

- ous physical activity and increase visceral fat deposition before reaching adulthood // *Laboratory Animals*. 2022. Vol. 4. No. 4. PP. 234–247.
14. Scariot P.P., Manchado-Gobatto F.B., Beck W.R. et al. Monocarboxylate transporters (MCTs) in skeletal muscle and hypothalamus of less or more physically active mice exposed to aerobic training *Life Sciences*. 2022. Vol. 1. No. 307. PP. 120–128.
15. Pereira K.H.N.P., Lourenço M.L. Reanimação neonatal de cães e gatos ao nascimento // *Rev Bras Reprod Anim*. 2022. Vol. 46. P. 3–16. <https://doi.org/10.3390/ani12233426>
16. Tanner A.R., Kennedy V.C., Lynch C.S. et al. In vivo investigation of ruminant placenta function and physiology // *Journal of animal science*. 2022. Vol. 100. No. 6. PP. 1023–1043. <https://doi.org/10.1093/jas/skac045>

Поступила в редакцию 25.04.2024

Принята к публикации 09.05.2024

УДК 636.2.034

DOI: 10.31857/S2500208224050201, EDN: zrsher

ПОДХОДЫ В ОЦЕНКЕ И СОХРАНЕНИИ ГЕНОФОНДА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ХОЛМОГОРСКОЙ ПОРОДЫ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ*

Валентин Петрович Прожерин, доктор сельскохозяйственных наук

Ия Витальевна Селькова, старший научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук, г. Архангельск, Россия

E-mail: selkova2458@bk.ru

Аннотация. В статье представлены результаты мониторинговых иммуногенетических исследований по происхождению животных холмогорской породы крупного рогатого скота для установления их породного генетического паспорта по EAB-локусу групп крови. Отмечена важность определения статуса племенных животных с учетом форм выявленного состояния эритроцитарных антигенов для регистрации в федеральной государственной информационно-аналитической системе племенных ресурсов РФ. В племенных хозяйствах Архангельской области за последние 29 лет общее число протестированных на достоверность происхождения составило 57311 голов. Процент достоверности у подконтрольного поголовья стад варьировал от 86,95 (1995–2000 годы) до 97,28% (2016–2020). Чтобы составить генетический паспорт племенных женских особей породы, имеющих кровность до 75% по голштинцам, допущенным для селекционных целей при работе с холмогорским скотом, мы провели иммуногенетическое тестирование, которое выявило 46 аллелей EAB-локуса. Суммарная частота аллелей EAB-локуса у животных первой и второй групп со специфическими (типичные) для холмогорской породы и с уникальными аллелями – 69,38%. В третьей группе животных с аллелями допущенной голштинской породы суммарная частота на уровне 30,6%, в четвертой группе с аллелями по недопущенным породам – 0,02%. Концентрация аллелей G_2O_2 , B_2O_2 , $B_2G_2KA'B'G'O'G''$, $B_2E'_2G'$, $B_2O_2Y_2D'$, Q очень низкая, они встречаются только у отдельных особей. Степень гомозиготности (теоретическая) – 5,6%, количество эффективных аллелей – 17,9.

Ключевые слова: Архангельская область, холмогорская порода крупного рогатого скота, мониторинг, аллели EAB-локуса групп крови, гомозиготность, суммарная частота встречаемости аллелей

ASSESSMENT AND PRESERVATION OF THE GENE POOL OF THE DOMESTIC KHOLMOGORSK CATTLE BREED IN THE ARKHANGELSK REGION

V.P. Prozherin, *Grand PhD in Agricultural Sciences*

I.V. Selkova, *Senior Researcher*

FECIAR UrB RAS, Arkhangelsk, Russia

E-mail: selkova2458@bk.ru

Abstract. The article presents the results of monitoring immunogenetic studies on the origin of Kholmogory cattle to establish their breed genetic passport for the EAB locus of blood groups. The importance of determining of the breeding animals statute taking into account the forms of the identified state of erythrocyte antigens for the purpose of registration in the federal state information and analytical system of breeding resources of the Russian Federation is noted. In breeding farms of the Arkhangelsk region over the past 29 years, the total number of animals tested for the reliability of origin was 57,311. The percentage of reliability in the monitored livestock numbers varied from 86.95% (1995–2000) to 97.28% (2016–2020). To establish the genetic passport of breeding female tribal species of the breed with up to 75% Holstein bloodline approved for breeding purposes when working with Kholmogory cattle, we conducted immunogenetic testing, which revealed 46 alleles of the EAB locus. The total frequency of the EAB locus alleles in animals of groups 1-2 with specific (typical) for the Kholmogory breed and with unique alleles was 69.38%. In group 3 of animals with alleles of the approved Holstein breed, the total frequency was set at 30.6%, in group 4 with alleles of

* Работа выполнена в рамках НИОКТР FUUW – N2022-0059 «Формирование системы совершенствования и рационального использования отечественных генетических ресурсов пород молочного скота» / The work was carried out within the framework of the FUUW – N2022-0059 R&D center “Formation of a system for improving and rational use of domestic genetic resources of dairy cattle breeds”.

unapproved breeds – 0.02%. It was established that the concentration of alleles *G2O2*, *B2O2*, *B2G2KA'B'G'O'G'*, *B2E'2G'*, *B2O2Y2D'*, *Q* is very low, they are found only in some individuals. The degree of homozygosity (theoretical) is 5.6%, the number of effective alleles is 17.9.

Keywords: Arkhangelsk region, Kholmogorsky cattle breed, monitoring, alleles of the EAB-locus of blood groups, homozygosity, total frequency of occurrence of alleles

Вопросы сохранности национальных племенных ресурсов приобретают большую значимость. Возможности оценки генетической ситуации в селекции генфондных пород крупного рогатого скота РФ, включая холмогорскую, особенно актуальны. Ведение и перспективы использования базы генетической наследственности и изменчивости создают основу успешной селекции сельскохозяйственных животных в направлении повышения их производительных возможностей.

История создания холмогорской породы началась в XVII веке в Двинском уезде на севере Русского государства. Несмотря на высокую приспособленность животных к разным условиям, при переходе на интенсивные технологии промышленного содержания возникла необходимость улучшить их качества. Требовалось получить животных с приспособленной к машинному доению формой вымени, повысить скорость молокоотдачи и молочную продуктивность. С 1980 года начали использовать быков голштинской породы на холмогорском маточном поголовье. Определяющий фактор по увеличению производства продуктов животноводства – грамотное ведение селекционно-племенной работы со стадом. Племенная работа на современном этапе ее развития все больше выходит на уровень генетического анализа селекционных процессов. Без знания генотипа животного нельзя в полной мере судить о его индивидуальности, наследственности и изменчивости, ориентируясь лишь на фенотип проявления селекционируемых признаков. [1] В 2001 году был официально утвержден тип «Северный» холмогорской породы, полученный прилитием крови голштинского скота. Архангельская популяция племенных животных как основная часть отечественной холмогорской породы представляет особый научный интерес. Большинство хозяйств России переходит на разведение голштинской породы молочного направления продуктивности, более требовательной к условиям кормления и содержания, сокращается доля поголовья отечественных пород, что может привести к их полному исчезновению. Актуально находить способы сохранения ценных наследственных особенностей, характерных для отечественного скота с помощью иммуногенетического мониторинга. [2, 4]

Ведение и перспективы целенаправленного использования базы генетической наследственности и изменчивости обеспечивают успешную селекцию сельскохозяйственных животных в направлении повышения их производительных возможностей. [3]

Признавая и регистрируя новое породное образование как селекционное достижение, целесообразно ввести в качестве обязательного требования – наличие по нему группового генетического паспорта. Наиболее доступный метод его формирования – сводная характеристика аллелофонда систем групп крови подконтрольных животных.

Цель работы – проведение мониторинговых иммуногенетических исследований по происхождению животных холмогорской породы крупного рогатого скота для установления их породного генетического паспор-

та по EAB-локусу групп крови, идентификация племенных животных породы по группам крови с определением их генотипа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Информативная база для проведения аналитических расчетов – данные по аллелофонду локуса EAB, полученные в лаборатории иммуногенетической экспертизы ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН. Объект изучения – женские особи холмогорской породы (чистопородные), принадлежащие племенным хозяйствам Архангельской области (n = 2379). Все животные были с подтвержденным происхождением по отцу и матери. Установлению породного генетического паспорта по EAB-локусу групп крови предшествовали мониторинговые исследования групп крови животных по поколениям. Достоверность происхождения потомков определяли по Й. Матоушеку (1964), аллели выделяли в семейном анализе согласно методикам П.Ф. Сорокового. Показатели, характеризующие иммуногенетическую структуру совокупности подконтрольных животных, рассчитали по методикам, рекомендованным Е.К. Меркурьевой. Полученные данные обрабатывали в Microsoft Excel (2005) с использованием баз данных федеральной системы племенного учета «Селэкс. Молочный скот».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Достоверность происхождения животных необходима для достижения эффективности селекционно-племенной работы. В хозяйствах Архангельской области проверено происхождение 57311 гол. КРС (рис. 1).

Процент достоверности происхождения племенных животных варьирует от 86,95 (1995–2000 годы) до 97,28% (2016–2020). Результаты указывают на высокую культуру ведения зоотехнической работы в селекционируемых стадах (рис. 2).

Генофонд пород не может быть постоянным. Скрещивание, а также возможные мутационные процессы, происходящие внутри популяции, влияют на динамику частоты встречаемости аллелей, вызывают их изменение, дрейф и элиминацию. Масштабная голштинизация холмогорского скота привела к увеличению разнообразия аллелей EAB-локуса групп крови, связанных с улучшающей породой, но многие аллели холмогорской



Рис. 1. Количество протестированных животных за 29 лет.

породы сохранились в популяции. [5] Это стало основой определения своеобразия уникального генофонда отечественной *холмогорской* породы КРС в Архангельской обл.

Были сформированы четыре группы животных в зависимости от характеристики аллелей. В первую вошли животные со специфическими (типичные) аллелями для *холмогорской* породы, вторую – с уникальными *холмогорской* породы, третью – с аллелями допущенной для селекционных целей породы (*голлитинская*), четвертую – с аллелями по недопущенной породе.

Значения частоты аллелей EAB-локуса групп крови животных представлены на рисунках 3–5.

По четвертой группе животных отмечен единственный аллель $V_2I'Q'$, имеющий значение по удельному весу – 0,02%.

На основании проведенных иммуногенетических исследований выявлено 46 аллелей EAB-локуса, суммарная частота аллелей EAB-локуса групп крови первой и второй групп животных составила 69,38%, третьей – 30,6, четвертой – 0,02% (см. таблицу).

Установлено, что концентрация аллелей G_2O_2 , V_2O_2 , $V_2G_2KA'B'G'O'G''$, $V_2E'G'$, $V_2O_2Y_2D'$, Q очень низкая, они встречаются только у отдельных особей. Данные таблицы указывают на грамотную и целенаправленную работу зоотехнической службы племенных хозяйств привнесено 30,6% генетического материала.

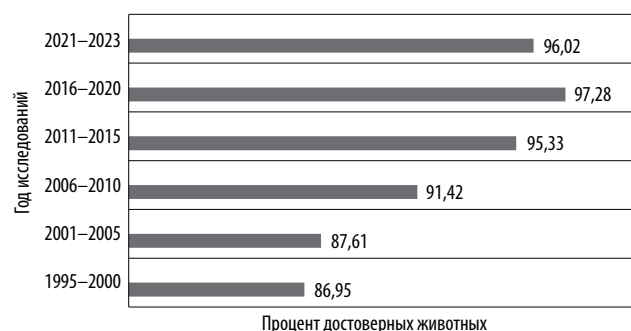


Рис. 2. Показатели достоверности происхождения племенных животных породы за 29 лет, %

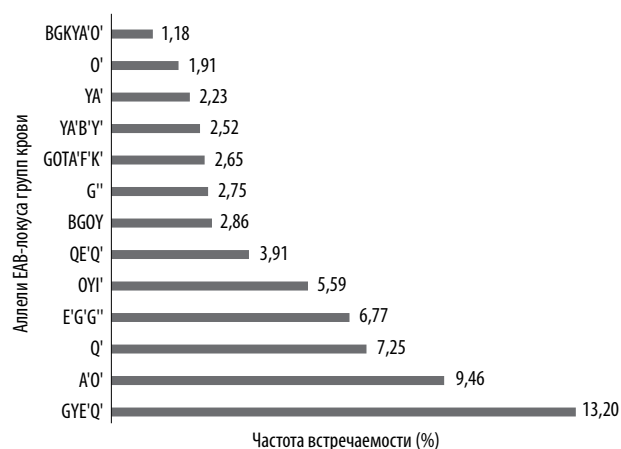


Рис. 3. Значения частоты специфических (типичные) аллелей EAB-локуса групп крови для *холмогорской* породы.

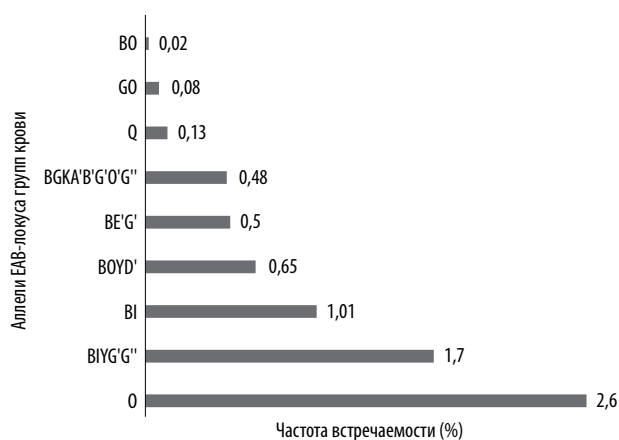


Рис. 4. Значения частоты уникальных аллелей EAB-локуса групп крови у *холмогорской* породы.

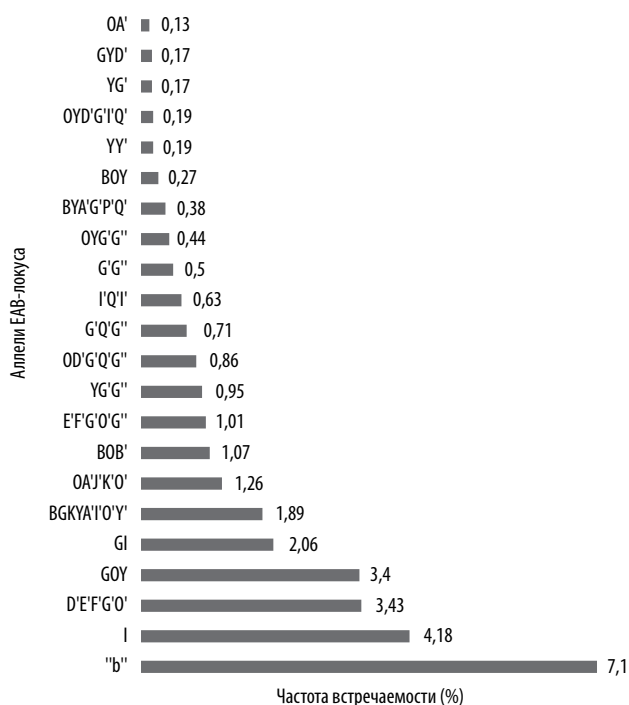


Рис. 5. Значения частоты аллелей EAB-локуса групп крови допущенной (*голлитинская*) породы.

Мониторинг аллелофонда животных *холмогорской* породы Архангельской обл.

Показатель	Частота аллелей EAB-локуса групп крови, %
Суммарная частота аллелей типичных для <i>холмогорской</i> породы	62,2
Суммарная частота уникальных для породы аллелей EAB-локуса	7,18
Суммарная частота аллелей EAB-локуса допущенной (<i>голлитинская</i>) породы	30,6
Частота аллелей EAB-локуса недопущенной породы	0,02

По состоянию аллелофонда и показателей уровня гомозиготности в стаде можно формировать и поддерживать генетически различающиеся между собой структурные единицы. Численность максимально возможных «гомозиготных» структур в породе можно определить, приняв весь аллелофонд (аллелотип стада) за единицу и разделив на показатель гомозиготности. Результат будет соответствовать эффективным аллелям и отражать состояние гетерозиготности по данному локусу, а по значимости приближаться к категории изогенных «чистых» линий. В этих, искусственно изолируемых подбором единицах, ведется селекция на устойчивое наследование признаков. Степень гомозиготности (теоретическая) составляет 5,6%, количество эффективных аллелей – 17,9.

Выводы. В исследованиях с использованием иммуногенетического мониторинга определен генетический паспорт *холмогорской* породы крупного рогатого скота по EAV-локусу групп крови, который позволяет устанавливать в подконтрольных популяциях племенных животных наличие генетических ресурсов старейшей генофондной породы КРС России.

Поголовье *холмогорской* породы архангельской популяции, полученное от поглотительного скрещивания, по аллелофонду неуклонно трансформируется в *голштинскую*. В результате узкий генеалогический спектр улучшающей породы переносится в племенную часть *холмогорской*. Поэтому необходимо поддержание численности линий и семейств породы с помощью генетических маркеров. Это позволит избежать негативных последствий родственных спариваний, а также обеспечит нивелирование возможного нарастания в селекционируемых стадах породы уровня гомозиготности, последствия которого аналогичны прямому инбридингу. Применение данного способа идентификации племенных ресурсов возможно и для других малочисленных или исчезающих пород крупного рогатого скота РФ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Ильина А.В., Муштукова Ю.В., Хуртина О.А. Генетическая оценка состояния популяционного генофонда крупного рогатого скота ярославской породы в ОАО «Михайловское» Ярославского района // Вестник АПК Верхневолжья. 2014. № 3 (27). С. 39–42.

- Кольцов Д.Н., Гонтов М.Е., Багиров В.А. и др. Эффективность мониторинга групп крови на этапах сычевской породы крупного рогатого скота в Смоленской области // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 9. С. 44–46.
- Коновалов А.В., Ильина А.В., Хуртина О.А., Зверева Е.А. Иммуногенетические маркеры популяции крупного рогатого скота ярославской породы // Интенсивные технологии производства продукции животноводства: Сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. Пенза. РИО ПГСХА, 2015. С. 28–32.
- Марзанова Л.К., Попов Н.А. Контроль за генетической изменчивостью в стадах молочных пород // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 8. С. 16–18. <https://www.doi.org/10.25632/MMS.2018.75.35.004>
- Новиков А.А., Хрунова А.И., Рыжова Н.Г. Влияние голштинизации скота холмогорской породы на частоты встречаемости аллелей EAV-локуса групп крови. Сб. ст. X Междунар. науч.-практ. Конф., посвященной 180-летию со дня рождения Н.В. Верещагина. Тверь, С. 136–139.

REFERENCES

- Il'ina A.V., Mushtukova Yu.V., Hurtina O.A. Geneticheskaya ocenka sostoyaniya populyacionnogo genofonda krupnogo rogatogo skota yaroslavskoj porody v ОАО «Mihajlovskoe» Yaroslavskogo rajona // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2014. № 3 (27). S. 39–42.
- Kol'cov D.N., Gontov M.E., Bagirov V.A. i dr. Effektivnost' monitoringa grupp krovi na etapah sychevskoj porody krupnogo rogatogo skota v Smolenskoj oblasti // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2015. T. 29. № 9. S. 44–46.
- Konovalev A.V., Il'ina A.V., Hurtina O.A., Zvereva E.A. Immunogeneticheskie markery populyacii krupnogo rogatogo skota yaroslavskoj porody // Intensivnye tekhnologii proizvodstva produkcii zhivotnovodstva: Sb. st. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Penza. RIO PGSHA, 2015. S. 28–32.
- Marzanova L.K., Popov N.A. Kontrol' za geneticheskoy izmenchivost'yu v stadah molochnyh porod // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2018. № 8. S. 16–18. <https://www.doi.org/10.25632/MMS.2018.75.35.004>
- Novikov A.A., Hrunova A.I., Ryzhova N.G. Vliyanie golshtinizacii skota holmogorskoj porody na chastoty vstrechaemosti allelej EAV-lokusa grupp krovi. Sb. st. X Mezhdunar. nauch.-prakt. Konf., posvyashchennoj 180-letiyu so dnya rozhdeniya N.V. Vereshchagina. Tver', S. 136–139.

Поступила в редакцию 06.05.2023
Принята к публикации 20.05.2023