

УДК 636.8.082.12(476.2)

Н. М. Громько¹, Н. А. Лебедев²¹Учитель биологии и химии, ГУО «Средняя школа № 2 г. Старые Дороги»,
г. Старые Дороги, Республика Беларусь²Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры биологии и экологии,
УО «Мозырский государственный педагогический университет им. И. П. Шамякина»,
г. Мозырь, Республика Беларусь**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ
FELIS CATUS L. Г. МОЗЫРЯ**

Определена генетическая структура популяции Felis catus L. г. Мозыря. Проведена сравнительная оценка полученных результатов с аналогичными данными для восточно-белорусских и западно-европейских популяций F. catus.

Ключевые слова: Felis catus L., одомашнивание, неолитическая революция, генетическая структура популяций.

Введение

Кошка домашняя (*Felis catus L.*, 1758) является одним из наиболее распространенных видов домашних животных. Важнейшую роль в ее одомашнивании сыграл процесс перехода человека от охоты и собирательства к земледелию и животноводству (неолитическая революция). По современным данным сельское хозяйство возникло около 10000–11000 лет назад на Ближнем Востоке и около 7600 лет назад в Средней Европе [1]. С возникновением земледелия люди столкнулись с необходимостью сохранения собранного урожая и защиты его от грызунов. Вероятнее всего, на первоначальном этапе одомашнивания кошки селились вблизи человеческих жилищ и уничтожали грызунов. Такая форма сосуществования оказалась полезной как для человека, так и для кошек. Таким образом, в процессе одомашнивания кошки, как и многих других видов животных, первоначально лежали материальные предпосылки. Согласно современным данным одомашнивание кошек произошло не позднее 5000–6000 лет назад на территории Ближнего Востока и Египта [1], [2]. Не исключено более раннее одомашнивание кошки, что хорошо согласуется с гипотезой о важной роли неолитической революции в этом процессе. Безусловно, у кошки, как и у других видов одомашненных животных, в ходе domestikации произошли изменения целого ряда признаков, включая поведенческие реакции. В то же время домашние кошки, по сравнению с собаками, анатомически изменились незначительно. На наш взгляд, это обусловлено сочетанием нескольких важных обстоятельств. Во-первых, кошки – одиночные животные, между тем, общеизвестно, что стадные (стайные) животные приручаются и одомашниваются значительно быстрее. Во-вторых, как уже отмечалось, важнейшей причиной содержания человеком кошек на протяжении тысячелетий была (в ряде случаев продолжает оставаться) борьба с грызунами. В этой связи искусственный отбор благоприятствовал выживанию и размножению кошек, которые также хорошо охотились, как и их дикие предки. То есть в отличие от собак одомашнивание кошек не потребовало существенного изменения их анатомо-физиологических особенностей и образа жизни. Кроме того, собака, согласно современным данным (Schunemann, Krause, 2014), была древнейшим животным, одомашненным человеком около 15000 лет назад [3]. Кошка же, как указывалось выше, была одомашнена позднее. В ходе domestikации под влиянием дестабилизирующего и искусственного отбора возникли разнообразные варианты окраса шерстного покрова *F. catus*. В природных условиях у диких кошек обычно формируется окрас дикого типа. Частоты встречаемости нормальных и мутантных аллелей генов, определяющих окрас и структуру шерсти, отражают генетическую структуру популяций. В настоящее время частоты по аллелям генов окраса меха домашних кошек достаточно хорошо изучены, в том числе и для ряда белорусских городов [4]–[10]. Однако изучение частоты распространения различных вариантов окраски популяции кошек г. Мозыря не проводилось. В этой связи целью работы стало определение генетической структуры популяции *F. catus* г. Мозыря на основании встречаемости аллелей генов, определяющих их шерстный окрас.

Материал и методы исследований

Исследования по определению генетической структуры популяций *F. catus* проводились в г. Мозыре с 4 апреля по 25 июля 2018 г. в утреннее (с 8⁰⁰ до 10⁰⁰) и вечернее время (с 20⁰⁰ до 22⁰⁰). Такой выбор времени суток обусловлен тем, что кошки являются преимущественно сумеречными животными с наибольшей активностью в утренние и вечерние часы. Кроме времени суток, физиологического состояния на активность кошек также влияют температура окружающей среды и погодные условия [11]. Всего было выявлено и исследовано 195 особей. Определение окраски шерстного покрова кошек проводилось визуально. Для каждой кошки по встречаемости аллелей семи генов (таблица 1), определяющих шерстный окрас кошек, составлялся индивидуальный генетический портрет. Расчеты аллельных частот, анализ фенотипического проявления аллелей проводился в соответствии с данными различных авторов [12], [13].

Таблица 1. – Описание мутантных аллелей генов, ответственных за окрас и структуру меха и хвоста у кошек

Символ	Название	Описание	Тип наследования
a	Agouti	Черная окраска шерсти	Рецессивный
d	Dilute	Ослабленная окраска	Рецессивный
l	Long hair	Длинная шерсть в гомозиготном состоянии	Рецессивный
t ^b	Tabby	Разводы на теле (мраморная окраска)	Рецессивный
W	White	Белая окраска шерсти, часто глухота, голубые глаза	Доминантный
S	Piebald spotting	Белая пятнистость (пегость)	Доминантный
O	Orange	Рыжая окраска; у гетерозиготных самок – черепаховая (трехцветная)	Доминантный

Город Мозырь расположен на юго-востоке Гомельской области, является крупным промышленным центром Беларуси с населением 111,7 тысяч человек (2018 г.). Площадь г. Мозыря в пределах официальной городской черты составляет 3786 га. Для проведения исследований город в зависимости от характера застройки был разделен на следующие участки:

– *участок № 1.* Жилая мало- и многоэтажная застройка. Достаточно распространенный в городе тип застройки с мало- и многоэтажными строениями (ул. Рыжкова, ул. Куйбышева, ул. Пушкина, ул. Шоссейная);

– *участок № 2.* Жилая многоэтажная застройка. Включает многоэтажные жилые дома, торговые центры, административные здания и др. (ул. Ульяновская, бульвар Дружбы, ул. Малинина, ул. Нефтестроителей, бульвар Малинина);

– *участок № 3.* Промышленная застройка. Территория, застроенная преимущественно промышленными зданиями (район кабельного завода, хлебозавода, территория вблизи железнодорожной станции Козенки и др.);

– *участок № 4.* Жилая застройка усадебного типа. Характеризуется в основном одноэтажными и двухэтажными строениями, расположенными на индивидуальных земельных участках. В черте города данный тип застройки встречается в районе станции Мозырь и в центральном районе (д. Бобры, ул. Полесская, микрорайоны «Железнодорожный», «Пхов»).

Результаты исследования и их обсуждение

Данные по количеству выявленных особей *F. catus* на типированных участках застройки приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Соотношение количества особей к исследуемым участкам

№ участка	Тип застройки	Количество особей	Процентное соотношение к числу особей
1	Жилая мало- и многоэтажная застройка	77	39,5 %
2	Жилая многоэтажная застройка	65	33,3 %
3	Промышленная застройка	27	13,9 %
4	Жилая застройка усадебного типа	26	13,3 %

Как видно из таблицы 2, наибольшее количество особей выявлено на участках жилой мало- и многоэтажной застройки, многоэтажной застройки (соответственно 39,5 % и 33,3 %). На наш взгляд, это связано с тем, что эти типы застройки, по сравнению с промышленной и усадебной застройкой (соответственно 13,9 % и 13,3 % от общего количества выявленных животных), обеспечивают лучшие условия для выживания кошек (наличие кормовой базы, укрытий, меньшее количество безнадзорных собак в отличие от застройки усадебного типа и др.). Кроме того, большее количество выявленных кошек на данных участках может быть связано с более высокой плотностью населения в этих районах.

Данные по определению частот аллелей мутантных генов, а также соотношению фенотипов на участке № 1 представлены в таблице 3.

Таблица 3. – Соотношение фенотипов и частоты аллелей аутосомных генов популяции *F. catus* г. Мозырь в зависимости от типа застройки

Аллель	Соотношение фенотипов	Частоты мутантных аллелей
Участок 1		
a	33/65	0,712±0,003
d	24/70	0,583±0,003
l	22/77	0,535±0,003
t ^b	1/29	0,184±0,009
S	44/70	0,392±0,003
W	7/70	0,051±0,001
Участок 2		
a	35/60	0,763±0,003
d	16/64	0,500±0,003
l	14/65	0,469±0,003
t ^b	1/37	0,164±0,007
S	40/64	0,384±0,003
W	1/65	0,010±0,001
Участок 3		
a	11/21	0,724±0,008
d	9/23	0,624±0,009
l	6/26	0,480±0,008
t ^b	0/16	-
S	18/23	0,531±0,001
W	3/26	0,062±0,003
Участок 4		
a	8/23	0,589±0,009
d	5/24	0,458±0,009
l	6/27	0,469±0,008
t ^b	2/12	0,407±0,019
S	8/24	0,181±0,006
W	3/27	0,057±0,003

Как видно из таблице 3, на участке № 1 наибольшая частота распространения наблюдалась у аллеля a и составила 0,712±0,003, наименьшая частота на данном участке выявлена для доминантного аллеля W – 0,051±0,001 и аллеля t^b – 0,184±0,009. Аналогичные результаты получены для участка № 2: частота распространения аллеля a была наибольшей и составила – 0,763±0,003; наименьшая частота наблюдалась для мутантного аллеля гена W – 0,010±0,001. Особенностью участка № 3 стало отсутствие особей с рецессивным мутантным аллелем t^b. Доминантный аллель W также как и по другим участкам имел низкую частоту распространения – 0,062±0,003; наибольшая частота наблюдалась у аллеля a – 0,724±0,008. На участке № 4 выявлены средние значения частот рецессивных аллелей d – 0,458±0,009, l – 0,469±0,008 и t^b – 0,407±0,019; низкая частота распространения установлена для аллеля W – 0,057±0,003, отвечающего за белую окраску шерсти.

Таким образом, на всех четырех участках наибольшая частота распространения выявлена для рецессивного аллеля a – от 0,589±0,009 до 0,763±0,003; наименьшая – для доминантного аллеля W – от 0,010±0,001 до 0,062±0,003. Причиной низкой частоты распространения в популяции доминантного аллеля W является тот факт, что белые кошки с голубыми глазами часто являются глухими. На этот факт еще в XIX веке обратил внимание основатель эволюционной биологии Ч. Дарвин [14]. Таким

образом, аллель W, помимо белой демаскирующей окраски кошек, приводит еще и к глухоте, значительно снижающей вероятность выживания в городских условиях.

Данные по частоте распространения мутантного аллеля гена O, определяющего формирование рыжей окраски (у гетерозиготных кошек черепаховой окраски), приведены в таблице 4.

Таблица 4. – Частота встречаемости мутантного аллеля гена O в популяции *F. catus* г. Мозыря

Фенотип	Генотип			Частота аллеля O
	O/?	O/o	o/?	
Участок 1				
Наблюдаемый	5	11	54	
Ожидаемый	6	8,9	55	0,149±0,003
Участок 2				
Наблюдаемый	4	7	53	
Ожидаемый	4,3	6,75	52,9	0,119±0,003
Участок 3				
Наблюдаемый	2	2	19	
Ожидаемый	1,7	2,6	18,7	0,130±0,0080
Участок 4				
Наблюдаемый	1	4	19	
Ожидаемый	1,7	2,6	19,7	0,125±0,058

Как видно из таблицы 4, наблюдаемый результат практически в полной степени соответствует ожидаемому. Так, на участке № 1 наблюдаемое количество особей с генотипом O/? составило 5, ожидаемое – 6. Аналогичные результаты получены и по другим участкам.

Данные по соотношению фенотипов и аллельных частот аутосомных генов, обуславливающих шерстный окрас кошек, по всем участкам г. Мозыря приведены в таблице 5.

Таблица 5. – Соотношение фенотипов и аллельных частот аутосомных генов всех исследованных особей *F. catus* на территории г. Мозыря в 2018 г.

Аллель	Соотношение фенотипов	Частоты мутантных аллелей
a	88/169	0,721±0,001
d	53/181	0,541±0,001
l	45/195	0,479±0,001
t ^b	4/94	0,205±0,003
S	111/181	0,376±0,029
W	14/195	0,036±0,001

В результате проведенных исследований по определению аллельных частот аутосомных генов, обуславливающих шерстный окрас кошек популяции г. Мозыря, установлено, что наибольшую частоту имеет аллель a – 0,721±0,001; наименьшую – аллель W 0,036±0,001. Таким образом, наиболее редким окрасом кошек на территории г. Мозыря был белый.

Частота мутантного аллеля O, сцепленного с полом и определяющего рыжий окрас (у гетерозиготных самок – черепаховый), представлена в таблице 6.

Таблица 6. – Частота встречаемости мутантного аллеля гена O для всех исследуемых особей популяции в 2018 г.

Фенотип	Генотип			Частота аллеля
	O/?	O/o	o/?	
Наблюдаемый	12	23	148	
Ожидаемый	13,3	20,5	147,2	0,130±0,001

Как видно из таблицы 6, частота распространения мутантного аллеля гена O в популяции кошек г. Мозыря, обуславливающего черепаховую окраску особей у гетерозиготных самок, составила в среднем 0,130±0,001 с небольшими колебаниями в зависимости от участка – от 0,119±0,003 (таблица 4) до 0,149±0,003 (таблица 4).

Выводы

В результате исследований установлено, что в популяции *F. catus* г. Мозыря наибольшую частоту распространения имеет рецессивный аллель *a* – от $0,589 \pm 0,009$ до $0,763 \pm 0,003$ при среднем значении $0,721 \pm 0,001$; наименьшую – доминантный аллель *W* – от $0,010 \pm 0,001$ до $0,062 \pm 0,003$ при среднем значении – $0,036 \pm 0,001$. Аллель *t^b* также имеет относительно невысокую частоту распространения – $0,205 \pm 0,003$. Вероятнее всего, это связано с положительной селективной ценностью аллеля *a* для выживания *F. catus* в городских условиях. Напротив, особи с аллелем *W* хуже приспособлены к жизни в условиях городской среды из-за белой демаскирующей окраски и частой глухоты, значительно снижающей вероятность выживания. Особи с аллелем *t^b* исторически реже встречаются в Беларуси. Последний тип окраса чаще встречается у породистых кошек в Великобритании. Средние значения по частоте распространения имели рецессивные аллели *d* – $0,541 \pm 0,001$; *l* – $0,479 \pm 0,001$ и доминантный аллель *S* – $0,376 \pm 0,029$. Сходные данные приводятся и для других белорусских и российских популяций *F. catus*. Так, в работе Г. Г. Гончаренко, С. А. Зяцькова [15] отмечено, что мутантные аллели локусов *White* и *Tabby* для российских и белорусских популяций домашних кошек встречались с низкой частотой; мутантные аллели *S*, *d* и *O* характеризовались средним значением частот встречаемости и в большинстве исследованных популяций имели величины от 15 до 40 %. Частота распространения мутантного аллеля гена *O* в популяции кошек г. Мозыря, обуславливающего черепаховую окраску особей у гетерозиготных самок, составила в среднем $0,130 \pm 0,001$ с небольшими колебаниями в зависимости от участка – от $0,119 \pm 0,003$ (участок № 2) до $0,144 \pm 0,003$ (участок № 1).

СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Storch, V. *Evolutionsbiologie* / V. Storch, U. Welsch, M. Wink. – 3 überarbeitete und aktualisierte Auflage. – Berlin ; Heidelberg : Springer Spektrum, 2013. – 570 s.
2. The palaeogenetics of cat dispersal in the ancient world / C. Ottoni [et al.] // *Nature ecology and evolution*. – 2017. – Vol. 1, № 139.
3. Schunemann, V. J. Wo der Mensch auf den Hund kam : Genetische Untersuchungen deuten darauf hin, dass der Ursprung der Domestikation in Europa liegt / V. J. Schunemann, J. Krause // *Senckenberg – Natur, Forschung, Museum*. – 2014. – Vol. 144, № 7–8. – S. 278–281.
4. Towards a comprehensive picture of the Mediterranean: population genetics of the cats of Rome, Italy / A. T. Lloyd [et al.] // *Carnivore Genet. Newslett.* – 1983. – Vol. 4. – P. 235–241.
5. Мутантныя гены окраски в популяциях домашних кошек Средней Азии и Европейской части СССР / Г. Г. Гончаренко [и др.] // *Генетика*. – 1985. – Т. XXI, № 7. – С. 1151–1158.
6. Распределение генов окраски и длины шерсти в популяциях кошек Кубы, Коста-Рики, Колумбии, Парагвая, Чили и Аргентины и возможное происхождение этих популяций / М. Руис-Гарсия [и др.] // *Генетика*. – 2002. – Т. 38, № 2. – С. 227–242.
7. Гончаренко, Г. Г. Генетическая структура и уровень дифференциации в популяциях *Felis catus* европейского континента / Г. Г. Гончаренко, С. А. Зяцьков, А. Н. Лысенко // *Докл. акад. наук*. – 2010. – Т. 431, № 6. – С. 827–830.
8. Березина, Е. С. Морфологические особенности и генетика окрасов кошки домашней в популяции лесной зоны среднего Прииртышья / Е. С. Березина // *Рос. вет. журн. Мелкие домашние и дикие животные*. – 2011. – № 4. – С. 8–11.
9. Shostell, J. M. Mutant Allele Frequencies in Domestic Cat Populations in Arkansas and Tennessee / J. M. Shostell, J. Staudinger, M. Ruiz-Garcia // *Journal of Heredity*. – 2005. – Vol. 96 (5). – P. 557–565.
10. Генетическая структура и дифференциация популяций *Felis catus* L. восточной части Беларуси / С. А. Зяцьков [и др.] // *Вестн. Мазыр. дзярж. пед. ун-та імя І. П. Шамякіна*. – 2018. – № 1 (51). – С. 31–35.
11. Антоненко, Т. В. Методика оценки территориальной активности *Felis catus* в антропогенных условиях обитания / Т. В. Антоненко // *Вестн. Алтайск. гос. аграр. ун-та*. – 2009. – № 10 (60). – С. 110–113.
12. Гончаренко, Г. Г. Генетика: анализ наследственных закономерностей на генах меха кошек *Felis catus* / Г. Г. Гончаренко, С. А. Зяцьков. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2007. – 108 с.
13. Генетика кошки / С. О'Брайен [и др.]. – Новосибирск : Наука, 1993. – 212 с.

14. Дарвин, Ч. Происхождение видов путем естественного отбора / Ч. Дарвин. – М. : Тайдекс Ко, 2003. – 496 с.

15. Гончаренко, Г. Г. Уровень генетической дифференциации у кошек *Felis catus* (L.) в западноевропейских, североамериканских и восточноевропейских популяциях / Г. Г. Гончаренко, С. А. Зяцьков // Вавиловск. журн. генетики и селекции. – 2011. – Т. 15, № 3. – С. 516–523.

Поступила в редакцию 13.09.2019

E-mail: kudelko95@gmail.com;
lebedevna@inbox.ru

N. Hramyka, M. Lebedzeu

GENETIC STRUCTURE OF *FELIS CATUS* L.
POPULATION IN MOZYR

Genetic structure of *Felis catus* L. population found in Mozyr was determined. A comparative analysis between the results received in Mozyr and the data received while investigating the East-Belarusian populations and the West-European populations of *F. catus* was made.

Keywords: *Felis catus* L., domestication, neolithic revolution, genetic structure of populations.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ