

ГЕНОГЕОГРАФИЯ

УДК 575.174

*Т.В. Антоненко, Е.А. Кучина, Е.В. Шапелько, Т.А. Карманова,
Д.Д. Волгина, Н.Ф. Березиков, Т.О. Лютаева, М.А. Сафонова,
А.О. Никитина, М.А. Богряшова, А.С. Васильева, И.С. Коргополова,
П.С. Рыжкова, К.С. Григорьева*

Морфоособенности и частоты генов окрасов в популяциях беспородных собак некоторых районов Алтайского края

*T.V. Antonenko, E.A. Kuchina, E.V. Shapetko, T.A. Karmanova, D.D. Volgina,
N.F. Berezikov, T.O. Lutaeva, M.A. Safonova, A.O. Nikitina, M.A. Bogryashova,
A.S. Vasiljeva, I.S. Korgopolova, P.S. Ryzhkova, K.S. Grigorjeva*

Morphological features and frequencies of colour genes in non-breed dog populations of some areas of Altai territory

Ключевые слова: беспородные собаки, генетика окрасов, фенотипическая изменчивость.

Key words: non-breed dogs, colour genetics, phenotypic variability.

Резюме. В общем фенотипе популяции беспородных собак Алтайского края преобладают следующие: черный, нормальный и равномерный окрас с отсутствием чалости и тиковости; длинная шерсть; отсутствие альбинизма и доминирующего белого окраса. Относительно равномерно распределены доминанты и рецессивы аллелей, отвечающие за наличие или отсутствие окраса агути и белой пятнистости.

Abstract. In general phenotype of outbred dog population on the Altai territory, the following predominate: black, normal and uniform colour with no roan and tick; long wool; absence of albinism and dominant white colour. Dominant and recessive alleles responsible for the presence or absence of agouti and white spotting are distributed uniformly.

Введение

Собака – хищник со сложной популяционной и социальной организацией, включающей семью, группировки и стаи. В процессе эволюции хищничество способствовало значительному прогрессу, включающему развитие нервной системы, усложнение структур связи, передающих сложную и объемную информацию по оптическим, акустическим, химическим каналам, позволяющим обнаружить добычу, умертвить ее и съесть. Практическая польза собак не вызывает сомнений, вместе с тем проблем-

ной больших городов являются безнадзорные животные, которые приобретают ряд особенностей, характерных для обитателей урбанистического пространства [Рязанова, Нохрин, 2016].

В мире составлена достаточно полная геногеография кошки домашней, в то же время геногеография беспородных свободно скрещивающихся собак изучена недостаточно: библиографические источники содержат в основном информацию о генетике собак разных пород. В крупных городах формируется особая урбанистическая среда, к которой вынуждены адаптироваться живые организмы. Влияние абиотической и биотической среды вызывает как внепопуляционный, так и внутрипопуляционный стрессы, в результате элиминируются особи с недостаточной резистентностью, не способные адекватно реагировать на стресс-факторы урбанистической среды. Вследствие этого изменяется морфологическая структура популяции, так как известно, что плейотропные эффекты генов окраски являются адаптационными [Березина, Яроцкий, 2011].

Для достоверного учета и создания баз данных бездомных животных возникает необходимость идентификации особей, а окрасы собак являются одним из признаков, наиболее удобных для описания. По нали-

чию некоторых окрасов, специфичных для определенной породы, можно в ряде случаев с уверенностью говорить (при наличии соответствующих морфометрических особенностей, структуре шерсти) о примеси крови той или иной породы у беспородной особи, что важно при изучении формирования субпопуляции бездомных собак [Берензина, Седова, Яроцкий, 2011].

Таким образом, целью нашей работы стало выявление распределения основных окрасообразующих локусов шерстного покрова в изучаемых популяциях беспородных бездомных собак, беспородных домашних владельческих собак и собак из приюта “Ласка” в Барнауле и в некоторых районах Алтайского края.

Задачи:

- 1) вычислить частоту встречаемости основных аллелей генов, обуславливающих окрас у собак в изучаемых популяциях;
- 2) оценить разнообразие фенотипов исследуемых популяций собак;
- 3) сравнить фенотипическую изменчивость в популяциях собак города Барнаула и некоторых районов Алтайского края.

Материалы и методы

Сбор данных осуществлялся путем фотографирования и описания окрасов домашних собак Барнаула и некоторых районов Алтайского края. Всего исследовано 307 собак, из них 187 – из Барнаула и по 20 – из шести районов края. Среди них беспородные бездомные собаки, беспородные домашние владельческие собаки и собак из приюта “Ласка” (Барнаул). Исследования проводились в Барнауле, Заринском (Заринск), Красногорском (с. Красногорское), Павловском (с. Черемное), Шипуновском (с. Шипуново), Косихинском (с. Косиха) и Локтевском (г. Горняк) районах (рис. 1).

Исследовалась частота следующих генов.

Аллели “агуты” (гены “A”, “a”). Исходный ген “A” (“агуты”) отвечает за волчесерый окрас диких псовых и большинства, если не всех пород собак, имеющих волчебразный серый окрас. В результате мутагенеза ген “A” дал четыре мутантных аллеля: два доминантных (“As” и “Ay”) и два рецессивных (“asa” и “at”) по отношению к исходному гену “A”. За сплошной окрас отве-

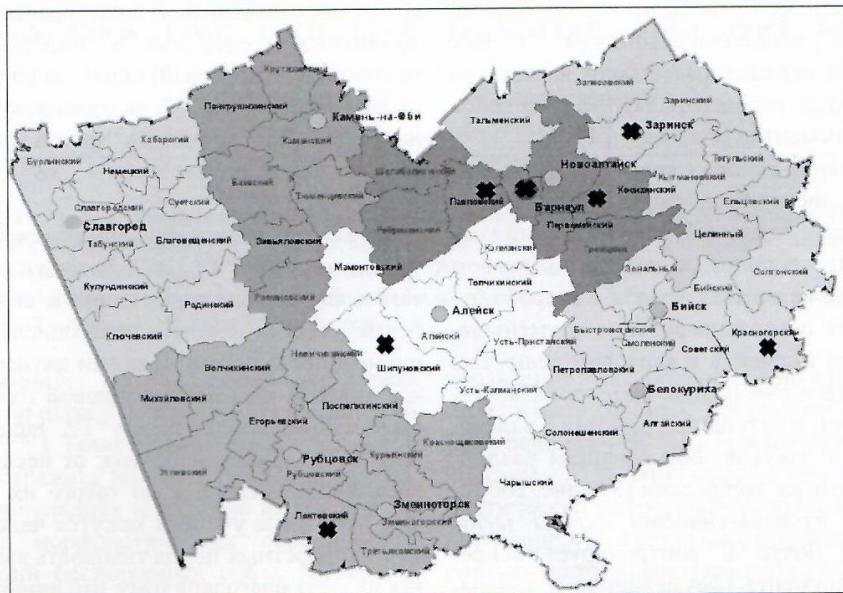


Рис. 1. Карта районов Алтайского края [Алтайский край, 2017] (точками обозначены районы изучения окрасов собак)

Fig. 1. Map of the Altai Territory Regions [Altai Territory, 2017] (the dots denote areas for studying colour of dogs)

чает ген “As”, за доминантный желтый (рыжий) – “Ay”, за агути (волчесерый) – “A”, за чепрачный – “asa”, за черно-подпалый – “at” [Робинсон, 1995].

Коричневый окрас (гены “B”, “b”). Два альтернативных гена, определяющие черный окрас волос (B) и коричневый окрас волос (b). Исходным является ген “B”. Он доминантен по отношению к мутантному гену “b”. Ген “b” изменяет все черные волосы на коричневые, а также осветляет все пигментированные участки кожи губ, пасти, когтей, мочки носа и радужину глаз [Робинсон, 1995].

Аллеи белого окраса, альбинизма (гены “C”, “c”). Аллель “C” – ген дикого типа, нормальный, доминантный, обеспечивает возможность синтеза любого пигмента, в зависимости от генотипа по соответствующим локусам. По мнению А.С. Графодатского [1999], этим аллелем обладают все собаки с “нормальной” окраской. Общее количество мутантных аллелей локуса альбинизма неизвестно, но по крайней мере три из них установлены. За полное проявление окраса отвечает ген “C”, за шиншилловый окрас – ген “cch”, за голубоглазый альбинизм – “cb”, за полный альбинизм – “c”. Все нормально окрашенные собаки имеют ген “C”, который разрешает экспрессию генов синтеза пигментов [Робинсон, 1995].

Ослабление окраса (гены “D”, “d”). Различия в диспозиции пигментных гранул обязаны паре генов: “D” и “d”. Первый усиливает интенсивность пигмента в корковом и мякотном веществах волоса, а второй обуславливает перераспределение и уменьшение гранул пигмента в корковом веществе. Сами по себе они не отвечают за пигментацию волоса, а вступают в эпистаз с аллелями других локусов, обусловливая различную степень их экспрессии [Уиллис, 2000].

Аллеи протяженности окраса (гены “E”, “e”). Локус “E” контролирует распределение пигмента (феумеланина и эумеланина) по телу животного. В волосяном покрове “дикого типа” представлены в каждом волосе оба этих пигмента – черный и желтый, и разные аллели “E”-локуса, подобно

“A”-аллелям, взаимно перераспределяют их [Графодатский и др., 1999]. По мнению Р. Робинсона [1995], за тигровый окрас отвечает ген “Ebr”, за нормальное распределение пигмента, обусловленное действием других локусов, – “E”, за полное отсутствие черной пигментации шерсти – “e”.

Длинная шерсть (гены “L”, “l”). Длинная шерсть определяется мутантным геном “l”, возможно, этот ген продлевает рост волоса, и он становится в несколько раз длиннее, чем обычный. Экспрессия “l” модифицирована по ряду показателей. У некоторых особей шерсть не кажется очень длинной и плотно прилегает к телу. На экспрессию гена “l” указывает в этом случае длинный украшающий рост волос на конечностях и хвосте, как у английского сеттера, у других шерсть особенно длинная, прямая и шелковистая, как у йоркширского терьера. У третьих она обильная и очень плотная, как у чау-чау. Наконец, у некоторых собак она длинная, свалившаяся и косматая, как у бобтейла [Березина, 2011].

Белая пятнистость (гены “S”, “s”). Разнообразие распределения пятен на теловище можно объяснить существованием трех мутантных аллелей гена “S”, определяющего сплошной (не белый) окрас. За сплошной окрас отвечает ген “S”, за ирландскую пятнистость – “si”, за пегость “sp”, за крайнюю степень белой пятнистости – “sw” [Робинсон, 1995].

Тиковость (тиковая пятнистость, крапчатость; гены “T”, “t”). У многих пород, таких как пойнтеры, сеттеры и спаниели, белые участки покрыты многочисленными пигментированными мелкими пятнами. Такое явление называется тиковой пятнистостью и определяется геном “T”. Экспрессия гена “T” очень вариабельна: от нескольких небольших пятнышек до такого их изобилия, что белые участки кажутся чалыми. У длинношерстных пород тиковость выглядит как чалость благодаря тому, что длинные волосы разных цветов легко перемешиваются. У некоторых пород наблюдается тенденция к усилию тиковости на ногах и животе [Робинсон, 1995].

Чалость (гены "R", "r"). Ген "R" обусловливает чалость (чередование окрашенных и неокрашенных волос, ген "r" – отсутствие чалости, окрас нормальный. Взаимодействие аллелей "R" > "r".

Белые собаки (гены "W", "w"). Некоторые белые вариации окраса собак обязаны доминантному гену "W". Однако утверждается, что проводились эксперименты на белых собаках, где ген "W" ведет себя как рецессивный. Вполне возможно, что они несли ген "sw" [Робинсон, 1995].

Результаты и обсуждение

В Алтайском крае наиболее часто встречаются доминантные формы гена из локуса "C", а также из локусов "E" и "B" (рис. 2). Реже встречаются гены белого окраса "W", чалости "R", тиковой пятнистости "T".

Ген "A" в порядке снижения встречаемости в Локтевском районе обнаружен 70% особей, в Павловском и Шипуновском – по 60%, в городе Барнауле – у 46% собак, в Заринском и Косихинском – по 35%, в Красногорском – всего 25%. Серия аллелей агути

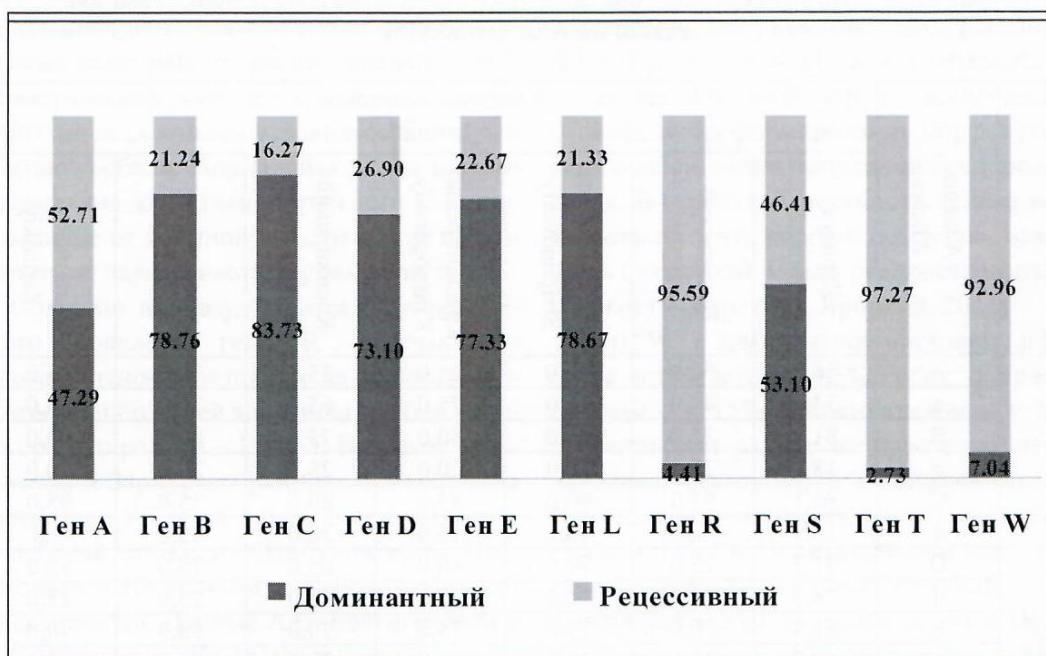


Рис. 2. Распределение генов окрасов беспородных собак по Алтайскому краю, %: аллели "агутi" (гены "A", "a"); длинная шерсть (гены "L", "l"); белая пятнистость (гены "S", "s"); тиковая пятнистость, крапчатость; гены "T", "t"); чалость (гены "R", "r"); белые собаки (гены "W", "w")

Fig. 2 Distribution of color genes mongrel dogs in the Altai territory, %: A – "agouti"; L – long hair; S – white spotting; T – tickiness; R – roan; W – white dogs

детерминирует несколько наиболее характерных по окрасу фенотипов [Графодатский и др., 1999]. Такая разница в частотах генов может отражать наличие тех или иных пород в популяциях и влияние их на формирование морфологических особенностей популяций беспородных собак [Березина, Яроцкий, 2015].

Ген "B", в доминантном состоянии отвечающий за черный окрас, встречается в городе у 81,3 % животных, также высокое

проявление этого гена отмечено в Шипуновском, Красногорском, Локтевском и Заринском районах – 80 %, в Павловском и Косихинском – 75 %. Это связано с тем, что меланистический тип обуславливает селективное преимущество в связи с механической прочностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды в условиях промышленного города [Рязанова, Нохрин, 2016].

Ген "C" в рецессивном состоянии встречается довольно редко: в Барнауле – 13,9%,

а Павловском и Заринском районах частота проявлений его составляет 5%, в Шипуновском – 10%, в Красногорском – 15%, в Косихинском – 20%. Наибольшее число особей, несущих данный ген, встречается в Локтевском районе – 45 %. Такое распределение, вероятно, связано с тем, что у домашней собаки альбинизм – явление редкое, хотя у других млекопитающих проявление этого

гена возможно довольно часто. Более того, “С”-локус считается одним из наиболее мутабельных, в связи с чем по нему известна целая серия разных аллелей (табл.).

Ген “Е”, определяющий протяженность окраса, наибольшее распространение получил в Заринском районе – 90% и Барнауле – 81,3%. Немногим меньшая частота его проявления в Локтевском – 80%, Шипунов-

Проявление основных аллелей генов, обусловливающих окрас у беспородных собак

Барнаула и некоторых районов Алтайского края, %

Display of the main alleles of genes that cause color in non-breed dogs in Barnaul and some areas of the Altai Territory, %

Встречаемость гена, % Display, %	Аллели Alleles	Район исследования Localiti					
		Барнаул Barnaul	Павловский Pavlovskiy	Шипуновский SHipunovskiy	Красногорский Krasnogorskiy	Косихинский Kosikhinskiy	Локтевский Loktevskiy
A	46,0	60,0	60,0	25,0	35,0	70,0	35,0
a	54,0	40,0	40,0	75,0	65,0	30,0	65,0
B	81,3	75,0	80,0	80,0	75,0	80,0	80,0
b	18,7	25,0	20,0	20,0	25,0	20,0	20,0
C	86,1	95,0	90,0	85,0	80,0	55,0	95,0
c	13,9	5,0	10,0	15,0	20,0	45,0	5,0
D	71,7	75,0	70,0	80,0	65,0	75,0	75,0
d	28,3	25,0	30,0	20,0	35,0	25,0	25,0
E	81,3	70,0	75,0	75,0	70,0	80,0	90,0
e	18,7	30,0	25,0	25,0	30,0	20,0	10,0
L	80,7	90,0	95,0	65,0	75,0	75,0	70,0
l	19,3	10,0	5,0	35,0	25,0	25,0	30,0
R	5,9	0,0	0,0	15,0	0,0	5,0	5,0
r	94,1	100,0	100,0	85,0	100,0	95,0	95,0
S	40,1	50,0	50,0	80,0	41,6	85,0	25,0
s	59,9	50	50,0	20	55,0	15,0	75,0
T	9,1	0,0	0,0	5	5	0,0	0,0
t	90,9	100	100,0	95	95,0	100,0	100,0
W	4,3	0,0	0,0	15,0	20,0	5,0	5,0
w	95,7	100	100	85	80,0	95,0	95,0

ском и Красногорском – 75%, Косихинском и Павловском – 70% районах. По мнению А.С. Евстигнеевой и О.А. Воронковой [2015], малочисленность собак с рецессивным вариантом этого гена в выборках указывает на связь данного аллеля с пониженной жизнеспособностью гомозиготных особей.

Ослабление окраса зависит от рецессивного гена из локуса “D”, доминантное проявление этого гена отвечает за нормальную окраску. Распространение доминантных генов “D” по районам имеет относительно равномерный характер: 75% в Павловском, Локтевском и Заринском районах, 71,7 % –

Барнауле, 70 % – в Шипуновском районе. Наибольшее распространение этот ген имеет в Красногорском – 80 %, а наименьшее – 65 % – в Косихинском районах.

Ген “L” в доминантном состоянии отвечает за нормальную длину шерсти – короткошерстность. Во всех районах этот ген встречается с большой частотой: в Шипуновском 95 %, Павловском – 90%, в Барнауле – 80,7 %, в Косихинском и Локтевском районах – 75%, в Заринском – 70%. Наименьшее количество проявлений выявлено в Красногорском районе – 65%. Различия частот генов небольшие, и это связано с тем, что все изучаемые нами районы расположены в одной климатической зоне, следовательно, характеризуются сходными условиями, в которых обитают собаки. Нормальная длина шерсти оптимальна для континентального климата. В отличие от длинной шерсти она не скатывается, не давая животному замерзнуть.

Согласно анализу, частота фенотипического проявления гена “R”, отвечающего в доминантном состоянии за чалость, достигает наибольшей величины у собак Красногорского района – 15 %. В Барнауле, Локтевском и Заринском районах эта величина составляет 5,9 и по 5,0 % соответственно. В выборке собак из Шипуновского, Павловского и Косихинского районов этот ген не встречался. Данные А.С. Евстигнеевой и О.А. Воронковой [2015] указывают на то, что собаки с таким окрасом встречаются редко среди как породистых, так и беспородных линий. Это может быть обусловлено низкой способностью этого гена к доминантности по сравнению с другими.

Ген “S”, отвечающий в доминантном состоянии за отсутствие белой пятнистости, имеет наибольшее распространение в Локтевском – 85% и Красногорском районах – 80%, несколько ниже в Барнауле – 57,2%, Павловском и Шипуновском районах – по 50%, Косихинском 45 %, Заринском – 25%. По мнению А.С. Евстигнеевой и О.А. Воронковой [2015], многочисленность особей с белой пятнистостью является доместикационным признаком, появившимся в результате искусственного отбора, напротив,

малочисленность особей с недостаточной пигментацией связана с развитием у них патологий внутреннего уха и глаз, так как меланин необходим для функционирования этих систем. Белая пятнистость может сочетаться с любым другим окрасом.

Ген “T”, обуславливающий тиковость, характерен для определенных пород собак и в изученных нами популяциях встречался редко: в Красногорском и Косихинском районах – по 5%, Барнауле – 9,1%, а в Шипуновском, Локтевском, Павловском и Заринском районах не обнаружен. Такое распределение, как указывают Е.С. Березина и В.Ю. Яроцкий [2011], может отражать наличие тех или иных пород в популяциях и влияние их на формирование морфологических особенностей популяций беспородных собак. В городской местности велика вероятность того, что породистая собака, оказавшись бездомной, может распространить ген тиковости [Березина, Яроцкий, 2011].

Ген “W” в доминантном состоянии в Барнауле встречается у 4,3% собак, в Красногорском – у 15% и Косихинском – у 20%. В Локтевском районе распространение его невелико, всего 5%, а в Шипуновском и Павловском районах этот ген мы не обнаружили. Ген “w” в рецессивном состоянии во всех районах встречается очень часто: в Барнауле – 95,7 %, Павловском и Шипуновском – 100 %, Красногорском – 58 %, Косихинском – 80 % и Локтевском – 95 % (см. табл.).

Данные значения можно объяснить равнодаленностью Локтевского и Красногорского районов как друг от друга, так и от Барнаула, Павловска и Косихи. Сходное количество того или иного гена в последних районах может быть связано с миграцией генов в пределах близких районов.

Выводы

Сходным генотипом обладают популяции беспородных собак следующих групп районов:

Группа 1: Павловский и Шипуновский районы с идентичным набором преобладающих аллелей. Также в этих районах соотношение аллелей из локуса “S” равно.

Генотип группы: A_B_C_D_E_L_r_ [S_ / s_] t_w_ (S_ / s_ = 50 / 50 %);

Группа 2: Барнаул, Косихинский и Заринский районы. Набор преобладающих аллелей сходен, однако в Косихинском районе доминантный аллель локуса "R" не выявлен. То же и в Заринском районе, но с рецессивным аллелем локуса "T".

Генотип группы: a_B_C_D_E_L_r_s_t_w_ (R_ – 0 % для Косихинского района; T_ – 0 % для Заринского района);

Группа 3: Красногорский и Локтевский районы. Районы группы отличаются друг от друга по двум признакам:

– в Локтевском районе преобладает доминантный аллель локуса "A", в Красногорском районе – рецессивный аллель;

– в Локтевском районе не выявлено собак с доминантным аллелем локуса "T".

Основным отличием этой группы является доминантный аллель локуса "S".

Генотип группы: [A_ / a_] B_C_D_E_L_r_S_t_w_ (A_ – для Локтевского района, a_ – для Красногорского района; T_ – 0 % для Локтевского района).

В общем фенотипе популяции беспородных собак в Алтайском крае преобладают: черный, нормальный и равномерный окрас с отсутствием чалости и тиковости; длинная шерсть; отсутствие альбинизма и доминирующего белого окраса.

Относительно равномерно распределены доминанты и рецессивы аллелей, отвечающие за наличие или отсутствие окраса агутти и белой пятнистости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Алтайский край [Электронный ресурс]. URL: http://www.zapoved.net/index.php/News/Регионы/Сибирский_округ/Алтайский_край
- Березина Е.С. Генетика окрасов беспородных собак в Среднем Прииртышье // Вестник Красноярского гос. агр. ун-та. 2011. С. 112–117.
- Березина Е.С., Седова Н.А., Яроцкий В.Ю. Морфологические особенности и частоты генов окрасов в субпопуляциях бездомных собак в некоторых городах России и Украины // Вестник Красноярского гос. агр. ун-та. 2011. №3. С. 111–117.
- Березина Е.С., Яроцкий В.Ю. Особенности морфологии свободно скрещивающихся собак в урбанистических ландшафтах // Вестник Красноярского гос. агр. ун-та. 2011. №9. С. 185–193.
- Графодатский А.С., Железова А.И., Князев С.П., Бородин П.М. Генетика собаки. Новосибирск, 1999. 165 с.
- Евстигнеева А.С., Воронкова О.А. Фенооблик популяции беспородных безнадзорных домашних собак (*Canis lupus familiaris*) города Калуги // Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки: материалы XXX Междунар. студ. науч.-практ. конф. № 4 (29). Новосибирск, 2015. С. 12–20.
- Робинсон Р. Генетика окрасов собак / пер. с англ. Н.Ю. Адо. М., 1995. 88 с.
- Рязанова Л.А., Нохрин Д.Ю. Сравнительный анализ окрасочного полиморфизма безнадзорных собак в условиях промышленного мегаполиса // Universum: химия и биология : электр. журн. 2016. Вып. №1-2(20). С. 6–17.
- Уиллис М.Б. Генетика собак / пер. с англ. М. Дубова. М., 2000. 604 с. (Библиотека Американского клуба собаководства).