

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.27>

ДИНАМИКА ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ РОССИЙСКОГО ПОГОЛОВЬЯ СОБАК ПОРОДЫ МОСКОВСКАЯ СТОРОЖЕВАЯ

Научная статья

Гладких М.Ю.^{1,*}, Селионова М.И.², Зорин Д.Н.³, Максименко М.А.⁴

¹ ORCID : 0000-0002-2304-6058;

² ORCID : 0000-0002-9501-8080;

⁴ ORCID : 0000-0003-2839-7751;

^{1, 2, 3} Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

⁴ 470 учебный центр служебного собаководства, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (marianna1001[at]yandex.ru)

Аннотация

Целью данного исследования было изучение структуры популяции и генетического разнообразия породы собак московская сторожевая как одной из ценных отечественных служебных пород. Для сравнения были также использованы данные о собаках других отечественных пород: аборигенных – среднеазиатская овчарка, кавказская овчарка, южнорусская овчарка, ненецкая оленегонная лайка, заводских – восточноевропейская овчарка и русский черный терьер.

В качестве параметров использовали результаты генотипирования по 21 STR-маркеру.

Данные о московской сторожевой были разделены на две группы разных поколений для оценки динамики параметров генетической структуры.

Показано, что московская сторожевая занимает промежуточное положение среди других пород по аллельному богатству. Также наблюдается снижение числа аллелей в 10 локусах, и только в 4 – произошло незначительное увеличение. Также в группе собак нового поколения отмечено возрастание гомозиготности по аллелям REN169O18, INU055, INU005, FH2054, REN162C04 и ANTh171.

Необходимо определить причины изменения генетической структуры и разработать способы стабилизации генетического разнообразия, обеспечив оценку планируемого инбридинга не только на уровне анализа родословных, но и генетических профилей производителей.

Ключевые слова: микросателлиты, московская сторожевая, генетическое разнообразие, генофонд.

DYNAMICS OF THE GENETIC STRUCTURE OF THE RUSSIAN POPULATION OF MOSCOW WATCHDOG BREED

Research article

Gladkikh M.Y.^{1,*}, Selionova M.I.², Zorin D.N.³, Maksimenko M.A.⁴

¹ ORCID : 0000-0002-2304-6058;

² ORCID : 0000-0002-9501-8080;

⁴ ORCID : 0000-0003-2839-7751;

^{1, 2, 3} Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

⁴ 470 Training Center for Service Dog Breeding, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (marianna1001[at]yandex.ru)

Abstract

The objective of this study was to investigate the population structure and genetic diversity of the Moscow Watchdog breed as one of the valuable domestic service breeds. For comparison, data on dogs of other domestic breeds were also used: aboriginal – Central Asian Shepherd Dog, Caucasian Shepherd Dog, South Russian Shepherd Dog, Nenets Reindeer Herding Laïka, modern – East European Shepherd Dog and Russian Black Terrier.

The results of genotyping for 21 STR-markers were used as parameters.

Data on the Moscow Watchdog were divided into two groups of different generations to assess the dynamics of genetic structure parameters.

It has been shown that the Moscow Watchdog occupies an intermediate position among other breeds in terms of allelofund. There is also a decrease in the number of alleles in 10 loci, and only in 4 there was a slight increase. Also, in the group of new generation dogs, an increase in homozygosity for the alleles REN169O18, INU055, INU005, FH2054, REN162C04 and ANTh171 was noted.

It is necessary to determine the reasons for changes in the genetic structure and develop ways to stabilize genetic diversity, ensuring that planned inbreeding is assessed not only at the level of analysis of pedigrees, but also the genetic profiles of sires.

Keywords: microsatellites, Moscow watchdog, genetic diversity, gene pool.

Введение

Применение служебных собак в России всегда поддерживалось государством как одно из важных направлений обеспечения внутренней безопасности. Примером тому является последний приказ Министра обороны Российской Федерации от 19 марта 2022 г. № 157 [1], в котором указывается, что племенная работа в племенных питомниках 470 УЦ и 66 УЦ (ММ) проводится в целях разведения и выращивания чистопородных собак служебных пород с рабочими качествами, отвечающими требованиям к выполнению служебных задач в Вооруженных Силах. Одной из пород, которая отвечает этим целям, является московская сторожевая.

Московская сторожевая порода относится к караульным породам собак и была выведена по приказу Министерства обороны СССР сразу после окончания Великой отечественной войны для обеспечения народного хозяйства страны в собаках служебных пород [2]. Эта работа выполнялась под руководством профессора Н.А. Ильина и командира Центральной школы военного собаководства «Красная Звезда» генерал-майора Г.П. Медведева, начиная с 1947 года. Результатом сложного воспроизводительного скрещивания стала презентация в 1950 году первых представителей новой породы [3].

За последующие годы порода активно использовалась в разных службах и ведомствах, а также получила широкое распространение среди частных питомников и любителей собак нашей страны и за рубежом [4]. Порода утверждена Российской кинологической федерацией в 1985 году, но до сих пор не признана Международной кинологической федерацией (МКФ, www.fci.be) [5]. Во многом это обусловлено специальными требованиями МКФ к признанию новых пород, в основе которых лежат требования к отличимости заявленной породы от сходных с ней по разному микросателлитных локусов [6].

Поскольку в настоящее время в России все больше обсуждается вопрос о создании баз данных генетических профилей пород собак, которые могут быть использованы как для идентификации происхождения отдельных особей, так и для характеристики отечественных пород, то настоящее исследование представляется актуальным. Кроме того, при сохранении генофондных пород необходимо проведение мониторинга генетической структуры с целью контроля процессов, которые могут привести к сокращению генетического разнообразия (инбридинг, ассортативное скрещивание, дрейф генов и другие).

Поэтому цель исследований заключалась в анализе динамики параметров генетической структуры разных поколений российского поголовья собак московская сторожевая.

Материал и методы исследования

Объект исследований. Были выбраны собаки породы московская сторожевая (n=24 голов). Отобранные собаки являлись половозрелыми, представляли питомники 7 регионов РФ, находились в Учебном центре «Красная звезда». Все собаки на официальных зоотехнических мероприятиях получили оценки экспертов и были признаны соответствующими породе. Исследуемые собаки не имели одинаковых предков ближе 5 поколения. Они были разделены на две группы: первая (n=10 голов) представляла собак старше 3 лет (2019 г.р. и ранее), вторая группа (n=14 голов) представляла собак 3 лет и младше (2020 г.р. и позднее). Также в рамках проекта были сформированы группы пород среднеазиатская овчарка (n=25 голов), восточноевропейская овчарка (n=31 голов), кавказская овчарка (n=14 голов), южнорусская овчарка (n=6 голов), русский черный терьер (n=12 голов) и оленегонная лайка (n=4 голов). Информация об этих породах была использована для сравнения аллелофонда этих пород с породой московская сторожевая.

Биологический материал. В качестве биоматериала была использована венозная кровь, взятая из вены предплечья (не менее 1 мл), высушенная на стерильных салфетках. Забор крови осуществлял ветеринар, который также проводил осмотр и идентификацию собак. Перед проведением лабораторных исследований все образцы были зашифрованы.

Для определения генетической структуры двух групп собак было проведено их генотипирование по 21 STR-маркеру (всего 94 головы). ДНК выделялась из с использованием набора ПЦР-совместимого реагента для проведения быстрого лизиса – COrDIS Sprint (ООО «ГОРДИЗ», Россия). После выделения ДНК в каждой из проб оценивали ее конечную концентрацию. Для постановки ПЦР использовали набор реагентов для мультиплексного анализа 21-го микросателлитного маркера и локуса амелогенина собак COrDIS Dog. Полученную ДНК амплифицировали в амплификаторе SimpliAmp («Thermal Cycler Applied Biosystems», США) с комплектом праймеров «COrDIS Dog» в соответствии с рекомендацией производителя. Электрофорез продуктов амплификации осуществлялся на автоматическом генетическом анализаторе «Applied Biosystems 3500 Series Genetic Analyzers» («Applied Biosystems», США). Для расшифровки и последующего документирования графических данных использовали программное обеспечение Data Collection Software и GeneMapper ID 3.2.

Статистические методы. Для обработки полученных данных использовали GenA1Ex 6.5 для MS Excel [7]. Для оценки соответствия полученных распределений частот генотипов равновесию Харди-Вайнберга использовали метод хи-квадрат. Значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым. Для сравнения генетической структуры исследуемых групп использовался пакет STRUCTURE 2.3.4 как инструмент кластерного анализа [8]. Для математического подтверждения результатов (метод Evanno) результаты, полученные в STRUCTURE 2.3.4, обрабатывались в веб-программе STRUCTURE Harvester [9].

Результаты исследования и обсуждение

Чтобы иметь представление об аллельном богатстве породы московская сторожевая в целом, мы сравнили число аллелей в каждом из локусов, установленных для этой породы, с аналогичным показателем у шести других исследуемых пород (табл. 1). Следует заметить, что 3 из них являются аборигенными приотарными породами (среднеазиатская овчарка, кавказская овчарка, южнорусская овчарка), 1 – аборигенной пастушьей породой (оленегонная лайка) и 2 – породами, выведенными в то же время, что и московская сторожевая порода (русский черный терьер и восточноевропейская овчарка). Отметим также, что в создании московской сторожевой участвовали

представители кавказской овчарки и восточноевропейской овчарки, которые за более чем 70 лет также прошли определенный эволюционный путь.

Таблица 1 - Аллельное богатство собак породы московская сторожевая по сравнению с другими отечественными породами собак (Na)

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.27.1>

Локус	Порода собак						
	Среднеазиатская овчарка	Кавказская овчарка	Русский черный терьер	Южнорусская овчарка	Московская сторожевая	Оленегонная лайка	Восточноевропейская овчарка
АНTh130	8	5	4	4	5	4	7
АНTh260	9	7	4	3	4	4	5
INU30	6	5	5	3	6	4	3
АНTk211	6	5	3	4	4	3	4
CXX279	7	4	5	4	5	2	4
REN169 O18	7	6	5	4	4	3	7
INU055	10	4	4	2	4	4	4
REN105L 03	9	5	4	5	6	2	5
REN54P1 1	6	6	4	4	3	3	6
INRA21	6	6	3	2	6	1	5
АНТ137	12	9	6	4	6	3	5
REN169 D01	9	6	4	5	4	2	4
АНTk253	5	4	2	4	3	4	4
INU005	8	8	3	4	5	4	4
FH2848	10	6	4	4	6	4	7
АНТ121	10	9	7	4	7	5	6
FH2054	8	6	3	3	5	5	5
REN162 C04	8	7	4	4	5	4	4
АНTh171	11	5	4	5	4	3	5
REN247 M23	6	6	3	3	4	4	5
REN64E1 9	9	4	4	3	4	4	6

Обращает внимание, что наибольшим аллельным богатством практически во всех локусах характеризуется среднеазиатская овчарка: среднее число аллелей на локус составляет 8; от 5 аллелей в локусе АНТк253 до 12 аллелей в локусе АНТ137). Кавказские овчарки занимают второе место – среднее число аллелей на локус составляет 6, московская сторожевая и восточноевропейская овчарка делят третье место (5 аллелей на локус), а остальные три породы характеризуются малым аллельным богатством (4 аллеля на локус у русского черного терьера и южнорусской овчарки и 3 – у оленегонной лайки). Московская сторожевая обладает таким же числом аллелей, как лидирующая среднеазиатская овчарка, только в локусах INU30 (Na=6) и INRA21 (Na=6). При этом в некоторых локусах разнообразие аллелей у московской сторожевой снижено в несколько раз: в локусе АНТ137 – 6 против 12 у среднеазиатской овчарки и 9 у кавказской овчарки, в локусе АНTh171 – 4 против 11 у среднеазиатской овчарки.

Это значит, что необходимо провести детальный анализ интенсивности использования производителей в породе и ее пространственную структуру, чтобы понять механизмы более низкого числа аллелей в каждом локусе по сравнению с другими породами.

Далее нами представлялось важным выяснить, такое состояние аллелофонда было присуще породе долгое время или наблюдается снижение генетического разнообразия. К сожалению, генетический материал первых поколений представителей данной породы не сохранился, поэтому мы можем сравнить изменения, которые произошли за 2-3 поколения, используя материал существующих в настоящее время собак, но разного возраста.

В таблице 2 приведены параметры генетической структуры двух групп собак породы московская сторожевая.

Таблица 2 - Параметры генетической структуры двух групп собак породы московская сторожевая разных поколений

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.27.2>

Локус	Группа 1					Группа 2				
	Na	Ne	Ho	He	F	Na	Ne	Ho	He	F
АНTh130	5	3,620	0,861	0,713	-0,172	5	3,630	0,857	0,724	-0,183
АНTh260	5	3,082	0,933	0,676	-0,382	4	2,597	0,600	0,615	0,024
INU30	4	2,866	0,600	0,651	0,078	6	5,000	0,900	0,800	-0,125
АНTk211	5	3,103	0,933	0,678	-0,377	4	2,667	0,900	0,625	-0,440
СХХ279	5	2,866	0,800	0,651	-0,229	5	4,255	1,000	0,765	-0,307
REN169O18	4	3,261	0,733	0,693	-0,058	4	3,279	0,400	0,695	0,424
INU055	5	3,435	0,800	0,709	-0,129	4	2,985	0,500	0,665	0,248
REN105L03	6	3,154	0,720	0,688	-0,042	6	3,161	0,714	0,684	-0,045
REN54P11	5	2,557	0,600	0,609	0,015	3	1,942	0,600	0,485	-0,237
INRA21	4	2,486	0,667	0,598	-0,115	5	2,941	0,700	0,660	-0,061
АНТ137	6	4,327	0,933	0,769	-0,214	6	4,167	0,800	0,760	-0,053
REN169D01	5	2,093	0,533	0,522	-0,021	4	1,709	0,500	0,415	-0,205
АНTk253	3	1,991	0,533	0,498	-0,071	3	2,062	0,500	0,515	0,029
INU005	6	4,839	0,867	0,793	-0,092	5	4,762	0,700	0,790	0,114
FH2848	4	2,761	0,667	0,638	-0,045	5	3,077	0,800	0,675	-0,185
АНТ121	7	5,000	0,933	0,800	-0,167	6	4,651	0,800	0,785	-0,019
FH2054	4	2,980	0,800	0,664	-0,204	5	3,922	0,700	0,745	0,060
REN162C04	5	3,333	0,667	0,700	0,048	4	2,899	0,600	0,655	0,084
АНTh171	6	3,600	0,800	0,722	-0,108	4	3,077	0,600	0,675	0,111
REN247M23	4	1,899	0,400	0,473	0,155	3	1,681	0,400	0,405	0,012
REN64E19	4	2,230	0,580	0,546	-0,059	4	2,190	0,571	0,543	-0,052

Примечание: Na – число аллелей, Ne – число эффективных аллелей, Ho – наблюдаемая гетерозиготность, He – ожидаемая гетерозиготность, F – индекс фиксации

По третьей части локусов: 7 из 21 (АНTh130, СХХ279, REN169O18, REN105L03, АНТ137, АНTk253, REN64E19) не наблюдается изменения числа аллелей, в то время как практически в половине локусов (10 из 21) число аллелей снизилось (АНTh260, АНTk211, INU05, REN54P11, REN169D01, INU005, АНТ121, REN162C04, АНTh171, REN247M23) и только в 4 локусах разнообразие возросло на 1 аллель в каждом (INU30, INRA21, FH2848, FH2054). Это значит, что в целом в породе происходят процессы, которые ведут к снижению аллельного богатства. Поскольку

основой эффективной селекции является наличие и поддержание генетического разнообразия, следует провести анализ спариваний и оценить характер использования отдельных производителей, произведя их генотипирование.

Также важно отметить, что если в первой группе практически во всех локусах наблюдаемая гетерозиготность (H_o) или примерно равна, или превышает ожидаемую гетерозиготность (H_e), то во второй группе по локусам REN169O18, INU055, INU005, FH2054, REN162C04 и ANTh171 наблюдается обратная картина. Это значит, что в настоящее время в породе начинает увеличиваться доля инбредных животных, что может иметь место при снижении поголовья, либо в случае «эффекта основателя», когда активно используется всего несколько производителей, наиболее успешных и, как следствие, наиболее известных и привлекательных.

Вышесказанное подтверждает и число приватных аллелей (табл. 3).

Таблица 3 - Приватные аллели двух групп собак породы московская сторожевая разных поколений

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.27.3>

Группа	Локус	Аллели	Частота
Группа 1	<i>ANTh260</i>	238	0,033
		248	0,167
	ANTk211	89	0,033
	INU055	192	0,033
	REN54P11	236	0,033
		266	0,067
	ANT137	137	0,033
		151	0,133
	REN169D01	216	0,067
	INU005	128	0,067
	FH2848	240	0,133
	ANT121	108	0,067
	FH2054	164	0,033
	REN162C04	192	0,167
	ANTh171	225	0,067
235		0,100	
REN247M23	274	0,133	
Группа 2	<i>ANTh260</i>	246	0,100
	INU30	146	0,150
		156	0,050
	INRA21	99	0,050
	ANT137	141	0,350
		147	0,100
	FH2848	230	0,100
		246	0,050
FH2054	152	0,100	
	172	0,050	

Главное наблюдение состоит в том, что две группы собак одной и той же породы различаются по приватным аллелям. В новом поколении московских сторожевых снизилось число локусов, как и общее число аллелей по сравнению с предыдущим поколением собак. Это также свидетельствует о снижении генетического разнообразия в породе.

Как показывают результаты исследований Heidi G Parker и других, для понимания причин изменения внутривидового генетического разнообразия, необходимо провести также анализ изменения морфологических характеристик, учитывая географическую изолированность отдельных групп [10]. Группа ученых, исследовавших молекулярную структуру аборигенных пород Португалии, обращает внимание, что генетическая структура может различаться в зависимости от отбора той или иной группы, или породы по рабочим качествам [11]. Легоу и его коллеги указывают, что следует обращать внимание на уровень инбридинга в породе на генеалогическом уровне, так же как и на генетическом, чтобы обеспечить сохранение генетического разнообразия в породе [12].

Для того чтобы оценить, не привели ли изменения в генетической структуре к тому, что начинает формироваться «иная» московская сторожевая порода, отличная по генетическому профилю мы провели сравнение двух групп с помощью ПО STRUCTURE 2.3.4 (рис. 1).

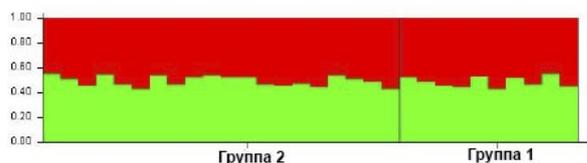


Рисунок 1 - Результаты кластерного анализа по 21 STR-локусу собак породы московская сторожевая, при $K=2$
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.27.4>

Примечание: группы: 1 – собаки 2019 г.р. и раньше, 2 – собаки 2020 г.р. и позже

Результаты исследования генетической структуры двух групп подтверждают подразделение исследуемого массива животных на 2 подгруппы. Для определения числа групп с помощью программы STRUCTURE Harvester был установлен коэффициент Delta K, максимальное значение которого оказалось при $K=1$.

Это значит, что на текущий момент, невзирая на наблюдаемые изменения генетической структуры у группы собак нового поколения, порода пока не утратила своей целостности.

Заклучение

В настоящей работе представлены результаты генотипирования собак одной из отечественных служебных пород - породы московская сторожевая, по 21 STR-локусу в соответствии с рекомендацией ISAG (International Society for Animal Genetics).

Мониторинг генетического разнообразия показал, что в породе наблюдается снижение генетического разнообразия, проявляющиеся в уменьшении полиморфизма в 10 исследуемых локусах, появлении частных аллелей у животных разных поколений. Однако это пока не привело к формированию нового генетического профиля породы.

Поскольку порода собак московская сторожевая является ценным представителем отечественных пород, то необходимо провести дополнительные исследования, направленные на характеристику селекционной работы с породой, поиск причин уменьшения генетического разнообразия.

Таким образом, необходимо разработать предложения для национального клуба породы московская сторожевая по стабилизации генетического разнообразия в породе с помощью корректировки планов племенной работы и проведения разъяснительной работы с отдельными питомниками.

Финансирование

Исследование выполнено в рамках комплексного проекта «Научно-технологические фронтиры» программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» по теме «Биотехнологические методы воспроизводства и геномные технологии в селекции сельскохозяйственных животных и сохранении генофонда малочисленных пород».

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The study was carried out within the framework of the complex project «Scientific and Technological Frontiers» of the program of strategic academic leadership «Priority-2030» on the topic «Biotechnological Methods of Reproduction and Genomic Technologies in Breeding Farm Animals and Preserving the Gene Pool of Small Breeds».

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Российская Федерация. Об установлении Порядка обращения со служебными животными в Вооруженных Силах Российской Федерации : приказ Министра обороны Российской Федерации от 19 марта 2022 г. № 157. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_415739/9e506b43da0390379db57751499d4eddf2b6c776/ (дата обращения: 25.11.2023).
2. Головина Е.В. Московская сторожевая: история, стандарт, содержание и уход, генетика, выставки, профилактика заболеваний / Е.В. Головина. — Москва: Аквариум, 2007. — 159 с.
3. Найденова Е.Ю. Сравнительная характеристика линий собак породы московская сторожевая / Е.Ю. Найденова, О.П. Юдина // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. — 2019. — № 1. — С. 122-123.
4. Мазовер А.П. Племенное дело в служебном собаководстве / А.П. Мазовер. — Москва: ДОСААФ, 1954. — 208 с.
5. Московская сторожевая // Российская кинологовическая федерация. — URL: <https://info.rkf.online/cat/15/art/193/moskovskaia-storozhevaia-poroda-priznana-rkf> (дата обращения 25.11.2023).
6. FCI Procedure for the International recognition of a new breed (provisional & definitive) // FCI. — Milan, 2015.
7. Peakall R. GenAlEx 6.5: Genetic Analysis in Excel. Population Genetic Software for Teaching and Research – an update / R. Peakall, P. E. Smouse // Bioinformatics. — 2012. — Vol. 28. — № 19. — P. 2537-2539.

8. Earl D.A. STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method / D.A. Earl, B.M. vonHoldt // Conservation Genetics Resources. — 2012. — Vol. 4. — № 2. — P. 359-361.
9. Evanno G. Detecting the Number of Clusters of Individuals Using the Software STRUCTURE: a simulation study / G. Evanno, S. Regnaut, J. Goudet // Mol. Ecol. — 2005. — Vol. 14. — № 8. — P. 2611-2620.
10. Parker H.G. Genetic Structure of the Purebred Domestic Dog / H.G. Parker, L.V. Kim, N.B. Sutter [et al.] // Science. — 2004. — Vol. 304. — № 5674. — P. 1160-1164. — DOI: 10.1126/science.1097406.
11. Pires A.E. Molecular Structure in Peripheral Dog Breeds: Portuguese Native Breeds as a Case Study / A.E. Pires, I.R. Amorim, C. Ginja [et al.] // Anim Genet. — 2009. — Vol. 40. — № 4. — P. 383-392. — DOI: 10.1111/j.1365-2052.2009.01849.x.
12. Leroy G. Genetic Diversity of Dog Breeds: Within-breed Diversity Comparing Genealogical and Molecular Data / G. Leroy, E. Verrier, J.C. Meriaux [et al.] // Anim Genet. — 2009. — Vol. 40. — № 3. — P. 323-332. — DOI: 10.1111/j.1365-2052.2008.01842.x.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Russian Federation. Ob ustanovlenii Porjadka obrashhenija so sluzhebnyimi zhivotnymi v Vooruzhennyh Silah Rossijskoj Federacii [On establishing the Procedure for the Treatment of service animals in the Armed Forces of the Russian Federation] : order of the Ministry of Defense of the Russian Federation dated March 19, 2022 № 157. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_415739/9e506b43da0390379db57751499d4eddf2b6c776/ (accessed: 25.11.2023). [in Russian]
2. Golovina E.V. Moskovskaya storozhevaya: istoriya, standart, sodержanie i uhod, genetika, vystavki, profilaktika zabollevanij [Moscow Watchdog: History, Standard, Maintenance and Care, Genetics, Exhibitions, Disease Prevention] / E.V. Golovina. — Moscow: Aquarium, 2007. — 159 p. [in Russian]
3. Naydenova E.Yu. Sravnitel'naya harakteristika linij sobak porody moskovskaya storozhevaya [Comparative Characteristics of the Lines of Dogs of the Moscow Guard Breed] / E.Yu. Naydenova, O.P. Yudina // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University]. — 2019. — № 1. — P. 122-123. [in Russian]
4. Mazover A.P. Plemennoe delo v sluzhebnom sobakovodstve [Breeding in Service Dog Breeding] / A.P. Mazover. — Moscow: DOSAAF, 1954. — 208 p. [in Russian]
5. Moskovskaya storozhevaya [Moscow Watchdog] // Russian Cynological Federation. — URL: <https://info.rkf.online/cat/15/art/193/moskovskaia-storozhevaia-poroda-priznana-rkf> (accessed: 25.11.2023). [in Russian]
6. FCI Procedure for the International recognition of a new breed (provisional & definitive) // FCI. — Milan, 2015.
7. Peakall R. GenAlEx 6.5: Genetic Analysis in Excel. Population Genetic Software for Teaching and Research – an update / R. Peakall, P. E. Smouse // Bioinformatics. — 2012. — Vol. 28. — № 19. — P. 2537-2539.
8. Earl D.A. STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method / D.A. Earl, B.M. vonHoldt // Conservation Genetics Resources. — 2012. — Vol. 4. — № 2. — P. 359-361.
9. Evanno G. Detecting the Number of Clusters of Individuals Using the Software STRUCTURE: a simulation study / G. Evanno, S. Regnaut, J. Goudet // Mol. Ecol. — 2005. — Vol. 14. — № 8. — P. 2611-2620.
10. Parker H.G. Genetic Structure of the Purebred Domestic Dog / H.G. Parker, L.V. Kim, N.B. Sutter [et al.] // Science. — 2004. — Vol. 304. — № 5674. — P. 1160-1164. — DOI: 10.1126/science.1097406.
11. Pires A.E. Molecular Structure in Peripheral Dog Breeds: Portuguese Native Breeds as a Case Study / A.E. Pires, I.R. Amorim, C. Ginja [et al.] // Anim Genet. — 2009. — Vol. 40. — № 4. — P. 383-392. — DOI: 10.1111/j.1365-2052.2009.01849.x.
12. Leroy G. Genetic Diversity of Dog Breeds: Within-breed Diversity Comparing Genealogical and Molecular Data / G. Leroy, E. Verrier, J.C. Meriaux [et al.] // Anim Genet. — 2009. — Vol. 40. — № 3. — P. 323-332. — DOI: 10.1111/j.1365-2052.2008.01842.x.