

Е.Б. Шукюрова, кандидат биологических наук

Хабаровский Федеральный исследовательский центр ДВО РАН –
обособленное отделение Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства

РФ, 680521, Хабаровский край, п. Восточный-1, ул. Клубная, 13

Н.С. Марзанов, доктор биологических наук, профессор

Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени Л.К. Эрнста

РФ, 142132, Московская обл., Подольский р-н, п. Дубровицы, 60

E-mail: dvniishimgen@mail.ru

УДК 636.082

DOI:10.30850/vrsn/2021/6/80-84

МОНИТОРИНГ АЛЛЕЛОФОНДА ЕАВ-ЛОКУСА ГРУПП КРОВИ В ПРОЦЕССЕ СЕЛЕКЦИИ ГОЛШТИНСКОГО КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

В результате проведенных исследований с помощью ЕАВ-локуса групп крови установлены изменения генетической ситуации в стаде голштинского скота в СПК «Соколовский» Сахалинской области. Анализ динамики аллелей во времени у 1620 животных показал, что произошло изменение генофонда в сторону его обеднения. Сократилось общее число аллелей участвующих в формировании генотипов ЕАВ-локуса с 45–48 (потомки 2004–2011 года рождения) до 30 (2018–2019). Максимальный уровень гомозиготности был у потомков 2008–2011 и 2016–2017 годов рождения, в пределах 10,4–12,7, наблюдалось уменьшение числа эффективных аллелей. Использование большого числа быков $G_2Y_2E_2Q'$ – носителей привело к увеличению рождения потомков в 1,7 раза по встречаемости с данным аллелем в 2017–2018 годах. Уродившихся с 2008 по 2015 год, в генотипах исчезло большое число редко встречающихся аллелей $I_1O_1Y_2, A_2B', O_1QY_2E_3D'G', O_1T_2E_3O'G', Y_2A_2B', Y_2A_2B'Y, B_2B', I_2I', O_1Y_2, QQ', Y_2E_2G'O'Q', Y_2E_3O'G', B_2Y_2B'E_3G'I'G', G_2O_1Y_2D'E_3, G_2Y_2D', P_2Q$ и других. В то же время, за весь период исследований стадо пополнилось только 25 аллелями, что привело к снижению в нем генетической изменчивости. Для устранения негативных процессов в стаде необходимо использовать такой генофонд производителей, который сможет компенсировать элиминацию аллелей в маточном стаде.

Ключевые слова: животноводство, голштинская порода, Сахалинская область, группы крови, ЕАВ-локус, мониторинг, гомозиготность, число эффективных аллелей.

E.B. Shukyurova, PhD in Biological sciences

Khabarovsk Federal Research Centre of DVO RAN,

Isolating Subdivision The Far East Scientific-Research Institute of Agriculture

RF, 680521, Khabarovskij kraj, p. Vostochnyj-1, ul. Klubnaya, 13

N.S. Marzanov, Grand PhD in Biological sciences, Professor

Federal Research Centre of Cattle-Breeding – L. K. Ernst VIZH

RF, 142132, Moscovskaya obl., Podolskij, r-n, p. Dubrovitsy, 60

E-mail: dvniishimgen@mail.ru

MONITORING OF THE EAB-LOCUS OF THE ALLELE POOL OF BLOOD GROUPS IN THE SELECTION PROCESS OF HOLSTEIN CATTLE

In the results of conducted researches changes of genetic situation in the cattle herd of the agricultural enterprise SPK «Sokolovsky» in Sakhalin are determined. Control of the genetic situation of animals was realized with a help of EAB-locus of blood groups. Analysis of alleles dynamics in time from 1620 animals showed the fact of gene fund change to its impoverishment. The shortening of the common number of alleles, taking place in the forming of genotypes of EAB-locus, from 45–48 (offsprings from 2004 to 2011 years of birth) to 30 (offsprings of 2018 to 2019 years of birth) happened. The offsprings of 2008–2011 and 2016–2017 years of birth had the maximum level of homozygosity – within of 10,4–12,7. Decrease of the number of effective alleles was the result of it. Use of the great number of sires, $G_2Y_2E_2Q'$ – bearers, came to increasing the birth of offsprings by 1,7 times with this allele in 2017–2018 years. The great number of seldom meeting $I_1O_1Y_2, A_2B', O_1QY_2E_3D'G', O_1T_2E_3O'G', Y_2A_2B', Y_2A_2B'Y, B_2B', I_2I', O_1Y_2, QQ', Y_2E_2G'O'Q', Y_2E_3O'G', B_2Y_2B'E_3G'I'G', G_2O_1Y_2D'E_3, G_2Y_2D', P_2Q$ and others disappeared in genotypes of the herd offsprings from 2008 to 2015 years of birth. At the same time during the all period of the researches the herd increased by only 25 alleles, that came to decrease the genetic changeability in the herd. It is necessary for removal the negative processes in the herd to use such gene fund of sires, which will be able to compensate elimination of alleles in the uterine herd.

Key words: animal husbandry, holstein race, Sakhalin region, blood groups, EAB-locus, monitoring, homozygosity, the number of effective alleles.

Одна из главных задач животноводства — организация эффективного природопользования, позволяющая при оптимальных материальных и трудовых затратах наращивать масштабы производства экологически чистой продукции (мясо, молоко, продукты их переработки).

В связи с этим требуется поиск легко контролируемых признаков для определения генетической ценности и потенциала продуктивности животных. В селекции используют группы крови крупного рогатого скота в качестве генетических маркеров наследственности по многим направлениям: для контроля достоверности записей происхождения в племенных документах, определения генетического сходства и различия между отдельными животными, линиями и семействами, стадами и породами; улучшения воспроизводительных способностей, повышения уровня продуктивности, сохранения и передачи в поколениях ценных генотипов; экспертизы породной принадлежности. В процессе селекции КРС большое значение имеет изучение частоты встречаемости и динамики во времени (мониторинг) аллелей групп крови для установления изменений в генетической структуре как породы в целом, так и отдельных стад. [6, 7, 14] С помощью мониторинга ЕАВ-локуса можно контролировать генетическую ситуацию в породе или стаде животных и своевременно принимать меры по устранению негативных проявлений. Данные иммуногенетического мониторинга используют для характеристики популяций животных, как дополнительного критерия в селекционно-племенной работе при отборе крупного рогатого скота для совершенствования пород, типов, линий, семейств и повышения продуктивности. [2, 3, 9]

По результатам проведенных исследований последних лет в Российской Федерации установлено, что в процессе селекции аллелофонд стад крупного рогатого скота изменяется. [8, 12, 13]

СПК «Соколовский» — один из действующих племенных репродукторов в Сахалинской области. Животные обладают выраженным молочным типом, стойко передают свои качества потомству, отличаются однородностью и стабильностью селекционных признаков, адаптированы к местным природно-климатическим условиям. Продуктивность на протяжении ряда лет сохраняется высокой — до 6500 кг за 305 дн. лактации. [4]

Цель исследований — изучение изменения аллелофонда ЕАВ-локуса групп крови при разведении *голлитинской* породы во времени в СПК «Соколовский» Сахалинской области для использования полученных данных в селекционно-племенной работе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работу проводили в лаборатории иммуногенетической экспертизы ХФИЦ ДВО РАН — обособленное подразделение ДВ НИИСХ. Изучали животных стада *голлитинской* породы, разводимой с 2004 по 2019 годы в СПК «Соколовский» Сахалинской области. Группы крови ЕАВ-локуса определяли общепринятым способом с применением 27 сывороток-реагентов: $V_2, G_2, G_3, I_1, I_2, K, O_1, O_2, P, Q, T_2, Y_2, A_2, B', D', E_2, E_3, G', I', J_2, K', O', P', Q', Y', B''$,

G'' . ЕАВ-аллели устанавливали методом семейного анализа (отец-мать-потомок). [11] Частоту встречаемости аллелей (q), уровень гомозиготности (Ca), число эффективных аллелей (Na) вычисляли по формулам А.М. Машурова и др. [1]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У 1620 голов *голлитинской* породы по ЕАВ-локусу групп крови было установлено 65 аллелей. С высокой частотой — от 0,0392 (Q') до 0,2287 ($G_2Y_2E_2Q'$) в стаде за период исследований встречались аллели характерные для *голлитинского* скота: $V_2O_1B', G_2Y_2E_2Q', I_1(I_2), O_1(O_2) A_2', D'E_3G'O', E_3G'', Q', «b»$. [10] Выявлено большое число редко встречающихся аллелей: $V_2G_2KA'E_3G'O'G'', V_2O_1Y_2, V_2O_1Y_2D', V_2O_1D'E_3G'O'Y'P'G'', V_2P_2D'E_3G'I'O'G'', V_2Y_2B'E_3G'I'G'', V_2Y_2D'E_3G'O'G'', V_2A_2E_3I'P'Q', V_2B'', G_2O_1Y_2, G_2O_1Y_2D'E_3, G_2Y_2D', G_2O_1T_1A_2E_3K', I_1O_1Y_2, I_1O_1J_2K'O', I_1I', I_2Q', O_1QY_2E_3D'G', O_1QY_2E_3D'G', O_1T_1E_3Q'O'G'', O_1Y_2D'G'Q', O_1Y_2, O_1Y_2G'', O_2O', P_2Q, Q, QQ', Y_2A_2B', Y_2A_2B'Y', Y_2D'E_2O', Y_2E_3D'G'I'O', Y_2E_2G'O'Q', Y_2E_3G'Y'G'', Y_2E_3O'G'', Y_2Q', A_2B', E_2Q', E_3G'$. Их суммарная частота составляет 0,0545, носители — более 27 % животных.

Анализ распределения частот ЕАВ-аллелей во времени показал, что в стаде происходят существенные генетические изменения (см. таблицу).

Животные, рожденные в 2004–2005 годах, отличались большим генетическим разнообразием. Уровень гомозиготности — 7,9 %, число эффективных аллелей — 13, участвующих в формировании генотипов — 45.

Чем меньше уровень гомозиготности и больше число эффективных аллелей, тем выше генетическое разнообразие. У животных, рожденных с 2006 по 2007 год, наблюдается увеличение уровня гомозиготности с 9,1 до 12,7 %, при снижении числа эффективных аллелей до восьми. У животных, рожденных в 2018–2019 годах, в формировании генотипов участвовало всего 30 ЕАВ-аллелей.

Происходит элиминация ряда аллелей из стада. У потомков, родившихся в 2008–2009 годах, в генотипах не встречались $I_1O_1Y_2$ и A_2B' аллели, 2010–2011 — $O_1QY_2E_3D'G', O_1T_1E_3O'Q'G'', Y_2A_2B'$ и $Y_2A_2B'Y'$, 2012–2013 — $V_2B'', I_2I', O_1Y_2, QQ', Y_2E_2G'O'Q'$ и $Y_2E_3O'G''$, 2014–2015 — $V_2Y_2B'E_3G'I'G'', G_2O_1Y_2D'E_3, G_2Y_2D'$ и P_2Q .

При изучении генотипов ЕАВ-локуса быков-производителей, семя которых было использовано за истекший период, установлено, что генотипод пополнился только 25 аллелями: $V_2G_2KY_2A_2O', V_2O_1, V_2O_1B', V_2Y_2A_2E_3G'P'Q'G'', G_2I_1, G_2O_1, G_2Y_2E_2Q', I_1(I_2), O_1(O_2) A_2', O_1A_2J_2K'O', O_1Y_2E_3G'G'', O_2O', Q, QQ', Y_2, Y_2A_2', Y_2D'E_2O', E_3G'', E_3G'G'', D'E_3G'O', E_2', I', O', Q'$ и «b».

Большинство быков были носителями $G_2Y_2E_2Q', V_2O_1B', D'E_3G'O', E_3G''$ и «b» аллелей. Частота встречаемости $G_2Y_2E_2Q'$ увеличилась с 0,1168 до 0,3100, $V_2O_1B' = 0,0192...0,1934$, $I_1(I_2) = 0,0324...0,0994$, $D'E_3G'O' = 0,0288...0,1345$, $E_3G'' = 0,0363...0,1378$, «b» — 0,0242...0,0892 (см. рисунок, 3-я стр. обл.).

В среднем по стаду 11,4 % животных — носители наиболее часто встречающегося $G_2Y_2E_2Q'$ аллеля. Максимальное число носителей (15,5 %) наблю-

Характеристика аллелофонда стада СПК «Соколовский» Сахалинской области по годам

Аллель EAB-локуса	2004–2005 n=124	2006–2007 n=155	2008–2009 n=229	2010–2011 n=249	2012–2013 n=288	2014–2015 n=253	2016–2017 n=185	2018–2019 n=137	Средневзвешенная, n=1620
B ₂ G ₂ KY ₂ A ₂ O'	0,0081	0,0064	0,0044	0,0040	0,0052	0,0020	0	0	0,0037
B ₂ G ₂ KA ₂ E ₂ G'O'G''	0	0	0	0	0,0087	0,0040	0,0027	0	0,0025
B ₂ I ₁	0,0121	0,0096	0,0022	0,0080	0,0052	0,0059	0,0027	0,0073	0,0062
B ₂ O ₁	0,0444	0,0192	0,0153	0,0261	0,0174	0,0198	0,0054	0,0109	0,0191
B ₂ O ₁ Y ₂	0,0081	0	0,0044	0,0040	0,0017	0	0,0027	0	0,0025
B ₂ O ₁ Y ₂ D'	0	0,0064	0,0022	0,0020	0,0017	0	0,0027	0	0,0018
B ₂ O ₁ B'	0,0403	0,0192	0,0349	0,0301	0,0871	0,1206	0,0946	0,1934	0,0759
B ₂ O ₂ D'E ₂ G'O'Y'P'G''	0,0081	0,0032	0,0022	0,0040	0,0052	0,0020	0,0027	0	0,0034
B ₂ P ₂ D'E ₂ G'I'O'G''	0	0,0032	0	0,0060	0,0087	0	0	0	0,0028
B ₂ Y ₂ A ₂ E ₂ G'P'Q'G''	0,0161	0,0128	0,0328	0,0201	0,0279	0,0158	0,0243	0,0219	0,0222
B ₂ Y ₂ B'E ₂ G'I'G''	0	0,0032	0	0	0,0017	0	0	0	0,0006
B ₂ Y ₂ D'E ₂ G'O'G''	0	0,0096	0,0066	0	0,0052	0,0040	0	0	0,0034
B ₂ A ₂ E ₂ I'P'Q'	0	0,0032	0,0022	0	0,0017	0	0	0,0036	0,0012
B ₂ B''	0	0	0,0022	0,0020	0	0	0	0	0,0006
G ₂ I ₁	0,0968	0,0513	0,0153	0,0141	0,0052	0,0099	0,0108	0,0073	0,0210
G ₂ O ₁	0,0282	0,0256	0,0262	0,0201	0,0366	0,0553	0,0405	0,0292	0,0336
G ₂ O ₁ Y ₂	0,0040	0	0,0022	0,0020	0,0017	0	0,0054	0,0036	0,0021
G ₂ O ₁ Y ₂ D'E ₂	0	0	0	0,0020	0,0017	0	0	0	0,0006
G ₂ Y ₂ D'	0,0040	0,0064	0	0,0020	0,0017	0	0	0	0,0015
G ₂ Y ₂ E ₂ Q'	0,2097	0,2532	0,3100	0,2510	0,2309	0,1818	0,2351	0,1168	0,2287
G ₃ O ₁ I ₁ A ₂ E ₂ K'	0,0081	0	0,0022	0	0	0,0020	0	0	0,0012
I ₁ (I ₂)	0,0403	0,0994	0,0568	0,0542	0,0382	0,0573	0,0324	0,0839	0,0555
I ₁ O ₁ Y ₂	0	0,0064	0	0	0	0	0	0	0,0006
I ₁ O ₁ J ₂ K'O'	0	0,0032	0,0022	0,0020	0	0	0,0027	0	0,0012
I ₁ O ₂ QA ₂ E ₂ K'Q'	0,0040	0	0,0022	0,0040	0,0087	0,0020	0,0027	0,0036	0,0037
I ₂ O ₁	0,0081	0,0032	0,0087	0,0020	0,0035	0,0020	0	0,0036	0,0037
I ₂ I'	0,0040	0	0,0022	0,0020	0	0	0	0	0,0009
I ₂ Q'	0,0040	0	0	0,0020	0	0,0020	0	0	0,0009
O ₁ (O ₂)A ₂	0,0565	0,0705	0,0502	0,0522	0,0382	0,0316	0,0243	0,0547	0,0453
O ₁ QY ₂ E ₂ D'G'	0,0040	0	0,0022	0	0	0	0	0	0,0006
O ₁ T ₂ E ₂ O'Q'G''	0	0,0032	0,0022	0	0	0	0	0	0,0006
O ₁ Y ₂ D'G'Q'	0	0	0	0	0,0017	0,0040	0,0054	0	0,0015
O ₁ Y ₂ E ₂ G'G''	0,0040	0,0128	0,0044	0,0141	0,0382	0,0198	0,0297	0,0365	0,0207
O ₁ Y ₂	0	0,0032	0	0,0020	0	0	0	0	0,0006
O ₁ Y ₂ G''	0	0,0032	0	0	0,0035	0,0040	0	0,0036	0,0019
O ₁ A ₂ J ₂ K'O'	0,0968	0,0513	0,0480	0,0241	0,0261	0,0138	0,0297	0,0182	0,0345
O ₂ O'	0	0,0032	0	0,0020	0,0017	0,0020	0,0027	0	0,0015
P ₂ Q	0	0,0032	0	0	0,0017	0	0	0	0,0006
Q	0,0081	0,0032	0,0022	0,0020	0,0035	0	0,0027	0	0,0025
QQ'	0,0040	0	0	0,0020	0	0	0	0	0,0006
Y ₂	0,0202	0,0224	0,0197	0,0281	0,0279	0,0395	0,0378	0,0766	0,0327
Y ₂ A ₂	0,0121	0,0096	0,0044	0,0080	0,0035	0,0059	0,0027	0,0073	0,0062
Y ₂ A ₂ B'	0,0040	0	0,0022	0	0	0	0	0	0,0006
Y ₂ A ₂ B'Y'	0	0,0032	0,0022	0	0	0	0	0	0,0006
Y ₂ A ₂ Y'	0,0121	0,0096	0,0022	0,0020	0,0035	0,0040	0	0,0073	0,0043
Y ₂ D'E ₂ O'	0,0081	0	0,0044	0,0060	0	0,0020	0	0,0073	0,0031
Y ₂ E ₂ D'G'I'O'	0	0	0,0022	0	0,0017	0	0,0027	0,0036	0,0012
Y ₂ E ₂ D'G'I'Q'	0,0040	0,0032	0	0,0020	0,0017	0	0	0	0,0012
Y ₂ E ₂ G'O'Q'	0	0,0032	0	0,0020	0	0	0	0	0,0006
Y ₂ E ₂ G'Y'G''	0,0081	0,0032	0	0,0020	0	0,0020	0,0027	0	0,0019

Продолжение таблицы

Аллель EAB-локуса	2004–2005 n=124	2006–2007 n=155	2008–2009 n=229	2010–2011 n=249	2012–2013 n=288	2014–2015 n=253	2016–2017 n=185	2018–2019 n=137	Средневзвешенная, n=1620
Y ₂ E ₃ G'G''	0,0040	0,0032	0,0044	0,0020	0	0,0119	0,0027	0	0,0037
Y ₂ E ₃ O'G''	0,0040	0	0	0,0020	0	0	0	0	0,0006
Y ₂ Q'	0	0,0032	0	0	0	0,0020	0	0	0,0006
A ₂ B'	0,0040	0,0064	0	0	0	0	0	0	0,0009
D'E ₃ G'O'	0,0444	0,0288	0,0393	0,1345	0,0575	0,1403	0,0811	0,0766	0,0803
E ₂	0,0202	0,0064	0,0306	0,0281	0,0122	0,0040	0,0027	0,0073	0,0145
E ₂ Q'	0,0040	0	0	0	0,0017	0	0	0,0036	0,0009
E ₃ G'	0,0081	0,0064	0,0022	0,0080	0	0	0,0027	0	0,0031
E ₃ G'O'G''	0,0040	0,0064	0,0066	0,0020	0,0087	0	0,0081	0	0,0046
E ₃ G'G''	0,0282	0,0064	0,0175	0,0181	0,0139	0,0079	0,0108	0,0073	0,0136
E ₃ G''	0,0363	0,0385	0,1070	0,0622	0,0871	0,1028	0,1378	0,0912	0,0861
I'	0,0040	0,0096	0,0022	0,0020	0,0035	0,0079	0,0027	0,0073	0,0046
O'	0,0121	0,0128	0,0131	0,0060	0,0331	0,0079	0,0081	0,0073	0,0136
Q'	0,0121	0,0577	0,0349	0,0482	0,0401	0,0375	0,0459	0,0255	0,0392
«b»	0,0242	0,0609	0,0590	0,0743	0,0836	0,0632	0,0892	0,0730	0,0685
Число выявленных аллелей, n	45	48	45	48	45	37	36	30	65
Коэффициент гомозиготности, Ca%	7,9	9,7	12,7	10,4	9,0	9,4	10,8	9,1	9
Число эффективных аллелей, N _э	12,7	10,3	7,9	9,6	11,1	10,6	9,3	11,0	11

дается у животных, родившихся в 2008–2009 годах. У них же самый высокий уровень гомозиготности – 12,7 %.

До 2016 года частота аллеля G₂Y₂E₂Q' снижается, но у потомков, родившихся в 2016–2017 годах, снова возрастает до 0,2351. Уровень гомозиготности повышается до 10,8 %.

Прослеживается тенденция к увеличению в стаде частоты B₂O₁B' аллеля. У животных (2018–2019) он встречается в 1,7 раза чаще, чем G₂Y₂E₂Q'.

Среди потомков (2008–2009) выявлено самое большое число носителей G₂Y₂E₂Q' (0,3100), в этом же году зарегистрирован наивысший уровень гомозиготности в стаде – 12,7 %.

Систематические исследования групп крови позволили получить подробную картину динамики генетических процессов в стаде голштинской породы СПК «Соколовский» Сахалинской области. В разные годы произошло сокращение общего числа аллелей участвующих в формировании генотипов EAB-локуса с 45...48 (потомки 2004–2011 года рождения) до 30 (2018–2019). В то же время, увеличение степени гомозиготности в стаде происходило неравномерно: максимальное – у потомков, родившихся в 2008–2011 и 2016–2017 годах, в пределах 10,4...12,7, при уменьшении числа эффективных аллелей с 11,9 до 5,5. Использование большого числа быков – носителей G₂Y₂E₂Q' привело в хозяйстве к росту рождения потомков – носителей данного аллеля в 1,7 раза (2008–2009). У потомков стада СПК «Соколовский» с 2008 по 2015 год рождения в генотипах исчезли многие редко встречающиеся аллели: I₁O₁Y₂, A₂B', O₁QY₂E₃D'G', O₁T₂E₃Q'O'G'', Y₂A₂B', Y₂A₂B'Y', B₂B'', I₂I', O₁Y₂, QQ', Y₂E₂G'O'Q', Y₂E₃O'G'', B₂Y₂B'E₃G'I'G'', G₂O₁Y₂D'E₃, G₂Y₂D',

P²Q и другие. За весь период появилось только 25 новых аллелей, что привело к снижению генетической изменчивости в стаде.

С помощью регулярных иммуногенетических исследований групп крови крупного рогатого скота отслеживают негативные изменения, происходящие в аллелофонде стада, чтобы своевременно устранять нежелательные последствия, регулировать уровень генетической изменчивости для поддержания на высоком функциональном уровне важных хозяйственно полезных признаков у продуктивных животных.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алгоритмы иммунобиохимической генетики: учебно-метод. пособие / А.М. Машуров, Н.О. Сухова, Р.О. Царев, Х.Х. Тхань. – Новосибирск: СО РАСХН, 1998. – 112 с.
2. Букаров, Н. Генетический мониторинг в молочном скотоводстве с использованием маркерных групп крови / Н. Букаров, С. Силкина // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 7. – С. 14–16.
3. Кольцов, Д.Н. Эффективность мониторинга групп крови на этапах селекции сычевской породы крупного рогатого скота в Смоленской области / Д.Н. Кольцов, М.Е. Гонтов, В.А. Багиров и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 9. – С. 44–46.
4. Кузнецов, В.М. Пути формирования сахалинской популяции голштинской породы скота на дальнем Востоке / В.М. Кузнецов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 7. – Ч. 2. – С. 111.
5. Кузнецов, В.М. Сахалинская популяция голштинской породы / В.М. Кузнецов // Монография. Чебоксары: издательский дом «Среда», 2020. – 249 с.
6. Новиков, А.А. Рекомендации по использованию методов генетического мониторинга в селекции крупного

- рогатого скота и свиней / Новиков А.А. // Методические рекомендации. — М.: Лесные Поляны, 2015. — 23 с.
7. Новиков, А.А. Генетическое маркирование в племенном скотоводстве / А.А. Новиков, Н.Г. Букаров, Н.Г. Рыжова и др. // Зоотехния. — 2019. — № 5. — С. 6–8.
 8. Новиков, А.А. Изменение аллелофонда ЕАВ-системы групп крови холмогорской породы крупного рогатого скота в связи с голштинизацией / А.А. Новиков, А.И. Хрунова, Н.Г. Букаров // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. — 2014. — № 5–1. — С. 204–207.
 9. Попов, Н. Генетическое маркирование в селекции скота / Н. Попов, А. Некрасов, Е. Федотова // Животноводство России. — 2020. — № 3. — С. 39–43.
 10. Попов, Н.А. Аллелофонд пород крупного рогатого скота по ЕАВ-локусу / Н.А. Попов, Г.В. Ескин // Справочный каталог. — М. 2000. — 299 с.
 11. Правила генетической экспертизы племенного материала крупного рогатого скота / И.М. Дунин, А.А. Новиков, М.И. Романенко и др. — М.: Росинформагротех, 2003. — 48 с.
 12. Романенко, Г.А. Использование результатов иммуногенетических исследований в селекции крупного рогатого скота черно-пестрой породы на территории Свердловской области / Г.А. Романенко, О.С. Шаталина, О.И. Лешонок, Ф.А. Сагитдинов // Био. — 2019. — № 8 (227). — С. 16–19.
 13. Уливанова, Г.В. Анализ использования генотипирования по полиморфным системам групп крови и белка молока в племенном и промышленном скотоводстве / Г.В. Уливанова, Г.Н. Глотова, О.А. Федосова, Е.А. Рыданова // Вестник Рязанского государственного агротехнического университета им. П.А. Костычева. — 2020. — № 1 (45). — С. 63–69.
 14. Шендаков, А.И. Аллели групп крови с высокой и низкой концентрацией у коров черно-пестрой породы в орловской области / А.И. Шендаков, Н.Ю. Глазкова // Вестник аграрной науки. — 2019. — № 3 (78). — С. 57–62.
 - lenskoj oblasti / D.N. Koltsov, M.E. Gontov, V.A. Bagirov i dr. // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. — 2015. — Т. 29. — № 9. — С. 44–46.
 4. Kuznetsov, V.M. Puti formirovaniya sakhalinskoi populyatsii golshtinskoi porody skota na dalnem Vostoke / V.M. Kuznetsov // Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal. — 2015. — № 7. — Ch. 2. — S. 111.
 5. Kuznetsov, V.M. Sakhalinskaya populyatsiya golshtinskoi porody / V.M. Kuznetsov // Monografiya. Cheboksary: izdatelskii dom «Sreda», 2020. — 249 s.
 6. Novikov, A.A. Rekomendatsii po ispolzovaniyu metodov geneticheskogo monitoringa v seleksii krupnogo rogatogo skota i svinei / Novikov A.A. // Metodicheskie rekomendatsii. — M: Lesnye Polyany, 2015. — 23 s.
 7. Novikov, A.A. Geneticheskoe markirovanie v plemennom skotovodstve / A.A. Novikov, N.G. Bukarov, N.G. Ryzhova i dr. // Zootekhniya. — 2019. — № 5. — S. 6–8.
 8. Novikov, A.A. Izmenenie allelofonda EAV-sistemy grupp krovi kholmogorskoj porody krupnogo rogatogo skota v svyazi s golshtinizatsiei / A.A. Novikov, A.I. Khrunova, N.G. Bukarov // Teoreticheskie i prikladnye aspekty sovremennoi nauki. — 2014. — № 5–1. — S. 204–207.
 9. Popov, N. Geneticheskoe markirovanie v seleksii skota / N. Popov, A. Nekrasov, E. Fedotova // Zhivotnovodstvo Rossii. — 2020. — № 3. — S. 39–43.
 10. Popov, N.A. Allelofond porod krupnogo rogatogo skota po EAV-lokusu / N.A. Popov, G.V. Eskin // Spravochnyi katalog. — M. 2000. — 299 s.
 11. Pravila geneticheskoi ekspertizy plemennogo materiala krupnogo rogatogo skota / I.M. Dunin, A.A. Novikov, M.I. Romanenko i dr. — M.: Rosinformagrotekh. — 2003. — 48 s.
 12. Romanenko, G.A. Ispolzovanie rezultatov immunogeneticheskikh issledovaniy v seleksii krupnogo rogatogo skota cherno-pestroi porody na territorii Sverdlovskoi oblasti / G.A. Romanenko, O.S. Shatalina, O.I. Leshonok, F.A. Sagitdinov // Bio. — 2019. — № 8 (227). — S. 16–19.
 13. Ulivanova, G.V. Analiz ispolzovaniya genotipirovaniya po polimorfnyim sistemam grupp krovi i belka moloka v plemennom i promyshlennom skotovodstve / G.V. Ulivanova, G.N. Glotova, O.A. Fedosova, E.A. Rydanova // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. — 2020. — № 1 (45). — S. 63–69.
 14. Shendakov, A.I. Alleli grupp krovi s vysokoi i nizkoi kontsentratsiei u korov cherno-pestroi porody v orlovskoi oblasti / A.I. Shendakov, N.Yu. Glazkova // Vestnik agrarnoi nauki. — 2019. — № 3 (78). — S. 57–62.

LIST OF SOURCES

1. Algoritmy immunobiokhimicheskoi genetiki: uchebno-metod. posobie / A.M. Mashurov, N.O. Sukhova, R.O. Tsarev, Kh.Kh. Tkhan. — Novosibirsk: SO RASKhN, 1998. — 112 s.
2. Bukarov, N. Geneticheskii monitoring v molochnom skotovodstve s ispolzovaniem markernykh grupp krovi / N. Bukarov, S. Silkina // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. — 2011. — № 7. — S. 14–16.
3. Koltsov, D.N. Effektivnost monitoringa grupp krovi na etapakh seleksii sychevskoi porody krupnogo rogatogo skota v Smolenskoi oblasti / D.N. Koltsov, M.E. Gontov, V.A. Bagirov i dr. // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. — 2015. — Т. 29. — № 9. — С. 44–46.
4. Kuznetsov, V.M. Puti formirovaniya sakhalinskoi populyatsii golshtinskoi porody skota na dalnem Vostoke / V.M. Kuznetsov // Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal. — 2015. — № 7. — Ch. 2. — S. 111.
5. Kuznetsov, V.M. Sakhalinskaya populyatsiya golshtinskoi porody / V.M. Kuznetsov // Monografiya. Cheboksary: izdatelskii dom «Sreda», 2020. — 249 s.
6. Novikov, A.A. Rekomendatsii po ispolzovaniyu metodov geneticheskogo monitoringa v seleksii krupnogo rogatogo skota i svinei / Novikov A.A. // Metodicheskie rekomendatsii. — M: Lesnye Polyany, 2015. — 23 s.
7. Novikov, A.A. Geneticheskoe markirovanie v plemennom skotovodstve / A.A. Novikov, N.G. Bukarov, N.G. Ryzhova i dr. // Zootekhniya. — 2019. — № 5. — S. 6–8.
8. Novikov, A.A. Izmenenie allelofonda EAV-sistemy grupp krovi kholmogorskoj porody krupnogo rogatogo skota v svyazi s golshtinizatsiei / A.A. Novikov, A.I. Khrunova, N.G. Bukarov // Teoreticheskie i prikladnye aspekty sovremennoi nauki. — 2014. — № 5–1. — S. 204–207.
9. Popov, N. Geneticheskoe markirovanie v seleksii skota / N. Popov, A. Nekrasov, E. Fedotova // Zhivotnovodstvo Rossii. — 2020. — № 3. — S. 39–43.
10. Popov, N.A. Allelofond porod krupnogo rogatogo skota po EAV-lokusu / N.A. Popov, G.V. Eskin // Spravochnyi katalog. — M. 2000. — 299 s.
11. Pravila geneticheskoi ekspertizy plemennogo materiala krupnogo rogatogo skota / I.M. Dunin, A.A. Novikov, M.I. Romanenko i dr. — M.: Rosinformagrotekh. — 2003. — 48 s.
12. Romanenko, G.A. Ispolzovanie rezultatov immunogeneticheskikh issledovaniy v seleksii krupnogo rogatogo skota cherno-pestroi porody na territorii Sverdlovskoi oblasti / G.A. Romanenko, O.S. Shatalina, O.I. Leshonok, F.A. Sagitdinov // Bio. — 2019. — № 8 (227). — S. 16–19.
13. Ulivanova, G.V. Analiz ispolzovaniya genotipirovaniya po polimorfnyim sistemam grupp krovi i belka moloka v plemennom i promyshlennom skotovodstve / G.V. Ulivanova, G.N. Glotova, O.A. Fedosova, E.A. Rydanova // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. — 2020. — № 1 (45). — S. 63–69.
14. Shendakov, A.I. Alleli grupp krovi s vysokoi i nizkoi kontsentratsiei u korov cherno-pestroi porody v orlovskoi oblasti / A.I. Shendakov, N.Yu. Glazkova // Vestnik agrarnoi nauki. — 2019. — № 3 (78). — S. 57–62.