

2. Kozlov A.V. Seminar po shinshillovodstvu / A.V. Kozlov // Krolikovodstvo i zverovodstvo. – 2017. – No. 5. – S. 30-32.
3. Kozlov A.V. Shinshilly: soderzhanie i ukhod. – Moskva: Akvarium, 2003. – 48 s.
4. Kozlov A.V. Bonitirovochnaia sistema otsenki shinshill A.V. Kozlova / A.V. Kozlov // Voprosy krolikovodstva. – 2019. – No. 4. – S. 25-26.
5. Golovacheva N.A. Pervaia fermerskaia vystavka shinshill / N.A. Golovacheva // Voprosy krolikovodstva. – 2019. – No. 5. – S. 29-30.
6. Kombikorm dlja krolikov universalnyi Purina® profi 10 kg. https://market.yandex.ru.
7. Vitaminno-mineralnyi kontsentrat dlja krolikov. Premiks, kormovaia dobavka. https://www.ozon.ru.
8. Kasholkina D.A. Issledovanie vitaminnogo sostava rastropshi piatnistoi / D.A. Kasholkina, M.A. Bolgova, N.L. Kleimenova [i dr.] // Polzunovskii vestnik. – 2022. – No. 3. – S. 160-165. – DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.022.
9. Luneva N.A. Osobennosti lechebno-profilakticheskikh meropriiatii u shinshill pri massovom razvedenii v usloviakh goroda / N.A. Luneva, A.A. Sobol // Vestnik molodezhnoi nauki Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta: sbornik nauchnykh trudov. – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU. – 2023. – No. 2. – S. 107-111.
10. Nikitin, I.N. Normy vremeni na priem i klinicheskuiu diagnostiku zabolеваниj dekorativnykh i ekzoticheskikh zhivotnykh / I.N. Nikitin, E.N. Trofimova, N.A. Nikiforova // Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Baumana. – 2021. – T. 245, No. 1. – S. 120-125. – DOI 10.31588/2413-4201-1883-245-1-120-125.
11. Zharov, A.V. Sudebnaia veterinarnaia meditsina: uchebnik / A.V. Zharov. – 3-e izd., ispr. i dop. – Sankt-Peterburg: Lan, 2022. – 464 s.
12. Kvartnikov M.P. Stepen vliianiia sinteticheskikh vitaminov i mikroelementov na miasnuiu produktivnost' molodniaka krolikov / M.P. Kvartnikov, E.G. Kvartnikova, A.R. Mialdzin, A.L. Kiselev, A.Ia. Iakhin // Korma i kormlenie selskokhoziaistvennykh zhivotnykh. – 2020. – No. 1. – S. 14-19.
13. Kalugin Iu.A. Kaltsii i fosfor v organizme krolikov / Iu.A. Kalugin, N.A. Balakirev, O.I. Fedorova // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 2 (136). – S. 96-102.



УДК 636.22/28.082.1

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-244-2-72-80

**А.П. Шевчук, Н.А. Федосеева,
Т.А. Князева, С.Е. Тяпугин
A.P. Shevchuk, N.A. Fedoseeva,
T.A. Knyazeva, S.E. Tyapugin**

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЛЕКЦИОННОГО ИНДЕКСА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ КРАСНЫХ ПОРОД СКОТА

MODELING THE BREEDING INDEX OF MILK PRODUCING ABILITY OF COWS OF RED CATTLE BREEDS

Ключевые слова: красная порода, селекция, оценка племенной ценности, молочная продуктивность, селекционный индекс.

Представлены результаты научных исследований по моделированию селекционного индекса молочной продуктивности животных красных молочных пород скота. Исследования проведены с использованием метода BLUP Multitrait AM по базам данных 18 племенных хозяйств, животные которых в совокупности составляют большую часть популяции красных молочных пород скота в стране. Численность маточного поголовья в выборке составила 12886 гол., включая коров с законченными в 2018-2023 гг. лактациями: с 1-й по 5-ю.

Для расчета индекса первоначально были определены селекционно-генетические параметры 5 ключевых показателей молочной продуктивности: удоя (в кг), выхода молочного жира (в кг), выхода молочного белка (в кг), процентного содержания жира в молоке и процентного содержания белка в молоке. Особое внимание в исследовании было уделено показателям выхода молочного жира и белка, поскольку высокие значения как генетической, так и фенотипической корреляции между этими признаками и удоем подтвердили их значимость для общей молочной продуктивности. Определили весовые коэффициенты для каждого показателя в индексе: для удоя (кг) – 1, для выхода молочного жира (кг) – 3 и для выхода молочного белка (кг) – 3. Далее рассчи-

тали субиндексы для каждой группы показателей, а затем эти субиндексы объединили в общий селекционно-экономический индекс, с учетом установленных весовых коэффициентов. Важно отметить, что для достижения более точных результатов модель может быть усовершенствована путем включения дополнительных параметров. Кроме того, весовые коэффициенты могут быть пересмотрены с учетом колебаний цен на молокопродукты и изменения рыночного спроса. Таким образом, разработанный селекционный индекс представляет собой динамичную модель и может быть использован для расчета прогноза племенной ценности коров красных молочных пород, для дальнейшего отбора лучших генотипов для селекции.

Keywords: Red cattle breed, selective breeding, breeding value evaluation, milk producing ability, selective breeding index.

The research findings on modeling the breeding index of milk producing ability of cows of red cattle breeds are discussed. The research was carried out using the BLUP Multitrait AM method based on the databases of 18 breeding farms whose animals together made up the majority of red dairy cattle population in the country. The number of breeding stock in the sample amounted to 12886 heads

Шевчук Арсений Павлович, аспирант, Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского, г. Балашиха, Московская обл., Российской Федерации, e-mail: Apshevchuk11@gmail.com.

Федосеева Наталья Анатольевна, д.с.-х.н., доцент, зав. кафедрой биотехнологий и продовольственной безопасности, Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского, г. Балашиха, Московская обл., Российской Федерации, e-mail: zippg@rgunh.ru.

Князева Татьяна Александровна, к.с.-х.н., вед. науч. сотр., зав. лабораторией разведения красных пород скота, ФГБНУ ВНИИПлем, г. Пушкино, пос. Лесные Поляны, Московская обл., e-mail: red-step@mail.ru.

Тяпугин Сергей Евгеньевич, д.с.-х.н., гл. науч. сотр., ФГБНУ ВНИИПлем, г. Пушкино, пос. Лесные Поляны, Московская обл., e-mail: tyapuginsergei@mail.ru.

Введение

В стремлении создать высокопродуктивное стадо основное внимание часто уделяют выбору лучших быков-производителей. Однако, чтобы достичь максимальной продуктивности, необходимо также учитывать генетический потенциал коров с привлечением методологии BLUP AM [1-4].

Целью исследований являлось моделирование селекционного индекса на основе уравнения модели расчета генетической ценности коров

including cows with lactation completed in 2018-2023: from the first to the fifth lactations. To calculate the index, the selection and genetic parameters of five key indices of milk producing ability were initially determined: milk yield (kg), butterfat yield (kg), milk protein yield (kg), butterfat percentage in milk and protein percentage in milk. Special attention was paid to the indices of butterfat and protein yields since high values of both genetic and phenotypic correlation between these traits and milk yields confirmed their importance for overall milk producing ability. The weight coefficients for each index were determined: for milk yield (kg) - 1, for butterfat yield (kg) - 3, and for milk protein yield (kg) - 3. Next, subindexes for each group were calculated, and then these subindexes were combined into a common selection and economic index taking into account the determined weight coefficients. It is important to note that in order to achieve more accurate results the model may be improved by including additional parameters. In addition, the weight factors may be revised to take into account fluctuations in prices for dairy products and changes in market demand. Thus, the developed breeding index is a dynamic model and may be used to calculate the forecast of the breeding value of cows of red dairy cattle breeds, and for further selection of the best genotypes for breeding.

Shevchuk Arseniy Pavlovich, post-graduate student, Vernadsky Russian State University of National Economy, Balashikha, Moscow Region, Russian Federation, e-mail: Apshevchuk11@gmail.com.

Fedoseeva Natalya Anatolevna, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Vernadsky Russian State University of National Economy, Balashikha, Moscow Region, Russian Federation, e-mail: zippg@rgunh.ru.

Knyazeva Tatyana Aleksandrovna, Cand. Agr. Sci., Leading Researcher, All-Russian Research Institute of Animal Breeding, Pushkino, Moscow Region, Russian Federation, e-mail: red-step@mail.ru.

Tyapugin Sergey Evgenievich, Dr. Agr. Sci., Chief Researcher, All-Russian Research Institute of Animal Breeding, Pushkino, Moscow Region, Russian Federation, e-mail: tyapuginsergei@mail.ru.

популяции красных пород скота. Решалась задача выбора наиболее значимых признаков, их последующая оценка и прогноз племенной ценности животных (EBV), имеющих разный уровень продуктивных качеств [5-7].

Материалы и методы

В качестве материала для исследования использована информационная база данных ИАС «СЕЛЭКС-Молочный скот». Объектом исследования являлись красные породы крупного рогатого

того скота молочного направления продуктивности. Всего проанализированы данные по 18 племенным хозяйствам. В анализ было включено более 10 тыс. записей по коровам, имеющих с 1-й по 5-ю законченные лактации за период с 2018 по 2023 гг. (табл. 1).

Были проанализированы средние показатели молочной продуктивности коров за 5 лактаций, которые составили по удою 5829 кг, содержанию жира и белка в молоке – 4,12 и 3,27% соответственно.

Коэффициент изменчивости удоя составил 25,8%, содержания жира в молоке – 7,0%, содержания белка в молоке – 4,3%.

Для проведения анализа уровня и эффективности селекционно-племенной работы в породе или популяции необходимо акцентировать внимание на учете селекционно-генетических параметров хозяйствственно полезных признаков [8-10].

Проведен расчет (табл. 2) коэффициентов регрессии для изучаемых показателей молочной продуктивности коров, при учете факторов, которые были включены в модель (возраст первого отела, а также продолжительность лактации).

В результате исследований определено, что повышение возраста 1-го отела у коров исследуемой популяции не только способствует увеличению периода лактации, но и оказывает отрицательное воздействие на удой коров (-21,1 кг/месяц) и выход молочного белка (-0,8 кг/мес.).

Признаки: выход молочного жира и белка имеет небольшие значения, с учетом среднего возраста 1-го отела, превосходящим 27 мес., но подобная тенденция нежелательна. Повышение возраста 1-го отела не оказалось значимого влияния на состав молока: массовую долю жира и белка. Коэффициенты регрессии по указанным показателям приближены к нулю.

Таблица 1

Характеристика показателей молочной продуктивности коров в среднем за 5 лактаций

Признак	Min	Max	\bar{x}	σ
Удой за 305 дней лактации, кг	2704	14533	5829	1505
МДЖ, %	2,57	6,80	4,12	0,29
Выход молочного жира, кг	92,2	598,8	241	67,3
МДБ, %	2,58	4,20	3,27	0,14
Выход молочного белка, кг	82,5	468,4	191,1	51,3

Таблица 2

Коэффициенты регрессии основных селекционных признаков

Показатель	Коэффициенты регрессии	
	2018-2023 гг. (n=12886)	
	возраст 1-го отёла, мес.	период лактации, дни
Удой, кг	-21,0998	+2,1099
МДЖ, %	-0,0045	-0,0013
Выход молочного жира, кг	-0,8395	+0,3224
МДБ, %	+0,0029	-0,0038
Выход молочного белка, кг	+0,2407	+0,2404

Повышение длительности периода лактации приводит к увеличению количества надаиваемого молока, молочного жира и белка, что согласуется с данными, полученными многими исследователями [11, 12].

Все эффекты, которые были включены в модель, согласно результатам предварительного анализа оказались значимыми. Для дальнейшего моделирования уравнения селекционного индекса был проведен расчет племенной ценности показателей молочной продуктивности [13].

В связи с тем, что при расчете племенной ценности показатели имели высокую корреляцию, следовательно, уравнение смешанной модели получило следующий вид:

$$Y_{ijk} = HYS_i + animal_j + b_1 Age_k + b_1 NumLact_k + b_2^2 L_{pk} + e_{ijk},$$

где Y_{ijk} – оцениваемый признак: удой (кг), МДЖ и МДБ (%), выход молочного жира и белка (кг) k-той коровы, дочери j-того быка, лактировавшей в i-той градации «стадо – год – сезон»;

HYS_i – фиксированный фактор (стадо, год, сезон), в рамках календарного года фактор «сезон» подвергнут делению на 4 группы:

I сезон – зимние месяцы года;

II сезон – весенние месяцы года;

III сезон – летние месяцы года;

IV сезон – осенние месяцы года;

animal_j – эффект (рандомизированный) j -того животного;

b₁ – линейная регрессия оцениваемого показателя на возраст при отеле, мес.;

Age_k – возраст 1-го отела k -той коровы;

NumLact_k – номер лактации k -той коровы;

b₂² – квадратичная регрессия оцениваемого показателя на число дойных дней;

L_{pk} – период лактации (в днях) k -той коровы;

e_{ijk} – остаточный (ошибка) эффект модели» [14].

При проведении расчета племенной ценности животных (EBV) использовали семейство программ BLUPF90. Оценка генетической и паратипической варианс и коварианс осуществлялась методом ограниченного максимального правдободория. Полученные данные были подвергнуты статистической обработке с использо-

ванием программы STATISTICA 10. Точность прогноза рассчитывали как корреляцию между истинными и прогнозируемыми значениями оценок племенной ценности [15]. Коэффициент ранговой корреляции рассчитывали по формуле Спирмена.

Результаты исследований

На основе метода BLUP нами проведена оценка генетической ценности племенных коров красных пород молочного направления продуктивности.

Для прогнозирования племенной ценности коров осуществлен расчет селекционного индекса молочной продуктивности. Для его расчета использовали уравнение, разработка которого выполнялась в соответствии с методикой построения селекционных индексов.

Прежде чем определить структуру уравнения селекционного индекса племенной ценности, необходимо было провести расчет и анализ селекционно-генетических параметров изучаемой популяции скота красных пород.

В таблице 3 приведены коэффициенты корреляции между изученными признаками молочной продуктивности.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции признаков молочной продуктивности

Признак	Генетические (r_g) и фенотипические (r_p) корреляции				
	удой, кг	МДЖ, %	молочный жир, кг	МДБ, %	молочный белок, кг
Удой, кг		0,17	0,96	-0,07	0,95
МДЖ, %	-0,04		0,38	0,35	0,23
Молочный жир, кг	0,92	0,37		0,01	0,98
МДБ, %	-0,05	0,43	-0,06		0,15
Молочный белок, кг	0,99	-0,09	0,92	0,05	

Примечание. *Выше диагонали – фенотипические корреляции; ниже диагонали – генетические корреляции.

Изучение результатов показывает, что вариативность ключевых селекционных признаков довольно значительна, за исключением уровня жира и белка в молоке. Это затрудняет анализ оценок производителей по указанным показателям и снижает эффективность целенаправленной селекционной деятельности в отношении этих двух признаков.

В то же время в популяции красных пород заметна тесная положительная взаимосвязь между фенотипическими показателями удоя и количеством молочного жира ($r = +0,96$), а также удоем и количеством белка ($r = +0,95$).

Выявлена положительная фенотипическая корреляция удоя с содержанием жира в молоке ($r = +0,17$). Отмечена отрицательная фенотипическая взаимосвязь удоя с содержанием белка в молоке ($r = -0,07$).

Положительные значения коэффициентов генетической корреляции получены при сопоставлении изменчивости признаков: «выход молочного жира – выход молочного белка» и «удой – выход молочного жира и белка» ($r = +0,92$ и $+0,99$ соответственно).

В результате такие показатели, как выход молочного жира и белка, имеющие высокие зна-

чения генетической и фенотипической корреляции, были включены в индекс.

Определены весовые коэффициенты в уравнениях субиндексов для показателей выхода молочного жира и белка путем решения систем уравнений (табл. 4).

В результате было построено 5 уравнений для составления селекционных субиндексов: I_y – по удою, $I_{Ж}$ – выходу молочного жира, $I_{МДЖ}$ – содержанию жира, I_B – выходу белка и $I_{МДБ}$ – содержанию белка в молоке.

Таблица 4

Весовые коэффициенты признаков молочной продуктивности

Признак	Весовые коэффициенты для уравнений селекционных индексов				
	b1	b2	b3	b4	b5
Удой, кг	9,314	0,053	-0,012	0,043	-0,100
Выход молочного жира, кг	13,356	0,176	2,002	0,935	-0,001
МДЖ, %	0,082	0,507	0,076	0,295	0,002
Выход молочного белка, кг	19,506	-0,084	3,747	0,141	0,001
МДБ, %	0,667	0,316	-0,111	-0,758	-0,041

$$I_y = 9,314 \cdot I_y + 0,053 \cdot I_y - 0,012 \cdot I_y + 0,043 \cdot I_y - 0,100 \cdot I_y = 9,29838 \cdot I_y;$$

$$I_{Ж} = 13,356 \cdot I_{Ж} + 0,176 \cdot I_{Ж} + 2,002 \cdot I_{Ж} + 0,935 \cdot I_{Ж} - 0,001 \cdot I_{Ж} = 16,468 \cdot I_{Ж};$$

$$I_{МДЖ} = 0,082 \cdot I_{МДЖ} + 0,507 \cdot I_{МДЖ} + 0,076 \cdot I_{МДЖ} + 0,295 \cdot I_{МДЖ} - 0,002 \cdot I_{МДЖ} = 0,962 \cdot I_{МДЖ};$$

$$I_B = 19,506 \cdot I_B - 0,084 \cdot I_B + 3,747 \cdot I_B + 0,141 \cdot I_B + 0,001 \cdot I_B = 23,31204 \cdot I_B;$$

$$I_{МДБ} = 0,667 \cdot I_{МДБ} - 0,316 \cdot I_{МДБ} - 0,111 \cdot I_{МДБ} - 0,758 \cdot I_{МДБ} - 0,041 \cdot I_{МДБ} = 0,072710 \cdot I_{МДБ}.$$

Объединяя полученные значения весовых коэффициентов из таблицы 4 для субиндексов в общий селекционный индекс, где сумма всех значений коэффициента b в строку даст значение субиндекса для каждого признака, получим суммарный индекс.

$$I_c = 9,29838 \cdot I_y + 16,46808 \cdot I_{Ж} + 0,962155 \cdot I_{МДЖ} + 23,31204 \cdot I_B + 0,072710 \cdot I_{МДБ},$$

где I_y – селекционный индекс по удою, кг;

$I_{МДЖ}$ – селекционный индекс по жиру, %;

$I_{МДБ}$ – селекционный индекс по белку, %;

I_B – селекционный индекс по белку, кг;

$I_{Ж}$ – селекционный индекс по жиру, кг.

Согласно теоретическим основам, чтобы сформировать общее уравнение селекционного индекса для племенных качеств животных на основе всего набора изучаемых признаков в популяции, необходимо было интегрировать уравнения субиндексов, применяя экономические составляющие весовых коэффициентов.

В этом случае если принять за 100% сумму всех весовых коэффициентов (50,113), то на удой приходится 18,5% (9,298), МДЖ – 2% (16,46808), выход молочного жира – 34,6% (0,962), МДБ – 0,2% (23,312) и на выход молочного белка – 48,8% (0,072).

Полученные весовые коэффициенты свидетельствуют о соотношении выхода молочного жира и молочного белка, как 35/49.

Следует отметить, что в формуле расчета за 1 кг перерабатываемого молока-сырья в большинстве регионов разведения красных пород соотношение молочного жира и белка составляет 40% к 60%.

Для соответствия требованиям экономического приоритета установили весовые коэффициенты: удой, кг – 1; выход молочного жира, кг – 3; выход молочного белка, кг – 3.

Следовательно, конечное уравнение оптимизированного индекса в скалярной форме принимает вид:

$$I_o = 1 \cdot I_y + 3 \cdot I_{Ж} + 3 \cdot I_B = 9,29838 \cdot I_y + 49,40424 \cdot I_{Ж} + 69,93612 \cdot I_B$$

или оптимизированный селекционно-экономический индекс в абсолютных значениях: $I_{сэ} = 0,072 \cdot I_y + 0,384 \cdot I_{Ж} + 0,544 \cdot I_B$.

Анализ прогноза генетической ценности маточного стада по параметрам молочной продуктивности с учетом весовых коэффициентов основных экономически важных признаков позволил выделить коров как с самыми высокими показателями генетически обусловленной племенной ценности (более 300 кг), так и с самыми низкими показателями (менее 250 кг).

В таблице 5 представлена относительная численность коров в группах по племенной цен-

ности, установленной при оценке, как селекционно-экономическим, так и суммарным индексами молочной продуктивности.

Из данных таблицы 5 следует, что около 35% коров исследованной популяции имеют положительные значения племенной ценности как при оценке индексом суммарного EBV молочного жира и белка, так и индексом с учетом весовых коэффициентов экономически значимых признаков молочной продуктивности.

Таблица 5

Относительная численность коров в группах с разным индексом молочной продуктивности, %

Градация индекса племенной ценности молочной продуктивности	Суммарный EBV молочного жира и белка		Оптимизированный индекс (I_{cz})	
	гол.*	%	гол.	%
301 и >	-	-	14	0,1
251...300	2	0,02	25	0,2
201...250	11	0,1	57	0,6
151...200	58	0,6	176	1,7
101...150	272	2,6	392	3,8
51...100	1059	10,3	1091	10,6
0...50	2213	21,5	1832	17,8
0...-50	3863	37,6	3048	29,6
-51...-100	1566	15,2	1614	15,7
-101...-150	695	6,8	954	9,3
-151...-200	530	5,2	481	4,7
-201...-250	15	0,1	480	4,7
-251...-300	-	-	120	1,2

Примечание. *После определения соответствия выборки закону нормального распределения в расчете использованы данные 10284 коров-первотелок.

Результаты, полученные при расчёте коэффициентов ранговой корреляции показателей молочной продуктивности дочерей, оценённых в разные годы, свидетельствуют о низкой стабильности показателей, отражающих их племенную ценность.

При анализе полученных данных по результатам оценки племенной ценности коров красных пород с использованием методологии BLUP установили, что показатели удоя коров за 1 лактацию влияют на результаты генетической оценки молочной продуктивности, полученной с учетом 5 лактаций (табл. 6).

У коров с удоем выше 6000 кг молока за 305 дней 1 лактации при оценке прогнозных по-

казателей молочной продуктивности с использованием как индекса суммарного молочному жира и белка, так и оптимизированного индекса с весовыми коэффициентами экономически значимых признаков, установлены положительные показатели племенной ценности.

Наиболее высокие показатели генетической ценности, превышающие в среднем +440 кг, определены у маточного поголовья с удоем по 1-й лактации, свыше 10000 кг молока. Численность коров в этой группе позволяет вести отбор потенциальных матерей следующего поколения быков красных пород для организаций по искусственному осеменению.

Таблица 6

Результаты оценки племенной ценности коров разного уровня молочной продуктивности

Уровни по удою	n	Молочная продуктивность по 1 лактации			Индексы	
		удой, кг	выход молочного жира, кг	выход молочного белка, кг	суммарный EBV молочного жира и белка	оптимизированный
До 3500	985	3180	124	104	-108	-153
3501-4000	737	3761	148	122	-110	-156
4001-4500	772	4251	171	137	-85	-121
4501-5000	815	4782	193	155	-52	-73
5001-5500	1458	5274	213	173	-29	-41
5501-6000	1388	5748	232	189	-14	-19
6001-6500	782	6230	255	204	+2	+1
6501-7000	510	6737	280	225	+26	+31
7001-7500	777	7224	304	242	+43	+54
7501-8000	567	7708	324	254	+51	+69
8001-8500	392	8238	346	268	+68	+95
8501-9000	318	8716	365	283	+85	+120
9001-9500	296	9232	377	298	+100	+146
9501-10000	231	9687	398	311	+111	+164
10001 и >	256	10782	430	346	+141	+441

Заключение

Для моделирования селекционного индекса молочной продуктивности были рассчитаны селекционно-генетические параметры и получены значения признаков молочной продуктивности по пяти показателям. В результате установлена положительная корреляция между фенотипическими показателями удоя и количеством молочного жира ($r = +0,96$), а также удоем и количеством молочного белка ($r = +0,95$).

Выявлены положительные значения коэффициентов генетической корреляции при сопоставлении изменчивости признаков: «выход молочного жира – выход молочного белка» и «удой – выход молочного жира и белка» ($r = +0,92$ и $+0,99$ соответственно).

Показатели выхода молочного жира и белка, которые являются взаимодействием удоя и качественных показателей молока, имеющие высокие значения генетической и фенотипической корреляции, были включены в индекс.

Произведя расчет весовых коэффициентов в уравнениях субиндексов по названным показателям и объединяя полученные значения весовых коэффициентов, получили суммарный селекционный индекс. Для соответствия требованиям экономического приоритета установили следующие весовые коэффициенты: удой, кг – 1; выход молочного жира, кг – 3; выход молочного белка, кг – 3. С учетом весовых коэффициен-

тов экономически значимых признаков молочной продуктивности получили селекционно-экономический индекс: $I_{ce} = 0,072 \cdot I_y + 0,384 \cdot I_{Ж} + 0,544 \cdot I_B$.

Оценка прогноза генетической ценности маточного поголовья по показателям молочной продуктивности с учетом весовых коэффициентов экономически значимых признаков позволила выявить коров как с самыми высокими показателями генетически обусловленной племенной ценности (более 300 кг), так и с самыми низкими показателями (менее 250 кг). Так, около 35% коров исследованной популяции имеют положительные значения племенной ценности как при оценке индексом суммарного EBV молочного жира и белка, так и индексом с учетом весовых коэффициентов экономически значимых признаков молочной продуктивности.

На основании проведенной оценки племенной ценности коров красных пород по методу BLUP пришли к заключению, что показатели удоя коров за 1-ю лактацию влияют на результаты генетической оценки молочной продуктивности, полученной с учетом 5 лактаций.

На основе полученного оптимизированного селекционного индекса молочной продуктивности с учетом весовых коэффициентов рассчитан прогноз племенной ценности коров красных молочных пород, позволяющий ранжировать оцененных животных по совокупным значениям их

племенной ценности и отбирать лучшие генотипы в селекционные группы.

Библиографический список

1. Игнатьева, Л. П. Использование метода BLUP ANIMAL MODEL для оценки племенной ценности коров симментальской породы / Л. П. Игнатьева, А. А. Сермягин. – DOI 10.18286/1816-4501-2021-4-188-194. – Текст: непосредственный // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 4 (56). – С. 188-194. – EDN RLBEBI.
2. Мельникова, Е. Е. Селекционный индекс племенной ценности коров популяции черно-пестрого скота Московской области / Е. Е. Мельникова, И. Н. Янчуков, А. Н. Ермилов. – Текст: непосредственный // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1. – С. 85-97.
3. Романова, Е. А. Оценка эффективности моделирования отбора коров айрширской породы по полифакторному селекционному индексу / Е. А. Романова, О. В. Тулинова. – DOI 10.33943/MMS.2022.89.59.003. – Текст: непосредственный // Молочное и мясное скотоводство. – 2022. – № 3. – С. 16-20.
4. Henderson C.R. (1973). Sire evaluation and genetic trends. *Journal of Animal Science*, 1973: 10-41. DOI: 10.2527/1973.1973symposium10x.
5. Hazel, L. N., Dickerson, G. E., Freeman, A. E. (1994). The selection index - then, now, and for the future. *Journal of Dairy Science*, 77 (10), 3236–3251. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77265-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77265-9).
6. Brascamp, E.W. (1984). Selection Indices with Constraints. *Animal Breeding Abstracts*. 52 (9): 645-654.
7. Kulak, K.K.; Dekkers, J.C.M.; McAllister, A.J. et al. (1977). Lifetime profitability measures for dairy cows and their relationships to lifetime performance traits. *Canadian Journal of Animal Science*, 77: 609-616. DOI: 10.4141/a96-128.
8. Toghiani, S. (2012). Quantitative Genetic Application in the Selection Process for Livestock Production. DOI: 10.5772/51027.
9. Sneddon, N., Lopez-Villalobos, N., Davis, S., et al. (2016). Responses in lactose yield, lactose percentage and protein-to-protein-plus-lactose ratio from index selection in New Zealand dairy cattle. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 59. DOI: 10.1080/00288233.2015.1131724.
10. Gill, G.S., Allaire, F.R. (1976). Genetic and Phenotypic Parameters for a Profit Function and Selection Method for Optimizing Profit in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 59, 1325-1333. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(76)84363-9.
11. Van Eetvelde, M., de Jong, G., Verdru, K., et al. (2020). A large-scale study on the effect of age at first calving, dam parity, and birth and calving month on first-lactation milk yield in Holstein Friesian dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 103 (12), 11515–11523. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18431>.
12. Konkruea, T., Koonawootrittriron, S., Elzo, M., Suwanasoppee, T. (2019). Accuracy of Genomic-Polygenic and Polygenic Breeding Values for Age at First Calving and Milk Yield in Thai Multi-breed Dairy Cattle. *Annals of Animal Science*. 19. 633-645. DOI: 10.2478/aoas-2019-0032.
13. Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 20 декабря 2022 г. № 198. – Текст: непосредственный.
14. Kim, E. H., Kim, H. K., Sun, D. W., et al. (2020). The study on estimated breeding value and accuracy for economic traits in Gyoengnam Hanwoo cow (Korean cattle). *Journal of Animal Science and Technology*, 62 (4), 429–437. <https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.4.429>.
15. Viana, A., Rorato, P., Mello, F., et al. (2020). Principal component analysis of breeding values for growth, reproductive and visual score traits of Nellore cattle. *Livestock Science*. 241. 104262. DOI: 10.1016/j.livsci.2020.104262.

References

1. Ignateva L.P., Sermiagin A.A. Ispolzovanie metoda BLUP ANIMAL MODEL dlja otsenki plemennoi tsennosti korov simmentalskoi porody. // Vestnik Ulianovskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii. 2021. No. 4 (56). S. 188-194. DOI 10.18286/1816-4501-2021-4-188-194.
2. Melnikova E.E. Seleksionnyi indeks plemennoi tsennosti korov populiatsii cherno-pestrogo skota Moskovskoi oblasti / E.E. Melnikova, I.N. Ian-chukov, A.N. Ermilov [i dr.] // Izvestiya Timiriazevskoi selskokhoziaistvennoi akademii. – 2017. – № 1. – С. 85-97.
3. Romanova E.A., Tulinova O. V. Otsenka effektivnosti modelirovaniia otbora korov airshirskoi porody po polifaktornomu seleksionnomu indeksu // Molochnoe i miasnoe skotovodstvo. 2022. No. 3. S. 16-20. DOI 10.33943/MMS.2022.89.59.003.

4. Henderson C.R. (1973). Sire evaluation and genetic trends. *Journal of Animal Science*, 1973; 10-41. DOI: 10.2527/1973.1973symposium10x.
5. Hazel, L. N., Dickerson, G. E., Freeman, A. E. (1994). The selection index - then, now, and for the future. *Journal of Dairy Science*, 77 (10), 3236–3251. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77265-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77265-9).
6. Brascamp, E.W. (1984). Selection Indices with Constraints. *Animal Breeding Abstracts*. 52 (9): 645-654.
7. Kulak, K.K.; Dekkers, J.C.M.; McAllister, A.J. et al. (1977). Lifetime profitability measures for dairy cows and their relationships to lifetime performance traits. *Canadian Journal of Animal Science*, 77: 609-616. DOI: 10.4141/a96-128.
8. Toghiani, S. (2012). Quantitative Genetic Application in the Selection Process for Livestock Production. DOI: 10.5772/51027.
9. Sneddon, N., Lopez-Villalobos, N., Davis, S., et al. (2016). Responses in lactose yield, lactose percentage and protein-to-protein-plus-lactose ratio from index selection in New Zealand dairy cattle. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 59. DOI: 10.1080/00288233.2015.1131724.
10. Gill, G.S., Allaire, F.R. (1976). Genetic and Phenotypic Parameters for a Profit Function and Selection Method for Optimizing Profit in Dairy Cat-
- tle. *Journal of Dairy Science*, 59, 1325-1333. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(76)84363-9.
11. Van Eetvelde, M., de Jong, G., Verdru, K., et al. (2020). A large-scale study on the effect of age at first calving, dam parity, and birth and calving month on first-lactation milk yield in Holstein Friesian dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 103 (12), 11515–11523. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18431>.
12. Konkruea, T., Koonawootritriron, S., Elzo, M., Suwanasopee, T. (2019). Accuracy of Genomic-Polygenic and Polygenic Breeding Values for Age at First Calving and Milk Yield in Thai Multi-breed Dairy Cattle. *Annals of Animal Science*. 19. 633-645. DOI: 10.2478/aoas-2019-0032.
13. Reshenie Kollegii Evraziiskoi ekonomicheskoi komissii ot 20 dekabria 2022 g. No. 198.
14. Kim, E. H., Kim, H. K., Sun, D. W., et al. (2020). The study on estimated breeding value and accuracy for economic traits in Gyoungnam Hanwoo cow (Korean cattle). *Journal of Animal Science and Technology*, 62 (4), 429–437. <https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.4.429>.
15. Viana, A., Rorato, P., Mello, F., et al. (2020). Principal component analysis of breeding values for growth, reproductive and visual score traits of Nellore cattle. *Livestock Science*. 241. 104262. DOI: 10.1016/j.livsci.2020.104262.

