

УДК 575.061.634:599.742.7

ЧАСТОТЫ МУТАНТНЫХ ГЕНОВ ОКРАСКИ ШЕРСТИ В ПОПУЛЯЦИЯХ ДОМАШНИХ КОШЕК НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

© 2012 г. С. К. Холин

Учреждение Российской академии наук Биолого-почвенный институт Дальневосточного отделения РАН, Владивосток 690022

e-mail: h.axyridis@mail.ru

Поступила в редакцию 21.06.2011 г.

Проанализированы частоты мутантных генов окраски шерсти домашней кошки в пяти популяциях Приморского края. Исследованы два города (Партизанск, Спасск-Дальний), поселок городского типа (Хороль) и два села (Дмитриевка, Бровничи). Показана относительная однородность генетических профилей рассмотренных популяций, которые соответствуют профилю ранее исследованной популяции г. Владивосток. Значительных различий в частотах генов между парами город–село не обнаружено. Полученные данные свидетельствуют о возможном едином происхождении популяций домашней кошки Приморского края.

Популяционной генетике домашних кошек Дальнего Востока России до настоящего времени посвящено небольшое число работ [1–6]. В Приморском крае тщательно изучены частоты мутантных генов окраски шерсти только для г. Владивосток [1–3]. Было показано, что особенности генетического профиля этой популяции кошек тесно связаны с ее происхождением во время переселенческого движения в Приморье из южных районов России и Украины, а также некоторым влиянием популяций Юго-Восточной Азии [3]. Отчасти это было подтверждено изучением частот мутантных генов окраски шерсти в других популяциях Дальнего Востока [4, 6].

Наиболее примечательной для популяций домашних кошек Дальнего Востока России оказалась необычно низкая частота сцепленного с полом гена *O* (локус *Orange*) [3, 4, 6]. Если гипотеза о преимущественном начальном происхождении популяций домашних кошек крайнего юга Дальнего Востока из европейской части России и Украины верна, то следует ожидать, что в других населенных пунктах Приморья должны также наблюдаться низкие частоты данного гена.

Целью данной работы послужило изучение генетических профилей популяций домашних кошек небольших населенных пунктов Приморского края по частотам генов окраски шерсти. Для этого было обследовано пять населенных пунктов – города Партизанск и Спасск-Дальний, села Бровничи, Дмитриевка, поселок городского типа Хороль.

Исследование частот мутантных генов окраски шерсти проведено в 1983–1988 гг. Во всех случаях определяли частоты гена *O* сцепленного с полом локуса *Orange*, а также генов шести ауто-

сомных локусов: *Agouti* (*a*), *Tabby* (*t^b*), *Dilution* (*d*), *Long hair* (*l*), *White spotting* (*S*) и *White* (*W*). Частота гена *l* не была определена только в популяции г. Спасск-Дальнего (далее Спасск). Ген *l* контролирует длину шерсти, остальные определяют тип окраски и рисунка шерстного покрова. Характер фенотипического проявления и наследование генов описаны в [7].

Животных наблюдали на улицах, во дворах домов и т. п. Наблюдениями по возможности были охвачены все районы населенных пунктов. Число животных, проанализированных по каждому локусу, указано в табл. 1 и 2.

Поскольку пол животных не определялся, оценки частоты гена *O* проведены методом максимального правдоподобия [8], а ошибки рассчитаны по формулам, приведенным в [2]. Формулы для нахождения ожидаемых численностей генотипов по гену *O* также взяты из [9]. Расчет частот аллелей других локусов и их ошибок проведен стандартным способом [10]. Оценку доли самцов в выборке проводили по формуле, предложенной в [8], а ошибку – по формуле из [11]. Другие статистические расчеты выполнены по [12, 13].

В табл. 1 приведены результаты проверки на панмиксию по локусу *Orange*. Согласно полученным данным, во всех случаях наблюдается практически полное соответствие наблюдаемых и ожидаемых частот генотипов ($p > 0.50$). Вычисленная доля самцов составила $m = 0.412–0.635$ и во всех случаях статистически не отличается от ожидаемого равного соотношения полов ($p > 0.05–0.95$).

Частота гена *O* в исследованных популяциях составила 0.086–0.196, т.е. выборки различаются почти вдвое по этой величине. Однако тест

Таблица 1. Наблюдаемое и ожидаемое (в скобках) соотношение генотипов локуса *Orange*, проверка на панмиксию, оценка частоты гена *O* в ($q(O)$) и доли самцов (m) в выборках из популяций Приморского края

Населенный пункт	Генотип			$\chi^2, d.f. = 1$	$q(O) \pm SE$	$m \pm SE$
	<i>O</i> /?	<i>O</i> /+	+/?			
Спасск (1983 г.)	4 (4.46)	8 (7.12)	59 (59.42)	0.021	0.113 ± 0.032	0.436 ± 0.166
Дмитриевка, с. (1987 г.)	7 (7.54)	12 (10.91)	62 (62.54)	0.032	0.160 ± 0.035	0.450 ± 0.134
Партизанск, г. (1984 г.)	3 (2.43)	3 (4.09)	46 (45.48)	0.086	0.086 ± 0.035	0.635 ± 0.194
Бровничи, с. (1984 г.)	6 (5.98)	8 (8.04)	37 (36.99)	0.071	0.196 ± 0.048	0.502 ± 0.153
Хороль, пгт (1987 г.)	7 (7.18)	11 (10.57)	64 (64.25)	0.016	0.152 ± 0.034	0.480 ± 0.134
Хороль, пгт (1988 г.)	7 (8.13)	15 (12.78)	99 (100.09)	0.285	0.120 ± 0.025	0.412 ± 0.125

на гетерогенность частоты данного гена для всех выборок показал, что эти различия статистически незначимы ($\chi^2 = 4.412, p > 0.30, d.f. = 5$). Для выборок из Хороля, выполненных за два последовательных года, тест показал, что они также статистически значимо не различаются по частоте гена *O* ($\chi^2 = 2.000, p > 0.10, d.f. = 1$). Средневзвешенная частота гена *O* в этой популяции, таким образом, составила 0.133 ± 0.020 . Почти двукратно отличаются по частоте гена *O* две соседние популяции: Партизанск и с. Бровничи (0.086 и 0.196). Различия в данном случае статистически значимы ($\chi^2 = 4.889, p < 0.05, d.f. = 1$). В случае соседних популяций г. Спасск-Дальнего и с. Дмитриевка (0.160 и 0.113) различие статистически не достоверно ($\chi^2 = 2.553, p > 0.10, d.f. = 1$).

В табл. 2 приведены оценки частот других аллелей, рассчитанные в предположении панмиксии. Проверка на гетерогенность частот мутантных фенотипов, исключая фенотипы рыжего окраса, по критерию χ^2 не выявила достоверных различий между выборками по всем рассмотренным локусам ($\chi^2 = 2.922-8.263, p > 0.10-0.70, d.f. = 5$). Для локуса *White* тестирование не проводилось.

Тестирование на гетерогенность частот аллелей двух выборок из Хороля также показало их статистически значимую однородность ($p > 0.05-0.70$). Средневзвешенные оценки частот приведены в табл. 2.

В табл. 3 представлены результаты попарного (город–село) тестирования выборок по частотам фенотипов в популяциях Партизанск–Бровничи и Спасск–Дмитриевка. В большинстве случаев частоты фенотипов в сравниваемых парах не различаются статистически значимо. В паре Спасск–Дмитриевка статистически значимо различие по частоте фенотипа “разбавленный”, а в паре Партизанск–Бровничи по частоте фенотипа “черный”. Хотя все-таки следует отметить, что по частотам некоторых аллелей обе пары популяций

различаются (табл. 1). Однако здесь сравниваются частоты фенотипов в предположении отбора кошек по экстерьеру [14].

Известно, что в крупных городах существует, по крайней мере, три типа субпопуляций кошек, которые составляют единую популяцию: свободноживущих (свободное скрещивание), полувольных (тех, кого хозяева выпускают погулять, скрещивание свободное, но контроль потомства), домашних (относительно изолированы от двух первых, скрещивание под полным контролем). Это накладывает отпечаток на генетический профиль всей городской популяции в силу искусственного отбора по признаку экстерьера [14], что хорошо видно по результатам исследования частот генов разными способами в популяциях кошек [15, 16]. Кроме того, в крупных городах существует совершенно очевидная подразделенность популяции [4, 17].

С точки зрения популяционной генетики, население кошек небольших населенных пунктов (особенно сел и деревень) – это практически замкнутые относительно малочисленные популяции, для которых “обмен генами” с другими такими же или более крупными популяциями является достаточно редким событием [18]. В таких популяциях кошки находятся практически в вольном содержании, т.е. являются свободно скрещивающимися и подверженными относительно слабому контролю со стороны человека.

Следует отметить, что географически пара Спасск–Дмитриевка находится на одной крупной дороге федерального значения с расстоянием между ними около 30 км, т.е. имеет возможность для активного обмена особями. А пара Партизанск–Бровничи имеет большую изоляцию и резко отличается по частоте гена *Orange*. Кроме того, Бровничи гораздо меньше села Дмитриевка, однако в обеих парах не обнаружено каких-либо значительных различий в частотах разных фенотипов.

Таблица 2. Наблюдаемое соотношение генотипов (Obs.) и оценка частот мутантных аллелей (q) в выборках из популяций Приморского края

Генотип	Спасек		Дмитриевка		Партизанск		Бровничи		Хороль (1987 г.)		Хороль (1988 г.)		Критерий однородности частоты фенотипов, χ^2 , $d.f. = 1$ (Хороль)	Средневзвешенная частота аллеля (Хороль)
	Obs.	q ± SE	Obs.	q ± SE	Obs.	q ± SE	Obs.	q ± SE	Obs.	q ± SE	Obs.	q ± SE		
aa	28/66	0.651	28/77	0.603	11/49	0.474	20/43	0.682	30/70	0.655	39/114	0.585	1.383	0.612
+?	38/66	±0.047	49/77	±0.045	38/49	±0.063	23/43	±0.056	42/70	±0.045	75/114	±0.038		±0.029
dd	3/70	0.207	12/84	0.378	5/47	0.326	1/51	0.140	10/82	0.349	8/121	0.257	1.886	0.298
+?	67/70	±0.058	72/84	±0.051	42/47	±0.069	50/51	±0.069	72/82	±0.052	113/121	±0.044		±0.034
t ^b	6/42	0.378	3/50	0.245	4/41	0.312	3/31	0.311	2/49	0.202	5/97	0.227	0.082	0.219
+?	36/42	±0.071	47/50	±0.068	37/41	±0.074	28/31	±0.085	47/49	±0.070	92/97	±0.049		±0.040
S?	59/71	0.589	67/82	0.572	41/52	0.540	44/50	0.654	70/80	0.646	103/120	0.624	0.114	0.633
++	12/71	±0.054	15/82	±0.050	11/52	±0.062	6/50	±0.066	10/80	±0.052	17/120	±0.042		±0.033
//	?	—	10/85	0.343	12/52	0.480	4/56	0.267	13/83	0.396	9/122	0.272	3.540	0.328
+?	?		75/85	±0.051	40/52	±0.061	52/56	±0.064	70/83	±0.050	113/122	±0.044		±0.033
И?	1/73	0.007	1/85	0.006	0/52	—	1/56	0.009	1/83	0.006	1/122	0.004	0.648*	0.005
++	72/73	±0.007	84/85	±0.006	52/52		55/56	±0.009	82/83	±0.006	121/122	±0.004		±0.003

Примечание. В числителе — число особей с данным генотипом, в знаменателе — объем выборки. Для частот аллелей дана стандартная ошибка (SE).
* Точный критерий Фишера (p).

Таблица 3. Тест на однородность частот фенотипов в парах соседних популяций город–село

Фенотип	Спасск–Дмитриевка		Партизанск–Бровничи	
	$\chi^2, d.f. = 1$	p	$\chi^2, d.f. = 1$	p
Черный	0.548	>0.30	5.935	<0.025
Разбавленный	4.343	<0.05	3.204	>0.05
Мраморный	1.776	>0.10	0.0001	>0.975
Пегий	0.051	>0.80	1.538	>0.20
Длинношерстный	–	–	5.425	<0.025

Таким образом, генетические профили рассмотренных популяций по результатам тестирования относительно однородны. Практически невозможно разделить популяции небольших городов, населенных пунктов городского типа и сел по частотам мутантных генов окраски домашней кошки. Одной из причин такой однородности может быть общее недавнее происхождение этих популяций (150 и менее лет тому назад).

Сравнение полученных нами данных с частотами генов в самом крупном городе Приморья Владивостоке [4] также показало, что в целом генетические профили изученных популяций соответствуют таковым популяции этого города. Исключение составляет ген *White spotting*, частота которого во Владивостоке примерно на треть ниже, чем в остальных популяциях, однако причина такого резкого различия неясна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Borodin P.M., Vochkarev M.N., Smirnova I.S., Manchenko G.P. Mutant allele frequencies in domestic cat populations of six Soviet cities // *J. Heredity*. 1978. V. 69. P. 169–174.
2. Robinson R., Manchenko G.P. Cat gene frequencies in cities of the U.S.S.R. // *Genetica*. 1981. V. 55. P. 41–46.
3. Манченко Г.П., Балакирев Е.С. Частота сцепленного с полом гена Orange и мутации Kinky-tail в популяции домашних кошек Владивостока // *Генетика*. 1981. Т. 17. № 12. С. 2191–2194.
4. Манченко Г.П. Новые данные о частотах мутантных генов окраски у домашних кошек СССР // *Генетика*. 1981. Т. 17. № 12. С. 2195–2202.
5. Холин С.К. Частота фенотипически проявляемого гена Orange в популяциях домашних кошек Приморского края // *Фенетика природных популяций: Матер. IV Всес. сов. (Борок, ноябрь 1990 г.)*. М., 1990. С. 303–305.
6. Холин С.К. Частоты мутантных генов в двух популяциях домашних кошек южного Сахалина // *Генетика*. 1990. Т. 26. № 12. С. 2200–2206.
7. Robinson R. *Genetics for Cat Breeders*. Oxford: Pergamon Press, 1977.
8. Robinson R. Mutant gene frequencies in cats of Cyprus // *Theor. Appl. Genet.* 1972. V. 42. P. 293–296.
9. Robinson R., Silson M. Mutant gene frequencies in cats of Southern England // *Theor. Appl. Genet.* 1969. V. 39. P. 326–329.
10. Гончаренко Г.Г., Лопатин О.Е., Манченко Г.П. Мутантные гены окраски в популяциях домашних кошек средней Азии и европейской части СССР // *Генетика*. 1985. Т. 21. № 7. С. 1151–1158.
11. Adalsteinsson S., Blumenberg B. Simultaneous maximum likelihood estimation of the frequency of sex-linked orange and the male ratio in the cat // *Carnivore Genet. Newsl.* 1984. V. 4. P. 68–77.
12. Животовский Л.А. Статистические методы анализа частот генов в природных популяциях // *Итоги науки и техники. Общая генетика*. М.: ВИНТИ, 1983. Т. 8. С. 76–104.
13. Животовский Л.А. Популяционная биометрия. М.: Наука, 1991. 271 с.
14. Clark J.M. The effects of selection and human preference on coat colour gene frequencies in urban cats // *Heredity*. 1975. V. 35. P. 195–210.
15. Twedt D.J. Influence of survey methods and sample sizes on estimated gene frequencies in domestic cat population // *J. Hered.* 1983. V. 74. P. 121–123.
16. Schüler L., Borodin P.M. Influence of sampling methods on estimated gene frequency in domestic cat populations of East-Germany // *Archiv Tierzucht/Archives of Animal Breeding*. 1992. V. 35. P. 629–634.
17. Сергиевский С.О. Популяционная фенетика домашней кошки в г. Ленинграде // *Фенетика природных популяций: Матер. IV Всесоюз. сов. (Борок, ноябрь 1990 г.)*. М., 1990. С. 206–262.
18. Clark J.M. Variation in coat colour gene frequencies and selection in the cats of Scotland // *Genetica*. 1976. V. 46. P. 401–412.

Coat Color Mutation Frequencies in Domestic Cat Populations of Primorskii Krai, Russia

S. K. Kholin

*Institute of Biology and Soil Science, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, 690022 Russia
e-mail: h.axyridis@mail.ru*

The frequencies of mutant coat color genes have been estimated in the cat populations of five settlements in Primorskii krai, Russia: two cities (Partizansk and Spassk-Dal'nii), a town (Khorol'), and two villages (Dmitrievka and Brovnichi). The genetic profiles of these populations have been found to be relatively homogeneous and to correspond of the cat population of the city of Vladivostok studied earlier. No considerable differences in gene frequencies have been found between urban and rural cat populations. The data suggest a common origin of all domestic cat populations of Primorskii krai.