

## АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ИХ РЕШЕНИЯ

DOI 10.54016/SVITOK.2023.36.31.008

УДК 636.237.1.082

### МОНИТОРИНГ АЛЛЕЛЕЙ ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ В ПРОЦЕССЕ СЕЛЕКЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА БУРОЙ ШВИЦКОЙ ПОРОДЫ

© 2023. С. А. Русанова, Д. Н. Кольцов

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»,  
г. Тверь, Российская Федерация

*За последние 40 лет в процессе совершенствования бурой швицкой породы в Смоленской области произошли значительные изменения её генеалогической структуры. В большей степени это связано с использованием импортных быков-производителей. В генотипах животных бурой швицкой породы ( $n=14214$ ) в разные периоды с 1972 года по 2020 год установлено 74 аллеля EAB-локуса групп крови с разной частотой встречаемости. У исходной популяции животных (1972 год) их насчитывалось 64. В настоящее время количество выявленных аллелей увеличилось до 70. В результате селекционно-племенной работы в породе значительно повысилась доля поголовья с аллелями, унаследованными от быков бурой швицкой породы селекции США. Если в 1972 году в популяции на их долю приходилось 20%, в 1991–1995 гг. – 56%, то к 2020 году численность аллелей составляет 66% и продолжает расти. Особенно широкое распространение получили аллели-маркеры:  $G_3O_1T_1Y_2E'_3F'_2G''_2$ ,  $B_1O_3Y_2A'_1E'_3G'P'Q'Y$ ,  $B_2P_2Y_2G'Y$  и  $I_1Y_2E'_1G'IG''_1$ . Исходная популяция животных отличалась широким распространением в генотипах животных аллелей EAB-локуса отечественной селекции ( $\Sigma=0,757$ ). К настоящему времени только у 18% потомков сохранился аллелотип отечественного бурого швицкого скота. Исключение составляют потомки, унаследовавшие  $EAB^{G10}$  ( $\Sigma=0,063$ ). Элиминируют из породы аллели  $B_1I'P'$ ,  $B_1I_1T_1A'_2P'$ ,  $B_1P'$ ,  $I_1E'_1G''_1$ ,  $I_1Y_2E'_2Y'G''_1$ ,  $O_1Q'$ ,  $P_1QA'_1E'_1I'$ ,  $P_2E'_3I'$ ,  $P_2Y_2$ ,  $Y_2I'Q'Y$ ,  $Y_2O'$ .*

*В процессе создания нового молочного типа «Смоленский» кроме импортных быков бурой швицкой породы селекции США на начальных этапах использовались быки-производители джерсейской породы. В 1981–1985 гг. генотип 11% потомков был «насыщен» аллелями EAB-локуса  $B_1G_2KO_2Y_2A'_1V'G'K'O'Y'G''_1$ ,  $B_1I'Q'$ ,  $G_3O_1T_1E'_3F'_2K'Q'$  и  $O_2E'_2G''_1$ . В настоящее время у животных сохраняются, хотя и с небольшой частотой ( $\Sigma=0,040$ ), маркеры джерсейской породы  $B_1I'Q'$ ,  $O_2E'_2G''_1$  и  $G_2O_1E'_2I'$ .*

*Различия между селекционируемыми группами животных в разные периоды исследования проанализированы также и с учётом индекса антигенного сходства. Индекс генетического сходства между исходной популяцией и животными нового молочного типа составил 0,48. После создания нового молочного типа в генетической структуре популяции, исследованной в разные периоды, значительных изменений не выявлено ( $r = 0,91-0,97$ ).*

**Ключевые слова:** крупный рогатый скот, бурая швицкая порода, группы крови, аллели, EAB-локус, частота встречаемости, индекс генетического сходства.

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2019-0012).

**Для цитирования:** Русанова С.А., Кольцов Д.Н. Мониторинг аллелей генетических маркеров в процессе селекции крупного рогатого скота бурой швицкой породы. Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. 2023; 4(3):(71-77). DOI: 10.54016/SVITOK.2023.36.31.008.

Поступила: 08.11.2023 Принята к публикации: 28.11.2023 Опубликована: 27.12.2023

## MONITORING OF GENETIC MARKERS IN THE BREEDING BROWN SWISS CATTLE

© 2023. S. A. Rusanova, D. N. Koltsov  
Federal Research Center for Bast Fiber Crops,  
Tver, Russian Federation

Over the past 40 years, in the process of improving the brown swiss cattle in the Smolensk region, there have been significant changes in its genealogical structure. To a greater extent, this is due to the use of imported bulls. In the genotypes of animals of the brown swiss breed ( $n=14214$ ), 74 alleles of the EAB locus of blood groups with different frequency of occurrence were found in different periods from 1972 to 2020. The original animal population (1972) had 64 of them. Currently, the number of identified alleles has increased to 70. As a result of breeding in the breed, the proportion of livestock with alleles inherited from the bulls of the brown swiss breed of US breeding has significantly increased. If in 1972 they accounted for 20 % of the population, in 1991–1995 – 56%, then by 2020 the number of alleles is 66% and continues to grow. The following marker alleles are widely:  $G_3O_1T_1Y_2E_3F_2G''_2$ ,  $B_1O_3Y_2A_1E_3G/P/Q/Y$ ,  $B_2P_2Y_2G/Y$  and  $I_1Y_2E_1G/YG''_1$ . The original population of animals was characterized by a wide distribution in the genotypes of animals of the alleles of the EAB locus of domestic breeding ( $\Sigma=0,757$ ). Currently, only 18% of the offsprings have preserved the allelotype of domestic brown swiss cattle. The exception is the offsprings who inherited  $EAB^{G10}$  ( $\Sigma=0,063$ ). Alleles  $B_1I/P$ ,  $B_1I_1T_1A_2P'$ ,  $B_1P'$ ,  $I_1E_1G''_1$ ,  $I_1Y_2E_2Y/G''_1$ ,  $O_1Q$ ,  $P_1QA_1E_1I$ ,  $P_2E_3I$ ,  $P_2Y_2$ ,  $Y_2I/Q/Y$ ,  $Y_2O'$  are eliminated from the breed.

In the process of creating a new breed type "Smolensky", in addition to imported bulls of the brown swiss cattle of the US breeding, jersey bulls at the initial stages were used. In 1981-1985, the genotype of 11% of offsprings was "saturated" with alleles of the EAB locus  $B_1G_2KO_2Y_2A_1B/G/K/O/Y/G''_1$ ,  $B_1I/Q$ ,  $G_3O_1T_1E_3F_2K/Q$  and  $O_2E_2G''_1$ . Currently, the Jersey markers  $B_1I/Q$ ,  $O_2E_2G''_1$  and  $G_2O_1E_2I$  are preserved in animals, though with a small frequency ( $\Sigma=0,040$ ). The differences between the selected groups of animals in different periods of the study were also analyzed taking into account the antigenic similarity index. The index of genetic similarity between the original population and the animals of the new breed type was 0,48. After its creation, no significant changes were found in the genetic structure of the population studied in different periods ( $r = 0,91-0,97$ ).

**Keywords:** cattle, brown swiss breed, blood groups, EAB locus, frequency of occurrence, index of genetic similarity.

**Acknowledgements:** the work was carried out with the support of the Ministry of Education and Science of the Russia within the framework of the State Task of the Federal State Budgetary Research Institution "Federal Research Center for Bast Fiber Crops" (topic No. FGSS-2019-0012).

**For citation:** Rusanova S.A, Koltsov D.N. Monitoring of genetic markers in the breeding brown swiss cattle. Technical crops. Scientific Agricultural journal. 2023; 4(3):(71-77). DOI: 10.54016/SVITOK.2023.36.31.008.

Received: 08.11.2023 Accepted for publication: 28.11.2023 Published: 27.12.2023

**В**ведение. В Смоленской области крупный рогатый скот бурой швицкой породы разводят более 130 лет. Широкий ареал распространения он получил благодаря своим адаптационным способностям. Животные этой породы характеризуются продуктивным долголетием, имеют высокий генетический потенциал по молочной продуктивности и мясным качествам, а также менее подвержены заболеваниям [2].

В целях совершенствования продуктивных и технологических качеств животных с

1981 по 2003 год на основе отечественного генофонда проводилась планомерная работа по выведению нового молочного типа с использованием лучшего мирового генофонда бурой швицкой и частично джерсейской пород. В результате был создан молочный тип «Смоленский» бурой швицкой породы, включенный в Государственный реестр селекционных достижений (патент № 1908 от 30.06.2003 г) [5].

После создания типа продолжается работа по его совершенствованию. [3, 11]. Однако в

настоящее время этот процесс происходит в условиях конкуренции с голштинской породой [8]. На сегодняшний день удой коров за полновозрастную лактацию составляет 5919 кг молока с содержанием жира 4,06% и белка 3,34% [6]. Селекционная работа должна быть направлена на повышение молочной продуктивности, сохранение и накопление ценных качеств, характерных для животных этой породы. При выполнении этих условий бурая швицкая порода будет конкурентоспособной.

В хозяйствах-оригинаторах систематически контролировали достоверность происхождения по группам крови вводимых в стадо первотёлков и ремонтных бычков. Относительная простота выявления позволяет легко идентифицировать их и эффективно использовать для изучения изменений генетической структуры популяций в процессе селекции.

Цель исследований — иммуногенетический мониторинг бурого швицкого скота с использованием аллелей EAB-локуса групп крови.

Научная новизна заключается в том, что с использованием технологии точного фенотипирования проведён анализ генетического сходства современных популяций бурого швицкого скота Смоленской области. Установлено различие между исходной и современной популяциями животных ( $r = 0,37$ ).

В настоящее время скот бурой швицкой породы разводят в 13 регионах России, на их долю приходится 0,82% от всего пробонитированного поголовья (что на 0,33% меньше по сравнению с 2016 г.). В Смоленской области в общей структуре поголовья бурая швицкая порода составляет 32%, а племенная база включает шесть племенных репродукторов. В хозяйствах Российской Федерации продолжается сокращение численности поголовья крупного рогатого скота, в том числе и бурой швицкой породы. Дальнейшее сокращение численности поголовья может привести к прекращению самостоятельного развития и утрате ценного генофонда породы. Поэтому одной из важнейших проблем является повышение конкурентоспособности и стабилизации численности поголовья бурой швицкой породы [6, 8].

**Методика исследований.** В качестве изучаемого материала использовали результа-

ты тестирования животных бурой швицкой породы крупного рогатого скота ( $n=14214$ ) с достоверными записями происхождения с 1981 по 2020 год.

Лабораторные исследования проведены в соответствии с общепринятыми методическими рекомендациями на базе лаборатории зоотехнологий ФГБНУ ФНЦ ЛК ОП Смоленский НИИСХ. Все животные были тестированы в разные периоды 52–65 реagenтами собственного производства, идентифицированными в Международных сравнительных испытаниях. На основании гемолитического тестирования у всего поголовья проведена генетическая экспертиза происхождения. Анализ генотипов осуществляли по EAB-локусу групп крови, который наиболее широко отражает наследственные особенности животных.

Исследования проведены по материалам племенного учёта с применением компьютерной программы ИАС «СЕЛЭКС» — Молочный скот. Полученные данные обработаны по общепринятым методам биологической статистики и с помощью компьютерных программ Microsoft Office и Excel [9].

Индекс генетического сходства между популяциями рассчитывали по формуле Майала-Линдстрема, гомозиготность — с использованием коэффициента Робертсона [7].

**Результаты и их обсуждение.** В 1972 году (начальный период улучшения местной популяции бурого швицкого скота) у исходной популяции животных бурой швицкой породы было выявлено 64 аллеля EAB-локуса групп крови (табл. 1), что указывало на высокий уровень генетического разнообразия [4, 5]. Из 64 выявленных аллелей 19 встречались у 79% животных с частотой 2% и выше. Широким распространением отличались аллели EAB-локуса, характерные для отечественной популяции бурого швицкого скота ( $\Sigma=0,757$ ). Среди них аллели  $O_1$ ,  $Y_2$ ,  $B_1I_1T_1A_2P'$ ,  $B_1G_1KE_1F_2O'$ ,  $O'$ ,  $G_1O'$ ,  $B_1G_2KA_2B'O'$  встречались с частотой 3% и более. Рецессивный аллель EAB<sup>b</sup> был выявлен у 20% животных. Около 20% потомков имели в генотипах маркеры, характерные для бурой швицкой породы американской селекции. Наиболее распространенные среди них следующие —  $B_1G_2KY_2E_1F_2O'/G_1$ ,  $G_3O_1T_1Y_2E_3F_2G_2$ ,  $G_2E_3F_2O'$ .

С 1981 года начинается планомерная селекционная работа с использованием мирового и отечественного генофонда бурой швицкой породы и частично джерсейской по созданию нового молочного типа. Частота встречаемости животных – носителей аллелей ЕАВ-локуса групп крови американской селекции увеличилась на 13% с 1972 года. В генотипах животных появляются маркеры  $B_2P_2Y_2G/Y'$  ( $\Sigma=0,093$ ) и  $I_1Y_2E_2G/I/G''_1$  ( $\Sigma=0,080$ ). С частотой бо-

лее 2% встречались аллели  $B_1G_2KO_2Y_2A'/B/G/K/O/Y/G''_1$ ,  $B_1I/Q'$ ,  $G_3O_1T_1E_3F_2K/Q'$ ,  $O_2E_2G''_1$ . Суммарная частота встречаемости животных – носителей аллелей джерсейской породы  $B_1I/Q'$  и  $O_2E_2G''_1$  – 0,106. Около 58% животных унаследовали аллели, характерные для отечественной бурой швицкой породы (на 18% меньше, чем в 1972 году). Особенно широко распространены среди них  $G_1O'$ ,  $I_1G/G''_1$ ,  $I_1O_1QA'_1$  и  $Y_2I/Q/Y'$ .

Таблица 1 – Мониторинг аллелей ЕАВ-локуса групп крови бурой швицкой породы

Аллель ЕАВ-локуса	Порода 1972 г. N=2221	Период исследования							
		1981-1985 N=308	1986-1990 N=499	1991-1995 N=736	1996-2000 N=1180	2001-2005 N=1689	2006-2010 N=2293	2011-2015 N=3010	2016-2020 N=2278
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
b	0,196	0,068	0,075	0,106	0,123	0,095	0,102	0,122	0,115
$B_1G_1KOxE'_1F'_2O'$	0,035	0,045	0,013	0,012	0,022	0,013	0,018	0,038	0,029
$B_1G_2KO_2Y_2A'_1B/G/K/O/Y/G''_1$	-	0,029	0,011	0,004	0,004	0,001	0,002	0,004	0,003
$B_1G_2KY_2E'_1F'_2O/G''_1$	0,058	0,008	0,006	0,046	0,009	0,043	0,046	0,046	0,047
$B_1I/Q'$	0,001	0,026	0,009	0,007	0,005	0,002	0,002	0,002	0,001
$B_1IQ$	-	-	-	0,032	0,019	0,006	0,004	0,003	0,001
$B_2IA_2D/G/Q'$	-	0,034	0,009	0,007	0,024	0,027	0,038	0,025	0,017
$B_2O_3Y_2A'_2E'_3G/P/Q/Y'$	0,003	-	0,121	0,106	0,119	0,107	0,102	0,092	0,101
$B_2P_2Y_2G/Y'$	-	0,093	0,206	0,112	0,090	0,050	0,054	0,058	0,066
$G_1O'$	0,033	0,071	0,037	0,048	0,027	0,065	0,087	0,070	0,063
$G_2E'_2$	-	0,019	0,017	0,010	0,010	0,003	0,002	0,000	0,000
$G_2E'_3F'_2O'$	0,032	0,005	0,002	0,020	0,035	0,015	0,010	0,006	0,002
$G_2O_1E'_2I'$	-	-	0,031	0,016	0,013	0,014	0,021	0,022	0,012
$G_3O_1T_1E_3F'_2K/Q'$	0,035	0,024	0,004	0,002	0,153	0,001	0,001	0,001	
$G_3O_1T_1Y_2E'_3F'_2G''_2$	0,033	0,073	0,093	0,161	0,153	0,220	0,171	0,231	0,346
$I'$	0,037	0,006	0,002	0,003	0,020	0,012	0,016	0,019	0,010
$I/Q'$	0,010	0,023	0,009	0,002	0,000	0,001	0,002	0,006	0,005
$I_1$	0,020	0,002	0,001	0,012	0,016	0,029	0,010	0,011	0,007
$I_1G/G''_1$	0,027	0,065	0,034	0,020	0,015	0,006	0,002	0,001	0,000
$I_1O_1QA'_1$	0,023	0,060	0,037	0,035	0,027	0,011	0,033	0,010	0,012
$I_1QG/J'_2O'$	-	0,016	0,054	0,019	0,011	0,005	0,002	0,000	0,001
$I_1Y_2E'_2G/I/G''_1$	-	0,080	0,085	0,080	0,054	0,066	0,067	0,060	0,040
$O'$	0,033	0,006	0,005	0,020	0,042	0,035	0,026	0,015	0,014
$O_1$	0,044	-	0,004	0,004	0,012	0,029	0,026	0,011	0,006
$O_1Q'$	0,006	0,019	0,009	0,003	0,001	0,004	-	0,001	0,001
$O_2E'_2G''_1$	-	0,023	0,012	0,007	0,019	0,023	0,027	0,008	0,018
$P_2I'$	0,003	0,008	0,006	0,018	0,019	0,010	0,006	0,004	0,002
$QE'_2O'$	-	0,008	0,004	0,004	0,021	0,004	0,002	0,000	0,000
$Y_2$	0,039	0,013	0,006	0,007	0,007	0,007	0,015	0,037	0,006

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Y_2A_2Q'$	-	-	-	-	-	0,000	0,018	0,030	0,004
$Y_2I/Q/Y'$	-	0,054	0,011	0,001	0,002	0,002	0,000	0,001	0,000
Всего аллелей	64	45	53	56	54	60	64	64	70
Остальн. аллели	45	19	24	26	25	29	34	33	40
Их частота	0,332	0,120	0,085	0,073	0,081	0,094	0,091	0,066	0,070
Коэфф. Гомозиг.	7,0	8,6	7,7	7,3	8,8	7,4	9,7	15,9	8,3
Число эффектив. аллелей	14	12	13	14	11	14	10	6	12

В 1986–1990 и 1991–1995 годах в популяции сохранились основные аллели EAB – локуса, характерные для отечественной швицкой породы 1981–1985 гг., но их общая частота сократилась до 0,269 и 0,289 соответственно. Число животных, в генотипах которых встречались маркеры бурой швицкой породы американской селекции, увеличилось до 59% (56% в 1991–1995 гг.). У потомков появляется аллель  $B_2O_3Y_2A_2E_3G/P/Q/Y'$  ( $\Sigma=0,121$ ). Частота  $EABV_2P_2Y_2G/Y'$  увеличилась на 11% в сравнении с 1981 годом. На 4% уменьшилась доля животных – носителей аллелей джерсейской породы.

Среди потомков, родившихся в 1996–2000 годах, наиболее широкое распространение (с частотой 2% и выше) получили 13 аллелей EAB-локуса групп крови ( $\Sigma=0,757$ ). Чаше всего в популяции встречались аллели, характерные для бурой швицкой породы американской селекции:  $B_2O_3Y_2A_2E_3G/P/Q/Y'$ ,  $B_2P_2Y_2G/Y'$ ,  $G_3O_1T_1Y_2E_3F_2G//_2$  и  $I_1Y_2E_2G/I/G//_1$ . С высокой частотой в популяции встречался рецессивный аллель  $EAB^b - 0,123$ .

В 2003 году путём использования маточно-поголовья бурого швицкого скота местной селекции и быков-производителей бурой швицкой породы американской селекции, а на отдельных этапах – джерсейской породы, был создан молочный тип бурого швицкого скота – Смоленский. В период с 2001 по 2005 год в породе выявлено 60 аллелей EAB-локуса групп крови. С частотой 5% и выше встречались основные аллели EAB-локуса американской селекции, характерные для породы 1996–2000 гг. Широкое распространение ( $\Sigma=0,065$ ) получил аллель  $G_1O'$ , характерный для отечественной бурой швицкой породы. В породе сократилась частота встречаемости аллелей  $B_1I/P'$ ,  $B_1I_1T_1A_2P'$ ,  $I/Q'$ ,  $I_1G/G//_1$ ,  $I_1Y_2$ ,

$I_1Y_2E_2Y/G//_1$ ,  $P_2E_3I'$  и Q. В 1975 году эти аллели встречались у 19% животных, в 2001–2005 гг. – всего у 2%.

Начиная с 2005 года, после создания смоленского типа, аллелофонд породы мало изменялся и существенных различий между животными разных поколений не установлено. Аллели, широко распространённые в ранее анализируемые периоды, в 2006–2020 гг. также выявлены с высокой частотой встречаемости. С 2006 года в породе появляется аллель  $Y_2A_2Q'$ , привнесённый быком-производителем Хуго 5455 [1]. В 2016 году среди потомков широко распространяются аллели  $B_1G_2KY_2E_2F_2G/I/O/G//_1$  и  $G_3O_1T_1Y_2E_3F_2I/G//_2$ , характерные для бурой швицкой породы американской селекции. Эти аллели наследуются от быков-производителей Фиат 2517 и Атлет 3075, привезённых из племенного хозяйства ООО «Вера» Ростовской области.

Объективная оценка сходства и различия между селекционируемыми группами животных проведена с учётом индекса антигенного сходства, рассчитанного по частоте встречаемости аллелей EAB-локуса групп крови сравниваемых групп. Анализ генетического сходства популяций бурого швицкого скота Смоленской области в разные периоды времени (табл. 2) показал значительные различия между ними.

Между животными бурой швицкой породы, исследованными в 1972 году (исходная популяция бурого швицкого скота), и животными, исследованными в период 2006–2010 гг. (выведен тип «Смоленский» бурой швицкой породы), выявлены существенные различия. Индекс генетического сходства (r) между этими группами составил 0,48. В настоящее время эти различия сохранились (r= 0,37).

Таблица 2 – Индекс генетического сходства между животными бурой швицкой породы разных поколений

Период исследований	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020
Порода 1972 г.	0,57	0,33	0,45	0,47	0,42	0,48	0,47	0,37
1981–1985	-	0,75	0,74	0,68	0,63	0,70	0,66	0,57
1986–1990	-	-	0,88	0,83	0,71	0,74	0,70	0,63
1991–1995	-	-	-	0,96	0,93	0,94	0,92	0,87
1996–2000	-	-	-	-	0,93	0,93	0,91	0,86
2001–2005	-	-	-	-	-	0,97	0,97	0,96
2006–2010	-	-	-	-	-	-	0,97	0,91
2011–2015	-	-	-	-	-	-	-	0,96

После создания нового молочного типа в генетической структуре популяции бурого швицкого скота, исследованной в разные периоды времени, значительных изменений не наблюдалось ( $r = 0,91-0,97$ ). В результате проводимой селекционно-племенной работы сглаживаются генетические различия между внутривидовым типом «Смоленским» и породой. Индекс генетического сходства между этими группами составляет 96%.

**Выводы.** Селекционно-племенная работа по совершенствованию бурой швицкой породы крупного рогатого скота Смоленской области с использованием импортных бы-

ков-производителей привела к изменению её генофонда. На 48% (в сравнении с породой 1972 г.) повысилась доля животных с генами, унаследованными от животных бурой швицкой породы американской селекции, маркированных аллелями  $B_2O_3Y_2A_2E_3G/P/Q/Y'$ ,  $B_2P_2Y_2G/Y'$ ,  $G_3O_1T_1Y_2E_3F_2G//_2$  и  $I_1Y_2E_2G/I/G//_1$ . У 18% потомков сохранился наследственный материал бурого швицкого скота отечественной селекции, маркированный аллелями  $B_1G_1KE_1F_2O'$ ,  $G_1O'$ ,  $I'$ ,  $I_1O_1QA'_1$ ,  $I_1Y_2$ ,  $O'$  и  $Y_2$ . В генотипах сохраняются маркеры джерсейской породы, хотя и имеют невысокую частоту встречаемости ( $\Sigma=0,038$ ).

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреева С.А., Гонтов М.Е., Кольцов Д.Н. Использование генетических маркеров групп крови в селекции крупного рогатого скота бурой швицкой породы // Сборник: современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса. – Иваново. – 2019. – С. 227–281.

2. Бурая швицкая порода крупного рогатого скота: монография / В.М. Новиков и др. – Смоленск: «Смоленская городская типография», 2017. – 153 с.

3. Герасимова А.С., Дмитриева В.И., Прищеп Е.А., Леутина Д.В. Селекционно-генетическая ситуация в популяции бурого швицкого скота Смоленской области // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2022. – № 4 (388). – С. 386-390.

4. Гонтов М.Е., Кольцов Д.Н., Чернушенко В.К., Дмитриева В.И. Иммуноге-

нетический мониторинг при выведении и совершенствовании типа «Смоленский» бурого швицкого скота в Смоленской области // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 3. – С. 54–55.

5. Гонтов М.Е., Чернушенко В.К., Дмитриева В.И. Выведение нового молочного типа швицкого скота с использованием современных селекционно-генетических методов. Проблемы аграрной отрасли в начале XXI века // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2002. – С. 60.

6. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2020 год). – Москва: Издательство ФГБНУ ВНИИплем, 2021. – 265 с.

7. Животовский Л.А., Машуров А.М. Методические рекомендации по статистическому анализу иммуногенетических данных для использования в селекции животных. — Дубровицы, 1974. — 30 с.
8. Зиновьева Н.А., Сермягин А.А., Доцев А.В. Генетические ресурсы животных: развитие исследований аллелофонда российских пород крупного рогатого скота — миниобзор // Сельскохозяйственная биология. — 2019. — № 4. — Т. 54. — С. 631–641.
9. Плохинский Н.А. Биометрия. — М.: Изд. Московского университета, 1970. — 367 с.
10. Русанова С.А., Гонтов М.Е., Кольцов Д.Н. Изменение генеалогической структуры бурой швицкой породы в процессе селекции // Аграрный научный журнал. — 2020. — № 12. — С. 68–71.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Русанова Светлана Алексеевна**, научный сотрудник, Федеральный научный центр лубяных культур, 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4789-1619>, e-mail: [s.andreeva.sml@fnclck.ru](mailto:s.andreeva.sml@fnclck.ru),

**Кольцов Дмитрий Николаевич**, кандидат с.-х. наук, доцент, заместитель директора, Федеральный научный центр лубяных культур, 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, e-mail: [info.sml@fnclck.ru](mailto:info.sml@fnclck.ru)

**Svetlana A. Rusanova**, research associate, Federal Research Centre for Bast Fiber Crops, 17/56 Komsomolsky pr., Tver, Russian Federation, 170041, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4789-1619>, e-mail: [s.andreeva.sml@fnclck.ru](mailto:s.andreeva.sml@fnclck.ru)

**Dmitry N. Koltsov**, PhD in Agricultural Sciences, associative professor, Deputy Director, Federal Research Centre for Bast Fiber Crops, 17/56 Komsomolsky pr., Tver, Russian Federation, 170041, e-mail: [info.sml@fnclck.ru](mailto:info.sml@fnclck.ru)