

DOI 10.12345/2307-2873_2021_33_70

УДК 636.271:636.051

ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЛЕЛЕЙ ЕАВ-ЛОКУСА ГРУПП КРОВИ ГЕНОФОНДНОЙ ПОПУЛЯЦИИ ХОЛМОГОРСКОГО СКОТА РЕСПУБЛИКИ КОМИ

С.В. Николаев, канд. вет. наук,

Институт агробиотехнологий им. А.В. Журавского Коми НЦ УрО РАН,

ул. Ручейная, д.27, г. Сыктывкар, Россия, 167023

E-mail: semen.nikolaev.90@mail.ru

Аннотация. Продолжающаяся метизация холмогорского скота голштинским ставит под вопрос дальнейшее существование породы, и в ближайшей перспективе ее генофонд будет потерян, а вместе с ним и ряд адаптационных и других хозяйственно-полезных качеств данных животных. Коми – один из немногих регионов, где удалось сохранить популяцию и племенной материал чистопородного и слабо голштинизированного холмогорского скота. С использованием данных племенного учета в сельскохозяйственных организациях Республики была выделена группа чистопородного и слабо голштинизированного (с кровностью до 25% по улучшающей породе) холмогорского скота (n=1034). У отобранных животных иммуногенетическим методом определен характер аллелей ЕАВ-локуса групп крови, частоты которых сопоставлены с результатами, полученными другими авторами по холмогорскому и голштинскому скоту. Установлено, что у выделенного генофонда распространены В-аллели А'О'2, Е'G'G", ОУ2Г', О1У2Г', В'Е'2G', G3ОТА'2Е'2F'2К', Q, В1G1О1У2, В1I2У1G'G", QE'Q', G", O2, отсутствующие у голштинской породы. Часто встречающиеся у голштинского скота аллели ОА', G", G1А', ВОУ, ВО, P1, Е'G'Q', ВОЗУА'Е'3G'P'Q'G", ВGКЕ'F"2O' у холмогорских коров не обнаружены. Реже в исследуемой популяции встречались аллели У2А'2, О2А'J'2К'О', G'G", G2У2D', распространенные среди голштинов. В исследуемом генофонде, несмотря на большее количество ЕАВ-аллелей, наблюдается более выраженная гомозиготность (на 0,014) с меньшим числом эффективных аллелей (на 2), по сравнению с результатами, полученными по холмогорской породе в 1980-е годы. Отобранная группа коров в высокой степени сохранила пул аллелей, характерных для предковой холмогорской популяции ($r=0,834...0,863$) и представляет высокую ценность для поддерживающей селекции и воспроизводства исчезающей породы.

Ключевые слова: холмогорская порода, голштинская порода, эритроцитарные антигены, аллелофонд, генетическое сходство.

Введение. Улучшение продуктивных и экстерьерных качеств отечественного скота черно-пестрого корня сводится к скрещиванию с импортной голштинской породой [1, 2]. Стоит понимать, что более высокая продуктивность помесей, по сравнению с «аборигенами», временно поддерживается за счет истощения резервов собственного организма в ущерб репродукции и жизнеспособности [3]. Насколько такая стратегия преобразования ведет к получению животных с экономически целесообразной продуктивностью, пока не совсем ясно. Тем не менее, сокращение популяций местных пород скота в результате поглощения импортными – это потеря ряда полезных генетических признаков, которые могут потребоваться для дальнейшей селекционной работы [4, 5].

Республика Коми - один из немногих регионов, где удалось сохранить популяцию и племенной материал чистопородного и слабо голштинизированного холмогорского скота. Причиной тому послужил ряд неудач прилития голштинской крови в 80-х годах прошлого столетия. Суровые климатические условия и слабая кормовая база региона естественным образом сдержала темпы голштинизации [5]. С 2000-х годов начат новый этап «улучшения» местного скота голштинской породой. Эта работа проводится главным образом в сильных хозяйствах со стабильными условиями кормления и содержания, расположенных в южной части Республики. Поэтому на сегодняшний день чистопородный холмогорский скот оттеснен к Северу и сосредоточен в мелких товарных, генофондных и фермерских хозяйствах, где нет возможности содержать голштинизированных животных.

Одним из методов оценки состояния популяции является использование генетических полиморфных систем. По временной динамике аллелофонда, контролирующего полиморфизм групп крови, можно оценить генетические процессы, произошедшие в популяции, в частности, изменение частот аллелей под влиянием межпородного скрещивания [6, 7]. Из всех систем групп крови наиболее информативной считается В-система эритроцитарных антигенов, в которой у различных пород обычно встречается несколько десятков аллелей [8].

Цель исследований – провести инвентаризацию и генетическую идентификацию сохранившегося в хозяйствах Республики чистопородного поголовья холмогорского скота для дальнейшего воспроизводства генофонда исчезающей породы.

Методика. Исследования проведены в 2018...2019 годах в племенных и товарных хозяйствах Республики Коми. Выборке подлежали чистопородные и с низкой степенью голштинизации (до 25%) коровы холмогорской породы. На основании данных племенного учета в хозяйствах была отобрана группа общей численностью 1034 животных. У коров иммуногенетическим методом был изучен характер аллелей В-системы эритроцитарных антигенов крови, и определены их частоты в изучаемой выборке.

Полученные данные сопоставлены с ретроспективными показателями частот аллелей EAB-локуса холмогорского скота в 80-е годы (до начала голштинизации) [9], а также с результатами, полученными в Архангельской [10] и Кировской [11] областях, значениями по голштинской породе [12]. Генетическое сходство между популяциями определили по Майалу-Линдстрему.

Результаты. В таблице 1 показано настоящее время и в 80-е годы, а также распределение частот В-аллелей групп крови в популяциях холмогорского скота в

Таблица 1

Характеристика частот аллелей В-локуса групп крови холмогорских коров в динамике по времени и в сравнении с голштинской породой

В-аллели	Республика Коми		По породе		В-аллели	Республика Коми		По породе	
	2018-2019 год	1980 годы	холмогорская	голштинская		2018-2019 год	1980 годы	Холмогорская	голштинская
«b»	0,1035	0,071	0,052	0,008	GO'	0	0,005	0,002	0
A'(I'')	0,001	0	0,002	0	I'	0	0	0,002	0,003
B1G1O1Y2	0,0126	0,04	0,044	0	I2	0,0048	0,001	0,001	0,036
B1G2KY2A'O'(I'')	0,0019	0,002	0,002	0,001	IQ(I'')	0	0	0,003	0,002
B1I2Y1G'G''	0,0097	0,01	0,015	0	IQE'I'Q'	0	0	0	0,002
B1O1Y2A'G'P'2Q'G''	0,0005	0	0	0	I'Q'I''	0,001	0	0	0
B1O1Y2D'(D'I'')	0,0193	0,008	0,006	0,018	O'(E'4)	0,0585	0	0	0
B1O2B'	0,0005	0	0,007	0,014	O'(O4)	0	0,023	0,019	0,003
B1O2D'	0,0005	0	0	0	O1A'Y2'K'O'	0,0073	0	0	0
B1Y1A'G'P'2Q'G''	0,0015	0,014	0,005	0	O1Y2I'	0,0358	0,099	0,077	0
B2Y2G'Q'	0,0019	0	0	0	O2	0,0348	0,039	0,046	0,004
B'E'2G'	0,0232	0,017	0,009	0	O2A'J'2K'O'	0,001	0	0,003	0,11
B'G2O1Y1	0,0015	0	0	0	O2O'	0,0005	0	0	0
BGKA'B'G'O'G''	0	0,008	0,006	0,009	O2Y2	0,0024	0,001	0,001	0
BO3YA'E'3G'P'Q'G''(I'')	0	0	0	0,011	O4D'E'3F'2G'O'G''	0,0039	0	0	0
BI	0	0	0,001	0,006	O4E'3G'G''	0,0005	0	0	0
BI2Y1G'G''	0,0015	0	0	0	OA'(I'')	0	0	0	0,039
BO(D'')	0	0	0,001	0,021	O'A'2	0,1949	0,158	0,153	0
BO3A'E'3I'P'Q'	0	0	0	0,002	OA'K'	0	0	0	0,004
BGKE'F'2O'(O4)	0	0	0	0,01	OI'	0	0,005	0,002	0
BOY(I'')	0	0	0	0,022	OYD'G'G''	0	0,003	0,002	0
BQQ'	0	0	0,002	0	OYE'G'G''	0	0	0	0,009
D'E'F'G'O'	0,0145	0,018	0,021	0,035	P1(E'4)	0	0	0	0,019
E'	0	0	0,002	0,002	P1I'(I''E3)	0	0	0	0,004
E'G'G''	0,1199	0,13	0,138	0,028	Q	0,0135	0,008	0	0
E'G'Q'	0	0	0	0,017	Q'	0,0305	0,02	0,012	0,058
G'	0,0058	0	0	0	QE'3F'	0	0,024	0,017	0
G''	0,0527	0,05	0,014	0,004	QE'Q'	0,0542	0,048	0,068	0
G''(E'3O4)	0	0	0,03	0,036	QQ'	0	0,001	0,002	0,002
G2A2'	0,0005	0,023	0,009	0	Y1A'B'Y'	0,0068	0,013	0,024	0,001
G2O1Y2	0,0082	0,001	0,001	0,014	Y2	0,0015	0,023	0,011	0,001
G2O2	0,0044	0,007	0,011	0,002	Y2A'2	0,0044	0,008	0,005	0,118
G2Y2D'	0,0005	0	0,013	0,023	YA'D'E'F'G'	0	0	0	0,002
G2Y2E'1Q'	0,1141	0,066	0,069	0,228	YA'D'E'F'O'	0	0	0	0,002
G3OT	0,0044	0,038	0,013	0	YB'	0	0,001	0,001	0
G3OTA'2E'2F'2K'	0,014	0,007	0,012	0,001	YD'G'T'Q'	0	0	0	0,002
G3OTA'FK'	0,0169	0	0	0	YG'G''	0	0	0	0,001
G3OTE'2F'2K'	0,0019	0,014	0,018	0	YG'Y'G''	0	0	0	0,001
G3Y2D'	0,0005	0	0	0	YQ'(I'')	0	0	0	0,005
G'G''	0,0005	0	0,002	0,028	YY'	0	0	0,001	0,002
GIA'	0	0	0,002	0,029	Прочие	0,0063	0,003	0,041	0,001
GIA'	0	0	0,002	0,029	Итого	1,0	1,0	1,0	1,0

Из приведённых данных видно, что распространённые у холмогорского скота В-аллели A'O'2, E'G'G", OY2I', O1Y2I', B'E'2G', G3OTA'2E'2F'2K', Q, B1G1O1Y2, B1I2Y1G'G", QE'Q', G", O2 у голштинской породы отсутствовали. Аллели OA', G", GIA', BOY, BO, P1, E'G'Q', BOZYA'E'3G'P'Q'G", BGKE'F"2O' были широко распространены у голштинов, при этом у холмогорской популяции не встречались. В-аллели Y2A'2, O2A'J'2K'O', G'G", G2Y2D' часто встречались у голштинского скота, а у холмогорского обнаруживались редко.

Как показывают исследования, наиболее распространённый В-аллель A'O' у скота Республики Коми и в среднем по породе в 1980-е годы встречался с частотой 0,158. В современной популяции чистопородного и низкокровного по голштинской породе холмогорского скота частота этого аллеля возросла до 0,1949. При этом распространённость В-аллеля E'G'G", типичного для холмогорской породы, снизилась на 0,010...0,018 по сравнению с показателем в 80-е годы.

В выборке 2018...2019 года исчезли характерные для холмогорской породы EAB-аллели QE'3F', GO', OI', OYD'G'G", YB', при этом появились ранее отсутствующие O', G3OTA'F'K', O1A'Y2'K'O', G', O4D'E'3F'2G'O'G", B2Y2G'Q', B'G2O1Y1, B12Y1G'G", B1O1Y2A'G'P'2Q'G", G3Y2D',

O2O', O4E'3G'G", которые, вероятно, не были учтены в 80-е годы из-за низкой встречаемости. Повышение частоты встречаемости аллеля G2Y2E'1Q' (на 0,048), который в какой-то мере является маркером голштинской породы, можно объяснить прилитием крови голштинского скота до четверти кровным животным.

Типичный для холмогорской породы В-аллель QE'Q' остался на уровне 80-х годов. Нельзя не отметить наличие в выборке современной популяции холмогорских коров аллелей Q и B'E'2G', характерных для животных Печорского типа, а именно линий Гибрида СКХ-363 и Пловца СКХ-428.

Таким образом, общее количество аллелей, кодирующих эритроцитарные антигены В-системы, в современной популяции холмогорского скота Республики Коми выросло на 11, по сравнению с показателями по региону в 80-е годы (табл. 2). Однако, несмотря на увеличение количества всех аллелей, за сорок лет наблюдений повысилась гомозиготность (на 0,014), что привело к снижению числа эффективных аллелей с 13 до 11. Возможно, данное явление связано с направленной селекцией, как следствие внутрилинейного разведения. Однако, снижение количества эффективных аллелей свидетельствует о сокращении генетической полиморфности у отобранной популяции животных холмогорской породы и говорит о нарастании уровня инбредности.

Таблица 2

Общая характеристика аллелей В-локуса групп крови холмогорских коров в динамике по времени

Показатель	Республика Коми, 2018-2019 год	В среднем по породе, 1980-е годы	Республика Коми, 1980-е годы
Всего аллелей	47	49	36
Из них с частотой 1% и более	18	22	21
Суммарная частота аллелей с частотой 1 % и более	0,923	0,877	0,938
Гомозиготность	0,091	0,071	0,077
Число эффективных аллелей	11,0	14,1	13,00

Анализ генетического сходства (табл. 3) показал, что исследуемая популяция животных в высокой степени сохранила пул аллелей, свойственных холмогорской породе. Так, наибольшее генетическое родство по ЕАВ-локусу наблюдалось к частотам Архангельской популяции (0,878) и к значениям, полученным в 80-е годы (0,863 и 0,834). Стоит отметить, что изучаемая группа коров имела в меньшей степени

сходство с голштинской породой, по сравнению с показателем по Архангельской области, что говорит о менее выраженном воздействии голштинского скота на исследуемую группу животных. Также низкий индекс родства наблюдался по отношению к холмогорскому скоту Кировской области, где основное поголовье представлено животными с высокой степенью кровности по голштинской породе.

Таблица 3

Индекс генетического сходства (*r*) различных популяций скота по аллелям В-системы эритроцитарных антигенов крови

Название популяции	Холмогорская порода				
	Республика Коми, 2018 год	Архангельская обл., 2013 год	В среднем по породе, 1980 год	Республика Коми, 1980 год	Кировская область, 2020 год
Архангельская обл., 2013 год	0,878				
В среднем по породе, 1980 год	0,834	0,760			
Республика Коми, 1980 год	0,863	0,769	0,933		
Кировская область, 2020 год	0,427	0,729	0,314	0,299	
Голштинская порода	0,439	0,534	0,477	0,381	0,768

Выводы. В Республике Коми имеется генофонд, в большей степени сохранивший пул ЕАВ-аллелей, характерных для «эталонной» популяции холмогорского скота. Данная группа животных представляет

ценный племенной и генетический материал для поддерживающей селекции и воспроизводства исчезающей холмогорской породы.

Литература

1. Племенная работа с холмогорской породой скота / И.М. Дунин, Р.К. Мещеров, Л.А. Калашникова, А.Е. Калашников, И.Ю. Павлова, Я.А. Хабибрахманова, Т.Б. Ганченкова, Н.В. Рыжова, В.П. Прожерин, В.Л. Ялуга // Лесные Поляны, Том 33. 2019. 72 с.
2. Прожерин В.П. Проблемы сохранения генофонда отечественных пород скота// В.П. Прожерин, В.Л. Ялуга, Л.А. Калашникова // Зоотехния. 2016. № 9. С. 2-4.
3. Николаев С.В. Сравнительная оценка гематологических показателей и уровня эндогенной интоксикации голштинизированного и чистокровного холмогорского скота/ С.В. Николаев, И.Г. Конопельцев // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2019. № 3. С. 221-225.
4. Прожерин В.П. Племенная ценность холмогорского скота с учетом полиморфизма генов молочных белков// В.П. Прожерин, В.Л. Ялуга, И.В. Кувакина, Е.Д. Хуснутдинова // Зоотехния. 2018. № 9. С. 7-10.

5. Матюков В.С., Жариков Я.А., Рудомётова А.И., Миронов В.В. Методы современной селекции и сохранение генофонда молочного скота в Республике Коми: Рекомендации по оптимизации использования и сохранения генофонда холмогорского скота. Сыктывкар, 2012. 156 с.
6. Radko A., Rychlik T. Use of blood group tests and microsatellite DNA markers for parentage verification in a population of Polish Red-and-White cattle *Ann. Anim. Sci.* 2009; 9 (2): 119-125
7. Van de Goor L. H. P., Panneman H. & Van Haeringen W. A. A proposal for standardization in forensic bovine DNA typing: allele nomenclature of 16 cattle-specific short tandem repeat loci, *Animal Genetics* 2009, 40, P. 630-636.
8. Majjala K., Lindstrom G. Frequencies of blood group genes and factors in the Finnish cattle breeds with special regard for breed comparisons // *Ann. Agric. Fenniae*. 1996., vl. 5. № 2. p. 76-81.
9. Матюков В.С. Еще раз о генофонде и селекции холмогорского скота: моногр. Сыктывкар, 2007. 140 с.
10. Прожерин В.П. Система селекционно-племенной работы с холмогорской породой крупного рогатого скота в Архангельской области на период 2014-2019 годы. Архангельск. 2014. 122 с.
11. Николаев С.В. Аллелофонд В-локуса эритроцитарных антигенов холмогорского скота Кировской области // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана. 2020. Том 243 (III). – С.191-195. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-243-3-191-195
12. Попов Н.А., Ескин Г.В. Аллелофонд крупного рогатого скота по EAB-локусу (справочный каталог). Москва, 2000. 299 с.

CHARACTERISTICS OF EAB-LOCUS ALLELES BLOOD GROUP OF GENE POOL POPULATION OF THE Kholmogorsky CATTLE IN THE KOMI REPUBLIC

S.V. Nikolaev, Cand. Vet. Sci.

Zhuravsky Institute of Agrobiotechnologies of the Komi Scientific Center, Ural Branch, RAS

27, Rucheynaya St., Syktyvkar, Russia, 167023

E-mail: semen.nikolaev.90@mail.ru

ABSTRACT

The ongoing cross-breeding of the Kholmogorsky cattle with the Holstein questions the continued existence of the breed. In the near future, its gene pool will be lost along with a number of adaptive and other economically useful qualities of these animals. The Komi is one of the few regions where it was possible to save the population and breeding material of purebred and weakly Holsteinized Kholmogorsky cattle. Using the data from breeding records in agricultural organizations of the Republic, a group of purebred and weakly Holsteinized (with a blood content of up to 25% on improving breed) Kholmogorsky cattle was identified (n=1034). The immunogenetic method was used in selected animals to determine the nature of EAB locus alleles blood groups, the frequencies of which were compared with the results on the Kholmogorsky and Holstein cattle obtained by the other authors. It was found that the selected gene pool has the following B-alleles: A'O'2, E'G'G", OY2I', O1Y2I', B'E'2G', G3OTA'2'2F'2K', Q, B1G1O1Y2, B1I2Y1G'G", Q'Q', G", O2, which are absent in the Holstein breed. The frequently found in the Holstein cattle OA', G", GIA', BOY, BO, P1, E'G'Q', BO3YA'E'3G'P'Q'G", BGKE'F"2O' alleles were not detected in the Kholmogorsky cows. Widespread among Holsteins

Y2A'2, O2'J '2K'O', G'G", G2Y2D' alleles were less common in the studied population. Despite the greater number of EAB alleles, a more pronounced homozygosity (by 0.014) with a smaller number of effective alleles (by 2) is observed in the studied gene pool compared to the results on the Kholmogorsky breed in the 1980s. The selected group of cows highly preserved the pool of alleles typical for the ancestral Kholmogorsky population ($r=0.834...0.863$), which has a high value for supporting selective breeding and reproduction of endangered breed.

Key words: Kholmogorsky breed, Holstein breed, erythrocyte antigens, allele pool, genetic similarity.

References

1. Plemennaya rabota s xolmogorskoj porodoj skota (Breeding work with the Kholmogorsky breed of cattle), I.M. Dunin, R.K. Meshcherov, L.A. Kalashnikova, A.E. Kalashnikov, I.Yu.Pavlova, Ya.A. Khabibrakhmanova, T.B. Ganchenkova, N.V. Ryzhova, V.P. Prozherin, V.L. Yaluga, Forest Glades, volume 33, 2019, 72 p.
2. Prozherin V.P. Problemy` soxraneniya genofonda otechestvenny`x porod skota (Problems of preserving the gene pool of domestic cattle breeds), V.P. Prozherin, V.L. Yaluga, L.A. Kalashnikova, Zootechnia, 2016, No. 9, pp. 2-4.
3. Nikolaev S.V. Sravnitel'naya ocenka gematologicheskix pokazatelej i urovnya e`ndogennoj intoksikacii golshhtinizirovannogo i chistokrovnogo xolmogorskogo skota (Comparative assessment of hematological indicators and the level of endogenous intoxication of Holstinized and purebred Kholmogorsky cattle), S.V. Nikolaev, I.G. Konopel'cev, Voprosy` normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii, 2019, No. 3, pp. 221-225.
4. Prozherin V.P. Plemennaya cennost` xolmogorskogo skota s uchetom polimorfizma genov molochny`x belkov (Breeding value of the Kholmogorsky cattle based on polymorphism of milk proteins), V.P. Prozherin, V.L. Yaluga, I.V. Kuvakina, E.D. Xusnutdinova, Zootexniya, 2018, No. 9, pp. 7-10.
5. Matyukov V.S., Zharikov Ya.A., Rudomyotova A.I., Mironov V.V. Metody` sovremennoj selekcii i soxranenie genofonda molochnogo skota v Respublike Komi: Rekomendacii po optimizacii ispol`zovaniya i soxraneniya genofonda xolmogorskogo skota (Methods of modern breeding and preservation of the gene pool of dairy cattle in the Komi Republic: Recommendations for optimizing the use and preservation of the gene pool of the Kholmogorsky cattle), Sy`kty`vkar, 2012, 156 p.
6. Radko A., Rychlik T. Use of blood group tests and microsatellite DNA markers for parentage verification in a population of Polish Red-and-White cattle Ann. Anim. Sci. 2009; 9 (2): 119-125
7. Van de Goor L. H. P., Panneman H. & Van Haeringen W. A. A proposal for standardization in forensic bovine DNA typing: allele nomenclature of 16 cattle-specific short tandem repeat loci, Animal Genetics 2009, 40, 630-636.
8. Majjala K., Lindstrom G. Frequencies of blood group genes and factors in the Finnish cattle breeds with special regard to breed comparisons // Ann. Agric. Fennic. 1996., vl. 5. № 2. p. 76-81.
9. Matyukov V.S. Eshhe raz o genofonde i selekcii xolmogorskogo skota (Once again about the gene pool and selection of the Kholmogorsky cattle), monogr. Sy`kty`vkar, 2007, 140 p.
10. Prozherin V.P. Sistema selekcionno-plemennoj raboty` s xolmogorskoj porodoj krupnogo rogatogo skota v Arxangel'skoj oblasti na period 2014-2019 gody (System of selection and breeding work with the Kholmogorsky breed of cattle in the Arkhangelsk Oblast for the period 2014-2019), Arxangel'sk, 2014, 122 p.
11. Nikolaev S.V. Allelofond V-lokusa e`ritrocitarny`x antigenov xolmogorskogo skota Kirovskoj oblasti (Allele pool of B-locus of erythrocyte antigens of the Kholmogorsky cattle of the Kirov Oblast), Ucheny`e zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny` imeni N.E`. Bauman, 2020, Tom 243 (III), pp. 191-195. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-243-3-191-195.
12. Popov N.A., Eskin G.V. Allelofond krupnogo rogatogo skota po EAV-lokusu (spravochny`j katalog) (Allele pool of cattle by EAB-locus (reference catalog)), Moskva, 2000, 299 p.