

Список литературы

1. Ганаев, А. Пчеловоду Дальнего Востока / А. Ганаев, В. Смирнов. – Владивосток.: Дальневост. кн. изд-во, 1971. – 370 с.
2. Жаров, В.Г. Вентиляция и сквозняк во время зимовки / В.Г. Жаров // Пчеловодство. – 2016. – № 2. – С. 35-37.
3. Жерёбкин, М.В. Зимовка пчёл / М.В. Жерёбкин. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 151 с.
4. Кодесь, Л.Г. Технология производства, переработки, стандартизации продуктов пчеловодства в Дальневосточном регионе / Л.Г. Кодесь. – Уссурийск: ПГСХА, 2002. – 165 с.
5. Маркова, Т.О. Заболевания пчёл в Дальнереченском районе (Приморский край, Дальний Восток России) / Т. О. Маркова, Н. В. Репш, М. В. Маслов, С. Е. Егоренчев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2016. – №4. – С.78-81.
6. Учебник пчеловода / А. С. Нuzhdин, Г. Ф. Таранов, В. И. Полтев [и др.] – Москва: «Колос», 1984. – 416 с., ил.

Reference

1. Ganaev, A., Smirnov, V. Pchelovodu Dal'nego Vostoka (Far Eastern Beekeeper's Manual), Vladivostok.: Dal'nevost. kn. izd-vo, 1971, 370 p.
2. Zharov, V.G. Ventilyatsiya i skvoznjak vo vremya zimovki (Ventilation and Draught during Wintering), *Pchelovodstvo*, 2016, No 2, PP. 35-37.
3. Zherebkin, M.V. Zimovka pchel (Bee Wintering), M., Rossel'khozizdat, 1979, 151 p.
4. Kodes', L.G. Tekhnologiya proizvodstva, pererabotki, standartizatsii produktov pchelovodstva v Dal'nevostochnom regione (Technology of Production, Procession, Standardization of Bee Products in the Far East), Ussuriisk, 2002, 165 p.
5. Markova, T.O., Repsh, N.V., Maslov, M.V., Egorenchev, S.E. Zabolevaniya pchel v Dal'nerechenskom raione (Primorskii krai, Dal'nii Vostok Rossii) (Bees' Diseases in Dalnerechensk District (Primorskiy Territory, Far East of Russia), *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, No 4, PP. 78-81.
6. Nuzhdin, A.S. Uchebnik pchelovoda: uchebnik (Beekeeper's Textbook: Textbook), G.F. Taranov, V.I. Poltev, E.G. Ponomareva, V.G. Chudakov, M., Kolos, 1984, 415 p.

УДК 636.082 (571.620)

ГРНТИ 68.39.13

**Шукюрова Е.Б., канд. биол. наук, заведомом животноводства
ФГБНУ «Дальневосточный научно-исследовательский
институт сельского хозяйства»,
с. Восточное, Хабаровский край, Россия
E-mail: dvniish@mail.kht.ru**

**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СТАД ЧЕРНО-ПЕСТРОГО КРУПНОГО РОГАТОГО
СКОТА, РАЗВОДИМОГО В ХАБАРОВСКОМ КРАЕ ПО ГРУППАМ КРОВИ**

Наиболее общей характеристикой генетической структуры стада по группам крови служат данные о числе генетических систем, аллелей, генотипов в каждом локусе, в том числе гомо- и гетерозиготных и др. Цель работы - изучение генетической структуры дойных стад черно-пестрого крупного рогатого скота сельхозпредприятий Хабаровского края по локусам групп крови. Определены антигенные факторы, контролирующие их аллели и генотипы 9 локусов групп крови у 510 коров дойного стада сельхозпредприятия «Восточное» и у 527 коров дойного стада сельхозпредприятия «Краснореченское». Анализ распределения аллелей и генотипов максимальные различия выявил по многофакторным локусам EAB, EAC и EAS-локусам. Стадо сельхозпредприятия «Восточное» отличается более высокой частотой встречаемости EAB-аллелей $G_2Y_2E'_2Q'$, $X^2=29,9$, $p<0,001$, $O_1(O_2)$, $X^2=11,9$, $p<0,001$ E'_3G'' $X^2=30,1$, $p<0,001$, I' $X^2=23,4$, $p<0,001$, генотипа $G_2Y_2E'_2Q'/I_1(I_2)$, EAC-аллелей C_1E , $X^2=95,6$, $p<0,001$, $C_1(C_2)W$ $X^2=23,9$,

$p < 0,001$, а стадо «Краснореченское» отличается более высокой частотой встречаемости EAB-аллелей $I_1O_1QE'_2Q'$, $X^2=15,5$, $p < 0,001$, $O_1J'_2O'$, $X^2=65,5$, $p < 0,001$, Y_2 , $X^2=89,2$, $p < 0,001$, $Y_2G'Y'G'$, $X^2=59,1$, $p < 0,001$, Q' $X^2=12,7$, $p < 0,001$, генотипов $Y_2/I_1(I_2)$ и Q'/Y_2 , EAC-аллелей $C_1(C_2)$, $X^2=22,8$, $p < 0,001$, E , $X^2=29,7$, $p < 0,001$, $R_1(R_2)W$, $X^2=15,9$, $p < 0,001$, и генотипов EAS-локуса H'/U' , $X^2=8,1$, $p < 0,005$ $SIH'/\langle s \rangle$, $X^2=15,5$, $p < 0,001$. Более высокий уровень гомозиготности (C_a) в сельхозпредприятии «Восточное» по EAB и EAC-локусам (8,9% и 13,4%) свидетельствует об использовании быков производителей близких по происхождению и высокому генетическому сходству. Стадо сельхозпредприятия «Краснореченское» характеризуется более высокой генетической изменчивостью (C_a по EAB-локусу 6,1 и EAC-локусу – 11,1), что свидетельствует об особенностях генетической структуры данного стада, которая, очевидно, является следствием большого разнообразия генофонда материнского поголовья.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ГРУППЫ КРОВИ, ЛОКУСЫ ГРУПП КРОВИ, СЕМЕЙНО ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, ГЕНОТИП, АЛЛЕЛЬ, ГОМОЗИГОТНОСТЬ.

UDC 636.082 (571.620)

Shukyurova E.B., Candidate of Biological Science,
Head of Livestock-Breeding Department,
Far East Research Institute of Agriculture,
Village of Vostochnoe, Khabarovsk Territory, Russia
E-mail: dvniish@mail.kht.ru

GENETIC STRUCTURE OF BLACK AND WHITE CATTLE HERDS BEING BREEDDED ON THE KHABAROVSK TERRITORY IN ACCORDANCE WITH BLOOD GROUPS

The most general characteristics of genetic structure of the herd being bred in accordance with blood groups are the information about number of genetic systems, alleles, genotypes in every locus, including homo- and heterozygous and others. The aim of the work – study of genetic structure of milch herds of black-white cattle at the farms of the Khabarovsk Territory in accordance with locuses of blood groups. We determined antigenes factors, controlling their alleles, and genotypes of 9 blood group locuses of 510 cows of milch herd at the Farm «Vostochnoe» and of 527 cows of milch herd at the Farm «Krasnorechenskoe». Analysis of distribution of alleles and genotypes revealed maximum distinctions in multifactors locuses EAB, EAC and EAS-locuses. The herd of the Farm «Vostochnoe» is notable for higher frequency of EAB-alleles $G_2Y_2E'_2Q'$, $X^2=29,9$, $p < 0,001$, $O_1(O_2)$, $X^2=11,9$, $p < 0,001$ E'_3G'' $X^2=30,1$, $p < 0,001$, I' $X^2=23,4$, $p < 0,001$, of genotype $G_2Y_2E'_2Q'/I_1(I_2)$, of EAC-alleles C_1E , $X^2=95,6$, $p < 0,001$, $C_1(C_2)W$ $X^2=23,9$, $p < 0,001$, and the herd «Krasnorechenskoe» is characterized by higher frequency of EAB-alleles $I_1O_1QE'_2Q'$, $X^2=15,5$, $p < 0,001$, $O_1J'_2O'$, $X^2=65,5$, $p < 0,001$, Y_2 , $X^2=89,2$, $p < 0,001$, $Y_2G'Y'G'$, $X^2=59,1$, $p < 0,001$, Q' $X^2=12,7$, $p < 0,001$, of genotypes $Y_2/I_1(I_2)$ и Q'/Y_2 , EAC-alleles $C_1(C_2)$, $X^2=22,8$, $p < 0,001$, E , $X^2=29,7$, $p < 0,001$, $R_1(R_2)W$, $X^2=15,9$, $p < 0,001$ and of genotypes EAS-locus H'/U' , $X^2=8,1$, $p < 0,005$ $SIH'/\langle s \rangle$, $X^2=15,5$, $p < 0,001$. Higher level of homozygosity (C_a) for EAB and EAC-locuses (8,9% and 13,4%) at the Farm «Vostochnoe» testifies the use of bulls of near kinship and with high genetic likeness. The herd of the Farm «Krasnorechenskoe» is characterized by higher genetic variability (C_a of EAB-locus 6,1 and EAC-locus -11,1), that testifies the specifics of this herd genetic structure, which evidently is the result of great variety of mother live-stock gene fund.

KEYWORDS: BLOOD GROUPS, LOCUSES OF BLOOD GROUPS, FAMILY GENETIC ANALYSIS, GENOTYPE, ALLELE, HOMOZYGOSITY

Накопление данных о биологических особенностях отдельных животных или популяции в целом позволяет разработать и использовать концепцию биологической индивидуальности наследственных особенностей организма для совершенствования методов разведения, прогнозирования продуктивности, снижения затрат на получение продуктов животноводства [7].

Изучение наследственных особенностей генетического полиморфизма групп крови сельскохозяйственных животных дает возможность проанализировать генетическую структуру популяции, определить уровень гетерогенности и характер происходящих в ней изменений в процессе естественного отбора. Кодоминантный тип наследования групп крови, неизменность в период постэмбрионального развития животного, широкое разнообразие антигенных факторов позволяют различать по типу крови каждую особь внутри популяции, породы, вида, за исключением однояйцевых близнецов и делают их удобными маркерами при оценке степени генетического разнообразия и сходства пород. Генетическое маркирование – это прогрессивная методология, позволяющая дополнить селекционные показатели информацией молекулярно-биохимического уровня. Маркирование позволяет идентифицировать геном отдельных животных, популяцию в целом и дать оценку генотипов животных [1].

Частоты генетических маркеров отражают степень разнообразия пород, популяций. Учет генетического разнообразия необходим для определения эффективности селекции в данном стаде, оценки существования объективных предпосылок, способных обеспечить успех селекции (наследственная изменчивость), а также для контроля нарастания уровня гомозиготности [1, 3, 8]. Генотипическая структура существующих пород, линий и стад является не случайной комбинацией генов [1]. Ее считают результатом «сопряженного дрейфа генов», так как в популяции домашних животных действие генетико-

автоматических процессов ограничено приемами искусственного осеменения.

Исследованиями, выполненными на разных породах животных, доказано существование как статистически достоверных различий по частоте встречаемости отдельных групп крови, так и сходства между породами, имеющими генетическое родство [4]. Таким образом, знание генетических особенностей групп крови каждой популяции является важным моментом в селекционном процессе.

За период деятельности лаборатории иммуногенетической экспертизы при ФГБНУ «ДВ НИИСХ» протестировано по группам крови в сельхозпредприятиях «Восточное» 4964 животных, в сельхозпредприятии «Краснореченское» 2652 животных, что позволяет семейным анализом установить генотипы по локусам групп крови животных и провести анализ генетической структуры стад.

Цель работы – изучение генетической структуры дойных стад черно-пестрого крупного рогатого скота сельхозпредприятий Хабаровского края «Восточное» и «Краснореченское» по локусам групп крови.

Материал и методика исследования. Объект исследования – молочный черно-пестрый крупный рогатый скот, разводимый в сельхозпредприятиях «Восточное» и «Краснореченское» Хабаровского края. Групповые эритроцитарные антигены определяли по общепринятой методике в лаборатории иммуногенетической экспертизы ФГБНУ «ДВНИИСХ» с использованием 48 стандартных реагентов 9 генетических систем [5]. Были определены антигенные факторы, контролируемые их аллели и генотипы групп крови у 510 коров дойного стада сельхозпредприятия «Восточное» и у 527 коров дойного стада сельхозпредприятия «Краснореченское». Аллели устанавливались семейно генетическим методом [5].

Частоты аллелей определяли прямым подсчетом в генотипах по формуле:

$$q = F/n,$$

где F – число данного аллеля в исследованной группе животных,
n – общее число аллелей данного локуса в исследуемой популяции.

Частоту генотипов определяли по проценту животных, у которых они были установлены.

Частоты аллелей (q) EAB-локуса определяли прямым подсчетом в генотипах по формуле [2]:

$$q = F/n,$$

где F – число данного аллеля в исследованной группе животных,

n – общее число аллелей EAB-локуса в исследуемой популяции.

Гомозиготность (Ca) определялась через коэффициент гомозиготности, по формуле Робертсона (1956) [2]:

$$Ca = (q_1^2 + q_2^2 \dots + q_n^2)100,$$

где Ca – коэффициент гомозиготности в EAB и EAC-локусах, q – частота аллеля.

Число эффективных аллелей по формуле (Na) [2]:

$$Na = 1/Ca,$$

где Na – число эффективных аллелей, Ca – коэффициент гомозиготности.

Результаты исследований. В процессе селекции животных в каждом племенном хозяйстве формируется свой генофонд и определенные генотипы по группам крови, характеризующие стадо. Наиболее общей генетической характеристикой по группам крови стада служат данные о числе генетических систем, аллелей, генотипов в каждом локусе, в том числе гомо- и гетерозиготных и др.

EAA-локус. В этом локусе групп крови определяли два антигенных фактора A₂, Z' и контролирующие их аллели - «а», A₂ и Z'. В стаде сельхозпредприятия «Восточное» установлено пять генотипов, в стаде сельхозпредприятия «Краснореченское» антиген Z' не выявлен, поэтому установлено три генотипа (табл. 1).

Таблица 1

Частота аллелей и генотипов EAA - локуса групп крови в стадах крупного рогатого скота сельхозпредприятий «Восточное» и «Краснореченское»

Аллели EAA локуса	Частота аллелей		Генотипы EAA локуса	Частота генотипов	
	«Восточное»	«Краснореченское»		«Восточное»	«Краснореченское»
«а»	0,6304	0,7249*	«а»/«а»	0,4902	0,5484
A ₂	0,3667	0,2751*	A ₂ /«а»	0,2784**	0,3529
Z'	0,0029	-	A ₂ /A ₂	0,2255*	0,0987
Итого:	1,0000	1,0000	Z'/«а»	0,0020	-
			Z'/A ₂	0,0039	-
			Итого:	1,0000	1,0000

* - p<0,001, ** - p<0,01

Данные таблицы свидетельствуют о высокой частоте немого аллеля «а» в обоих изученных стадах, который образует два наиболее часто встречающихся генотипа: «а»/«а» и A₂/«а». Частота аллеля «а» в стаде сельхозпредприятия «Краснореченское» выше, X²=19,5, p<0,001, а аллеля A₂ ниже, X²=39,5, p<0,001. В стаде «Восточное» генотип A₂/«а» встречался реже, X²=7,0, p<0,01, а генотип A₂/A₂ чаще,

X²=29,9, p<0,001. Редкий аллель Z', выявленный только в стаде «Восточное», образует незначительное число генотипов.

EAB-локус. Из 25 определяемых антигенов, в стаде сельхозпредприятия «Восточное» обнаружено 23, обуславливающих различные комбинации (феногруппы). Семейный анализ выявил 57 аллелей, участвующих в формировании генотипов EAB - локуса (табл. 2).

Таблица 2

Частота встречаемости наиболее распространенных аллелей EAB локуса групп крови в стадах сельхозпредприятий «Восточное» и «Краснореченское»

Аллели EAB локуса	Частота встречаемости, q		Аллели EAB локуса	Частота встречаемости, q	
	«Восточное»	«Краснореченское»		«Восточное»	«Краснореченское»
1	2	3	4	5	6
«b»	0,0490	0,0445	O ₁ J ₂ O'	0,0088	0,0796*
B ₂ G ₂ I ₂ QE' ₂ G'Q'	0	0,0028	D'G'TO'	0	0,0056

Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6
B ₂ G ₂ Y ₂ O'	0,0304	0,0455	P ₂ Q	0,0078	0
B ₂ I ₁	0,0294	0,0056	Q	0,0059	0,0028
B ₂ O ₁	0,0333	0,0246	Y ₂	0,0431	0,0996*
B ₂ O ₁ Y ₂ D'	0,0108	0,0161	Y ₂ G'Y'G''	0,0010	0,0559*
B ₂ O ₂ Y ₂ I'O'Q'Y'	0	0,0047	Y ₂ Y'	0,0049	0,0047
B ₂ Y ₂ G'P'Q'G''	0,0176	0,0170	Y ₂ D'G' (I')Q'	0,0020	0,0075
B ₂ Y ₂ E'Q'	0	0,0037	Y ₂ E'2D'O'	0,0049	0,0028
B ₂ I'P'Q'	0,0020	0,0085	Y ₂ Q'	0,0059	0
G ₂ I ₁	0,0431	0,0569	E' ₃ D'G'O'	0,0314	0,0597
G ₂ O ₁	0,0020	0,0066	E' ₃ G'	0,0902	0,0132*
G ₂ Y ₂ E'Q'	0,1696	0,0863*	E' ₂	0,0098	0,0075
G ₂ Y ₂ D'	0,0088	0,0047	E' ₃ G'G'	0,0196	0,0066
I ₁ (I ₂)	0,1794	0,1138	I'	0,0586	0,0180*
I ₁ O ₁ QE'Q'	0,0088	0,0322*	I'Q'	0,0010	0,0047
O ₁ (O ₂)	0,0392	0,0142*	O'	0,0069	0,0113
O ₁ Y ₂	0	0,0028	Q'	0,0314	0,0626*
			Прочие	0,0510	0,0493

* - p<0,001

Большое распространение в стаде «Восточное» имеют аллели G₂Y₂E'Q', I₁(I₂) и I', их суммарная частота составляет 0,4076. С большим числом редких аллелей они обеспечивают генетическое разнообразие стада в данном локусе и образуют гомозиготные генотипы (18 животных имеют гомозиготный генотип G₂Y₂E'Q'/G₂Y₂E'Q', 12 - I₁(I₂)/I₁(I₂), 3 - I'/I') (табл. 3).

Всего в В-локусе установлено 190 генотипов, из них 40 гомозиготных. Часто встречающиеся генотипы представлены в таблице 3. Более 40% животных сельхозпредприятия «Восточное» являются носителями этих генотипов, из них 4,9% коров являются носителями генотипа G₂Y₂E'Q'/I₁(I₂).

Таблица 3

Часто встречающиеся генотипы EAB локуса группы крови в стаде сельхозпредприятий «Восточное» и «Краснореченское»

Генотипы	«Восточное»		«Краснореченское»	
	n	Частота генотипов,%	n	Частота генотипов,%
«b»/ E' ₃ G''	10	2,0	-	-
«b»/I ₁ (I ₂)	12	2,35	-	-
B ₂ G ₂ Y ₂ O'/ E' ₃ G''	9	1,76	-	-
B ₂ G ₂ Y ₂ O'/G ₂ Y ₂ E'Q'	-	-	10	1,90
G ₂ I ₁ /G ₂ Y ₂ E'Q'	9	1,76	13	2,47
G ₂ I ₁ /I ₁ (I ₂)	9	1,76	-	-
G ₂ Y ₂ E'Q'/«b»	8	1,57	-	-
G ₂ Y ₂ E'Q'/G ₂ Y ₂ E'Q'	18	3,53	-	-
G ₂ Y ₂ E'Q'/Y ₂	-	-	8	1,52
G ₂ Y ₂ E'Q'/I'	12	2,35	-	-
G ₂ Y ₂ E'Q'/I ₁ (I ₂)	25	4,9	11	2,09
G ₂ Y ₂ E'Q'/Q'	8	1,57	-	-
G ₂ Y ₂ E'Q'/B ₂ O ₁	7	1,37	-	-
G ₂ Y ₂ E'Q'/ E' ₃ G''	14	2,75	-	-
I ₁ (I ₂)/O ₁ J'2O'	-	-	9	1,71
I ₁ (I ₂)/E' ₃ D'G'O'	8	1,57	-	-
I ₁ (I ₂)/ E' ₃ G''	14	2,75	-	-
I ₁ (I ₂)/I ₁ (I ₂)	12	2,35	-	-
I ₁ (I ₂)/ O ₁ (O ₂)	8	1,57	-	-
I ₁ (I ₂)/Y ₂	15	2,94	18	3,42
Q'/Y ₂	-	-	14	2,66

Из 25 определяемых антигенов, в стаде «Краснореченское» обнаружены все 25, обуславливающих различные комбина-

ции (феногруппы). Семейный анализ выявил 79 аллелей, некоторые из них (B₂G₂I₂QE'2G'Q', B₂O₂Y₂I'O'Q'Y' и др.) не

обнаружены в стаде ГОПХ «Восточное» (табл. 2).

Наибольшее распространение в стаде имеют аллели $I_1(I_2)$, Y_2 , $G_2Y_2E'_2Q'$ и $O_1J'_2O'$, их суммарная частота составляет 0,3793. Данный локус характеризуется небольшим числом гомозиготных генотипов, вследствие того, что в стаде обнаружено 60 редко встречающихся аллелей, всего 10 животных являются носителями таких генотипов: «b»/«b» – 1, $G_2Y_2E'_2Q'/G_2Y_2E'_2Q'$ – 1, $I_1(I_2)/I_1(I_2)$ – 6, $E'_3D'G'O'/E'_3D'G'O'$ – 1 и Q'/Q' – 1.

Всего в ЕАВ-локусе стада «Красно-реченское» установлено 243 генотипа, что говорит о большем генетическом разнообразии в данном локусе по сравнению со стадом «Восточное», там выявлено 190 генотипов. Более 15,7% животных являются носителями вышеуказанных генотипов (таб. 3), из них 6,08% коров являются носителями генотипов $Y_2/I_1(I_2)$ и Q'/Y_2 .

При сравнении частоты встречаемости ЕАВ-аллелей двух стад установлено, что аллели $G_2Y_2E'_2Q'$, $X^2=29,9$, $p<0,001$, $O_1(O_2)$, $X^2=11,9$, $p<0,001$, E'_3G'' , $X^2=30,1$, $p<0,001$, I' , $X^2=23,4$, $p<0,001$ с высокой достоверностью чаще встречались в стаде сельхозпредприятия «Восточное», а аллели $I_1O_1QE'_2Q'$, $X^2=15,5$, $p<0,001$, $O_1J'_2O'$, $X^2=65,5$, $p<0,001$, Y_2 , $X^2=89,2$, $p<0,001$, $Y_2G'Y'G''$, $X^2=59,1$, $p<0,001$, Q' , $X^2=12,7$, $p<0,001$ чаще встречались в стаде «Красно-реченское».

Уровень гомозиготности (C_a) по локусу в сельхозпредприятии «Восточное» составляет 8,9%, число эффективных аллелей (N_a) 11,2, в сельхозпредприятии «Красно-реченское» – 6,1%, число эффективных аллелей (N_a) 16,5. Чем выше коэффициент гомозиготности, тем меньше число эффективных аллелей в генотипе и тем значительно уменьшается генетическое разнообразие.

Стадо сельхозпредприятия «Восточное» характеризуется более низкой генетической изменчивостью по ЕАВ-локусу групп крови, что, очевидно, связано с более интенсивным отбором животных по продуктивности [6].

ЕАС-локус. Определены десять антигенных факторов, которые образуют множественные аллели, однако они не столь сложны, как в ЕАВ-локусе. Семейным анализом в стаде «Восточное» обнаружено 45 аллелей (табл. 4), которые образуют 122 генотипа.

Наибольшее распространение получили три аллеля C_1E , X_2 и $C_1(C_2)W$ (более 50% животных являются их носителями), которые образуют большее число гомозиготных генотипов – 8 коров имеют генотип $C_1(C_2)W / C_1(C_2)W$, 16 – C_1E/C_1E и 14 – X_2/X_2 .

Семейным анализом в стаде «Красно-реченское» обнаружено 43 аллелей (табл. 4), которые образуют 123 генотипа.

Таблица 4

Частота встречаемости наиболее распространенных аллелей ЕАС - локуса групп крови в стадах сельхозпредприятий «Восточное» и «Красно-реченское»

Аллели ЕАС локуса	Частота встречаемости, q		Аллели ЕАС локуса	Частота встречаемости, q	
	«Восточное»	«Красно-реченское»		«Восточное»	«Красно-реченское»
«с»	0,0550	0,0891	EX_2	0,0176	0,0189
$C_1(C_2)$	0,0451	0,0958*	W	0,0275	0,0265
C_1E	0,2304	0,0882*	WX_2	0,0216	0,0216
C_1EW	0,0284	0,0161	$X_2(X_1)$	0,2333	0,2514
C_1R_1W	0,0049	0,0161	X_2L'	0,0196	0,0208
$C_1(C_2)W$	0,1093	0,0521*	R_1WX_2	0,0157	0,0104
E	0,0343	0,0891*	$R_1(R_2)W$	0,0382	0,0768*
$ER_1(R_2)$	0,0057	0,0104	R_1X_2	0,0245	0,0170
$ER_1(R_2)W$	0	0,0170	R_2	0,0471	0,0521
EW	0,0108	0,0085	Прочие:	0,0310	0,0221

* - $p<0,001$

Наибольшее распространение получили пять аллелей «с», $C_1(C_2)$, E, $X_2(X_1)$,

C_1E , (более 50% животных являются их носителями), которые образуют большее число гомозиготных генотипов – 9 коров

имеют генотип «с»/«с», 1 - C₁(C₂)W / C₁(C₂)W, 1 - C₁E/C₁E, 1 - E/E и 20 - X₂/X₂.

Из всех выделенных генотипов максимальное распространение получили - C₁(C₂)/X₂(X₁), C₁E/X₂(X₁), X₂(X₁)/«с», C₁(C₂)W/X₂(X₁), E/X₂(X₁), X₂(X₁)/R₁(R₂), R₁(R₂)W/X₂(X₁), X₂(X₁)/X₂(X₁), 35,3% коров в стаде носители этих генотипов.

Анализ частот EAC-аллелей показал, что в стаде сельхозпредприятия «Краснореченское» с высокой достоверностью чаще встречались аллели C₁(C₂), X²=22,8, p<0,001, E, X²=29,7, p<0,001, R₁(R₂)W, X²=15,9, p<0,001, реже C₁E, X²=95,6, p<0,001, C₁(C₂)W X²=23,9, p<0,001.

Уровень гомозиготности (C_a) по EAC-локусу в сельхозпредприятии «Во-

сточное» составляет 13,4%, число эффективных аллелей 7,5, в сельхозпредприятии «Краснореченское» - 11,1%, число эффективных аллелей (N_a) 9,1.

EAF-локус. Особенность этого локуса заключается в явлении так называемой двойственной дозы антигена в эритроците, когда по силе действия антигена в реакции гемолиза можно судить о гомо- и гетерозиготности (табл. 5).

В стадах «Краснореченское» и «Восточное» наблюдается явное преобладание гомозиготных генотипов по данному локусу. 407 (77,2%) коров «Краснореченское» и 373 (73%) коров «Восточное» являются носителями генотипов F/F и V/V.

Таблица 5

Частота генотипов и аллелей EAF системы в дойных стадах сельхозпредприятий «Краснореченское» и «Восточное»

Аллели EAF локуса	Частота аллелей		Генотипы EAF локуса	Частота генотипов	
	«Восточное»	«Краснореченское»		«Восточное»	«Краснореченское»
F	0,8441	0,8557	F/F	0,7098	0,7419
V	0,1559	0,1443	F/V	0,2686	0,2277
Итого:	1,0000	1,0000	V/V	0,0216	0,0304
			Итого:	1,0000	1,0000

EAJ, EAL, EAM, EAZ локусы. Каждая из этих систем представлена одним антигеном J, L, M и Z. Каждый локус имеет по два аллеля и три генотипа, два из которых являются гомозиготными (табл. 6).

В стаде сельхозпредприятия «Восточное» аллель «j» встречается чаще, X²=25,4, p<0,001, а аллель J реже, X²=97,1, p<0,001.

Таблица 6

Частота генотипов и аллелей однофакторных систем EAJ, EAL, EAM, EAZ в дойных стадах сельхозпредприятий «Краснореченское» и «Восточное»

Локусы	Аллели	Частота аллелей		Генотипы	Частота генотипов	
		«Восточное»	«Краснореченское»		«Восточное»	«Краснореченское»
EAJ	«j»	0,8647*	0,7144	«j»/«j»	0,7529	0,5389
	J	0,1353*	0,2856	J/«j»	0,2235	0,3510
	Итого:	1,0000	1,0000	J/J	0,0236	0,1101
				Итого:	1,0000	1,0000
EAL	«l»	0,9167	0,8880	«l»/«l»	0,8392	0,7818
	L	0,0833	0,1120	L/«l»	0,1549	0,2125
	Итого:	1,0000	1,0000	L/L	0,0059	0,0057
				Итого:	1,0000	1,0000
EAM	«m»	0,9647	0,9839	«m»/«m»	0,9294	0,9677
	M	0,0353	0,0161	M/«m»	0,0706	0,0323
	Итого:	1,0000	1,0000	M/M	0	0
				Итого:	1,0000	1,0000
EAZ	«z»	0,8353	0,8359	«z»/«z»	0,7020	0,6793
	Z	0,1647	0,1641	Z/«z»	0,2667	0,2752
	Итого:		1,0000	Z/Z	0,0313	0,0455
				Итого:	1,0000	1,0000

* - P<0,001

Данные таблицы свидетельствуют о большем распространении гомозиготных генотипов в стаде «Краснореченское». 64,9% животных в стаде являются носителями генотипов «j»/«j» и J/J, 78,7% - носители «l»/«l» и «L»/«L», 96,8% - носители «m»/«m», 72,5% - носители «z»/«z», Z/Z; причем большую долю составляют гомозиготные генотипы «немых» аллелей.

В стаде «Восточное» в изученных локусах 77,6% животных носители гомози-

готных генотипов «j»/«j» и J/J, 84,5% - носители «l»/«l» и «L»/«L», 92,9% - носители «m»/«m», 73,3% - носители «z»/«z», Z/Z; причем большую долю, так же, как и в стаде «Краснореченское», составляют гомозиготные генотипы «немых» аллелей.

EAS система. Данная система является полиаллельной, в ней определены 6 антигенных факторов, которые дают большое число комбинаций. Всего в стаде «Краснореченское» выявлено 23 аллелей и 38 генотипов (табл. 7).

Таблица 7

Частота генотипов и аллелей EAS-системы в дойных стадах сельхозпредприятий «Краснореченское» и «Восточное»

Аллели EAS локуса	Частота аллелей		Генотипы EAS локуса	Частота генотипов	
	«Восточное»	«Краснореченское»		«Восточное»	«Краснореченское»
«s»	0,3392	0,3548	«s»/«s»	0,2078	0,2353
H'	0,4824	0,4706	H'/«s»	0,1529	0,1480
U	0,0098	0,0057	H'/H'	0,3039	0,2884
U'	0,0255	0,0152	H'/H''	-	0,0152
S ₁	0,0118	0,0123	H'/U	0,0078	0,0076
S ₁ H'	0,1265	0,0987	H'/U'	0,0275*	0,0076
U''	-	0,0066	H'/U''	-	0,0076
H''	-	0,0095	S ₁ /«s»	0,0235	0,0247
H''U''	-	0,0038	S ₁ H'/«s»	0,0647**	0,0304
H''H''U''	-	0,0038	S ₁ H'/H'	0,1588	0,1404
Прочие:	0,0049	0,0190	S ₁ H'/U'	0,0137	-
			U/«s»	0,0078	-
			U'/«s»	0,0098	0,0190
			Прочие:	0,0216	0,0759

* - P<0,005, ** - p<0,001

Данный локус отличается от однофакторных большим генотипическим разнообразием, тем не менее, 276 (52,4%) коров являются носителями гомозиготных генотипов «s»/«s» и H'/H', так как в обоих стадах у животных часто встречаются аллели «s» и H'.

В стаде «Восточное» 264 (51,7%) коровы являются носителями гомозиготных генотипов «s»/«s», H'/H' и S₁H'/S₁H', а так же в стаде достоверно больше носителей генотипов H'/U', $X^2=8,1$, p<0,005 и S₁H'/«s», $X^2=15,5$, p<0,001

Заключение. Таким образом, анализ распределения аллелей и генотипов 9 разных локусов групп крови у животных в дойных стадах сельхозпредприятий «Восточное» и «Краснореченское» показал, что в обоих стадах преобладают аллели «a», (EAA-локус), G₂Y₂E'₂Q', «b», G₂I₁, I₁(I₂), Y₂ (EAB-локус), «c», C₁E, C₁(C₂)W, X₂(X₁) (EAC-локус), F (EAF локус), «j»

(EAJ-локус), «l» (EAL-локус), «m» (EAM-локус), «z» (EAZ-локус) и «s», H', S₁H' (EAS локус) и генотипы «a»/«a» (EAA-локус), G₂I₁/G₂Y₂E'₂Q', G₂Y₂E'₂Q'/I₁(I₂), I₁(I₂)/Y₂ (EAB-локус), C₁E/X₂(X₁), X₂(X₁)/«c», C₁(C₂)W/X₂(X₁), X₂(X₁)/X₂(X₁) (EAC-локус), F/F (EAF локус), «j»/«j» (EAJ-локус), «l»/«l», (EAL-локус), «m»/«m» (EAM-локус), «z»/«z» (EAZ-локус), «s»/«s», H'/H' (EAS-локус). Значительные различия выявлены в распределении аллелей и генотипов по многофакторным EAB, EAC и EAS-локусам. Стадо сельхозпредприятия «Восточное» отличается более высокой частотой встречаемости EAB-аллелей G₂Y₂E'₂Q', $X^2=29,9$, p<0,001, O₁(O₂), $X^2=11,9$, p<0,001 E'₃G'' $X^2=30,1$, p<0,001, I' $X^2=23,4$, p<0,001, генотипа G₂Y₂E'₂Q'/I₁(I₂), EAC-аллелей C₁E, $X^2=95,6$, p<0,001, C₁(C₂)W $X^2=23,9$, p<0,001, а стадо «Краснореченское» отличается более высокой частотой встречаемости EAB-аллелей I₁O₁QE'₂Q', $X^2=15,5$,

$p < 0,001$, O_1J_2O' , $X^2=65,5$, $p < 0,001$, Y_2 , $X^2=89,2$, $p < 0,001$, $Y_2G'Y'G''$, $X^2=59,1$, $p < 0,001$, Q' , $X^2=12,7$, $p < 0,001$, генотипов $Y_2/I_1(I_2)$ и Q'/Y_2 , EAC-аллелей $C_1(C_2)$, $X^2=22,8$, $p < 0,001$, E, $X^2=29,7$, $p < 0,001$, $R_1(R_2)W$, $X^2=15,9$, $p < 0,001$ и генотипов EAS-локуса H'/U' , $X^2=8,1$, $p < 0,005$ $S1H'/\langle s \rangle$, $X^2=15,5$, $p < 0,001$.

Более высокий уровень гомозиготности (C_a) в сельхозпредприятии «Восточное» по EAB и EAC-локусам (8,9% и 13,4%) свидетельствует об использовании быков производителей близких по происхождению и высоким генетическим сход-

ством. Стадо сельхозпредприятия «Краснореченское» характеризуется более высокой генетической изменчивостью (C_a по EAB-локусу 6,1 и EAC-локусу – 11,1), что свидетельствует об особенностях генетической структуры данного стада, которая, очевидно, является следствием большого разнообразия генофонда материнского поголовья.

Знания о генетической структуре стада расширяет возможности для выбора и совершенствования методов племенной работы, направленных на увеличение продуктивности.

Список литературы

1. Машуров, А.М. Генетические маркеры в селекции животных / А.М. Машуров. – М.: Наука, 1980. – 318с.
2. Меркурьева, Е.К. Генетика с основами биометрии / Е.К. Меркурьева, Г.Н. Шангин-Березовский. – М.: Колос, 1983. – 400с.
3. Подоба, Б. Е. Применение генетических маркеров при ведении селекционной работы в заводском стаде крупного рогатого скота / Б. Е. Подоба, Д. Т. Винничук, М.Я. Ефименко // Цитология и генетика. – 1992. – Т.26, №5. – С.41–47.
4. Попов, Н.А. Аллелфонд пород крупного рогатого скота по EAB-локусу : справочный каталог / Н.А. Попов, Г.Е. Ескин ; ВНИИ животноводства. – М.: [б. и.], 2000. – 300 с.
5. Правила генетической экспертизы племенного материала крупного рогатого скота / И. М. Дунин [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2003. – 48 с.
6. Сороковой, П.Ф. Использование генетических маркеров в селекции бурых паород крупного рогатого скота / П.Ф. Сороковой // Совершенствование бурых пород скота в СССР : сб. науч. тр. // ВАСХНИЛ, ВНИИ животноводства. – Дубровицы : ВИЖ, 1981. – С.70–75.
7. Чернушенко, В. К. Повышение эффекта селекции молочного скота при использовании иммуногенетических маркеров : автореф. дис. д-ра с.-х. наук : 05.02.01 / Чернушенко Владимир Константинович – Дубровицы : ВИЖ, 1992. – 52 с.
8. Stewart-Havens Haplotypes of bovine major histocompatibility complex genes in angus cattle / Stewart-Havens, J.E. Beerer, H.A. Lewin // XXII Intern. Conf. Anim. Genet. – Michigan St. Univ. USA, 1990. – P.1.

Reference

1. Mashurov, A.M. Geneticheskie markery v selektsii zhivotnykh (Genetic Markers in Livestock Breeding), M., Nauka, 1980, 318 p.
2. Merkur'eva, E.K., Shangin-Berezovskii, G.N. Genetika s osnovami biometrii (Genetics with Bases of Biometrics), M., Kolos, 1983, 400 p.
3. Podoba, B. E., Vinnichuk, D.T., Efimenko, M. Ya. Primenenie geneticheskikh markerov pri vedenii selektsionnoi raboty v zavodskom stade krupnogo rogatogo skota (Application of Genetic Markers for Breeding in Cattle Pedigree Stock), *Tsitologiya i genetika*, 1992, T.26, No 5, PP.41–47.
4. Popov, N.A., Eskin, G.E. Allelofond porod krupnogo rogatogo skota po EAV-lokusu : spravochnyi catalog (Allelofond of Cattle Breeds of EAB-Locus, Help Directory), VNIi zhivotnovodstva, M., [b. i.], 2000, 300 p.
5. Pravila geneticheskoi ekspertizy plemennogo materiala krupnogo rogatogo skota (Rules of Genetic Examination of Cattle Breeding Material), I. M. Dunin [i dr.], M., Rosinformagrotekh, 2003, 48 p.
6. Sorokovoi, P.F. Ispol'zovanie geneticheskikh markerov v selektsii burykh paород krupnogo rogatogo skota (Application of Genetic Markers for Selection of Cattle Brown Breeds), Sovershenstvovanie burykh porod skota v SSSR, sb. nauch. tr., VASKhNIL, VNIi zhivotnovodstva, Dubrovitsy, VIZh, 1981, PP. 70–75.
7. Chernushenko, V. K. Povyshenie effekta selektsii molochnogo skota pri ispol'zovanii immunogeneticheskikh markerov (Enhancing of Dairy Cattle Breeding Efficiency in Case of Use of Immunologic Markers), avtoref. dis. d-ra s.-kh. nauk , 05.02.01 , Chernushenko Vladimir Konstantinovich, Dubrovitsy, VIZh, 1992, 52 p.
8. Stewart-Havens. Haplotypes of bovine major histocompatibility complex genes in angus cattle, Stewart-Havens, J.E. Beerer, H.A. Lewin, XXII Intern. Conf. Anim. Genet, Michigan St. Univ. USA, 1990, P.1..