

## УРОВЕНЬ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ У КОШЕК (*FELIS CATUS* L.) В ЗАПАДНОЕВРОПЕЙСКИХ, СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ И ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКИХ ПОПУЛЯЦИЯХ

Г.Г. Гончаренко, С.А. Зятыков

УО Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Гомель, Республика Беларусь,  
e-mail: ggoncharenko@gsu.by

В ходе анализа генетической структуры популяций домашних кошек *Felis catus* европейского континента, США и Канады было установлено, что проанализированные популяции разделяются на два кластера (группы): западноевропейско-североамериканский и восточноевропейский. Установлены близкородственный характер и единство происхождения популяционных генофондов кошек белорусско-российских городов. Выявлено действие эффекта основателя на формирование послевоенной популяции кошек Санкт-Петербурга.

**Ключевые слова:** *Felis catus*, гены окраса меха, генетическая структура, степень генетической дифференциации, коэффициент генетической дистанции ( $D_N$ ).

### Введение

Известно, что все цветовые вариации, кроме серого полосатого (дикий тип), в окрасе меха у кошек *Felis catus* обусловлены мутациями в генах, контролирующих процесс пигментогенеза и миграции меланоцитов в волосные фолликулы (Searle, 1968; Robinson, 1977; Бородин, 1995; Гончаренко, Зятыков, 2007). Частоты встречаемости мутантных и нормальных аллелей генов окраса характерны для каждой популяции и отражают их генетические структуры.

В настоящее время аллельные частоты по генам окраса меха домашних кошек описаны практически для всех развитых стран (Searle, 1949; Dreux, 1967; Clark, 1975; Todd, Lloyd, 1979; Lloyd, 1982; Ruiz Garcia, 1990; Ruiz Garcia *et al.*, 2005; Shostell *et al.*, 2005). Имеются работы, посвященные анализу генетической структуры кошек в отдельных городах восточноевропейских государств (Россия, Беларусь) (Borodin *et al.*, 1978; Гончаренко и др., 1985; Голубева, Жигачев, 2007). Однако практически неисследованной остается зона контакта между популяциями *F. catus* восточноевропейских

государств с популяциями Западной Европы и Северной Америки.

Целью настоящей работы было установить генетическую структуру и оценить уровень дифференциации популяций *F. catus* на территории ряда белорусских, российских, а также западноевропейских и североамериканских городов.

### Материалы и методы

Материал для популяционно-генетического анализа был собран в шести белорусских (Минск, Гомель, Могилев, Орша, Речица, Бобруйск), трех российских (Смоленск, Москва, Новосибирск) и одном казахстанском (Алматы) городах. Для сравнительного анализа генетической структуры и степени генетической дифференциации были также использованы данные по двум крупным российским городам (Borodin *et al.*, 1978) и 14 городам различных стран Западной Европы, а также США и Канады (Searle, 1949; Todd, 1964, 1966; Dreux, 1967, 1975; Clark, 1975; Todd N.B., Todd L.M., 1976; Blumenberg, McDonald, 1978; Blumenberg *et al.*, 1979; Todd, Lloyd, 1979; Lloyd, 1982; Shostell *et al.*, 2005).

Для установления генотипов применялся метод визуального типирования структуры и окраски шерстного покрова домашних кошек. Для каждой кошки был составлен индивидуальный генетический портрет. В ряде случаев для уточнения генотипов применялся метод семейного (генеалогического) анализа.

В каждой популяции домашних кошек были исследованы частоты мутантных аллелей сцепленного с полом локуса *Orange* – доминантный аллель *O*, а также 6 аутосомных локусов (*Agouti* – рецессивный аллель *a*, *Dilute* – рецессивный аллель *d*, *Long hair* – рецессивный аллель *l*, *Piebald spotting* – доминантный аллель *S*, *White* – доминантный аллель *W*, *Tabby* – рецессивный аллель *t<sup>b</sup>*). Все мутантные аллели, за исключением аллеля *l*, влияют на окраску шерстного покрова и характер его распределения. Аллель *l* в гомозиготном состоянии определяет длинную шерсть. Фенотипическое проявление аллелей, их взаимодействие и методы подсчета аллельных частот подробно описаны ранее (Robinson, Silson, 1969; Robinson, Manchenko, 1981; Гончаренко и др., 1985).

Для установления сходства и различий между исследуемыми популяциями использовался коэффициент генетической дистанции Неи ( $D_N$ ) (Nei, 1972):

$$D_N = -\ln I_N, I_N = \frac{\sum_{j=1}^L \sum_{i=1}^R x_{ij} y_{ij}}{\sqrt{(\sum_{j=1}^L \sum_{i=1}^R x_{ij}^2)(\sum_{j=1}^L \sum_{i=1}^R y_{ij}^2)}},$$

где  $x_{ij}$  и  $y_{ij}$  – частоты  $i$ -го аллеля  $j$ -го локуса сравниваемых популяций.

Если  $D_N$  равно 0, то популяции идентичны. Чем больше значение  $D_N$ , тем менее родственны сравниваемые популяции. Считается, что коэффициент дистанции Неи самый точный и поэтому используется многими исследователями.

Для наглядного изображения общей картины генетических взаимоотношений между всеми исследованными популяциями на основании полученных коэффициентов генетической дистанции Неи была построена дендрограмма методом невзвешенного парно-группового кластерного анализа (UPGMA) (Sneath, Sokal, 1973). Надежность характера ветвления дендрограммы оценивалась при помощи бутстреп-теста Фелзенштейна (Felsenstein, 1985). Все расчеты

проводились с использованием компьютерных программ «Ген» (версия для PC) и DISPAN (Гончаренко и др., 1988; Ota, 1993).

## Результаты и обсуждение

Для оценки генетической структуры были рассчитаны частоты встречаемости нормальных и мутантных аллелей окраса и структуры шерсти в каждой из 12 исследованных популяций Беларуси и России. Аллельные частоты по 6 аутосомным и 1 сцепленному с полом генам в популяциях *F. catus* приведены в табл. 1. Здесь следует отметить высокие частоты для мутантных аллелей *a* и *l*, значения которых во всех популяциях Беларуси и России варьировали от 40 до 60 %, а в некоторых превышали 70 %. Мутантные аллели *S*, *d* и *O* характеризовались средним значением частот встречаемости, поскольку в большинстве исследованных популяций имели величины от 15 до 40 %. Мутантные аллели локусов *White* и *Tabby* встречались с низкой частотой.

Сравнительный анализ генетической структуры показал, что почти все исследованные нами популяции России и Беларуси имеют сходные значения по аллельным частотам 5 локусов (*Agouti*, *Dilute*, *Long hair*, *Piebald spotting*, *White*) (табл. 1).

Крайне интересная ситуация сложилась по мраморному аллелю *t<sup>b</sup>* локуса *Tabby*. В городах Западной Европы, а также США и Канады его частота обычно превышает 40 %, а в Глазго, Дублине, Лондоне, Ньюкасле и Париже – 75 % (Searle, 1949; Todd, 1964, 1966; Dreux, 1967, 1975; Clark, 1975; Todd N.B., Todd L.M., 1976; Blumenberg, McDonald, 1978; Blumenberg *et al.*, 1979; Todd, Lloyd, 1979; Lloyd, 1982; Shostell *et al.*, 2005). В исследованных городах Беларуси и России выявлена в целом низкая частота встречаемости аллеля *t<sup>b</sup>*, а в нескольких популяциях он полностью отсутствовал (табл. 1). Исключением является популяция Санкт-Петербурга, где частота аллеля *t<sup>b</sup>* составляет 44 %. Считается, что столь высокой частоты в Санкт-Петербурге этот аллель достиг после Великой Отечественной войны. За время блокады с 1941 по 1943 гг. популяция *F. catus* в Санкт-Петербурге (Ленинграде) практически полностью исчезла. В апреле 1943 г. после частичного прорыва

Таблица 1

Аллельные частоты по 7 генам окраса и структуры меха  
в популяциях *F. catus* 26 городов Европейского континента, США и Канады

| Популяция       | N    | Частоты аллелей |          |          |          |          |          |                      | Источник                        |
|-----------------|------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------|---------------------------------|
|                 |      | <i>a</i>        | <i>d</i> | <i>l</i> | <i>O</i> | <i>S</i> | <i>W</i> | <i>t<sup>b</sup></i> |                                 |
| Минск           | 102  | 0,795           | 0,316    | 0,533    | 0,205    | 0,219    | 0,010    | 0                    | Наши данные                     |
| Гомель          | 686  | 0,688           | 0,378    | 0,471    | 0,183    | 0,327    | 0,015    | 0,125                | Наши данные                     |
| Могилев         | 108  | 0,745           | 0,341    | 0,373    | 0,181    | 0,218    | 0,023    | 0,139                | Наши данные                     |
| Орша            | 87   | 0,822           | 0,378    | 0,577    | 0,220    | 0,319    | 0,017    | 0                    | Наши данные                     |
| Речица          | 86   | 0,742           | 0,376    | 0,431    | 0,135    | 0,386    | 0,006    | 0                    | Наши данные                     |
| Бобруйск        | 105  | 0,630           | 0,310    | 0,430    | 0,110    | 0,150    | 0,020    | 0                    | Наши данные                     |
| Смоленск        | 94   | 0,775           | 0,314    | 0,413    | 0,267    | 0,251    | 0,016    | 0,147                | Наши данные                     |
| Москва          | 102  | 0,588           | 0,439    | 0,519    | 0,183    | 0,253    | 0        | 0                    | Наши данные                     |
| Новосибирск     | 226  | 0,619           | 0,374    | 0,446    | 0,203    | 0,329    | 0,009    | 0,083                | Наши данные                     |
| Алматы          | 171  | 0,541           | 0,360    | 0,562    | 0,162    | 0,214    | 0,003    | 0,155                | Наши данные                     |
| Санкт-Петербург | 115  | 0,570           | 0,420    | 0,640    | 0,250    | 0,310    | 0,010    | 0,440                | Borodin <i>et al.</i> , 1978    |
| Самара          | 64   | 0,460           | 0,130    | 0,560    | 0,230    | 0,410    | 0        | 0                    | Borodin <i>et al.</i> , 1978    |
| Лондон          | 700  | 0,762           | 0,142    | 0,330    | 0,105    | 0,313    | 0,004    | 0,814                | Searle, 1949                    |
| Ньюкасл         | 617  | 0,800           | 0,300    | 0,360    | 0,160    | 0,340    | 0,010    | 0,770                | Shostell <i>et al.</i> , 2005   |
| Дублин          | 360  | 0,824           | 0,290    | 0,329    | 0,115    | 0,306    | 0,020    | 0,744                | Todd, Lloyd, 1979               |
| Глазго          | 918  | 0,800           | 0,260    | 0,300    | 0,200    | 0,200    | 0        | 0,800                | Clark, 1975                     |
| Париж           | 1833 | 0,710           | 0,330    | 0,240    | 0,060    | 0,240    | 0,011    | 0,780                | Dreux, 1967                     |
| Марсель         | 550  | 0,720           | 0,340    | 0,270    | 0,080    | 0,290    | 0,000    | 0,680                | Dreux, 1975                     |
| Амстердам       | 636  | 0,740           | 0,250    | 0,150    | 0,130    | 0,320    | 0,010    | 0,570                | Lloyd, 1982                     |
| Портленд        | 264  | 0,785           | 0,478    | 0,435    | 0,291    | 0,437    | 0,029    | 0,537                | Blumenberg <i>et al.</i> , 1979 |
| Кливленд        | 171  | 0,743           | 0,413    | 0,254    | 0,233    | 0,351    | 0,021    | 0,385                | Blumenberg, McDonald, 1978      |
| Бостон          | 792  | 0,642           | 0,426    | 0,302    | 0,193    | 0,436    | 0,022    | 0,443                | Todd, 1964                      |
| Нью-Йорк        | 236  | 0,752           | 0,443    | 0,130    | 0,146    | 0,470    | 0,013    | 0,473                | Todd, 1966                      |
| Галифакс        | 159  | 0,788           | 0,450    | 0,476    | 0,323    | 0,379    | 0,032    | 0,427                | Todd N.B., Todd L.M., 1976      |
| Сент Луис       | 866  | 0,787           | 0,427    | 0,481    | 0,299    | 0,384    | 0,016    | 0,507                | Shostell <i>et al.</i> , 2005   |
| Мемфис          | 300  | 0,801           | 0,439    | 0,318    | 0,214    | 0,379    | 0,012    | 0,546                | Shostell <i>et al.</i> , 2005   |

Примечание. N – количество особей, проанализированных в каждой популяции.

блокады среди первых грузов, прибывших в Ленинград, были кошки, в основном дымчатого окраса, которые по постановлению Ленсовета были специально завезены в город для борьбы с крысами. По-видимому, среди этих кошек были особи, несущие аллель *t<sup>b</sup>*, который сохранился с высокой частотой в современной популяции Санкт-Петербурга. Иными словами, столь высокая частота данного аллеля в Санкт-Петербурге обязана действию эффекта основателя. Поскольку Санкт-Петербург является портовым

городом, нельзя исключить и возможность попадания на его территорию кошек с аллелем *t<sup>b</sup>* с американских и английских судов, побывавших в ленинградском порту.

Что касается сцепленного с полом гена *Orange*, то в популяциях 12 восточноевропейских городов включая основанную русскими переселенцами Алма-Ату, частота мутантного аллеля *O* колеблется от 11 до 30 % (табл. 1). Следует отметить, что такие же высокие по данному аллелю частоты характерны для стран

Западной и Северной Европы (Todd *et al.*, 1975), а также Греции (Todd, Kunz, 1977) и существенно отличаются от популяций, входящих в состав так называемого коридора пониженной частоты аллеля *O*, расположенного по линии Тегеран–Будапешт, сформированного под влиянием азиатских кошек (Borodin *et al.*, 1978; Гончаренко и др., 1985, 2010).

Для более точной количественной оценки генетической дифференциации между 26 исследованными популяциями домашних кошек включая данные по 14 городам Западной Европы, а также США и Канады был использован коэффициент генетической дистанции Неи (Nei, 1972), который учитывает различия по всем исследованным локусам, а не только по сильно различающимся. Найденные значения коэффициентов генетической дистанции ( $D_N$ ) представлены в виде диагональной матрицы в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что наиболее сходные генетические структуры оказались у 10 белорусско-российских популяций и 7 популяций Западной Европы, поскольку значение  $D_N$  для восточноевропейских популяций (без Санкт-Петербурга) варьировало от 0,002 до 0,025, а для популяций Западной Европы – от 0,001 до 0,021. Наибольшие различия, как и следовало ожидать, выявлены между белорусско-российскими и западноевропейско-американскими популяциями, где  $D_N$  для всех сравниваемых пар превышало 0,050 и в ряде случаев – 0,100, а для пары Самара–Глазго даже достигло значения 0,198 (табл. 2).

При использовании значений коэффициентов генетической дистанции Неи ( $D_N$ ) посредством невзвешенного парно-группового метода кластерного анализа (UPGMA) нами была построена дендрограмма (рис. 1), позволяющая наглядно проиллюстрировать степень межпопуляционной дифференциации в исследованных популяциях домашних кошек. Необходимо отметить, что бутстреп-тест показал высокодоверительный характер ветвления в дендрограмме (> 90 %) практически для всех ветвей.

Из дендрограммы хорошо видно, что проанализированные популяции кошек Европейского и Североамериканского континентов распадаются на два четких кластера. Левый кластер включает в себя только популяции исторически связанных

стран Западной Европы, США и Канады. На территории Западной Европы кошки на протяжении многих веков подвергались массовому уничтожению инквизицией. Все это, по-видимому, обусловило своеобразие и обособленность генетической структуры этих популяций, которая восстанавливалась из редких сохранившихся групп и генотипов под воздействием эффекта основателя и дрейфа генов.

Необходимо подчеркнуть, что вопреки ожиданию, западноевропейская популяция кошек Амстердам вошла в субкластер североамериканских городов, а не в субкластер городов Западной Европы (рис. 1). В американском субкластере Амстердам объединился в одну ветвь с Нью-Йорком. Поскольку Нью-Йорк в начале XVII в. был основан голландскими колонистами и даже более полувека носил название «Новый Амстердам», предположение о том, что первоначальная популяция кошек этого города голландского происхождения продолжает сохранять свои черты в современной популяции кошек Нью-Йорка, кажется вполне уместным. Ранее подобное предположение было сделано в работе Ван Аардэ с соавт. (Van Aarde *et al.*, 1981). В то же время необходимо отметить, что в нашей работе популяции кошек Амстердам и Кливленд английского происхождения были ближе по значениям генетической дистанции Неи, чем Амстердам и Нью-Йорк (табл. 2). Но Кливленд по коэффициентам  $D_N$  в свою очередь ближе к другим североамериканским городам, чем Амстердам (табл. 2). В этом отношении кластерный анализ и дендрограмма дают более объективный характер генетической связи между популяциями, чем одна матрица генетических дистанций.

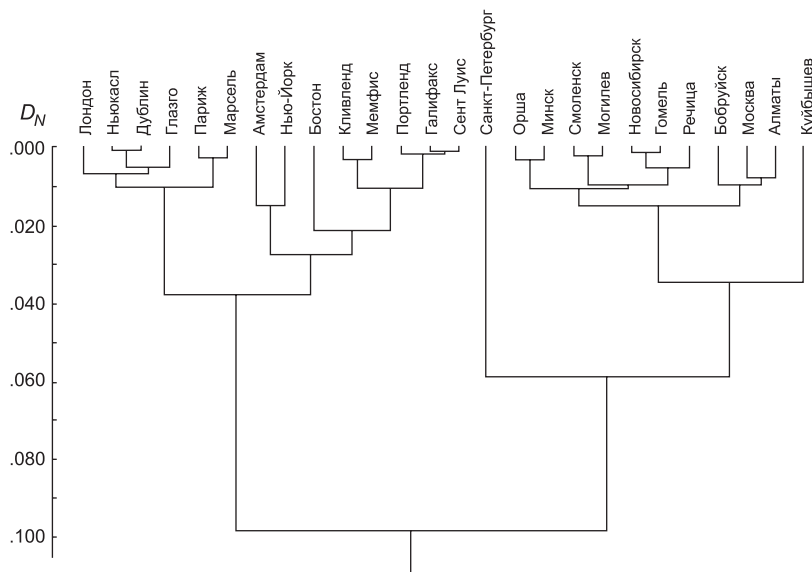
В наше исследование были включены только популяции городов востока США и Канады англо-французского и, как в случае с Нью-Йорком, англо-голландского происхождения. Интересно отметить, что популяции южных городов США, основанные испанцами, как было показано в работе Руиса-Гарсии с соавт. (Ruiz Garcia *et al.*, 1990), имеют другую генетическую структуру, существенно отличающуюся от англо-французских и англо-голландских.

Что касается правого кластера дендрограммы, то его составляют, в основном, популяции белорусско-российских (восточноевропейских)

Таблица 2

Значения коэффициентов генетической дистанции Неи в 26 популяциях *F. catus* Европы и Северной Америки

| Популяция       | Минск | Гомель | Могилев | Орша | Речица | Бобруйск | Смоленск | Москва | Санкт-Петербург | Новосибирск | Алматы | Самара | Лондон | Ньюкасл | Дублин | Глазго | Париж | Марсель | Амстердам | Порتلэнд | Кливленд | Бостон | Нью-Йорк | Галифакс | Сент-Луис |
|-----------------|-------|--------|---------|------|--------|----------|----------|--------|-----------------|-------------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|-------|---------|-----------|----------|----------|--------|----------|----------|-----------|
| Гомель          | .009  | xxx    |         |      |        |          |          |        |                 |             |        |        |        |         |        |        |       |         |           |          |          |        |          |          |           |
| Могилев         | .010  | .005   | xxx     |      |        |          |          |        |                 |             |        |        |        |         |        |        |       |         |           |          |          |        |          |          |           |
| Орша            | .003  | .009   | .016    | xxx  |        |          |          |        |                 |             |        |        |        |         |        |        |       |         |           |          |          |        |          |          |           |
| Речица          | .010  | .005   | .011    | .008 | xxx    |          |          |        |                 |             |        |        |        |         |        |        |       |         |           |          |          |        |          |          |           |
| Бобруйск        | .010  | .011   | .009    | .021 | .015   | xxx      |          |        |                 |             |        |        |        |         |        |        |       |         |           |          |          |        |          |          |           |
| Смоленск        | .008  | .006   | .002    | .013 | .013   | .015     | xxx      |        |                 |             |        |        |        |         |        |        |       |         |           |          |          |        |          |          |           |
| Москва          | .012  | .008   | .016    | .014 | .011   | .008     | .019     | xxx    |                 |             |        |        |        |         |        |        |       |         |           |          |          |        |          |          |           |
| Санкт-Петербург | .058  | .033   | .046    | .056 | .062   | .061     | .043     | .047   | xxx             |             |        |        |        |         |        |        |       |         |           |          |          |        |          |          |           |
| Новосибирск     | .012  | .008   | .008    | .013 | .006   | .009     | .009     | .005   | .039            | xxx         |        |        |        |         |        |        |       |         |           |          |          |        |          |          |           |
| Алматы          | .019  | .010   | .017    | .025 | .023   | .011     | .020     | .007   | .024            | .009        | xxx    |        |        |         |        |        |       |         |           |          |          |        |          |          |           |
| Самара          | .038  | .030   | .046    | .042 | .034   | .032     | .043     | .029   | .066            | .066        | .026   | xxx    |        |         |        |        |       |         |           |          |          |        |          |          |           |
| Лондон          | .162  | .123   | .110    | .174 | .159   | .159     | .111     | .183   | .080            | .140        | .131   | .183   | xxx    |         |        |        |       |         |           |          |          |        |          |          |           |
| Ньюкасл         | .140  | .101   | .092    | .145 | .135   | .145     | .092     | .156   | .059            | .118        | .114   | .178   | .006   | xxx     |        |        |       |         |           |          |          |        |          |          |           |
| Дублин          | .132  | .097   | .085    | .139 | .128   | .134     | .086     | .151   | .064            | .114        | .111   | .176   | .006   | .001    | xxx    |        |       |         |           |          |          |        |          |          |           |
| Глазго          | .151  | .117   | .098    | .164 | .156   | .150     | .098     | .171   | .074            | .133        | .125   | .198   | .008   | .005    | .005   | xxx    |       |         |           |          |          |        |          |          |           |
| Париж           | .156  | .112   | .096    | .169 | .147   | .141     | .104     | .161   | .075            | .126        | .118   | .194   | .011   | .009    | .006   | .008   | xxx   |         |           |          |          |        |          |          |           |
| Марсель         | .120  | .081   | .069    | .129 | .109   | .110     | .076     | .125   | .056            | .093        | .090   | .154   | .013   | .007    | .005   | .010   | .003  | xxx     |           |          |          |        |          |          |           |
| Амстердам       | .105  | .071   | .055    | .117 | .091   | .094     | .060     | .116   | .074            | .079        | .089   | .132   | .021   | .019    | .015   | .020   | .015  | .008    | xxx       |          |          |        |          |          |           |
| Порتلэнд        | .081  | .049   | .053    | .074 | .071   | .098     | .048     | .086   | .029            | .061        | .069   | .121   | .052   | .025    | .029   | .042   | .045  | .029    | .038      | xxx      |          |        |          |          |           |
| Кливленд        | .106  | .067   | .059    | .109 | .093   | .105     | .060     | .110   | .050            | .077        | .085   | .144   | .027   | .012    | .012   | .018   | .015  | .008    | .010      | .013     | xxx      |        |          |          |           |
| Бостон          | .090  | .047   | .052    | .083 | .063   | .085     | .057     | .070   | .043            | .051        | .064   | .123   | .089   | .057    | .057   | .075   | .057  | .039    | .045      | .019     | .022     | xxx    |          |          |           |
| Нью-Йорк        | .101  | .060   | .054    | .101 | .070   | .095     | .059     | .100   | .077            | .066        | .091   | .134   | .057   | .039    | .036   | .053   | .038  | .024    | .015      | .027     | .013     | .017   | xxx      |          |           |
| Галифакс        | .084  | .055   | .057    | .079 | .082   | .102     | .050     | .092   | .025            | .067        | .070   | .126   | .047   | .022    | .026   | .034   | .043  | .030    | .041      | .002     | .014     | .028   | .038     | xxx      |           |
| Сент-Луис       | .065  | .039   | .043    | .060 | .063   | .082     | .037     | .073   | .020            | .051        | .055   | .104   | .050   | .026    | .029   | .040   | .048  | .031    | .039      | .002     | .016     | .026   | .035     | .001     | xxx       |
| Мемфис          | .083  | .050   | .046    | .082 | .070   | .089     | .045     | .089   | .041            | .061        | .072   | .128   | .036   | .016    | .016   | .027   | .025  | .013    | .016      | .006     | .003     | .017   | .012     | .009     | .008      |



**Рис. 1.** Дендрограмма, построенная методом UPGMA, показывающая степень генетической дифференциации в 26 популяциях *F. catus* Европы и Северной Америки.

городов (рис. 1). Популяции домашних кошек *F. catus*, входящих в состав этого кластера, начали формироваться в Поднепровье в X–XII вв. под влиянием торговых контактов с варягами и греками. Центральное ядро правого кластера составляют тесно сцепленные популяции городов Орша, Бобруйск, Смоленск, Могилев, Гомель, Речица, расположенных в бассейне Днепра. Характер взаимоотношений в правом кластере свидетельствует в пользу того, что дальнейшее расселение кошек на территории Беларуси и России происходило из Поднепровья, поскольку остальные популяции Минска, Москвы, Самары, Новосибирска, Алматы на дендрограмме или входят в ядро кластера, или близко к нему примыкают. Все это однозначно говорит о близкородственном характере популяционных генофондов кошек белорусско-российских городов и свидетельствует о единстве их происхождения.

Несколько обособленное на дендрограмме положение Санкт-Петербурга в восточноевропейском кластере (рис. 1), как уже отмечалось, скорее всего, связано с действием эффекта основателя, поскольку вновь возникшая после ВОВ популяция сформировалась из небольшого числа особей, завезенных в город после частичного прорыва блокады, среди которых

могли быть кошки, несущие аллель  $t^b$ . Нельзя исключить и возможность попадания в город кошек с аллелем  $t^b$  с американских и английских судов, побывавших в ленинградском порту.

Работа проводилась в рамках темы ГБ 06-15 «Структура и функционирование зооценозов наземных и водных экосистем Белорусского Полесья» (ГГУ им. Ф. Скорины) и ГБЦМ 11-32 «Разработка молекулярно-генетических технологий для диагностики возбудителей описторхоза в окончательных и промежуточных хозяевах», а также была поддержана грантами Президента Республики Беларусь для деятелей науки, образования и здравоохранения (№ 310рп 2002), (№ 147рп 2007) и грантом стипендиального фонда Президента РБ по поддержке талантливой молодежи (№ 32рп 2009).

### Литература

- Бородин П.М. Кошки и гены. М.: Зоосалон, 1995. 144 с.
- Голубева Н.А., Жигачев А.И. Новые данные о частотах генов окраса и длины шерсти у кошек. 1. Популяция кошек г. Армавир // Генетика. 2007. Т. 43. № 8. С. 1079–1083.
- Гончаренко Г.Г., Зятьков С.А. Генетика. Анализ наследственных закономерностей на генах меха

- кошек *Felis catus*. Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2007. 108 с.
- Гончаренко Г.Г., Зятьков С.А., Лысенко А.Н. Генетическая структура и уровень дифференциации в популяциях *Felis catus* Европейского континента // Докл. АН. 2010. Т. 431. № 6. С. 827–830.
- Гончаренко Г.Г., Кучмин В.М., Савицкий Б.П. Учебная программа для обработки эволюционно-генетических данных и их геносистематической интерпретации. Гомель: ГГУ, 1988. 32 с.
- 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.
- Blumenberg B., Fish C., MacDonald B. Mutant allele frequencies in three domestic cat populations of New England // Carn. Genet. Newslett. 1979. V. 4. P. 1–12.
- Blumenberg B., McDonald B. A population genetics analysis of the domestic cats of Cleveland, Ohio, and the Midwestern United States // Carn. Genet. Newslett. 1978. V. 3. P. 227–240.
- Borodin P.M., Bochkarev M.N., Smirnova I.S., Manchenko G.P. Mutant allele frequencies in domestic cat populations of six soviet cities // J. Hered. 1978. V. 69. P. 169–174.
- Clark J.M. The effects of selection and human preference on coat colour gene frequencies in urbancats // J. Hered. 1975. V. 35. P. 195–210.
- Dreux P.H. Gene frequencies in the cat populations of Paris // J. Hered. 1967. V. 58. P. 92.
- Dreux P.H. Genetique de population des chats domestiques de Marseille (Bouche-du-Rhone, France) // Ann. Genet. Sel. Anim. 1975. V. 7. P. 23–33.
- Felsenstein J. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap // Evolution. 1985. V. 39. P. 783–791.
- Lloyd A.T. Mutant allele frequencies in the domestic cat populations of the Netherlands // Genetica. 1982. V. 58. P. 223–228.
- Nei M. Genetic distance between populations // Amer. Nat. 1972. V. 106. P. 283–292.
- Ota T. DISPAN: genetic distance and phylogenetic analysis. Institute of Molecular Evolutionary Genetics. The Pennsylvania State Univ., 1993.
- Robinson R. Genetics for Cat Breeders. London: Pergamon Press, 1977. 202 p.
- Robinson R., Manchenko G.P. Cat gene frequencies in cities of the USSR // Genetica. 1981. V. 55. P. 41.
- Robinson R., Silson M. Mutant gene frequencies in cats of southern England // Theor. Appl. Genet. 1969. V. 39. P. 326.
- Ruiz Garcia M. Mutant allele frequencies in domestic cat populations in Catalonia, Spain, and their genetic relationships with Spanish and English colonial cat populations // Genetica. 1990. V. 82. P. 209–214.
- Ruiz Garcia M., Alvarez D., Shostell J.M. Population genetic analysis of cat populations from Mexico, Colombia, Bolivia, and the Dominican Republic: identification of different gene pools in Latin America // J. Genet. 2005. V. 84. P. 147–171.
- Searle A.G. Gene frequencies in London's cats // J. Hered. 1949. V. 49. P. 214–220.
- Searle A.G. Comparative genetics of coat color in mammals. London: Logos press, 1968. 308 p.
- Shostell J.M., Staudinger J., Ruiz-Garcia M. Mutant allele frequencies in domestic cat populations in Arkansas and Tennessee // J. Heredity. 2005. V. 96(5). P. 557–565.
- Sneath P.H.A., Sokal R.R. Unweighted pair-group method average, UPGMA // Numerical Taxonomy. San Francisco: W.H. Freeman and Co, 1973. 573 p.
- Todd N.B. Gene frequencies of Boston's cats // Heredity. 1964. V. 19. P. 47–51.
- Todd N.B. Gene frequencies in the cat population of New York City // J. Hered. 1966. V. 57. P. 185–187.
- Todd N.B., Fagen R.M., Fagen K. Gene frequencies in Icelandic cats // Heredity. 1975. V. 35. P. 172–183.
- Todd N.B., Kunz T.H. Mutant allele frequencies in domestic cats populations of Greece // Biol. Gallo-Hellenica. 1977. V. 6. P. 289–310.
- Todd N.B., Todd L.M. Mutant allele frequencies among domestic cats in some eastern areas of Canada // J. Hered. 1976. V. 67. P. 368–372.
- Todd N.B., Lloyd A.T. Mutant allele frequencies in domestic cats of Dublin and vicinity // Carn. Genet. Newslett. 1979. V. 4. P. 24–30.
- Van Aarde R.J., Erasmus B.J., Blumenberg B. Frequencies of mutant alleles in the cat populations of Cape Town and Pretoria, South Africa // South African J. Sci. 1981. V. 77. P. 168–171.

**THE LEVEL OF GENETIC DIFFERENTIATION  
IN WEST EUROPEAN, NORTH AMERICAN, AND EAST EUROPEAN  
POPULATIONS OF DOMESTIC CATS (*FELIS CATUS* L.)**

**G.G. Goncharenko, S.A. Zyatkov**

Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Republic of Belarus,  
e-mail: ggoncharenko@gsu.by

**Summary**

Genetic analysis of domestic cats *Felis catus* of the European and North American continents revealed two clusters (groups) of populations: West European–North American and East European. The gene pools of cats from Belarusian and Russian cities are closely related, being of the same origin. The formation of the postwar St. Petersburg cat population was influenced by the founder effect.

**Key words:** *Felis catus*, coat color genes, genetic structure, genetic differentiation, genetic distance coefficient ( $D_N$ ).