

К вопросу оценки эффективности линейного разведения скота симментальской породы разного происхождения

Л. П. Игнатьева¹✉, А. Ф. Контэ¹, А. А. Сермягин¹

¹ Федеральный научный центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Дубровицы, Россия

✉E-mail: ignatieva-lp@mail.ru

Аннотация. Цель исследования — изучить влияние родственных зарубежных племенных ресурсов на российскую популяцию симментальской породы. Методы исследований — исследования были проведены на коровах симментальской породы разной линейной принадлежности и генотипов в пяти регионах РФ: Воронежской, Орловской, Курской, Белгородской областях и Алтайского края, общее поголовье составило 35 147 голов. Расчет оценок EBV был проведен с помощью программ RENUMF90, REMLF90 и BLUPF90. Оценка компонентов вариантов генетической и паратипической природы была осуществлена по методу ограниченного максимального правдоподобия. **Результаты.** Установлено, что наибольшая доля приходится на животных зарубежного происхождения (60,7 %), в том числе немецко-австрийские линии 46,6 % и голштинские — 14,1 %. Российского происхождения 39,3 % животных, из них 13,5 % — представители немецко-австрийских линий, 17,8 % — голштинских и 8,0 % у отечественных линий. В общей популяции симментальской породы лучшую продуктивность показали коровы немецко-австрийских линий на уровне 5351 кг молока с массовой долей жира 4,00 % и белка 3,19 %. Проведен расчет прогноза племенной ценности (EBV) быков-производителей симментальской породы. Установлено, что в общей популяции лучшую племенную ценность показали представители немецко-австрийских линий по удою +9,2 кг и массовой доли жира +0,012 %. Отрицательные значения средней племенной ценности по удою получены для отечественных линий (–22,8 кг), а животные голштинских линий заняли промежуточное положение среди всех остальных (+2,3 кг). У первотелок, которые на момент исследований находились в стаде, лучшие показатели по молочной продуктивности выявлены у представительниц, отнесенных к зарубежному происхождению как голштинских (6096 кг молока с содержанием жира 3,96 % и белка 3,23 %), так и немецко-австрийских линий (удой — 5763 кг, жир — 4,04 %, белок — 3,19 %), с высокими оценками племенной ценности по удою +33,3 кг и +15,2 кг, соответственно. Невысокие значения молочной продуктивности среди всех оцененных животных отмечены у представительниц отечественных линий 4469 кг молока 3,87 % жира и 3,20 % белка в молоке. Первотелки российского происхождения зарубежных линий превосходили сверстниц отечественных линий симментальской породы по молочной продуктивности на +608 кг молока и +0,15 % жира (немецко-австрийские линии) и +924 кг и +0,06 % жира (голландские линии). Средние значения прогноза племенной ценности в этих линиях хоть и имели невысокие значения –5,6 кг у голштинских и +2,7 кг у немецко-австрийских линий, но были значительно выше, чем у отечественных линий –12,7 кг. **Научная новизна.** Для популяции палево-пестрого скота Российской Федерации впервые проведены научные исследования, направленные на совершенствование системы прогноза племенных качеств быков-производителей по молочной продуктивности дочерей на базе оптимизации структуры уравнений смешанной модели (BLUP, наилучший линейный несмещенный прогноз).

Ключевые слова: бык-производитель, симментальская порода, генеалогические линии, молочная продуктивность, племенная ценность, BLUP.

Для цитирования: Игнатьева Л. П., Контэ А. Ф., Сермягин А. А. К вопросу оценки эффективности линейного разведения скота симментальской породы разного происхождения // Аграрный вестник Урала. 2020. № 06 (197). С. 49–57. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-49-57.

Дата поступления статьи: 24.04.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

По итогам бонитировки за 2018 год, в Российской Федерации разводятся 24 породы и 17 породных типов молочного скота, из которых симментальская порода по совокупной численности поголовья занимает 3 место (6,39 %, или 168,55 тыс. голов) после черно-пестрой и голштинской [1]. Популяция симментальского скота имеет достаточное маточное поголовье в племенных стадах (5,94 %, или 94,78 тыс. голов), а также наличие отечественного и

по большей части зарубежного генетического материала быков-производителей. Животные обладают высокими адаптационными качествами, хорошими показателями молочной продуктивности, оптимальными параметрами живой массы, а также крепкой конституцией. В связи с этим приоритетным направлением разведения симментальской породы скота является сохранение ценного генофонда современной популяции, которая имеет сформировавшуюся породную основу как отечественного происхождения, так и общеевропейские корни [2, с. 17].

Начиная с 2000-х годов в страну было импортировано около 37 тыс. голов животных симментальской породы, или 8,56 % от завезенного поголовья из Австрии (67,8 % от общего объема поставок симменталов из всех стран), Германии, Словакии, Чехии и других стран [3, с. 68]. В то же время селекционным центром были утверждены 11 новых генеалогических линий немецко-австрийского происхождения. За ряд лет в популяции симментальского скота РФ получено несколько поколений потомков от быков отечественной и зарубежной (австрийской и немецкой) селекции, качество которых изучено недостаточно. В настоящий момент формируется популяция скота генетически на 70–80 % отнесена к западноевропейскому корню симментальской породы [4, с. 70], [5, с. 96], [6, с. 9], [12, с. 138].

Учитывая мировые тенденции развития молочного скотоводства, одним из основных направлений на ближайший период является повышение эффективности селекционной работы благодаря разработке новых и усовершенствования существующих подходов относительно проведения оценки генотипа, организации отбора животных, мониторинга структуры породы и разработки методов селекционного улучшения молочного скота по отдельным признакам. При этом большое внимание уделяется признакам, связанным с молочной продуктивностью [7, с. 27], [8, с. 18], [13, с. 8].

Наиболее трудоемкий процесс в комплексе селекционных мероприятий – определение племенной ценности особей. В странах с развитым молочным скотоводством с середины прошлого века с этой целью применяют статистически процедуры, в частности метод наилучшего линейного несмещенного прогноза (BLUP) и его модификации [14, с. 50], [15]. В нашей стране оценка генетических качеств животных, основанная на методологии BLUP, пока еще не стала официальной и используется ограничительно исключительно для аттестации быков-производителей. Используя классические методы BLUP, которые заключаются в возможности прогнозирования племенной ценности животного в раннем возрасте, можно получить прогноз с точностью до 80 %. Такой подход повышает темпы селекционного прогресса и позволяет получить экономический эффект значительно раньше в сравнении с традиционными селекционными методами [9, с. 24], [10, с. 18], [11, с. 3]. В этой связи изучение влияния родственных зарубежных племенных ресурсов на российскую популяцию симментальской породы представляется актуальным.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования были проведены на коровах симментальской породы разной линейной принадлежности и генотипов в пяти регионах РФ: Воронежской, Орловской, Курской, Белгородской областях и Алтайского края. Для оценки показателей молочной продуктивности коров симментальской породы были использованы данные баз данных «СЕЛЭКС» (ООО РЦ Плино) племенных хозяйств пяти регионов Российской Федерации. Общее поголовье симментальской породы, данные о которых использовались в исследованиях, составило 35 147 голов, года рождения коров охватывали период 1991–2017 гг. Была проанализирована молочная продуктивность коров, дочерей быков-

производителей, принадлежащих 9 голштинским линиям (9890 записей, основные линии: В. Б. Айдиал, Р. Соверинг, М. Чифтейн, П. Говернер), 13 немецко-австрийским линиям (15 228 записей, основные линии: Редад, Хаксл, Хониг, Страйк, Ромулус, Целот, Метц), 27 отечественным линиям (8740 записей, основные линии: Кипарис, Неолит, Кристалл, Смелый, Флориан, Радонис, Салат, Фасадник, Этап, Урок) и прочим линиям (1289 голов). Были рассчитаны коэффициенты корреляции и наследуемости между основными селекционными признаками молочной продуктивности коров.

Оценка животных была проведена по следующим признакам: удой за 305 дней по первой лактации, кг (У305), массовая доля жира и белка в молоке коров, % (МДЖ и МДБ соответственно), количество молочного жира и белка, кг (КМЖ и КМБ соответственно).

Для анализа родословных быков-производителей отечественного и зарубежного происхождения симментальской породы, а также пополнения электронных баз данных была использована официально доступная информация из мировой сети Интернет: www.быки.рф (Россия), www.zar.at (Австрия, Германия) и www.holstein.ca (США, Канада).

В анализ были включены только оцененные по потомству быки-производители ($n = 1552$). Согласно методологии BLUP, было использовано следующее уравнение смешанной модели в исследуемой популяции скота для получения прогноза оценок племенной ценности (EBV – Estimated Breeding Value) животных:

$$y = \mu + HYS + b_1 A_k + S_j + e_{ijk}, \quad (1)$$

где y – вектор показателей продуктивности дочерей;

μ – популяционная константа;

HYS – эффект паратипических факторов «стадо – год – сезон» (фиксированный);

A_k – возраст отела (в месяцах);

b_1 – коэффициент регрессии показателя продуктивности на возраст дочерей;

S_j – рандомизированный эффект «отец-производитель» ($O, I\sigma_s^2$);

e_{ijk} – рандомизированный остаточный эффект модели ($O, I\sigma_e^2$).

Расчет оценок EBV был проведен с помощью программ RENUMF 90, REMLF 90 и BLUPF 90. Оценка компонентов дисперсии генетической и паратипической природы была осуществлена по методу ограниченного максимального правдоподобия (REML – Restricted Estimates of Maximum Likelihood, Misztal I., 2002) [16].

Полученные аналитические данные обрабатывались биометрически по общепринятым формулам на ПК с использованием программного приложения Microsoft Excel из программного пакета анализа Microsoft Office 2013.

Результаты (Results)

Проведенный нами комплексный анализ генеалогической структуры линий племенных стад симментальской породы пяти регионов РФ позволил выявить, что среди животных, находящихся на момент анализа в стаде, наибольший удельный вес приходится на животных зарубежного происхождения 60,7 %, в том числе немецко-австрийские линии 46,6 % и голштинские – 14,1 %. Российского

Таблица 1

**Коэффициенты корреляции у коров симментальской породы по первой лактации (общая база)
(коэффициенты генетической корреляции выше диагонали, фенотипической корреляции ниже
диагонали, коэффициенты наследуемости по диагонали)**

Показатели	Удой, кг	Массовая доля жира, %	Количество молочного жира, кг	Массовая доля белка, %	Количество молочного белка, кг
Удой, кг	0,335	-0,048	0,962	-0,024	0,989
Массовая доля жира, %	0,015	0,179	0,214	0,197	-0,019
Количество молочного жира, кг	0,898	0,447	0,385	0,031	0,959
Массовая доля белка, %	-0,057	0,146	-0,033	0,217	0,118
Количество молочного белка, кг	0,959	0,033	0,856	0,224	0,370

Table 1

**Correlation parameter of Simmental cows by first lactation (general population) (coefficients: genetic correlation
above diagonal, phenotypic correlation below diagonal, heritability estimate along diagonal)**

Indicators	Yield, kg	Fat content, %	Milk fat, kg	Protein content, %	Milk protein, kg
Yield, kg	0.335	-0.048	0.962	-0.024	0.989
Fat content, %	0.015	0.179	0.214	0.197	-0.019
Milk fat, kg	0.898	0.447	0.385	0.031	0.959
Protein content, %	-0.057	0.146	-0.033	0.217	0.118
Milk protein, kg	0.959	0.033	0.856	0.224	0.370

происхождения 39,3 % животных, из них 13,5 % – представители немецко-австрийских линий, 17,8 % – голштинских и 8,0 % у отечественных линий. Как мы видим, на отечественную популяцию симментальского скота огромное влияние оказывают родственные зарубежные породы, которые в структуре популяции симментальского скота России занимают более 60 %.

Для оценки уровня селекционного-генетических параметров оцениваемой популяции симментальского скота проведен расчет коэффициентов корреляции и наследуемости. Установлено, что уровень как фенотипической, так и генетической корреляции анализируемых признаков достаточно высок, за исключением массовой доли жира и белка в молоке (-0,057...0,015 по фенотипу и -0,024...-0,048 по генотипу), где они близки к нулю или принимают отрицательные значения (таблица 1).

Различия между генетической и фенотипической корреляциями указывают на высокую обусловленность признака условиями среды. Определена ярко выраженная тесная положительная взаимосвязь между показателями: удой и количество молочного жира $r_g = 0,962$, удой и количество молочного белка $r_g = 0,989$, количество молочного жира и количество молочного белка $r_g = 0,959$. Слабая взаимосвязь установлена между показателями: количество молочного жира и массовая доля жира $r_g = 0,214$, количество молочного белка и массовая доля белка $r_g = 0,118$ и массовая доля жира и массовая доля белка $r_g = 0,197$.

Коэффициенты наследуемости признаков молочной продуктивности составили по удою 0,335, по молочному жиру и белку – соответственно 0,179 и 0,217. В целом все коэффициенты корреляции и наследуемости соответствуют стандартным значениям для данных признаков молочной продуктивности.

Далее мы провели оценку молочной продуктивности коров симментальской породы в общей популяции, а затем разделили ее на коров, которые на момент оценки находились в стаде, и тех, которые были (таблица 2). Установлено, что в общей популяции симментальской породы лучшую продуктивность показали коровы немецко-австрийских линий на уровне 5351 кг молока с массовой долей жира 4,00 % и белка 3,19 %. У голштинских линий продуктивность была ниже на 700 кг молока ($P \leq 0,001$), по содержанию жира – на 0,08 % ($P \leq 0,001$), белка – на 0,04 % ($P \leq 0,001$), у отечественных линий показатели еще ниже: по удою – на 1468 кг ($P \leq 0,001$), по жиру – на 0,13 % ($P \leq 0,001$), белку – на 0,01 % ($P \leq 0,001$). Однако если анализировать показатели молочной продуктивности коров симментальской породы, которые находятся в стаде, то мы видим, что удой за 305 дней первой лактации у коров немецко-австрийских и голштинских линий примерно на одном уровне 5615 кг и 5584 кг молока, а вот содержание жира по-прежнему выше у немецко-австрийских линий 4,04 %, или на 0,10 % ($P \leq 0,001$).

Если сравнивать с выбывшими животными тех, кто до сих пор находится в стаде, мы установили, что наибольшее прогресса по молочной продуктивности достигли голштинские линии 1291 кг молока ($P \leq 0,001$), +0,03 % жира ($P \leq 0,001$) и +0,05 % белка ($P \leq 0,001$). У отечественных линий улучшение продуктивности выявлено по удою +620 кг ($P \leq 0,001$) и содержанию белка в молоке +0,06 % ($P \leq 0,001$). У представительниц немецко-австрийских линий не столь большое повышение удоя +458 кг молока ($P \leq 0,001$), как у других линий, зато у них лучшая прибавка по содержанию жира в молоке +0,07 % ($P \leq 0,001$), при практически равном содержании белка на уровне 3,18–3,19 %.

Таблица 2

Молочная продуктивность коров по первой лактации средние значения оценки племенной ценности быков (EBV) симментальской породы, принадлежащих разным генеалогическим линиям

Популяция/ линии	Абсолютные показатели по первой лактации				Оценка племенной ценности (EBV)			
	<i>n</i>	Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	<i>n</i>	Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %
Общая популяция	35 147	4 762 ± 8	3,94 ± 0,001	3,17 ± 0,001	1471	—	—	—
Голштинские линии	9 890	4 651 ± 15	3,92 ± 0,002	3,15 ± 0,002	300	+2,3	+0,001	-0,0002
Немецко-австрийские линии	15 228	5 351 ± 11	4,00 ± 0,002	3,19 ± 0,001	1027	+9,2	+0,012	-0,002
Отечественные линии	8 740	3 883 ± 11	3,87 ± 0,002	3,16 ± 0,003	144	-22,8	-0,001	-0,003
Коровы, находящиеся в стаде	10 830	5 501 ± 13	4,00 ± 0,002	3,18 ± 0,001	550	—	—	—
Голштинские линии	2 743	5 584 ± 28	3,94 ± 0,005	3,19 ± 0,002	147	+5,2	-0,004	0
Немецко-австрийские линии	6 405	5 615 ± 16	4,04 ± 0,003	3,18 ± 0,002	364	+13,9	+0,008	+0,001
Отечественные линии	882	4 436 ± 34	3,86 ± 0,007	3,21 ± 0,005	39	-12,7	+0,001	-0,001
Выбывшие животные	24 317	4 466 ± 8	3,92 ± 0,002	3,16 ± 0,001	921	—	—	—
Голштинские линии	7 147	4 293 ± 15	3,91 ± 0,003	3,13 ± 0,002	153	-0,5	+0,006	-0,001
Немецко-австрийские линии	8 823	5 157 ± 14	3,97 ± 0,003	3,19 ± 0,002	663	+6,7	+0,014	-0,003
Отечественные линии	7 858	3 816 ± 11	3,87 ± 0,002	3,15 ± 0,003	105	-26,5	-0,001	-0,003

МДЖ – массовая доля жира в молоке, %; МДБ – массовая доля белка в молоке, кг.

Table 2

Dairy productivity of cows by first lactation and averages the estimates breeding value (EBV) of bulls of Simmental breed belonging to different genealogical lines

Population/bloodline	Dairy productivity by first lactation				Estimates breeding value (EBV)			
	<i>n</i>	Yield, kg	Fat content, %	Protein content, %	<i>n</i>	Yield, kg	Fat content, %	Protein content, %
General population	35 147	4 762 ± 8	3.94 ± 0.001	3.17 ± 0.001	1471	—	—	—
Holsteins bloodline	9 890	4 651 ± 15	3.92 ± 0.002	3.15 ± 0.002	300	+2.3	+0.001	-0.0002
German-Austrian bloodline	15 228	5 351 ± 11	4.00 ± 0.002	3.19 ± 0.001	1027	+9.2	+0.012	-0.002
Russians bloodline	8 740	3 883 ± 11	3.87 ± 0.002	3.16 ± 0.003	144	-22.8	-0.001	-0.003
Cows, which were in the herd at the time of research	10 830	5 501 ± 13	4.00 ± 0.002	3.18 ± 0.001	550	—	—	—
Holsteins bloodline	2 743	5 584 ± 28	3.94 ± 0.005	3.19 ± 0.002	147	+5.2	-0.004	0
German-Austrian bloodline	6 405	5 615 ± 16	4.04 ± 0.003	3.18 ± 0.002	364	+13.9	+0.008	+0.001
Russians bloodline	882	4 436 ± 34	3.86 ± 0.007	3.21 ± 0.005	39	-12.7	+0.001	-0.001
Cows, which left the herd before of research	24 317	4 466 ± 8	3.92 ± 0.002	3.16 ± 0.001	921	—	—	—
Holsteins bloodline	7 147	4 293 ± 15	3.91 ± 0.003	3.13 ± 0.002	153	-0.5	+0.006	-0.001
German-Austrian bloodline	8 823	5 157 ± 14	3.97 ± 0.003	3.19 ± 0.002	663	+6.7	+0.014	-0.003
Russians bloodline	7 858	3 816 ± 11	3.87 ± 0.002	3.15 ± 0.003	105	-26.5	-0.001	-0.003

Также был рассчитан прогноз племенной ценности (EBV) быков-производителей симментальской породы, принадлежащих разным генеалогическим линиям с использованием методологии наилучшего линейного несмещенного прогноза (BLUP). В результате установлено, что в общей популяции лучшие средние оценки племенной ценности у представителей немецко-австрийских линий по удою +9,2 кг и массовой доли жира +0,012 %, отрицательные значения получены для отечественных линий – 22,8 кг, голштинские линии заняли промежуточное положение среди всех линий +2,3 кг. Результаты прогноза племенной ценности среди животных, находящихся в стаде имели те же тенденции, что и в общей базе. Еще больше

повысились средние оценки племенной ценности у представителей немецко-австрийских линий, они составили по удою +13,9 кг молока и +0,008 % по массовой доле жира в молоке, оценки голштинских линий также показали промежуточные значения по удою +5,2 кг, у отечественных линий они также имеют отрицательное значение –12,7 кг, однако отставание от других линий немного сократилось. Самые невысокие средние результаты прогноза племенной ценности у выбывших животных, с положительными значениями по удою у немецко-австрийских линий +6,7, у голштинских и отечественных линий они имели отрицательные значения –0,5 кг и –26,5 кг, соответственно.

Таблица 3
Молочная продуктивность коров по первой лактации и средние значения оценки племенной ценности (EBV) быков симментальской породы разной селекции (происхождения)

Показатель	Голштинские линии		Немецко-австрийские линии		Отечественные линии	Голштинские линии		Немецко-австрийские линии		Отечественные линии
	ЗП	РП	ЗП	РП		ЗП	РП	ЗП	РП	
Коровы, находящиеся в стаде										
Поголовье коров, гол.	746	1 997	5 185	1 220	882	1 237	5 910	7 950	873	7 858
Удой, кг	6 096 ± 57	5 393 ± 35	5 763 ± 18	5 077 ± 27	4 469 ± 34	4 886 ± 55	4 277 ± 17	5 210 ± 15	4 659 ± 36	3 816 ± 11
С _в , %	21,9	27,6	22,1	19,0	22,4	30,4	28,2	25,2	23,0	24,8
МДЖ, %	3,96 ± 0,010	3,93 ± 0,007	4,04 ± 0,003	4,02 ± 0,007	3,87 ± 0,007	3,89 ± 0,006	3,93 ± 0,003	3,98 ± 0,003	3,92 ± 0,008	3,87 ± 0,002
С _в , %	6,0	7,1	5,3	6,2	5,1	4,4	6,1	7,6	4,9	5,0
МДБ, %	3,23 ± 0,004	3,17 ± 0,004	3,19 ± 0,002	3,14 ± 0,003	3,20 ± 0,005	3,25 ± 0,004	3,11 ± 0,003	3,19 ± 0,002	3,18 ± 0,004	3,15 ± 0,003
С _в , %	3,1	4,3	3,4	3,1	4,3	2,9	4,1	5,4	2,7	4,9
КЖБ, кг	439,3 ± 4,3	339,3 ± 2,9	415,1 ± 1,4	362,7 ± 2,1	313,1 ± 2,5	306,4 ± 5,2	254,8 ± 1,6	366,0 ± 1,2	311,6 ± 3,2	189,8 ± 1,0
С _в , %	22,9	36,5	23,7	19,9	23,8	45,9	45,3	29,4	30,2	45,6
Оценка племенной ценности (EBV)										
Поголовье оцененных быков, гол.	41	106	325	39	39	43	110	639	24	105
Удой, кг	+33,3	-5,6	+15,2	+2,7	-12,7	+13,2	-5,9	+7,1	-3,9	-26,5
МДЖ, %	-0,005	-0,003	+0,009	+0,002	+0,001	+0,008	+0,005	+0,015	+0,001	-0,001
МДБ, %	+0,001	0	+0,001	0	-0,001	0	-0,001	-0,003	-0,001	-0,003
МДЖ – массовая доля жира в молоке, %; МДБ – массовая доля белка в молоке, кг; КЖБ – суммарное количество жира и белка в молоке, кг; ЗП – зарубежное происхождение; РП – российское происхождение.										

МДЖ – массовая доля жира в молоке, %; МДБ – массовая доля белка в молоке, кг; КЖБ – суммарное количество жира и белка в молоке, кг; ЗП – зарубежное происхождение; РП – российское происхождение.

Table 3
Dairy productivity of cows by first lactation and averages the estimates breeding value (EBV) of bulls of Simmental breed belonging to different selection (origin)

Indicators	Holsteins bloodline		German-Austrian bloodline		Russians bloodline	Holsteins bloodline		German-Austrian bloodline		Russians bloodline
	Foreign origin	Russian origin	Foreign origin	Russian origin		Foreign origin	Russian origin	Foreign origin	Russian origin	
Cows, which were in the herd at the time of research										
Numbers of cows, heads	746	1 997	5 185	1 220	882	1 237	5 910	7 950	873	7 858
Yield, kg	6 096 ± 57	5 393 ± 35	5 763 ± 18	5 077 ± 27	4 469 ± 34	4 886 ± 55	4 277 ± 17	5 210 ± 15	4 659 ± 36	3 816 ± 11
Cv, %	21.9	27.6	22.1	19.0	22.4	30.4	28.2	25.2	23.0	24.8
Fat content, %	3.96 ± 0.010	3.93 ± 0.007	4.04 ± 0.003	4.02 ± 0.007	3.87 ± 0.007	3.89 ± 0.006	3.93 ± 0.003	3.98 ± 0.003	3.92 ± 0.008	3.87 ± 0.002
Cv, %	6.0	7.1	5.3	6.2	5.1	4.4	6.1	7.6	4.9	5.0
Protein content, %	3.23 ± 0.004	3.17 ± 0.004	3.19 ± 0.002	3.14 ± 0.003	3.20 ± 0.005	3.25 ± 0.004	3.11 ± 0.003	3.19 ± 0.002	3.18 ± 0.004	3.15 ± 0.003
Cv, %	3.1	4.3	3.4	3.1	4.3	2.9	4.1	5.4	2.7	4.9
Milk fat and protein, kg	439.3 ± 4.3	339.3 ± 2.9	415.1 ± 1.4	362.7 ± 2.1	313.1 ± 2.5	306.4 ± 5.2	254.8 ± 1.6	366.0 ± 1.2	311.6 ± 3.2	189.8 ± 1.0
Cv, %	22.9	36.5	23.7	19.9	23.8	45.9	45.3	29.4	30.2	45.6
Estimates breeding value (EBV)										
Numbers of bulls, heads	41	106	325	39	39	43	110	639	24	105
Yield, kg	+33.3	-5.6	+15.2	+2.7	-12.7	+13.2	-5.9	+7.1	-3.9	-26.5
Fat content, %	-0.005	-0.003	+0.009	+0.002	+0.001	+0.008	+0.005	+0.015	+0.001	-0.001
Protein content, %	+0.001	0	+0.001	0	-0.001	0	-0.001	-0.003	-0.001	-0.003

В целом можно заметить, что идет повышение племенной ценности у животных, которые на момент анализа находились в стаде, в сравнении с выбывшими из стада, что говорит об эффективности селекционно-племенной работы, проводимой в популяции палево-пестрого скота России.

От импортированных животных было получено следующее поколение бычков, их выращивали и оценивали на территории Российской Федерации, затем они введены в систему искусственного осеменения, для использования на коровах симментальской породы отечественной селекции. На основании этого нами была проведена более детальная оценка молочной продуктивности первотелок зарубежных линий как российского (РП), так и зарубежного происхождения (ЗП) в сравнении с коровами отечественных линий (таблица 3).

Анализ показал, что у первотелок, которые на момент исследований находились в стаде, лучшие показатели по молочной продуктивности выявлены у представительниц зарубежного происхождения, как голштинских (6096 кг молока с содержанием жира 3,96 % и белка 3,23 %), так и немецко-австрийских линий (удой – 5763 кг, жир – 4,04 %, белок – 3,19 %). Здесь же мы видим, что и прогноз племенной ценности по удою у них самый высокий +33,3 кг и +15,2 кг в сравнении с другими линиями.

Отечественные линии показали невысокие значения как по молочной продуктивности среди всех оцененных животных (4469 кг молока с 3,87 % жира и 3,20 % белка), так и по оценке племенной ценности –12,7 кг. Также стоит отметить, что первотелки российского происхождения зарубежных линий превосходили сверстниц отечественных линий симментальской породы по молочной продуктивности на +608 кг молока ($P \leq 0,001$), +0,15 % жира ($P \leq 0,001$) и –0,06 % белка ($P \leq 0,001$) (немецко-австрийские линии) и +924 кг ($P \leq 0,001$), +0,06 % жира ($P \leq 0,001$) и –0,03 % (голландские линии) ($P \leq 0,001$). Результаты прогноза племенной ценности у них также оказались выше, чем у отечественных линий от –5,6 кг молока у голштинских линий до +2,7 кг у немецко-австрийских. Прогноз племенной ценности по массовой доле жира также был лучшим у коров немецко-австрийских линий, как зарубежного (+0,009 %), так и российского происхождения (+0,002 %).

Если анализировать молочную продуктивность первотелок, выбывших из стада, лучшие показатели у представительниц зарубежного происхождения. Несмотря на то, что продуктивность у немецко-австрийских линий была выше (5210 кг молока с содержанием жира 3,98 % и белка 3,19 %), чем у голштинских (4886 кг, жир 3,89 %, белок 3,25 %), средние результаты прогноза племенной ценности оказались выше у голштинов +13,2 кг против +7,2 кг у немецко-австрийских.

Первотелки российского происхождения зарубежных линий значительно превосходили сверстниц отечествен-

ных линий симментальской породы по молочной продуктивности на +843 кг молока ($P \leq 0,001$), +0,11 % жира ($P \leq 0,001$) и +0,03 % белка ($P \leq 0,001$) (немецко-австрийские линии) и +461 кг молока ($P \leq 0,001$), +0,06 % жира ($P \leq 0,001$) и –0,04 % белка ($P \leq 0,001$) (голландские линии). Прогноз племенной ценности у зарубежных линий российского происхождения, хоть и имел отрицательные значения (–5,9 кг у голштинских и –3,9 кг у немецко-австрийских линий), но был значительно выше, чем у отечественных линий (–26,5 кг).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Использование быков импортной селекции на маточном поголовье симментальской породы РФ оправдано, поскольку показатели молочной продуктивности их дочерей выше, чем у сверстниц российской селекции, в большей степени у представительниц зарубежного происхождения: голштинских линий по удою +1627 кг, жиру + 0,09 %, белку +0,003 % и немецко-австрийских – по удою +1294 кг, по жиру +0,17 %, белку –0,01 %; и в меньшей степени у первотелок российского происхождения: голштинских линий по удою +924 кг, жиру +0,06 % и белку –0,003 % и немецко-австрийских – по удою +608 кг, по жиру +0,15 % и белку –0,06 %. Прогноз племенной ценности также лучший у представительниц зарубежных линий как импортного (+33,3 кг у голштинских линий и +15,2 кг у немецко-австрийских), так и российского происхождения (от –5,6 кг у голштинских линий до +2,7 у немецко-австрийских), в сравнении с отечественными первотелками, где он составил –12,7 кг.

В целом стоит отметить, что снижение продуктивности российских потомков в сравнении с импортными предками указывает на необходимость ведения направленной селекции на улучшение этого показателя. Умелое использование импортного генофонда симментальской породы позволит исправить те или иные недостатки и развить необходимые продуктивные признаки скота симментальской породы.

Полученные результаты еще раз подтверждают, что если в селекционной работе с симментальской породой РФ использовать быков-производителей российского происхождения, но зарубежных линий, то также можно достичь высоких показателей молочной продуктивности скота, для дальнейшего совершенствования отечественных симменталов, что в перспективе позволит снизить долю импортных племенных ресурсов и не позволит потерять уникальный генофонд палево-пестрого скота России.

Благодарности (Acknowledgements)

Выражаем признательность в предоставлении данных специалистам РИСЦ Воронежской и Орловской областей, Алтайского края. Исследования выполнены в рамках Государственного задания Минобрнауки России АААА-А18-118021590134-3.

Библиографический список

1. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. М.: ФГБНУ ВНИИ-Иплем, 2019. 272 с.
2. Сермягин А. А., Игнатъева Л. П., Шеметюк С. А., Харитонов С. Н., Селкнер И., Зиновьева Н. А. Генетическая ценность симментальских быков-производителей зарубежной селекции при переоценке на базе племенных ресурсов России // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 7. С. 13–18.

3. Шаркаева Г. А., Шаркаев В. И., Жилкина А. И. Импортное племенное поголовье на территории Российской Федерации // Молочная промышленность. 2016. № 8. С. 68–69.
4. Игнатьева Л. П., Сермягин А. А. Характеристика современной популяции крупного рогатого скота симментальской породы России с учетом генеалогической принадлежности // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4. С. 67–72.
5. Конорев П. В., Громова Т. В. Молочная продуктивность симментальских коров разного типа телосложения, полученных от бычков отечественной и зарубежной селекции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 3. С. 93–98.
6. Вельматов А. А., Ломанов В. Н., Тишкина Т. Н., Вельматов А. П., Ерофеев В. И. Реализация потенциала молочной продуктивности красно-пестрого и симментальского скота австрийской селекции разных генотипов // Главный зоотехник. 2015. № 5-6. С. 3–10.
7. Анисимова Е. И. Оценка быков-производителей основных линий симментальского скота по продуктивности дочерей // Аграрный вестник Урала. 2019. № 3. С. 22–27. DOI: 10.3241/article_5ce3fa1bbc4376.84350350.
8. Шкуратова Г. М., Хамируев Т. Н. Продуктивные качества первотелок симментальской породы разной селекции в условиях резко континентального климата // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 8. С. 15–21.
9. Кузнецов В. М. Исторические тренды в молочном скотоводстве России и США // Биология в сельском хозяйстве. 2015. № 2. С. 2–42.
10. Кузнецов В. М. Компьютерное моделирование воспроизводства закрытого молочного стада // Аграрный вестник Юго-Востока. 2018. № 1. С. 16–22.
11. Племяшов К. В., Лабинов В. В., Сакса Е. И., Смарагдов М. Г., Кудинов А. А., Петрова А. В. Использование метода BLUP Animal model в определении племенной ценности голштинизированного скота Ленинградской области // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 1. С. 2–5.
12. Sermyagin A., Dotsev A., Ignatieva L., Fornara M., Kostyunina O., Reyer H., Wimmers K., Brem G., Zinovieva N. Population structure of the Simmental cattle of different origin bred in Russia revealed by whole-genome SNP scanning // Journal of Animal Science. 2018. Vol. 96. Iss. suppl_3, 7December2018. P. 138. DOI: 10.1093/jas/sky404.302.
13. Mészáros G., Fornara M., Reyer H., Wimmers K., Sölkner J., Brem G., Sermyagin A., Zinovieva N. Elevated haplotypes frequencies reveal similarities for selection signatures in Western and Russian Simmental populations // Journal of Central European Agriculture. 2019. No. 20 (1). Pp. 1–11. DOI: 10.5513/jcea01/20.1.2412.
14. Wu X., Lund M. S., Sahana G., Guldbrandtsen B., Sun D., Zhang Q., Su G. Association analysis for udder health based on SNP-Panel and sequence data in Danish Holsteins. Genetics Selection Evolution. 2015. No. 47 (50). DOI: 10.1186/s12711-015-0129-1.
15. Schaeffer L. History of Genetic Evaluation Methods in Dairy Cattle. 2013. 352 p.
16. Misztal I., Tsuruta S., Strabel T., Auvray B., Druet T., Lee D. H. BLUPF90 and related programs (BGF90). Proceedings of the 7th world congress on genetics applied to livestock production. Montpellier, Communication. 2002. No. 28–27. Pp. 21–22.

Об авторах:

Лариса Павловна Игнатьева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0003-2625-6912, AuthorID 330584; ignatieva-lp@mail.ru

Александр Федорович Конте¹, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0003-4877-0883, AuthorID 849809; alexandrconte@yandex.ru

Александр Александрович Сермягин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, руководитель отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0002-1799-6014, AuthorID 592166; popgen@vij.ru

¹ Федеральный научный центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Дубровицы, Россия

To the question of evaluating the efficiency of linear breeding in Simmental cattle breed different origin

L. P. Ignatieva^{1✉}, A. F. Conte¹, A. A. Sermyagin¹

¹ Federal Scientific Center for Livestock – All-Russian Research Institute of Livestock named after academician L. K. Ernst, Dubrovitsy, Russia

✉E-mail: ignatieva-lp@mail.ru

Abstract. The purpose of the research – to study the impact of related foreign pedigree resources on the Russian population of Simmental cattle. **Research methods.** Studies carried out on cows of Simmental breed of different linear origin and geno-

types in five regions of Russian Federation: Voronezh, Oryol, Kursk, Belgorod regions and Altayskiy krai, the total number was 35147 cows. EBV estimates were calculated through RENUMF 90, REMLF 90 and BLUPF 90 programs. Evaluation of the components of the variants of genetic and paratypical nature was carried out using the method restricted maximum likelihood – REML. **Results.** It is established that the largest share for animals foreign origin are 60.7 %, including German-Austrian bloodlines 46.6 % and Holsteins – 14.1 %. 39.3 % of animals are the Russian origin, which 13.5 % representatives of German-Austrian bloodlines, 17.8 % are Holsteins and 8.0 % are from domestic (Russian) bloodlines. In the general population of Simmental breed, the best productivity was shown by cows of German-Austrian bloodlines at the level of 5351 kg of milk with fat percentage 4.00 % and protein percentage 3.19 %. Representatives of German-Austrian bloodlines origin for milk yield showed the estimated breeding value (EBV) for Simmental bulls in the common population by +9.2 kg and fat percentage by +0.012 %. The negative EBV values were obtained for Russian bloodlines by –22.8 kg, and Holstein bloodlines took an intermediate position among all lines (+2.3 kg). The first calving cows, which were in the herd at the time of research, the best milk production traits were found in individuals of foreign origin, both for Holstein (6096 kg of milk with a fat content of 3.96 % and protein 3.23 %), and German-Austrian bloodlines (milk yield 5763 kg, fat 4.04 % and protein 3.19 %), with high estimates of breeding value for milk yield +33.3 kg and +15.2 kg, respectively. Low values of milk productivity among all evaluated animals were observed for animals of Russian bloodlines by 4469 kg milk 3.87 % fat and 3.20 % protein in milk. The first calving cows of Russian origin in foreign bloodlines origin exceeded their peers in Russian Simmental bloodlines in milk production by +608 kg of milk and +0.15 % fat (signed to German-Austrian bloodlines) and +924 kg and +0.06 % fat (signed to Holstein bloodlines). The average values of EBV in these lines, although had low values by –5.6 kg milk for Holstein and by +2.7 kg milk for German-Austrian bloodlines, but was significantly higher than for Russian lines by –12.7 kg milk. **Scientific novelty.** For the first time, scientific research aimed at improving the system of prediction to breeding abilities of bulls on dairy productivity of daughters based on optimization structure of equations of the mixed model (BLUP, the best linear unbiased prediction) has been carried out for the population Simmental cattle of Russian Federation.

Keywords: sire, Simmental breed, genealogical bloodlines, milk production, breeding value, BLUP.

References

1. Ezhegodnik po plemennoy rabote v molochnom skotovodstve v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii [Yearbook on Stock breeding in Dairy Cattle in Farms of the Russian Federation]. M.: FGBNU VNIIPlem, 2019. 272 p. (In Russian.)
2. Sermyagin A. A., Ignatieva L. P., Shemetyuk S. A., Kharitonov S. N., Selkner I., Zinovieva N. A. Geneticheskaya tsennost' simmental'skikh bykov-proizvoditeley zarubezhnoy selektsii pri pereotsenke na baze plemennykh resursov Rossii [Genetic value for Simmental sires of foreign origin in the case of re-estimation procedure using cattle breeding resources in Russia] // Dairy and Beef Cattle Farming. No. 7. 2019. Pp. 13–18. (In Russian.)
3. Sharkaeva G. A., Sharkaev V. I., Zhilkina A. I. Importnoe plemennoe pogolov'e na territorii Rossiyskoy Federatsii [Imported pedigree stock in the Russian Federation] // Molochnaya promyshlennost'. 2016. No. 8. Pp. 68–69. (In Russian.)
4. Ignatieva L. P., Sermyagin A. A. Kharakteristika sovremennoy populyatsii krupnogo rogatogo skota simmental'skoy porody Rossii s uchetom genealogicheskoy prinadlezhnosti [Characteristics of modern population of the Simmental cattle in Russia with consideration to genealogical affiliation] // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2019. No. 4. Pp. 67–72. (In Russian.)
5. Konorev P.V., Gromova T.V. Molochnaya produktivnost' simmental'skikh korov raznogo tipa teloslozheniya, poluchennykh ot bychkov otechestvennoy i zarubezhnoy selektsii [Milk production of Simmental cows of different body conformation types obtained from bulls of domestic and foreign breeding] // Bulletin of Altai State Agricultural University. 2018. No. 3. Pp. 93–98. (In Russian.)
6. Vel'matov A. A., Lomanov V. N., Tishkina T. N., Vel'matov A. P., Erofeev V. I. Realizatsiya potentsiala molochnoy produktivnosti krasno-pestrogo i simmental'skogo skota avstriyskoy selektsii raznykh genotipov [Realizing of the potential of milk productivity of red and white and simmental cattle of austrian selection of different genotypes] // Glavnyy zootekhnik. No. 5-6. 2015. Pp. 3–10. (In Russian.)
7. Anisimova E. I. Otsenka bykov-proizvoditeley osnovnykh liniy simmental'skogo skota po produktivnosti docherey [Bulls-manufacturers assessment of the Simmental cattle main lines on daughters productivity] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 3. Pp. 22–27. DOI: 10.3241/article_5ce3fa1bbc4376.84350350. (In Russian.)
8. Shkuratova G. M., Khamiruev T. N. Produktivnye kachestva pervotelok simmental'skoy porody raznoy selektsii v usloviyakh rezko kontinental'nogo klimata [Productive qualities of the first-calf heifer of Simmental breed of different selection in conditions of sharp-continental climate] // Dairy and Beef Cattle Farming. 2016. No. 8. Pp. 15–21. (In Russian.)
9. Kuznetsov V. M. Istoricheskie trendy v molochnom skotovodstve Rossii i SShA [Historical trends in dairy cattle breeding in Russia and USA] // Biologiya v sel'skom khozyaystve. 2015. No. 2. Pp. 2–42. (In Russian.)
10. Kuznetsov V.M. Komp'yuternoe modelirovanie vosproizvodstva zakrytogomolochnogo stada [Computer simulation to reproduction of closed dairy herd] // Agrarny Vestnik Yugo-Vostoka. 2018. No. 1. Pp. 16–22. (In Russian.)
11. Plemyashov K. V., Labinov V. V., Saksa E. I., Smaragdov M. G., Kudinov A. A., Petrova A. V. Ispol'zovanie metoda BLUP Animal model v opredelenii plemennoy tsennosti golshstinizirovannogo skota Leningradskoy oblasti [Trial using of BLUP Animal Model approach in livestock of Leningrad Region] // Dairy and Beef Cattle Farming. 2016. No. 1. Pp. 2–5. (In Russian.)

12. Sermyagin A., Dotsev A., Ignatieva L., Fornara M., Kostyunina O., Reyer H., Wimmers K., Brem G., Zinovieva N. Population structure of the Simmental cattle of different origin bred in Russia revealed by whole-genome SNP scanning // Journal of Animal Science. 2018. Vol. 96. Iss. suppl_3, 7Desember2018. P. 138. DOI: 10.1093/jas/sky404.302.
13. Mészáros G., Fornara M., Reyer H., Wimmers K., Sölkner J., Brem G., Sermyagin A., Zinovieva N. Elevated haplotypes frequencies reveal similarities for selection signatures in Western and Russian Simmental populations // Journal of Central European Agriculture. 2019. No. 20 (1). Pp. 1–11. DOI: 10.5513/jcea01/20.1.2412.
14. Wu X., Lund M. S., Sahana G., Guldbrandtsen B., Sun D., Zhang Q., Su G. Association analysis for udder health based on SNP-Panel and sequence data in Danish Holsteins. Genetics Selection Evolution. 2015. No. 47 (50). DOI: 10.1186/s12711-015-0129-1.
15. Schaeffer L. History of Genetic Evaluation Methods in Dairy Cattle. 2013. 352 p.
16. Misztal I., Tsuruta S., Strabel T., Auvray B., Druet T., Lee D. H. BLUPF90 and related programs (BGF90). Proceedings of the 7th world congress on genetics applied to livestock production. Montpellier, Communication. 2002. No. 28–27. Pp. 21–22.

Authors' information:

Larisa P. Ignatieva¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher of population genetics and animal breeding department; ORCID 0000-0003-2625-6912, AuthorID 330584; ignatieva-lp@mail.ru

Aleksandr F. Conte¹, candidate of agricultural sciences, scientific researcher of population genetics and animal breeding department, ORCID 0000-0003-4877-0883, AuthorID 849809; alexandrconte@yandex.ru

Aleksandr A. Sermyagin¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher, head of population genetics and animal breeding department, ORCID 0000-0002-1799-6014, AuthorID 592166; popgen@vij.ru

¹ Federal Scientific Center for Livestock – All-Russian Research Institute of Livestock named after academician L. K. Ernst, Dubrovitsy, Russia