

Дата поступления рукописи в редакцию: 01.06.2026 г.

Дата принятия рукописи в печать: 08.07.2026 г.

DOI: 10.24412/3034-4042-2026-3-81-86

РОГОЗНЯЯ Юлия Сергеевна,

обучающаяся магистратуры,

Кубанский государственный аграрный университет

имени И. Т. Трубилина,

e-mail: serdyuchenkoy@inbox.ru

РОГОЗНИЙ Антон Юрьевич,

обучающийся магистратуры,

Кубанский государственный аграрный университет

имени И. Т. Трубилина,

e-mail: Tarasov-tosha@bk.ru

ЕРЕМЕНКО Ольга Николаевна,

доцент кафедры «Частная зоотехния»,

кандидат сельскохозяйственных наук,

Кубанский государственный аграрный университет

имени И. Т. Трубилина,

e-mail: Eremenko-o@list.ru

ГЕНОТИПИРОВАНИЕ ПО МАРКЕРАМ DGAT1и GHR КАК ЭЛЕМЕНТ СТРАТЕГИИ ГЕНОМНОЙ СЕЛЕКЦИИ

Аннотация. В статье представлены промежуточные результаты исследования влияния полиморфизма генов DGAT1 (диацилглицерол О-ацилтрансферазы 1) и GHR (рецептор гормона роста) на молочную продуктивность коров-первотелок красно-пестрой породы в условиях молочно-товарной фермы, расположенной на территории Воронежской области. Нами была изучена взаимосвязь генов DGAT1и GHR, и ей влияние на молочную продуктивность животных. Установлено, что группа животных, являющихся носителями совокупности генов (DGAT1 и GHR), превосходила своих сверстников, не имеющих данных генов, по показателям: удой за 305 дней лактации на 791 кг, жирность - 0,2 %, молочный белок – 0,11 %. Также был проведен анализ корреляционных взаимосвязей между изучаемыми показателями, который показал наличие положительной корреляции между удоем и содержанием белка (0,159), содержанием жира и белка (0,409). Это говорит о том, что селекция по данным признакам будет улучшать молочную продуктивность коров красно – пестрой породы. В рамках проекта было составлено техническо – экономическое обоснование, в котором было доказано, что внедрение генотипирования по генам DGAT1 и GHR при ведении селекционных работ на крупном рогатом скоте красно-пёстрой породы является перспективным направлением совершенствования племенной работы. Следовательно, полученные результаты подчёркивают важность геномной селекции с целью оптимизации селекционных методик, так как она позволяет повысить точность отбора животных, ускорить принятие селекционных решений и более целенаправленно формировать стадо по признакам, связанным с молочной продуктивностью и качеством молока.

Ключевые слова: геномная селекция, генотипирование, генетические маркеры, молочное скотоводство, молочная продуктивность, генетика, перспективы, высокопродуктивное стадо.

Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта на реализацию
Программы развития Кубанского ГАУ на 2025 – 2036 гг.

ROGOZNYAYA Yulia Sergeevna,

Master's student,

I. T. Trubilin Kuban State Agrarian University

ROGOZNY Anton Yuryevich,

Master's student,

I. T. Trubilin Kuban State Agrarian University

GENOTYPING WITH DGAT1 AND GHR MARKERS AS AN ELEMENT OF A GENOMIC SELECTION STRATEGY

Annotation. This article presents preliminary results of a study examining the impact of DGAT1 (diacylglycerol O-acyltransferase 1) and GHR (growth hormone receptor) gene polymorphisms on milk productivity in Red Pied first-calf heifers raised on a commercial dairy farm in the Voronezh Region. We studied the relationship between the DGAT1 and GHR genes and its impact on milk productivity. We found that animals carrying both DGAT1 and GHR genes outperformed their peers lacking these genes in terms of milk yield (791 kg) over 305 days of lactation, fat content (0.2%), and milk protein (0.11%). An analysis of the correlations between the studied parameters was also conducted, revealing a positive correlation between milk yield and protein content (0.159), as well as fat and protein content (0.409). This suggests that selection for these traits will improve the milk productivity of Red-and-White cows. As part of the project, a feasibility study was developed, demonstrating that the introduction of genotyping for the DGAT1 and GHR genes in Red-and-White cattle breeding is a promising avenue for improving breeding efforts. Consequently, the obtained results highlight the importance of genomic selection for optimizing breeding methods, as it allows for increased accuracy in animal selection, accelerates breeding decision-making, and more targeted herd formation based on traits related to milk productivity and milk quality.

Key words: genomic selection, genotyping, genetic markers, dairy farming, milk productivity, genetics, prospects, high-yielding herd.

*This article was prepared with financial support from a grant for the implementation
of the Kuban State Agricultural University Development Program for 2025–2036.*

В настоящее время в отрасли животноводства происходит активное внедрение новых методов, особенно генетических. Ключевой задачей является – повышение продуктивности животных за счет раскрытия генетического потенциала и сохранения здоровья [1; 15].

Научно – технический прогресс позволил изменить подходы не только к содержанию и кормлению, но и к разведению (геномная селекция, хромосомный подбор пар, применение сексированного семени, трансплантация эмбрионов). Все новые подходы к разведению животных стали особенно активно развиваться в период с 2020 по 2026 годы, на это повлияли санкции. Развитие отрасли животноводства с внедрением новых методик делает его конкурентоспособным [7].

В связи с этим особую актуальность имеет геномная селекция, которая даёт возможность прогнозировать племенную ценность животных на основании анализа генетических маркеров, ассоциированных с хозяйственно полезными генами [2; 16].

На молочную продуктивность влияет множество генов, однако особое внимание привлекают гены DGAT1 и GHR. Ввиду недостатка информации и литературных данных об их взаимосвязи, следовательно, работа обладает научной новизной [3].

Ген DGAT1 (диацилглицерол-О-ацилтрансфераза) играет важную роль в молочной продуктивности крупного рогатого скота, так как кодирует фермент, катализирующий заключительную ста-

дию синтеза триглицеридов — основного компонента молочного жира.

Нарушение синтеза DGAT1 приводит к нарушению синтеза жирных кислот в жировой ткани, скелетных мышцах и молочной железе, вплоть до полного отсутствия лактации. У мышей без DGAT1 наблюдалось нарушение функции молочной железы со снижением пролиферации эпителия и развития альвеол. На данную тему было проведено масштабное научное исследование группой ученых Пекинского научно – исследовательского центра инженерных технологий контроля качества и безопасности сырого молока; результаты были представлены 16 августа 2021 года [8].

Подобные исследования проводились и в Костромской государственной сельскохозяйственной академии. Результаты работы были опубликованы в научном журнале «Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных» и подтвердили, что ген DGAT1 оказывает воздействие на молочную продуктивность крупного рогатого скота и может использоваться для повышения эффективности селекции [9].

Согласно исследованиям студентов Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра, изучение полиморфизма гена GHR позволяет проводить более эффективный отбор особей с лучшими продуктивными качествами. Например, в селекции крупного рогатого скота полиморфизм этого гена может учитываться при отборе животных по признакам мясной и молочной продуктивности.

А в исследованиях А.А. Ярышкина, опубликованных в журнале «Известия Оренбургского государственного аграрного университета» в 2019 году, отмечена взаимосвязь полиморфных вариантов гена GHR с удоями, массовой долей жира и белка в молоке [13].

Цель данной работы – изучить взаимосвязь генов DGAT1 и GHR как элемента геномной селекции.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Провести генотипирование животных;
2. Сформировать группы животных;
3. Проанализировать результаты;
4. Разработать технику – экономическое обоснование проекта.

Практическая значимость заключается в возможности внедрения результатов для повышения эффективности племенной работы.

Методы и материалы

В исследовании приняли участие 4 группы коров – первотелок по 10 голов в каждой, сформированные по принципу пар аналогов с учетом генетических данных. Схема опыта представлена в таблице 1.

Коровы на весь период исследований находились в одинаковых условиях содержания, использовался одинаковый рацион кормления. Молочную продуктивность животных определяли во время контрольных доек, жирность и белок определяли при помощи анализатора.

Таблица 1. Схема опыта

Группы животных	N	Показатели
Контрольная	10	Не являются носителями генов DGAT1 и GHR
Опытная 1	10	Являются носителями гена DGAT1
Опытная 2	10	Являются носителями гена GHR
Опытная 3	10	Являются носителями генов DGAT1 и GHR

Для проведения генотипирования отбирали венозную кровь исследуемых животных, которую транспортировали в специализированную аккредитованную лабораторию, где проводилось исследование.

Для оценки результатов применялись методы статистического анализа:

- метод аналитических группировок позволил установить связь между отдельными признаками и выявить факторы, влияющие на неё. В основе группировки лежит факторный признак – наличие генов DGAT1 и GHR, под действием которого меняются другие признаки – удой, жир, белок. Основная цель данного метода – установление наличия связи и её направления;

- метод корреляционно – регрессионного анализа используется для изучения зависимостей между признаками. Он может применяться как для измерения связей между двумя признаками (простая полная корреляция), так и между несколькими (множественная корреляция). Главное

преимущество данного метода – возможность прогнозирования и экономическая интерпретация результатов

- метод дисперсного анализа используется для изучения влияния разных факторов на изменчивость признака. Он позволяет сравнить средние значения нескольких групп и определить их достоверность.

Источниками для статистического анализа послужили: статистическая отчетность (карточки МОЛ2 из программы СЕЛЭКС, отчет по генотипированию) и выборочные обследования (группы животных в рамках исследования)

Результаты

Результаты поступали к нам в электронном виде, в формате таблицы. Для их обработки применяли метод биоинформационного анализа [12].

На основании выявленных генов была проанализирована молочная продуктивность животных. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2. Молочная продуктивность коров в хозяйстве

Показатели	Группы животных			
	Опытная 1 животные с геном DGAT1	Опытная 2 животные с геном GHR	Опытная 3 животные с геном DGAT1 и GHR	Контрольная - животные без ге- нов DGAT1 и GHR
Удой за 305 дней лактации, кг.	6790	7822	8240	7449
Содержание в молоке, %:				
Жира	3,9	3,6	3,9	3,77
Белка	3,4	3,3	3,42	3,31

Связь молочной продуктивности с генотипами демонстрирует, что коровы с полиморфизмом генов DGAT1 и GHR превосходили аналоги по всем измеренным параметрам. Разница в удое за 305 дней лактации составила 1450 кг, 418 кг и 791 кг. По содержанию в молоке жира и белка – 0,3 и 0,13%; 0,02, 0,12 и 0,11% соответственно, в пользу коров третьей группы.

Для сравнения средних значений между четырьмя независимыми группами мы выбрали дисперсионный анализ, потому что он позволяет одновременно проверить различия между несколькими группами, подходит для количественных данных (удой в кг, процент жира и белка) и даёт единый p-value для всей модели. Результаты дисперсного анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты дисперсного анализа

Показатель	F	p-value
Удой	32,4	<0,001
Содержание жира	4,5	=0,009
Содержание белка	3,7	=0,020

Анализ таблицы 3 выявил очень высокий уровень статистической значимости различий между группами по удою: $F = 32,4$, $p < 0,001$. Это означает, что вероятность получить наблюдаемые различия случайно (при отсутствии реального влияния генотипа) составляет менее 0,1 %. Таким образом, наличие генов DGAT1 и GHR оказывает выраженное положительное влияние на удой.

При этом влияние генотипа на содержание жира в молоке тоже значимо: $F = 4,5$, $p = 0,009$. Вероятность случайного результата составляет около 0,9 %, что подтверждает связь между генотипом и содержанием жира. Умеренное значение F-статистики (4,5) говорит о том, что эффект генотипа присутствует, но он менее выражен, чем в случае с удоём.

Однако, влияние генотипа на содержание белка в молоке оказалось умеренно значимым: $F = 3,7$, $p = 0,020$. Вероятность случайного результата — 2 %, что позволяет говорить о наличии связи между генотипом и содержанием белка. При этом относительно низкое значение F-статистики (3,7) указывает на то, что влияние генотипа на содержание белка слабее, чем на удой и жир.

По результатам проведенного исследования можно сделать выводы о том, что в современном мире для эффективного ведения селекционной работы важно правильно применять традиционные и генетические методы. Для красно-пестрой породы крупного рогатого скота важными являются гены DGAT1 и GHR, так как отбор по ним способствует увеличению удоев за 305 дней лактации, повышению содержания жира и белка. Однако стоит учитывать, что это возможно в случае сбалансированного питания и соблюдения условий содержания, что способствует раскрытию ге-

нетического потенциала животных [10].

Преимущество внедрения генотипирования по генам DGAT1 и GHR по сравнению с традиционными методами селекционной работы заключается прежде всего в возможности более раннего получения информации о наследственно обусловленных признаках животного [6].

При обычном отборе значительная часть выводов о племенной ценности делается на основании собственной продуктивности животного или показателей его потомства, тогда как молекулярно-генетический анализ позволяет учитывать генотип уже на ранних этапах выращивания. Это особенно важно при работе с красно-пестрой породой, поскольку хозяйство получает возможность ускорить селекционный процесс и сократить время принятия решений по отбору ремонтного молодняка и использованию производителей [5].

Заключение

Проведенный научно – хозяйственный опыт позволил выявить наличие взаимосвязи генов DGAT1 и GHR, а также её влияния на молочную продуктивность коров – первотелок красно-пестрой породы в условиях молочно - товарной фермы. Полученные результаты подтверждают важность внедрения геномных методов в существующие селекционные программы [14].

Ввиду того, что животные, имеющие взаимосвязь данных генов, превосходят по показателям контрольную группу, а также наблюдаются положительные корреляционные связи между признаками, появляется возможность улучшить молочную продуктивность коров, что открывает новые возможности для селекционеров [11].

Список литературы:

- [1] Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы. Материалы V научно-практической конференции с международным участием (Вологда ; Молочное, 21-25 февраля 2022 г.) : материалы конференции. — Вологда : ВолНЦ РАН, 2022. — 429 с.
- [2] Евдокимов Н. В. Иновационные методы создания селекционных достижений : монография / Н. В. Евдокимов. — Чебоксары : ЧГАУ, 2023. — 289 с.
- [3] Иванова И. П. Генетическая коррекция биологических активностей молочного скота : моно-

- графия / И. П. Иванова, Е. Н. Юрченко, Ю. А. Оконешикова. — Омск : Омский ГАУ, 2024. — 82 с.
- [4] Иванова И. П. Генетическая коррекция биологических активностей молочного скота : монография / И. П. Иванова, Е. Н. Юрченко, Ю. А. Оконешикова. — Омск : Омский ГАУ, 2024. — 82 с.
- [5] Инновационное развитие молочного скотоводства : методические указания / составитель С. Д. Батанов. — Ижевск : УдГАУ, 2020. — 16 с.
- [6] Использование ДНК-маркеров при оценке и совершенствовании крупного рогатого скота в Республике Татарстан : монография / Р. Р. Шайдуллин, Т. М. Ахметов, Т. Х. Фаизов [и др.]. — Казань : КГАУ, 2018. — 192 с.
- [7] Кожевникова И. С., Ступина, А. О., Классен, И. А. Роль генов соматотропной оси в регуляции продуктивных качеств молочного и мясного скота (обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2025. — Т. 26, № 4. — С. 713–724.
- [8] Коновалова Е. Н., Романенкова, О. С., Гладырь, Е. А. Перспективы разведения и совершенствования крупного рогатого скота абердин-ангусской породы в России // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. — 2025. — № 1. — С. 54–59.
- [9] Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Том 3. Сборник научных трудов по результатам работы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием : материалы конференции / под редакцией В. В. Сурова [и др.]. — Вологда : ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2025 — Том 3 : Часть 2. Биологические науки — 2025. — 451 с.
- [10] Попов Н. А. Генетический мониторинг и селекция признаков в молочном скотоводстве : монография. — Москва, 2023. — 472 с.
- [11] Разведение животных : учебник / В. Г. Кахикало, Н. Г. Фенченко, О. В. Назарченко, С. А. Гриценко. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 336 с.
- [12] Рогозня Ю. С. Геномная оценка - основа маркерной селекции / Ю. С. Рогозня, О. Н. Еременко // Агропоколение: наука, практика, инновации : Сборник статей по материалам научно-практической конференции, Краснодар, 21 октября 2025 года. — Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2025. — С. 579-581.
- [13] Рогозня Ю. С. Геномная селекция - революция отрасли молочного скотоводства / Ю. С. Рогозня, А. Ю. Рогозний, О. Н. Еременко // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, п. Молодежный, 20–21 февраля 2025 года. — п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2025. — С. 404-406.
- [14] Рогозня Ю. С. Полиморфизм генов крупного рогатого скота в связи с молочной продуктивностью / Ю. С. Рогозня, О. Н. Еременко // Технологические суверенитеты современной биотехнологии : Сборник статей по материалам Всероссийского саммита советов молодых ученых и студенческих научных объединений. В 2-х частях, Краснодар, 30 сентября 2025 года. — Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2025. — С. 409-411.
- [15] Скотоводство : учебно-методическое пособие / составители С. А. Ламонов [и др.]. — Воронеж : Мичуринский ГАУ, 2021. — 179 с.
- [16] Шишкина Т. В. Биологические основы продуктивности животных : учебное пособие / Т. В. Шишкина. — Пенза : ПГАУ, 2023. — 130 с.

References:

- [1] Agricultural Science at the Current Stage: Status, Problems, Prospects. Proceedings of the V Scientific and Practical Conference with International Participation (Vologda; Molochnoye, February 21-25, 2022): Conference Proceedings. — Vologda: VolNC RAS, 2022. — 429 p.
- [2] Evdokimov N. V. Innovative Methods for Creating Breeding Achievements: Monograph / N. V. Evdokimov. — Cheboksary: ChSAU, 2023. — 289 p.
- [3] Ivanova I. P. Genetic Correction of Biological Activities of Dairy Cattle: Monograph / I. P. Ivanova, E. N. Yurchenko, Yu. A. Okoneshnikova. — Omsk: Omsk State Agrarian University, 2024. — 82 p.
- [4] Ivanova I. P. Genetic correction of biological activities of dairy cattle: monograph / I. P. Ivanova, E. N. Yurchenko, Yu. A. Okoneshnikova. - Omsk: Omsk State Agrarian University, 2024. - 82 p.
- [5] Innovative development of dairy cattle farming: methodological guidelines / compiled by S. D. Batanov. - Izhevsk: UdSAU, 2020. - 16 p.
- [6] Use of DNA markers in the evaluation and improvement of cattle in the Republic of Tatarstan: monograph / R. R. Shaidullin, T. M. Akhmetov, T. Kh. Faizov [et al.]. - Kazan: Kazan State Agrarian University, 2018. - 192 p.
- [7] Kozhevnikova I. S., Stupina A. O., Klassen I. A. The role of somatotrophic axis genes in the regulation of productive qualities of dairy and beef cattle (review) // Agrarian science of the Euro-North-East. - 2025. - Vol. 26, No. 4. - P. 713-724.
- [8] Konovalova E. N., Romanenkova O. S., Gladyr E. A. Prospects for breeding and improving Aberdeen Angus cattle in Russia // Bulletin of the Russian agricultural science. - 2025. - No. 1. - P. 54-59.

[9] Young researchers of the agro-industrial and forestry complexes - to the regions. Volume 3. Collection of scientific papers based on the results of the 10th All-Russian scientific and practical conference with international participation: conference proceedings / edited by V. V. Surov [et al.]. - Vologda: VGMHA im. N.V. Vereshchagin, 2025. - Volume 3: Part 2. Biological sciences - 2025. - 451 p.

[10] Popov N. A. Genetic monitoring and selection of traits in dairy cattle breeding: monograph. - Moscow, 2023. - 472 p.

[11] Animal breeding: textbook / V. G. Kahikalo, N. G. Fenchenko, O. V. Nazarchenko, S. A. Gritsenko. - St. Petersburg: Lan, 2020. - 336 p.

[12] Rogoznyaya Yu. S. Genomic assessment - the basis of marker selection / Yu. S. Rogoznyaya, O. N. Eremenko // Agrogenation: science, practice, innovation: Collection of articles based on the materials of the scientific and practical conference, Krasnodar, October 21, 2025. - Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, 2025. - P. 579-581.

[13] Rogoznyaya Yu. S. Genomic selection - a revolution in the dairy cattle industry / Yu. S. Rogoznyaya, A. Yu. Rogozniy, O. N. Eremenko // Scientific research of students in solving current problems of the agro-industrial complex: Materials of the All-Russian student scientific and practical conference, Molodezhny, February 20-21, 2025. - p. Molodezhny: Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, 2025. - P. 404-406.

[14] Rogoznyaya Yu. S. Polymorphism of cattle genes in relation to milk productivity / Yu. S. Rogoznyaya, O. N. Eremenko // Technological sovereignties of modern biotechnology: Collection of articles based on the materials of the All-Russian summit of councils of young scientists and student scientific associations. In 2 parts, Krasnodar, September 30, 2025. - Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2025. - P. 409-411.

[15] Cattle breeding: a teaching aid / compiled by S. A. Lamonov [et al.]. — Voronezh: Michurinsky State Agrarian University, 2021. — 179 p.

[16] Shishkina T. V. Biological Foundations of Animal Productivity: a textbook / T. V. Shishkina. — Penza: Penza State Agrarian University, 2023. — 130 p.





ЮРКОМПАНИ
www.law-books.ru

Юридическое издательство «ЮРКОМПАНИ»
издает научные журналы:

- Научно-правовой журнал «Образование и право», рекомендованный ВАК Министерства науки и высшего образования России (специальности 12.00.01, 12.00.02), выходит 1 раз в месяц.
- Научно-правовой журнал «Право и жизнь», рецензируемый (РИНЦ, E-Library), выходит 1 раз в 3 месяца.