

Научная статья

УДК 636.234.1.082

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-43-50

## Изменчивость молочных признаков у голштинских коров с разной степенью инбредности

Ольга Васильевна Горелик<sup>1</sup>, Светлана Юрьевна Харлап<sup>✉2</sup>,  
Олег Владимирович Шальнев<sup>3</sup>

Уральский государственный аграрный университет, улица Карла Либкнехта, 42, Екатеринбург, Россия, 620000

<sup>1</sup>olgao205en@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

<sup>✉2</sup>proffuniver@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>

<sup>3</sup>shalnev-oleg@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5482-3269>

**Аннотация.** Для получения устойчивых результатов применялся инбридинг для повышения гомозиготности по признакам молочности, что привело к получению большого количества инбредных животных. Вызывает интерес изучение показателей продуктивности коров в зависимости от степени инбредности. Наиболее высокие показатели продуктивности установлены в группе коров, полученных в результате умеренного инбридинга. Они превосходили коров из других групп на 278 и 559 кг, или на 2,7 и 5,46%. Во втором случае установлена достоверная разница при  $p \leq 0,05$ . По качественным показателям молока достоверных различий не установлено. По показателю массовой доли жира (МДЖ) в молоке наблюдается большое превосходство оцениваемых животных (от 3,3 до 3,32% при минимальных требованиях 3%). Установлено, что при аутбредном подборе пар для спаривания разница по удою у коров с минимальными и максимальными показателями наименьшая по сравнению с группами коров с умеренным, отдаленным инбридингом. Исходя из этого можно сказать о повышении гетерозиготности по данному показателю у коров, что позволяет получить молочное стадо с более однотипными по показателю коровами. Расчет коэффициентов вариации по молочным признакам внутри групп показал, что по удою установлены значения от 10 до 20% – это средний показатель, который предупреждает о назревающих проблемах в группах; по качественным показателям молока значения находятся в пределах до 10%, что говорит о незначительном отклонении, приравниваемом к норме.

**Ключевые слова:** голштинский скот, коровы, метод подбора, инбридинг, аутбридинг, продуктивность, разнообразие признаков, изменчивость

**Для цитирования:** Горелик О. В., Харлап С. Ю., Шальнев О. В. Изменчивость молочных признаков у голштинских коров с разной степенью инбредности // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 1(51). С. 43–50. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-43-50

Original article

## Variability of milk characteristics in Holstein cows with varying degrees of inbred

Olga V. Gorelik<sup>1</sup>, Svetlana Yu. Kharlap<sup>✉2</sup>, Oleg V. Shalnev<sup>3</sup>

Ural State Agrarian University, 42 Karl Liebknecht Street, Yekaterinburg, Russia, 620000

<sup>1</sup>olgao205en@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9546-2069>

<sup>✉2</sup>proffuniver@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3651-8835>

<sup>3</sup>shalnev-oleg@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5482-3269>

**Abstract.** To obtain stable results, inbreeding was used to increase homozygosity for lactic acid, which led to the production of a large number of inbred animals. It is of interest to study cow productivity indicators depending on the degree of inbredness. The highest productivity rates were established for the group of cows obtained as a result of moderate inbreeding. They outperformed cows from other groups by 278 and 559 kg, or by 2.7 and 5.46%. In the second case, a significant difference was found at  $p < 0.05$ . There are no significant differences in the quality of milk. According to MJ in milk, there is a great superiority of the evaluated animals in this indicator, which ranges from 3.3 to 3.32% with a minimum requirement of 3%. It was found that with the outbred selection of pairs for mating, the difference in milk yield in cows with minimal and maximum indicators is the smallest, compared with groups of cows with moderate, long-term inbreeding. Based on this, we can say that an increase in heterozygosity for this indicator in cows allows us to get a dairy herd from cows of a more similar type. The calculation of the coefficients of variation for milk characteristics within the groups showed that milk yield values were set from 10% to 20% – this is the average indicator that warns of impending problems in the groups; for milk quality indicators, the values are in the range of up to 10% and indicate a slight deviation, which is equivalent to the norm.

**Keywords:** Holstein cattle, cows, selection method, inbreeding, outbreeding, productivity, diversity of traits, variability

**For citation:** Gorelik O.V., Kharlap S.Yu., Shalnev O.V. Variability of milk characteristics in Holstein cows with varying degrees of inbred. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;1(51):43–50. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-1-51-43-50

**Введение.** Ключевые направления развития Федерального закона от 29 декабря 2006 г. N 264-ФЗ г. «О развитии сельского хозяйства» и Федерального закона от 08.08.2024 N 320-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О развитии сельского хозяйства"» – важнейшая задача, которую необходимо решать работникам агропромышленного комплекса страны. В условиях современного мирового развития обеспечение продовольственной безопасности государства продолжает оставаться одной из приоритетных задач. Важнейший её аспект – насыщение внутреннего рынка продуктами питания, произведёнными внутри страны, в том числе продукцией животного происхождения.

Особая роль в этом процессе отводится молоку. Этот продукт не просто входит в ежедневный рацион людей – он также является ключевым сырьём для предприятий молокоперерабатывающей промышленности [1–4].

Основную долю молочного сырья получают от маточного поголовья крупного рогатого скота молочных и комбинированных пород. При этом более 65 % всего поголовья составляет голштинская порода. Она была выведена в США и Канаде в результате многолетней селекционной работы: специалисты проводили тщательный отбор и подбор особей с высокой молочной продуктивностью, опираясь на генетический потенциал голландского

чёрно-пёстрого скота. Созданная порода является самой высокопродуктивной и обильномолочной в мире.

Создание голштинского скота на территории РФ происходило через поглотительное скрещивание: маточное поголовье отечественных молочных пород поэтапно улучшали, вводя генотип голштинских быков из мирового племенного фонда разных поколений. Голштинская порода явилась улучшающей, и доведение ее в генотипе современного молочного скота до 94–97% кровности позволяет идентифицировать данных животных как принадлежащих к данной породе [5–8].

Совершенствование черно-пестрой породы уральского отродья с использованием голштинских быков-производителей как зарубежной, так и отечественной селекции проходило в 2 этапа: с конца 70-х годов прошлого столетия и до официального оформления нового породного типа (уральского) черно-пестрой породы в 2002 году и далее – до практически полного поглощения и перехода в 2021 году на разведение голштинского скота [9–12]. Голштинская порода выведена при чистопородном разведении путем жесткого отбора и подбора в основном по одному из молочных признаков – удою. Для достижения стабильных результатов использовался инбридинг, способствующий повышению гомозиготности по признакам молочности, в ре-

зультате чего в популяциях сформировалась существенная доля инбредных животных.

Близкородственное спаривание с умеренной или отдалённой степенью инбредности лежит в основе формирования 60–90% поголовья молочных стад сельхозпредприятий Свердловской области [13–18]. Такая ситуация диктует необходимость изучения зависимости продуктивности коров от уровня инбредности.

**Целью исследования** являлась оценка степени инбредности и ее влияние на показатели молочной продуктивности животных голштинской породы.

**Методы и материалы исследования.** Настоящее исследование осуществлено на базе сельскохозяйственного предприятия – племенного репродуктора, занимающегося разведением голштинской породы крупного рогатого скота, расположенного в Свердловской области. В качестве эмпирической базы использованы сведения из информационной системы «СЕЛЭКС Молочный скот» и данные, полученные в ходе самостоятельных исследований. Объект исследования – коровы голштинской породы с вариативной степенью инбредности; предмет исследования – параметры молочной продуктивности указанных животных. По результатам анализа на 30 октября 2024 года коровы, завершившие период лактации, были стратифицированы на три группы согласно уровню инбридинга: аутбредные, с умеренным инбридингом, с отдалённым инбридингом.

Оценка молочной продуктивности осуществлялась ежемесячно посредством контроль-

ных доек. Содержание массовой доли жира (МДЖ) и массовой доли белка (МДБ) в молоке определялось в средней пробе от каждой коровы в молочной лаборатории Уралплемцентра. Дополнительно рассчитывался выход питательных веществ с молоком – количество молочного жира и молочного белка, а также коэффициент молочности, биологическая эффективность коровы (БЭК), коэффициент биологической полноценности (КБП).

**Результаты исследования.** Данные о молочной продуктивности коров с разной степенью инбредности представлены в таблице 1.

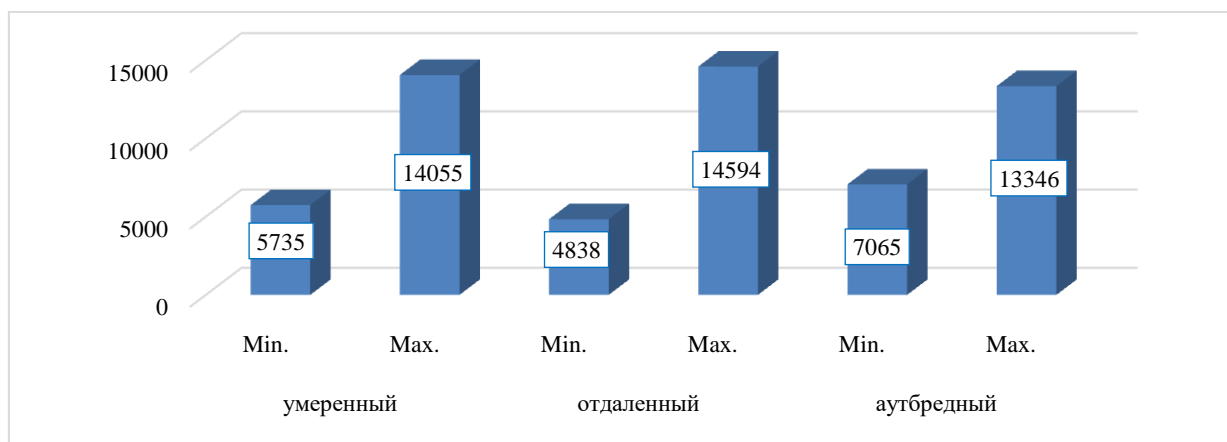
Наиболее высокие показатели продуктивности установлены в группе коров, полученных в результате умеренного инбридинга. Они превосходили коров из других групп на 278 и 559 кг, или на 2,7 и 5,46%. Во втором случае установлена достоверная разница при  $p \leq 0,05$ . По качественным показателям молока достоверных различий не установлено, они практически одинаковые во всех группах, что свидетельствует о направленности селекционно-племенной работы по увеличению удоя и белкомолочности. Показатель МДЖ в молоке у коров всех групп был чуть выше минимальных требований в соответствии с Приказом Минсельхоза РФ от 28 октября 2010 г. № 379 «Об утверждении Порядка и условий проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота молочного и молочно-мясного направлений продуктивности». По показателю МДЖ в молоке наблюдается большое превосходство оцениваемых животных (от 3,3 до 3,32% при минимальных требованиях 3%).

**Таблица 1.** Молочная продуктивность коров  
**Table 1.** Milk productivity of cows

Показатель	Степень инбредности		
	умеренный	отдаленный	аутбредный
Удой, кг	10247±182,87	9979±92,86	9688±177,41
МДЖ, %	3,64±0,010	3,63±0,008	3,65±0,007
МДБ, %	3,30±0,005	3,30±0,004	3,32±0,004
Количество молочного жира, кг	373±3,08	363±3,77	354±6,12
Количество молочного белка, кг	338±4,10	329±3,12	322±4,16
Живая масса, кг	612±5,12	634±3,36	602±4,44
Коэффициент молочности	1674±35,24	1574±39,70	1609±30,46
БЭК	209±4,91	196±3,21	201±3,24
КБП	147±1,76	139±4,54	143±3,84

Для определения возможной эффективности племенной работы в стаде по отбору более продуктивных животных были изучены пока-

затели минимальных и максимальных удоев по группам коров в зависимости от способа подбора (рис. 1).



**Рисунок 1.** Колебание удоев в группах коров разной степени инбридности, кг  
**Figure 1.** Variation in milk yield in groups of cows with different degrees of inbredness, kg

В ходе исследования изучены колебания удоев в группах коров, сформированных с применением различных методов подбора пар для спаривания. Полученные данные позволяют сделать ряд выводов.

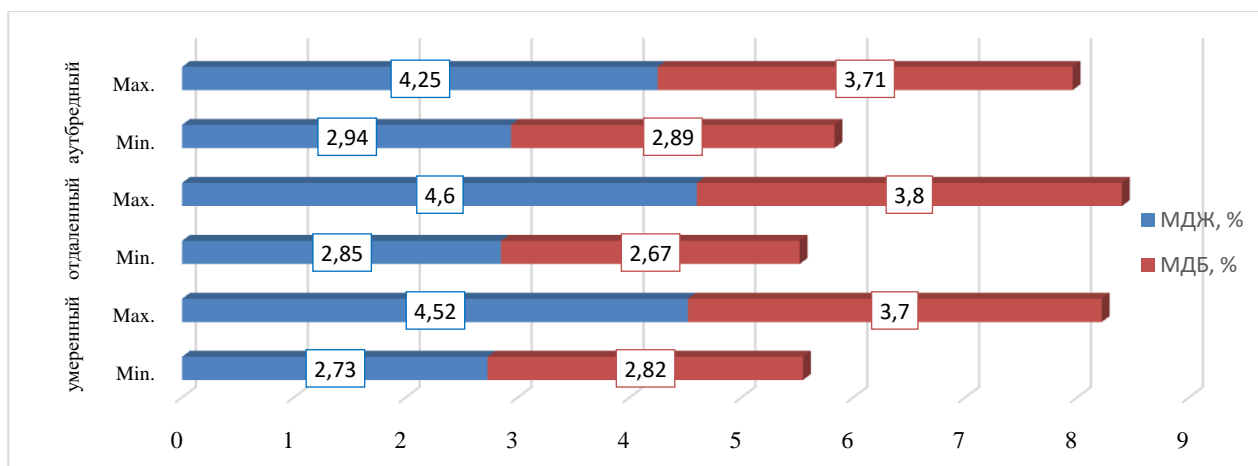
1. Сравнение вариативности удоев. В группе с аутбредным подбором разница между минимальными и максимальными значениями удоя оказалась наименьшей в сравнении с группами, где применялся умеренный или отдалённый инбридинг. Это указывает на то, что повышение гетерозиготности по признаку удоя способствует формированию более однородного по продуктивности молочного стада.

2. Связь гомозиготности и генетического потенциала. В аутбредной группе зафиксированы более низкие показатели максимальных

удоев. Данный факт свидетельствует о том, что увеличение гомозиготности по этому признаку ведёт к росту генетического потенциала коров в отношении молочной продуктивности.

3. Эффективность селекционного отбора. На основании полученных данных можно заключить, что отбор по удою будет более результативным в группах коров инбридного происхождения как с умеренной, так и с отдалённой степенью инбридинга.

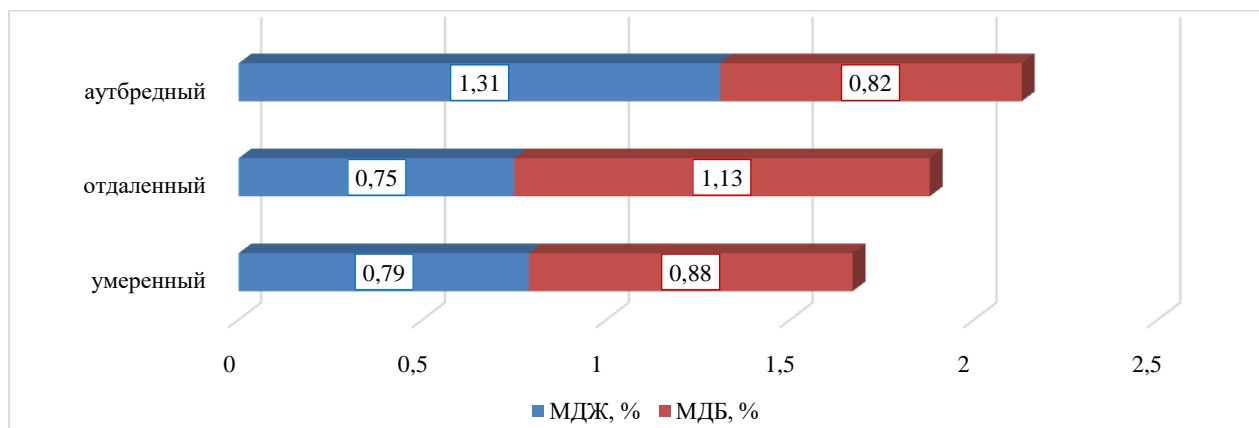
Дополнительно проведён аналогичный анализ по показателям, отражающим качество молока, его пищевую и биологическую ценность. В фокусе исследования находилось два ключевых параметра: массовая доля жира и массовая доля белка в молоке (рис. 2).



**Рисунок 2.** Колебания качественных показателей молока в группах коров разной степени инбридности, %  
**Figure 2.** Variations in milk quality indicators in groups of cows with different degrees of inbredness, %

Данные, представленные на диаграмме, показывают, что по качественным показателям молока коров в каждой группе достаточно

большое разнообразие, и разница по ним внутри групп позволяет проводить эффективный отбор (рис. 3).



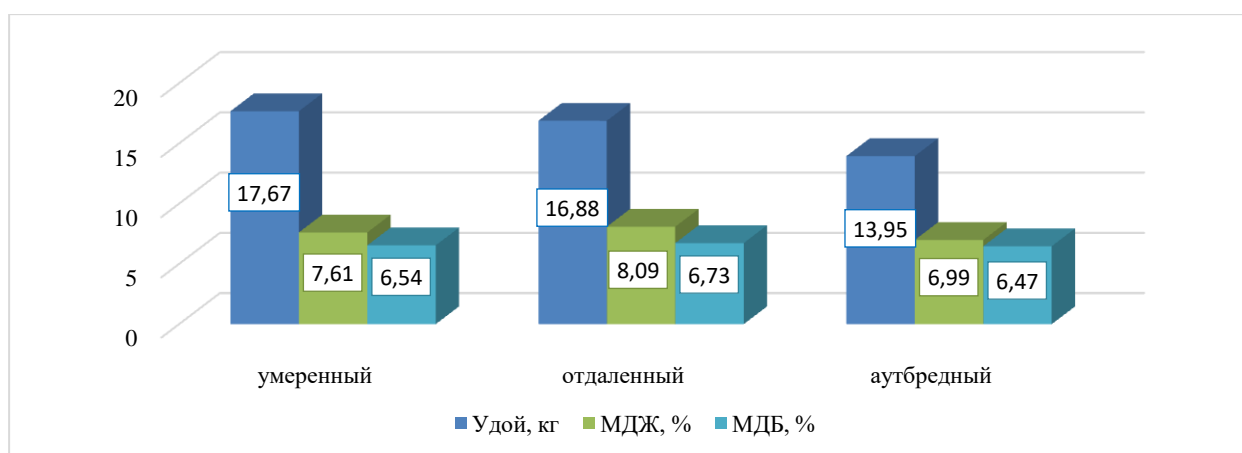
**Рисунок 3.** Разница по количественным признакам внутри групп коров с разным подбором, %  
**Figure 3.** Differences in quantitative characteristics within groups of cows with different selection, %

Более высокая разница, а значит и большее разнообразие по MДЖ отмечены в молоке коров из группы аутбредных животных; по MДБ – с отдаленным инбридингом.

о незначительном отклонении, приравняемом к норме; от 10 до 20% – средний показатель, который предупреждает о назревающих проблемах; от 20 до 33% показатель считается значительным, но допустимым, а при увеличении расхождения более 33% вариация недопустима и требует пересмотра работы всех структурных подразделений.

О степени однородности признаков совокупности животных в стаде или группе коров можно судить по коэффициенту вариации (CV). Чем больше его величина, тем больше разброс значений признаков вокруг средней, менее однородна совокупность по своему составу и менее представительна средняя. Показатели рассеивания данных до 10% говорят

Данные о значениях коэффициента вариации по молочным признакам представлены на рисунке 4.



**Рисунок 4.** Коэффициенты вариации молочных признаков  
**Figure 4.** Variation coefficients of milk signs

По представленным данным можно сделать следующие заключения: по удою установлены значения от 10 до 20% – это сред-

ний показатель, который предупреждает о назревающих проблемах в группах; по качественным показателям молока значения на-

ходятся в пределах до 10%, что говорит о незначительном отклонении, приравняемом к норме.

**Выводы.** Исходя из вышеизложенного можно говорить о влиянии метода подбора на показатели молочной продуктивности коров. Лучшие удои получены от животных с умеренной степенью инбридности. При исполь-

зовании коров, полученных в результате гетерогенного подбора, наблюдается тенденция к снижению удоя, но повышению качественных показателей молока. В данной группе животных более низкие показатели коэффициентов вариации молочных признаков, что приводит к повышению однородности стада по молочной продуктивности.

### Список литературы

1. Структурные изменения в производстве и потреблении молока и молочных продуктов в России / К. С. Терновых [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16. № 3 (78). С. 198–207. DOI: 0.53914/issn2071-2243\_2023\_3\_198-207. EDN: MBFHVP
2. Состояние молочной отрасли в России. [Электронный ресурс]. URL: <https://milknews.ru/longridy/itogi-goda-2021-grafiki.html> (дата обращения 19.11.2025)
3. Китаёв Ю. А. Современное состояние молочного скотоводства в России // Техника и технологии в животноводстве. 2020. № 4(40). С. 101–104. EDN: ZJCQEB
4. Тимошенко В., Музыка А. Инновационные технологии производства молока // Животноводство России. 2022. № 1. С. 43–46. DOI: 10.25701/ZZR.2022.01.01.005. EDN: BUCYSP
5. Фирсова Э. В., Карташова А. П. Голштинская порода скота в Российской Федерации: современное состояние и перспективы развития // Генетика и разведение животных. 2019. № 1. С. 62–69. DOI: 10.31043/2410-2733-2019-1-62-69. EDN: EDJMRY
6. Племенные ресурсы голштинской породы скота: состояние и результаты использования / И. М. Дунин [и др.] // Зоотехния. 2019. № 5. С. 3. DOI: 10.25708/ZT.2019.10.65.003. EDN: NIADTU
7. The use of inbreeding in dairy cattle breeding / O.V. Gorelik [et al.] // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 548, No. 8. P. 082013. DOI: 10.1088/1755-1315/548/8/082013. EDN: BGRPHD
8. Иванова И. П., Троценко И. В. Биологические особенности и хозяйственно-полезные качества популяции молочного скота Омской области // Известия Горского государственного аграрного университета. 2021. Т. 58. № 1. С. 77–82. EDN: STNYKG
9. Leshonok O.I., Gridin V.F., Gridina S.L. Characterization of high-producing cows by their immunogenetic status // International scientific and practical conference "Agrosmart – smart solutions for agriculture" (AGROSMART 2018). Tyumen: Atlantis Press, 2018. Pp. 253–256. DOI: 10.2991/agrosmart-18.2018.49. EDN: YTKAUX
10. Любимов А. И., Юдин В. М. Эффективность применения инбридинга в процессе совершенствования черно-пестрой породы крупного рогатого скота // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 1. С. 66–69. EDN: SAEYET
11. Возраст выбытия коров из стада в зависимости от генетических и паратипических факторов / О. С. Чеченихина [др.] // Аграрный вестник Урала. 2021. №06 (209). С. 71–79. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-209-06-71-79. EDN: ZIAZZG
12. Гриценко С. А., Хакназаров А. А., Ребезов М. Б. Продуктивные качества коров голштинской породы различных поколений, возраста в лактациях и линейной принадлежности // Аграрная наука. 2023. № 3. С. 74–79. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-368-3-74-79. EDN: ZVEMSL
13. Чеченихина О. С., Смирнова Е. С. Биологические и продуктивные особенности коров черно-пестрой породы при различных технологиях доения // Молочнохозяйственный вестник. 2020. № 1(37). С. 90–102. EDN: UEOGYV
14. Руденко О. В. Показатели воспроизводства коров при разной степени инбридинга // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2022. № 17(3). С. 360–372. DOI: 10.22363/2312-797X-2022-17-3-360-372. EDN: ETRFQJ
15. Сысоинкова Д. В., Прищеп Е. А., Герасимова А. С. Влияние сочетаемости родительских пар на продуктивность потомков с учетом инбридинга // Аграрный научный журнал. 2025. № 5. С. 65–71. DOI: 10.28983/asj.y2025i5pp65-71. EDN: BWEUCC
16. Баранова Н. С., Баранов А. В., Подречнева И. Ю. Использование инбридинга при разведении заводских семейств костромской породы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 6(55). С. 51–55. EDN: WZIRPH

17. Костомахин Н. М., Воронкова О. А., Габедова М. А. Продуктивные и воспроизводительные качества коров в зависимости от степени инбридинга // Главный зоотехник. 2019. № 5. С. 11–16. EDN: NBXJPY
18. Леутина Д. В., Прищеп Е. А., Герасимова А. С. Использование генетических ресурсов коров бурой швицкой породы // Вестник аграрной науки. 2021. № 2(89). С. 181–185. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.2.181. EDN: FVMUNH

### References

1. Ternovykh K.S. [et al.]. Structural changes in the production and consumption of milk and dairy products in Russia. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(3):198–207. (In Russ.). DOI:0.53914/issn2071-2243\_2023\_3\_198-207. EDN: MBFHVP
2. *Sostoyanie molochnoj otrasli v Rossii* [The state of the dairy industry in Russia]. [Electronic resource]. URL <https://milknews.ru/longridy/itogi-goda-2021-grafiki.html> (accessed 19.11.2025).
3. Kitaev Y.A. Current state of Russian dairy cattle breeding. *Machinery and technologies in livestock*. 2020;2(40):101–103. (In Russ.). EDN: ZJCQEB
4. Timoshenko V., Muzyka A. Innovative technologies in production of milk. *Animal Husbandry of Russia*. 2022;(1):41–46. (In Russ.). DOI: 10.25701/ZZR.2022.01.01.005. EDN: BUCYSP
5. Firsova E.V., Kartashova A.P. Holstein breed of the cattle in the Russian Federation, the current state and the prospects of development. *Genetics and breeding of animals*. 2019;(1):62–69. (In Russ.). DOI: 10.31043/2410-2733-2019-1-62-69. EDN: EDJMRY
6. Dunin I.M. [et al.]. Breeding resources of the Holstein cattle: state and results of use. *Zootechniya*. 2019;(5):3. (In Russ.). DOI: 10.25708/ZT.2019.10.65.003. EDN: NIADTU
7. Gorelik O.V [et al.]. The use of inbreeding in dairy cattle breeding. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2020;548(8):082013. DOI: 10.1088/1755-1315/548/8/082013. EDN: BGPHEF
8. Ivanova I.P., Trotsenko I.V. Biological features and economically useful qualities of dairy cattle population in Omsk region. *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2021;58(1):77–82. (In Russ.). EDN: STNYKG
9. Leshonok O.I., Gridin V.F., Gridina S.L. Characterization of high-producing cows by their immunogenetic status. *International scientific and practical conference "Agrosmart – smart solutions for agriculture" (AGROSMART 2018)*. Tyumen: Atlantis Press, 2018. Pp. 253–256. DOI: 10.2991/agrosmart-18.2018.49. EDN: YTKAUX
10. Lubimov A.I., Yudin V.M. Effectiveness of inbreeding for black-motley breed of cattle improving. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2014;(1):66–69. (In Russ.). EDN: SAEYET
11. Chechenikhina O.S. [et al.]. The age of retirement of cows from the herd, depending on genetic and paratypical factors. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021;06(209):71–79. (In Russ.) DOI: 10.32417/1997-4868-2021-209-06-71-79. EDN: ZIAZZG
12. Gritsenko S.A., Khaknazarov A.A., Rebezov M.B. Productive qualities of Holstein cows of different generations, age in lactations and linear affiliation. *Agrarian science*. 2023;368(3):74–79. (In Russ.). DOI:10.32634/0869-8155-2023-368-3-74-79. EDN: ZVEMSL
13. Chechenikhina O.S., Smirnova Ye.S. Biological and productive features of black-motley cows with various milking techniques. *Molochnokhozyaistvenny Vestnik*. 2020;1(37):90–102. (In Russ.). EDN: UEOGYV
14. Rudenko O.V. Cow reproduction rates with varying inbreeding degrees. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2022;17(3):360–372. (In Russ.). DOI: 10.22363/2312-797X-2022-17-3-360-372. EDN: ETFRQJ
15. Sysoinkova D.V., Prishchep E.A., Gerasimova A.S. The effect of the parental combination on the offspring productivity in connection with inbreeding. *Agrarian Scientific Journal*. 2025;(5):65–71. (In Russ.). DOI:10.28983/asj.y2025i5pp65-71. EDN: BWEUCC
16. Baranova N.S., Baranov A.V., Podrechneva I.U. The use of inbreeding at keeping of farm families of Kostroma breed. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2016;6(55):51–55. (In Russ.). EDN: WZIRPH
17. Kostomakhin N.M., Voronkova O.A., Gabedava M.A. Productive and reproductive traits of cows depending on the degree of inbreeding. *Head of Animal Breeding*. 2019;(5):11–16. (In Russ.). EDN: NBXJPY
18. Leutina D.V., Prishchep E.A., Gerasimova A.S. Use of genetic resources of brown swiss breed cows. *Bulletin of agrarian science*. 2021;2(89):181–185. (In Russ.). DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.2.181. EDN: FVMUNH

#### Сведения об авторах

**Горелик Ольга Васильевна** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», SPIN-код: 4653-0127

**Харлап Светлана Юрьевна** – кандидат биологических наук, доцент, зав. кафедрой техносферной и экологической безопасности, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», SPIN-код: 5033-1278

**Шальнев Олег Владимирович** – аспирант кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный аграрный университет», SPIN-код: 2070-4008

#### Information about the authors

**Olga V. Gorelik** – Doctor of Agricultural Sciences, professor of the Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University, SPIN-код: 4653-0127

**Svetlana Yu. Kharlap** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Technosphere and Environmental Safety, Ural State Agrarian University. SPIN-code: 5033-1278

**Oleg V. Shalnev** – Postgraduate student of the Department of Biotechnology and Food Products, Ural State Agrarian University. SPIN-code: 2070-4008

---

**Авторский вклад.** Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант статьи.

**Author's contribution.** All authors have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. All authors have read and approved the final version of this article.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

---

*Статья поступила в редакцию 09.12.2025;  
одобрена после рецензирования 14.01.2026;  
принята к публикации 21.01.2026.*

*The article was submitted 09.12.2025;  
approved after reviewing 14.01.2026;  
accepted for publication 21.01.2026.*