

### Генетические особенности высокопродуктивных коров бурой швицкой породы

Светлана Алексеевна Русанова, Михаил Елисеевич Гонтов, Дмитрий Николаевич Кольцов  
ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», Смоленск, Россия  
Info.sml@fncl.k.ru

**Аннотация.** Представлены результаты изучения генетических особенностей коров-долгожительниц бурой швицкой породы племенного репродуктора ЗАО им. Мичурина с использованием иммуногенетического мониторинга. Исследования проводились в лаборатории зоотехнологий ОП Смоленский НИИСХ ФНЦ ЛК в соответствии с общепринятыми методиками. Продолжительность продуктивного использования коров составила в среднем 6 лактаций с пожизненной молочной продуктивностью 27 000 кг молока, жирностью 3,88 % и белкомолочностью 3,37 %. При анализе молочной продуктивности коров-носителей разных EAB-аллелей наиболее высокие показатели установлены у коров-долгожительниц, имеющих в генотипе EAB-аллели: P<sub>1</sub>I', B<sub>1</sub>I<sub>1</sub>T<sub>1</sub>A<sub>2</sub>'P', Y<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>G<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>G<sub>2</sub>'/1, Q B<sub>1</sub>G<sub>2</sub>KY<sub>2</sub>E<sub>2</sub>F<sub>2</sub>G<sub>2</sub>O<sub>2</sub>G<sub>2</sub>'/1, I<sub>1</sub>Y<sub>2</sub>E<sub>2</sub>G<sub>2</sub>I<sub>1</sub>G<sub>2</sub>'/1, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Y<sub>2</sub>A<sub>2</sub>E<sub>2</sub>'G<sub>2</sub>P<sub>2</sub>Q<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>' и B<sub>1</sub>I<sub>1</sub>Q'. Пожизненный удой коров с этими маркерами составил 28 016 – 33 683 кг молока, выход молочного жира – 1073,0–1339,1 кг, молочного белка – 694,7–1148,5 кг, с продолжительностью продуктивного использования 9,2–11,3 лет. Носители EAB-маркеров G<sub>2</sub>O<sub>2</sub>E<sub>2</sub>'/1, O<sub>2</sub>E<sub>2</sub>G<sub>2</sub>'/1 и B<sub>1</sub>I<sub>1</sub>Q', унаследованных от жерсейских быков, использовавшихся при совершенствовании бурого швицкого скота, отличались более высоким содержанием жира и белка в молоке – 3,92 и 3,41 % соответственно; они использовались в стаде 8,2–9,8 лет. Лидерами продуктивного долголетия с пожизненным удоём свыше 40 000 кг молока и продолжительностью жизни более 13 лет были коровы, в генотипах которых встречались EAB-аллели G<sub>1</sub>O', I', I<sub>1</sub>, O', P<sub>1</sub>I', B<sub>1</sub>I<sub>1</sub>Q, B<sub>1</sub>G<sub>2</sub>KY<sub>2</sub>E<sub>2</sub>F<sub>2</sub>G<sub>2</sub>O<sub>2</sub>G<sub>2</sub>'/1 и B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Y<sub>2</sub>A<sub>2</sub>E<sub>2</sub>'G<sub>2</sub>P<sub>2</sub>Q<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>'.

**Ключевые слова:** аллели EAB-локуса групп крови; молочная продуктивность; продолжительность хозяйственного использования; удой; бурая швицкая порода; лактация; крупный рогатый скот.

**Для цитирования:** Русанова С. А., Гонтов М. Е., Кольцов Д. Н. Генетические особенности высокопродуктивных коров бурой швицкой породы // Аграрный научный журнал. 2022. № 3. С. 66–70. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i3pp66-70>.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

### Genetic specificity of high milk productive Brown Swiss cows

Svetlana A. Rusanova, Mikhail E. Gontov, Dmitry N. Koltsov

Federal State Budget Research Institution "Federal Research Center for Bast Fiber Crops", Smolensk, Russia  
Info.sml@fncl.k.ru

**Abstract.** There were studied the genetic characteristics of longevity cows of the Brown Swiss breed of the breeding reproducer of ZAO im. Michurin using immunogenetic monitoring. The research in the laboratory of zootechnologies of the Smolensk Research Institute of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops was carried out in accordance with generally accepted methods. The duration of productive life of cows was, on average, 6 lactations with lifetime milk productivity of 27,000 kg of milk with a fat content of 3.88% and a protein content of 3.37%. When analyzing the milk productivity of cows carrying different EAB alleles, the highest indicators were found in longevity cows having the following alleles in the EAB genotype: P<sub>1</sub>I', B<sub>1</sub>I<sub>1</sub>T<sub>1</sub>A<sub>2</sub>'P', Y<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>G<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>G<sub>2</sub>'/1, Q B<sub>1</sub>G<sub>2</sub>KY<sub>2</sub>E<sub>2</sub>F<sub>2</sub>G<sub>2</sub>O<sub>2</sub>G<sub>2</sub>'/1, I<sub>1</sub>Y<sub>2</sub>E<sub>2</sub>G<sub>2</sub>I<sub>1</sub>G<sub>2</sub>'/1, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Y<sub>2</sub>A<sub>2</sub>E<sub>2</sub>'G<sub>2</sub>P<sub>2</sub>Q<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>' and B<sub>1</sub>I<sub>1</sub>Q'. The lifetime milk yield of cows with these markers was 28016 kg - 33683 kg of milk, milk fat yield 1073.0 kg - 1339.1 kg, milk protein 694.7 kg - 1148.5 kg, with productive life duration of 9.2 - 11.3 years. Carriers of the EAB markers G<sub>2</sub>O<sub>2</sub>E<sub>2</sub>'/1, O<sub>2</sub>E<sub>2</sub>G<sub>2</sub>'/1 and B<sub>1</sub>I<sub>1</sub>Q' inherited from Jersey bulls used in the improvement of Brown Swiss cattle were distinguished by a higher fat and protein content in milk – 3.92% and 3.41%, respectively, they were used in a herd of 8.2 – 9.8 years. The leaders of productive longevity with a lifetime milk yield of over 40,000 kg of milk and a life duration of more than 13 years were cows whose genotypes contained the EAB-alleles G<sub>1</sub>O', I', I<sub>1</sub>, O', P<sub>1</sub>I', B<sub>1</sub>I<sub>1</sub>Q, B<sub>1</sub>G<sub>2</sub>KY<sub>2</sub>E<sub>2</sub>F<sub>2</sub>G<sub>2</sub>O<sub>2</sub>G<sub>2</sub>'/1 and B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Y<sub>2</sub>A<sub>2</sub>E<sub>2</sub>'G<sub>2</sub>P<sub>2</sub>Q<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>'.

**Keywords:** alleles of the EAB locus of blood groups; milk productivity; duration of productive life; milk yield; Brown Swiss breed; lactation; cattle.

**For citation:** Rusanova S. A., Gontov M. E., Koltsov D. N. Genetic specificity of high milk productive Brown Swiss cows. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(3):66–70. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i3pp66-70>.

**Введение.** Одной из первостепенных задач Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия является увеличение производства молока [3]. Основой повышения молочной продуктивности коров является интенсификация молочного скотоводства, которая определяется улучшением качественного состава поголовья животных, использованием их генетического потенциала и рациональными технологическими приемами его реализации [1, 8, 11].

Сочетание высокой молочной продуктивности с оптимальной воспроизводительной функцией и достаточно продолжительным сроком хозяйственного использования коров в условиях промышленной технологии производства является актуальной проблемой отечественного молочного скотоводства.

В последнее десятилетие многие авторы отмечают сокращение сроков хозяйственного использования крупного рогатого скота [2, 4, 7]. По нашим данным, средняя продолжительность продуктивного использования коров бурой швицкой породы в Смоленской области составляет в настоящее время от 4,3 до 4,6 лактации, что на 1,6–2,2 отела меньше, чем продолжительность продуктивного использования их матерей [7].

Проблема продуктивного долголетия молочного скота зависит от многих факторов. Исследования, направленные на выявление генетических факторов, способствующих повышению продуктивного долголетия коров комбинированных пород, также отличаются особой актуальностью. Использование групп крови в качестве генетических маркеров способствуют выявлению «желательных» генов, формирующих более устойчивых к условиям внешней среды животных, следовательно, проявляющих высокую молочную продуктивность в течение длительного времени [5, 10].



Цель наших исследований – определение генетических особенностей коров-долгожительниц бурой швицкой породы с использованием иммуногенетического мониторинга.

**Методика исследований.** Исследования проводили в лаборатории зоотехнологий ФГБНУ ФНЦ ЛК. Для определения групп крови использовали 56 моноспецифических реагентов 9 генетических систем, приготовленных в лаборатории и унифицированных в международных сравнительных испытаниях. С их помощью выявляли антигенный состав эритроцитов крови животных бурой швицкой породы, принадлежащих ЗАО им. Мичурина ( $n = 491$ ). Биометрическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием общепринятых методических указаний [6, 9] и программ пакета MS Excel.

**Результаты исследований.** В племенном репродукторе ЗАО им. Мичурина Смоленской области разводят скот бурой швицкой породы. Пожизненная продуктивность коров стада в среднем около 27 000 кг молока с массовой долей жира и белка в молоке 3,88 и 3,37 % соответственно. Средняя продолжительность продуктивного использования коров – 6 лактаций.

Используя в качестве генов-маркеров аллели EAB-локуса групп крови, изучили наследственные особенности животных ЗАО им. Мичурина в зависимости от продолжительности их хозяйственного использования. В генотипах коров выявлено 50 аллелей EAB-локуса групп крови. Молочная продуктивность некоторых из их носителей приведена в табл. 1.

По данным табл. 1, продуктивность коров различается в зависимости от наследования ими аллелей EAB-локуса. Продолжительность хозяйственного использования коров с разными аллелями составила от 1 до 12 лактаций, в среднем – 6 лактаций.

Около 36 % животных стада имели в своём генотипе EAB-аллели, характерные для отечественной швицкой породы. Самые высокие показатели молочной продуктивности выявлены у животных с маркерами  $P_1I'$ ,  $Q$ ,  $B_1I_1T_1A_2P'$ ,  
Таблица 1

**Молочная продуктивность коров бурой швицкой породы ЗАО им. Мичурина в зависимости от наследования ими аллелей EAB-локуса**

Аллель	Частота	Возраст, полных лет	Пожизненная лактация		
			удой, кг	жир, кг	белок, кг
b	0,185	9,3±0,2	27211±916	1051,9±37,7	850,4±34,4
$B_1G_2KA_2B'O'$	0,002	12,0±0,0	28879±11512	1592,3	1332,7
$B_1G_2KE_1F_2O'$	0,037	8,9±0,4	23234±1701*	890,6±71,5*	713,7±85,1
$B_1G_2KY_2E_2F_2G'O/G''_1$	0,008	10,4±1,3	30884±5970	1313,7±233,6	694,4±97,8
$B_1G_2KY_2E_2F_2O/G''_1$	0,012	8,9±0,8	23502±3010	910,0±124,8	709,4±85,0
$B_1G_3QT_2A_1P'$	0,023	9,7±0,6	22551±1966*	928,8±95,3	756,3±115,8
$B_1G_3T_1A_2BE_3F_2Q'$	0,007	8,1±1,2	17738±3512**	698,9±243,8	674,3±301,5
$B_1I'Q'$	0,014	10,6±0,7**	30568±3395	1206,9±157,8	1019,6±148,3
$B_1I_1Q$	0,032	9,4±0,5	28192±2885	1074,8±121,8	787,7±124,6
$B_1I_1T_1A_2P'$	0,004	10,0±0,5	31506±3603	1180,9±200,4	1148,5±215,1
$B_2P_2Y_2G'Y'$	0,021	9,0±0,4	27119±2471	1022,8±101,6	895,6±93,0
$B_2O_3Y_2A_2E_3G'P'Q'Y'$	0,073	9,4±0,3	28016±1680	1078,2±69,7	742,3±58,5
$B_2P_2T_2PB''$	0,026	10,5±0,6**	28283±2516	1098,9±107,3	812,5±100,6
$DE_3F_2O'$	0,002	12,5±2,5	30702±2677	1282,7	1118,4
$G_1O'$	0,040	9,4±0,5	27156±2496	1071,3±104,7	871,4±89,7
$G_2O_2E_2I'$	0,037	8,1±0,2	23789±1232**	930,3±49,2*	806,2±42,9
$G_3E_3F_2O'$	0,003	10,7±1,7	33546±7731	1303,4±338,3	1331,9±257,2*
$G_3O_1T_1Y_2E_3F_2G''_2$	0,125	8,4±0,2	23296±1057	910,8±43,7**	764,1±40,8*
$I'$	0,017	9,5±0,8	29724±3211	1140,6±120,9	930,4±148,5
$I'Q'$	0,003	8,7±0,8	28041±3115	1080,8±110,0	950,2±98,5
$I_1$	0,074	9,6±0,3	28859±1530	1128,0±60,8	959,5±52,9*
$I_1Y_2E_2G'I/G''_1$	0,087	9,2±0,2	28049±1001	1073,0±39,5	888,1±35,1
$O'$	0,043	9,2±0,5	26588±2214	1024,4±99,3	827,8±84,2
$O_1$	0,009	10,3±0,9	28467±4826	1222,4±178,7	1092,0±180,1
$O_2E_2G''_1$	0,031	8,3±0,3**	26607±1336	1044,3±54,6	906,6±46,6
$P_1I'$	0,007	11,3±1,3	33683±6163	1339,1±309,5	773,5±338,7
$Q$	0,004	10,5±1,0	33008±4149	1301,8±145,9*	912,0±153,1
$Q'$	0,013	9,9±0,9	28806±4015	1159,3±168,9	1086,9±186,5
$QO'$	0,007	9,2±0,5	28416±2786	1042,5±127,2	914,2±130,4
$Y_2$	0,005	9,2±0,3	30630±1670**	1209,9±60,3**	1036,3±56,1
$Y_2G'Y/G''_1$	0,003	9,3±0,8	33353±6504	1277,6±248,4	1142,3
Остальные аллели	0,044	9,5±0,6	24492±2094	938,7±98,3	822,6±90,6
Всего по стаду	0,999	9,2±0,0	26430±385	1028,7±16,0	839,1±14,5

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ .





$Y_2$  и  $Y_2G'Y'G''_1$  (пожизненный удой коров свыше 30 000 кг молока при средней продолжительности использования 10,1 лет). Следует отметить, что в настоящее время численность животных с указанными выше аллелями составляет всего 4,1 % от общего количества дойного стада. Животные-носители аллелей  $B_1G_2KE'_2F'_2O'$  и  $B_1G_3QT_2A'_1P'$  ЕАВ-локуса имели низкие показатели продуктивности. Пожизненный удой коров на 3000–4000 кг молока ниже среднего показателя, продолжительность использования – 9,3 лет.

У 37,8 % коров в генотипе встречаются ЕАВ-аллели бурой швицкой породы американской селекции. Животные с маркером  $B_1G_2KY_2E'_2F'_2G'O'G''_1$  использовались в стаде 10,4 лет, их пожизненная продуктивность – 30 884 кг молока, содержание жира и белка – 3,90 и 3,44 % соответственно. Самые низкие показатели молочной продуктивности установлены у животных, генотип которых насыщен ЕАВ-аллелями  $Y_2A'_2Q'$ ,  $I_1E'_3G'G''_1$  и  $B_1G_3T_1A'_2B'E'_3F'_2Q'$  (пожизненный удой менее 19 000 кг молока, содержание жира в молоке – 3,90 %, белка – 3,41 %).

Носителями ЕАВ-аллелей джерсейской породы являются 8 % животных. Это аллели  $G_2O_2E'_2I'$ ,  $O_2E'_2G''_1$  и  $B_1I'Q'$ . Животные, имеющие их в своем генотипе, отличались высоким содержанием жира и белка в молоке – 3,92 и 3,41 %, использовались 8,2 года, а носители аллеля  $B_1I'Q'$  – 9,8 лет. Пожизненная продуктивность всех животных, обладателей данных аллелей, составила в среднем 25 963 кг молока.

Использование в качестве генов-маркеров аллелей ЕАВ-локуса групп крови позволило изучить и выявить генетические различия между коровами, быстро выбывающими из стада, и долгожительницами. Результаты исследований представлены в табл. 2, 3.

У всех коров, выбывших в разные периоды, с большой частотой встречаются аллели ЕАВ-локуса групп крови  $G_3O_1T_1Y_2E'_3F'_2$ ,  $B_2O_3Y_2A'_2E'_3G'P'Q'Y'$ ,  $I_1$  и ЕАВ'. В большей степени это связано с тем, что суммарная частота встречаемости этих аллелей в стаде составляет более 45 %.

В генотипах коров-долгожительниц выявлено 36 аллелей ЕАВ-локуса групп крови. ЕАВ-аллели, характерные для отечественной швицкой породы, имеют 39 % животных данной группы. Дольше всех в хозяйстве (13,3 лет и более) использовались коровы, в генотипе которых встречались аллели ЕАВ-локуса групп крови  $G_1O'$ ,  $I'$ ,  $I_1$ ,  $O'$ ,  $P_1I'$  и  $B_1I_1Q$ , пожизненный удой животных – свыше 40 т молока. Отличаются долголетием и другие коровы с маркерами  $B_1G_2KE'_2F'_2O'$ ,  $B_2P_2T_2P'B''$ ,  $O_1$  и  $Q'$ , однако пожизненный удой животных-носителей упомянутых аллелей ниже среднего показателя по группе. Продолжительность продуктивного использования потомков с маркером  $B_1G_3QT_2A'_1P'$  – 13,2 лет, но при этом пожизненный удой коров был на 18 т молока меньше по сравнению со средним показателем.

У 38,5 % коров-долгожительниц выявлены ЕАВ-аллели бурой швицкой породы американской селекции. Продолжительность продуктивного использования в хозяйстве коров с маркерами  $B_1G_2KY_2E'_2F'_2G'O'G''_1$  и  $B_2O_3Y_2A'_2E'_3G'P'Q'Y'$  – 10,8 и 10,1 лактации соответственно, пожизненная продуктивность – более 43 500 кг молока. Коровы-долгожительницы, в генотипе которых встречались ЕАВ-аллели  $B_2P_2Y_2G'Y'$  и  $I_1Y_2E'_2G'I'G''_1$ , использовались 12,3 и 12,6 лет соответственно, что на 1,0 лет меньше среднего, пожизненный удой – более 40 т молока.

Количество коров, быстро выбывающих из стада и имеющих в своем генотипе ЕАВ-аллели бурой швицкой породы американской селекции, составляет 45 %. Продуктивное использование коров с маркерами  $B_2O_3Y_2A'_2E'_3G'P'Q'Y'$  и  $G_3O_1T_1Y_2E'_3F'_2G''_2$  ( $\Sigma = 0,345$ ) – 4,8 лет, пожизненная продуктивность – 11 030 кг и 9 727 кг молока соответственно (на

Таблица 2

Аллели ЕАВ-локуса групп крови и молочная продуктивность коров с продолжительностью использования свыше 12 лет

Аллели ЕАВ-локуса	Частота	Пожизненная лактация			Возраст, полных лет
		удой, кг	жир, кг	белок, кг	
b	0,201	39740±1968	1680,3±70,1	1518,6±85,1	13,3±0,2
$B_1G_2KE'_2F'_2O'$	0,034	34390±3528	1305,8±200,2	1740,3	13,1±0,4
$B_1G_2KY_2E'_2F'_2G'O'G''_1$	0,020	43987±6504	1705,6±256,3		13,8±0,7
$B_1G_3QT_2A'_1P'$	0,029	21279±3960	1073,1±9,5		13,2±0,7
$B_1I_1Q$	0,044	43878±3242	1722,8±103,9	1292,2±212,5	13,3±0,5
$B_2P_2Y_2G'Y'$	0,015	45343±2911*	1834,8±134,1	1578,9±130,3	12,3±0,3***
$B_2O_3Y_2A'_2E'_3G'P'Q'Y'$	0,093	44301±2362*	1763,3±105,6	1261,1	13,2±0,3
$B_2P_2T_2P'B''$	0,059	35721±3936	1630,5±94,3	1589,1	13,5±0,4
$G_1O'$	0,054	43806±4977	1950,3±166,3	1626,4±135,4	14,2±0,4*
$G_3O_1T_1Y_2E'_3F'_2G''_2$	0,098	38990±2341	1658,8±78,4	1452,7±57,5	13,1±0,3
$I'$	0,025	41372±4597	1558,4±187,5	1780,8	13,6±0,6
$I_1$	0,059	46262±1262	1800,4±60,7	1546,7±53,7	13,7±0,3
$I_1Y_2E'_2G'I'G''_1$	0,059	40604±2160	1546,3±94,4	1589,5	12,6±0,1
$O'$	0,039	40616±4819	1881,5±188,5	1566,8±132,7	13,8±0,4
$O_1$	0,020	35095±9854	1749,3±155,5	1605,5±89,0	13,0±0,5
$P_1I'$	0,020	40737±8723	2001,2±286,8		13,5±1,1
$Q'$	0,020	38798±7759	1801,9±135,6	1559,9±111,0	13,3±0,7
Остальные аллели	0,112	33203±2155	1598,8±104,6	1488,9±56,7	13,2±0,2
Всего	0,999	39378±852	1688,7±30,5	1528,0±28,0	13,3±0,1

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ .

## Аллели EAB-локуса групп крови и молочная продуктивность коров с продолжительностью использования менее 6 лет

Аллели EAB-локуса	Частота	Пожизненная лактация			Возраст, полных лет
		удой, кг	жир, кг	белок, кг	
b	0,167	8659±1161	320,2±46,0	271,7±39,1	4,4±0,2
B <sub>1</sub> G <sub>2</sub> KE' <sub>2</sub> F' <sub>2</sub> O'	0,036	10044±2270	299,3±38,0	259,8±18,1	4,0±0,5
B <sub>1</sub> I <sub>1</sub> Q	0,036	7514±1513	290,7±71,0	305,3	4,0±0,5
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Y <sub>2</sub> A' <sub>2</sub> E' <sub>3</sub> G'P'Q'Y'	0,095	11030±849	433,5±35,2	392,4±25,7	4,9±0,1
G <sub>3</sub> O <sub>1</sub> T <sub>1</sub> Y <sub>2</sub> E' <sub>3</sub> F' <sub>2</sub> G'' <sub>2</sub>	0,250	9727±646*	385,0±26,4*	318,2±24,7	4,8±0,1
I'	0,024	8729±5295	356,9±221,6	307,3±196,3	4,5±0,5
I <sub>1</sub>	0,071	4779±957	184,4±36,8	153,4±31,4	3,8±0,3*
O'	0,083	5049±1464	202,5±59,8	165,9±49,4	3,9±0,3
Остальные аллели	0,238	7746±807	310,5±33,8	260,9±29,3	4,2±0,2
Всего	0,999	8385±418	325,4±16,8	270,5±15,2	4,4±0,1

\*  $p < 0,05$ 

1–2 т молока выше средней по группе). Примечательно, что в группе коров-долгожительниц эти аллели встречаются на 15,4 % меньше.

Животные-носители аллелей бурой швицкой породы отечественной селекции EAB<sup>I</sup> и EAB<sup>O'</sup> ( $\Sigma = 0,154$ ) использовались в стаде не более 4 лет, их пожизненная продуктивность в среднем на 3471 кг молока меньше среднего показателя.

Установлено также, что животные, в генотипе которых встречались аллели I<sub>1</sub>E'<sub>3</sub>G'G''<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>I'P', O<sub>1</sub>Q' и Y<sub>2</sub>A'<sub>2</sub>Q' выбывали после 4-й лактации. В генотипах коров-долгожительниц они встречаются в единичных случаях.

**Заключение.** В результате исследований у животных бурой швицкой породы, принадлежащих племенному репродуктору ЗАО им. Мичурина, выявлено 50 аллелей EAB-локуса групп крови. Установили желательные маркерные гены EAB-локуса групп крови для повышения продуктивного долголетия. Продолжительность хозяйственного использования коров с разными аллелями составила от 1 до 12 лактаций, в среднем – 6 лактаций. У всех коров, выбывших в разные периоды, с большой частотой встречаются аллели EAB-локуса групп крови G<sub>3</sub>O<sub>1</sub>T<sub>1</sub>Y<sub>2</sub>E'<sub>3</sub>F'<sub>2</sub>G''<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Y<sub>2</sub>A'<sub>2</sub>E'<sub>3</sub>G'P'Q'Y', I<sub>1</sub> и EAB<sup>b</sup>. В большей степени это связано с тем, что суммарная частота встречаемости этих аллелей в стаде составляет более 45 %.

Высокими показателями молочной продуктивности (пожизненный удой – 30 568–33 683 кг молока, продолжительность продуктивного использования – 9,2–11,3 лет) отличались животные, имеющие в своем генотипе следующие EAB-аллели: P<sub>1</sub>I', Q, B<sub>1</sub>I<sub>1</sub>T<sub>1</sub>A'<sub>2</sub>P', Y<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>G'Y'G''<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>G<sub>2</sub>KY<sub>2</sub>E'<sub>2</sub>F'<sub>2</sub>G'O'G''<sub>1</sub> и B<sub>1</sub>I'Q'. Низкие показатели продуктивности (пожизненный удой менее 19 000 кг молока) выявлены у потомков с маркерами Y<sub>2</sub>A'<sub>2</sub>Q', B<sub>1</sub>G<sub>3</sub>T<sub>1</sub>A'<sub>2</sub>B'E'<sub>3</sub>F'<sub>2</sub>Q' и I<sub>1</sub>E'<sub>3</sub>G'G''<sub>1</sub>. Животные, имеющие в своем генотипе EAB-аллели, характерные для джерсейской породы G<sub>2</sub>O<sub>2</sub>E'<sub>2</sub>I', O<sub>2</sub>E'<sub>2</sub>G''<sub>1</sub> и B<sub>1</sub>I'Q', отличались высоким содержанием жира и белка в молоке (3,92 и 3,41 %, использовались 8,2–9,8 лет, пожизненный удой – в среднем 25 963 кг молока). Аллели EAB-локуса групп крови джерсейской породы имеют невысокую частоту встречаемости ( $\Sigma_q = 0,080$ ), но постоянно поддерживаются отбором.

Также установлено, что наиболее высокую продолжительность хозяйственного использования имели коровы с маркерными генами, унаследованными от крупного рогатого скота отечественной селекции. Среди коров-долгожительниц аллели EAB-локуса групп крови, характерные для отечественной швицкой породы, встречались на 7 % чаще, чем в группе быстро выбывающих.

Более продолжительное время, свыше 13 лет, с пожизненной продуктивностью более 40 000 кг молока использовали коров, в генотипах которых имелись маркерные аллели: G<sub>1</sub>O', I', I<sub>1</sub>, O', P<sub>1</sub>I', B<sub>1</sub>I'Q, B<sub>2</sub>G<sub>2</sub>KY<sub>2</sub>E'<sub>2</sub>F'<sub>2</sub>G'O'G''<sub>1</sub> и B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Y<sub>2</sub>A'<sub>2</sub>E'<sub>3</sub>G'P'Q'Y'. Отличаются долголетием и другие коровы с маркерами B<sub>1</sub>G<sub>2</sub>KE'<sub>2</sub>F'<sub>2</sub>O', B<sub>2</sub>P<sub>2</sub>T<sub>2</sub>P'B''<sub>1</sub>, O<sub>1</sub> и B<sub>1</sub>G<sub>3</sub>QT<sub>2</sub>A'<sub>1</sub>P', однако пожизненный удой этих животных оказался на 4–18 т молока меньше среднего показателя по группе.

У 45 % быстро выбывающих коров выявлены EAB-аллели бурой швицкой породы американской селекции. Продуктивное использование животных с маркерами B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Y<sub>2</sub>A'<sub>2</sub>E'<sub>3</sub>G'P'Q'Y' и G<sub>3</sub>O<sub>1</sub>T<sub>1</sub>Y<sub>2</sub>E'<sub>3</sub>F'<sub>2</sub>G''<sub>2</sub> ( $\Sigma = 0,345$ ) – 4,8 лет, пожизненная продуктивность – 11 030 кг и 9727 кг молока соответственно.

В условиях формирования рыночных отношений обеспечение высокой рентабельности и конкурентоспособности отрасли молочного скотоводства осуществляется не только за счет повышения молочной продуктивности скота, но и длительного хозяйственного использования коров. Увеличению сроков хозяйственного использования коров способствует выявление, сохранение и накопление в потомстве желательных аллелей EAB-локуса групп крови.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2019-0012).*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурья швицкая порода крупного рогатого скота / В. М. Новиков [и др.]. Смоленск: Смоленская городская типография, 2017. 153 с.
2. Генетические ресурсы животных: развитие исследований аллелофонда российских пород крупного рогатого скота (обзор) / Н. А. Зиновьева [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 4. С. 631–641.

© Русанова С. А., Гонтов М. Е., Кольцов Д. Н., 2022



3. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы. М., 2012. 74 с.

4. Изменение генеалогической структуры бурой швицкой породы в процессе селекции / С. А. Русанова [и др.] // Аграрный научный журнал. 2020. № 12. С. 68–71.

5. Кондратьюк Е. А. Оценка молочной продуктивности племенных коров с использованием многомерного статистического анализа // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 2. С. 55–57.

6. Меркурьева Е. К. Генетические основы селекции в скотоводстве. М.: Колос, 1977. 239 с.

7. Молочная продуктивность коров бурой швицкой породы и результаты ее реализации в условиях Смоленской области / А. С. Герасимова [и др.] // Международный вестник ветеринарии. 2020. № 4. С. 87–93.

8. Оценка геномной вариабельности продуктивных признаков у животных голштинизированной черно-пестрой породы на основе GWAS анализа и ROH паттернов / А. А. Сермягин [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55. № 2. С. 257–274.

9. Сороковой П. Ф. Методические рекомендации по исследованию и использованию групп крови в селекции крупного рогатого скота. Дубровицы, 1974. 40 с.

10. Характеристика семейств стада бурой швицкой породы по продуктивным и генетическим показателям / С. А. Андреева [и др.] // АгроЗооТехника. 2019. Т. 2. № 2. С. 1–9.

11. Шаталина О. С. Ассоциации между группами крови и репродуктивными показателями у крупного рогатого скота // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 2. С. 309–317.

#### REFERENCE

1. Brown Swiss Breed of Cattle: Study / V. M. Novikov et al. Smolensk: Smolensk City Printing House; 2017. 153 p. (In Russ.).

2. Animal Genetic Resources: Developing the Research of Allele Pool of Russian Cattle Breeds – Minireview / N. A. Zinovieva et al. *Agricultural Biology*. 2019;54(4):631–641. (In Russ.).

3. The State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets for 2013–2020. М.; 2012. 74 p. (In Russ.).

4. Changes in the Genealogical Structure of the Brown Swiss Cattle During Breeding / S. A. Rusanova et al. *Agricultural Scientific Journal*. 2020;(12):68–71. (In Russ.).

5. Kondratyuk E. A. Estimation of Brood Cow Milk Productivity with Using Multidimensional Statistical Analysis. *Bulletin of the Russian Agricultural Science*. 2020;(2):55–57. (In Russ.).

6. Merkur'yeva E. K. Genetic Bases of Breeding in Cattle Breeding. М.: Kolos; 1977. 239 p. (In Russ.).

7. Dairy Productivity of Brown Swiss Cows and the Results of Its Implementation in the Smolensk Region / A. S. Gerasimova et al. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2020;(4):87–93. (In Russ.).

8. Genomic Variability Assess for Breeding Traits in Holsteinized Russian Black-and-White Cattle Using GWAS Analysis and ROH Patterns / A. A. Sermyagin et. al. *Agricultural Biology*. 2020;55(2): 257–274. (In Russ.).

9. Sorokovoy P. F. Methodological Recommendations for the Study and Use of Blood Groups in Cattle Breeding. Dubrovitsy; 1974. 40 p. (In Russ.).

10. Characteristics of Families of the Brown Swiss Breed Herd by Productive and Genetic Indicators / S. A. Andreeva et al. *AgroZooTechnika*, 2019;2(2):1–9. (In Russ.).

11. Shatalina O. S. The Association Between Blood Group and Reproductive Performance in Cattle. *Agricultural Biology*. 2018;53(2):309–317. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 12.05.2021; одобрена после рецензирования 22.06.2021; принята к публикации 25.06.2021.

The article was submitted 12.05.2021; approved after reviewing 22.06.2021; accepted for publication 25.06.2021.

