

С. Н. Харитонов, А. А. Сермягин, Л. П. Игнатьева, Е. Е. Мельникова, О. Ю. Осадчая

Селекционно-генетические параметры популяции животных палево-пестрого скота в Российской Федерации

Аннотация. Статья посвящена оценке и анализу селекционно-генетических параметров молочной продуктивности коров-первотелок палево-пестрой популяции крупного рогатого скота. В качестве исходной информации были использованы базы данных СЕЛЭКС племенных хозяйств пяти регионов Российской Федерации: Белгородской, Орловской, Курской и Воронежской областей, а также Алтайского края. Общий объем данных составил 72394 записей, включая 21078 особей симментальской породы и 51316 животных — красно-пестрой породы. Исследования проводились с целью определения различий и подобия значений показателей изменчивости и взаимосвязи признаков молочной продуктивности в указанных породах животных. На основе полученных результатов были построены уравнения селекционных индексов племенной ценности животных в объединенной популяции палево-пестрого скота, а также отдельно в симментальской и красно-пестрой породах. Выявлено достоверное преимущество красно-пестрой породы по фенотипическим показателям удоя при более низком содержании в молоке жира. Оценка фенотипических и генотипических показателей изменчивости и взаимосвязи признаков выявило однотипные их значения в сравниваемых породах, а также одинаковую направленность корреляций между ними. При этом структуры построения селекционных индексов различались существенно, что было обусловлено не столько абсолютными значениями изменчивости (коварианс) признаков в красно-пестрой и симментальской породах, сколько различиями в их соотносительных величинах. В качестве предварительной оценки был проведен сравнительный анализ результатов племенной ценности быков-производителей (5 особей — лучших по индексу удоя дочерей и 5 особей — лучших по показателю жирномолочности потомков), оцененных по разработанным индексам. Анализ показал, что коэффициенты ранговой корреляции быков, оцененных по индексам, разных по своим структурам, были очень высокими ($r=+0,94...+0,95$ при сравнении пород с целой популяцией и $r=+0,99$ в сравнении пород между собой). Полученные результаты представляют фактическую информацию для выбора оптимального пути управления популяцией палево-пестрого скота в перспективе.

Ключевые слова: симментальская порода, красно-пестрая порода, оценка племенной ценности, бык-производитель, BLUP, селекционный индекс.

Авторы:

Харитонов Сергей Николаевич — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник, kharitonovsn@vij.ru;

Сермягин Александр Александрович — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом популяционной генетики и генетических основ разведения животных, rorgen@vij.ru;

Игнатьева Лариса Павловна — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ignatieva-lp@mail.ru;

Мельникова Екатерина Евгеньевна — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией анализа и моделирования селекционных процессов в животноводстве, melnikovaee@vij.ru;

Осадчая Ольга Юрьевна — кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научно-организационной работе и работе с филиалами, olgaosd@vij.ru.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста», Г.о. Подольск, 142132, п. Дубровицы 60.

Введение. Современные популяции сельскохозяйственных животных представляют собой определенные группы особей, подразделенные на виды (биологическая характеристика) и внутри них — на породы (социально-экономическая классификация). Очевидно, что распределение животных

по видам определено биологической спецификой особей, а отнесение их к породам, то есть создание дискретных популяций индивидов, обусловлено, в первую очередь, экономической целесообразностью управления отдельными совокупностями генотипов, которые, по сути, представляют собой конкурентную основу друг для друга при производстве сельскохозяйственной продукции. В молочном скотоводстве Российской Федерации большинство пород (общее число — 26, [1]) в подавляющем большинстве случаев группируют по масти, поскольку различия в направлениях продуктивности между ними фактически нивелированы через унифицированные требования к ним, обусловленные нормативными документами Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [2, 3]. Эта позиция была выработана еще в середине прошлого столетия для существующих в то время экономических отношений в Советском Союзе, что, по-видимому, было оправдано. Изменение в социально-экономической политике и направлений развития общественных формаций в стране не привело к кардинальным корректировкам ведения животноводства в России, особенно в племенной его части, которое по-прежнему жестко управляется через официальную нормативную базу, определяющую до сих пор систему «демократического государственного централизма» в животноводстве. Вполне естественно, что результаты деятельности любой системы определяются ее возможностями и эффективностью управления.

В конце XX века были разработаны и введены в действие два фундаментальных для племенного животноводства России документа: Федеральный закон «О племенном животноводстве» (действует до сих пор) и Федеральный закон «О селекционных достижениях» (в настоящее время отменен, но новые селекционные достижения в животноводстве по-прежнему утверждаются и официально регистрируются). В рамках этих законов разработаны и утверждены МСХ России пакет нормативных документов, определяющих все основные понятия, условия и систему управления племенным животноводством, в частности, в молочном скотоводстве нашей страны. В соответствии с положениями разработанных нормативов за последние 20–25 лет в Российской Федерации были выведены и утверждены новые селекционные достижения: в первую очередь, породы и внутрипородные типы животных, которые, по замыслу авторов, должны: а) способствовать увеличению темпов генетического прогресса по основным хозяйственно-полезным признакам в популяциях и б) сохранять и поддерживать уровень генетического разнообразия в видах сельскохозяйственных животных.

Условия, материалы и методы исследования.

В связи с вышеизложенным, а также для оценки результатов дифференциации популяции палево-пестрого скота России на двух-породную структуру (симментальская и красно-пестрая породы) были проведены исследования, направленные на оценку селекционно-генетических параметров молочной продуктивности первотелок в совокупной популяции животных и отдельных породах. Для оценки значений показателей были использованы данные информационных баз ИАС «СЕЛЭКС. Молочный скот» племенных хозяйств пяти регионов Российской Федерации: Воронежской (43459 записей), Курской (2620 записей), Орловской (5230 записей), Белгородской (15275 записей) областей и Алтайского края (5810 записей). Общее поголовье, данные о котором использовались в исследованиях, составило 72394 головы, в том числе 21078 записей по симментальской породе и 51316 записей — по красно-пестрой породе.

Для сопоставления результатов применения селекционных индексов в системах управления племенной работой на разных уровнях (совокупная популяция палево-пестрого скота, симментальская порода, красно-пестрая порода) все быки-производители исходного массива данных были первоначально оценены по выбранным признакам молочной продуктивности их дочерей. Оценка была осуществлена на основе методологии BLUP по следующему уравнению:

$$y_{ijk} = \mu + HYS_i + b_1 A_k + S_j + e_{ijk},$$

где:

y_{ijk} — показатель признака k -й первотелки-дочери j -го быка-производителя, лактировавшей в i -ую градиацию эффекта «стадо—год—сезон»;

μ — популяционная константа;

HYS_i — i -градиация эффекта «стадо-год-сезон» (фиксированных фактор);

b_1 — коэффициенты линейной регрессии показателя продуктивности на возраст отела;

A_k — возраст первого отела k -й первотелки;

S_j — эффект j -го отца-производителя (рандомизированный фактор, $E(S)=0$, $\text{var}(S)=\sigma^2_S$);

e_{ijk} — остаточный эффект (рандомизированный фактор, $E(e)=0$, $\text{var}(e)=\sigma^2_e$).

Результаты и обсуждение. Значения фенотипических показателей признаков молочной продуктивности коров приведены в таблице 1. Сопоставление фенотипических значений показателей продуктивности животных разных пород выявило:

— популяция красно-пестрой породы, в среднем, достоверно превосходила животных симментальской породы по удою (на 683 кг молока), выходу молочного жира (на 19,1 кг) и молочного белка (на 20,9 кг);

— от симментальских первотелок получали более жирное молоко (на 0,13%), чем от красно-пестрых сверстниц;

— между сравниваемыми группами животных не выявлено достоверной разности по показателю «содержание белка в молоке».

Вместе с тем, следует отметить, что в обеих популяциях отмечается достаточный уровень изменчивости таких признаков, как удой ($C_v=26,9-27,0\%$), выход молочного жира ($C_v=27,3-28,1\%$) и выход молочного белка ($C_v=27,3-27,7\%$). Наряду с этим отмечаются низкие значения изменчивости содержания жира в молоке ($C_v=6,6-6,8\%$) и содержание белка в молоке ($C_v=4,4-4,7\%$) в обеих сравниваемых популяциях животных. Значения показателей изменчивости (коэффициент вариации) фенотипических признаков молочной продуктивности в совокупной популяции палево-пестрого скота практически не отличались от внутрипо-

родных (по удою — 26,8%, по содержанию жира в молоке — 7,0%, по количеству молочного жира — 26,8%, по содержанию белка в молоке — 4,4% и по выходу молочного белка — 28,0%) показателей. Таким образом, при оценке изменчивости фенотипических значений исследуемых показателей не выявлено существенных особенностей сравниваемых групп животных.

Для более детальной характеристики сопоставляемых популяций молочного скота были оценены значения показателей коэффициентов наследуемости, фенотипических и генетических корреляций между учтенными признаками продуктивности первотелок. Расчеты были проведены по красно-пестрой и симментальской породам отдельно и в совокупности — по массиву данных о животных всего палево-пестрого скота. Оценка всех показателей была проведена на методической основе метода ограниченного максимального правдоподобия (REML) [6, 9, 10]. Результаты приведены в таблицах 2–4.

Вполне очевидно, что конкретные значения одноименных показателей коэффициентов наследуемости и корреляции различаются как между ана-

Таблица 1. Средние фенотипические значения признаков молочной продуктивности коров в исследовании

Показатели	Популяция					
	Палево-пестрая (в целом)		Симментальская порода		Красно-пестрая порода	
	среднее	стандартное отклонение	среднее	стандартное отклонение	среднее	стандартное отклонение
Удой, кг	5530	1481,9	4878	1312,9	5561	1509,0
Содержание жира в молоке, %	3,85	0,27	3,94	0,26	3,81	0,26
Количество молочного жира, кг	202,7	56,9	192,5	54,2	211,6	57,7
Содержание белка в молоке, %	3,19	0,14	3,17	0,15	3,20	0,14
Количество молочного белка, кг	178,1	50,0	162,4	44,3	183,3	50,8

Таблица 2. Значения селекционно-генетических параметров признаков молочной продуктивности коров палево-пестрой популяции крупного рогатого скота*

Показатели	Удой, кг	Содержание жира в молоке, %	Выход молочного жира, кг	Содержание белка в молоке, %	Выход молочного белка, кг
Удой, кг	0,269	0,220	0,973	-0,044	0,994
Содержание жира в молоке, %	-0,031	0,252	0,432	0,693	0,360
Выход молочного жира, кг	0,967	0,206	0,318	0,100	0,811
Содержание белка в молоке, %	-0,031	0,614	0,083	0,161	0,056
Выход молочного белка, кг	0,989	0,064	0,711	0,093	0,265

* **Примечание:** фенотипические корреляции — выше диагонали; генетические корреляции — ниже диагонали; коэффициенты наследуемости — по диагонали (здесь и далее).

лизируемыми породами, так и между каждой из них и совокупной популяцией животных. Однако полученные результаты в разных группах животных имеют схожие характеристики. Во-первых, значения сопоставляемых коэффициентов наследуемости признаков в отдельных породах достаточно схожи, то есть не различаются существенно, что свидетельствует об относительно одинаковой доле аддитивной генетической изменчивости признаков в общем фенотипическом разнообразии генотипов в сравниваемых группах.

Из этого следует, что эффективность отбора животных по отдельным признакам продуктивности будет (при прочих равных условиях) фактически одинаковой как в красно-пестрой, так и в симментальской породах. При этом значения коэффициентов наследуемости признаков молочной продуктивности в совокупной популяции животных несколько выше, что благоприятствует проведению селекционных мероприятий на этом этапе с большей эффективностью. Во-вторых, практически все значения коэффициентов фенотипической и генетической корреляции в сравниваемых породах были относительно одинаковые как по величине, так и по направлению связи. Так, в симмен-

тальской породе отрицательная фенотипическая и генетическая взаимосвязь была определена в парах признаков: «удой — содержание жира в молоке», «удой — содержание белка в молоке», так же, как и в популяции животных красно-пестрой породы. Причем все полученные в этих сочетаниях значения были невысоки, то есть взаимосвязь между признаками в этих сочетаниях оказалась невысокой. Следует отметить, что в красно-пестрой породе была выявлена еще одна отрицательная генетическая взаимосвязь (между выходом молочного жира и содержанием жира в молоке), при этом уровень этой взаимосвязи был близок к нулю ($-0,048$, фактически в рамках статистической ошибки), что в принципе отличало его от аналогичного значения в симментальской породе ($+0,308$).

И в той, и в другой породах высокие положительные значения коэффициентов корреляции были получены в парах признаков: «удой — выход молочного жира», «удой — выход молочного белка», «выход молочного жира — выход молочного белка» (на уровне $+0,80...+0,99$). Достаточно высокие положительные величины этих показателей были получены при сопоставлении фенотипических значений «содержание жира в моло-

Таблица 3. Значения селекционно-генетических параметров признаков молочной продуктивности коров симментальской породы крупного рогатого скота*

Показатели	Удой, кг	Содержание жира в молоке, %	Выход молочного жира, кг	Содержание белка в молоке %	Выход молочного белка, кг
Удой, кг	0,169	-0,001	0,950	-0,179	0,989
Содержание жира в молоке, %	-0,046	0,254	0,215	0,910	0,360
Выход молочного жира, кг	0,962	0,308	0,176	0,210	0,941
Содержание белка в молоке %	-0,031	0,811	0,411	0,108	0,128
Выход молочного белка, кг	0,986	0,268	0,989	-0,030	0,157

Таблица 4. Значения селекционно-генетических параметров признаков молочной продуктивности коров красно-пестрой породы крупного рогатого скота*

Показатели	Удой, кг	Содержание жира в молоке, %	Выход молочного жира, кг	Содержание белка в молоке %	Выход молочного белка, кг
Удой, кг	0,188	-0,059	0,969	-0,048	0,990
Содержание жира в молоке, %	-0,228	0,133	0,170	0,711	0,377
Выход молочного жира, кг	0,980	-0,048	0,187	0,269	0,814
Содержание белка в молоке %	-0,423	0,940	0,403	0,099	0,064
Выход молочного белка, кг	0,996	0,388	0,808	-0,013	0,174

ке — содержание белка в молоке» (+0,711...+0,910), при этом генетические корреляции в этих парах признаков также были положительными, того же уровня значений (+0,811...+0,940). Характеристики корреляционных взаимосвязей признаков в совокупной популяции фактически не отличались от соответствующих значений в отдельных породах.

В процессе определения коэффициентов корреляции (фенотипических и генотипических) были рассчитаны величины дисперсий и ковариаций учетных признаков молочной продуктивности [4, 7, 8]. Эти значения (в соответствии с общим принципом их оценки, разработанными L. Hazel, [8]) были использованы для построения селекционных индексов животных по признакам молочной продуктивности в оцениваемых породах и совокупной популяции палево-пестрого скота. Как результат, были разработаны три селекционных индекса оценки племенных качеств животных:

— для совокупной популяции палево-пестрого скота:

$$I_{\Sigma}=0,063x_1+363,472x_2+11,099x_3+58,411x_4+2,414x_5$$

— для симментальской породы:

$$I_{ts}=2,644x_1+4560,145x_2+10,641x_3+5195,967x_4+2,055x_5$$

— для красно-пестрой породы:

$$I_{trw}=1,241x_1+1057,372x_2-9,376x_3+2476,607x_4+12,912x_5$$

где:

— x_1 — оценка племенной ценности особи по удою;

— x_2 — оценка племенной ценности особи по содержанию жира в молоке;

— x_3 — оценка племенной ценности особи по количеству молочного жира;

— x_4 — оценка племенной ценности особи по содержанию белка в молоке;

— x_5 — оценка племенной ценности особи по количеству молочного белка.

В этих уравнениях в качестве экономических компонент общих весовых коэффициентов селекционных признаков были выбраны следующие значения: 1 — удои, 20 — содержание жира в молоке, 3 — выход молочного жира, 60 — содержание белка в молоке, 4 — выход молочного жира. Экономическая компонента определялась как коэффициент регрессии дохода от реализации молока на единицу изменения признака, включённого в индекс. Эти весовые коэффициенты существенно увеличили вклад признаков x_2 (содержание жира в молоке) и x_4 (содержание белка в молоке) в общее уравнение, исходя из следующих соображений:

— изменчивость этих показателей в популяциях была минимальной в сравнении с показателями разнообразия особей по другим признакам;

— молоко коров палево-пестрого скота наиболее ценно из-за своих качественных компонентов, что учитывается предприятиями молочной промышленности.

Конечно, эти составляющие экономических компонент имеют приблизительные значения (не были специально рассчитаны через регрессионные модели), однако это и не требовалось для сопоставления разработанных структур селекционных индексов и оценки их относительной эффективности применения в соответствии с целью исследований.

При анализе структур уровней селекционных индексов в первую очередь обращает на себя внимание отрицательный коэффициент признака «количество молочного жира» в популяции красно-пестрой породы крупного рогатого скота, что выглядит алогичным. Однако это значение не было «заказано» (т.е. не являлось субъективным), оно было рассчитано в соответствии методикой построения селекционного индекса [5] на основе оцененных селекционно-генетических параметров молочной продуктивности и скорректировано на выбранные экономические веса признаков, которые константны для всех рассматриваемых популяций животных.

При оценке быков по удою дочерей были использованы данные за 305 дней их лактации, поскольку дисперсионный анализ в исследуемых популяциях не выявил достоверного влияния продолжительности лактации на изменчивость удою. Все остальные эффекты, включенные в уравнение, значимо ($P>0,95$) влияли на изменчивость селекционных признаков. Общее число оцененных производителей (коэффициент достоверности оценки $g>0,65$) составило 290 голов, в том числе 238 животных были оценены на дочерях симментальской породы и 261 особь — на дочерях красно-пестрой породы (ряд производителей были оценены как по дочерям симментальской породы, так и по дочерям красно-пестрой породы).

Для сопоставления результатов использования селекционных индексов на основе данных совокупной популяции дочерей палево-пестрого скота была сформирована выборка из 10 быков, пять из которых имели индексы племенной ценности по удою более +1000 кг молока, другие

пять получили индексы племенной ценности по содержанию жира в молоке +0,15% и более. Полученные результаты приведены в таблице 5.

Как показывает анализ, изменение рангов быков по селекционным индексам, разработанных для разных массивов животных, неоднозначно. Так, среди производителей, лучших по индексам удою, коэффициенты ранговой корреляции одних и тех же животных, оцененных по общепопуляционному индексу и селекционным индексам в отдельных породах, были равны +0,6 (по обоим породам), в то время как быки, лучшие по индексу содержания жира в молоке дочерей, имели абсолютно идентичные ранги при сравнении общепопуляционного селекционного индекса и индекса для симментальской породы, а также высокое сходство в распределении рассматриваемых быков в общей популяции палево-пестрого скота и красно-пестрой породе ($r=+0,90$). При этом в общей группе выбранных быков коэффициент ранговой корреляции в паре «общепопуляционная оценка — оценка в красно-пестрой породе» составил +0,94, а в паре «общепопуляционная оценка — оценка в симментальской породе» — +0,95. Сопоставление резуль-

татов оценки генотипов в отдельных рассматриваемых породах выявило их еще большее сходство: коэффициент ранговой корреляции увеличился до значения +0,99.

Выводы. Таким образом, полученные результаты исследований, а также факт, что подавляющее число производителей (относящихся к голштинской породе) интенсивно используются как в красно-пестрой, так и симментальской породах, ставят под сомнение целесообразность дифференциации палево-пестрой популяции молочного скота на отдельные породы. Объединение же пород в единую популяцию, охваченную единой селекционной программой, позволит повысить темпы генетического прогресса, как по селекционным признакам в отдельности, так и по их комплексу за счет увеличения точности оценки генотипов и интенсивности отбора при формировании селекционных групп животных. В заключение отметим, что сделанный здесь вывод только предварительный и требует дальнейших более детальных исследований, охватывающих более широкий круг элементов других этапов общего селекционного процесса.

Таблица 5. Результаты индексирования производителей, лучших по удою и содержанию жира в молоке дочерей на основе BLUP оценки

Идентификационный номер быка	Индекс по отдельному признаку					Селекционный индекс (популяционный, породный)					
	удой, кг	содержание жира в молоке, %	выход молочного жира, кг	содержание белка в молоке, %	выход молочного белка, кг	общепопуляционный		красно-пестрая		симментальская	
						значение	ранг	значение	ранг	значение	ранг
L. Lorenzo 9017961	+1273	-0,17	+42,1	-0,07	+38,5	+599	3	+1329	5	+2755	5
M.W. Estimate 5925716	+1483	-0,13	+52,9	-0,05	+47,1	+744	2	+1690	1	+4553	1
421	+1410	+0,05	+59,4	-0,03	+42,9	+839	1	+1620	2	+4521	2
Чип Ред 1529	+1096	+0,03	+44,1	+0,02	+36,4	+599	4	+1403	3	+3683	3
Разбер 1138	+1114	-0,06	+41,8	-0,01	+33,3	+592	5	+1331	4	+3132	4
Раго 197708	+456	+0,15	+25,8	+0,03	+14,6	+406	6	+745	6	+2349	6
Пацифик 3521	+262	+0,23	+21,1	0,00	+7,7	+353	7	+385	7	-1982	7
Светозар 28837	+210	+0,16	-1,3	+0,04	-4,8	+21	9	-42	8	+359	9
Розмарин 4016	-92	+0,15	+4,1	-0,01	-4,1	+40	8	-71	9	+388	8
771883	-242	+0,15	+0,7	+0,02	-6,3	+15	10	-82	10	+143	10

Работа проведена в рамках выполнения научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ по теме № AAA-A18-118021590134-3

Литература

1. Государственный реестр селекционных достижений, документов к использованию. Том 2. Породы животных: официальное издание. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. — 152 с.
2. Инструкция по бонитировке крупного рогатого скота молочных и молочно-мясных пород. — М., 1974. — 24 с.
3. Инструкция по проверке и оценке быков молочных и молочно-мясных пород по качеству потомства. — М., 1980. — 16с.
4. Кузнецов В. М. Методы племенной оценки животных с введением в теорию BLUP. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока. 2003. — 358 с.
5. Харитонов С. Н. Селекционные индексы в молочном скотоводстве // С. Н. Харитонов, М. А. Глущенко, И. Н. Янчуков, А. Н. Ермилов, Е. Е. Мельникова // «Современные достижения и проблемы биотехнологии сельскохозяйственных животных БиоТехЖ — 2015» Сборник материалов научно-практической конференции. — 2015. — С. 105–112.
6. Харитонов С. Н., Сермягин А. А., Мельникова Е. Е., Осадчая О. Ю. и др. Эффективность использования уравнений модели BLUP для прогноза племенной ценности быков-производителей по молочной продуктивности дочерей // Молочное и мясное скотоводство. — 2018. — № 3. — С. 7–11.
7. Cameron N. D. Selection indices and prediction of Genetic Merit in animal breeding. — 2006. — 203 p.
8. Hazel L. N. The genetic basis for constructing selection indexes // Genetics. — 1943, № 28. — P. 476–490.
9. Mao I. L. Modeling and data analysis in Animal Breeding // Notes for Internordic post-graduate course. — Uppsala, Sweden, 1982. — 324 p.
10. Van Vleck L. D. Notes on theory and application of selection principles for genetic improvement of animal. — 1974. — 287 p.

Kharitonov S., Sermyagin A., Ignatieva L., Melnikova E., Osadchaya O.

Breeding and genetic parameters in Russian dual-purpose cattle population

Abstract. *The article is aimed to the assessment and analysis of breeding and genetic parameters of milk production for first-calving cows in Russian dual-purpose cattle population. As initial information, SELEX software databases for breeding animal of five regions in Russian Federation were used: Belgorod, Orel, Kursk and Voronezh regions, as well as the Altai Territory. The total amount of records was 72394, including 21078 individuals of the Simmental breed and 51316 of the Red-and-White breed. To determine the differences and similarity of the variability values and their relationship for milk production traits in each breeds and the common data set have been studied. Based on the obtained results, the breeding equations indices of animals in the combined population of dual-purpose cattle, as well as separately in the Simmental and Red-and-White breeds were constructed. Revealed a significant advantage of the Red-and-White cattle breed for milk yield with a lower content of fat percentage. Evaluation of phenotypic and genetic values of variability and correlations between studied traits revealed same values in the compared breeds, as well as the equal directionality of correlations between them. At the same time, the structures for constructing selection indices differed significantly, which was due not so much to the absolute values of variability (covariance) of traits in the Red-and-White and Simmental breeds, but to differences in their relative values. As a preliminary assessment, a comparative analysis was carried out based on the sires' estimated breeding values (5 best individuals in milk yield selection index and 5 best individuals in terms of fat percentage), assessed by the developed indices. The analysis showed that the rank correlation coefficients of bulls, estimated by different structures of indices were very high ($r=+0.94...+0.95$ by comparing breeds under the whole population and $r=+0.99$ in comparing between Simmental and Red-and-White populations). The results obtained provide actual information for choosing the optimal way for breeding control and management in Russian dual-purpose cattle in the future.*

Key words: Simmental breed, Red-and-White breed, estimated breeding value, sire, BLUP, selection index.

Authors:

Kharitonov S. — Dr. Habil. (Agr. Sci.), Professor, Leading Researcher; e-mail: kharitonovsn@vij.ru;

Sermyagin A. — PhD (Agr. Sci.), Leading Researcher, Head of Population Genetics and Animal Breeding Department; e-mail: popgen@vij.ru;

Ignatieva L. — PhD (Agr. Sci.), Leading Researcher; e-mail: ignatieva-lp@mail.ru;

Melnikova E. — PhD (Agr. Sci.), Leading Researcher, Head of Analysis and Modeling of Breeding Processes in Animal Husbandry Laboratory; e-mail: melnikovae@vij.ru;

Osadchaya O. — PhD (Agr. Sci.), deputy director of L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry; e-mail: olgaosd@vij.ru.

Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst; Dubrovitsy 60, Podolsk Municipal District, Moscow Region, 142132 Russia.

References

1. The state register of breeding achievements, documents for breeding using. Volume 2. Animal Breeds: Official Edition. — M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2013. — 152 p.
2. Instructions for appraisal of dairy and dual-purpose cattle breeds. — M., 1974. — 24 p.
3. Instructions for bulls' assessing of dairy and dual-purpose cattle breeds by progeny testing. — M., 1980. — 16 p.
4. Kuznecov V. M. Methods of animals' breeding evaluation with an introduction to the BLUP theory. Kirov: Zonal'nyj NIISKH Severo-Vostoka. 2003. — 358 p.
5. Kharitonov S. N. Selection indices in dairy cattle breeding // S. N. Haritonov, M. A. Glushchenko, I. N. Yanchukov, A. N. Ermilov, E. E. Melnikova // «Sovremennye dostizheniya i problemy biotekhnologii sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh BioTekhZH — 2015» Sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferencii. — 2015. — P. 105–112.
6. Haritonov S. N., Sermyagin A. A., Melnikova E. E., Osadchaya O. Yu. i dr. The BLUP model equations efficiency for the prediction of the sire breeding value by the daughters' milk production traits // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. — 2018. — № 3. — P. 7–11.
7. Cameron N. D. Selection indices and prediction of Genetic Merit in animal breeding. — 2006. — 203 p.
8. Hazel L. N. The genetic basis for constructing selection indexes // Genetics. — 1943, № 28. — P. 476–490.
9. Mao I. L. Modeling and data analysis in Animal Breeding // Notes for Internordic post-graduate course. — Uppsala, Sweden, 1982. — 324 p.
10. Van Vleck L. D. Notes on theory and application of selection principles for genetic improvement of animal. — 1974. — 287 p.