mainland populations of the field mouse was carried out. Specimens of four islands in the Peter the Great Bay of the Sea of Japan and four regions on the mainland of the of the Russian Far East South were tested. Nuclear markers of 5 microsatellite loci were studied. The results demonstrate higher allelic diversity in the mainland part of the range, with a significantly higher level of differentiation in the insular part of the range.

Keywords: field mouse, south of the Russian Far East, microsatellites, allele, genetic differentiation, isolates.

Reference: Frisman L.V., Sheremetyeva I.N., Kartavtseva I.V., Pavlenko M.V., Rodimtseva D.V. Polymorfism and level of differentiation in island and mainland populations of the striped field mouse *Apodemus Agrarius* in the Russian Far East South, on the microsatellites analysis data. *Regional'nye problemy*, 2022, vol. 25, no. 2, pp. 77–80. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-2-77-80.

Поступила в редакцию 25.04.2022

Принята к публикации 11.06.2022