

О. В. Дивенко

Омский аграрный научный центр,
Омск, Россия

✉ perminova@anc55.ru

Поступила в редакцию: 10.03.2026

Одобрена после рецензирования: 07.08.2026

Принята к публикации: 21.08.2026

© Дивенко О. В.

Оценка генетической структуры стада коров красной степной породы с разной долей кровности улучшающих пород по гену PIT-1

РЕЗЮМЕ

Цель исследований — осуществить генетико-статистический анализ по гену PIT-1 коров красной степной породы с разной кровностью по улучшающим породам. Исследования выполнены в лаборатории животноводства ФГБНУ «Омский АНЦ». Объект исследования — поголовье коров красной степной породы одного из хозяйств Омской области. Исследование полиморфизма гена PIT-1 проводили в научной лаборатории биотехнологий (СФНЦА РАН, г. Новосибирск). Впервые в условиях Омской области изучен полиморфизм гена PIT-1 у коров красной степной породы с разной кровностью по улучшающим породам, а также проведен генетико-статистический анализ стада. Для проведения исследований было сформировано шесть групп коров с разным сочетанием улучшающих пород: англеской, красной датской и голштинской. Популяционная частота встречаемости аллеля А (0,24) и аллеля В (0,76) обеспечила повышенный уровень гомозиготности (63,3%) по гену PIT-1. Популяционная частота встречаемости генотипа АА была минимальной (6%), а у коров с кровностью более 50% по красной датской породе этот генотип отсутствовал. Частота встречаемости гетерозиготного генотипа АВ в среднем по всему поголовью составила 36%, гомозиготного генотипа ВВ — 58%. Частота встречаемости гетерозиготного генотипа АВ составила 24%, гомозиготного генотипа ВВ — 76%. Максимальная гомозиготность (73–79%) у животных с кровностью по англеской породе (до 50%) и по красной датской породе (более 50%) определила низкое значение генетической изменчивости (22–28%). Преобладание кровности по голштинам (более 50%) способствовало снижению у красных степных коров уровня гомозиготности до 52,5–60,1%. Повышенная гетерозиготность выявлена у высококровных по англеской породе коров (0,66).

Ключевые слова: красная степная порода, улучшающие породы, ген гипофизарный фактор транскрипции (PIT-1), аллель, генотип

Для цитирования: Дивенко О. В. Оценка генетической структуры стада коров красной степной породы с разной долей кровности улучшающих пород по гену PIT-1. *Аграрная наука*. 2026; 410(09): 86–92.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-410-09-86-92>

Olga V. Divenko

Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk,
Russia

✉ perminova@anc55.ru

Received by the editorial office: 10.03.2026

Accepted in revised: 07.08.2026

Accepted for publication: 21.08.2026

© Divenko O. V.

Assessment of the genetic structure of a herd of cows of the red steppe breed with a different proportion of blood of improving breeds according to the PIT-1 gene

ABSTRACT

The purpose of the research is to carry out a genetic and statistical analysis of the PIT-1 gene of cows of the red steppe breed with different bloodlines for improving breeds. The research was carried out in the laboratory of animal husbandry of the Omsk Agrarian Research Center. The object of the study: the number of cows of the red steppe breed of one of the farms of the Omsk region. The polymorphism of the PIT-1 gene was studied at the Scientific Laboratory of Biotechnology (Federal State Budgetary Institution of Science Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk). Scientific novelty: for the first time in the Omsk region, the polymorphism of the PIT-1 gene was studied in cows of the red steppe breed with different bloodlines for improving breeds, and a genetic and statistical analysis of the herd was carried out. To conduct the research, six groups of cows with different combinations of improving breeds were formed: Angler, Red Danish and Holstein. The population frequency of allele A (0.24) and allele B (0.76) provided an increased level of homozygosity (63.3%) for the PIT-1 gene. The population frequency of the AA genotype was minimal (6%), and cows with a bloodline of more than 50% of the red Danish breed did not have this genotype. The frequency of occurrence of the heterozygous AB genotype averaged 36% across the entire livestock, and the homozygous BB genotype was 58%. The maximum homozygosity (73–79%) in animals with bloodlines for the Angler breed (up to 50%) and the Red Danish breed (more than 50%) determined a low value of genetic variability (22–28%). The predominance of Holstein blood (more than 50%) contributed to a decrease in homozygosity in red steppe cows to 52.5–60.1%. Increased heterozygosity was found in high-blooded Angler cows (0.66).

Key words: red steppe breed, improving breeds, pituitary transcription factor gene (PIT-1), allele, genotype

For citation: Divenko O. V. Assessment of the genetic structure of a herd of red steppe cows with different blood types by the PIT-1 gene. *Agrarian science*. 2026; 410(09): 86–92 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-410-09-86-92>

Введение/Introduction

Геномная селекция позволяет осуществлять раннее прогнозирование молочных признаков коров, используя информацию о полиморфизме значимых ДНК-маркеров. В последнее время пристальное внимание стало уделяться изучению генов, определяющих физиологические процессы организма и обуславливающих продуктивные качества животных. Широко изучаются особенности полиморфизма генов, кодирующих синтез молочного гипоаллергенного белка казеина [1, 2], определяющих выработку и регуляцию гормонов [3, 4]. В том числе ген соматотропного ряда PIT-1 (гипофизарного фактора транскрипции), отвечающий за эмбриональное развитие клеток зон гипофиза, обеспечивающих выработку тиреотропного гормона, пролактина и соматотропина, и регулирующий их экспрессирование [5]. Этот ген входит в РОУДомен, который включает группу транскрипционных регуляторов, играющих важную роль в дифференциации и пролиферации клеток, секретирующих вышеперечисленные гормоны. У крупного рогатого скота ген PIT-1 определен в районе центромеры первой хромосомы. Полиморфизм гена PIT-1 идентифицирован в шестом экзоне. Несмотря на то, что мутация не изменяет аминокислотный состав белка, рядом научных исследований выявлено ассоциирование показателей молочной продуктивности с полиморфизмом изучаемого гена у коров отечественных и зарубежных пород [6]. При проведении исследований чаще всего выделяются два аллеля А и В и три генотипа АА, АВ и ВВ изучаемого гена. При изучении полиморфизма гена PIT-1 практически все ученые приходят к единому мнению, что в популяциях крупного рогатого скота молочного направления разного географического разведения частота встречаемости аллеля В и генотипа ВВ значительно превосходит другие формы гена. Малочисленным считается генотип коров АА гена PIT-1.

На территории Омской области около 60% поголовья крупного рогатого скота относится к красной степной породе. Для повышения продуктивных качеств маточное поголовье скрещивают с быками-производителями молочных пород высокого генетического потенциала: англеской, красной датской и голштинской красно-пестрой масти. С внедрением геномных технологий становятся актуальными вопросы изучения полиморфизма ДНК-маркеров у коров красной степной породы с разной кровностью по улучшающим породам, которые к настоящему времени исследованы не были.

Цель исследований — провести генетико-статистический анализ по гену гипофизарного фактора транскрипции поголовья коров красной степной породы с разной кровностью по улучшающим породам. Задачи: изучить особенности

полиморфизма гена PIT-1 (определить частоту встречаемости аллелей А и В и генотипов АА, АВ и ВВ, выявить ассоциирование с показателями молочной продуктивности), провести сравнительную оценку по селекционно-генетическим параметрам поголовья коров красной степной породы разных вариантов кровности по улучшающим породам.

Материал и методы исследования / Material and methods

Исследования проведены на поголовье коров красной степной породы, принадлежащих одному из хозяйств Омской области Российской Федерации.

Для повышения генетического потенциала маточного поголовья использовались быки улучшающих пород: англеской, красной датской и голштинской красно-пестрой масти.

Подбор быков-производителей к маточному поголовью проводился индивидуально с целью повышения молочной продуктивности на фоне сохранения породности.

Формирование групп проводилось с учетом данных о кровности животных с применением ИАС «Селэкс-Молочный скот» (ООО «Плино», Санкт-Петербург, Россия) (табл.1).

Исследование полиморфизма гена PIT-1 проводилось в лаборатории агробиотехнологий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН, г. Новосибирск, Россия).

В качестве исходного материала кровь 126 коров красной степной породы была отобрана в сентябре 2025 года сотрудниками ФГБНУ «Омский АНЦ» (Омск, Россия) в промаркированные вакуумные пробирки (вакутейнеры) объемом 4 мл с консервантом, при температуре 2–4 °С транспортирована в лабораторию агробиотехнологий (СФНЦА РАН, Новосибирск, Россия).

Все исследования на крупном рогатом скоте проведены в соответствии с требованиями Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых в экспериментальных и других

Таблица 1. Группы коров в зависимости от кровности улучшающих пород

Table 1. Groups of cows based on the bloodline of the improving breeds

Группа	Поголовье	Первая улучшающая порода		Вторая улучшающая порода	
		наименование	кровность, %	наименование	кровность, %
1	31	голландская	до 50	англеская	менее 50
2	22				более 50
3	23			красная датская	менее 50
4	21				более 50
5	9		51–75	англеская	менее 50
6	20		51 и более	–	–
Всего	126				

целях от 18.03.1986.¹, а также в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации².

Анализ осуществлялся согласно апробированной ПЦР–ПДРФ методике, включал в себя амплификацию фрагмента размером 163 п.н. с использованием амплификатора C1000 «Bio-Rad» (Bio-Rad Laboratories, США.) Полученные продукты амплификации генов обрабатывали эндонуклеазами рестрикции Hind III, EcoICRI, Hae III, RsaI (СибЭНЗИМ, Новосибирск, Россия) согласно прописи изготовителя. Визуализацию и идентификацию генотипов определяли электрофорезом в 3%-ном агарозном геле в УФ-свете [7].

Условия содержания и кормления для исследуемых животных были одинаковыми.

Первичная информация по животным, сформированная через «Структуру картотеки» ИАС «Селэкс-Молочный скот» (ООО «РЦ «ПЛИНОР», Санкт-Петербург, Россия), была импортирована в программу Excel 97-2003 (США).

Вычисления показателей, используемых в данной работе, проводили по формулам, представленным в методике определения генетической структуры стада [15]:

1. Частота встречаемости генотипов (P):

$$P = \frac{n}{N}, \quad (1)$$

где: n — количество животных, имеющих определенный генотип; N — общее количество особей.

2. Частота встречаемости аллелей A (P(A)) и B (P(B)):

$$P(A) = \frac{2 \times n_{AA} + n_{AB}}{2N}, \quad (2)$$

$$P(B) = \frac{2 \times n_{BB} + n_{AB}}{2N}, \quad (3)$$

где: n_{AA} — число особей с генотипом AA; n_{AB} — число особей с генотипом AB; n_{BB} — число особей с генотипом BB.

3. Расчет теоретически ожидаемого количества носителей гомозигот (N_{ii}), голов:

$$N_{ii} = P_i^2 N, \quad (4)$$

4. Расчет теоретически ожидаемого количества носителей гетерозигот (N_{ij}), голов:

$$N_{ij} = P_i P_j 2N, \quad (5)$$

где: P_i, P_j — частота i и j аллелей; N — общее количество животных.

5. Генетическое равновесие (формула Харди-Вайнберга):

$$\chi^2 = \frac{\Sigma(\Phi - T)^2}{T}, \quad (6)$$

где: Φ — наблюдаемое количество животных каждого генотипа; T — ожидаемое число животных каждого генотипа.

6. Уровень гомозиготности локуса, %:

$$Ca = P(A)^2 + P(B)^2 \times 100, \quad (7)$$

7. Число эффективно действующих аллелей (уровень полиморфности локуса):

$$Na = \frac{1}{Ca}, \quad (8)$$

где Na — уровень полиморфности локуса.

8. Степень (V) генетической изменчивости популяции (по А. Робертсону):

$$V = 1 - Ca / 1 - 1 / N \times 100, \quad (9)$$

где N — количество животных,

9. Тест гетерозиготности (ТГ):

$$ТГ = \frac{\text{наблюдаемая гетерозиготность}}{\text{теоретическая гетерозиготность}}, \quad (10)$$

10. Индивидуальный индекс фиксации Райта:

$$Fis = \frac{He - Ho}{He}, \quad (11)$$

где: Fis — индекс фиксации Райта, He — ожидаемая гетерозиготность, Ho — наблюдаемая гетерозиготность.

11. Степень (r) генетического сходства популяций (формула Майяла и Линдстрема):

$$r = \frac{\Sigma(X_i \times Y_i)}{\sqrt{\Sigma X_i^2 \times \Sigma Y_i^2}}, \quad (12)$$

где: r — индекс генетического сходства; X_i, Y_i — частоты одних и тех же аллелей в сравниваемых популяциях.

Результаты и обсуждение /

Results and discussion

Полиморфизм гена PIT-1 у исследуемого поголовья представлен двумя аллелями A и B и тремя генотипами AA, AB и BB.

Распределение по генотипам и аллелям изучаемого гена коров красной степной породы с разной кровностью по улучшающим породам представлено в таблице 2.

Таблица 2. Частота встречаемости генотипов и аллелей гена PIT-1 коров красной степной породы с разной кровностью по улучшающим породам

Table 2. Frequency of occurrence of genotypes and alleles of the PIT-1 gene in red steppe cows with different bloodlines of improving breeds

Группы	Число особей с генотипом, голов			Всего голов	Частота генотипа			Частота аллеля	
	AA	AB	BB		AA	AB	BB	A	B
1	1	8	22	31	0,03	0,26	0,71	0,16	0,84
2	2	11	9	22	0,09	0,50	0,41	0,34	0,66
3	2	9	12	23	0,09	0,39	0,52	0,28	0,72
4	-	5	16	21	-	0,24	0,76	0,12	0,88
5	1	5	3	9	0,11	0,56	0,33	0,39	0,61
6	2	7	11	20	0,10	0,35	0,55	0,28	0,73
Все поголовье	8	45	73	126	0,06	0,36	0,58	0,24	0,76

¹ Protocol of Amendment to the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and other Scientific Purposes (ETS no. 170)

² Федеральный закон РФ от 27.12.2018 № 498-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Среди изучаемых животных было выявлено наибольшее количество носителей гомозиготного генотипа ВВ (73 головы), его популяционная частота составила 0,58. При этом максимальное носительство данного генотипа (0,71–0,76) определено среди коров первой и четвертой групп (низкокровных по голштинам и с кровностью по англеской и красной датской породам соответственно). У высококровных по голштинской породе животных частота встречаемости гомозиготного генотипа ВВ гена PIT-1 была на уровне 0,33–0,55. Среди высококровных по англеской породе животных выявлено минимальное количество носителей ВВ генотипа гена PIT-1 (0,33–0,41) при встречаемости аллеля В с частотой 0,61–0,66. Редко встречающимся генотипом АА обладали только 8 голов или 6% исследуемых животных. При этом у коров четвертой группы (с преобладанием крови по красной датской породе) этот генотип отсутствовал, а у низкокровных по голштинам особей частота его встречаемости была на минимальном уровне 0,03–0,09.

Среди высококровных по голштинам коров частота встречаемости генотипа АА была немного выше 0,10–0,11. Гетерозиготный генотип АВ в среднем по всему поголовью занял промежуточное значение со значением 0,36. Более высокая гетерозиготность по гену PIT-1 наблюдалась среди животных второй и пятой групп (0,50–0,56). Популяционная частота аллеля В составила 0,76, аллеля А — 0,24. У коров первой и четвертой групп встречаемость аллеля В оказалась максимальной 0,84–0,88, а у животных второй и пятой групп — минимальной (0,61–0,66).

При определении генетического равновесия исследуемой популяции по гену PIT-1 были проанализированы фактические и ожидаемые частоты встречаемости генотипов АА, АВ и ВВ (табл.3).

Основываясь на разнице ожидаемых и фактически определенных частот встречаемости генотипов гена PIT-1, согласно закону Харди-Вайнберга, было определено генетическое равновесие исследуемого поголовья. Расчет показателя (2,97) в среднем по всему поголовью продемонстрировал, что данная популяция коров красной степной

породы определяется как генетически равновесная ($P < 0,05$).

При более детальном рассмотрении генетического разнообразия гена PIT-1 с учетом наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности в работе был определен индивидуальный индекс фиксации исследуемого поголовья красного степного скота (Рисунок 1).

В целом, по исследуемой популяции коров красной степной породы выявлен небольшой недостаток гетерозигот гена PIT-1. Разница средневзвешенных показателей наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности оказалась положительной (0,03) с повышенным индивидуальным индексом фиксации (0,07), что указывает на равновесное состояние генотипической структуры стада. При рассмотрении в разрезе групп у высококровных по англерам животных (пятая группа) выявлен избыток наблюдаемой гетерозиготности относительно ожидаемой (на 0,18) и сниженный индивидуальный индекс фиксации (-0,38), что подтверждает использование межпородного скрещивания. В остальных группах коров наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность практически не различались (разница варьировала от -0,01 до -0,12), при низком индексе фиксации (от -0,04 до -0,27), что свидетельствует о равновесном состоянии генотипической структуры стада.

Рис. 1. Генное разнообразие гена PIT-1 у коров красной степной породы с разными вариантами кровности по улучшающим породам

Fig. 1. Genetic diversity of the PIT-1 gene in Red Steppe cows with different bloodlines of improving breeds

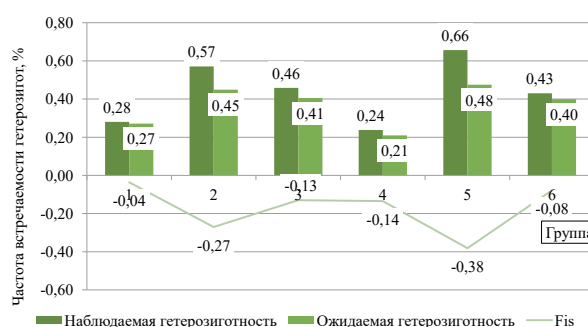


Таблица 3. Фактическая и ожидаемая частота встречаемости генотипов гена PIT-1 у коров красной степной породы с разной кровностью по улучшающим породам

Table 3. Actual and expected frequency of occurrence of PIT-1 gene genotypes in red steppe cows with different bloodlines of improving breeds

Группы	Поголовье	Частота встречаемости генотипа, головы					
		АА		АВ		ВВ	
		фактическая	ожидаемая	фактическая	ожидаемая	фактическая	ожидаемая
1	31	1	0,81	8	8,39	22	21,81
2	22	2	2,56	11	9,89	9	9,56
3	23	2	1,84	9	9,33	12	11,84
4	21	-	0,30	5	4,40	16	16,30
5	9	1	1,36	5	4,28	3	3,36
6	20	2	1,51	7	7,98	11	10,51
всего	126	8	8,37	45	44,26	73	73,37
χ^2	2,97	0,98		0,99		1,00	

Высокий уровень гомозиготности гена PIT-1 свидетельствует о стойкой передаче наследственности обусловленных признаков будущему потомству (табл. 4). Доля гомозиготных особей по гену PIT-1 в исследуемой популяции в среднем составила 63,3%. При этом максимальные значения были определены в первой (72,9%) и четвертой (79%) группах животных, низокровных по голштинской породе. Преобладание кровности по голштинам (более 50%) способствовало снижению у красных степных коров уровня гомозиготности до 52,5–60,1%.

Исследуемое поголовье коров красной степной породы, выведенное при использовании допущенных улучшающих пород, объединено высокой степенью генетического родства (0,90–0,99).

Уровень полиморфности гена PIT-1, определяющий число эффективно действующих аллелей и зависящий от их количества, у животных разных групп составил 1,3–1,9 в силу того, что исследуемый ген представлен двумя аллелями А и В.

Коэффициент генетической изменчивости популяции, показывающий уровень генетического разнообразия, с минимальным значением (22–28%) характеризовал низокровных по голштинам животных первой и четвертой групп. Повышенная гетерозиготность определила высокий коэффициент изменчивости у животных второй, третьей, пятой и шестой групп 42–53,5%.

При сравнении молочной продуктивности коров с разными генотипами гена PIT-1 выявлено достоверное влияние генотипа ВВ на показатели молочной продуктивности коров красной степной породы некоторых групп. Так, коровы второй и четвертой групп (с преобладанием кровности по англеской и красной датской породам) характеризовались максимальным удоем за 1 лактацию 5373–5551 кг, что на 392–730 кг больше в сравнении с носителями других генотипов ($P > 0,05$), а также выходом молочного жира (206–215 кг) и белка (186–188 кг) с разницей на 16–30 кг и 16–28 кг соответственно ($P > 0,05$). У коров пятой группы с преобладанием кровности по голштинской породе (более 50%) и наличием кровности по англеской породе (менее 50%) выявлено достоверное влияние генотипа ВВ на компоненты молока: по содержанию жира эти животные на 0,45–1,04% превосходили носительниц генотипа АВ, по содержанию белка — на 0,25–0,38%, лактозы — 0,34–0,46% и сухого вещества — на 1,06–1,87% ($P < 0,05$).

Особенности полиморфизма гена PIT-1 имеют некоторые отличия у коров разных пород отечественной и зарубежной селекции, что подтверждено научными исследованиями.

Так, в условиях Ставропольского края у коров айрширской, ярославской и красной степной пород частота встречаемости аллеля В варьировала от 0,62 до 0,68, что обеспечило и высокую концентрацию генотипа ВВ 48–56% среди всего исследуемого поголовья [7]. У алтайских симменталов,

Таблица 4. Оценка генетической структуры стада по гену PIT-1 коров красной степной породы с разной кровностью по улучшающим породам

Table 4. Evaluation of the genetic structure of the herd based on the PIT-1 gene of Red Steppe cows with different bloodlines of improving breeds

Группа	Уровень гомозиготности, %	Число эффективно действующих аллелей	Коэффициент генетической изменчивости популяции, %	Степень генетического родства популяции				
				Группы				
				2	3	4	5	6
1	72,9	1,4	28,0	0,97	0,99	0,99	0,92	0,98
2	55,1	1,8	47,1	–	0,99	0,98	0,99	0,99
3	59,5	1,7	42,4	–	–	0,97	0,98	0,99
4	79,0	1,3	22,0	–	–	–	0,90	0,97
5	52,5	1,9	53,5	–	–	–	–	0,98
6	60,1	1,7	42,0	–	–	–	–	–
Всего	63,3	1,6	37,0	–				

новосибирских коров красной степной и черно-пестрой пород наибольший удельный вес приходился на носителей генотипа ВВ 44–62%. Малочисленной была группа коров с генотипом АА 5–8% [8]. Казахская популяция красного степного и симментальского скота также не была исключением и на 69% и 46% соответственно относилась к носителям аллеля В. Генетическое равновесие (χ^2), определяемое по разнице ожидаемой и наблюдаемой гетерозиготности, в этих стадах не было нарушено и варьировало от 0,04 до 0,886 [9]. При изучении коров кавказской бурой породы в Республике Дагестан было установлено генетическое различие особей по гену PIT-1, выращиваемых в равнинной и горной местности. У коров, содержащихся в горах, частота встречаемости аллеля В составила 90%, что обеспечило высокий уровень гомозиготности в популяции 82%. У животных равнинной местности отсутствовал генотип АА, а частота встречаемости генотипа ВВ была 65% при уровне гомозиготности 71,1% [10].

У голштинских коров в Республике Татарстан генотип АА ассоциировался с высоким удоем (7339,6 кг), содержанием жира (4,05%) и белка (3,39%) в молоке [6].

У симментальского скота, разводимого в Эрзуруме (Турция) частота встречаемости аллеля В гена PIT-1 составила 0,58, аллеля А 0,42, что в целом сказалось на распределении частот встречаемости генотипов АА — 16%, АВ — 51%, ВВ — 33%. У швицкого скота того же ареала распространения частота встречаемости генотипов АА была 10%, АВ 28% и ВВ 51% [11, 12]. У турецких коров Anatolian Black, голштинской и швицкой пород частота встречаемости аллеля В варьировала от 0,68 до 0,90, а генотипов АА от 0 (швицкая порода) до 10%, генотип АВ встречался у 20–44%, а генотип ВВ у 46–80% животных [13]. У румынского скота пород Romanian Spottedcattle и Romanian Brown носительство аллеля В также было преобладающим (0,8 и 0,6), что привело к следующему

распределению генотипов AA от 0 до 10%, AB от 40 до 50%, BB от 30 до 60% [14].

У коров красной степной породы Омской области выявлено высокое носительство аллеля В гена PIT-1 (в целом по исследуемой популяции 0,76), что немного превышает результаты исследований ученых по этой породе (0,67–0,69), разводимой в Ставропольском, Алтайском крае и Республике Казахстан. Частота встречаемости гомозиготного генотипа BB (58%) в наших исследованиях не выходила за рамки соответствующего показателя коров красной степной породы других регионов (48–62%).

В данной работе впервые выявлено влияние кровности по англеской (до 50%) и красной датской (более 50%) породам на повышение частоты носительства аллеля В (0,84–0,88) и генотипа BB (0,71–0,76), а голштинской породы — на снижение этих показателей (0,73 и 0,55 соответственно). У высококровных по англеской породе коров количество особей-носителей генотипа BB было минимальным (0,33–0,41) при встречаемости аллеля В 0,61–0,66.

Наблюдаемая популяционная гетерозиготность коров красной степной породы Омской области (0,357) соответствовала полученным научным данным исследователей Алтайского края (0,40) и Ставрополя (0,367). Соответственно, степень гомозиготности у коров Омской области несколько выше (63,3%) в сравнении со Ставропольским поголовьем (55,8%).

У сибирского поголовья красной степной породы с преобладающей кровностью по англеской и красной датской породам высокий удой, количество молочного жира и белка за первую лактацию ассоциировалось с генотипом BB. Этот же

генотип у высококровных по голштинам животных достоверно ассоциировался с качественными показателями молока в отличие от голштинского поголовья, разводимого в Татарстане, у которого высокие удои (7339,6 кг), содержание жира (4,05%) и белка (3,39%) в молоке ассоциировались с генотипом AA.

Выводы/Conclusion

Исследования особенностей полиморфизма гена PIT-1 у красного степного скота Омской области выявили высокую степень популяционной гомозиготности (63,3%).

Установлено влияние кровности по англеской породе (до 50%) и красной датской породы (более 50%) на высокую частоту встречаемости гомозиготного генотипа BB (0,71–0,76) и аллеля В (0,84–0,88). Максимальная гомозиготность (72,9–79,0%) этих животных определила низкое значение генетической изменчивости (22–28%).

У высококровных по англеской породе коров определена повышенная гетерозиготность — 0,66. Генотип BB оказал достоверное влияние на удои, выход молочного жира и белка у коров с преобладанием кровности по англеской и красной датской породам.

У высокостепенных по голштинам маточного поголовья определено достоверное влияние генотипа BB на показатели качественного состава молока.

При планировании селекционно-племенной работы с маточным поголовьем красного степного скота необходимо учитывать влияние кровности улучшающих пород на полиморфизм гена PIT-1, а также отдавать предпочтение особям гомозиготного генотипа BB с целью улучшения молочных показателей и качественных характеристик молока.

Автор несет ответственность за работу и представленные данные. Автор несет ответственность за плагиат. Автор объявил об отсутствии конфликта интересов.

The author is responsible for the work and the submitted data. The author is responsible for plagiarism. The author declared no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Статья подготовлена в рамках утвержденной государственным заданием поисковой темы научных исследований «Совершенствование генетического потенциала скота красной степной породы с учетом кровности по улучшающим породам российской селекции» (FNUN-2024-0006) подпрограммы «Улучшение генетического потенциала крупного рогатого скота молочных пород» в рамках реализации Федерального проекта «Аграрная наука — шаг в будущее развитие АПК» государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации».

FUNDING

The article was prepared within the framework of the research topic approved by the state assignment: «Improving the genetic potential of Red Steppe cattle, taking into account the bloodline of Russian breeding breeds» (FNUN-2024-0006) under the subprogram «Improving the genetic potential of dairy cattle» as part of the Federal Project «Agrarian Science - a Step into the Future Development of the Agro-Industrial Complex» of the State Program of the Russian Federation «Scientific and Technological Development of the Russian Federation».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богатова П.С., Лиходеевская О.Е., Лиходеевский Г.А., Лоретц О.Г., Зулаева А.С. Аллельное разнообразие бета- и каппа-казеинов крупного рогатого скота голштинской породы Свердловской области. *Аграрная наука*. 2025; (4): 101–107. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-393-04-101-107>
2. Олейник С.А., Лесняк А.В. Полиморфизм гена бета-казеина у крупного рогатого скота джерсейской породы в Ставропольском крае. *Аграрная наука*. 2025; (7): 107–113. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-107-113>
3. Худякова Н.А., Кожевникова И.С., Кудрина М.А., Ступина А.О., Классен И.А., Шчипакова Е.Н. Влияние гена лептина на продолжительность хозяйственного использования крупного рогатого скота. *Вестник КрасГАУ*. 2023; (12): 146–153. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-12-146-153>
4. Зиннатов Ф.Ф. и др. Применение ДНК-технологий в тестировании коров голштинской породы по генам TG5, SCD1 и LEP для повышения эффективности производства молока. *Ученые записки казанской академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. 2023; 254: 108–114. https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_2_254_108
5. Тарасова Е.И., Нотова С.В. Гены-маркеры продуктивных характеристик молочного скота (обзор). *Животноводство и кормопроизводство*. 2020; 103(3): 58–80. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-3-58>

REFERENCES

1. Bogatova P.S., Lihodeevskaya O.E., Lihodeevskiy G.A., Lorets O.G., Zulaeva A.S. Allelic diversity of beta- and kappa-caseins in Holstein cattle of the Sverdlovsk region. *Agrarian science*. 2025; (4): 101–107 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-393-04-101-107>
2. Oleinik S.A., Lesnyak A.V. Beta-casein gene polymorphism in Jersey cattle in the Stavropol region. *Agrarian science*. 2025; (7): 107–113 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-396-07-107-113>
3. Khudyakova N.A., Kozhevnikova I.S., Kudrina M.A., Stupina A.O., Klassen I.A., Shchipakova E.N. The leptin gene effect on the cattle economic use duration. *Bulletin of KSAU*. 2023; (12): 146–153 (in Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-12-146-153>
4. Zinnatov F.F. et al. Application of DNA technologies in testing the TG5, SCD1, LEP genes of Holstein cows to increase the efficiency of milk production. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2023; 254: 108–114 (in Russian). https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_2_254_108
5. Tarasova E.I., Notova S.V. Gene markers of the productive characteristics of dairy cattle (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020; 103(3): 58–80 (in Russian). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-103-3-58>

6. Гайнутдинова Э.Р., Сафина Н.Ю., Зиннатова Ф.Ф., Шакиров Ш.К. Связь полиморфизма гена *PIT-1 (POU1F1)* с признаками молочной продуктивности и воспроизводительной способности голштинского крупного рогатого скота. *Достижения науки и техники АПК*. 2019; 33(11): 69–73. EDN GMLDLP
7. Селионова М.И., Чижова Л.Н., Суржикова Е.С., Шарко Г.Н., Михайленко Т.Н., Чудновец А.И. Породные особенности аллельного профиля генов, контролирующих молочную продуктивность крупного рогатого скота. *Агро-ЗооТехника*. 2019; 2(1). <https://doi.org/10.15838/alt.2019.2.1.3>
8. Гончаренко Г.М., Авадани Д.А., Хорoshiлова Т.С. Оценка полиморфизма коров разных пород по генам продуктивности и резистентности. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2024; (2): 54–61. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2024-232-2-54-61>
9. Джаксыбаева Г.Г., Кочнев Н.Н., Кайниденов Н.Н. Полиморфные варианты гена *PIT-1* крупного рогатого скота симментальской и красной степной пород Республики Казахстан. *Вестник НГАУ*. 2023; (3): 167–175. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2023-68-3-167-175>
10. Суржикова Е.С., Михайленко Т.Н., Евлагина Д.Д. Особенности полиморфизма генов *PIT-1*, *PRL* у коров кавказской бурой породы, разводимой в Республике Дагестан. *Сборник научных трудов КНЦЗВ*. 2022; 11(1): 32–36. <https://doi.org/10.48612/sbornik-2022-1-7>
11. Sönmez Z., Ünal H. The Relationship of *POU1F1-HinfI* Gene Polymorphisms on Milk Yields in Simmental Cattle. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*. 2023; 33(4): 513–521. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.1271873>
12. Toyğar O., Özdemir M. The relationships between *PIT-1* gene polymorphism and some performance traits in Simmental and Brown Swiss breeds. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 2023; 73(4): 4689–4696. <https://doi.org/10.12681/jhvms.28126>
13. Aytekin İ., Fadhil M. *PIT-1* Gene Polymorphisms in Anatolian Black, Holstein Friesian, Brown Swiss and Simmental Cattle Reared in Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*. 2022; 28(1): 139–144. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.747211>
14. Ilie D.E., Mizeranschi A.E., Mihali C.V., Neamț R.I., Carabaș M., Grădinaru A.C. The effect of genetic variations of pituitary transcription factor 1 (*PIT1*) on milk performance traits in Romanian cattle. *Revista română de medicină veterinară*. 2021; 31(1): 87–92.
15. Кузнецов В.М. F-статистики Райта: оценка и интерпретация. *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2014; (4): 80–104. EDN TFRDMN

ОБ АВТОРАХ

Ольга Владимировна Дивенко

кандидат сельскохозяйственных наук; доцент
perminova@anc55.ru
<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0000-4375-8768>

Омский аграрный научный центр,
пр. им. Королева, д. 26, г. Омск, 644012, Россия

6. Gaynutdinova E.R., Safina N.Yu., Zinnatova F.F., Shakirov Sh.K. Relationship between *PIT-1 (POU1F1)* Gene Polymorphism with Milk Productivity and Reproductive Capacity of Holstein Cattle. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2019; 33(11): 69–73 (in Russian). EDN GMLDLP
7. Selionova M.I., Chizhova L.N., Surzhikova E.S., Sharko G.N., Mikhailenko T.N., Chudnovets A.I. Breed Characteristics of the Allelic Profile of the Genes that Control Milk Production in Cattle. *Agricultural and Livestock Technology*. 2019; 2(1) (in Russian). <https://doi.org/10.15838/alt.2019.2.1.3>
8. Goncharenko G.M., Avadani D.A., Khoroshiylova T.S. Evaluation of polymorphism in cows of different breeds by genes of productivity and resistance. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2024; (2): 54–61 (in Russian). <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2024-232-2-54-61>
9. Jaxybayeva G.G., Kochnev N.N., Kaynidenov N.N. Polymorphic variants of the *PIT-1* gene in simmental and red steppe cattle of the Republic of Kazakhstan. *Vestnik NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2023; (3): 167–175 (in Russian). <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2023-68-3-167-175>
10. Surzhikova E.S., Mikhailenko T.N., Evlagina D.D. Specific features OF *PIT-1*, *PRL* genes polymorphism in the Brown Caucasian cattle breed in the Republic of Dagestan. *Collection of Scientific Papers of KRCACHV*. 2022; 11(1): 32–36 (in Russian). <https://doi.org/10.48612/sbornik-2022-1-7>
11. Sönmez Z., Ünal H. The Relationship of *POU1F1-HinfI* Gene Polymorphisms on Milk Yields in Simmental Cattle. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*. 2023; 33(4): 513–521. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.1271873>
12. Toyğar O., Özdemir M. The relationships between *PIT-1* gene polymorphism and some performance traits in Simmental and Brown Swiss breeds. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 2023; 73(4): 4689–4696. <https://doi.org/10.12681/jhvms.28126>
13. Aytekin İ., Fadhil M. *PIT-1* Gene Polymorphisms in Anatolian Black, Holstein Friesian, Brown Swiss and Simmental Cattle Reared in Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*. 2022; 28(1): 139–144. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.747211>
14. Ilie D.E., Mizeranschi A.E., Mihali C.V., Neamț R.I., Carabaș M., Grădinaru A.C. The effect of genetic variations of pituitary transcription factor 1 (*PIT1*) on milk performance traits in Romanian cattle. *Revista română de medicină veterinară*. 2021; 31(1): 87–92.
15. Kuznetsov V.M. Wright's F-statistics: estimation and interpretation. *Problems of productive animal biology*. 2014; (4): 80–104 (in Russian). EDN TFRDMN

ABOUT THE AUTHORS

Olga Vladimirovna Divenko

Candidate of Agricultural Sciences; Associate Professor
perminova@anc55.ru
<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0000-4375-8768>

Omsk Agrarian Scientific Center,
26 Korolev Avenue, Omsk, 644012, Russia



Подпишитесь на Telegram канал
ИД «Аграрная наука»



Еженедельно вы будете получать
свежие новости АПК
и сельского хозяйства,
анонсы отраслевых событий,
знакомитесь с результатами
научных исследований,
репортажами и интервью.



Оформите подписку на информационные
e-mail рассылки



Дважды в неделю на ваш e-mail ящик
будут приходить уведомления
о топовых событиях АПК,
аналитика, прогнозы,
приглашения на выставки
и конференции.

Через наши рассылки вы можете познакомиться
со своими товарами и услугами
потенциальных клиентов.

Связаться с редакцией:
Тел. +7 (495) 777-67-67
(доб. 1453)
agrovetpress@inbox.ru