

РОЛЬ ИНВАЗИЙ В ФОРМИРОВАНИИ НАСЕЛЕНИЯ ДОМОВЫХ МЫШЕЙ ГОРОДА ИШИМА И ИХ ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

© 2011 Мальцев А.Н.

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
Москва, Ленинский пр-кт, 33, Россия; aleks.maltcev@gmail.com

Поступила в редакцию 31.01.11

Проведена оценка особенностей фенотипа городских популяций домовых мышей г. Ишима. В исследуемых популяциях обнаружены морфологические особенности, характерные как для *Mus musculus*, так и для *M. domesticus*. Параметры размножения пар из разных популяций при лабораторном разведении и результаты экспериментального скрещивания между разными популяциями *M. musculus* свидетельствуют о низких значениях репродуктивного успеха и понижении фертильности самцов ишимской популяции. На основании полученных данных предполагается, что население домовых мышей г. Ишима сформировалось посредством случайных инвазий представителей синантропных таксонов домовых мышей *M. musculus* и *M. domesticus* с помощью человека.

Ключевые слова: инвазийные виды, домовая мышь, особенности фенотипа, параметры размножения, *Mus musculus*, *Mus domesticus*.

Введение

Надвидовой комплекс *Mus musculus* sensu lato включает две дивергентные группы: синантропных домовых мышей – *Mus musculus*, *M. domesticus*, *M. castaneus* и дикоживущих – *M. spicilegus*, *M. macedonicus*, *M. spretus*. Синантропные и дикоживущие виды симпатричны и не скрещиваются между собой в природе, в то время как синантропные таксоны парапатричны и гибридизируют в местах контакта их ареалов. Последние характеризуются высокой степенью эврибионтности и инвазийностью. Наиболее широко распространенным является *M. domesticus*, расселившийся по земному шару с помощью человека, населяя как континенты (Америка, Австралия, Южная и Западная Европа, Северная Африка), так и многие острова [Boursot et al., 1993; Кучерук, 1994]. Широко расселился с человеком и другой синантропный вид – *M. musculus*, который обитает в Восточной Европе и большей части Азии [Boursot et al., 1993].

Исследования, проведенные в зоне парапатрии *musculus-domesticus* в Германии [Kraft, 1984/1985] и в обширной зоне гибридизации *musculus-domesticus* в Закавказье [Межжерин, Котенкова, 1989; Mezhzherin et al., 1998] показывают, что по морфологическим признакам возможна надежная диагностика гибридов. При анализе генетически типированных особей выявлено, что наиболее информативными морфологическими признаками для диагностики синантропных видов и подвидов домовых мышей надвидового комплекса *M. musculus s.l.* являются хвостовой индекс (tail-ratio) и окраска волосяного покрова, а также наличие четкой «боковой» границы либо плавного перехода между окраской спины и брюха [Tsuchiya et al., 1994; Коробицина, Якименко, 2004]. Анализ данных признаков, сопровождаемый генетическими и цитогенетическими исследованиями, позволил выявить гибридное происхождение представителей разных популяций домовых

мышей на территории России и сопредельных территорий [Якименко и др., 2003].

Помимо морфологических отличий, гибриды могут характеризоваться снижением репродуктивного успеха и фертильности по сравнению с популяциями исходных форм. Данные ряда авторов [Britton-Davidian et al., 2005; Vyskocilova et al., 2005; Good et al., 2007] свидетельствуют об уменьшении этих показателей у гибридов, полученных при скрещивании *M. musculus* и *M. domesticus*.

Город Ишим расположен на юге Западной Сибири и находится в границах ареала синантропного вида *M. musculus*, в связи с чем населяющие его домовые мыши могут принадлежать к подвиду *M. musculus musculus*. Предполагается, что в этот город в результате случайных инвазий с человеком могли проникнуть представители других синантропных видов домовых мышей и образовать гибридную популяцию. Цель работы состояла в таксономической оценке домовых мышей г. Ишима. Оценка основана на анализе морфологических признаков и изучении особенностей размножения *M. musculus* из г. Ишима при скрещивании с представителями других форм.

Материал и методика

Отловы домовых мышей проводили в период с 2005 по 2008 г. в помещениях и открытых стациях на территории г. Ишима и его окрестностей. Отработано 1832 ловушко-суток, отловлена 131 домовая мышь, из них у 118 были изучены морфометрические показатели. Для оценки морфометрических различий с помощью штангенциркуля с точностью до 0.1 мм измеряли общую длину тела, а также длину хвоста, ступни и уха. Для анализа использовали как абсолютные размеры тела, так и относительные индексы. По ранее предложенной методике [Гашев, 1999; Гашев и др., 2006] проведен калориметрический

анализ окраски волосяного покрова 23 домовых мышей. Шкурки сканировали с целью изучения изменчивости показателей белизны (W) и оттенка (T) окраски. Также у данных особей визуально проводили описание особенностей окраски.

Кроме этого для анализа были использованы коллекции домовых мышей зоологического музея МГУ им. А.Н. Ломоносова. Проанализированы морфологические признаки зверьков из Дагестана и городов юга Западной Сибири.

Эксперименты по скрещиванию представителей разных подвидов и популяций *M. musculus* проводили в виварии Научно-экспериментальной базы ИПЭЭ РАН «Черноголовка». В экспериментах использованы домовые мыши из следующих популяций: *M. musculus musculus* (Московская обл.), *M. t. musculus* (г. Ишим) и *M. t. gansuensis* (Н. Цасучей). В первой контрольной серии проведены скрещивания самцов и самок каждой из популяций. Сформировано 15 пар *M. t. musculus* (г. Ишим), 11 пар *M. t. musculus* (Московская обл.) и 15 пар *M. t. gansuensis*. Во второй серии проведено два варианта скрещиваний между популяциями *M. t. musculus* Ишима и Московской области. В первом использовано 4 пары: самец (Московская обл.) X самка (г. Ишим), во втором – 2 пары: самец (г. Ишим) X самка (Московская обл.). В третьей серии проведены 2 варианта скрещиваний между популяциями *M. t. musculus* (г. Ишим) и *M. t. gansuensis*. 7 пар в варианте самец *M. t. gansuensis* X самка *M. t. musculus*, 8 пар в сочетании самец *M. t. musculus* X самка *M. t. gansuensis*. Все сформированные пары содержались совместно в течение 4 месяцев в одинаковых условиях в пластиковых ванночках для лабораторных животных. Они получали стандартный корм: зерносмесь (овес, семена подсолнечника), овощи (морковь, капуста). Производился подсчет количества родившихся

детенышей. Оценивался репродуктивный успех в процентах (соотношение общего количества пар, к парам, которые произвели потомство). Оценивалась жизнеспособность потомства до 40-дневного возраста.

Результаты и обсуждение

Морфологический анализ показал наличие длиннохвостых домовых мышей на юге Тюменской области (г. Ишим). Почти во всех популяциях на территории города были обнаружены домовые мыши с длиной хвоста равной длине тела или больше (Табл. 1).

Известно, что *M. musculus* является относительно короткохвостой формой с индексом хвоста от 60 до 80% [Межжерин, 1994]. Лишь половина

отловленных зверьков обладала таким индексом хвоста. *M. domesticus* – длиннохвостый вид, с длиной хвоста равной или больше длины тела, с выраженным утолщением у основания [Межжерин, 1994]. По данным Крафта [Kraft, 1984/85], индекс хвоста у *M. domesticus* из континентальной Европы равен в среднем 1.014 (0.87–1.20). В табл. 2 приведены средние показатели индекса хвоста из разных районов Кавказа и г. Ишима. Ранее, в зоне гибридизации *musculus-domesticus* в Закавказье и на Северном Кавказе были обнаружены домовые мыши с морфологическими признаками, присущими *M. domesticus* [Межжерин и др., 1994].

Таблица 1. Значения хвостового индекса у домовых мышей из разных частей г. Ишима

Место отлова	Год	Количество зверьков	Индекс хвоста		
			65–85%	86–97%	98–123%
деревянное здание ИГПИ	2005–2007	80	31	31	18
березовая роща	2007	11	7	2	2
5-этажное здание центра города	2007	4	2	2	0
2-этажное здание ИГПИ	2008	4	3	0	1
5-этажное здание общежития ИГПИ	2005, 2006	9	3	4	2
Общее количество		108	46	39	23

Таблица 2. Среднее значение индекса хвоста домовых мышей из разных регионов

	Место отлова			г. Ишим
	Южный Дагестан	Аджария	Азербайджан	
Индекс хвоста %	94.2±2.21 n= 55	100±3.0 n=14	93.0±2.0 n=10	86.9±1.59 n=62

Необходимо обратить внимание и на то, что и другие значения промеров домовых мышей г. Ишима были

характерны скорее для *M. domesticus*, чем *M. musculus*. Так, средняя длина тела зверьков составляла от 77.05 до

87.7 мм, длина задней стопы от 16.4 до 17.3 мм, длина уха от 12.37 до 15.89. Все вышеприведенные данные не соответствуют средним значениям этих показателей у *M. musculus*, приводимых Межжериным [1994], и выходят за их пределы.

Наши данные согласуются с результатами других исследователей [Коробицина, Якименко, 2004; Спиридонова и др., 2008], которые установили присутствие длиннохвостых форм домовых мышей в разных городах России, в том числе и в некоторых городах Западной Сибири (Лабытнанги, Томск, Новосибирск). Авторы обнаружили особей с индексом хвоста более 90%, у которых присутствовали молекулярные маркеры *M. domesticus*.

На основании калориметрического анализа у домовых мышей г. Ишима была выявлена неоднородность окраски волосяного покрова. Мыши с темными тонами, отсутствием выраженной границы или наличием слабого перехода в окраске спины и брюха характеризовались низкими показателями W и T (от 28.26; 0.93 до 36.72; 0.973). Особенности такой окраски характерны для *M. domesticus* [Межжерин, 1994]. Напротив, особи с более светлыми тонами и четко выраженной границей в окраске спины и брюха отличались более высокими значениями W и T (от 34.73; 1.16 до 43.2; 1.31 соответственно), что характерно для *M. musculus*. Всего из 23 особей у 6 переход был хорошо выражен, у 3 он отсутствовал, а у остальных был слабо выражен. Однако, необходимо отметить, что короткохвостые, длиннохвостые особи и особи со средней длиной хвоста встречались как среди светло-, так и темноокрашенных особей. Не было обнаружено какой-либо корреляции окраски с индексом хвоста. Лишь у одной особи с индексом хвоста более 95% обнаружено отсутствие границы в окраске спины и брюха, а также низкие значения W и T (31.306; 1.152). У большинства мышей

эти значения были промежуточными. Тем не менее, наличие темноокрашенных особей свидетельствует о возможном присутствии в популяции генов *domesticus* или *castaneus*.

Ранее в европейской зоне гибридизации и в Закавказье исследователями [Kraft, 1984/85; Межжерин, Котенкова, 1989] были обнаружены мыши разных фенотипов, часть из которых обладала промежуточными морфологическим признакам между *M. musculus* и *M. domesticus*. Так, в западной Баварии *domesticus* характеризуется темным брюхом без особого контраста с цветом волосяного покрова спины, хвостом, равным или большим длины тела. Обитающие в восточной Баварии *musculus*, по этим признакам хорошо отличаются от представителей *domesticus*. Они имеют светлое брюхо, выраженную границу в окраске волосяного покрова спины и брюха. Популяции особей с промежуточными дискретными признаками и промерами тела встречаются в Баварии в зоне не более 50 км шириной. В Закавказье и в Дагестане распространены мыши с альбинистическими пятнами и хвостом равным или большим длине тела. Здесь обнаружены генетические маркеры, по крайней мере, двух таксонов – *M. musculus* и *M. domesticus*.

В коллекциях Зоологического музея МГУ из ближайших мест к г. Ишиму были обнаружены лишь 6 экземпляров домовых мышей из г. Омска, находящегося в 280 км от Ишима, среди которых были длиннохвостые формы, но со светлой окраской волосяного покрова. Возможно, в данный город проникли южные светлоокрашенные длиннохвостые формы.

Проведенные в лаборатории скрещивания показали, что репродуктивный успех домовых мышей из г. Ишима был ниже, чем у представителей других популяций (Табл. 3).

Таблица 3. Параметры размножения домашних мышей в разных вариантах скрещиваний

Название форм	Число пар	Из них размножались	Репродуктивный успех (%)	Всего помётов	Общее число детёнышей	Среднее число детёнышей в помёте
Контроль						
♂,♀ <i>musculus</i> (Моск. обл.)	11	10	91	29	141	4.86
♂,♀ <i>gansuensis</i>	15	11	73	19	80	4.2
♂,♀ <i>musculus</i> (Ишим)	15	8	53	13	56	4.3
Смешанные пары						
♂ <i>musculus</i> (Ишим) x ♀ <i>gansuensis</i>	8	3	37,5	3	12	4
♂ <i>gansuensis</i> x ♀ <i>musculus</i> (Ишим)	7	5	71	5	14	2.8
♂ <i>musculus</i> (Ишим) x ♀ <i>musculus</i> (Моск. обл.)	2	0	0	–	–	–
♂ <i>musculus</i> (Моск. обл.) x ♀ <i>musculus</i> (Ишим)	4	2	50	2	7	3.5

В популяции *M. t. musculus* г. Ишима только в половине из всех сформированных пар было получено потомство. Репродуктивный успех был равен 53%, тогда как в парах мышей из других популяций он достигал 73 и 91%. Одной из возможных причин снижения репродуктивного успеха мышей г. Ишима могло быть понижение фертильности самцов. Межпопуляционные скрещивания подтвердили это предположение. В варианте скрещивания самец *M. t. musculus* (г. Ишим), самка *M. t. musculus* (Моск. обл.) потомства получено не было, в то время как в другом варианте скрещиваний – самка *M. t. musculus* (г. Ишим), самец *M. t. musculus* (Моск. обл.) две пары размножались (50%). Аналогичные

результаты получены в другой серии скрещиваний между популяциями *M. t. musculus* (г. Ишим) и *M. t. gansuensis*. В варианте с самцами из г. Ишима в трех парах из восьми было получено потомство (37.5%), в другой комбинации успех размножения был выше и составил 71%. Важно отметить, что во всех межпопуляционных скрещиваниях, в которых принимали участие самцы из ишимской популяции, гибриды от этих пар были нежизнеспособными. Большинство из них не дожило до 20 дней. Однако в комбинациях, в которых были самки, получены жизнеспособные гибриды. Если предположить гибридное происхождение домашних мышей г. Ишима, то более высокие параметры фертильности у самок согласуются с

правилом Холдейна [Haldane, 1922]. При гибридизации происходит угнетение гибридов гетерогаметного пола. Для таксонов с гетерогаметными самцами, включая млекопитающих и некоторых насекомых (в частности, представителей рода *Drosophila*), это обычно затрагивает X-аутосомные взаимодействия [Turelli, Orr, 1995]. Гибридные самцы F₁, F₂ часто отличаются пониженной фертильностью, а в некоторых случаях стерильностью, нежизнеспособностью, нарушением сперматогенеза, недоразвитыми семенниками и низким качеством спермы. Возможно, причиной отсутствия потомства во многих парах, включающих самцов г. Ишима, была их стерильность или пониженная фертильность. На основании полученных данных можно говорить о пониженном репродуктивном успехе самцов из городских популяций г. Ишима.

Заключение

Проведенный морфологический анализ показал, что в популяциях домовых мышей г. Ишима присутствуют домовые мыши с морфологическими признаками как *M. domesticus*, так и *M. musculus*, что, вероятно, указывает на их гибридное происхождение. Некоторые показатели размножения и результаты скрещивания между разными популяциями *M. musculus* свидетельствуют о низких значениях репродуктивного успеха и фертильности самцов ишимской популяции, что в определенной степени подтверждает предположение о наличии гибридизации между *M. musculus* и *M. domesticus*.

Город Ишим является важным железнодорожным узлом Транссибирской магистрали и сюда идут транспортные пути, как с территории Средней Азии, так и Европы. Кроме этого осуществляется активная торговля с другими регионами России. Домовые мыши часто перевозятся людьми вместе с грузами с помощью разного рода

транспорта (речные суда, поезда и даже автомобили и самолеты) [Кучерук, 1994]. Эти и некоторые другие факторы могли способствовать проникновению в Ишим разных форм мышей в результате случайных инвазий. Полученные результаты полностью согласуются с результатами, полученными Коробициной и Якименко [2004] о присутствии на территории России и бывшего СССР гибридных популяций домовых мышей, а также с предположением Милюшниковой [1994] о гибридном происхождении городских популяций домовых мышей. В дальнейшем для подтверждения гибридного происхождения домовых мышей г. Ишима, необходимо провести генетический анализ по ядерным генам и дополнительно анализ качества спермы самцов из г. Ишима.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 10-04-00214_а. Автор выражает благодарность м. н. с. заповедника «Даурский» Баженову Ю.А. и к. б. н. ИГПИ им. П.П. Ершова Левых А.Ю. за помощь в отлове домовых мышей. Также глубокую признательность д. б. н., вед. н. с. ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН Е.В. Котенковой за обсуждение данной работы и полезные замечания в ходе ее подготовки к печати.

Литература

- Гашев С.Н. Фотокolorиметрирование шкур млекопитающих с помощью цветового сканера к (ВМРС) // Тез. VI Съезда ВТО РАН. М., 1999. С. 57.
- Гашев С.Н., Жигалёва О.Н., Сазонова Н.А., Селюков А.Г., Шапошников С.И., Хританько О.А., Косинцева А.Ю., Буракова А.В. Зооиндикаторы в системе регионального экологического мониторинга Тюменской области: методика использования. Тюмень: Изд-во Тюм ГУ, 2006. С. 1–132.
- Коробицина К.В., Якименко Л.В. Роль и место wagneri-подобных форм домовой мыши (Rodentia, Muridae) в фауне

- России и сопредельных стран // Зоологический журнал. 2004. Т. 83, вып. 8. С. 1081–1030.
- Кучерук В.В. Ареал домовых мышей надвидового комплекса *Mus musculus s.lato* // Домовая мышь: Происхождение, распространение, систематика, поведение / Ред. Е.В. Котенкова, Н.Ш. Булатова. М.: Наука, 1994. С. 56–81.
- Межжерин С.В. Таксономия и современные взгляды на систематику домовых мышей Палеарктики // Домовая мышь: Происхождение, распространение, систематика, поведение / Ред. Е.В. Котенкова, Н.Ш. Булатова. М.: Наука, 1994. С. 20–36.
- Межжерин С.В., Котенкова Е.В. Генетическое маркирование подвидов домовых мышей фауны СССР // Докл. АН СССР. 1989. Т. 304. № 5. С. 1272–1275.
- Межжерин С.В., Котенкова Е.В., Михайленко А.Г. Гибридные зоны // Домовая мышь: Происхождение, распространение, систематика, поведение / Ред. Е.В. Котенкова, Н.Ш. Булатова. М.: Наука, 1994. С. 37–50.
- Милишников А.Н. Внутривидовой генетический полиморфизм // Домовая мышь: Происхождение, распространение, систематика, поведение / Ред. Е.В. Котенкова, Н.Ш. Булатова. М.: Наука, 1994. С. 116–131.
- Спиридонова Л.Н., Коробицина К.В., Якименко Л.В., Богданов А.С. Генетическое разнообразие домовой мыши *Mus musculus* и географическое распределение ее подвидоспецифических RAPD-маркеров на территории России // Генетика. 2008. Т. 44. №5. С. 674–685.
- Якименко Л.В., Коробицина К.В., Фрисман Л.В., Мориваки К., Йонекава Х. Цитогенетика и систематика домовых мышей России и прилежащих стран // Проблемы эволюции. Владивосток: Дальнаука, 2003. Т. 5. С. 62–89.
- Boursot P., Auffray J.-C., Britton-Davidian J., Bonhomme F. The evolution of house mice // Annu. Rev. Ecol. Syst, 1993. V. 24. P. 119–52.
- Britton-Davidian J., Fel-Clair F., Lopez J., Alibert P., Boursot P. Postzygotic isolation between the two European subspecies of the house mouse: estimates from fertility patterns in wild and laboratory-bred hybrids // Biological Journal of the Linnean Society. 2005. V. 84. P. 379.
- Good M.J., Handel M. A., Nachmann W.M. Asymmetry and polymorphism of hybrid male sterility during the early stages of speciation in house mice // Evolution. 2007. V. 62-I. P. 50–65.
- Haldane J.B.S. Sex ratio and unisexual sterility in animal hybrids // Genetics. 1922. V. 12. P. 101–109.
- Kraft R. Merkmale und Verbreitung der Hausmaus *Mus musculus musculus* L., 1758, und *Mus musculus domesticus* Rutt, 1772 (Rodentia, Muridae) in Bayern // Zeitschrift für Zaugetierkunde. 1984/85 V. 32. P. 1–12.
- Mezhezhirin S.V., Kotenkova E.V., Mikhailenko A.G. The house mice, *Mus musculus s.l.*, hybrid zone of Transcaucasus // Zeitschrift für Zaugetierkunde. 1998. V. 63. P. 154–168.
- Tsuchiya K., Miyashita N., Wang C.H., Wu X.-L., He X.-Q., Jin H.L., Wang F., Shi L., Moriwaki K. Taxonomic study of the genus *Mus* in China, Corea and Japan // Genetics in Wild Mice. Tokyo: Japan Sci. Soc. Press; Basel: S. Karager. 1994. P. 3–12.
- Turelli M., Orr H.A. The dominance theory of Haldane's rule // Genetics. 1995. V. 140. P. 389–402.
- Vyskocilova M., Trachtulec Z., Forejt J., Plalek J. Does geography matter in hybrid sterility in house mice? // Biological Journal of the Linnean Society. 2005. V. 84. P. 663–674.

ROLE OF INVASIONS IN FORMATION OF HOUSE MICE POPULATION IN ISHIM TOWN AND THEIR TAXONOMIC EVALUATION

© 2011 Maltsev A.N.

Institute of ecology and evolution, Russian Academy of Sciences,
Moscow 119071, aleks.maltcev@gmail.com

The evaluation of phenotype traits of the house mice populations in the town of Ishim was carried out. In populations under study the morphological traits inherent both to *Mus musculus*, and *Mus domesticus* were found. Reproduction parameters of different populations in laboratory breeding and results of laboratory crosses between different populations of *M. musculus* evidence the low reproductive success and fertility in males of Ishim population of *M. musculus*. Based on the data received the house mice populations in Ishim are assumed to arise by random invasions of the commensal taxa of the house mice *M. musculus* and *M. domesticus* with the help of humans.

Key words: invasion species, house mice, phenotype traits, reproductive parameters, *Mus musculus*, *Mus domesticus*.