

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.55.5>

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ЭВЕНСКОЙ ПОРОДЫ ДОМАШНИХ СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ УСТЬ-ЯНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ

Научная статья

Додохов В.В.^{1,*}, Румянцева Т.Д.²

¹ORCID : 0000-0001-9977-1400;

²ORCID : 0000-0003-0997-5499;

^{1,2} Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (dodoxv[at]mail.ru)

Аннотация

Статья посвящена исследованию генетической структуры эвенской породы домашних северных оленей Усть-Янской популяции Республики Саха (Якутия). Оленеводство является важной отраслью экономики региона, обеспечивающей продовольственную безопасность и социальную стабильность населения. Несмотря на сокращение общего поголовья оленей в России и Якутии, в Усть-Янском районе отмечен значительный прирост численности этих животных. Исследование генетического разнообразия имеет ключевое значение для поддержания продуктивности и адаптивности породы к суровым климатическим условиям. В работе использовались современные методы молекулярной генетики, включая мультиплексный ПЦР-анализ по 16 микросателлитным локусам. Результаты показали высокий уровень генетического разнообразия в исследуемой популяции, наличие уникальных частных аллелей и сходство с другими популяциями региона. Полученные данные могут способствовать разработке эффективных программ селекции и сохранению биоразнообразия северных домашних оленей.

Ключевые слова: домашние северные олени, оленеводство, генетическое разнообразие, эвенская порода, микросателлиты, молекулярная генетика.

GENETIC VARIABILITY OF THE EVEN BREED OF DOMESTIC REINDEER OF THE UST-YANSK POPULATION

Research article

Dodokhov V.V.^{1,*}, Rumyantseva T.D.²

¹ORCID : 0000-0001-9977-1400;

²ORCID : 0000-0003-0997-5499;

^{1,2} Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russian Federation

* Corresponding author (dodoxv[at]mail.ru)

Abstract

The article is dedicated to the study of the genetic structure of the Even breed of domestic reindeer of the Ust-Yansk population of the Republic of Sakha (Yakutia). Reindeer breeding is an important branch of the regional economy, providing food security and social stability of the population. Despite the reduction in the total number of reindeer in Russia and Yakutia, a significant increase in the number of these animals has been noted in the Ust-Yansky District. The study of genetic diversity is of key importance for maintaining the productivity and adaptability of the breed to harsh climatic conditions. Modern methods of molecular genetics, including multiplex PCR analysis of 16 microsatellite loci, were used in the work. The results showed a high level of genetic diversity in the studied population, the presence of unique private alleles and similarity with other populations of the region. The data obtained may contribute to the development of effective breeding programmes and conservation of biodiversity of northern domestic reindeer.

Keywords: domestic reindeer, reindeer husbandry, genetic diversity, Even breed, microsatellites, molecular genetics.

Введение

Северное домашнее оленеводство продолжает оставаться ключевым направлением экономической активности и образом жизни коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока, выполняя важные социальные функции, такие как обеспечение продовольственной безопасности, поддержка социальной стабильности в сельских районах, борьба с бедностью и помощь коренному населению в преодолении сложных экономических условий. Однако развитие этой отрасли в Республике Саха (Якутия) сталкивается с рядом трудностей, включая слабую организацию селекционной работы, сокращение численности северных домашних оленей, ухудшение показателей выхода телят и сохранения взрослых особей [1], [2], [3].

По сравнению с 1990 годом поголовье северных домашних оленей в России сократилось на 29,6% (с 2260,6 до 1592,4 тыс. голов), в Якутии – сократилось на 52,5% (с 361,6 до 171,6 тыс. голов). В Якутии численность домашних оленей неуклонно сокращалась с 2011 по 2015 гг. по данным на конец года. За последние пять лет (2019-2023 гг.) по республике отмечается рост поголовья северных домашних оленей на 12,82% (с 152,1 до 171,6 тыс. голов). Однако, по статистическим данным за 2019-2022 гг., в Усть-Янском районе РС (Я) на начало 2024 г. по сравнению с 2020 г. наблюдается увеличение поголовья северных домашних оленей на 27,6% (с 20583 до 32756 голов).

Оценка генетического разнообразия пород домашних животных имеет важное значение для поддержания их продуктивных характеристик и адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды [4], [5], [6], [7], [8]. В частности, изучение генетической вариабельности у домашних северных оленей эвенской породы представляет особый интерес, так как эта порода традиционно разводится в суровых климатических условиях Севера и играет ключевую роль в экономике и культуре коренных народов региона.

Для оценки генетического разнообразия домашних северных оленей эвенской породы используются различные молекулярно-генетические методы, включая анализ полиморфизма ДНК, секвенирование генома и изучение микросателлитных локусов. Эти методы позволяют выявить уровень гетерозиготности, наличие редких аллелей и степень инбридинга в популяциях. Например, в работе Н.П. Филипповой и соавторов (2020) было проведено исследование генетического разнообразия домашних северных оленей эвенской породы по локусам трансферрина и микросателлитов [8]. Результаты показали что эвенская порода оленей, разводимая в Булунском районе, имеет свои характерные генетические особенности. Аналогичные результаты были получены в других исследованиях, где использовался метод микросателлитного анализа (А.Д. Соловьева и др., 2022) [7].

Целью данного исследования является оценка генетического разнообразия и генетической структуры популяций эвенкийской породы северного оленя методом анализа микросателлитов.

Методы и принципы исследования

В ходе выполнения работы использованы классические методы и передовые подходы, основанные на методах молекулярной генетики. Для характеристики генетических особенностей был отобран генетический материал от молодняка текущего года (n=78). Лабораторные исследования проведены в лаборатории молекулярно-генетической экспертизы «Племэксперт» ГБУ РС (Я) «Сахаагроплем». Генотипирование проведено набором реагентов для мультиплексного анализа 16 микросателлитных маркеров COrDIS Rangifer, в соответствии с протоколом производителя (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). Обработка данных произведена с использованием надстройки для Microsoft Excel "GeneAlex 6.51" (США).

Результаты и обсуждение

Исследование генетической структуры популяций домашних северных оленей является важным аспектом в понимании их эволюции, адаптации к различным экологическим условиям и разработки стратегий управления генетическими ресурсами. Одним из ключевых методов оценки генетического разнообразия является анализ частоты встречаемости аллелей микросателлитных локусов. Частоты встречаемости аллелей микросателлитных локусов эвенской породы домашних северных оленей Усть-Янской популяции представлены в таблице 1. Анализ показал значительную вариацию частот встречаемости аллелей среди различных локусов. Некоторые аллели, такие как 154 в локусе BMS1788, 216 в локусе NVHRT16, 205 в локусе Rt30, 180 в локусе C143, 202 в локусе Rt30, 215 в локусе C217 и 267 в локусе T40, демонстрируют значительную частоту встречаемости. Это может свидетельствовать о доминировании этих аллелей в популяции. Полученные результаты указывают на высокую степень генетического разнообразия в исследуемой популяции.

Таблица 1 - Частота встречаемости аллелей микросателлитных локусов эвенской породы домашних северных оленей Усть-Янской популяции

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.55.5.1>

Локус	Аллель	Частота	Локус	Аллель	Частота	Локус	Аллель	Частота
BMS1788	144	0,173	NVHRT16	206	0,256	Rt30	205	0,340
	146	0,122		208	0,109		207	0,103
	152	0,058		214	0,154		209	0,103
	154	0,391		216	0,359		211	0,186
	155	0,038		226	0,071		219	0,064
	156	0,071		284	0,083		223	0,109
BMS745	130	0,058	OheQ	295	0,058	Rt6	190	0,071
	132	0,359		306	0,250		198	0,064
	133	0,077		307	0,103		200	0,115
	134	0,237		311	0,179		202	0,333
	136	0,218		318	0,096		204	0,090
C143	176	0,269	Rt7	323	0,115	206	0,263	
	180	0,679		247	0,333	238	0,083	
	184	0,051		249	0,090	242	0,346	
C276	354	0,205	Rt1	251	0,128	244	0,256	
	414	0,109		253	0,141	250	0,058	
	418	0,051		259	0,071	252	0,115	

Локус	Аллель	Частота	Локус	Аллель	Частота	Локус	Аллель	Частота
	430	0,359		261	0,071		254	0,128
	434	0,269		263	0,071		133	0,135
C32	298	0,141	Rt24	236	0,282	Rt9	143	0,071
	300	0,051		240	0,115		145	0,154
	306	0,423		244	0,083		147	0,077
	322	0,385		248	0,103		151	0,090
FCB193	126	0,071	T40	252	0,179	C217	153	0,212
	128	0,506		256	0,090		155	0,186
	130	0,058		268	0,051		215	0,872
	134	0,058		259	0,135		219	0,128
	136	0,141		267	0,699			
	138	0,128		271	0,096			

Примечание: (n=78)

Основные популяционные генетические характеристики представлены в таблице 2. Среднее количество аллелей на локус (N_a) составило 8,563, эффективное число аллелей (N_e) – 4,308, наблюдаемая гетерозиготность (H_o) – 0,699, ожидаемая гетерозиготность (H_e) – 0,708, а индекс фиксации (F) – 0,013. Эти данные свидетельствуют о высоком уровне генетического разнообразия в исследуемой популяции.

Таблица 2 - Популяционно генетическая характеристика Усть-Янской популяции

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.55.5.2>

Локус	N_a	N_e	H_o	H_e	F
Среднее	8,563	4,308	0,699	0,708	0,013

Примечание: (n=78)

При сравнении показателей генетического разнообразия Усть-Янской популяции с показателями Оймяконской и Томпонской популяций [9], [10] было обнаружено некоторое различие между ними. Так, среднее количество аллелей на локус (N_a) в Усть-Янской популяции оказалось выше, чем в Томпонской, но ниже, чем в Оймяконской. Однако различия в других показателях оказались незначительными, что говорит о схожем уровне генетического разнообразия всех трех популяций (см. рис. 1).

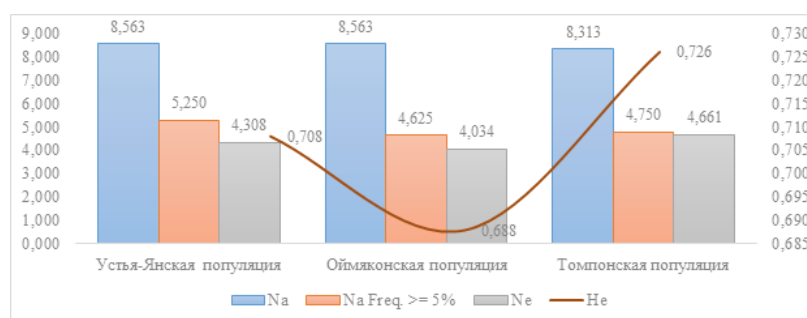


Рисунок 1 - Сравнение с Оймяконской и Томпонской популяцией

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.55.5.3>

Особое внимание следует уделить приватным аллелям, обнаруженным в изученной популяции. Присутствие таких аллелей может свидетельствовать об уникальности генетического состава данной популяции и ее способности к адаптации в специфических условиях обитания. В нашем исследовании было выявлено 15 приватных аллелей, частота которых варьировалась от 0,006 до 0,051 (табл. 3).

Таблица 3 - Приватные аллели микросателлитных локусов у домашних северных оленей Усть-Янской популяции

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.55.5.4>

№	Локус	Аллель, п.н.	Частота
1	BMS1788	141	0,013
2	BMS1788	170	0,013
3	BMS745	122	0,006
4	BMS745	124	0,006
5	C276	426	0,006
6	C32	300	0,051
7	OheQ	280	0,006
8	OheQ	299	0,006
9	OheQ	310	0,026
10	Rt24	268	0,051
11	Rt7	232	0,006
12	Rt7	234	0,006
13	Rt9	135	0,013
14	T40	326	0,006
15	T40	333	0,006

Примечание: (n=78)

Анализ генетического расстояния по Нею показал наименьшее генетическое расстояние (0,051) между Усть-Янской и Томпонской популяциями, что свидетельствует об относительно высоком уровне генетического сходства между этими группами, тогда как расстояние с Оймяконской популяцией было несколько выше (0,051). В то же время, дистанция между Оймяконской и Томпонской популяциями составила 0,086, что говорит о значительном генетическом отличии этих двух групп (табл. 4). Это может указывать на наличие общих генетических корней у этих популяций, однако также свидетельствует о некотором уровне дифференциации, обусловленном различными условиями среды и историей разведения.

Таблица 4 - Генетическое расстояние между популяциями по Нею

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.55.5.5>

Усть-Янская популяция (n=78)	Оймяконская популяция (n=349)	Томпонская популяция (n=47)	
0,000	–	–	Усть-Янская популяция (n=78)
0,057	0,000	–	Оймяконская популяция (n=349)
0,051	0,086	0,000	Томпонская популяция (n=47)

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что домашние северные олени эвенской породы обладают высоким уровнем генетического разнообразия, что обеспечивает им устойчивость к изменениям условий окружающей среды и поддерживает их продуктивность. Важно отметить, что присутствие приватных аллелей подчеркивает уникальность генетического фонда данной популяции и требует особого внимания со стороны специалистов по селекции и сохранению биоразнообразия.

Заключение

Оценка генетического разнообразия домашних северных оленей эвенской породы является важной задачей для сохранения и улучшения их продуктивных качеств. Проведенное нами исследование позволило выявить внутривидовую дифференциацию популяций домашних северных оленей эвенской породы и оценить уровень генетического разнообразия породы. Полученные результаты позволят повысить эффективность племенных работ путём улучшения методов племенной оценки и контроля над селекционными процессами. Кроме того, результаты могут быть использованы для разработки селекционных программ, направленных на сохранение и улучшение генетического потенциала эвенской породы домашних северных оленей.

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.

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. Корякина Л.П. 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. — DOI: 10.52419/2225-1537/2024.1.106-116. — EDN GMKTUT.
2. Федоров В.И. Особенности течения родов у северных домашних оленей в условиях северо-востока России (Якутия) / В.И. Федоров, Т.В. Ипполитова, Е.С. Слепцов [и др.] // Генетика и разведение животных. — 2021. — № 1. — С. 23–28. — DOI: 10.31043/2410-2733-2021-1-23-28. — EDN KJQBOJ.
3. Хаховская Л.Н. Взаимодействие людей и животных в чукотском оленеводстве новейшего времени (антропологический аспект) / Л.Н. Хаховская // Вестник археологии, антропологии и этнографии. — 2019. — № 1 (44). — С. 98–107. — DOI: 10.20874/2071-0437-2019-44-1-098-107. — EDN ZBJDFR.
4. Романенко Т.М. Генетическая структура популяции северных оленей о. Колгуев Ненецкого автономного округа / Т.М. Романенко, Л.А. Калашникова, Г.И. Филиппова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. — 2014. — № 4. — С. 68–70. — EDN SCMETT.
5. Матюков В.С. Генетическое разнообразие домашнего северного оленя по маркерам двух типов / В.С. Матюков, Я.А. Жариков // Аграрный вестник Урала. — 2022. — № 11 (226). — С. 46–57. — DOI: 10.32417/1997-4868-2022-226-11-46-57. — EDN AYSUNL.
6. Тараканец Л.Д. Методы изучения генетической структуры популяций северного оленя (*rangifer tarandus*) / Л.Д. Тараканец, Я.А. Кабицкая, Е.Г. Бойко [и др.] // Достижения аграрной науки для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации : сборник трудов Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Тюмень, 12 октября 2022 года. — Тюмень, 2021. — Т. 1. — С. 406–411. — EDN OHDZYO.
7. Соловьева А.Д. Исследование генетической структуры домашних и диких северных оленей Республики Саха (Якутия) с использованием STR-анализа / А.Д. Соловьева, В.Р. Харзинова, Т.Е. Денискова [и др.] // Генетика и разведение животных. — 2022. — № 3. — С. 5–11. — DOI: 10.31043/2410-2733-2022-3-5-11. — EDN DAWAMX.
8. Филиппова Н.П. Изучение аллелофонда эвенской породы северного оленя по локусам трансферрина и микросателлитов / Н.П. Филиппова, Л.П. Корякина, А.И. Павлова [и др.] // Генетика и разведение животных. — 2020. — № 1. — С. 44–49. — DOI: 10.31043/2410-2733-2020-1-44-49. — EDN FJVBWW.
9. Додохов В.В. Полиморфизм микросателлитных локусов ДНК у домашних северных оленей эвенской породы / В.В. Додохов // Животноводство и кормопроизводство. — 2024. — Т. 107. — № 3. — С. 70–78. — DOI: 10.33284/2658-3135-107-3-70. — EDN MTJECQ.
10. Додохов В.В. Изучение генетического профиля эвенской породы северных оленей по микросателлитным локусам / В.В. Додохов // Ветеринария и кормление. — 2022. — № 4. — С. 15–16. — DOI: 10.30917/АГТ-ВК-1814-9588-2022-4-4. — EDN ELPNNS.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Koryakina L.P. Adaptivnye reakcii i osobennosti metabolizma u oleney jevenskoj porody v uslovijah Jakutii [Adaptive responses and metabolic patterns in deer even breed in the conditions of Yakutia] / L.P. Koryakina, V.I. Fedorov, N.N. Grigorieva [et al.] // Ippologija i veterinarija [Hippology and Veterinary Medicine]. — 2024. — № 1 (51). — P. 106–116. — DOI: 10.52419/2225-1537/2024.1.106-116. — EDN GMKTUT. [in Russian]
2. Fedorov V.I. Osobennosti techenija rodov u severnyh domashnih oleney v uslovijah severo-vostoka Rossii (Jakutija) [Features of the course of birth in northern domestic deer in the conditions of the North-East of Russia (Yakutia)] / V.I. Fedorov, T.V. Ippolitova, E.S. Sleptsov [et al.] // Genetika i razvedenie zhivotnyh [Genetics and breeding of animals]. — 2021. — № 1. — P. 23–28. — DOI: 10.31043/2410-2733-2021-1-23-28. — EDN KJQBOJ. [in Russian]
3. Khakhovskaya L.N. Vzaimodejstvie ljudej i zhivotnyh v chukotskom olenevodstve novejshego vremeni (antropologičeskij aspekt) [Interaction between humans and domestic deer on Chukotka in the modern period (anthropological study)] / L.N. Khakhovskaya // Vestnik arheologii, antropologii i etnografii [Bulletin of Archeology, Anthropology and Ethnography]. — 2019. — № 1 (44). — P. 98–107. — DOI: 10.20874/2071-0437-2019-44-1-098-107. — EDN ZBJDFR. [in Russian]
4. Romanenko T.M. Geneticheskaja struktura populjacji severnyh oleney o. Kolguev Neneckogo avtonomnogo okruga [Population genetic structure reindeer o. Kolguev Nenets autonomous district] / T.M. Romanenko, L.A. Kalashnikova, G.I. Philipova [et al.] // Dostizhenija nauki i tehniki APK [Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex]. — 2014. — № 4. — P. 68–70. — EDN SCMETT. [in Russian]
5. Matyukov V.S. Geneticheskoe raznoobrazie domashnego severnogo olenja po markeram dvuh tipov [Genetic diversity of domestic reindeer by markers of two types] / V.S. Matyukov, Ya.A. Zharikov // Agrarnyj vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]. — 2022. — № 11 (226). — P. 46–57. — DOI: 10.32417/1997-4868-2022-226-11-46-57. — EDN AYSUNL. [in Russian]

6. Tarakanets L.D. Metody izuchenija geneticheskoy struktury populjacij severnogo olenja (rangifer tarandus) [Methods for studying the genetic structure of reindeer (rangifer tarandus) populations] / L.D. Tarakanets, E.G. Boiko, L.A. Glazunova [et al.] // Dostizhenija agrarnoj nauki dlja obespechenija prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii [Achievements of Agrarian Science for Ensuring Food Security of the Russian Federation] : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists, Tyumen, October 12, 2022. — Tyumen, 2021. — Vol. 1. — P. 406–411. — EDN OHDZYO. [in Russian]

7. Solovieva A.D. Issledovanie geneticheskoy struktury domashnih i dikih severnyh olenej Respubliki Saha (Jakutija) s ispol'zovaniem STR-analiza [Study of the genetic structure of domestic and wild reindeer in the Republic of Sakha (Yakutia) using STR analysis] / A.D. Solovieva, V.R. Kharzinova, T.E. Deniskova [et al.] // Genetika i razvedenie zhivotnyh [Genetics and breeding of animals]. — 2022. — № 3. — P. 5–11. — DOI: 10.31043/2410-2733-2022-3-5-11. — EDN DAWAMX. [in Russian]

8. Filippova N.P. Izuchenie allelofonda jevenskoj porody severnogo olenja po lokusam transferrina i mikrosatellitov [Assessment of genetic structure of reindeer of the even breed] / N.P. Filippova, L.P. Koryakina, A.I. Pavlova, [et al.] // Genetika i razvedenie zhivotnyh [Genetics and breeding of animals]. — 2020. — № 1. — P. 44–49. — DOI: 10.31043/2410-2733-2020-1-44-49. — EDN FJVBWW. [in Russian]

9. Dodokhov V.V. Polimorfizm mikrosatellitnyh lokusov DNK u domashnih severnyh olenej jevenskoj porody [Microsatellite DNA polymorphism in Evenskaya reindeer] / V.V. Dodokhov // Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo [Animal Husbandry and Fodder Production]. — 2024. — Vol. 107, № 3. — P. 70–78. — DOI: 10.33284/2658-3135-107-3-70. — EDN MTJECQ. [in Russian]

10. Dodokhov V.V. Izuchenie geneticheskogo profila jevenskoj porody severnyh olenej po mikrosatellitnym lokusam [Study the genetic profile of Even reindeer by microsatellite loci] / V.V. Dodokhov // Veterinarija i kormlenie [Veterinary and Feeding]. — 2022. — № 4. — P. 15–16. — DOI: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2022-4-4. — EDN ELPNNS. [in Russian]