

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2024. № 2 (75). С. 23–29.

Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov. 2024;2(75):23–29.

Научная статья

УДК 636.082 ДВ

doi: 10.34655/bgsha. 2024.75.2.003

ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА САХАЛИНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Елена Борисовна Шукюрова¹, Нурбий Сафарбиевич Марзанов²

¹Хабаровский Федеральный исследовательский центр – обособленное подразделение научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Хабаровск, Россия

²Федеральный научный центр животноводства ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, Московская область, пос. Дубровицы, Россия

¹dvniishingen@mail.ru

Аннотация. Была проанализирована генеалогическая структура по группам крови быков-производителей голштинской породы основных четырех линий, используемых в стаде СПК «Соколовский» Сахалинской области. Был изучен спектр аллелей EAB-локуса, оценено генетическое разнообразие и установлены межлинейные генетические различия быков-производителей линий: Рефлекшн Соверинг СА 198998, Уес Идеал US 933122, Вис Бэк Айдеал 1013415 и Монтвик Чифтейн 95679. В результате проведенных исследований установлены генотипы EAB-локуса групп крови 69 быков-производителей крупного рогатого скота четырех линий голштинской породы: Рефлекшн Соверинг СА 198998, Уес Идеал US 933122, Вис Бэк Айдеал 1013415 и Монтвик Чифтейн 95679. Всего установлено 29 маркерных EAB-аллелей. С высокой частотой во всех изученных линиях встречались аллели $G_2Y_2E_2Q$, O_4DE_3FGO и b . В линии Рефлекшн Соверинг СА 198998 установлены оригинальные аллели $B_2O_2Y_2E_3A_2GYQG$, $B_2Y_2E_3A_2GQG$, B_2GG и Y_2 , у быков линии Уес Идеал US 933122 – G_2I_1 , O_2E_3GOQG , O_4A_2 и O , аллели $B_2G_2KO_4Y_2A_2O$, B_2IPQ , QQ и I характерны для быков линии Вис Бэк Айдеал 1013415. Низкая генетическая изменчивость наблюдалась в линии Уес Идеал US 933122 ($Ca=17,7\%$). Здесь самое низкое число эффективных аллелей ($N_a=5,6$). Максимальное сходство было между линиями Вис Бэк Айдеал 1013415 и Уес Идеал US 933122 ($r=0,9044$).

Ключевые слова: крупный рогатый скот, голштинская порода, быки-производители, линии, группы крови, EAB-локус.

Original article

IMMUNOGENETIC CHARACTERISTIC OF THE GENEALOGICAL STRUCTURE OF HOLSTEIN CATTLE OF SAKHALIN SELECTION

Elena B. Shukyurova¹, Nurbiy S. Marzanov²

¹Khabarovsk Federal research center - the separate department Far-Eastern research institute of agriculture, Khabarovsk, Russia

²Federal research centre of cattle-breeding VIZH named after Academician L.K. Ernst, pos. Dubrovitsy, Moscow region, Russia

Abstract. The genealogical structure by blood groups of Holstein bulls of the main four lines, used in the herd of SPK (Agricultural Production Cooperative) «Sokolovskiy» of Sakhalin region was analysed. Variety of alleles of EAB-locus was studied, genetic diversity was estimated and interline genetic differences of bulls of the next lines were determined: Reflection Sovering CA 198998, Yes Ideal US 933122, Wes Back Ideal 1013415 and Montweek Chieftain 95679. According to the results of the research, the genotypes of EAB-locus of blood groups of 69 bulls of cattle of four lines of Holstein breed were determined: Reflection Sovering CA198998, Yes Ideal US 933122, Wes Back Ideal 1013415 and Montweek Chieftain 95679. In total 29 marker EAB-alleles were determined. In all the lines under the research alleles of $G_2Y_2E_2Q$, O_4DE_3FGO and b were met with high frequency. In the line of Reflection Sovering SA 198998 the original alleles $B_2O_2Y_2E_3A_2GYQG$, $B_2Y_2E_3A_2GQG$, B_2GG and Y_{21} , were determined; at the bulls of the Yes Ideal US 933122 line – G_2I_1 , O_2E_3GOQG , O_4A_2 and O' ; alleles of $B_2G_2KO_4Y_2A_2O$, B_2IPQ , QQ and I' were characteristic for the bulls of the line Wes Back Ideal 1013415. The low genetic changeability was observed in the line of Yes Ideal US 933122 ($Ca=17,7\%$). The lowest number of effective alleles ($Ma=5,6$) was here. The maximum likeness was between the lines of Wes Back Ideal 1013415 and Yes Ideal US 933122 ($r=0,9044$).

Keywords: cattle, Holstein breed, breeding bulls, lines, blood groups, EAB-locus.

Введение. Для совершенствования племенных качеств голштинской породы крупного рогатого скота в Сахалинской области традиционно используется метод разведения по линиям [1]. В настоящее время оценка генеалогической структуры стада часто дополняется анализом животных по группам крови [2, 3]. Многими исследованиями доказана надежность использования групп крови как генетических маркеров в оценке генотипов крупного рогатого скота [4]. Группы крови животных не изменяются в онтогенезе, имеют кодоминантный тип наследования и их легко определять на ранних стадиях развития животного в лабораторных условиях [5, 6]. Группа крови – это сочетание эритроцитарных антигенов, которые передаются от родителей к потомству. Наследование факторов крови у каждого вида животных контролируется несколькими генами. Большинство факторов крови наследуется по типу аллеломорфных признаков: наличие в хромосомах различных аллелей обуславливает наследование тех или иных антигенов. При этом факторы крови могут наследоваться как поодиночке, так и целыми группами или комплексами, включающими от 2 до 8 и более антигенов каждая. Каждый ген (точнее, группа аллелей, находящихся в определенном локусе определенной хромосомы) управляет наследованием одной системы крови, включающей от одного до

нескольких десятков факторов крови, которые, как уже было сказано, могут образовывать комплексы или группы. У крупного рогатого скота выявлено 13 систем крови [7].

Наибольший интерес иммуногенетиков во всех странах, работающих с крупным рогатым скотом, вызывает EAB-локус. Использование EAB-аллелей в качестве основных генетических маркеров групп крови при совершенствовании пород, стад, линий является актуальным [8]. Интерес этим локусом вызван тем, что антигенные факторы, контролируемые им, наследуются, в основном, сцеплено.

Сельхозпредприятие СПК «Соколовский» Сахалинской области разводит чистопородный голштинский племенной крупный рогатый скот сахалинской популяции с 1969 года. С 2008 года СПК имеет статус племенного репродуктора. В сотрудничестве с Голольным центром по воспроизводству сельскохозяйственных животных (пос. Быково, Московской области) и Сахалинским НИИСХ ведется большая селекционная работа по воспроизводству стада крупного рогатого скота, что позволяет из года в год получать высокие надои молока и стабильные привесы животных. Животные обладают выраженным молочным типом, стойко передают свои качества потомству, отличаются однородностью и стабильностью

селекционных признаков, адаптированы к природно-климатическим условиям Сахалинской области. Высокая молочная продуктивность коров сохраняется на уровне 5-6 тыс. кг молока за 305 дней лактации на протяжении 5 лет. По итогам работы за 2021 год средний удой молока на 1 корову по стаду составил 6795 кг. В сельхозпредприятии проводятся мероприятия по созданию условий содержания и кормления племенных животных, обеспечивающие максимальную реализацию их генетического потенциала. Соблюдаются все зоотехнические и ветеринарные требования при работе с поголовьем и реализации племенной продукции. Хозяйство выращивает племенных животных для комплектования собственного стада и для реализации племенного поголовья в товарные сельхозпредприятия и индивидуальным предпринимателям [9, 10, 11].

Цель исследования. Изучить аллелофонд EAB-локуса групп крови быков-производителей голштинской породы основных четырех линий, используемых в стаде СПК «Соколовский» Сахалинской области, и определить межлинейные генетические различия.

Объекты и методы исследования. Материалом для исследований служили данные EAB-локуса групп крови 69 быков-производителей, представляющих современную генеалогическую структуру голштинского крупного рогатого скота, разводимого в СПК «Соколовский» Сахалинской области. Все быки-производители принадлежат четырем линиям: Рефлекшн Соверинг СА 198998 (n=17), Уес Идеал US 933122 (n=23), Вис Бэк Айдеал 1013415 (n=22) и Монтвик Чифтейн СА 95679 (n=7).

Для анализа EAB аллелофонда быков-производителей были использованы данные каталогов и справочная информация из интернет-источников для уточнения генотипов быков-производителей.

На основании данных групп крови быков-производителей голштинской породы согласно линейной принадлежности были проведены расчеты частоты

встречаемости аллелей EAB-локуса (q), генетического сходства (r), статистической ошибки (m_r), генетических дистанций (расстояний) (d), степени гомозиготности (C_a), числа эффективных аллелей (N_a), а также выявлены специфические и общие аллели [12]. Для графического отображения генетических связей между изученными группами построили дендрограмму методом невзвешенной попарной кластеризации по показателям генетических дистанций [13]. Статистическая обработка данных проводилась с использованием компьютерной программы «Microsoft Excel».

Результаты исследований и их обсуждения. В исследованной выборке у быков-производителей (69 голов) было установлено 29 EAB-аллелей групп крови (табл. 1). В работе со стадом СПК «Соколовский» широкое распространение получила линия Вис Бэк Айдеал 1013415. В группе выявлено 17 EAB-аллелей. Наиболее часто встречались аллели $G_2Y_2E'_2Q'$, $O_4D'E'_3F'G'O'$ и b, 68,2% животных являются носителями этих аллелей. Только у быков этой линии встречались $B_2G_2KO_4Y_2A'_2O'$, $B_2I'P'Q'$, QQ' и O' .

Линия Монтвик Чифтейн 95679 в СПК «Соколовский» – вторая по численности маточного поголовья линия. В 2005–2007 годах в сельхозпредприятии использовали быков Кубок 1459 и Кодек 1452, принадлежащих к этой линии и являющихся носителями CV-аллеля. CVM – рецессивный аллель (Complex Vertebral Malformation) – комплекс аномалий позвоночника. Точковая мутация CVM наследуется по Менделю, как простой аутосомно-рецессивный признак [14]. В выборке было 7 быков, всего выявлено 10 аллелей, из них часто встречались $G_2Y_2E'_2Q'$ и b. У 71,4% животных данные аллели были выявлены. Оригинальные аллели не установлены.

У быков линии Уес Идеал US 933122 обнаружено 15 аллелей, с высокой частотой встречались B_2O_1V' , $G_2Y_2E'_2Q'$, $O_4D'E'_3F'G'O'$ и b. 91% быков – носители этих аллелей. Характерными для этой ли-

нии являются аллели G_2I_1 , $O_2E'_3G'O'Q'G''$, $O_4A'_2$ и O' .

У быков линии Рефлекшн Соверинг СА 198998 выявлено 16 аллелей. Из них часто встречались B_2O_1B' , $G_2Y_2E'_2Q'$ и $O_4D'E'_3F'G'O'$. 82% быков – носители данных аллелей. Аллели $B_2Y_2E'_3A'_2G'Q'G''$, $B_2G'G''$ и Y_2 обнаружены только у быков этой линии.

Общими для всех линий являются шесть аллелей – $G_2Y_2E'_2Q'$, $I_1(I_2)$, $O_4Y_2A'_2$,

$O_4D'E'_3F'G'O'$, $O_4E'_3G''$ и b . Анализ распределения часто встречающихся ЕАВ-аллелей у быков в линиях показал, что наибольшее распространение получили аллели $G_2Y_2E'_2Q'$, $O_4D'E'_3F'G'O'$ и b , которые встречались у 75,4% быков. Часто встречающийся аллель B_2O_1B' в линиях Рефлекшн Соверинг СА 198998 и Уес Идеал US 933122 не был выявлен у быков линий Монтвик Чифтейн СА 95679 и Вис Бэк Айдеал 1013415.

Таблица 1 – Частота встречаемости ЕАВ-аллелей у быков-производителей разных линий

№	Аллель ЕАВ-локуса	Линии			
		Рефлекшн Соверинг СА 198998 n=17	Уес Идеал US 933122 n=23	Вис Бэк Айдеал 1013415 n=22	Монтвик Чифтейн СА 95679 n=7
1	$B_2G_2KO_4Y_2A'_2O'$	0	0	0,0227	0
2	B_2O_1	0,0294	0,0217	0	0,0714
3	B_2O_1B'	0,1765	0,1087	0	0
4	$B_2O_2Y_2E'_3A'_2G'Y'Q'G''$	0,0294	0	0	0
5	$B_2Y_2E'_3A'_2G'Q'G''$	0,0294	0	0	0
6	$B_2G'G''$	0,0294	0	0	0
7	$B_2I'P'Q'$	0	0	0,0227	0
8	G_2I_1	0	0,0217	0	0
9	G_2O_1	0,0294	0,0217	0,0227	0
10	$G_2Y_2E'_2Q'$	0,1765	0,3478	0,2500	0,2143
11	$I_1(I_2)$	0,0294	0,0434	0,0682	0,0714
12	O_1	0,0294	0	0,0227	0
13	$O_1A'_2$	0,0294	0,0217	0	0
14	$O_2Y_2E'_3G'G''$	0,0294	0	0,0455	0
15	$O_2E'_3G'O'Q'G''$	0	0,0217	0	0
16	$O_2A'_2J'_2K'O'$	0	0	0,0455	0,0714
17	$O_4A'_2$	0	0,0217	0	0
18	$O_4Y_2A'_2$	0,0294	0,0434	0,0227	0,0714
19	$O_4D'E'_3F'G'O'$	0,1176	0,1087	0,1136	0,0714
20	$O_4E'_3G'G''$	0	0	0,0227	0,0714
21	$O_4E'_3G''$	0,0294	0,0434	0,0682	0,0714
22	Q	0	0	0	0
23	QQ'	0	0	0,0227	0
24	Y_2	0,0294	0	0	0
25	E'_2	0	0	0,0455	0
26	I'	0	0	0,0227	0
27	O'	0	0,0217	0	0
28	Q'	0	0,0217	0,0227	0,0714
29	b	0,1764	0,1521	0,1591	0,2143
Число аллелей		16	15	17	10
Ca		11,7	17,7	12,1	13,2
Na		8,5	5,6	8,2	7,5

Одним из факторов, обеспечивающих успех в селекционной работе, является наличие в стаде генетической изменчивости.

Линии голштинских быков-производителей, используемые в СПК «Соколовский», имели различия по степени консолидации наследственного материала, выражаемого коэффициентом гомозиготности – C_a . Высокую степень гомозиготности имеет линия Уес Идеал US 933122 ($C_a=17,7\%$) и самое низкое число эффективных аллелей ($N_a=5,6$) (табл. 1). Низкое количество эффективных аллелей свиде-

тельствует о сокращении генетической полиморфности у отобранной группы животных, что вызвано направленной селекцией (с целью повышения продуктивности при скрещиваниях, как правило, использование ограниченного числа высокоценных быков-производителей). Более низкий коэффициент установлен в линиях Рефлекшн Соверинг СА 198998 ($C_a=11,7\%$) и Вис Бэк Айдеал 1013415 ($C_a=12,1\%$), здесь большее число эффективных аллелей $N_a=8,2-8,5$, что указывает на высокий уровень генетической изменчивости.

Таблица 2 – Генетическое сходство ($r \pm m_r$, по вертикали) и генетическое расстояние (d , по горизонтали) между быками-производителями разных линий голштинского крупного рогатого скота, используемых в СПК «Соколовский»

	Рефлекшн Соверинг СА 198998	Уес Идеал US 933122	Вис Бэк Айдеал 1013415	Монтвик Чифтейн СА 95679
Рефлекшн Соверинг СА 198998		0,8727 $\pm 0,0781$	0,7792 $\pm 0,1011$	0,7399 $\pm 0,1510$
Уес Идеал US 933122	0,1273		0,9044 $\pm 0,0636$	0,8378 $\pm 0,1177$
Вис Бэк Айдеал 1013415	0,2208	0,0956		0,8983 $\pm 0,0952$
Монтвик Чифтейн СА 95679	0,2601	0,1622	0,1017	

На последнем этапе исследований были определены индексы генетического сходства и генетические дистанции между быками-производителями разных линий голштинского скота, рассчитанные по частоте EAB-локуса групп крови (табл. 2). Анализ уровня генетического сходства показал максимальное сходство между линиями Вис Бэк Айдеал 1013415 и Уес Идеал US 933122 ($r=0,9044$), что является следствием большого числа однотипных аллелей у быков-производителей в обеих линиях. Меньшее сходство выявлено между линиями Монтвик Чифтейн 95679 и Рефлекшн Соверинг СА 198998 ($r=0,8378$).

На основании полученных показателей генетического сходства и генетической дистанции была построена дендрограмма (рис.), которая наглядно показывает генетические дистанции по частоте

EAB-локуса между быками-производителями разных линий голштинской породы.

Анализ дендрограммы показал, что быки линии Вис Бэк Айдеал 1013415 и Уес Идеал US 933122 образуют кластер, это свидетельствует об их высоком генетическом сходстве. Ближе к этим линиям находятся быки линии Монтвик Чифтейн 95679. На большом удалении находится линия Рефлекшн Соверинг СА 198998, генетический фонд быков данной линии, очевидно, формировался в условиях генетического баланса, отличающегося от остальных линий.

Выводы. Таким образом, при дальнейшем разведении голштинского скота в СПК «Соколовский» Сахалинской области по линиям для повышения эффекта селекции необходимо учитывать генетические различия между отдельными линиями. Для сохранения и оптимизации гено-

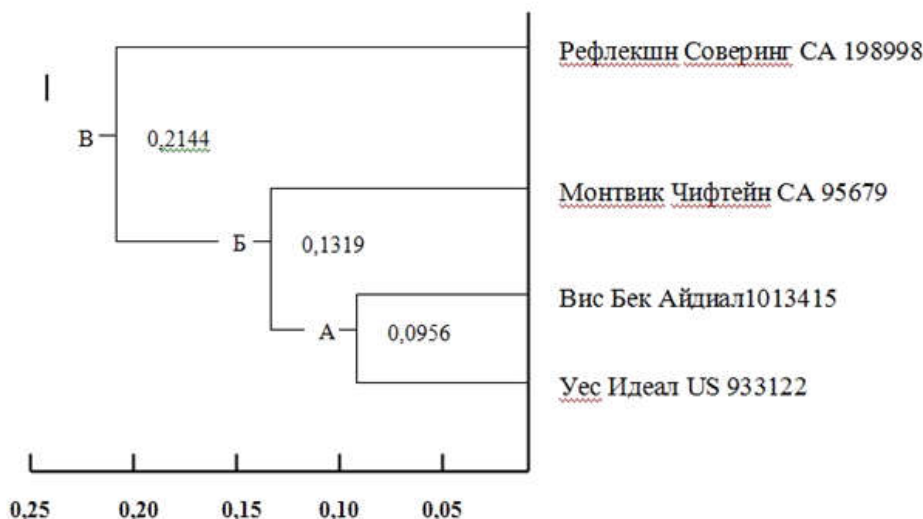


Рисунок. Дендрограмма, характеризующая генетические расстояния между линиями голштинского крупного рогатого скота, разводимого в СПК «Соколовский»

фонда стада, типичного для крупного рогатого скота данного сельхозпредприятия, необходимо при закреплении быков-

производителей учитывать их генетические особенности по генетическим маркерам.

Список источников

1. Кузнецов В.М., Ревина Г.Б. Пути формирования сахалинской популяции голштинской породы скота на Дальнем Востоке // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 7(38). Часть 2. С. 111–115. EDN: UCQPDD
2. Габидулин В.М. Характеристика генеалогической структуры стада маток абердин-ангусской породы по группам крови и ДНК-маркеру CASTUOGC282G // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2023. № 2. С. 156–162. EDN: JFDAAN. doi:10.31677/2072-6724-2023-67-2-156-162.
3. Рыскина Е.А., Гильмиярова Ф.Н. Групповые антигены у различных животных // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2015. № 1. С. 25–34. EDN: TIVUZV. doi: 10.22363/2312-797X-2015-1-25-34.
4. Романов Ю.Д., Кольцов Д.Н., Гонтов М.Е., Чернушенко В.К. Использование систем В и С групп крови при анализе происхождения крупного рогатого скота // Сельскохозяйственный журнал. 2016. № 9. Т. 1. С. 182–185. EDN: ZZZYVM
5. Шукорова Е.Б. Эритроцитарные антигены групп крови в селекции голштинского крупного рогатого скота на устойчивость к болезням // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 6. С. 84–88. EDN: JMETDB. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10616
6. Шаталина О.С., Ярышкин А.А., Лешонок О.И. Отличительные особенности аллелофонда групп крови различных пород крупного рогатого скота // Генетика и разведение животных. 2023. № 2. С. 85–97. EDN: EFAMXT. doi: 10.31043/2410-2733-2023-2-85-97
7. Гонтов М.Е., Кольцов Д.Н., Дмитриева В.И. Характеристика линий сычевской породы крупного рогатого скота по генетическим маркерам // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2020. Т. 9. № 1. С. 4–7. EDN: SYVBHH. doi: 10.34617/jsp0-4075
8. Подречнева И.Ю., Баранов А.В. Использование иммуногенетических маркеров групп крови при оценке маточных семейств костромской породы крупного рогатого скота // Владимирский земледелец. 2014. № 4(70). С. 32–34. EDN: UCTLHF
9. Кузнецов В.М. Сахалинская популяция голштинской породы : монография. Чебоксары: Издательский дом «Среда», 2020. 248 с. EDN: ZLNADC. doi: 10.31483/a-214
10. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2021 год). М.: Издательство ФГБНУ ВНИИплем, 262 с.
11. Ревина Г.Б., Асташенкова Л.И. Повышение продуктивного долголетия коров голштинской породы // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 8 (74). С. 84–88. doi: 10.23670/IRJ.2018.74.8.017
12. Машуров А.М., Сухова Н.О., Царев Р.О., Тхань Х.Х. Алгоритмы иммунобиохимической генетики: учеб.-метод. пособие. Новосибирск: СО РАСХ, 1998. 112 с.

13. Машуров А.М. Учитывать генетические дистанции между породами при селекции // Животноводство. 1984. № 2. С. 21–23.
14. Методика оценки и использование ПЦР-РВ для элиминации мутантных аллелей BL и CV в популяциях черно-пестрой породы крупного рогатого скота : методическое пособие / Н.С. Марзанов, Г.В. Ескин, И.С. Турбина, Н.А. Попов, Д.А. Дервишов, М.Х. Тохов, А.Н. Попов, А.А. Некрасов, В.А. Нагорный, О.О. Гетоков, Я.И. Алексеев, С.Н. Марзанова. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 20 с. EDN: UCKEGH

References

1. Kuznetsov V.M., Revina G.B. The formation of the Sakhalin population of Holstein breed of cattle in the Far East. *International research journal*. 2015;7(38):Part 2:111–115 (In Russ.)
2. Gabidulin V.M. Characteristics of the genealogical structure of the herd of Aberdeen-Angus breed by blood types and DNA marker CASTUOGC282G. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2023;(2):156-162 (In Russ.). doi:10.31677/2072-6724-2023-67-2-156-162
3. Ryskina E.A., Gilmiyarova F.N. Group antigens of various animals. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2015;1:25-34 (In Russ.) doi: 10.22363/2312-797X-2015-1-25-34
4. Romanov J.D., Koltsov D.N., Gontov M.E., Chernushenko V.K. Using B and C systems of blood groups in the analysis of the cattle origin. *Agricultural journal*. 2016;Vol.1.No9:182-185 (In Russ.)
5. Shukyurova E.B. Blood group antigens in the breeding of Holstein cattle for disease resistance. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2020;Vol.34.No6:84-88 (In Russ.). doi: 10.24411/0235-2451-2020-10616
6. Shatalina O., Yaryshkin A., Leshonok O. Distinctive features of the allelofund of blood groups of various breeds of cattle. *Genetics and breeding of animals*. 2023;(2):85-97 (In Russ.). doi.org/10.31043/2410-2733-2023-2-85-97
7. Gontov M.E., Koltsov D.N., Dmitrieva V.I. Characteristic of lines of cattle of Sychevskaya breed by genetic markers. *Collection of Scientific Papers of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine*. 2020;Vol. 9.No1:4-7 (In Russ.). doi: 10.34617/jsp0-4075
8. Podrecheva I.U., Baranov A.V., Use of immunogenetic markers of blood types at in assessment of uterine families of the Kostroma breed of cattle. *Vladimirskij zemledelec*. 2014;4(70):32–34 (In Russ.)
9. Kuznetsov V.M. Sahalinskaya populyaciya golshtinskoj porody [Sakhalin Holstein population]. Monograf. Cheboksary. 2020. 248 p. (In Russ.). doi: 10.31483/a-214 (In Russ.)
10. Ezhegodnik po plemennoj rabote v molochnom skotovodstve v hozyajstvah Rossijskoj Federacii (2021 god) [Yearbook on breeding work in dairy cattle breeding on farms of the Russian Federation]. Moscow. 2262 p. (In Russ.)
11. Revina G.B., Astashenkova L.I. *International research journal*. 2018; 8(74):84–88 (In Russ.). doi: 10.23670/IRJ.2018.74.8.017
12. Mashurov A.M., Suhova N.O., Carev R.O., Than' H.H. Algoritmy im-munobiohimicheskoj genetiki [Algorithms for immunobiochemical genetics]. Novosibirsk. 1998. 112 p. (In Russ.)
13. Mashurov A.M. Uchityvat' geneticheskie distancii mezhdru porodami pri selekcii [Take into account genetic distances between breeds when breeding]. *Zhivotnovodstvo*. 1984;2:21–23 (In Russ.)
14. Marzanov N.S., Eskin G.V., Turbina I.S. [et al.] Metodika ocenki i ispol'zovanie PCR-RV dlya eliminacii mutantnyh allelej BL i CV v populyacijah cherno-pestroj porody krupnogo rogatogo skota. Metodicheskoe posobie [Methodology for assessment and use of RT-PCR for the elimination of mutant BL and CV alleles in populations of black-and-white cattle. Methodological manual]. Moscow. Rosinformagrotekh, 2014. 20 (In Russ.).

Информация об авторах

Елена Борисовна Шукюрова – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник;
Нурбий Сафарбиевич Марзанов – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, профессор.

Information about the authors

Elena B. Shukyurova – Candidate of Science (Biology), Leading Researcher;
Nurbij S. Marzanov – Doctor of Science (Biology), Chief Researcher, Professor.

Статья поступила в редакцию 20.03.2024; одобрена после рецензирования 08.04.2024; принята к публикации 16.04.2024.

The article was submitted 20.03.2024; approved after reviewing 08.04.2024; accepted for publication 16.04.2024.