

Ирина Юрьевна Еремина^{1✉}, Елена Викторовна Четвертакова²

^{1,2}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

¹irin-eremina@yandex.ru

²e-ulman@mail.ru

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ: АНАЛИЗ ПРИЧИН ВЫБЫТИЯ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Цель исследования – анализ причин выбытия быков и выявление степени его наследственной обусловленности. Задачи – изучение спектра причин выбытия; проведение сравнительного анализа выбраковки по породам и направлениям продуктивности; изучение влияния экогенеза на примере быков местной селекции и импортных животных. Исследованы быки красно-пестрой и черно-пестрой голштинской породы, включая местные типы (енисейский и красноярский), симментальской, герефордской и абердин-ангусской пород ($n = 783$). Выделен спектр причин выбытия: достаточное накопление спермы (ДНС), племпродажа (ПП), плохое качество спермы (ПКС), андрологические болезни (АБ), болезни пищеварительной системы (БПС), болезни сердечно-сосудистой системы (БССС), болезни конечностей (БК), травмы конечностей (ТК), буйный нрав (БН), прочие причины (ПП). В целом плановое выбытие, отражающее высокий уровень сохранности поголовья, составило 57,1 % (47,4 % ДНС и 9,7 % ПП). Динамика спектра указывает на возрастание доли планового выбытия на 23,7 % (с 33,4 % в предшествующий период). Это произошло за счет незначительного повышения доли племпродажи (на 2,6 %) и накопления спермы (на 21,3 %). Наибольший уровень генетического груза по причинам наследственно обусловленных причин выбытия отмечается у быков комбинированного направления (60 % выбытия), меньше – у молочного направления (40 %). Увеличилось число быков с плохим качеством спермы – 21,2 % из числа выбывших, т. е. манифестированных рецессивных генов в гомозиготном состоянии. Это в свою очередь указывает на продолжающийся процесс дрейфа мутантных генов, сохраняющихся в гетерозиготном состоянии. Быки местных типов обладают большим здоровьем в отношении сердечно-сосудистых болезней и болезней пищеварительной системы, стабильны по отношению к нагрузкам на конечности.

Ключевые слова: мониторинг, быки-производители, генетический груз, причины выбытия

Для цитирования: Еремина И.Ю., Четвертакова Е.В. Генетический мониторинг: анализ причин выбытия быков-производителей // Вестник КрасГАУ. 2022. № 11. С. 131–137. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-131-137.

Irina Yurievna Eremina^{1✉}, Elena Viktorovna Chetvertakova²

^{1,2}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹irin-eremina@yandex.ru

²e-ulman@mail.ru

GENETIC MONITORING: THE BULLS RETIREMENT REASONS ANALYSIS

The purpose of the study is to analyze the reasons for the retirement of bulls and to identify the degree of its hereditary conditionality. Tasks – to study the spectrum of reasons for leaving; to conduct a comparative analysis of culling by species and areas of productivity; to study the influence of ecogenesis on the

example of bulls of local selection and imported animals. Bulls of the Red-and-White and Black-and-White Holstein breeds were studied, including local types (Yenisei and Krasnoyarsk), Simmental, Hereford and Aberdeen-Angus breeds ($n = 783$). The spectrum of reasons for retirement is highlighted: sufficient sperm accumulation (SSA), breeding sale (BS), poor sperm quality (PSQ), andrological diseases (AD), diseases of the digestive system (DDS), diseases of the cardiovascular system (DCS), limb diseases (BC), limb injuries (LI), violent temper (VT), other reasons (OR). In general, the planned culling, reflecting a high level of livestock safety, amounted to 57.1 % (47.4 % – SSA and 9.7 % BS). The dynamics of the spectrum indicates an increase in the share of planned retirement by 23.7 % (from 33.4 % in the previous period). This was due to a slight increase in the share of breeding sale (by 2.6 %) and sperm accumulation (by 21.3 %). The highest level of genetic load for reasons of hereditary causes of disposal is observed in bulls of the combined direction (60 % of the disposal), less – in the dairy direction (40 %). The number of bulls with poor sperm quality has increased – 21.2 % of the dropouts, i.e. manifested recessive genes in the homozygous state. This, in turn, indicates the ongoing process of drift of mutant genes remaining in a heterozygous state. Bulls of local types have great health in relation to cardiovascular diseases and diseases of the digestive system. They are stable in relation to loads on the limbs.

Keywords: monitoring, bulls, genetic load, reasons for retirement

For citation: Eremina I.Yu., Chetvertakova E.V. Genetic monitoring: the bulls retirement reasons analysis // Bulliten KrasSAU. 2022;(11): 131–137. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-131-137.

Введение. Задача генетического мониторинга – долговременное слежение за состоянием популяционных генофондов, оценка и прогнозирование их динамики во времени и пространстве, определение пределов допустимых изменений. Для этих целей используются критерии разного уровня: микросателлиты и отдельные гены ДНК, кариотипы и отдельные локусы хромосом, белки, в т. ч. антигены групп крови, непосредственно сами количественные и качественные признаки [1–4]. Однако любое прогнозирование осуществимо лишь на основе концепции нормы – нормального состояния или нормального процесса. Только такой подход дает необходимую точку отсчета и позволяет понять механизмы негативного антропогенного влияния на популяции, виды и целые экосистемы.

Поскольку виды сельскохозяйственных животных, как и их дикие сородичи, имеют системную организацию, они подчиняются тем же общим генетическим закономерностям, что и природные популяционные системы. В связи с этим в ходе селекционного процесса, при скрещивании пород, импорте племенного материала возможны нарушения породных генных ассоциаций, стабильно передающихся по наследству, кроме того, включаются сложные механизмы взаимодействия генов и их ассоциаций, что, в свою очередь, приводит к появлению животных с различными аномалиями [5]. Повышается уровень мутационного, сегрегационного и суб-

ституционного генетического груза. Этому способствует и перемещение животных разного экогенеза без учета адаптационного потенциала. При этом экогенез проявляет интегрирующее воздействие прежде всего внешней среды (географические и климатические особенности, отражающиеся в том числе на качественных характеристиках кормовых ресурсах), а также влияние применяемых селекционных стратегий на генофондные особенности.

Понятие «генетический груз», означающий снижение приспособленности, которое сопутствует процессам сохранения генетического разнообразия популяции, активно вошло в лексикон селекционеров. Методы его оценки все чаще применяются при оценке селекционных воздействий, отборе производителей и подборе пар [6, 7].

Уровень генетического груза в популяциях крупного рогатого скота разного направления продуктивности возрастает вследствие увеличения импортируемого генетического материала, ограниченного количества производителей, отсутствия систематического генетического контроля и необходимого тестирования на мутантные аллели с обязательным охватом потомков производителей. Кроме того, свой негативный вклад в растущую долю генетического груза вносит разведение с некорректным применением инбридинга. В результате чего вместо ожидаемого закрепления ценных качеств у по-

томков через повышение гомозиготности происходит концентрация и негативных аллелей.

Применение методов биотехнологии позволило сосредоточить уникальный генетический материал отечественной и зарубежной селекции в рамках одного племенного предприятия по получению и хранению спермы производителей – АО «Красноярскагроплем».

Пополнение стада быков, помимо завоза из Европы, происходит через эмбриопересадку, осуществляемую непосредственно специалистами на предприятии и быками, рожденными в быковоспроизводящих группах коров ведущих племенных заводов Сибири, таких как ЗАО племзавод «Ирмень» (Новосибирская область) ПЗ «Краснотуранский» (Красноярский край), ООО «Фарм» (Алтайский край), от высокопродуктивных коров, адаптированных к местным условиям [8].

Таким образом, на племпредприятии собран генетический материал, который является уникальным по качественным и количественным характеристикам. Постоянно ведется отбор против нежелательных аллелей, имеющих моноили полигенную природу.

Цель исследования – анализ причин выбытия быков и выявление степени его наследственной обусловленности.

Задачи: изучить спектр причин выбытия; провести сравнительный анализ выбраковки по породам и направлениям продуктивности; изучить влияние экогенеза у быков.

Объекты и методы. Объектом исследования были быки-производители АО «Красноярскагроплем», выбывшие за периоды с 1979 по 2012 г. (n = 613) и с 2013 по 2021 г. (n = 170) [9]. Анализ наследственной обусловленности причин выбытия проведен у быков красно-пестрой

и черно-пестрой голштинской породы, включая местные типы (енисейский и красноярский), симментальской, герефордской и абердин-ангусской пород.

Был выделен спектр причин выбытия, который включал: достаточное накопление спермы (ДНС), племпродажа (ПП), плохое качество спермы (ПКС), андрологические болезни (АБ), болезни пищеварительной системы (БПС), болезни сердечно-сосудистой системы (БССС), болезни конечностей (БК), травмы конечностей (ТК), буйный нрав (БН), прочие причины (ПП).

Использовались документы первичного зоотехнического учета форма 1-Мол., акты выбраковки быков, племенные свидетельства, а также данные из ИАС «Селэкс», «Быки РФ». Биометрическую обработку данных проводили с использованием программы MS Excel.

Результаты и их обсуждение. Для дальнейшего повышения продуктивности стад поголовье быков АО «Красноярскагроплем» регулярно обновляется за счет приобретения быков российской и импортной селекции. Так, в 2011 г. импортировано 25 быков, в 2014 г. – еще 24 из Голландии, в 2017 г. завезены 24 голштинских быка красно-пестрой масти из стран Евросоюза [2]. Анализ причин выбытия быков за период 2013–2021 гг. показал, что 48,8 % производителей выбывали по причине достаточного накопления спермы, а 21,2 % – плохого качества (табл.). При одинаковом уровне кормления, высоком уровне ветеринарного обслуживания и единой технологии получения продукции часть быков выбыла по причинам, относящимся к наследственно-средовым. По некоторым данным эти болезни контролируются полилокусной системой генов, и для аномалий существует порог действия генов [10].

Причины выбытия быков-производителей АО «Красноярскагроплем» по периодам

Причина выбытия	1979–2012 гг.		2013–2021 гг.	
	Всего, гол.	К общему числу выбывших, %	Всего, гол.	К общему числу выбывших, %
1	2	3	4	5
Болезни сердечно-сосудистой системы	2	0,3	6	3,5
Болезни пищеварительной системы	1	0,2	4	2,4
Травмы конечностей	113	18,4	2	1,2
Болезни конечностей	55	9,0	10	5,9
Буйный нрав	16	2,6	6	3,5

Окончание табл.

1	2	3	4	5
Плохое качество спермы	90	14,7	36	21,2
Андрологические болезни	7	1,1	0	0
Прочие причины	92	15,0	6	3,5
Достаточное накопление спермы	160	26,1	83	48,8
Племпродажа	45	7,3	17	10,0
Инфекционные болезни	32	5,2	0	0
Итого	613	100,0	170	100

Снижение и повышение доли тех или иных причин выбраковки колебались от одного периода к другому (см. табл.). Следует отметить повышение уровня выбраковки по причинам заболеваний сердечно-сосудистой и пищеварительной систем по сравнению с первым этапом на 3,2 и 2,2 % соответственно. Та же тенденция наблюдалась по причине выбраковки из-за плохого качества спермы, которая увеличилась на 6,5 % и составила 21,2 %.

Распространение нежелательных аллелей в стадах разного направления продуктивности может значительно отличаться. Эти различия зависят от числа особей, дрейфа генов, отбора, подбора и прочих причин.

На первом этапе исследования был проведен анализ причин выбытия быков в зависимости от

породной принадлежности: первая группа – быки мясной направленности (геррефордской и абердин-ангусской пород), вторая – быки комбинированной направленности (симментальской породы) и третья – быки молочной направленности (голландские, красно-пестрые, черно-пестрые и типы енисейский и красноярский).

В основном быки выбывали по причине недостаточного накопления семени, причем в группе мясных и молочно-мясных доля выбывших по этой причине составила 73,9 %. Быки же молочно-направленного в период 2012–2021 гг. выбывали чаще по причинам болезней сердечно-сосудистой системы (7,9 %) и пищеварительной системы (17,3 %), и основной вклад в эту долю внесли быки голландской породы (рис. 1).

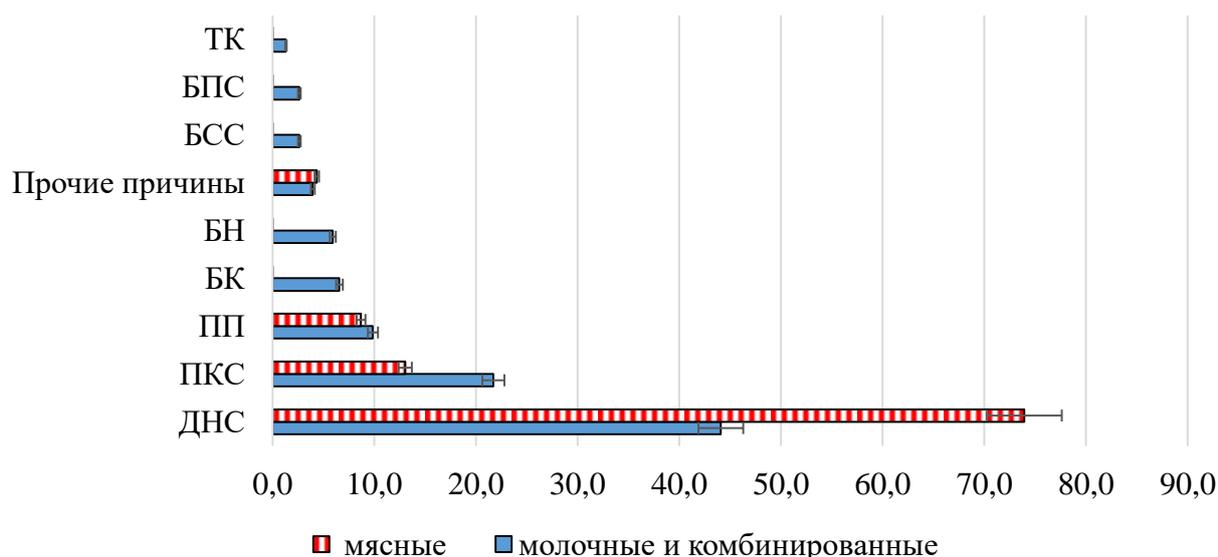


Рис. 1. Сравнительный анализ выбраковки быков разного направления продуктивности, %

Учитывая, что выбытие как выбраковка по тем или иным причинам – это фенотическое проявление различных отклонений от нормы, произошедших на различных уровнях функционирования, была проведена градация причин на наследственно обусловленные и иные. К наследственно обусловленным причинам выбытия были отнесены: болезни сердечно-сосудистой системы, болезни пищеварительной системы, болезни конечностей, буйный нрав, некротермия и андрологические болезни. Под прочи-

ми причинами выбытия в исследовании подразумевали: достаточное накопление спермы и племпродажу.

У быков симментальской породы уровень генетического груза составил 58 %, что на 33 % выше, чем у быков мясного направления (рис. 2). В данном случае небольшое количество быков мясных пород не дает общей картины по распределению нежелательных аллелей среди производителей.

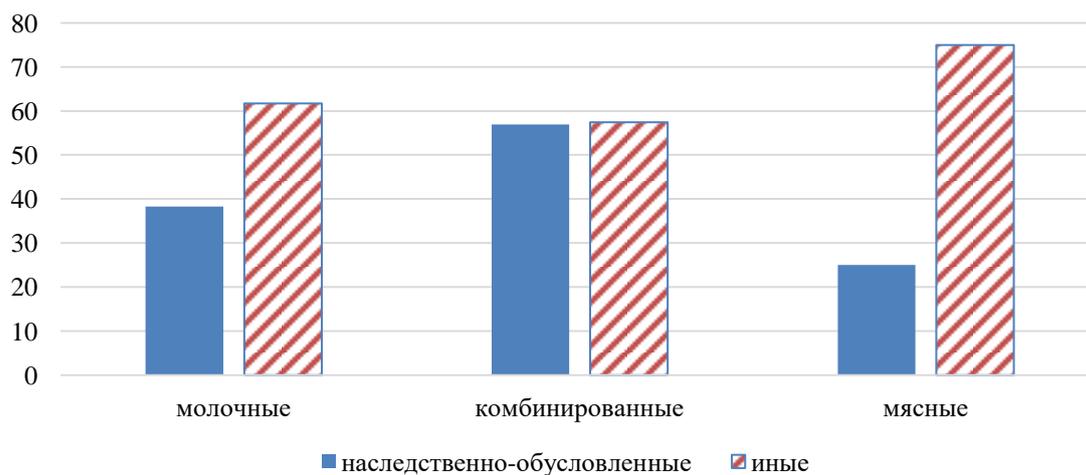


Рис. 2. Уровень генетического груза в генофонде быков разного направления продуктивности (2012–2021 гг.), %

На продуктивность оказывает влияние экогенез [4–6]. Механизмы такого влияния разнообразны: различный уровень селекционно-племенной работы, адаптационные механизмы и др.

Результат сравнительного анализа причин выбытия быков в зависимости от экогенеза показал, что из числа выбывших за 2013–2021 гг. животные местного генофонда (Красноярский и Енисейский типы) составили 39,4 % (рис. 3).

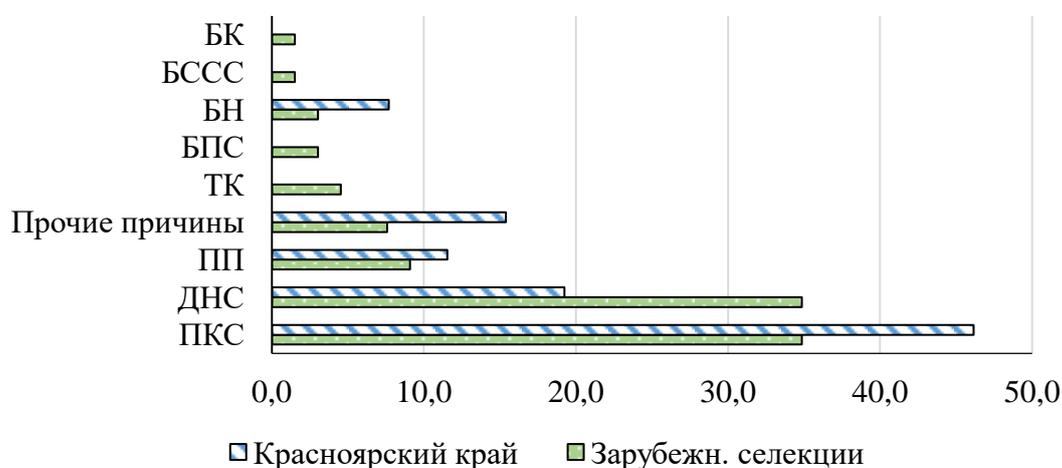


Рис. 3. Сравнительная характеристика причин выбытия быков разного экогенеза

Наибольшая доля выбытия (18,2 %) – по причине плохого качества семени, чуть меньше (12,1 %) – плановое выбытие (ДНС 7,6 % и ПП 4,5 %), но среди причин выбытия не выявлено БССС и БПС.

Сравнивая спектр факторов, приводящих к изменению структуры бычьего поголовья, прежде всего, следует отметить племенную продажу взрослых быков в другие регионы и достаточное накопление семени, косвенно указывающие на возрастание генетического потенциала производителей. Вместе с тем значительно возросло число быков с плохим качеством спермы – до 20,6 % от общего числа выбывших.

Заключение. В целом плановое выбытие, отражающее высокий уровень сохранности поголовья, составило 57,1 % (47,4 % – достаточное накопление и 9,7 % – племпродажа). Динамика спектра указывает на возрастание доли планового выбытия на 23,7 % (с 33,4 % в предшествующий период). Это произошло за счет незначительного повышения доли племпродажи (на 2,6 %) и накопления семени (на 21,3 %). В конечном итоге это маркирует возрастание генетического потенциала производителей АО «Красноярскагроплем».

Наибольший уровень генетического груза, учитываемый по наследственно обусловленным причинам выбытия, отмечается у быков комбинированного направления (60 %), меньше – у молочного направления (40 %). Увеличилось число быков с плохим качеством спермы – 21,2 % из числа выбывших, т. е. манифестированных рецессивных генов в гомозиготном состоянии. Это, в свою очередь, указывает на продолжающийся процесс дрейфа мутантных генов, сохраняющихся в гетерозиготном состоянии.

В то же время быки местных типов устойчивы в отношении сердечно-сосудистых болезней и болезней пищеварительной системы, стабильны по отношению к нагузкам на конечности.

Список источников

1. *Chetvertakova E.V., Alekseeva E.A.* Influence of the genotype of breeding bulls on the quality of sperm production // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. Т. 677. №. 4. С. 042012.

2. *Четвертакова Е.В., Алексеева Е.А., Луценко А.Е.* Зависимость качества спермы быков от возраста и генотипа // Научно-практические аспекты развития АПК. Красноярск, 2020. С. 186–190.
3. Оценка генетического разнообразия в популяциях тувинских лошадей по локусам систем крови и микросателлитным ДНК / *Р.Б. Чысыма* [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52, №. 4. С. 679–685.
4. *Еремина И.Ю., Герасимова Л.А., Куклина А.И.* Иммуногенетические особенности формирования красно-пестрого скота Красноярского края // Вестник Марийского государственного университета. Сер. Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2019. Т. 5, № 1 (17). С. 72–80.
5. *Алтухов Ю.П.* Динамика генофондов при антропогенных воздействиях // Информационный вестник ВОГиС. 2004. Т. 8, №. 29. С. 40–59.
6. *Жигачев А.И., Эрнст Л.К., Богачев А.С.* О накоплении груза мутаций в породах крупного рогатого скота при интенсивных технологиях воспроизводства и улучшения по целевым признакам // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 6. С. 25–32.
7. Скрининг на носительство мутаций, детерминирующих развитие наследственных заболеваний у племенного крупного рогатого скота / *В.П. Терлецкий* [и др.] // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2016. № 3 (31). С. 3–7.
8. Генетический потенциал молочных коров в Красноярском крае будет прирастать более интенсивно / *А.И. Голубков* [и др.] // Агробиосфера. 2017. № 135. С. 18–19.
9. *Четвертакова Е.В.* Научно-практические методы контроля генофонда крупного рогатого скота Красноярского края. Красноярск, 2016. 216 с.
10. *Жигачев А.И.* Оценка производителей на скрытые генетические дефекты // Зоотехния. 2001. № 2. С. 10–12. EDN HRRNJV.

References

1. *Chetvertakova E.V., Alekseeva E.A.* Influence of the genotype of breeding bulls on the quality of sperm production // IOP Conference Series:

- Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. Т. 677. №. 4. S. 042012.
2. *Chetvertakova E.V., Alekseeva E.A., Luschenko A.E.* Zavisimost' kachestva spermy bykov ot vozrasta i genotipa // Nauchno-prakticheskie aspekty razvitiya APK. Krasnoyarsk, 2020. S. 186–190.
 3. Ocenka geneticheskogo raznoobraziya v populyaciyah tuvinskih loshadej po lokusam sistem krovi i mikrosatelitnym DNK / *R.B. Chysyma* [I dr.] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2017. Т. 52, №. 4. S. 679–685.
 4. *Eremina I.Yu., Gerasimova L.A., Kuklina A.I.* Immunogeneticheskie osobennosti formirovaniya krasno-pestrogo skota Krasnoyarskogo kraja // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Sel'skohozyajstvennye nauki. `Ekonomicheskie nauki. 2019. Т. 5, № 1 (17). S. 72–80.
 5. *Altuhov Yu.P.* Dinamika genofondov pri antropogennyh vozdeystviyah // Informacionnyj vestnik VOGiS. 2004. Т. 8, №. 29. S. 40–59.
 6. *Zhigachev A.I., `Ernst L.K., Bogachev A.S.* O nakoplenii gruzha mutacij v porodah krupnogo rogatogo skota pri intensivnyh tehnologiyah vosproizvodstva i uluchsheniya po celevym priznakam // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2008. № 6. С. 25–32.
 7. Skrining na nositel'stvo mutacij, determiniruyuschih razvitie nasledstvennyh zabolevanij u plemennogo krupnogo rogatogo skota / *V.P. Terleckij* [i dr.] // Aktual'nye voprosy veterinarnoj biologii. 2016. № 3 (31). S. 3–7.
 8. Geneticheskij potencial molochnyh korov v Krasnoyarskom krae budet prirastat' bolee intensivno / *A.I. Golubkov* [i dr.] // Agrosibir'. 2017. № 135. S. 18–19.
 9. *Chetvertakova E.V.* Nauchno-prakticheskie metody kontrolya genofonda krupnogo rogatogo skota Krasnoyarskogo kraja. Krasnoyarsk, 2016. 216 s.
 10. *Zhigachev A.I.* Ocenka proizvoditelej na skrytye geneticheskie defekty // Zootehniya. 2001. № 2. S. 10–12. EDN HRRNJV.

Статья принята к публикации 13.10.2022 / The article accepted for publication 13.10.2022.

Информация об авторах:

Ирина Юрьевна Еремина¹, доцент кафедры разведения, генетики, биологии и водных биоресурсов, кандидат сельскохозяйственных наук

Елена Викторовна Четвертакова², профессор, заведующая кафедрой разведения, генетики, биологии и водных биоресурсов, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Information about the authors:

Irina Yurievna Eremina¹, Associate Professor at the Department of Breeding, Genetics, Biology and Aquatic Bioresources, Candidate of Agricultural Sciences

Elena Viktorovna Chetvertakova², Professor, Head of the Department of Breeding, Genetics, Biology and Aquatic Bioresources, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

