

Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 3. С. 70-78.  
Animal Husbandry and Fodder Production. 2024. Vol. 107, no 3. P. 70-78.

Научная статья

УДК 639.111.11:591.151(571.56)

doi:10.33284/2658-3135-107-3-70

### **Полиморфизм микросателлитных локусов ДНК у домашних северных оленей эвенской породы**

**Владимир Владимирович Додохов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск, Россия

<sup>1</sup>dodoxv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9977-1400>

**Аннотация.** Работа посвящена изучению генетического разнообразия домашних северных оленей эвенской породы с использованием микросателлитных маркеров ДНК. Исследование проведено на домашних северных оленях, разводимых в СПК (Ф) «Томпо» Томпонского района Республики Саха (Якутия). Представлена частота встречаемости аллелей 16 микросателлитных маркеров у оленей эвенской породы, что открывает перспективы для дальнейших исследований, сравнения частот аллелей и показателей генетического разнообразия с другими популяциями оленей (например, из других регионов или пород). Результаты подтвердили высокое генетическое разнообразие эвенской породы. Между ожидаемой и наблюдаемой гетерозиготностью – незначительное различие, что указывает на отсутствие существенного инбридинга в популяции. В статье представлено сравнение генетического разнообразия эвенской породы оленей из Томпонского и Оймяконского районов Якутии. Сравнение частот аллелей выявило заметные различия между популяциями, особенно в локусах Rt6, BMS1788, Rt30, Rt7, FCB193 и C276. В Томпонской популяции обнаружено 13 аллелей, отсутствующих в Оймяконской популяции, большинство из них встречались с низкой частотой, за исключением аллеля 144 п.н. в локусе FCB193. Генетическое расстояние Nei (0,086) и  $F_{st}$ -анализ (0,017) показали относительно небольшую генетическую дифференциацию между популяциями.

**Ключевые слова:** северные олени, эвенская порода, генетическое разнообразие, полиморфизм, генетическая структура домашних северных оленей

**Для цитирования:** Додохов В.В. Полиморфизм микросателлитных локусов ДНК у домашних северных оленей эвенской породы // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 3. С. 70-78. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-3-70>

Original article

### **Microsatellite DNA polymorphism in Evenskaya reindeer**

**Vladimir V Dodokhov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia

<sup>1</sup>dodoxv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9977-1400>

**Abstract.** This study investigates the genetic diversity of the Evenskaya breed of domestic reindeer using microsatellite DNA markers. The research was conducted on reindeer bred in the APC (F) “Tompo” of the Tomponsky district of the Sakha Republic (Yakutia). The article presents the allele frequencies of 16 microsatellite markers in Evenskaya reindeer, providing valuable data for future research, including comparisons of allele frequencies and genetic diversity indices with other reindeer populations (e.g., from different regions or breeds). The study confirmed the high genetic diversity of the Evenskaya

breed. A minimal difference was observed between expected and observed heterozygosity, indicating the absence of significant inbreeding within the studied population. Furthermore, the article compares the genetic diversity of Evenskaya reindeer from the Tomponsky and Oymyakonsky districts of Yakutia. The comparison of allele frequencies revealed notable differences between the populations, particularly in the loci Rt6, BMS1788, Rt30, Rt7, FCB193, and C276. The Tomponsky population exhibited 13 alleles that absent in the Oymyakonsky population, with most occurring at low frequencies except for allele 144 bp in the FCB193 locus. Both Nei's genetic distance (0.086) and  $F_{st}$  analysis (0.017) indicated a relatively small genetic differentiation between the populations.

**Keywords:** reindeer, Evenskaya breed, genetic diversity, polymorphism, genetic structure of domestic reindeer

**For citation:** Dodokhov VV. Microsatellite DNA polymorphism in Evenskaya reindeer. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2024;107(3):70-78. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-3-70>

### **Введение.**

Эвенская порода домашних северных оленей обладает длинным туловищем, хорошо развитыми мускулатурой и костяком и является результатом кропотливой работы эвенков, юкагиров и коряков, продолжавшейся на протяжении многих веков. Использование оленя не только как источник пищи, но и как транспортное средство отразилось на экстерьере и конституции животных.

В конце XIX века возросло использование домашних северных оленей в качестве транспорта, и это привело к тому, что основным критерием отбора оленей являлось рабочее качество, и практически не уделялось внимание мясной продуктивности. По мнению экспертов, оленина не уступает, а в некоторых моментах даже превосходит по качественным и технологическим свойствам мясо других сельскохозяйственных животных (Степанов К.М. и Лосорова Ю.Е., 2020; Величко Н.А. и др., 2021).

По зоотехническим характеристикам эвенская порода занимает промежуточное положение между эвенкийской и чукотской. Она лучше приспособлена к горным районам, где летние пастбища располагаются на высокогорьях, а зимние – в долинах и впадинах рек. Это обусловило особенности выпаса – короткие маршруты кочевий с небольшим размером стад. Отличная адаптация к условиям лесотундры, тайги и горно-таёжных зон позволяет разводить эвенскую породу в различных природно-климатических зонах. На территории Якутии породу разводят в Томпонском, Кобяйском, Оймьяконском, момском, Верхоянском, Эвено-Бытантайском, Абыйском, Булунском, Усть-Янском, Среднеколымском и Верхнеколымском районах (Корякина Л.П. и др., 2024). Также эвенскую породу домашних северных оленей разводят в Магаданской области и Камчатском крае. Домашние северные олени эвенской породы – результат вековой народной селекции, основанной на образе жизни эвенков, чей традиционный уклад жизни привёл к созданию животных, идеально приспособленных к суровым условиям Севера (Федоров В.И. и др., 2021).

В условиях глобальных изменений климата, социально-экономических преобразований и возрастающего антропогенного воздействия на экосистему Крайнего Севера сохранение и устойчивое развитие оленеводства приобретают особую актуальность. Важным шагом для решения возникающих задач в развитии отрасли является изучение генетического разнообразия домашних северных оленей (Матюков В.С. и Жариков Я.А., 2022; Соловьева А.Д. и др. 2022; Тараканец Л.Д. и др., 2021).

Понимание генетических особенностей оленей поможет разработать эффективные стратегии сохранения, селекции устойчивого использования этих животных в будущем (Сёмина М.Т. и др. 2022; Романенко Т. М. и др., 2014). Кроме того, изучение генетики позволит определить риски инбридинга и создать программы по управлению поголовьем для поддержания здоровья и продуктивности оленей (Тараканец Л.Д. и др., 2022; Брызгалов Г.Я. и Кустова С.Б., 2019).

Генетическое разнообразие – основа адаптационного потенциала породы и её способности противостоять изменяющимся условиям окружающей среды.

**Цель исследования.**

Изучение полиморфизма микросателлитных локусов ДНК у домашних северных оленей эвенской породы.

**Материалы и методы исследования.**

**Объект исследования.** Домашние северные олени эвенской породы разных половозрастных групп.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями нормативных актов: Модельный закон Межпарламентской Ассамблеи государств-участников Содружества Независимых Государств "Об обращении с животными", ст. 20 (постановление МА государств-участников СНГ № 29-17 от 31.10.2007 г.). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

**Схема эксперимента.** Исследование было проведено в 2023 году на домашних северных оленях эвенской породы, разводимых в Томпонском районе (СПК (Ф) «Томпо») и Оймяконском районе (АО «Ючюгейское») Республики Саха (Якутия). Биоматериалы (цельная кровь) для дальнейшего выделения ДНК и генотипирования были отобраны из ярёмной вены, в асептических условиях. Генотипирование проведено по 16 микросателлитным локусам: Rt6, BMS1788, Rt30, Rt1, Rt9, C143, Rt7, OheQ, FCB193, C217, Rt24, C32, BMS745, NVHRT16, T40, C276.

**Оборудование и технические средства.** Лабораторные исследования проведены в лаборатории молекулярно-генетической экспертизы «Племэксперт» ГБУ РС (Я) «Сахаагроплем». Генотипирование проведено набором реагентов для мультиплексного анализа 16 микросателлитных маркеров и полспецифичного маркера SRY северного оленя. (ООО «Гордиз», Россия), амплификация материала на термоциклере «T100» (Bio-Rad, США), микросателлитный профиль получен, используя генетический секвенатор «Нанофор-05» с лазерным детектором (ООО «Синтол», Россия)

**Статистическая обработка.** Обработка данных произведена с использованием надстройки для Microsoft Excel «GeneAlex 6.51» (США).

**Результаты исследований.**

В последнее время поголовье домашних северных оленей сокращается (табл. 1), что вызывает серьёзную обеспокоенность специалистов.

Таблица 1. Динамика поголовья эвенской породы в Якутии  
Table1. Dynamics of Evenskaya breed population in Yakutia

	2014	2016	2018	2020	2021	2022	2023	2023 г. в % к 2014 г. / 2023 in % to 2014
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Всего по Республике Саха (Якутия) / Total for the Sakha Republic (Yakutia)	177076	156011	154630	152127	157396	162599	168520	95,1682
Абыйский / Abyiskiy	626	446	20	79	50	565	665	106,23
Булунский / Bulunskiy	14153	11526	13351	14366	14564	14317	15565	109,977
Верхнеколымский / Verkhnekolymskiy	1203	1016	1386	820	1007	1034	1081	89,8587

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Верхоянский / <i>Verkhoyansky</i>	4275	3459	2358	2591	3073	2746	2678	62,6433
Кобяйский / <i>Kobyaiskiy</i>	9352	7900	7168	6159	6745	6621	7051	75,3956
Момский / <i>Momskiy</i>	13904	13186	10872	12761	11726	11165	12512	89,9885
Оймяконский / <i>Oymyakonskiy</i>	13237	9333	10270	8303	8227	8309	9120	68,8978
Среднеколымский / <i>Srednekolymsky</i>	2304	2033	1379	1521	1478	1629	1882	81,684
Томпонский / <i>Tomponsky</i>	10354	8405	7543	6412	6753	6883	6890	66,5443
Усть-Янский / <i>Ust'-Yanskiy</i>	20903	21714	22456	25677	26934	29619	31533	150,854
Эвено- Бытантай- ский / <i>Eveno- Bytantayskiy</i>	16182	15371	14477	13114	12882	12676	12124	74,9228
ИТОГО / <i>TOTAL</i>	106493	94389	91280	91803	93439	95564	101101	94,9368
% от всего поголо- вья / % of the total <i>population</i>	60,1	60,5	59,0	60,3	59,4	58,8	60,0	-0,1

Проанализировано 16 микросателлитных локусов, всего было выявлено 133 аллели, среднее число наблюдаемых аллелей и среднее количество эффективных аллелей составили 8,31 и 4,66 аллели соответственно. Значение показателей ожидаемой и наблюдаемой гетерозиготности имели незначительную разницу и составили  $H_o=0,718$  и  $H_e=0,726$ , при этом индекс фиксации был равен 0,005. Значение PIC составило 0,693, что указывает на высокую информативность маркеров (табл. 2).

Таблица 2. Генетическая характеристика оленей СПК(Ф) «Томпо» (n=51)  
 Table 2. Genetic characteristics of reindeer from APC(F) "Tompo" (n=51)

Локус / Loci	Na	Ne	Ho	He	PIC
Rt6	11	6,945	0,882	0,856	0,8402
BMS1788	14	5,476	0,843	0,817	0,7948
Rt30	11	6,949	0,735	0,856	0,8406
Rt1	11	6,592	0,814	0,848	0,8334
Rt9	10	6,602	0,824	0,849	0,8319
C143	3	1,757	0,412	0,431	0,3600
Rt7	7	4,363	0,783	0,771	0,7383
OheQ	15	6,793	0,750	0,853	0,8392
FCB193	9	4,755	0,824	0,790	0,7667
C217	3	1,436	0,327	0,303	0,2632
Rt24	11	5,650	0,739	0,823	0,8011
C32	3	2,758	0,628	0,637	0,5608
BMS745	7	3,959	0,863	0,747	0,7082
NVHRT16	7	4,204	0,745	0,762	0,7282
T40	4	2,014	0,523	0,503	0,4482
C276	7	4,321	0,800	0,769	0,7319
Среднее / Average	8,31±0,956	4,66±0,477	0,718±0,041	0,726±0,042	0,693±0,046

Большинство локусов демонстрировали высокое разнообразие аллелей, что указывает на значительный полиморфизм в популяции (табл. 3). Наибольшее количество аллелей было выявлено в локусах BMS1788 и OheQ, при этом в локусе BMS1788 у 9 аллелей из 14 частота встречаемости была ниже 5 %, а в локусе OheQ количество аллелей, частота которых ниже 5 %, составило 7.

Таблица 3. Частота встречаемости аллелей микросателлитных локусов ДНК (n=51)  
Table 3. Allelic frequencies of microsatellite DNA loci (n=51)

Локус / Loci	Ал- лель / Allele	Частота / Frequen- су	Локус / Loci	Ал- лель / Allele	Частота / Frequen- су	Локус / Loci	Ал- лель / Allele	Частота / Frequen- су
Rt6	182	0,049	Rt9	133	0,069	C217	215	0,816
	190	0,059		143	0,157		219	0,173
	194	0,049		145	0,049	Rt24	236	0,272
	196	0,059		147	0,069		244	0,120
	198	0,137		151	0,147		248	0,087
	200	0,147		153	0,265		252	0,141
	202	0,196		155	0,127		256	0,239
206	0,225	157	0,078	298	0,198			
BMS1788	144	0,167	Rt7	238	0,043	C32	306	0,372
	146	0,255		242	0,359		322	0,430
	152	0,078		244	0,207	BMS745	130	0,108
	154	0,275		250	0,076		132	0,304
	156	0,069		252	0,196		133	0,069
Rt30	205	0,245	OheQ	254	0,109	NVHRT16	134	0,353
	207	0,071		281	0,045		136	0,137
	209	0,092		284	0,080		184	0,085
	211	0,163		306	0,284		206	0,202
	219	0,122		307	0,045		208	0,096
Rt1	223	0,153	FCB19 3	311	0,193	T40	214	0,202
	241	0,081		315	0,068		216	0,372
	247	0,291		318	0,045		259	0,227
	249	0,070		323	0,091	267	0,659	
	251	0,151		126	0,078	271	0,102	
	253	0,140		128	0,373	C276	354	0,229
	257	0,012		130	0,088		398	0,329
	259	0,058		132	0,069		430	0,200
	261	0,058		136	0,206	434	0,171	
	263	0,047		138	0,078	C143	176	0,265
265	0,047	144	0,049	180	0,706			
267	0,047							

Сравнительный анализ частот аллелей микросателлитных локусов ДНК у домашних северных оленей Оймяконского и Томпонского районов позволяет выявить различия в генетическом составе этих популяций. Так, заметные отличия были выявлены в локусах Rt6, BMS1788, Rt30, Rt7, FCB193 и C276. Наибольшая разница в частотах встречаемости аллелей была выявлена в локусе Rt6 (табл. 4).

Таблица 4. Сравнения частот аллелей микросателлитных локусов у двух популяций оленей (Оймяконской и Томпонской)

Table 4. Comparisons of allele frequencies of microsatellite loci in two reindeer populations (Oymyakonskaya and Tomponskaya)

Локус / Loci	Аллель / Allele	Оймяконские олени (n=349) / Oymyakonskaya reindeer	Томпонские олени (n=51) / Tomponskaya reindeer
Rt6	198	0,027	0,137
	200	0,036	0,147
	202	0,476	0,196
	204	0,136	0,029
BMS1788	146	0,117	0,255
	154	0,470	0,275
Rt30	205	0,417	0,245
Rt1	225	0,119	0,010
C143	176	0,383	0,265
Rt7	242	0,252	0,359
	250	0,181	0,076
OheQ	295	0,112	0,011
FCB193	128	0,254	0,373
	136	0,380	0,206
BMS745	132	0,487	0,304
T40	259	0,092	0,227
C276	398	0,001	0,329
	434	0,453	0,171

#### Обсуждение полученных результатов.

Изучение полиморфизма микросателлитных локусов ДНК позволяет получить ценную информацию о генетическом разнообразии популяции эвенской породы домашних северных оленей. Эти данные могут быть использованы для различных исследований в области популяционной генетики, селекции и сохранения породы (Филиппова Н.П. и др., 2020; Додохов В.В., 2022; Брызгалов Г.Я. и Игнатович Л.С., 2020).

Наименьшее количество аллелей было выявлено в локусах C143, C217 и C32, показатель информативности для этих локусов составил 0,360, 0,263 и 0,560 соответственно. Локусы C143, C217 имели более неравномерное распределение частот.

Для оценки степени генетической дифференциации и выявления уникальных генетических характеристик исследуемой популяции проведено сравнение частот аллелей и показателей генетического разнообразия с другими популяциями домашних северных оленей эвенской породы. Для сравнения выбраны домашние северные олени эвенской породы соседнего Оймяконского района, результаты исследований были опубликованы в 2020 г. (Додохов В.В. и Павлова Н.И.).

У домашних северных оленей Томпонского района были выявлены 13 аллелей, которые не встречались у оленей Оймяконского района, в локусе OheQ было выявлено 4 аллеля, два (281 и 318 п.н.) из которых встречались с частотой 0,045, в остальных локусах (Rt6, BMS1788, Rt30, Rt9, C217, BMS745, NVHRT16 и C276) – по одному аллелю с частотой встречаемости ниже 5 %, кроме локуса FCB193, в котором аллель 144 п.н. встречался с частотой 0,049.

Несмотря на выявленные различия в частотах аллелей, генетическая дифференциация между домашними северными оленями Томпонского и Оймяконского районов остаётся на низком уровне. Результаты парного популяционного анализа генетических расстояний Nei показали относительно небольшую генетическую дистанцию (0,086), парный популяционный  $F_{st}$ -анализ под-

твердил уровень различий и составил 0,017. Это объясняется тем, что обе популяции относятся к одной породе, и между хозяйствами происходит обмен животными. Дальнейшее сравнение с другими популяциями эвенской породы поможет понять, насколько типичны наблюдаемые уровни генетической дифференциации.

#### **Заключение.**

Проведённые исследования представляют собой ценную информацию о генетическом разнообразии эвенской породы домашних северных оленей, имеют значение для сохранения и устойчивого развития этой уникальной породы, а также открывают перспективы для дальнейших исследований. Для эффективной защиты и сохранения поголовья эвенской породы домашних северных оленей необходимо разработать и реализовать комплекс мер, направленных на устранение причин снижения численности, сохранение генетического разнообразия и устойчивое использование генетических ресурсов.

#### **Список источников**

1. Адаптивные реакции и особенности метаболизма у оленей эвенской породы в условиях Якутии / Л.П. Корякина, В.И. Федоров, Н.Н. Григорьев и др. // Иппология и ветеринария. 2024. № 1(51). С. 106-116. [Koryakina LP, Fedorov VI, Grigorieva NN et al. Adaptive responses and metabolic patterns in deer even breed in the conditions of Yakutia. Hippology and Veterinary Medicine. 2024;1(51):106-116. (In Russ.)]. doi: 10.52419/2225-1537/2024.1.106-116
2. Анализ генетического разнообразия и популяционной структуры ненецкой аборигенной породы северных оленей на основе микросателлитных маркеров / М.Т. Семина и др. // Генетика. 2022. Т. 58. №. 8. С. 954-966. [Semina MT et al. Analysis of the genetic diversity and population structure of the nenets native breed of reindeer based on microsatellite markers. Russian Journal of Genetics. 2022;58(8):975-987. (In Russ.)]. doi: 10.31857/S0016675822080069 doi: 10.1134/s1022795422080063
3. Брызгалов Г.Я., Игнатович Л.С. Характеристика аллелофонда домашних северных оленей Восточной Арктики // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2020. № 3(45). С. 53-59. [Brizgalov GYa, Ignatovich LS. Characteristics of allele pool of domesticated reindeer in the eastern arctic. Theoretical and Applied Problems of Agro-Industry. 2020;3(45):53-59. (In Russ.)]. doi: 10.32935/2221-7312-2020-45-2-53-59
4. Брызгалов Г.Я., Кустова С.Б. Генетическая характеристика популяций северных оленей племенных предприятий Чукотского автономного округа // Генетика и разведение животных. 2019. №. 3. С. 3-10. [Brizgalov G, Kustova S. Genetic characteristics of reindeer husbandry populations in pedigree farms of chukchee autonomous district. Genetics and Breeding of Animals. 2019;3:3-10. (In Russ.)].
5. Величко Н.А., Мельникова Е.В., Пенькова В.А. Проектирование мясорастительного полуфабриката повышенной пищевой ценности на основе оленины // Вестник КрасГАУ. 2021. № 11(176). С. 264-272. [Velichko NA, Melnikova EV, Penkova VA. Designing a meat and vegetable semi-finished product of increased nutritional value based on venison. Bulletin of KSAU. 2021;11(176):264-272. (In Russ.)]. doi: 10.36718/1819-4036-2021-11-264-272
6. Генетическая структура популяции северного оленя (*rangifertarandus*) Тюменской области / Л.Д. Тараканец и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2022. Т. 14. №. 2. С. 97-108. [Tarakanets LD et al. Genetic structure of the reindeer (*rangifertarandus*) population of the Tyumen region. Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after PA Kostychev. 2022;14(2):97-108. (In Russ.)]. doi: 10.36508/RSATU.2022.54.2.012
7. Генетическая структура популяции северных оленей о. Колгуев Ненецкого автономного округа / Т.М. Романенко и др. // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 4. С. 68-70.

[Romanenko TM et al. Population genetic structure reindeer o. Kolguev Nenets autonomous district. Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2014;4:68-70. (*In Russ.*)].

8. Додохов В.В. Изучение генетического профиля эвенской породы северных оленей по микросателлитным локусам // Ветеринария и кормление. 2022. № 4. С. 15-16. [Dodokhov VV. Study genetic profile of Even reindeer by microsatellite loci. Veterinaria i kormlenie. 2022;4:15-16. (*In Russ.*)]. doi: 10.30917/АТТ-VK-1814-9588-2022-4-4

9. Додохов В.В., Павлова Н.И. Исследование генетической структуры домашних северных оленей эвенской породы по микросателлитным маркерам // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2020. № 4(61). С. 47-52. [Dodokhov VV, Pavlova NI. Studies of the genetic structure of reindeers breed evenskaya by microsatellite markers. Bulletin of the BSSA named after V.R. Filippov. 2020;4(61):47-52. (*In Russ.*)]. doi: 10.34655/bgsha.2020.61.4.007

10. Изучение аллелофонда эвенской породы северного оленя по локусам трансферрина и микросателлитов / Н.П. Филиппова и др. // Генетика и разведение животных. 2020. № 1. С. 44-49. [Filippova N et al. Assessment of genetic structure of reindeer of the even breed. Genetics and Breeding of Animals. 2020;1:44-49. (*In Russ.*)]. doi: 10.31043/2410-2733-2020-1-44-49

11. Исследование генетической структуры домашних и диких северных оленей Республики Саха (Якутия) с использованием STR-анализа / А.Д. Соловьева, В.Р. Харзинова, Т.Е. Денискова, Н.А. Зиновьева // Генетика и разведение животных. 2022. № 3. С. 5-11. [Solovieva A, Kharzi-nova V, Deniskova T, Zinovieva N. Study of the genetic structure of domestic and wild reindeer in the Republic of Sakha (Yakutia) using STR analysis. Genetics and Breeding of Animals. 2022;3:5-11. (*In Russ.*)]. doi: 10.31043/2410-2733-2022-3-5-11

12. Матюков В.С., Жариков Я.А. Генетическое разнообразие домашнего северного оленя по маркерам двух типов // Аграрный вестник Урала. 2022. № 11(226). С. 46-57. [Matyukov VS, Zharikov YaA. Genetic diversity of domestic reindeer by markers of two types. Agrarian Bulletin of the Urals. 2022;11(226):46-57. (*In Russ.*)]. doi: 10.32417/1997-4868-2022-226-11-46-57

13. Методы изучения генетической структуры популяций северного оленя (*rangifertarandus*) / Л.Д. Тараканец и др. // Достижения аграрной науки для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. Тюмень, 2021. Т. 1. С. 406-411. [Tarakanets LD et al. Methods for studying the genetic structure of reindeer (*rangifer tarandus*) populations (Conference proceedings) Dostizhenija agrarnoj nauki dlja obespechenija prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii: sbornik trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh i specialistov. Tyumen'; 2021;1:406-411. (*In Russ.*)].

14. Особенности течения родов у северных домашних оленей в условиях северо-востока России (Якутия) / В.И. Федоров и др. // Генетика и разведение животных. 2021. № 1. С. 23-28. [Fedorov V et al. Features of the course of birth in northern domestic deer in the conditions of the North-East of Russia (Yakutia). Genetics and Breeding of Animals. 2021;1:23-28. (*In Russ.*)]. doi: 10.31043/2410-2733-2021-1-23-28

15. Степанов К.М., Лосорова Ю.Е. Полуфабрикаты из мяса домашнего северного оленя // Наукосфера. 2020. № 12(1). С. 126-131. [Stepanov KM, Losorova YuE. Semi-finished products from domesticated reindeer. Naukosfera. 2020;12(1):126-131. (*In Russ.*)].

## References

1. Koryakina LP, Fedorov VI, Grigorieva NN. Adaptive responses and metabolic patterns in deer even breed in the conditions of Yakutia. Hippology and Veterinary Medicine. 2024;1(51):106-116. doi: 10.52419/2225-1537/2024.1.106-116

2. Semina MT et al. Analysis of the genetic diversity and population structure of the nenets native breed of reindeer based on microsatellite markers. *Russian Journal of Genetics*. 2022;58(8):975-987. doi: 10.31857/S0016675822080069 doi: 10.1134/s1022795422080063
3. Brizgalov GYa, Ignatovich LS. Characteristics of allele pool of domesticated reindeer in the eastern arctic. *Theoretical and Applied Problems of Agro-Industry*. 2020;3(45):53-59. doi: 10.32935/2221-7312-2020-45-2-53-59
4. Brizgalov G, Kustova S. Genetic characteristics of reindeer husbandry populations in pedigree farms of chukchee autonomous district. *Genetics and Breeding of Animals*. 2019;3:3-10.
5. Velichko NA, Melnikova EV, Penkova VA. Designing a meat and vegetable semi-finished product of increased nutritional value based on venison. *Bulletin of KSAU*. 2021;11(176):264-272. doi: 10.36718/1819-4036-2021-11-264-272
6. Tarakanets LD et al. Genetic structure of the reindeer (*rangifertarandus*) population of the Tyumen region. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev*. 2022;14(2):97-108. doi: 10.36508/RSATU.2022.54.2.012
7. Romanenko TM et al. Population genetic structure reindeer o. Kolguev Nenets autonomous district. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2014;4:68-70.
8. Dodokhov VV. Study genetic profile of Even reindeer by microsatellite loci. *Veterinary Medicine and Feeding*. 2022;4:15-16. doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2022-4-4
9. Dodokhov VV, Pavlova NI. Studies of the genetic structure of reindeers breed evenskaya by microsatellite markers. *Bulletin of the BSSA named after V.R. Filippov*. 2020;4(61):47-52. doi: 10.34655/bgsha.2020.61.4.007
10. Filippova N et al. Assessment of genetic structure of reindeer of the even breed. *Genetics and Breeding of Animals*. 2020;1:44-49. doi: 10.31043/2410-2733-2020-1-44-49
11. Solovieva A, Kharzinova V, Deniskova T, Zinovieva N. Study of the genetic structure of domestic and wild reindeer in the Republic of Sakha (Yakutia) using STR analysis. *Genetics and Breeding of Animals*. 2022;3:5-11. doi: 10.31043/2410-2733-2022-3-5-11
12. Matyukov VS, Zharikov YaA. Genetic diversity of domestic reindeer by markers of two types. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022;11(226):46-57. doi: 10.32417/1997-4868-2022-226-11-46-57
13. Tarakanets LD et al. Methods for studying the genetic structure of reindeer (*rangifertarandus*) populations (Conference proceedings) *Achievements of agrarian science to ensure food security of the Russian Federation: collection of proceedings of the International scientific and practical conference of young scientists and specialists*. Tyumen'; 2021;1:406-411.
14. Fedorov V et al. Features of the course of birth in northern domestic deer in the conditions of the North-East of Russia (Yakutia). *Genetics and Breeding of Animals*. 2021;1:23-28. doi: 10.31043/2410-2733-2021-1-23-28
15. Stepanov KM, Losorova YuE. Semi-finished products from domesticated reindeer. *Naukosfera*. 2020;12(1):126-131.

**Информация об авторе:**

**Владимир Владимирович Додохов**, кандидат биологических наук, главный научный сотрудник научно-исследовательской части, Арктический государственный агротехнологический университет, 677007, г. Якутск, ул. Сергеляхское ш. 3 км, дом 3.

**Information about the author:**

**Vladimir V Dodokhov**, Cand. Sci. (Biology), Chief Researcher of the Research Department, Arctic State Agrotechnological University, Sergelyakhskoe highway 3 km, building 3, Yakutsk, 677007.

Статья поступила в редакцию 01.07.2024; одобрена после рецензирования 24.07.2024; принята к публикации 09.09.2024.

The article was submitted 17.07.2024; approved after reviewing 24.07.2024; accepted for publication 09.09.2024.