

Павленко Марина Владимировна – Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток

Marina V. Pavlenko – Institute of Biology and Soil Science, FEB RAS, Vladivostok

Цвирка Марина Владимировна – Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток

Marina V. Tsvirka – Institute of Biology and Soil Science, FEB RAS, Vladivostok

Кораблёв Владимир Павлович – Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток

Vladimir P. Korablev – Institute of Biology and Soil Science, FEB RAS, Vladivostok

Пузаченко Андрей Юрьевич – Институт географии РАН, Москва

Andrey Yu. Puzachenko – Institute of Geography RAS, Moscow

УДК 599.323.6:591.9.: [59.088+59.086+59.085+59.087]

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЦОКОРОВ
(RODENTIA, SPALACIDAE, MYOSPALACINAE)
НА ВОСТОКЕ РОССИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕНЕТИЧЕСКОГО
И МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

DISTRIBUTION OF ZOKORS
(RODENTIA, SPALACIDAE, MYOSPALACINAE)
IN THE EAST OF RUSSIA BASED ON GENETIC
AND MORPHOLOGICAL ANALYSIS

Представлены новые данные о распространении цокоров (*Myospalax* sp.) – эндемичных грызунов Азии – на востоке России (в Забайкалье и Приханкайской равнине в Приморском крае) на основе таксономических, генетических и морфологических исследований. Для видовой идентификации были применены методы кариологического анализа и молекулярно-генетического типирования (мтДНК), а также морфологические признаки (краниометрия). В этом регионе выявлено четыре различающихся между собой вида: *Myospalax aspalax*, *M. armandii*, *M. epsilon* в Южном Забайкалье и *M. psilurus* в Приморье. Представлены карты распространения видов и местонахождения для генетически и морфологически типированных экземпляров.

Ключевые слова: *Myospalax*, генетические маркеры, дифференциация, географическое распространение.

Distribution of endemic Asian rodents Zokors (*Myospalax* sp.) in the East of Russia (Transbaikalia and Khanka Plain), based on new taxonomical, genetic and morphological data are presented. Both karyotype and mtDNA markers as well as morphological characters (craniometry) were used for species delimitation. There are four distinct species inhabiting this region: *Myospalax aspalax*, *M. armandii*, *M. epsilon* in South Transbaikalia, and *M. psilurus* in Khanka Plain. Maps of species distribution and the list of localities for genetic and morphological typed specimens are presented.

Key words: *Myospalax*, genetic markers, differentiation, geographic distribution.

Современные стратегии охраны популяций редких видов животных должны базироваться на знании их генетического и систематического статусов, надежных сведений о распространении и экологическом состоянии. Далеко не для всех видов фауны млекопитающих Дальнего Востока, занесенных в Красные книги, эта информация достаточна. К таковым относятся и цокоры – представители древней, известной еще с плейстоцена, группы грызунов, обитатели степей и лесостепей Евразии. Они являются узкоспециализированной и приспособленной к подземному образу жизни эндемичной группой грызунов Восточной Азии. Систематическое положение группы спорно – от ранга самостоятельного подотряда грызунов или особого семейства среди мышеобразных до подсемейства в семействе хомяковых [1, 2, 11, 12]. Согласно недавним исследованиям на основе молекулярно-генетических маркеров, современных цокоров рассматривают в составе семейства слепышовых Spalacidae как подсемейство Myospalacinae [20, 21], представленное одним (*Myospalax*) либо двумя (*Myospalax* и *Eospalax*) родами. Группа современных цокоров включает не более 7–10 видов [30]. Основные области обитания этих видов находятся в Китае и Монголии [19, 26, 30, 31] (рис. 1). В России находятся их краевые участки. Сведения о границах видовых ареалов нуждаются в уточнении.

Генетические и морфологические исследования последних лет, выполненные группой сотрудников лаборатории эволюционной зоологии и генетики БПИ ДВО РАН и лаборатории биогеографии ИГРАН, позволили прояснить систематическое положение группы и филогенетические отношения, выявить новый для фауны России вид и в результате более точно очертить границы распространения цокоров *Myospalax* на востоке России.

Так, в Юго-Восточном Забайкалье обнаружена ранее неизвестная генетическая форма цокоров [4, 5], впоследствии отнесенная на основании морфологического исследования к новому для фауны России виду – цокору Арманда (*Myospalax armandii* Milne-Edwards, 1867) [13, 14]. Проведены комплексный генетический (исследование хромосомных наборов, электрофоретических вариантов белков крови как биохимических маркеров генов, РАПД-ПЦР) и морфологический (краниометрия, строение зубной системы и качественные характеристики отдельных структур черепа) виды анализа. Совокупность полученных данных позволяет рассматривать «приморскую» и «забайкальскую» краевые популяции маньчжурского цокора как самостоятельные виды – *Myospalax psilurus* Milne-Edwards 1874 и *M. epsilanus* Thomas, 1912 соответственно или как формы *in statu nascendi* в составе надвида *M. psilurus* [9, 10, 15, 24, 25]. Картина дифференциации на основе изменчивости маркеров митохондриального генома – гена цитохрома b (Cyt b) – и гипервариабельного участка контрольного региона [16, 17, 28, 29] согласуется с таковой по указанным выше признакам.

Имеющиеся данные дают основание считать, что в этом регионе (Юго-Восточное Забайкалье и Юго-Западное Приморье) и на сопредельных территориях Китая и Монголии обитают цокоры четырех генетически и морфологически дискретных таксонов видового ранга: *Myospalax aspalax* (Pallas, 1776), *M. armandii* (Milne-Edwards, 1867), *M. psilurus* (Milne-Edwards, 1874), *M. epsilanus* (Thomas, 1912).

Список местонахождений, откуда имеется генетически и морфологически типированный материал, приведен в табл. Варианты кариотипа указаны по источникам [4–6, 10, 25]; электрофоретические варианты трансферрина даны в соответствии со схемой, приведенной в статьях [9, 10, 23, 27]; видовая принадлежность – на основе морфологических признаков по [13, 25]; молекулярно-генетические характеристики – по [15, 17].

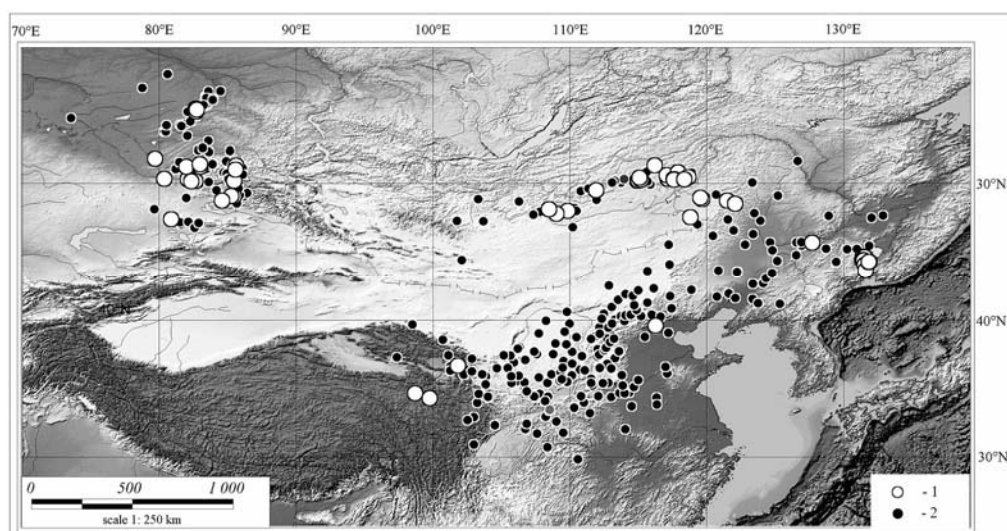


Рис. 1. Кадастровая карта ареала цокоров (*Myospalacinae*) [по: 13], составленная по коллекционным материалам ЗМ МГУ (г. Москва), ЗИН РАН (г. Санкт-Петербург), БПИ ДВО РАН (Владивосток), Сибирского зоологического музея ИСЭЖ СО РАН (г. Новосибирск), материалам сайтов <http://www.wwfchina.org/csis/search/english/namedetail.shtm>; <http://arctos.database.museum/SpecimenDetail.cfm> и литературным данным. 1 – местонахождения экземпляров, вошедших в выборку для морфометрического анализа, 2 – местонахождения

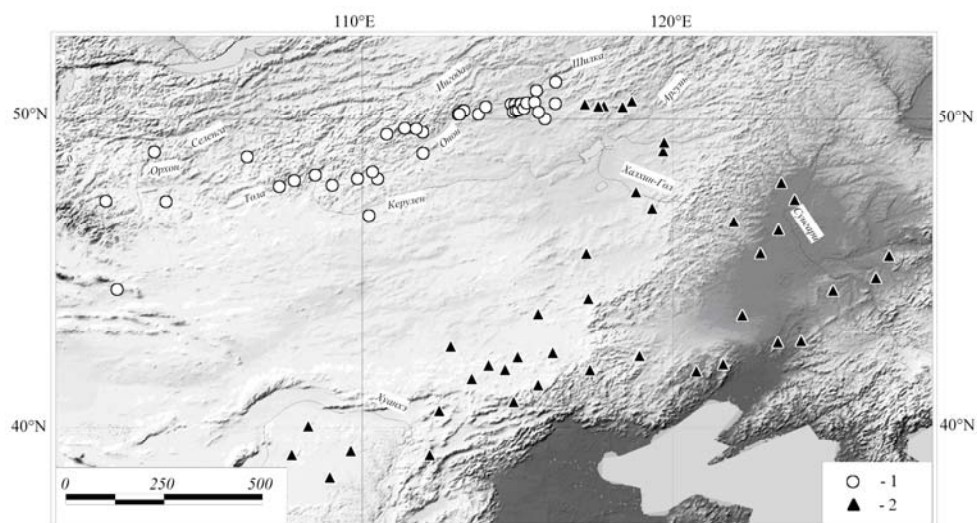


Рис. 2. Распространение даурского цокора (*M. aspalax*) (1) и цокора Арманда (*M. armandii*) (2) по коллекционным материалам ЗМ МГУ (г. Москва), ЗИН РАН (г. Санкт-Петербург), БПИ ДВО РАН (г. Владивосток), материалам сайтов <http://www.wwfchina.org/csis/search/english/namedetail.shtm>; <http://arctos.database.museum/SpecimenDetail.cfm> и литературным данным [по: 13]

Даурский цокор (*Myospalax aspalax*) распространен в Ононской Даурии по долинам р. Онон и ее притоков от левобережья, в верхнем течении от района Сохондинского заповедника до национального парка Алханай. Далее на восток, на правобережье, и по междуречью рек Онон и Аргунь до отрогов Нерчинского хребта и Адуно-Челона.

Генетически и морфологически типированный нами как *Myospalax aspalax* материал происходит из 6 локалитетов Акинского, Ононского, Борзинского, Балейского районов Забайкальского края. Все они расположены в пределах уточненного ранее ареала вида [3].

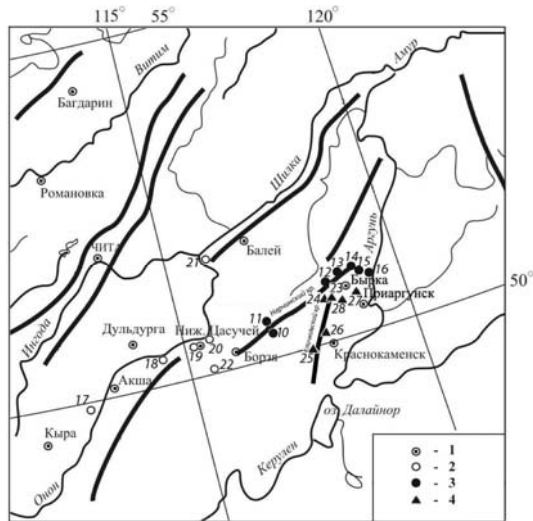


Рис. 3. Распространение трех видов цокоров в Юго-Восточном Забайкалье по данным генетического и морфологического типирования: 1 – населенные пункты; 2 – *Myospalax aspalax*; 3 - *Myospalax epsilanus*; 4 – *Myospalax arandii*. Здесь на рис. 4 нумерация точек сбора материалов см. в табл.

Myospalax arandii, указанный нами первоначально как новая хромосомная форма под именем *Myospalax «klichka»* [4, 5, 22], обнаружен и генетически типирован только по животным, происходящим из долин в отрогах Кличкинского хребта в Приаргунье (окрестности сел Ковыли, Маргуцек, Соктуй-Милозан, Досатуй, Бырка, падь Караганату).



Рис. 4. Местонахождения генетически и морфологически типированных поселений *Myospalax psilurus* в Приморском крае

Этот район расположен в пределах предполагаемого ранее ареала маньчжурского цокора [3]. Вид обладает, предположительно, обширным ареалом в

Китае [13] (рис. 2). Не исключено, что обследованный нами участок в Юго-Восточном Забайкалье может быть изолирован от основного массива ареала в Китае.

В отрогах Нерчинского хребта и к востоку и северо-востоку до Приаргунья по долинам рек Калга, Калгукан, Газимур, Средняя и Нижняя Борзя обитает *M. epsilon*. Генетически и морфологически материал определен из 7 локалитетов Борзинского, Александрово-Заводского, Калганского, Газимуро-Заводского районов. Участок ареала *M. epsilon* в Забайкалье вклинивается между ареалами *M. armandii* и *M. aspalax* (рис. 3).

Результаты генетических, морфологических исследований и данные полевых наблюдений позволяют считать, что ареалы этих трех видов на данной территории не перекрываются, но разграничены очень узкой полосой (рис. 3).

На юге ДВ России (Приморский край) обитает *M. psilurus*. К настоящему времени, по данным наших полевых наблюдений, отмечено 22 локальных поселений на двух, предположительно изолированных участках ареала: первый – на Приханкайской равнине, второй – в долине р. Кроуновка, правобережного притока р. Раздольная. Цокоры 9 из этих 22 поселений были включены в генетический и морфологический виды анализа (табл., рис. 4). Номинативный таксон описан из Китая, район Пекина. В Приморском крае находится периферический восточный участок ареала.

Цокоры (Myospalacinae) рассматриваются в ряду приоритетных групп грызунов для разработки мер сохранения биоразнообразия мелких млекопитающих [18]. Корректные данные об ареалах и таксономической принадлежности популяций цокоров, обитающих на востоке России, необходимы для разработки охранных мероприятий. Так, популяция маньчжурского цокора Приханкайской равнины внесена в Красные книги РФ и Приморского края [7, 8]. В то же время забайкальские цокоры *M. epsilon* и *M. armandii* такого статуса пока не имеют.

Для уточнения границ ареалов необходимы комплексные генетикоморфологические исследования цокоров из Китая и Монголии и продолжение работ в Юго-Восточном Забайкалье (в междуречье Шилки и Аргуни, в бассейне Онона), а также в зонах контакта разных видов.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (09-04-01303, 12-04-00795а, 12-04-10047к), РФФИ_ГФЕН (№ 06-04-39015) и ДВО РАН (07-III-Д-06-048; 09-III-В-138; 10-III-В-06-107; 12-III-Д-06-007).

Авторы благодарят администрацию и сотрудников Даурского государственного биосферного природного заповедника.

Список литературы

1. Гамбарян П.П. Положение рода цокоров (*Myospalax*) в системе грызунов. Сообщение I. Мышцы головы и подкожные мышцы // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. 1982. Т. 115. С. 3-22.
2. Громов И.М., Ербаева М.А. Млекопитающие фауны России и сопредельных стран. Зайцеобразные и грызуны. СПб: ЗИН РАН, 1995. 522 с.
3. Кирилюк В.Е., Кораблев В.П. Границы ареалов даурского и маньчжурского цокоров в Забайкалье // Териофауна России и сопредельных территорий. М. 2003. С. 158-159.
4. Кораблев В.П., Павленко М.В. Генетические характеристики и географическое распространение цокоров *Myospalax* в Забайкалье // Природоохранное сотрудничество Читинской области и Автономного района Внутренняя Монго-

лия в трансграничных экологических регионах. Матер. межд. конф., 29–31 октября 2007. Чита, 2007. С. 188–190.

5. *Кораблев В.П., Павленко М.В.* Цитогенетические характеристики и географическое распространение цокоров *Myospalax* в Забайкалье // Териофауна России и сопредельных территорий. Москва, 2007. С. 216.

6. *Кораблев В.П., Павленко М.В., Пузаченко А.Ю., Цвирка М.В.* Комплексное исследование цокоров *Myospalax* российской части бассейна Амур // Комплексные исследования природной среды в бассейне реки Амур. III Дружининские чтения. Матер. межрегион. науч. конф. 2009. Т. 2. С. 198–200.

7. *Костенко В.А.* Маньчжурский цокор *Myospalax psilurus epsilanus* // Красная Книга России. М.: Изд-во АСТ, Астрель, 2001. С. 625–626.

8. *Костенко В.А., Кораблев В.П.* Маньчжурский цокор // Красная книга Приморского края: Животные. Владивосток: Изд-во АВК Апельсин, 2005. С. 363–365.

9. *Павленко М.В., Кораблев В.П.* Генетическая дифференциация, систематическое положение и проблема охраны краевых популяций маньчжурского цокора *Myospalax psilurus* (Rodentia, Myospalacinae) // Проблемы эволюции. Владивосток: Дальнаука, 2003. Т. 5. С. 167–177.

10. *Павленко М.В., Кораблев В.П., Цвирка М.В.* Генетическая дифференциация и систематика цокоров востока России: сравнение периферических популяций маньчжурского цокора (*Myospalax psilurus*, Rodentia, Spalacidae) // Зоол. журн. 2014. Т. 93. № 7. С. 906–916.

11. *Павлинов И.Я., Лисовский А.А.* Млекопитающие России: систематико-географический справочник. М.: Тов. науч. изд. КМК, 2012. 604 с.

12. *Павлинов И.Я., Яхонтов Е.Л., Агаджанян А.К.* Млекопитающие Евразии. I. Rodentia: Систематико-географический справочник. (Исследования по фауне). М.: МГУ, 1995. 240 с.

13. *Пузаченко А.Ю., Павленко М.В., Кораблев В.П.* Морфометрическая изменчивость черепа цокоров (Myospalacinae, Rodentia) // Зоол. журн. 2009. Т. 88, № 1. С. 92–112.

14. *Пузаченко А.Ю., Павленко М.В., Кораблев В.П., Цвирка М.В.* Цокор Арманды (*Myospalax armandii* (Milne-Edwards 1867) – новый вид в фауне России // Матер. Междун. совещ. “Териофауна России и сопредельных территорий” (VIII съезд Териологического общества). Москва, 1–4 февраля. Москва, 2011. С. 387.

15. *Цвирка М.В., Павленко М.В., Кораблев В.П.* Генетическое разнообразие и филогенетические взаимоотношения в подсемействе цокоров Myospalacinae (Rodentia, Muridae) по результатам RAPD-PCR анализа // Генетика. 2011. Т. 47, № 2. С. 231–235.

16. *Цвирка М.В., Павленко М.В., Кораблев В.П.* Генетическое разнообразие и дифференциация периферических популяций цокоров востока России // Регионы нового освоения: теоретические и практические вопросы изучения и сохранения биологического и ландшафтного разнообразия. сб. докл. [Электронный ресурс]. – ИВЭП ДВО РАН, Хабаровск, Хабаровск, 2012. С. 177–182.

17. *Цвирка М.В., Павленко М.В., Кораблев В.П.* Молекулярно-генетические методы в исследовании изменчивости, дифференциации, филогении и филогеографии цокоров (Rodentia, Spalacidae) Восточной Азии. Современные проблемы биологической эволюции. Материалы II Межд. Конф. 11–14 марта 2014 г. М. 2014. С. 97–101.

18. *Amori G., Gippoliti S.* A higher–taxon approach to rodent conservation priorities for the 21st century // Animal Biodiversity and Conservation. 2003. Vol. 26. № 2. P. 1–18.

19. Batsaikhan N., Samiya R., Shar S., King S.R.B. A field guide to the mammals of Mongolia. London: ZSL, 2010. 307 p.
20. Jansa S., Weksler M. Phylogeny of Muroid rodents: relationships within and among major lineages determined by IBPR gene sequences // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2004. Vol. 31. P. 256-276.
21. Norris R., Zhou K., Zhou C., Yang G., Kilpatrick C., Honeykutt R. The phylogenetic position of the zokors (Myospalacinae) and comments on the families of muroids (Rodentia) // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2004. Vol. 31. P. 972-978.
22. Pavlenko M.V., Korablev V.P. Genetic diversity and geographic distribution of zokor *Myospalax* (Rodentia) in southern Transbaikalia // Ecosystems of Mongolia and frontier areas of adjacent countries: natural resources, biodiversity and ecological prospects. Ulaanbaatar, 2005. P. 300-302.
23. Pavlenko M., Korablev V., Tsvirka M., Pang J. Genetic differentiation of zokors (Rodentia, Myospalacinae) from East Russia: protein electrophoretic markers, karyological and molecular data // Abstr. 11th Intern. conf. on rodent biology "Rodens et Spatium". July 26-28. Myshkin (Russia). 2008. P. 57.
24. Puzachenko A.Y., Pavlenko M.V., Korablev V.P., Tsvirka M.V. Genetic and morphological differentiation in zokors, *Myospalax psilurus* – *Myospalax epsilanus* group // Abstr. 13th Intern. conf. on rodent biology "Rodens et Spatium". July 16-20. Rovaniemi (Finland). 2012. P. 166.
25. Puzachenko A.Y., Pavlenko M.V., Korablev V.P., Tsvirka M.V. Karyotype, genetic and morphological variability in North China zokor *Myospalax psilurus* (Rodentia, Spalacidae, Myospalacinae) // Russian J. Theriol. 2014. Vol. 13 (1). P. 27-46.
26. Smith A.T., Xie Y. Mammals of China. Princeton; Oxford: Princeton Univ. Press, 2013. 393 p.
27. Tsvirka M., Pavlenko M., Korablev V., Pang J. Molecular-genetic relationships of the zokors (Rodentia, Myospalacinae): analysis of D-loop region polymorphism // Abstr. of Int. symp. "Modern Achievements in Population, Evolutionary, and Ecological Genetics". Vladivostok – Vostok Marine Biological Station, September 6-12. Vladivostok, 2009. P. 48.
28. Tsvirka M.V., Pavlenko M.V., Korablev V.P. Genetic differentiation of the zokors (Rodentia, Myospalacinae) inferred from variation of two mitochondrial DNA markers: cytochrome b and control region // Molecular Phylogenetics. Contributions to the 2nd Moscow Int. Conf. "Molecular Phylogenetics" (MolPhy-2), May 18-21, 2010. M: Torus Press, 2010. P. 173.
29. Tsvirka M.V., Pavlenko M.V., Korablev V.P. Genetics differentiation and systematics of peripheral populations of eastasian endemic rodent *Myospalax psilurus* (Rodentia, Spalacidae) // Abstr. Inter. Symp. "Modern Achievements in Population, Evolutionary, and Ecological Genetics". Vladivostok – Vostok Marine Biological Station, September 2-6. Vladivostok, 2013. P. 72.
30. Wilson D.E., Reeder D.A.M. (eds.) Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. 3rd ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2005. 2142 p.
31. Zhang, Y., Jin S., Quan G., Li S., Ye Z., Wang F., Zhang M. Distribution of mammalian species in China. Beijing: China Forestry Publishing House, 1997. 280 p.

**Результаты генетического и морфологического типирования цокоров из
основных местонахождений на востоке России**

№	Местоположение выборки	Код	Кариотип	TF	Морф о-тип	RAPD	Cyt b	C-reg
1	Россия, Приморский край, Пограничный р-н, окр. с. Бойкое	PBK	2n=64 NFa=106-108	B	psil	psil	psil	psil
2	Там же, Пограничный р-н, падь Карангинная	PKA	То же	B	psil	psil	psil	psil
3	Там же, Пограничный р-н, падь Гладкая	PGL	То же	B	psil	psil	psil	psil
4	Там же, Пограничный р-н, окр. с. Барабаш-Левада и бывш. Решетниково	PBL	То же	B	psil	psil	psil	psil
5	Там же, Пограничный р-н, окр. с. Духовское	PDU	То же	B	psil	psil	psil	psil
6	Там же, Пограничный р-н, окр. с. Дружба	PDR	То же	B	psil	psil	psil	psil
7	Там же, Хорольский р-н, окр. с. Прилуки	PPL	То же	B	psil	psil	psil	psil
8	Там же, Октябрьский р-н, с. Ильичёвка	PIL	То же	B	psil	psil	psil	psil
9	Там же, Уссурийский район, окр. с. Кроуновка	PKR	То же	B	psil	psil	psil	psil
10	Россия, Забайкальский край, Борзинский р-н, окр. с. Цаган-Олуй	ZTO	2n=64, NFa=108-112	C	eps	eps	eps	eps
11	Там же, Борзинский р-н, окр. с. Усть-Озёрная	ZTO	То же	C	eps	eps	eps	eps
12	Там же, Приаргунский р-н, долина р. Калгукан	ZKL	То же	C	eps	eps	eps	eps
13	Там же, Калганский р-н, окр. с. Калга	ZKL	То же	C	eps	eps	eps	eps
14	Там же, Калганский р-н, окр. с. Доно	ZBD	То же	C	eps	eps	eps	eps
15	Там же, Александрово-Заводский р-н, окр. с. Бутунтай	ZBD	То же	C	eps	eps	eps	eps
16	Там же, Приаргунский р-н, окр. с. Заргол	ZZG	То же	C	eps	eps	eps	eps
17	Россия, Забайкальский край, Акинский р-н, окр. с. Нарасун, левобережье р. Онон	ASNAR	2n=62, NFa=100-108	A	asp	asp	asp	asp
18	Там же, Ононский р-н, окр. с. Куранжа	ASKUR	То же	A	asp	asp	asp	asp
19	Там же, Ононский р-н, окр. с. Нижний Цасучей, правобережье р. Онон	ASNT	То же	A	asp	asp	asp	asp

Окончание табл.

№	Местоположение выборки	Код	Карิโอтип	TF	Морф о-тип	RAPD	Cyt b	C-reg
20	Там же, Ононский р-н, окр. с. Икарал, правобережье р. Онон	ASIK	To же	A	asp	asp	asp	asp
21	Там же, Балейский р-н, окр. с. Ундино Поселье, низовье р. Унда, правобережье р. Онон	ASUP	To же	A	asp	asp	asp	asp
22	Там же, граница Ононского, Оловянского и Борзинского районов, хр. Адун-Чолон	ASAD	To же	A	asp	asp	asp	asp
23	Там же, Краснокаменский р-н, дорога между с. Ковыли, с. Маргудек, Кличкинский хребет	ARKOV	2n=62 NFa=90-92	C1	armd	armd	armd	armd
24	Там же, Краснокаменский р-н, окр. с. Ковыли, Кличкинский хребет	ARKOV	To же	C1	armd	armd	armd	armd
25	Там же, Краснокаменский р-н, 25 км по дороге от с. Соктуй-Милозан до с. Ковыли, Кличкинский хребет	ARKOV	To же	C1	armd	armd	armd	armd
26	Там же, Краснокаменский р-н, окр. с. Усть-Тасуркай, падь Алястуй	ARUDB	To же	C1	armd	armd	armd	armd
27	Там же, Приаргунский р-н, 29-30 км по дороге от с. Досатуй до с. Бырка, долина р. Верхняя Борзя, правый берег	ARUDB	To же	C1	armd	armd	armd	armd
28	Там же, Приаргунский р-н, 10-12 км от с. Целинное, падь Вершина Караганату, Кличкинский хребет	ARKAR	To же	C1	armd	armd	armd	armd