

ЖЫВЁЛАГАДОЎЛЯ И ВЕТЭРЫНАРНАЯ МЕДЫЦЫНА

ANIMAL HUSBANDRY AND VETERINARY MEDICINE

УДК 636.22/28.034.082.12

<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2025-63-4-326-332>

Поступила в редакцию 08.08.2025

Received 08.08.2025

**А. И. Портной, И. П. Шейко, В. Н. Тимошенко, Н. В. Журина,
А. И. Ганджа, Н. И. Песоцкий, Е. Н. Песоцкий**

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларусь по животноводству,
Жодино, Республика Беларусь*

ПОРОДНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СОХРАННОСТЬ МОЛОЧНОГО СКОТА

Аннотация. Целью исследований было изучить породные особенности и генетические маркеры, определяющие сохранность молочного скота. Научно обоснованы пути повышения сохранности молочного скота на молочно-товарных фермах Республики Беларусь с учетом породных особенностей генетических маркеров. Установлено, что в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» при среднем годовом удое 8 000 кг молока сохранность коров красного молочного скота в течение пяти лактаций превышает аналогичный показатель сверстниц голштинской породы в 4,93 раза, при увеличении показателя среднего пожизненного удоя в переводе на базисную жирность на 7 267 кг молока. Выявлен ряд мутаций, обусловливающих развитие наследственных заболеваний, в различных половозрастных группах скота голштинской породы, что указывает на необходимость систематического генетического мониторинга с целью контроля распространения летальных аномалий в популяции животных. Систематический генетический мониторинг летальных аномалий позволит существенным образом повысить эмбриональную и раннюю постэмбриональную сохранность животных голштинской породы молочного скота отечественной селекции.

Ключевые слова: сохранность молочного скота, продуктивное долголетие, молочная продуктивность, коровы, красный молочный скот, голштинская порода, мутантные аллеи генов

Для цитирования: Породные особенности и генетические маркеры, определяющие сохранность молочного скота / А. И. Портной, И. П. Шейко, В. Н. Тимошенко [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2025. – Т. 63, № 4. – С. 326–332. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2025-63-4-326-332>

**Aliaksandr I. Partny, Ivan P. Sheiko, Vladimir N. Timoshenko, Natalia V. Zhurina,
Alla I. Gandzha, Nikolai I. Pyasotski, Yaugeny N. Pyasotski**

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding,
Zhodino, Republic of Belarus*

BREED CHARACTERISTICS AND GENETIC MARKERS DETERMINING THE SURVIVAL RATE OF DAIRY CATTLE

Abstract. The aim of the research was to study breed characteristics and genetic markers that determine the survival rate of dairy cattle. Ways to improve the survival rate of dairy cattle at commercial dairy farms in the Republic of Belarus have been scientifically substantiated, taking into account the breed characteristics of genetic markers. It has been found that at the SE “ZhodinoAgroPlemElita”, with an average annual milk yield of 8,000 kg, the survival rate of Red dairy cattle over five lactations, 4.93 times exceeds the same value of their Holstein counterparts, with an increase in the average lifetime milk yield in terms of basic fat content by 7,267 kg of milk. A number of mutations causing the development of hereditary diseases have been identified in various gender and age groups of Holstein cattle, indicating the need for systematic genetic monitoring to control the spread of lethal abnormalities in the animal population. Systematic genetic monitoring of lethal anomalies will significantly improve the embryonic and early postembryonic survival of Holstein dairy cattle of domestic selection.

Keywords: survival rate of dairy cattle, productive longevity, milk productivity, cows, Red dairy cattle, Holstein breed, mutant gene alleles

For citation: Partny A. I., Sheiko I. P., Timoshenko V. N., Zhurina N. V., Gandzha A. I., Pyasotski N. I., Pyasotski Ya. N. Breed characteristics and genetic markers determining the survival rate of dairy cattle. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2025, vol. 63, no. 4, pp. 326–333 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2025-63-4-326-332>

Введение. Современное молочное скотоводство характеризуется широким переходом на интенсивное производство молока на молочно-товарных фермах и комплексах промышленного типа. За последнее десятилетие в Республике Беларусь значительно повысилась эффективность ведения отрасли молочного скотоводства: выросла рентабельность производства, продуктивность коров и валовое производство молока. Рост инвестиций, направляемых в молочную отрасль, способствует ее дальнейшей интенсификации [1]. В этой связи важнейшей проблемой является поиск резервов дальнейшего развития отечественного молочного скотоводства.

Существенным резервом дальнейшего развития отрасли молочного скотоводства в Республике Беларусь должна стать государственная программа повышения сохранности животных на современных молочных фермах промышленного типа, включающая комплекс научных, зоотехнических, ветеринарных и организационно-экономических мероприятий. Это вытекает из задач, поставленных Главой государства на совещании по кадровым вопросам, которое состоялось 30 июня 2025 г. [2]. Проблема сохранности молочного скота на современных фермах и повышение продуктивного долголетия животных на основе комплекса селекционно-генетических мероприятий в последние десятилетия широко освещается в международных публикациях, и ее решение является важнейшим условием дальнейшего развития отрасли молочного скотоводства [3–5].

По данным российских авторов В. Н. Суровцева и Ю. Н. Никулиной, рынок племенных продаж имеет самую высокую рентабельность. Однако низкий срок продуктивно-хозяйственного использования коров на современных молочных фермах является препятствием для полной реализации производственно-экономического и финансового потенциала этого рынка. Следующее негативное последствие низких сроков продуктивно-хозяйственного использования коров – это снижение уровня и даже полное отсутствие отбора и выранжировки ремонтных телок, что ведет к ограничению генетического прогресса в молочном скотоводстве [6]. В этой связи Х. А. Амерханов и другие ученые считают одним из основных показателей производственного использования крупного рогатого скота – возраст выбытия коров, который характеризует продуктивное долголетие животных. В работе [7] приводятся данные, что возраст выбытия для коров разных пород молочного направления продуктивности в условиях Российской Федерации колеблется от 2,66 отела среди животных голштинского и черно-пестрого скота до 9 и 7,18 отела для животных якутского и кавказского бурого скота соответственно.

В. И. Чинаров провел инвентаризацию породных ресурсов молочного скотоводства России в период 2021–2022 гг. Он установил, что в результате бесконтрольной голштинизации в последние 10 лет российские популяции крупного рогатого скота фактически превратились в стада голштинской породы путем поглотительного скрещивания, в результате чего отечественный генофонд постепенно утратил свои конкурентные преимущества. На примере Центрального и Южного федеральных округов, которые довели долю голштинского скота до 70,8 и 67,4 % соответственно, ученый показывает, что молочный скот практически полностью утратил способность к самовоспроизводству. В этой связи он считает, что для удержания высоких позиций молочного скотоводства России необходимо кардинально перестроить селекционно-племенную работу или продолжать наращивать объемы завоза скота [8].

По данным Н. С. Арановой, в условиях промышленной технологии и при большом физиологическом напряжении, связанном с высокой молочной продуктивностью, продолжительность хозяйственного использования у коров костромской породы значительно выше этого показателя в сравнении с другими породами. Так, этот показатель у коров голштинской породы в племенных хозяйствах Костромской области составляет 2,7, ярославской – 2,8, черно-пестрой – 2,9, холмогорской – 3,3, а костромской – 3,5 лактации [9].

Исследователи в области генетики сельскохозяйственных животных отмечают, что в результате длительного искусственного отбора высокопродуктивных животных произошло накопление груза вредных рецессивных LoF-мутаций, оказывающих отрицательное влияние на осеменение и ассоциированных с эмбриональной и ранней постэмбриональной смертностью на различных стадиях развития. В этой связи как отечественные, так и зарубежные генетики придают важное значение ДНК-диагностике молочного скота на выявление генетически детерминированных заболеваний [10, 11].

Цель исследований – изучить породные особенности и генетические маркеры, определяющие сохранность молочного скота.

Материалы и методы. Объектом были коровы голштинской породы молочного скота отечественной селекции и чистопородного красного молочного скота, разводимые в базовом сельскохозяйственном предприятии ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» (Минская область). Условия выращивания и ветеринарного ухода за изучаемым поголовьем соответствовали действующим в Республике Беларусь регламентам производства молока и говядины. Средняя молочная продуктивность коров различных генотипов за 305 дней последней законченной лактации находится на уровне 8 000 кг молока.

На первом этапе исследований (2019–2020 гг.) в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» было завезено 300 нетелей красной молочной породы из Дании. Это позволило начать работы по формированию племенного ядра создаваемой красной молочной породы в Беларуси. В период с 18 мая 2020 г. по 1 декабря 2020 г. в основное стадо введена 291 корова-первотелка красного молочного скота и 348 гол. сверстниц голштинской породы.

На втором этапе исследований изучены основные хозяйствственно полезные признаки опытных животных, включая сохранность коров в основном стаде. Период исследований по изучению сохранности коров красного молочного скота и голштинской породы протекал с 18 мая 2020 г. по 1 мая 2025 г.

Генетическая структура животных разных половозрастных групп голштинской породы молочного скота отечественной селекции по генам, ассоциированным с наследственными заболеваниями, изучена на основании анализа базы данных генотипирования сельскохозяйственных животных лаборатории молекулярной биотехнологии и ДНК-тестирования РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларусь по животноводству» за период 2023–2024 гг. Всего проведено генотипирование 767 гол. крупного рогатого скота голштинской породы по 13 генам, ассоциированным с наследственными заболеваниями: BC – цитруллинемия, BLAD – дефицит лейкоцитарной адгезии, BY – синдром брахиспина, CVM – комплексный порок позвоночника, DUMPS – дефицит уридинмонофосфатсингазы, FXID – дефицит фактора свертываемости крови XI, MF – синдактилия, HH1, HH3, HH4, HH5, HH6, HCD – гаплотипы фертильности.

Анализ основных хозяйствственно полезных признаков животных разных генотипов был проведен на основании материалов республиканской электронной базы данных по племенному делу «Племдело-КРС», разработанной УП «ГИВЦ Минсельхозпрода».

Обработка материалов осуществлялась в статистической среде R [12].

Результаты и их обсуждение. За весь период использования, с 18 мая 2020 г. по 1 мая 2025 г., выбыло 318 гол. голштинской породы (91,2 %) и 166 гол. красного молочного скота (57,1 %). В разрезе лактаций процент выбывших коров голштинской породы из стада изменялся от 2,6 % по V лактации до 28,7 % по II лактации. Процент выбывших коров красного молочного скота из стада изменялся от 5,5 % по V лактации до 17,9 % по III и IV лактациям.

По состоянию на 1 мая 2025 г. в стаде продолжено производственное использование 30 коров голштинской породы (8,7 %) и 125 коров красного молочного скота (42,9 %). Таким образом, показатель сохранности коров красного молочного скота в условиях ГП «Жодино-АгроПлемЭлита» в течение 5 наблюдаемых лет выше в 4,93 раза по сравнению со сверстницами голштинской породы.

В табл. 1 представлены данные о средней продолжительности жизни в стаде коров изучаемых пород.

Таблица 1. Средние показатели продуктивных дней и продолжительности жизни в лактациях коров изучаемых пород

Table 1. Average indicators of productive days and life expectancy in lactations of cows of the studied breeds

Порода	Продуктивные дни	Продолжительность жизни в лактациях
	M ± m	M ± m
Голштинская (n = 348)	757 ± 23	2,63 ± 0,067
Красный молочный скот (n = 291)	1176 ± 22*	3,74 ± 0,070*

* p < 0,0001.

Установлено, что средняя продолжительность жизни в лактациях коров красного молочного скота в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» составила 3,74 лактации и голштинской породы – 2,63 лактации. Таким образом, коровы красного молочного скота достоверно на 1,1 лактации ($p < 0,0001$) превосходили сверстниц голштинской породы по средней продолжительности жизни в лактациях. Средний показатель продуктивных дней коров красного молочного скота составил 1 176, что выше на 419 дней ($p < 0,0001$) в сравнении со сверстницами голштинской породы.

С точки зрения селекционно-племенной работы наибольший интерес представляют коровы двух пород, достигшие V лактации. Пожизненная молочная продуктивность данной группы животных представлена в табл. 2.

Установлено, что от 74 коров красного молочного скота в течение пяти лактаций получено 36 403 кг молока с содержанием жира 4,76 % и белка 3,79 %. За этот же период от 21 голштинской сверстницы получено 37 812 кг молока с содержанием жира 3,88 % и белка 3,44 %. Установлено статистически достоверное превосходство коров красного молочного скота над сверстницами голштинской породы по содержанию жира (+0,88 %) и белка (+0,35 %) в молоке и производстве молока в переводе на базисную жирность (+7 267 кг).

Важнейшим направлением повышения сохранности молочного скота является внедрение маркер-сопутствующей селекции по локусам генов, ассоциированных с показателями молочной продуктивности и продолжительностью хозяйственного использования, направленной на отбор животных-носителей желательных аллелей, позволяющих формировать стада коров с высоким удоем, выходом молочного жира и белка.

Таблица 2. Средние показатели пожизненной молочной продуктивности коров двух пород, достигших V лактации

Table 2. Average lifetime milk productivity of cows of two breeds that have reached the fifth lactation

Порода	Пожизненная молочная продуктивность			Пожизненный удой в переводе на базисную жирность, кг $M \pm m$
	удой, кг $M \pm m$	% жира $M \pm m$	%, белка $M \pm m$	
Голштинская ($n = 21$)	37 812 ± 573	3,88 ± 0,04	3,44 ± 0,03	40 740 ± 875
Красный молочный скот ($n = 74$)	36 403 ± 431	4,76 ± 0,04*	3,79 ± 0,02*	48 007 ± 614*

* $p < 0,0001$.

В настоящее время основной породой крупного рогатого скота молочного направления продуктивности в Республике Беларусь является голштинская. В этой связи изучена частота встречаемости скрытых носителей мутантных аллелей среди быков-производителей (101 гол.), быко-производящих коров (268 гол.) и ремонтных бычков (399 гол.) голштинской породы молочного скота отечественной селекции, разводимой на различных сельскохозяйственных предприятиях республики.

Идентифицированы мутантные аллели генов, ассоциированных с такими наследственными заболеваниями, как брахиспина, комплексный порок позвоночника, а также гаплотипы фертильности НН1, НН3, НН5, НН6, НСД с показателями концентрации 0,001; 0,003; 0,013; 0,006; 0,017; 0,001; 0,006 соответственно. Аллели, связанные с цитруллинемией, дефицитом лейкоцитарной адгезии, дефицитом уридинмонофосфатсингтазы, дефицитом фактора свертываемости крови XI, синдактилией, гаплотипом фертильности НН4, в исследуемой выборке животных не выявлены (табл. 3).

Частота встречаемости скрытых носителей ВY, СВМ, НН, НН3, НН5, НН6, НСД в исследуемой популяции скота составила 0,13; 0,65; 2,61; 1,17; 3,39; 0,26; 1,17 % соответственно. Среди быков-производителей идентифицировано 4 животных – носителя НН1, 2 – НН3, 1 – НСД, 1 особь являлась носителем двух гаплотипов – НН1 и НН3. В выборке коров выявлена 1 гол. – носитель СВМ, 5 гол. – НН1, 2 гол. – НН3, 15 гол. – НН5, 2 гол. – НСД, 1 гол. – носитель СВМ и Н5. Среди бычков диагностировано носительство ВY – у 1 гол., СВМ – у 3 гол., гаплотипов: НН1 – у 10 гол., НН3 – у 2 гол., НН5 – у 8 гол., НН6 – у 2 гол., НСД – у 6 гол.

Таблица 3. Результаты генотипирования крупного рогатого скота голштинской породы по генам, ассоциированным с наследственными заболеваниями

Table 3. Results of genotyping of Holstein cattle according to genes associated with hereditary diseases

Наследственное заболевание	Частота встречаемости гетерозиготного генотипа, %				Частота встречаемости мутантного аллеля			
	Всего	Быки	Коровы	Бычка	Всего	Быки	Коровы	Бычка
BC	0	0	0	0	0	0	0	0
BLAD	0	0	0	0	0	0	0	0
BY	0,13	0	0	0,25	0,001	0	0	0,001
CVM	0,65	0	0,75	0,75	0,003	0	0,004	0,004
DUMPS	0	0	0	0	0	0	0	0
FXID	0	0	0	0	0	0	0	0
MF	0	0	0	0	0	0	0	0
HH1	2,61	4,95	1,87	2,51	0,013	0,025	0,009	0,013
HH3	1,17	2,97	0,75	0,50	0,006	0,015	0,004	0,003
HH4	0	0	0	0	0	0	0	0
HH5	3,39	1,98	5,97	2,01	0,017	0,010	0,030	0,010
HH6	0,26	0	0	0,50	0,001	0	0	0,003
HCD	1,17	0,99	0,75	1,50	0,006	0,005	0,004	0,008

В поголовье бычков выявлено наибольшее количество мутаций, ассоциированных с наследственными заболеваниями (7 мутаций) в сравнении с быками-производителями (4 мутации) и быкокопроизводящими коровами (5 мутаций). Наиболее высокий уровень встречаемости носителей гаплотипов HH1 и HH3 установлен для выборки быков-производителей (4,95 и 2,97 % соответственно), гаплотипа HH5 – для выборки коров (5,97 %), гаплотипа HCD – для выборки бычков (1,50 %). Гетерозиготные особи по генам, ассоциированным с BY и HH6, идентифицированы только среди бычков с частотой 0,25 и 0,50 % соответственно.

Полученные нами данные согласуются с результатами исследований американских ученых, согласно которым среди голштинского скота в США в 2022 г. с наименьшей частотой встречались носители: BLAD – 0,1 %, DUMPS – меньше 0,1%, MF – меньше 0,1 %, HH4 – 0,2 %, наибольшая частота была характерна для гаплотипа HH5 – 6,0 % [13].

Таким образом, проведенные исследования выявили ряд мутаций, обусловливающих развитие наследственных заболеваний, в различных половозрастных группах скота голштинской породы, что указывает на необходимость систематического генетического мониторинга с целью контроля распространения летальных аномалий в популяции животных. Систематический генетический мониторинг летальных аномалий позволит существенным образом повысить эмбриональную и раннюю постэмбриональную сохранность животных голштинской породы молочного скота отечественной селекции.

Заключение. Установлено, что в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» при среднем годовом удое 8 000 кг молока сохранность коров красного молочного скота в течение пяти лактаций превышает аналогичный показатель сверстниц голштинской породы в 4,93 раза, при увеличении показателя среднего пожизненного удоя в переводе на базисную жирность на 7 267 кг молока.

Выявлен ряд мутаций, обусловливающих развитие наследственных заболеваний, в различных половозрастных группах скота голштинской породы, что указывает на необходимость систематического генетического мониторинга с целью контроля распространения летальных аномалий в популяции животных. Систематический генетический мониторинг летальных аномалий позволит существенным образом повысить эмбриональную и раннюю постэмбриональную сохранность животных голштинской породы молочного скота отечественной селекции.

Список использованных источников

1. Рекомендации по повышению эффективности и конкурентоспособности производства молока на основе совершенствования специализации, концентрации и учета региональных особенностей / А. В. Горбатовский, Г. В. Сидунов, О. Н. Горбатовская [и др.] // Научные принципы регулирования развития АПК: предложения и механизмы реализации, 2014 / Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларусь; редкол.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2014. – С. 109–117.

2. Кононович, С. Будьте хозяевами своей земле! / С. Кононович, П. Копога // Сельская газета. – 2025. – 1 июня. – С. 2–4.
3. Production, fertility, survival, and body measurements of Monbeliarde-sired crossbreds compared with pure Holsteins during their first 5 lactations / A. R. Hazel, B. J. Heins, A. J. Seykora, L. B. Hansen // Journal of Dairy Science. – 2014. – Vol. 97, № 4. – Р. 2512–2525. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7063>
4. Чинаров, В. И. Экономические подходы к обеспечению конкурентоспособности молочного скотоводства / В. И. Чинаров, Н. И. Стрекозов, О. В. Баутина // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 8. – С. 9–10.
5. Чинаров, В. И. Экономические методы повышения конкурентоспособности отечественных производителей молока / В. И. Чинаров, Н. И. Стрекозов, О. В. Кучерявая // Научные основы ведения животноводства: сб. науч. тр. / ГНУ ВИЖ Россельхозакадемии. – Дубровицы, 2009. – С. 204–209.
6. Суровцев, В. Н. Экономические аспекты продуктивного долголетия молочных коров / В. Н. Суровцев, Ю. Н. Никулина // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 8. – С. 2–5.
7. Сохранение генетического разнообразия крупного рогатого скота – основа успешного развития животноводства / Х. А. Амерханов, Г. С. Шеховцев, Е. М. Колдаева, И. П. Прохоров // Молочное и мясное скотоводство. – 2023. – № 1. – С. 3–6. <https://doi.org/10.33943/MMS.2023.61.29.001>
8. Чинаров, В. И. Пространственное развитие и преобразование генофонда молочного скота России / В. И. Чинаров // Молочное и мясное скотоводство. – 2024. – № 4. – С. 7–12. <https://doi.org/10.33943/MMS.2024.63.86.002>
9. Определение оптимальных параметров кровности по бурой швейцкой породе при совершенствовании скота костромской породы / Н. С. Баранова, Н. С. Фураева, Е. А. Зверева [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2024. – № 4. – С. 13–18. <https://doi.org/10.33943/MMS.2024.51.19.003>
10. Выявление гаплотипов fertильности в белорусской популяции крупного рогатого скота голштинской породы / Е. Л. Романишко, М. Е. Михайлова, А. И. Киреева, Р. И. Шейко // Молекулярная и прикладная генетика: сб. науч. тр. / Ин-т генетики и цитологии НАН Беларуси. – Минск, 2021. – Т. 31. – С. 7–21. <https://doi.org/10.47612/1999-9127-2021-31-7-21>
11. Oltenacu, P. A. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows / P. A. Oltenacu, D. M. Broom // Animal Welfare. – 2010. – Vol. 19, iss. S1. – Р. 39–49. <https://doi.org/10.1017/S0962728600002220>
12. Кабаков, Р. И. R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R / Р. И. Кабаков; пер. с англ. П. Волковой. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 588 с.
13. Invited review: management of genetic defects in dairy cattle populations / J. B. Cole, C. F. Baes, S. A. E. Eaglen [et al.] // Journal of Dairy Science. – 2025. – Vol. 108, № 4. – Р. 3045–3067. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-26035>

References

1. Gorbatovskii A. V., Sidunov G. V., Gorbatovskaya O. N., Shvaratskii V. V., Klimova M. L. Recommendations on increasing the efficiency and competitiveness of milk production on the basis of improved specialisation, concentration and consideration of regional peculiarities. *Nauchnye printsypry regulirovaniya razvitiya APK: predlozheniya i mekhanizmy realizatsii*, 2014 [Scientific principles of regulation of agro-industrial complex development: proposals and implementation mechanisms, 2014]. Minsk, 2014, pp. 109–117 (in Russian).
2. Kononovich S., Kopoga P. Be the masters of your land! *Sel'skaya gazeta* [Rural newspaper], 2025, June 1, pp. 2–4 (in Russian).
3. Hazel A. R., Heins B. J., Seykora A. J., Hansen L. B. Production, fertility, survival, and body measurements of Monbeliarde-sired crossbreds compared with pure Holsteins during their first 5 lactations. *Journal of Dairy Science*, 2014, vol. 97, no. 4, pp. 2512–2525. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7063>
4. Chinarov V. I., Strekozov N. I., Bautina O. B. Economic security approaches competitiveness of dairy cattle. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*, 2012, no. 8, pp. 9–10 (in Russian).
5. Chinarov V. I., Strekozov N. I., Kucheryavaya O. V. Economic methods of increasing the competitiveness of domestic milk producers. *Nauchnye osnovy vedeniya zhivotnovodstva: sbornik nauchnykh trudov* [Scientific foundations of animal husbandry management: collection of scientific papers]. Dubrovitsy, 2009, pp. 204–209 (in Russian).
6. Surovtsev V. N., Nikulina Y. N. Economic aspects of productive longevity dairy cows. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2014, no. 8, pp. 2–5 (in Russian).
7. Amerkhanov Kh. A., Shekhovtsev G. S., Koldaeva E. M., Prokhorov I. P. Preservation of the genetic diversity of cattle is the basis for the successful development of animal husbandry. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2023, no. 1, pp. 3–6 (in Russian). <https://doi.org/10.33943/MMS.2023.61.29.001>
8. Chinarov V. I. Territorial development and transformation of the gene pool in Russian dairy cattle breeding. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2024, no. 4, pp. 7–12 (in Russian). <https://doi.org/10.33943/MMS.2024.63.86.002>
9. Baranova N. S., Furaeva N. S., Zvereva E. A., Korolev A. A., Vorobeva S. S. Determination of optimal blood parameters for the Brown Swiss breed when improving Kostroma breed cattle. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2024, no. 4, pp. 13–18 (in Russian). <https://doi.org/10.33943/MMS.2024.51.19.003>
10. Ramanishka E. L., Mikhailova M. E., Kireyeva A. I., Sheyko R. I. Identification of fertility haplotypes in the Belarusian population of Holstein cattle. *Molekuljarnaya i prikladnaya genetika: sbornik nauchnykh trudov* [Molecular and applied genetic: collection of scientific papers]. Minsk, 2021, vol. 31, pp. 7–21 (in Russian). <https://doi.org/10.47612/1999-9127-2021-31-7-21>

11. Oltenacu P. A., Broom D. M. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal Welfare*, 2010, vol. 1, iss. S1, pp. 39–49. <https://doi.org/10.1017/S0962728600002220>
12. Kabacoff R. I. *R in action. Data analysis and graphics with R*. Shelter, Manning Publications Co., 2011. 450 p.
13. Cole J. B., Baes C. F., Eaglen S. A. E., Lawlor T. J., Maltecca C., Ortega M. S., VanRaden P. M. Invited review: management of genetic defects in dairy cattle populations. *Journal of Dairy Science*, 2014, vol. 108, no. 4, pp. 3045–3067. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-26035>

Информация об авторах

Портной Александр Иванович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, генеральный директор, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222163, Жодино, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0003-4707-785X>. E-mail: gendir@belniig.by

Шейко Иван Павлович – академик Национальной академии наук Беларуси, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, первый заместитель генерального директора по научной работе, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222163, Жодино, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0002-4684-9830>. E-mail: info@belniig.by

Тимошенко Владимир Николаевич – член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, первый заместитель генерального директора по научной работе и инновационной деятельности, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222163, Жодино, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0001-5806-1242>. E-mail: info@belniig.by

Журина Наталья Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий лабораторией, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222163, Жодино, Республика Беларусь). E-mail: molgenetics@mail.ru

Ганджа Алла Ивановна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222163, Жодино, Республика Беларусь). E-mail: gandja_alla@tut.by

Песоцкий Николай Иванович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий лабораторией, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222163, Жодино, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0002-1437-3540>. E-mail: krsby@mail.ru

Песоцкий Евгений Николаевич – аспирант, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (ул. Фрунзе, 11, 222163, Жодино, Республика Беларусь). E-mail: krsby@mail.ru

Information about the authors

Aliaksandr I. Partny – Ph. D. (Agriculture), Associate Professor, Director General, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding (11, Frunze St., 222163, Zhodino, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0003-4707-785X>. E-mail: gendir@belniig.by

Ivan P. Sheiko – Academy Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Professor, Dr. Sc. (Agriculture), First Deputy Director General for Research, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding (11, Frunze St., 222163, Zhodino, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0002-4684-9830>. E-mail: info@belniig.by

Vladimir N. Timoshenko – Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Dr. Sc. (Agriculture), Professor, First Deputy Director General for Research and Innovation, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding (11, Frunze St., 222163, Zhodino, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0001-5806-1242>. E-mail: info@belniig.by

Natalia V. Zhurina – Ph. D. (Agriculture), Associate Professor, Head of the Laboratory, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding (11, Frunze St., 222163, Zhodino, Republic of Belarus). E-mail: molgenetics@mail.ru

Alla I. Gandzha – Ph. D. (Agriculture), Associate Professor, Leading Researcher, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding (11, Frunze St., 222163, Zhodino, Republic of Belarus). E-mail: gandja_alla@tut.by

Nikolai I. Pyasotski – Ph. D. (Agriculture), Associate Professor, Head of the Laboratory, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding (11, Frunze St., 222163, Zhodino, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0002-1437-3540>. E-mail: krsby@mail.ru

Yaugeniy N. Pyasotski – Graduate Student, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding (11, Frunze St., 222163, Zhodino, Republic of Belarus). E-mail: krsby@mail.ru