

ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА КРАСНОЙ ЭСТОНСКОЙ ПОРОДЫ

А. Г. Констандогло, В. Ф. Фокиа, Т. О. Александрова

Научно-практический институт биотехнологий в зоотехнии и ветеринарной медицине,
Республика Молдова

Приведены результаты анализа антигенного спектра групп крови популяции животных красной эстонской породы в сравнительном аспекте за два периода исследований — 1988 и 2009 гг. По большинству антигенов наблюдается увеличение частоты их встречаемости. Насыщенность антигенными факторами увеличилась до 25,3 %. Определен аллелофонд EAB-локуса, в I период исследований выявлен 71 аллелей, а во II — 78, из них только 14 оказались одинаковыми. Степень изменения генетического сходства аллелофонда за 20-летний период составил 0,063 единиц. Уровень гомозиготности имеет тенденцию к снижению — от 5,9 до 3,7 %. Популяция животных красной эстонской породы стала более гомозиготной, число эффективных аллелей возросло с 16,9 до 26,6.

Ключевые слова: АНТИГЕН, АЛЛЕЛЬ, ГРУППА КРОВИ, АЛЛЕЛОФОНД, КРАСНАЯ ЭСТОНСКАЯ ПОРОДА, КРУПНЫЙ РОГАТЫЙ СКОТ, ГЕНЕТИЧЕСКОЕ СХОДСТВО, УРОВЕНЬ ГОМОЗИГОТНОСТИ

Из истории создания красной эстонской породы известно, что вначале использовали животных ангельской породы для скрещивания с аборигенным скотом, а затем помесей скрещивали с красным датским скотом [5, 7]. В советский период для совершенствования животных красной эстонской породы прибегали к повторному скрещиванию маточного поголовья с быками красной датской породы. В настоящее время на территории стран бывшего Советского Союза ареал разведения и распространения скота красной эстонской породы, как и пород красного корня, за исключением красной степной, невелик.

Животных красной эстонской породы в Республику Молдова начали завозить с 1946 года, которую разводили «в себе», а также использовали для скрещивания с красным степным скотом в целях его улучшения. Впоследствии его разводили изолированно только в одном стаде — училище виноделия «Стэучень». С 2008 года данная популяция животных была переведена в экспериментально-технологическую станцию «Максимовка».

Генетические особенности животных красной степной, а также популяции животных красной эстонской пород в Республике Молдова были освещены в работах [1, 11, 14], где приводилась в основном характеристика антигенного спектра групп крови.

Цель данной работы — дать объективную генетическую характеристику популяции животных красной эстонской породы в сравнительном аспекте за два периода исследований (I период — 1988 г и II период — 2009 г).

Материалы и методы

Материалом для исследований послужили данные исследований групп крови, проведенных нами в 1988 и 2009 гг ($n=330$, $n=112$). Взятие крови от животных, постановку реакций гемолиза эритроцитов, а также изучение групп крови проводили по общепринятой методике с использованием 50 реагентов, согласно методических рекомендаций [6].

Частоты встречаемости антигенов и аллелей (q) определяли общепринятым методом. Уровень гомозиготности в локусе (Ca) вычисляли с использованием формулы

Робертсона [15]. Число эффективно действующих аллелей (Na) было определено путем деления единицы на коэффициент гомозиготности. Через использование коэффициента гомозиготности определяли также и степень генетической изменчивости (V). Показатели иммуногенетического сходства (r) и дистанции (d) между двумя периодами исследований определяли по формуле Серебровского [12].

Результаты и обсуждение

В результате анализа антигенного спектра групп крови животных красной эстонской породы выявлен довольно большой диапазон варьирования частот их встречаемости и изменений, которые произошли в популяции в сравниваемые периоды исследований. Так, в ЕАА-системе из изученных антигенов A_2 , Z' антиген Z' у животных второго периода исследований не выявлен, а частота встречаемости антигена A_2 возросла и составила 0,4464.

В ЕАВ-системе из изученных 26 антигенов выявлено 23 антигена, антиген E_3' за этот период элиминировался, в то же время интродуцированы антигены B' и K' с частотой встречаемости 0,0625. Наблюдается увеличение частот встречаемости таких антигенов как B_2 , G_2 , I_2 , P_1 , Q , T_1 , T_2 , E'_2 , G' , I' , J'_2 , O' , Q' , B'' , G'' , и снижение концентрации других — I_1 , O_2 , Y_2 , D' , P' , Y' .

В ЕАС-системе из изученных 10 антигенов не выявлено антигена R_1 , частоты встречаемости антигенов R_2 , X_2 снизились и составляют от 0,6485 до 0,1339 и от 0,6424 до 0,3750 соответственно. По всем остальным антигенам (C_1 , C_2 , E , W , X_1 , C' , L') наблюдается существенное увеличение частоты их встречаемости.

В ЕАФ-системе частоты встречаемости антигенов F и V изменились незначительно в сторону увеличения, и составляют 0,9911 и 0,1696 соответственно. То же самое наблюдается и в ЕАЖ-системе, а в ЕАЛ- и ЕАМ- системах, наоборот, наблюдается уменьшение концентрации антигенов L и M от 0,3545 до 0,0446 и от 0,0697 до 0,0089 соответственно.

Насыщенность антигенными факторами за этот период также увеличилась, так как средняя частота антигенов возросла и составляет 25,4 против 23,0 %.

Следует отметить, что частота встречаемости большинства антигенов, анализируемой нами популяции скота, носит промежуточный характер по сравнению с частотой встречаемости популяции животных красной эстонской породы, которые были получены в исследованиях [13], а концентрация антигенов B_2 , I_1 , Y' , U , H'' и Z почти одинаковая. В то же время частоты встречаемости большинства антигенов у животных в I-й период исследований совпадают с результатами исследований [3] на данной популяции животных, что объясняется небольшим интервалом между двумя этими тестированиями.

Установлен аллелофонд ЕАВ-локуса анализируемой популяции скота, однако из-за громоздкости приводим данные только за II период исследований (табл. 1).

Таблица 1

Аллелофонд по ЕАВ-локусу животных красной эстонской породы

№ п/п	Аллель	n	q	№ п/п	Аллель	n	q
1.	$B_1T_1Y_2P'G'Q'$	1	0,0045	40.	QT_1B'	1	0,0045
2.	B_1P'	5	0,0223	41.	$QT_1B'E'_2J'_2O'P'$	1	0,0045
3.	B_2G_2	34	0,1518	42.	$QY_2G'T'$	1	0,0045
4.	B_2I_1	1	0,0045	43.	T_1Y_2G'	3	0,0134
5.	B_2O_1	14	0,0625	44.	$T_1Y_2G'Q'$	1	0,0045
6.	$B_2O_1Y_2G'P'Q'G''$	1	0,0045	45.	$T_1G'T'J'_2K'O'$	1	0,0045
7.	$B_2O_1Y_2D'$	1	0,0045	46.	$T_1Y_2G'G''$	1	0,0045
8.	$B_2QT_1B'P'Y'$	1	0,0045	47.	$T_2Y_2D'G'$	1	0,0045
9.	$B_2T_1Y_2G'$	2	0,0089	48.	$T_2Y_2D'G''$	1	0,0045
10.	$B_2T_1Y_2G'O'$	1	0,0045	49.	$T_2Y_2G'Q'Y'$	1	0,0045
11.	B_2T_2	4	0,0178	50.	$T_2Y_2G'G''$	1	0,0045

12.	B ₂ T ₂ G'J ₂ O'	1	0,0045	51.	Y ₂ B'E ₂ J ₂ O'	2	0,0089
13.	B ₂ Y ₂ E ₂ G'P'Q'Y'	1	0,0045	52.	Y ₂ D'G'	1	0,0045
14.	B ₂ E ₂ G'J ₂ O'P'Y'	1	0,0045	53.	Y ₂ E ₂	1	0,0045
15.	G ₁ Y ₁ P'	1	0,0045	54.	Y ₂ E ₂ G'J ₂ O'	3	0,0134
16.	G ₂ I ₁	1	0,0045	55.	Y ₂ G'	3	0,0134
17.	G ₂ O ₁	1	0,0045	56.	Y ₂ G'Q'	6	0,0268
18.	G ₂ QT ₁ E ₂ I'J ₂ O'	1	0,0045	57.	Y ₂ G'Y'B''	1	0,0045
19.	G ₂ Y ₂ D'	5	0,0223	58.	Y ₂ Y'	8	0,0357
20.	G ₂ Y ₂ E ₁ Q'	2	0,0089	59.	Y ₂ G'G''	1	0,0045
21.	G ₂ D'	1	0,0045	60.	B'P'Q'	1	0,0045
22.	G ₂ E ₂ J ₂ O'	4	0,0178	61.	D'E ₂ G'J ₂ O'	1	0,0045
23.	G ₂ E ₂ J ₂ O'G''	1	0,0045	62.	D'G'J ₂ O'Q'	2	0,0089
24.	I ₂	6	0,0268	63.	D'G'J ₂ K'O'Q'	1	0,0045
25.	O ₁ P ₁	1	0,0045	64.	E ₂ G'J ₂ O'	1	0,0045
26.	O ₁ T ₁ B'P'Q'	1	0,0045	65.	E ₂ G'J ₂ O'Q'	1	0,0045
27.	O ₁ I'Q'	1	0,0045	66.	E ₂ G'J ₂ O'G''	2	0,0089
28.	O ₂	3	0,0135	67.	E ₂ I'O'Q'	1	0,0045
29.	O ₂ P ₁ Q	1	0,0045	68.	E ₂ I'J ₂ O'G''	1	0,0045
30.	O ₂ P ₁ QT ₁	1	0,0045	69.	E ₂ J ₂ O'Q'	4	0,0178
31.	O ₂ QT ₁	1	0,0045	70.	E ₂ J ₂ O'Y'B''	1	0,0045
32.	O ₂ QT ₁ E ₂ I'J ₂ K'O'	1	0,0045	71.	G'T'J ₂ K'O'	1	0,0045
33.	O ₂ QT ₁ I'K'	1	0,0045	72.	G'J ₂ K'O'G''	2	0,0089
34.	O ₂ D'I'	1	0,0045	73.	G'Q'G''	2	0,0089
35.	O ₂ I'Q'	1	0,0045	74.	I'	1	0,0045
36.	O ₂ G'I'G''	1	0,0045	75.	I'Q'	4	0,0178
37.	QT ₁	1	0,0045	76.	Q'	10	0,0446
38.	QT ₁ Y ₂ B'G'	2	0,0089	77.	G''	8	0,0357
39.	QT ₁ Y ₂ G'I'	2	0,0089	78.	b	6	0,0268

Как видно из материалов таблицы, состав и частоты аллелей претерпели значительные изменения. Во II-м периоде исследований количество аллелей EAB-локуса у тестируемых животных возросло от 71 до 78. Наблюдается высокая частота встречаемости аллеля B₂G₂ (0,1518), которая у других пород, из доступных нам литературных источников, не встречается, кроме как у голштинизированного скота ярославской породы [10]. Повысилась частота встречаемости негативного аллеля «b» — 2,68 % (или +2,2 % к первому периоду).

Наиболее распространенные 9 аллелей популяции, выявленные в первый период исследований — G₂Y₂E₁O₁ (0,0091), G₂E₃O' (0,0424), G₂J₂O' (0,0061), O₁ (0,0515), O₁Y₁D' (0,0333), O₁Q' (0,0091), P₂Y₂G' (0,0106), P₂Y₂G'' (0,0076), J₂ (0,0091), ко второму периоду элиминировались. В то же время, во второй период были интродуцированы следующие аллели: B₁T₁Y₂P'G'Q', B₂QT₁B'P'Y', B₂T₁Y₂G', B₂T₁Y₂G'O', B₂T₂, B₂T₂G'J₂O', B₂Y₂E₂G'P'Q'Y', B₂E₂G'J₂O'P'Y', G₁Y₁P', G₂I₁, G₂O₁, G₂QT₁E₂I'J₂O', G₂Y₂E₁Q', G₂D', G₂E₂J₂O', G₂E₂J₂O'G'', T₁Y₂G', T₁Y₂G'Q', T₁G'I'J₂K'O', T₁Y₂G'G'', T₂Y₂D'G', T₂Y₂D'G'', T₂Y₂G'Q'Y', T₂Y₂G'G'' и ряд других.

За анализируемый период времени резко сократилось количество животных — носителей аллелей B₁P', B₂O₁, B₂O₁Y₂D', Y₂Y' и Q', а количество животных — носителей аллелей B₁G₂, G₂Y₂D', I₂, Y₂G'Q', G'', «b», наоборот, увеличилось. Частота встречаемости аллелей Y₂Y', Y₂G'Q', G'Q'G'', G'' во втором периоде исследований составила 0,0357, 0,0268, 0,0089 и 0,0357 соответственно.

Следует отметить, что в анализируемой нами популяции скота встречаются аллели, свойственные породам, как красного, так и черно-пестрого корнев. Так, например, аллель Y₂Y' является маркерной для бурой латвийской, англеской, красной датской пород, аллель Y₂G'Q' — уникальна для восточно-финской породы [4]. Аллель G'' является маркерной для животных англеской, бурой латвийской, красной степной, истобенской, черно-пестрой, голштинской пород скота [9, 13], частота встречаемости которой во втором периоде возросла

в 12 раз. В наших исследованиях, как и в исследованиях [2], наиболее распространенными оказались аллели B_2O_1 , $B_2O_1Y_2D'$, Y_2Y' , I_2 , Q' , G'' , которые свойственны животным англеской и красной степной пород.

Аллели G_2 , Y_2 , $Y_2G'Y'G''$, а также аллели $Y_2G'G''$, I_1O_1Q — являются характерными для англеской породы, что подтверждается и результатами исследований [3]. Аллель $Y_2G'G''$ встречается также у животных бурой латвийской, красной степной и голштинской пород. Частота аллеля Y_2Y' в исследованиях I периода довольно высокая и составляет 0,0939. Высока частота встречаемости и аллеля O' (0,0303), которая характерная для красной датской породы.

При сопоставлении результатов исследований двух периодов установлено, что только 14 аллелей являются общими (рис. 1).

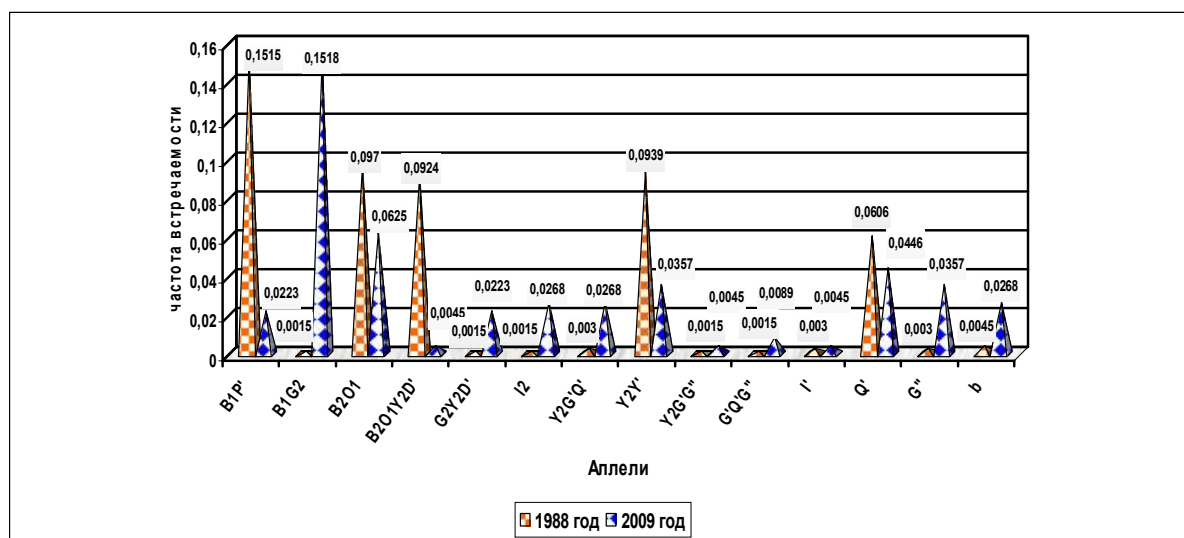


Рис. 1. Динамика частоты встречаемости одинаковых аллелей ЕАВ-локуса в различные периоды исследований

Сопоставление аллелофонда стада характеризует динамику селекционно-генетических процессов. Как известно, она определяется степенью изменения генетического сходства (r) аллелофонда за определенный период времени — год или поколение. В данном случае расхождение по одинаковым аллелям довольно значительно и составило за 20 лет 0,063 единиц генетического сходства.

Концентрация аллелей с частотой выше 1 % или основных аллелей (рис. 2), в первый период исследований составила 0,6606 — 17 аллелей ЕАВ-локуса, во второй период — 12 аллелей, здесь также отмечается снижение их концентрации до 0,5917. Уровень гомозиготности (S_a) также имеет тенденцию к снижению — от 0,0592 до 0,0376 или 3,7 %.

Как известно, состояние аллелофонда породы по уровню гомозиготности отражается показателем числа эффективных аллелей (N_a). За исследуемый период времени популяция красной эстонской породы стала более гомозиготной, число эффективных аллелей возросло с 16,9 до 26,6, увеличился также и такой показатель как степень генетической изменчивости ($V=97,1$ %).

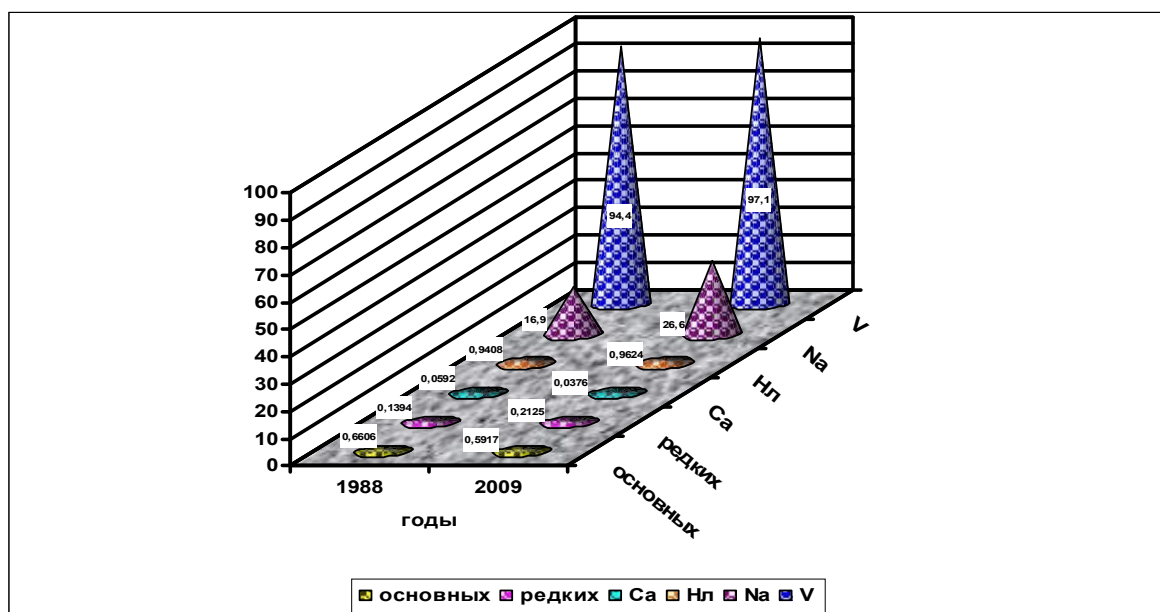


Рис. 2. Динамика генетической изменчивости популяции животных красной эстонской породы

Что же касается уровня групповой гетерозиготности (Hл), то в данной популяции скота она оказалась довольно высокой и составила в первый период 0,9408 и 0,9624 — во второй период. Из литературных источников известно, что данный показатель в целом по породе изменяется, но не столь быстро [9, 10]. В стадах и породах, не подвергшихся искусственному отбору групповая гетерозиготность остается высокой. Поэтому, наблюдаемое нами увеличение уровня групповой гетерозиготности по EAB-локусу говорит о том, что популяции скота красной эстонской породы последние 20 лет не подвергалась столь жесткому искусственному отбору.

Выводы

1. Выявлено 44 антигена групп крови животных популяции красной эстонской породы. За анализируемый период исследований элиминировались 6 антигенов — Z', G₃, P₂, E'₃, R₁, U".
2. Аллелофонд красной эстонской породы по EAB-локусу состоит из 78 аллелей, аллель B₂G₂ является маркерной с частотой встречаемости 0,1518. Увеличилось количество животных — носителей аллелей B₂G₂, G₂Y₂D', I₂, Y₂G'Q', G" и «b».
3. Популяция животных красной эстонской породы генетически разнообразна: степень гомозиготности составляет 3,76 %, число эффективных аллелей — 26,6 и степень генетической изменчивости — 97,1.

A. G. Konstandoglo, V. F. Foksha, T. O. Alexandrova

IMMUNOGENETICAL CHARACTERISTICS OF RED ESTONIAN BREED CATTLE POPULATION

Summary

Results of antigenic spectrum analyze of blood groups population of Red Estonian breed animals, in comparative aspect during 2 period of investigation — 1988 and 2009. For majority of antigens the increase of the frequency occurrence was observed. Antigens factors saturation

increased to 25,3 %. Alleles pool AEB-locus was determined, in the 1-st period 71 alleles was discovered; in the II-d period — 78, 14 of which — was identical. The degree of modification genetic resemblance modification for 20-years period was 0,063 unit. The level of homozygosity has the tendency for lowering from 5,9 to 3,7 %. The population of Red Estonian breed animals became more homozygotic, the number of effective alleles increased from 16,9 to 26,6.

А. Р. Констандогло, В. Ф. Фокиа, Т. О. Александрова

ІМУНОГЕНЕТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦІЇ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ЧЕРВОНОЇ ЕСТОНСЬКОЇ ПОРОДИ

Резюме

Наведені результати аналізу антигенного спектру груп крові популяції тварин червоної естонської породи в порівняльному аспекті за два періоди досліджень — 1988 і 2009 рр. У більшості антигенів спостерігається збільшення частоти їх появи. Насиченість антигенними чинниками збільшилася до 25,3 %. Визначений алелефонд ЕАВ-локуса, в перший період досліджень виявлено 71 алель, а в другий — 78, з них тільки 14 виявилися однаковими. Ступінь зміни генетичної схожості алелефонду за 20-річний період склав 0,063 одиниць. Рівень гомозиготності має тенденцію до зниження — від 5,9 до 3,7 %. Популяція тварин червоної естонської породи стала більш гомозиготною, число ефективних алелей зросло з 16,9 до 26,6.

1. *Букатару Н. Н.* Иммуногенетические особенности красного эстонского скота, разводимого в Молдове : в сб. : Актуальные вопросы генетики и селекции./ Н. Н. Букатару, С. В. Уханови др. — Кишинев : Штиинца, 1991. — С. 91–96.

2. *Вороненко В. И.* Аллелофонд групп крови красного степного и англеского скота / В. И. Вороненко // В бюл. научн. работ : «Генетические исследования в селекции животных». — Дубровицы, 1982. — Вып. 65. — С. 58–60.

3. *Вороненко В. И.* Імуногенетичні особливості порід молочної худоби південного регіону України : збірник наукових праць до 75-річчя з дня заснування закладу / В. И. Вороненко, В. Г. Назаренко, А. В. Вороненко, Г. М. Хлюст. — Нова Каховка : Пиел, 2006. — С. 133–142.

4. *Дексне В. Я.* Группы крови бурого латвийского и англеской пород и их применение в практическом животноводстве / В. Я. Дексне // Племенное дело в скотоводстве Латвийской ССР. — Рига : Зинайте, 1988. — С. 60–68.

5. *Мельдер А. Э.* Красный эстонский скот и его совершенствование : автореф. дис...доктора сельскохозяйственных наук / А. Э. Мельдер. — Тарту, 1965. — 33 с.

6. Методические рекомендации по использованию групп крови для повышения селекционно-племенной работы в молочном животноводстве. — Ленинград, 1983.

7. *Миддендорф А. Ф.* О породе рогатого скота северной России и его улучшении / А. Ф. Миддендорф. — М., 1884.

8. *Москаленко Л.* Генетические маркеры продуктивного долголетия коров / Л. Москаленко, А. Коновалова, Е. Зверева // Молочное и мясное скотоводство. — 2009. — № 3. — С. 9–10.

9. *Назаренко В. Г.* Структура популяций красного степного и англеского скота по маркерным генам / В. Г. Назаренко, В. И. Вороненко // Научно-технический бюллетень. — Херсон, 1988. — Вып. 1. — С. 6–9.

10. *Попов Н. А.* Эволюционные особенности пород красной масти по аллелям В-локуса круп крови / Н. А. Попов // Доклады российской академии сельскохозяйственных наук. — 1996. — № 2.
11. *Салий И. И.* Возможности улучшения хозяйственно-биологических признаков скота красной степной породы / И. И. Салий, И. В. Тищенко, А. А. Шумило // Пути повышения продуктивности животноводства. — Кишинев : Штиинца, 1974. — С. 11–23.
12. *Серебровский А. С.* Генетический анализ / А. С. Серебровский. — М. : Наука, 1970. — 342 с.
13. *Сороковой П. Ф.* Генетические особенности черно-пестрого и голштинского скота : в сб. «Иммуногенетика и селекция с.-х. животных» / П. Ф. Сороковой, Н. Г. Букаров. — Москва, 1986. — С. 7–14.
14. *Smirnov E.* Metode creare a tipului de taurine Bălțat cu Negru Moldovenesc / E. Smirnov, V. Focșă, A. Constandoglo // Materialele monografie. — Ch. Tipograf «Elena V.I.», SRL, 2007. — 180 p.
15. *Robertson A.* Blood Grouping in dairy cattle improvement / A. Robertson // Proc. VIII the Inter. Congr. Anim. — 1956. — Vol. 2. — P. 79–83.

Рецензент: доктор хабилитат сельскохозяйственных наук, член-корреспондент Академии наук Молдовы Килимар Сергей Ефремович