

УДК 577.21:599.735.

НЕОЖИДАННОЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ АЗИАТСКИХ КОРОТКОХВОСТЫХ ЗЕМЛЕРОЕК РОДА *Blarinella* (Mammalia, Lipotyphla, Soricidae)

© 2017 г. А. А. Банникова^{1,*}, А. В. Абрамов², В. С. Лебедев¹, Б. И. Шефтель³

Представлено академиком РАН В.В. Рожновым 02.12.2016 г.

Поступило 06.12.2016 г.

Представлены результаты изучения генетического разнообразия рода *Blarinella* по одному митохондриальному и четырем ядерным генам. Впервые генотипированы землеройки с юго-востока провинции Ганьсу (КНР) — типовой территории *B. griselda*. Результаты молекулярно-генетического исследования показали, что *Blarinella* sp. из южного Ганьсу стоит особняком среди других представителей рода и не может быть отнесена ни к одному из известных видов.

DOI: 10.7868/S0869565217130278

Согласно современным представлениям [1, 2], род *Blarinella* (азиатские короткохвостые землеройки) включает три вида: *B. quadraticauda* Milne-Edwards, 1872, *B. wardi* Thomas, 1915 и *B. griselda* Thomas, 1912. *B. quadraticauda* (тип рода) описана по экземпляру из Моупин (Баоксинг, провинция Сычуань, КНР) под именем *Sorex quadraticauda* [3]. В самостоятельный род *Blarinella* азиатские короткохвостые землеройки были выделены Thomas [4]. В последующем ряд авторов были не согласны с видовым статусом *griselda* и *wardi* и рассматривали их как подвиды *B. quadraticauda* [5–7]. Только относительно недавно при таксономической ревизии рода *Blarinella* на основе краниометрического анализа [1] ранг *B. griselda* и *B. wardi* снова был поднят до видового [2, 8]. Согласно результатам последних исследований [1, 9], *Blarinella quadraticauda* обитает на западе провинции Сычуань (КНР). Ареал *B. wardi* ограничен севером Мьянмы и северо-западом провинции Сычуань (КНР). *B. griselda* имеет самое широкое распространение от юга провинции Ганьсу до севера Вьетнама и от северо-запада провинции Юньнань до северо-запада провинции Хубэй (рис. 1).

Опубликованные молекулярные данные по роду *Blarinella* относятся преимущественно к митохондриальным генам *cyt b* и *16S rРНК* [10]. Результаты их анализа подтвердили обособленность *B. wardi*, однако таксон *B. griselda* оказался парафилетическим относительно *B. quadraticauda*. Последовательности, отнесенные к последнему виду, формируют кладу, близкую к одной из гаплогрупп полиморфной *B. griselda*. На основании этих результатов авторами работы [10] было высказано предположение, что *B. quadraticauda* — лишь подвид *B. griselda*, что неверно, так как не соответствует правилам номенклатуры: вид *B. quadraticauda* был описан раньше. Кроме того, учитывая широкое распространение и сложность морфологической диагностики видов этой группы, можно допустить, что полученный результат стал следствием неполноты географической выборки. Например, до сих пор не были генотипированы землеройки юго-востока провинции Ганьсу — типовой территории *B. griselda*.

Материалом для нашей работы послужили сборы мелких млекопитающих, выполненные в рамках совместной экспедиции Российской академии наук и Академии наук КНР в южной части провинции Ганьсу, окрестности Национального заповедника Тайзишань (КНР) и сборы экспедиций Российско-Вьетнамского Тропического центра. Использованный в работе оригинальный материал и номера секвенированных последовательностей, депонированных в GenBank, представлены в табл. 1.

Мы секвенировали фрагменты ядерных генов (*ApoB*, *BRCA2*, *RAG2* и *IRBP*) и полную после-

¹ Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

² Зоологический институт Российской Академии наук,
Санкт-Петербург

³ Институт проблем экологии и эволюции
им. А. Н. Северцова Российской Академии наук, Москва
*E-mail: hylomys@mail.ru

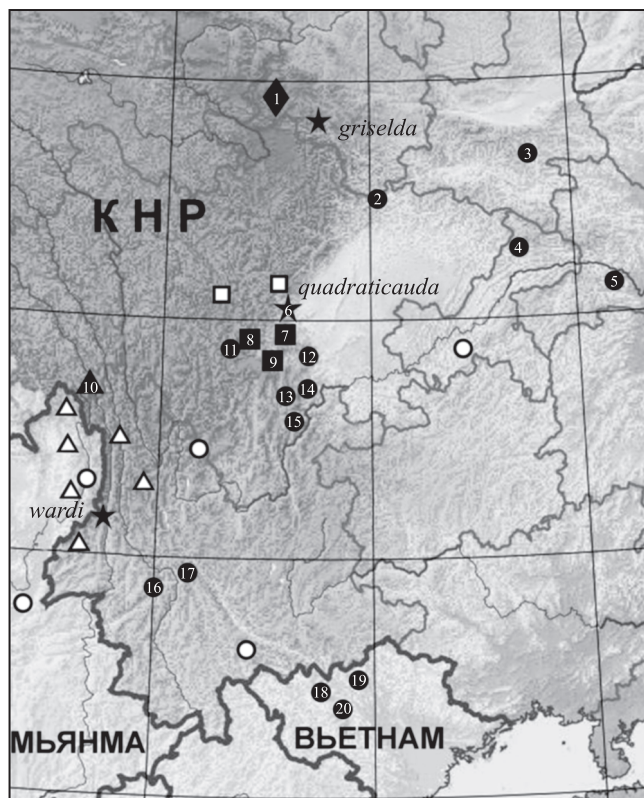


Рис. 1. Географическое распространение видов *Blarinella* по морфологическим и генетическим данным *B. wardi* (треугольники), *B. griselda* (кружки), *B. quadraticauda* (квадраты), *Blarinella* sp. из Ганьсу (ромб). Звездочками обозначена тега туриса для *Blarinella* spp. Незаштрихованные значки — определение по морфологическим данным [1, 9], заштрихованные значки — определение по молекулярным данным (наши данные и данные работы [10]). Локалитеты, для которых известен генотипированный материал (рис. 3), пронумерованы. *Blarinella* sp.: 1 — КНР, Тайзишань. *B. griselda*: 2 — КНР, Кингшуа; 3 — КНР, Шани; 4 — КНР, Кайксиан; 5 — КНР, Чанэнг; 11 — КНР, Шимень; 12 — КНР, Схэтонг; 13 — КНР, Мейгу; 14 — КНР, Мабиан; 15 — КНР, Джиньянг; 16 — КНР, Фенгкинг; 17 — КНР, Джингдонг; 18 — Вьетнам, Са Па; 19 — Вьетнам, Ха Занг; 20 — Вьетнам, Ван Бан. *B. quadraticauda*: 6 — КНР, Баоксинг; 7 — КНР, Тианквен; 8 — КНР, Людинг; 9 — КНР, Лэшань. *B. wardi*: 10 — КНР, Дикинг.

довательность митохондриального гена *cyt b* семи экземпляров *Blarinella* и шести других видов *Soricinae*. Помимо этого, в работе использовали данные, доступные в GenBank: 24 первичные нуклеотидные последовательности митохондриального гена *cyt b* (NC023950, AB175144, JF719701–JF719705, JF719707–JF719719, JF719725, KJ131179, GU981258, GU981259) и пять последовательностей ядерных генов *ApoB*, *BRCA1* и *RAG2* (GU981108, DQ630268, DQ630276, GU981441, AY121769) *Blarinella* spp., а также 34 последовательности других землероек (AB108769, AB175071, AB175088,

AB175090, AB175093–AB175095, AB175100–AB175103, AB175106, AB175107, AB175110–AB175113, AB175115, AB175116, AB175134–AB175136, AB175140, AB175142, AB175147, AB175149, AB175150, AY546689, AY611574, GU981260, GU981266, GU981268, GU981300, HQ621859).

По результатам филогенетического анализа данных секвенирования были построены митохондриальное дерево по всем заменам положений 1 и 2 и трансверсиям положения 3 в кодонах полной последовательности *cyt b* (1140 п.н.) и суммарное дерево для комбинированной последовательности из пяти ядерных генов (3555 п.н.).

Результаты молекулярно-генетического исследования показали, что *Blarinella* sp. (Ch11-111) из южной части провинции Ганьсу (Тайзишань) стоит особняком среди представителей рода. Анализ четырех ядерных генов (рис. 2) показал высокий уровень различий между экземпляром Ch11-111 из заповедника Тайзишань и группировкой образцов *B. griselda* из Вьетнама. Более того, на митохондриальном древе по гену *cyt b* (рис. 3) этот образец не образовал монофилетическую группу с другими *Blarinella* как из Вьетнама (наши данные), так и из Китая [10]. Генетическая дистанция (р-дистанция) между образцом Ch11-111 и другими видами *Blarinella* (~17%) превышает средние межвидовые расстояния по *cyt b* у млекопитающих [11] и оказывается даже выше дистанции между родами *Blarina* и *Cryptotis* (~15%).

По весу и размерам тела (масса 8,6 г, длина тела 75 мм, длина хвоста 35 мм, длина ступни 13 мм) данная особь соответствовала описанию *B. griselda* — единственному виду рода, указанному для южной части провинции Ганьсу [12]. Однако наш зверек отличался более робустным черепом, что сближает его с *B. quadraticauda* [1], обитающим в центральной части провинции Сычуань.

Кариотип этой особи ($2n = 49$, $NFa = 50$) включает одну пару крупных метацентрических аутосом, 21 пару акроцентрических аутосом и гетерозиготную пару, в которую входят средних размеров метацентрик и два акроцентрика. Половые хромосомы представлены метацентрической X-хромосомой средних размеров и мелкой Y-хромосомой [13]. Данный кариотип существенно отличается как от кариотипа *B. wardi* ($2n = 32$, $NFa = 58$) из провинции Юньнань [14], так и *Blarinella* cf. *quadraticauda* ($2n = 44$) [15].

Таким образом, таксономическая принадлежность экземпляра *Blarinella* sp. из южной части провинции Ганьсу остается неясной.

Учитывая высокое генетическое разнообразие таксона, именуемого в современной литературе как *Blarinella griselda*, встает вопрос, что есть

Таблица 1. Список использованных в работе образцов и их номера в GenBank

Вид	Шифр коллекции	Музейный шифр	сyt b	RAG2	BRCA2	АpoB	IRBP
<i>Blarinella griselda</i>	Bl 12-40	ЗИН 101574	KY249528*	KY249545*	KY249539*	KY249533*	KY249551*
	Bl 12-61	ЗИН 101575	KY249529*	KY249546*		KY249534*	KY249552*
	Bl 05-36	ЗИН 91211	KY249525*	KY249547*			
	Bl 05-42	ЗИН 96272	KY249531*	KY249542*	KY249531*		
	Bl 05-43	ЗИН 96273	KY249526*	KY249543*			
	Bl 08-136	ЗИН 97788	KY249532*	KY249544*		KY249532*	
<i>Blarinella</i> sp.	Ch11-111	S-195179	KY249530*	KY249547*	KY249540*	KY249535*	
<i>Chodsigoa hypsibia</i>	Ch11-59	S-195189	KX354165	—	KY082639 KY082640	KY082621	KY082659
	Ch11-60		KX354166				
	Ch11-72	S-195190	KX354167				
<i>Chodsigoa</i> sp.	Ch11-81	S-195188	KX354168				
<i>Chodsigoa parca</i>	AVA10-29	ЗИН 99787		KY082638		KY082620	
<i>Blarina brevicauda</i>	P02-5			KY249548*	KY249541*	KY249536*	
	P02-7			KY249549*		KY249537*	
	P02-8			KY249550*		KY249538*	

Полужирным шрифтом выделены образцы, поданные в GenBank ранее; *отмечены последовательности, полученные в настоящей работе.

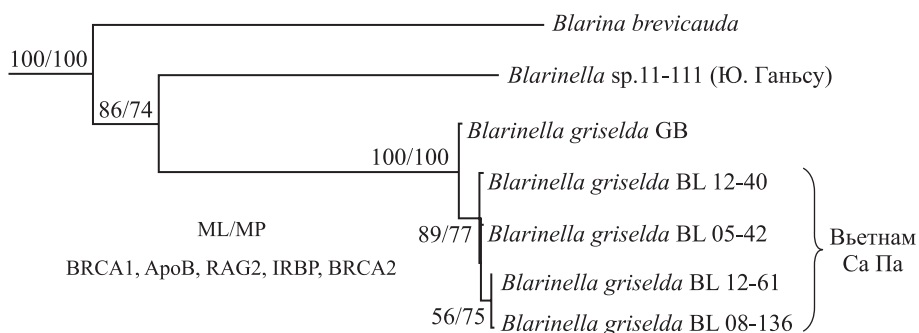


Рис. 2. Фрагмент ML-древа Soricinae по результатам анализа пяти ядерных генов. Здесь и на рис. 3 в узлах приведены бутстрэп-поддержки (>50%) при ML- и MP-анализах соответственно.

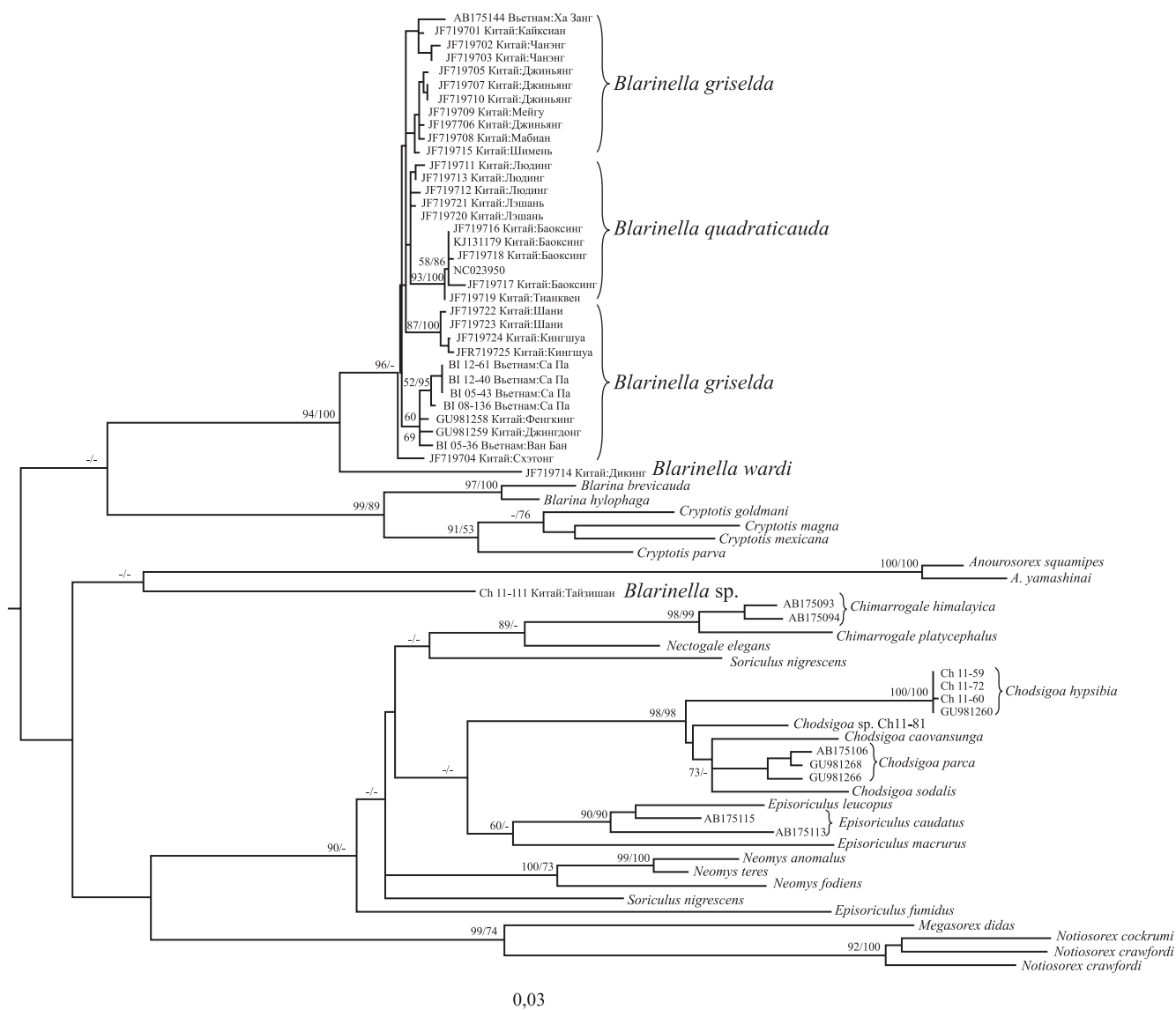


Рис. 3. ML-древо Soricinae (без Soricini) по результатам анализа *cyt b* (все нуклеотидные замены в положениях 1 и 2 + трансверсии в кодоне 3).

Таблица 2. Генетическая дистанция между видами рода *Blarinella* (p-дистанция, %, $M \pm m$)

	<i>B. griselda</i>	<i>B. quadraticauda</i>	<i>B. wardi</i>
<i>B. quadraticauda</i>	4,5 ± 0,4		
<i>B. wardi</i>	12,2 ± 0,9	12,4 ± 1	
<i>Blarinella</i> sp. Ch11-111	17,1 ± 1,1	17,1 ± 1,1	17,6 ± 1,1

на самом деле *B. griselda*? Логично предположить, что именно наш экземпляр с юга провинции Ганьсу является настоящей *B. griselda*, так как его местонахождение расположено наиболее близко к типовому локалитету *B. griselda* (Ганьсу, 68 км к юго-востоку от Таочу). Однако морфологически этот образец сильно отличается от типового. Наиболее прямой путь решения проблемы заключается в генотипировании типового экземпляра *B. griselda* (голотип находится в лондонском Музее естественной истории). Пока же мы можем только констатировать факт очевидной недооценки таксономического разнообразия рода и необходимости его ревизии.

Сбор материала для работы осуществляли при финансовой поддержке гранта РФФИ 11–04–91188_ГФЕН_а, молекулярный анализ – гранта РНФ 14–50–00029.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Jiang X.-L., Wang Y.-X., Hoffmann R. S. // *Mammalian Biol.* 2003. V. 68. P. 193–204.
- Hutterer R. Order Erinaceomorpha, Order Soricomorpha. In: *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*. 3rd ed. Baltimore (MD): Johns Hopkins Press, 2005. P. 212–311.
- Milne Edwards A. Memoire sur la Faune Mammalogique du Tibet Oriental et Principalement de la Principaute de Moupin. In: *Recherches pour Servir a l'Histoire Naturelle des Mammiferes*. P.: Lib. Acad. Med., 1872. P. 231–304.
- Thomas O. // *Proc. Zool. Soc. London.* 1911. P. 158–180.
- Allen G. M. The Mammals of China and Mongolia. Pt 1. N. Y.: Amer. Museum Nat. History, 1938. 620 p.
- Ellerman J. R., Morrison-Scott T.C.S. Checklist of Palearctic and Indian Mammals, 1758 to 1946. L.: Trustees British Museum Natural History, 1951. 810 p.
- Corbet G. B. The Mammals of the Palearctic Region: A Taxonomic Review. L.: Cornell Univ. Press, 1978. 314 p.
- Wang Y. X. A Complete Checklist of Mammal Species and Subspecies in China: A Taxonomic and Geographic Reference. Beijing: China Forestry Publ. House, 2003. 394 p.
- Abramov A. V., Rozhnov V. V., Shchinov A. V., Makarova O. V. // *Mammalia*. 2007. V. 71. № 4. P. 181–182.
- Chen S., Liu S., Liu Y., He K., Chen W., Zhang X., Fan Z., Tu F., Jia X., Yue B. // *Zootaxa*. 2012. V. 3250. P. 43–53.
- Bradley R. D., Baker R. J. // *J. Mammalogy*. 2001. V. 82. P. 960–973.
- Hoffmann R. S., Lunde D. Order Erinaceomorpha, Order Soricomorpha. In: *A Guide to the Mammals of China*. Princeton: Princeton Univ. Press, 2008. P. 292–327.
- Шефтель Б. И., Банникова А. А., Фанг Ю., Демидова Т. Б., Александров Д. Ю., Лебедев В. С., Сун Ю.-Х. // *Зоол. журн.* 2017. Т. 95.
- Moribe J., Li S., Wang Y. X., Kobayashi S., Oda S. I. // *Cytologia*. 2007. V. 72. № 3. P. 323–327.
- Ye J., Biltueva L., Huang L., Nie W., Wang J., Jing M., Su W., Vorobieva N., Jiang X., Graphodatsky A., Yang F. // *Chromosome Res.* 2006. V. 14. P. 151–159.