



Взаимосвязь между оценкой племенной ценности быков-производителей палево-пестрой популяции скота на разном уровне управления селекцией

© 2024. Н. С. Алтухова¹✉, И. Н. Янчуков², А. В. Савинов¹, Ю. А. Иванов³

¹ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация,

²АО «Московское» по племенной работе», г. Ногинск, Московская обл., Российская Федерация,

³ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Москва, Российская Федерация

Репродуктивные технологии привели к широкому и глобальному распространению генетического материала животных с высоким производственным потенциалом. Однако распространение (продажа) спермы одних и тех же быков-производителей в разные регионы (страны) не всегда может оправдать ожиданий животноводов. Этот аспект может быть связан с тем, что генетическая структура маточного поголовья, на которой используются быки, цели селекции и условия окружающей среды в разных регионах неодинаковы. В статье представлены результаты оценки племенной ценности 286 быков-производителей, которые использовались на маточном поголовье палево-пестрой популяции крупного рогатого скота в пяти регионах РФ (Белгородская, Воронежская, Курская, Орловская области и Алтайский край). Оценка была проведена как по отдельным признакам молочной продуктивности дочерей, так и совокупности признаков (селекционному индексу). Результаты исследования показали различия в величинах оценок племенной ценности одних и тех же производителей на уровне объединённой информации (популяционный уровень) и в стадах отдельных регионов (региональный уровень). Точность оценки генотипов на популяционном уровне управления получена выше (на 7–15 %), чем в среднем по отдельным регионам. Корреляции, рассчитанные между индексами племенной ценности одних и тех же быков на разных уровнях управления (популяция-регион), по отдельным признакам молочной продуктивности потомства установились на уровне 0,522–0,960, по комплексу признаков (селекционному индексу) – от 0,157 до 0,937. Это указывает на то, что вероятность ошибки при выборе лучших производителей на уровне отдельного региона может достигать 4–48 % по отдельным признакам молочной продуктивности и от 6,3 до 84,0 % по их комплексу.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, селекционные группы, признаки молочной продуктивности, BLUP-методология, селекционный индекс, ранговая корреляция

Благодарности: работа выполнена без финансового обеспечения в рамках инициативной тематики.

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Алтухова Н. С., Янчуков И. Н., Савинов А. В., Иванов Ю. А. Взаимосвязь между оценкой племенной ценности быков-производителей палево-пестрой популяции скота на разном уровне управления селекцией. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024;25(1):82–89. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.1.82-89>

Поступила: 23.12.2023

Принята к публикации: 01.02.2024

Опубликована онлайн: 28.02.2024

Relationship between evaluations of sires in pale-motley cattle population at different levels of management

© 2024. Natalia S. Altukhova¹✉, Ivan N. Yanchukov², Anton V. Savinov², Yuri A. Ivanov³

¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation,

²JSC «Moskovskoye» Breeding Farm», Noginsk, Moscow region, Russian Federation,

³Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Reproductive technologies have led to a wide and global distribution of genetic material from animals with high productivity. However, the distribution of semen from the same bulls to different regions (countries) may not always meet the expectations of livestock breeders. This aspect may be due to the fact that the genetic structure of the breeding stock, breeding goals and environmental conditions vary from region to region. The article presents the results of evaluating the breeding value of 286 sires used on the breeding stock of the pale-motley dairy cattle population in five regions of the Russian Federation (Belgorod, Voronezh, Kursk, Oryol regions and Altai Territory). The evaluation was carried out according to individual traits of daughters' milk productivity, and on multiple traits (selection index). Based on the results of the study, differences were identified in estimates of the breeding value of the same sires at the level of total information (population level) and in the herds of single regions (regional level). The accuracy of evaluating genotypes at the population management level was signif-

icantly higher (by 7–15 percent) than it was at regional levels. The correlations between the breeding value of the same sires at different levels of management (population-region) for single traits of daughter's milk productivity were 0.522–0.960, for the complex of traits (selection index) – from 0.157 to 0.937. This indicates that when selecting the best sires at the level of an individual region, mistakes can reach 4–48 % for single milk productivity traits and from 6.3 to 84 % for their complex.

Keywords: dairy cattle, selection groups, milk productivity traits, BLUP-methodology, selection index, rank correlation

Acknowledgements: the work was completed without financial support within the framework of the initiative topic. The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

Conflict of interests: the authors stated that there was no conflict of interests.

For citations: Altukhova N. S., Yanchukov I. N., Savinov A. V., Ivanov Yu. A. Relationship between evaluations of sires in pale-motley cattle population at different levels of management. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2024;25(1):82–89. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.1.82-89>

Received: 23.12.2023

Accepted for publication: 01.02.2024

Published online: 28.02.2024

Увеличению темпов генетического прогресса в популяциях молочного скота по основным селекционным признакам способствуют многие факторы различной природы, среди которых ключевое место занимает племенная работа, нацеленная на выявление высокоценных генотипов и максимальное их использование.

Генетическое совершенствование стад, пород и популяций сельскохозяйственных животных осуществляется на основе оценки племенных качеств мужских и женских особей, их отбора в селекционные группы и последующего спаривания. Оценка быков можно определить как процесс отбора племенных быков в качестве будущих производителей для генетического улучшения массивов животных определенных пород(ы) на основе показателей их потомства и информации их родственников [1, 2]. Оценка быков-производителей по их способности передавать генетическую информацию о развитии селекционных признаков своим дочерям приобрела большое значение, поскольку в отношении самцов может применяться высокая интенсивность отбора [3, 4]. Бóльший вклад производителей в генетическое совершенствование селекционных признаков также можно объяснить с точки зрения бóльшего количества воспроизводимого потомства, которое быки могут оставить после себя. Оценка быка более значима еще и потому, что при использовании искусственного осеменения можно распространить значительное количество элитного племенного материала, а разработка и внедрение в последние годы в практику животноводства геномной селекции позволяет проводить ранний отбор среди молодых самцов [5]. Все эти аспекты обеспечивают экономию средств и времени.

Увеличение темпов генетического прогресса в породах и популяциях зависит от точности выбора быков, интенсивности их отбора,

интервала между поколениями и генетической изменчивости рассматриваемых признаков [6].

Оценка племенной ценности производителей является важной частью при разработке селекционных программ на долгосрочную перспективу. Программа будет более эффективной, если научно-методологические подходы в системе учета и оценки генетических качеств особей будут максимально точными и надежными для прогнозов эффективности разведения быков [7].

В отличие от США, Канады и ряда европейских стран с развитым племенным животноводством, в России отсутствуют интенсивные программы тестирования производителей, которые позволяют обеспечить популяцию скота той или иной породы высокоценными быками-производителями. Мировой рынок молочного скотоводства, позволяющий сравнивать оценки быков в разных странах, способствовал созданию в 1983 году организации INTERBULL, которая координирует оценку племенной ценности в странах-участницах и обеспечивает конвертацию генетической ценности животных по всему миру [8].

Оценка племенной ценности животных по селекционным признакам в молочном скотоводстве Российской Федерации возложена на региональные информационно-селекционные центры (РИСЦ) [9]. Однако до сих пор в правовом поле не определена организация, ответственная за одновременную оценку животных по совокупности регионов. Необходимость в совокупной оценке связана с тем, что прямое сравнение генетических качеств одних и тех же животных, используемых в разных регионах, невозможно по нескольким причинам: а) признаки, представляющие интерес в одном регионе, могут не оцениваться в других; б) возможно взаимодействие генотипа и среды.

Оценка производителей на уровне породы (популяции) также позволила бы исключить дублирование региональных оценок у одних и тех же производителей [10].

Актуальность исследований состоит в построении научно обоснованной системы управления племенной работой с молочным скотом (на примере палево-пестрой популяции крупного рогатого скота пяти регионов РФ).

Цель исследований – сравнение оценки племенной ценности производителей по признакам молочной продуктивности дочерей на основе установления/выявления взаимосвязи между быками на разных уровнях управления племенными ресурсами.

Научная новизна – для быков-производителей популяции палево-пестрого скота разработаны структуры селекционных индексов на региональных и федеральном уровнях управления, проведена сравнительная оценка эффективности использования одних и тех же быков-производителей палево-пестрой популяции скота на региональных и популяционном уровнях.

Материал и методы. В качестве материала исследования послужили данные о молочной продуктивности коров-первотёлок, которые являлись дочерями быков симментальской и красно-пестрой пород, объединенных в палево-пеструю популяцию крупного рогатого скота. Всего в обработку были включены 72240 записей дочерей из пяти регионов Российской Федерации: Белгородская, Воронежская, Курская, Орловская области и Алтайский край. Все быки были оценены отдельно по каждой области и совокупности областей. Прогноз племенной ценности быков рассчитывали по пяти признакам молочной продуктивности (удой за 305 дней лактации, кг, массовая доля жира, %, количество молочного жира, кг, массовая доля белка, %, количество молочного белка, кг) на основе ранее разработанного и оптимизированного нами уравнения BLUP (наилучший линейный несмещенный прогноз) [11]:

$$y = \mu + HYS + b_1 A_k + S_j + e_{ijk},$$

где y – вектор показателей продуктивности дочерей; μ – популяционная константа; HYS – эффект паратипических факторов «стадо-год-сезон» (фиксированный); b_1 – коэффициент линейной регрессии показателя продуктивности на возраст дочерей; A_k – возраст отела (в месяцах); S_j – рандомизированный эффект «отец-производитель»; e_{ijk} – рандомизированный остаточный эффект модели.

В расчете оценки племенной ценности использовались только быки, индексы племенной ценности (ИПЦ) которых имели точность оценки (reliability) не менее 60 % [12]. Расчет был проведен в региональном информационно-селекционном центре «Мосплеинформ» (АО «Московское» по племенной работе) на основе разработанных нами алгоритмов.

Комплексную оценку производителей определяли на основе методических положений теории построения селекционного индекса [13] применительно к решаемым селекционным задачам. За основу использовали уравнение селекционного индекса вида:

$$I = b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5,$$

где I – индекс племенной ценности по комплексу показателей продуктивности; b_{1-5} – весовые коэффициенты для каждого признака молочной продуктивности; X_{1-5} – результаты оценки племенной ценности производителей по отдельным показателям молочной продуктивности дочерей. Расчет весовых коэффициентов уравнений селекционного индекса осуществляли на основе ранее рассчитанных нами селекционно-генетических параметров признаков [11].

Экономические составляющие весовых коэффициентов в уравнении селекционного индекса были определены следующими: $b_1 = 1$; $b_2 = 3$; $b_3 = 20$; $b_4 = 4$; $b_5 = 60$. Все расчеты проводили в разрезе регионов и на уровне управления популяцией (по совокупности регионов).

Результаты и их обсуждение. Результаты прогноза племенной ценности быков-производителей по показателям продуктивности дочерей в исследуемых областях и по их совокупности приведены в таблице 1.

За исследуемый период наиболее широко племенной материал быков использовался на маточном поголовье в стадах Белгородской (98,2 %) и Воронежской областях (97,9 %). Среднее число дочерей на одного производителя колебалось от 38,5 гол. (Курская обл.) до 158,4 гол. (Воронежская обл.).

Точность оценки племенных качеств быков по информации о продуктивности дочерей в рамках всей популяции оказалась выше, чем соответствующий критерий их прогнозов в отдельных регионах. В наших исследованиях средняя точность оценки быков по качеству потомства в целом по популяции составила 0,881, в то время как в отдельных регионах этот показатель варьировал от 0,728 (Курская обл.) до 0,826 (Воронежская обл.).

Таблица 1 – Оценка быков-производителей методом BLUP на разных уровнях управления / Table 1 – Evaluation of sires by BLUP method at different management levels

Показатель / Trait		Уровень управления / Level of management					
		По совокупности регионов / Regional average	Белгородская область / Belgorod Region	Воронежская область / Voronezh Region	Курская область / Kursk Region	Орловская область / Orlov Region	Алтайский край / Altai Territory
Среднее / Average	Число оцененных быков, гол. / No. of tested bulls, heads	286	281	280	54	53	74
	Число дочерей, гол. / No. of daughters, heads	567,7	53,5	158,4	38,5	75,6	68,9
	Число эффектов "стадо-год-сезон" / No. of effects «Heard-Year-Season»	18,2	7,9	15,7	7,4	10,8	7,2
	Число эффективных дочерей, гол. / No. of effective daughters, heads	121,4	39,7	92,1	26,2	54,8	49,1
	Надежность оценки / Reliability	0,881	0,766	0,826	0,728	0,808	0,767
Средний индекс племенной ценности (ИПЦ) быков / Average indices of bull's breeding value	Удой, кг / Yield, kg	-0,6	+8,2	-1,5	-2,0	-50,4	-14,4
	МДЖ, % / Fat, %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	КМЖ, кг / Fat, kg	+0,2	+0,3	-0,05	-0,2	-1,9	-0,8
	МДБ, % / Protein, %	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	-0,01
	КМБ, кг / Protein, kg	-0,2	+0,1	-0,05	-2,4	-1,1	-1,0

Средние индексы племенной ценности производителей по отдельным признакам молочной продуктивности дочерей на разных уровнях управления имели неоднозначные результаты. Наибольшими средними величинами генетической ценности по удою характеризовались только быки, использовавшиеся в Белгородской области (+8,2 кг, с вариацией от -2096 кг до +1953 кг). Как на уровне популяции, так и региональных субпопуляций индексы племенной ценности (ИПЦ) животных по содержанию жира и содержанию белка в молоке фактически мало различались между собой и имели значения, равные или близкие к нулю. Величины ИПЦ быков по количеству молочного жира и количеству молочного белка на уровне регионов были отрицательными, за исключением Белгородской области (+0,3 и +0,1 кг соответственно), что указывает на отсутствие ведения эффективной племенной работы с животными палево-пестрой популяции в регионах и желательного генетического прогресса по селекционным признакам молочной продуктивности.

При генетическом совершенствовании популяций животных в современных селекционных программах разных пород и видов сельскохозяйственных животных предусматривается улучшение не одного, а комплекса хозяйственных признаков [14]. Величины пле-

менной ценности различных признаков объединяются в общий индекс (селекционный индекс), отражающий цель разведения соответствующей племенной программы, и предполагается, что этот общий показатель является основным критерием отбора [15]. В этой связи нами были разработаны структуры уравнений селекционных индексов для оценки быков по совокупности признаков молочной продуктивности дочерей на разных уровнях управления (табл. 2).

Как видно из данных таблицы, весовые коэффициенты признаков, включенных в структуры индексов, указывают на практически равную значимость удою во всех уравнениях. Наибольшие величины весовых коэффициентов в структурах всех индексов имеют качественные компоненты молока – содержание жира (X_2) и содержание белка в молоке (X_4). Это можно объяснить низкой их вариабельностью у особей в популяции. Аналогичные величины были получены нами ранее у животных симментальской породы в тех же регионах [6].

На основе моделей BLUP и сконструированных селекционных индексов были рассчитаны величины индексов племенной ценности у одних и тех же быков-производителей по отдельным признакам продуктивности дочерей и их совокупности на разных уровнях управления (табл. 3).

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ: ЗООТЕХНИЯ / ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES: ZOOTECHNY

Таблица 2 – Структуры уравнений селекционного индекса для оценки быков-производителей палево-пестрой популяции (транспонированные к 100-балльной шкале) / Table 2 – Structures of selection index equations for evaluating sires in pale-motley population (transposed to a 100-point scale)

<i>Уровень управления / Level of management</i>	<i>Структура уравнения селекционного индекса / Structure of selection index equation</i>
По совокупности регионов / Regional average	$I_{\text{общий}} = (-0,02)X_1 + 88,38X_2 + 2,45X_3 + 8,88X_4 + 0,28X_5$
Белгородская область / Belgorod Region	$I_B = 0,02X_1 + 48,22 X_2 + 0,09X_3 + (-51,61)X_4 + (-0,06)X_5$
Воронежская область / Voronezh Region	$I_V = 0,01X_1 + 82,21 X_2 + 0,24X_3 + 17,42X_4 + 0,11X_5$
Курская область / Kursk Region	$I_K = 0,06X_1 + 65,44 X_2 + (-1,15)X_3 + 35,43X_4 + (-0,22)X_5$
Орловская область / Oryol Region	$I_O = 0,00X_1 + 24,46 X_2 + 0,02X_3 + 75,51X_4 + (-0,01)X_5$
Алтайский край / Altai Territory	$I_A = 0,02X_1 + 27,42 X_2 + 0,00X_3 + 72,46X_4 + (-0,10)X_5$

Примечание: X_1 – удой, X_2 – содержание жира, %, X_3 – количество молочного жира, кг, X_4 – содержание белка, %, X_5 – количество молочного белка, кг / Note: X_1 – milk yield, X_2 – fat, %, X_3 – fat, kg, X_4 – protein, %, X_5 – protein, kg

Таблица 3 – Оценка быков-производителей палево-пестрой популяции по отдельным признакам продуктивности дочерей и их комплексу на разных уровнях управления / Table 3 – Evaluation of stud bulls of the Pale-motley dairy cattle based on individual traits of daughters' productivity and their complex at different levels of management /

<i>Показатель / Trait</i>					
<i>Удой, кг / Yield, kg</i>	<i>МДЖ, % / Fat, %</i>	<i>КМЖ, кг / Fat, kg</i>	<i>МДБ, % / Protein, %</i>	<i>КМБ, кг / Protein, kg</i>	<i>Селекционный индекс / Selection index</i>
Белгородская область / Belgorod Region (78) *					
+55,2 -1817...+1483	+0,01 -0,17...+0,17	+3,1 -72,0...+59,4	0,00 -0,11...+0,06	+2,0 -62,4...+47,1	+4,51 -87,05...+70,85
-7,5 -1962...+1519	+0,01 -0,3...+0,19	+0,02 -78,3...+58,6	0,00 -0,1...+0,11	-0,62 -67,8...+47,5	+0,08 -49,7...+40,4
Воронежская область / Voronezh Region (152)					
+4,5 -1422...+1325	0,00 -0,52...+0,18	+0,1 -69,2...+58,6	-0,01 -0,20...+0,11	-0,4 -42,6...+43,4	-0,5 -88,8...+74,5
-20,0 -861...+1300	-0,01 -0,46...+0,23	-1,1 -33,5...+58,9	0,00 -0,11...+0,10	-0,8 -24,9...+42,8	-1,1 -51,8...+43,1
Курская область / Kursk Region (23)					
-210,8 -1422...+1114	+0,01 -0,31...+0,16	-8,9 -69,2...+41,8	0,00 -0,15...+0,06	-7,2 -44,7...+33,3	-10,0 -99,7...+44,4
-205,2 -1456...+1084	-0,03 -0,30...+0,21	-10,6 -66,3...+41,0	-0,01 -0,16...+0,05	-15,4 -107,3...+57,2	+0,6 -9,3...+9,6
Алтайский край / Altai Territory (33)					
+130,5 -1362...+1022	+0,06 -0,31...+0,23	+7,8 -69,7...+40,6	+0,01 -0,14...+0,06	+4,1 -39,3...+34,0	+13,0 -97,8...+58,3
+8,9 -1546...+901	+0,04 -0,38...+0,38	+2,2 -80,3...+41,6	0,00 -0,18...+0,09	+0,1 -44,8...+28,5	+1,4 -34,0...+15,8
Орловская область / Oryol Region (23)					
+32,0 -613...+776,0	0,00 -0,10...+0,09	+1,3 -23,1...+32,6	0,00 -0,11...+0,16	+1,2 -22,7...+25,1	+1,4 -27,1...+44,3
-99,0 -616...+334	0,00 -0,11...0,00	-3,6 -24,4...+14,6	-0,01 -0,10...+0,20	-2,9 -23,4...+12,1	-0,6 -7,3...+9,3

* В скобках указано число совпадений одних и тех же быков /

*The total number of the same sires is in brackets

Из всей совокупности производителей палево-пестрой популяции, племенной материал которых использовался в пяти регионах, наибольшее число совпадений по быкам наблюдали в Воронежской области (53,1 %), наименьшее – в Курской и Орловской областях (по 8,0 %). Обращает на себя внимание, что средние индексы племенной ценности по отдельным признакам молочной продуктивности дочерей у одних и тех же быков, оцененных на уровне популяции, имели значения выше, чем в отдельных регионах, за исключением Курской области. Аналогичную картину наблюдали в отношении значений оценки быков по селекционному индексу. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о целесообразности/эффективности проведения отбора и формирования селекционных групп животных не в рамках отдельных регионов, а на уровне всей популяции (объединённой информации).

Как уже упоминалось выше, существование взаимодействия между генотипом живот-

ных и окружающей средой указывает на то, что разные генотипы проявляют различные реакции признаков в разных условиях. Очевидно, что это взаимодействие подразумевает изменение рангов генотипов в разных условиях. Физиологические предпосылки могут заключаться в том, что различные гены «включаются» и «выключаются» при изменении среды [16]. Подтверждением того, что одни и те же производители неодинаково проявляют себя на разных уровнях производства могут также служить и различия в принципах реализации продукции в отдельных регионах, которые вносят существенные коррективы в цели селекции, смещая ее направление [17].

В подтверждение вышесказанному в рамках исследуемых областей были рассмотрены корреляционные зависимости индексов быков по отдельным признакам молочной продуктивности дочерей и их комплексу (табл. 4).

Таблица 4 – Коэффициенты ранговой корреляции между оценками одних и тех же быков-производителей по отдельным признакам продуктивности потомства и селекционному индексу на популяционном уровне и отдельными регионами /

Table 4 – Rank correlation coefficients between evaluations of breeding values of the same sires by single traits of milk productivity and by selection index on population level and among regions

<i>Уровень управления / Level of management</i>	<i>Количество совпадений, гол. / No. of the same bulls, heads</i>	<i>Удой, кг / Yield, kg</i>	<i>МДЖ, % / Fat, %</i>	<i>КМЖ, кг / Fat, kg</i>	<i>МДБ, % / Protein, %</i>	<i>КМБ, кг / Protein, kg</i>	<i>Селекционный индекс / Selection index</i>
Белгородская область / Belgorod Region	78	+0,958	+0,868	+0,957	+0,877	+0,960	+0,937
Воронежская область / Voronezh Region	152	+0,911	+0,873	+0,918	+0,765	+0,950	+0,920
Курская область / Kursk Region	23	+0,685	+0,729	+0,648	+0,660	+0,711	+0,156
Алтайский край / Altai Territory	33	+0,811	+0,825	+0,819	+0,760	+0,787	+0,723
Орловская область / Oryol Region	23	+0,816	+0,522	+0,781	+0,639	+0,860	+0,484

Источник: Расчёты авторов / Source: Compiled by the authors

Результаты анализа свидетельствуют, что величины коэффициентов ранговой корреляции ИПЦ одних и тех же быков, оцененных по совокупной популяции и в отдельных регионах, существенно варьируют по отдельным признакам продуктивности: от +0,522 (МДЖ, %, Орловская обл.) до +0,960 (КМБ, кг, Белгородская обл.); по комплексу признаков – от +0,156 (Курская обл.) до +0,937 (Белгородская обл.). Следовательно, значения ИПЦ быков, рассчитанные по отдельным регионам, далеко не всегда соответствуют величинам индексов тех же быков, но полученных по совокупности

регионов (популяционный уровень). Таким образом, для увеличения уровня генетического прогресса при совершенствовании массивов племенных животных палево-пестрой популяции скота целесообразно проводить оценку быков и в дальнейшем формировать селекционные группы животных на основе совокупной (объединённой) информации.

Выводы. 1. Средние индексы племенной ценности производителей палево-пестрой популяции скота, рассчитанные по отдельным признакам молочной продуктивности дочерей в отдельных регионах и их совокупности, имели

в основном отрицательные величины, а по качественным компонентам молока (процентное содержание жира и белка) – определились на уровне почти нулевого значения.

2. Организация оценки племенной ценности производителей на уровне популяции (совокупности регионов) позволяет более точно оценить генотипы животных ($rel \geq 0,881$).

3. Комплектование быков-производителей в селекционные группы на основе их ранжирования по племенной ценности отдельных признаков молочной продуктивности дочерей ведет к выбору кандидатов, использование которых будет приводить к замедлению гене-

тического прогресса по селекционным признакам в популяциях животных палево-пестрого скота.

4. Выявленная вариация в значениях ранговой корреляции племенной ценности быков-производителей по отдельным признакам молочной продуктивности потомства (+0,522...+0,960), а также по селекционному индексу (+0,156...+0,937) в отдельных регионах и их совокупности обуславливает необходимость организации оценки племенных качеств быков на уровне объединенной информации регионов, что позволит в масштабе выявить наиболее ценные генотипы и максимально использовать их в племенной работе.

Список литературы

1. Henderson C. R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics* 1975;31(2):423–447. URL: <http://www.jstor.org/stable/2529430>
2. Абрамова Н. И., Хромова О. Л., Зенкова Н. В., Селимян М. О. Направление селекционного процесса в стаде коров айрширской породы в условиях Вологодской области. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2023;24(3):448–458. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.3.448-458> EDN: XKVOUC
3. Smith C., Banos G. Selection within and across populations in livestock improvement. *Journal of Animal Science*. 1991;69(6):2387–2394. DOI: <https://doi.org/10.2527/1991.6962387x>
4. Goddard M. G., Smith C. Optimum Number of Bull Sires in Dairy Cattle Breeding. *Journal of Dairy Science*. 1990;73:1113–1122. URL: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(90\)78771-1/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(90)78771-1/pdf)
5. Weller J. I. Dargie J. D. Marker-assisted selection in dairy cattle. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*: FAO, 2007. pp.217–219.
6. Алтухова Н. С., Янчуков И. Н., Савинов А. В., Иванов Ю. А. Сравнительная оценка племенной ценности быков-производителей симментальской породы на породном и региональных уровнях управления. Научно-практическое обеспечение интенсивного развития животноводства и кормопроизводства на современном этапе: мат-лы Международ. научн.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания Казахского НИИ животноводства и кормопроизводства. Алматы: ТОО «Казахский НИИ животноводства и кормопроизводства», 2023. Т. 2. С. 84–91.
7. Statham J., Burton K., Spilman M. (2019). Looking after the bull: guide to management and assessment of fertility. *In Practice*. 2019;41(2):69–83. DOI: <https://doi.org/10.1136/inp.l363>
8. Kalm E. Development of cattle breeding strategies in Europe. *Archiv fur Tierzucht*. 2002;45(1):5–12. DOI: <https://doi.org/10.5194/aab-45-5-2002>
9. Мымрин С. В. Развитие племенного животноводства Российской Федерации: роль регионального информационно-селекционного центра в системе племенной работы. *Аграрный вестник Урала*. 2017;(2(156)):37–41. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29027537> EDN: YLFLH
10. McDaniel B. T., Corley E. L. Relationships Between Sire Evaluations at Different Herdmate Levels. *Journal of Dairy Science*. 1967;50(5):735–741. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(67\)87503-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(67)87503-9)
11. Харитонов С. Н., Сермягин А. А., Игнатъева Л. П., Мельникова Е. Е., Алтухова Н. С., Ермилов А. Н., Янчуков И. Н. Методика оценки генетической ценности быков-производителей на региональном и федеральном уровнях управления племенными ресурсами. Дубровицы: ВНИИЖ имени академика Л. К. Эрнста, 2019. 78 с.
12. National genetic evaluation programmes for dairy production traits practised in interbull member countries 1999-2000. 2000;24.
13. Hazel L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*. 1943;28(6):476–490. DOI: <https://doi.org/10.1093/genetics/28.6.476>
14. Phipps J., Banos G., Arnason T. Present and future uses of selection index methodology in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 1994;77(10):3252–3261. URL: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(94\)77266-0/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(94)77266-0/pdf)
15. Cole J. B., VanRaden P. M. Symposium review: Possibilities in an age of genomics: the future of selection indices. *Journal of Dairy Science*. 2018;101(4):3686–3701. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13335>
16. Yin T., König S. Heritabilities and genetic correlations in the same traits across different strata of herds created according to continuous genomic, genetic, and phenotypic descriptors. *Journal of Dairy Science*. 2018;101(3):2171–2186. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13575>
17. Мельникова Е. Е., Харитонов С. Н., Янчуков И. Н., Ионова Л. В., Ермилов А. Н., Сермягин А. А., Зиновьева Н. А. Селекционный индекс как экономическая составляющая основы племенной работы в молочном скотоводстве. Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2018;(8):29–33. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35384793> EDN: XVLVYP

References

1. Henderson C. R. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics* 1975;31(2):423–447. URL: <http://www.jstor.org/stable/2529430>
2. Abramova N. I., Khromova O. L., Zenkova N. V., Selimyan M. O. The direction of the breeding process in a herd of Ayrshire breed cows in the conditions of the Vologda region. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2023;24(3):448–458. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.3.448-458>

3. Smith C., Banos G. Selection within and across populations in livestock improvement. *Journal of Animal Science*. 1991;69(6):2387–2394. DOI: <https://doi.org/10.2527/1991.6962387x>
4. Goddard M. G., Smith C. Optimum Number of Bull Sires in Dairy Cattle Breeding. *Journal of Dairy Science*. 1990;73:1113–1122. URL: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(90\)78771-1/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(90)78771-1/pdf)
5. Weller J. I., Dargie J. D. Marker-assisted selection in dairy cattle. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): FAO, 2007. pp. 217–219.
6. Altukhova N. S., Yanchukov I. N., Savinov A. V., Ivanov Yu. A. Comparison of breeding values of Simmental sires in various level of management. Scientific and practical support for the intensive development of animal husbandry and fodder production at the present stage: International scientific and practical conf., dedicated to the 90th anniversary of the founding of the Kazakh Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production. Almaty: Almaty: TOO «Kazakhskiy NII zhivotnovodstva i kormoproizvodstva», 2023. Vol. 2. pp. 84–91.
7. Statham J., Burton K., Spilman M. (2019). Looking after the bull: guide to management and assessment of fertility. *In Practice*. 2019;41(2):69–83. DOI: <https://doi.org/10.1136/imp.1363>
8. Kalm E. Development of cattle breeding strategies in Europe. *Archiv fur Tierzucht*. 2002;45(1):5–12. DOI: <https://doi.org/10.5194/aab-45-5-2002>
9. Mymrin S. V. Development of breeding livestock production of the Russian Federation the role of the regional informational and selection center in the system of breeding work. *Agrarnyy vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2017;(2(156)):37–41. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29027537>
10. McDaniel B. T., Corley E. L. Relationships Between Sire Evaluations at Different Herdmatе Levels. *Journal of Dairy Science*. 1967;50(5):735–741. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(67\)87503-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(67)87503-9)
11. Kharitonov S. N., Sermiyagin A. A., Ignateva L. P., Melnikova E. E., Altukhova N. S., Ermilov A. N., Yanchukov I. N. Methodology for evaluating the genetic value of sires at the regional and federal levels of management of genetic resources. *Dubrovitsy: VNIIZh imeni akademika L. K. Ernsta*, 2019. 78 p.
12. National genetic evaluation programmes for dairy production traits practised in interbull member countries 1999–2000. 2000;24.
13. Hazel L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*. 1943;28(6):476–490. DOI: <https://doi.org/10.1093/genetics/28.6.476>
14. Phipps J., Banos G., Arnason T. Present and future uses of selection index methodology in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 1994;77(10):3252–3261. URL: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(94\)77266-0/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(94)77266-0/pdf)
15. Cole J. B., VanRaden P. M. Symposium review: Possibilities in an age of genomics: the future of selection indices. *Journal of Dairy Science*. 2018;101(4):3686–3701. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13335>
16. Yin T., König S. Heritabilities and genetic correlations in the same traits across different strata of herds created according to continuous genomic, genetic, and phenotypic descriptors. *Journal of Dairy Science*. 2018;101(3):2171–2186. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13575>
17. Melnikova E. E., Kharitonov S. N., Yanchukov I. N., Ionova L. V., Ermilov A. N., Sermiyagin A. A., Zinovieva N. A. Breeding index as an economic component of the basis of breeding work in dairy cattle breeding. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy = Economy of agricultural and processing enterprises*. 2018;(8):29–33. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35384793>

Сведения об авторах

✉ **Алтухова Наталья Сергеевна**, кандидат с.-х. наук, доцент кафедры разведения, генетики и биотехнологии животных, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», ул. Тимирязевская, д. 49, г. Москва, Российская Федерация, 127434, e-mail: razvedenie@rgau-msha.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6169-3953>, e-mail: n.altukhova@rgau-msha.ru

Янчук Иван Николаевич, доктор с.-х. наук, генеральный директор, АО «Московское» по племенной работе», ул. Соединительная, д. 7, г. Ногинск, Московская обл., Российская Федерация, 142401, e-mail: mos-bulls@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6051-3655>

Савинов Антон Васильевич, аспирант кафедры разведения, генетики и биотехнологии животных, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», ул. Тимирязевская, д. 49, г. Москва, Российская Федерация, 127434, e-mail: razvedenie@rgau-msha.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6770-1990>

Иванов Юрий Анатольевич, доктор с.-х. наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 1-й Институтский проезд, д. 5, г. Москва, Российская Федерация, 109428, e-mail: vim@vim.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6843-4556>

Information about the authors

✉ **Natalia S. Altukhova**, PhD in Agricultural Science, associate professor, the Department of Animal Breeding, Genetics and Biotechnology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya st., 49, Moscow, Russian Federation, 127434, e-mail: razvedenie@rgau-msha.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6169-3953>, e-mail: n.altukhova@rgau-msha.ru

Ivan N. Yanchukov, DSc in Agriculture, general Director, JSC “Moscovskoye” Breeding Farm”, Soedinitelnaya st., 7, Noginsk, Moscow region, Russian Federation, 142401, e-mail: mos-bulls@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6051-3655>

Anton V. Savinov, post graduate student, the Department of Animal Breeding, Genetics and Biotechnology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya st., 49, Moscow, Russian Federation, 127434, e-mail: razvedenie@rgau-msha.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6770-1990>

Yuri A. Ivanov, DSc in Agriculture, professor, academician of RAS, principal researcher, Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 1st Institutsky proezd, 5, Moscow, Russian Federation, 109428, e-mail: vim@vim.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6843-4556>

✉ – Для контактов / Corresponding author