

Е. А. Романова, О. В. Тулинова

Построение региональных селекционных индексов для коров айрширской популяции РФ

Аннотация.

Цель: разработка эффективных индексных моделей для оценки племенных качеств айрширских коров с учетом их региональных особенностей, генетических и паратипических факторов изучаемых хозяйственно полезных признаков.

Материалы и методы. Исследования проведены на коровах айрширской породы, рожденных в период с 2000 по 2018 гг. в 8 регионах РФ. Сформирован массив данных по признакам молочной продуктивности, развитию и воспроизводительным качествам 65764 коров первого отела.

Результаты. Установлены различия по отдельным хозяйственно полезным признакам в исследуемых популяциях первотелок. В группе коров из Республики Карелия (KRL) оценки по удою за 305 дней (MY) составили +263 кг, по выходу жира (FAT) +9,2 кг, выходу белка (PROT) +8,7 кг. Животные из Ленинградской области (LO) имели наиболее желательные оценки по воспроизводству: сервис и межотельный периоды оказались на уровне -0,15 и +0,08 дней, соответственно. Индекс плодовитости (FI) коров данного региона оказался на уровне +0,19, уступая по значению лишь первотелкам из KRL, оценки которых составили +0,31. Выявлена отрицательная генетическая связь MY с процентным содержанием жира и белка ($r_g = -0,100$, $r_g = -0,096$) и низкая фенотипическая ($r_p = +0,013$, $r_p = +0,168$, соответственно). Фенотипическая корреляция MY с показателем живой массы в 10 месяцев (W10) составила +0,351, что выше по сравнению с другими признаками развития. Коэффициенты наследуемости показателей развития, таких как W10, живая масса при первом осеменении (W1INS) и после первого отела (W1C) имели незначительные отличия между собой и составили: 0,17, 0,20 и 0,18, соответственно. На основе фенотипических и генетических коэффициентов корреляции и коэффициентов наследуемости исследуемых признаков в разрезе регионов разработаны региональные индексы, основным отличием которых являлись значения величин весовых коэффициентов. В Республике Коми, по сравнению с другими регионами, больший вес занимает MY (+54,94) и FI (+0,90), в Сибирском Федеральном округе – FAT (+12,98), в Южном Федеральном округе – PROT (+26,9), а в индексе для LO – коэффициент развития W10 (+0,50). Величины весовых коэффициентов по W10 различаются между регионами не только по значениям, но и направленностью. По этому показателю отрицательные весовые коэффициенты отмечены в Вологодской (-0,30), Кировской областях (-0,10) и Южном Федеральном округе (-0,10). В KRL в большей степени возникает необходимость по работе с воспроизводительными качествами животных, на что указывает весовой коэффициент по индексу плодовитости равный +0,25.

Ключевые слова: индексная селекция, коэффициент наследуемости, коэффициент корреляции, племенная ценность, айрширская порода, BLUP.

Авторы:

Романова Елена Анатольевна – e-mail: splicing86@gmail.com;

Тулинова Ольга Васильевна – кандидат сельскохозяйственных наук; e-mail: tulinova_59@mail.ru.

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста», 196601, Россия, Санкт-Петербург, п. Тярлево, Московское шоссе, д. 55а.

Введение. В современных условиях развития молочного животноводства важнейшим фактором обеспечения необходимого уровня молочной продуктивности коров является создание животных с высоким генетическим потенциалом продуктивности, который тесно связан с оценкой племенной ценности. В этой связи возникает необходимость оценки племенных качеств животных, наиболее адекватных их истинному генотипу [1].

Оценка племенной ценности коров методом BLUP AM (Best Linear Unbiased Prediction Animal Model) является важнейшим инструментом в селекции животных и отличается статистической несмещенностью [2]. Достоверность этого метода состоит в особенностях расчета, а именно разделении средовых и генетических факторов и учете влияния предков. Данная оценка направлена на максимизацию скорости улучшения эко-

номически ценных признаков в результате сложного многомерного анализа, с учетом генетических и паратипических ассоциаций между признаками [3].

Над применением статистических идей в животноводстве и генетике еще в XIX в. работали ученые Galton F. и Pearson K. Для определения истинного значения племенной ценности отдельной особи ученые Wright S., Fisher R., Lush J. использовали математические модели по принципам регрессионной линейной модели со стандартизированными коэффициентами или схемами путей. Далее Henderson разработал теорию прогнозирования будущих фенотипов, чем и открыл новую ветвь в статистической методологии. Предложенная им математическая смешанная модель, одной из частей которой является аддитивная генетическая ценность особи, получившая название - племенная ценность, положила начало в формирование методики прогноза для отбора и подбора животных.

В настоящее время включение геномной информации в модели оценки с несколькими признаками является наиболее перспективным способом достижения приемлемой точности прогнозов. Ряд зарубежных авторов свидетельствует о том, что оценки селекционных значений одноступенчатыми геномными методами более точны, чем те, которые получены с использованием родословной информации [4]. Кроме того, модель с несколькими признаками ssGBLUP значительно повышает точность селекционных значений. В целом, этот подход особенно актуален, когда фенотипические записи ограничены или отсутствуют для одного из двух сильно коррелирующих признаков, что особенно актуально для геномных прогнозов племенной ценности молодых животных в текущих программах разведения крупного рогатого скота [5].

Совершенствование методов оценки на протяжении всей истории разведения сельскохозяйственных животных является актуальным. Для каждой конкретной ситуации существуют определенные отличия в моделях оценки, зависящие от экономических факторов, выбранных вариантов селекционных программ и критериев, но тем не менее базовые концепции построения BLUP процедуры остаются неизменными [6].

Для определения совокупной племенной ценности экономически значимых составляющих и улучшения нескольких признаков одновременно, которые могут отличаться изменчивостью, наследуемостью и корреляцией между их фенотипами

и генотипами, эффективно применяется селекционный индекс. Экономический вес признака должен аппроксимировать частичную регрессию затрат на единицу стоимости продукции по племенной ценности животного по каждому признаку. Веса могут варьировать в зависимости от производственной и маркетинговой системы, от значимости признаков и породы в системах скрещивания [7]. Метод BLUP позволяет выявлять соответствующие экономические веса в качестве последнего шага для прогнозирования совокупной племенной ценности особей разных возрастных классов и уточняет эффект отбора, что максимизирует скорость изменения совокупных племенных ценностей [8-9].

Внедрение индексов с учетом сегментации групп животных по регионам разведения крупного рогатого скота айрширской породы и расчет весовых коэффициентов, используемых для прогнозирования племенных значений признаков, является актуальным в настоящее время.

Цель исследований — разработка эффективных индексных моделей для оценки племенных качеств айрширских коров с учетом их региональных особенностей, генетических и паратипических факторов изучаемых хозяйственно полезных признаков.

Материалы и методы. Исследования проведены на коровах айрширской породы, рожденных в период с 2000 по 2018 гг. в 8 регионах РФ: Vol - Вологодская область (2 хоз., 6231 гол.), LO - Ленинградская область (13 хоз., 32797 гол.), KRV - Кировская область (3 хоз., 5154 гол.), Komi - Республика Коми (4 хоз., 578 гол.), KRL - Республика Карелия (3 хоз., 9042 гол.), CFO - Центральный ФО (4 хоз., 5756 гол.), SFO - Сибирский ФО (2 хоз., 1993 гол.), UFO - Южный ФО (3 хоз., 4214 гол.). Сформирован массив данных по признакам молочной продуктивности, развитию и воспроизводительным качеств 65764 коров первого отела.

Подготовка информации по фенотипам животных, исключение недостоверных данных, пропущенных значений, оценка описательных и частотных статистик проведена в программах Microsoft Office Excel и RStudio. Вариансы и ковариансы оценивали методом ограниченного максимального правдоподобия (Restricted Maximum Likelihood Estimation, REML) на основе множественных итераций с использованием модуля RENUMF90. Оценки племенной ценности первотелок EBV (Estimation Breeding Value) рассчитывали с помощью программы семейства BLUPF90 [10].

Используемая модель оценки BLUP AM име-

ла вид:

$$Y_{ijk} = \mu + HYS_i + b_1 AFC_k + b_2 DO_k + Animal_k + e_{ijk},$$

где: Y_{ijk} — результирующий показатель (МУ — удой за 305 дней, кг; FAT% — процентное содержание жира, %; FAT — количество молочного жира, кг; PROT% — процентное содержание белка, %; PROT — количество молочного белка, кг; W10 — живая масса в 10 месяцев, кг; W_{11NS} — живая масса при первом осеменении, кг; W_{1C} — живая масса после первого отела, кг; AFC — возраст первого отела, мес.; DO — сервис период, дн.; ICP — межотельный период, дн.; FI — индекс плодовитости) k -й первотелки, дочери j -го быка, лактировавшей в i -ой градации «стадо—год—сезон»; μ — популяционная константа; HYS_i — фиксированный фактор i -й градации «стадо-год-сезон»; b_1 — коэффициент линейной регрессии результирующего фактора на возраст первого отела; AFC_k — возраст 1-го отела k -ой коровы (мес.); b_2 — коэффициент квадратичной регрессии результирующего фактора на сервис-период; DO_k — продолжительность сервис-периода k -й коровы (дн.); $Animal_k$ — рандомизированный эффект животного; e_{ijk} — остаточный эффект модели, связанный с влиянием факторов, неучтенных в уравнении оценки.

Основой конструкции линейного селекционного индекса послужила теория частных коэффициентов регрессии, разработанная Lush (1948). Принципиальная модель линейного селекционного индекса имела следующее выражение:

$$J = \sum_{i=1}^n b_i(x_i - \bar{x}_i)$$

где b_i — весовые коэффициенты для каждого из признаков, $x_i - \bar{x}_i$ — отклонения по каждому признаку от среднего значения их в популяции.

Преимуществом этого метода является принцип причинности, позволяющий определять величины и направление зависимости совокупного генотипа от включенных в оценку фенотипических значений признаков.

Вектор весовых коэффициентов признаков вычисляли с помощью решения системы уравнений (в матричной форме):

$$b = P^{-1}Gv, \text{ где:}$$

b — вектор коэффициентов селекционного индекса; P — матрица фенотипических ковариаций по всем признакам, входящим в селекционный индекс; G — матрица генетических ковариаций по значениям индексов и признаков агрегатного генотипа; v — вектор целей разведения (экономи-

ческих весов) признаков в агрегатном генотипе.

Коэффициент наследуемости вычисляли с применением дисперсионного анализа по уравнению:

$$h^2 = \frac{VarA}{VarA + VarPE + VarE},$$

где: $VarA$ — аддитивная генетическая вариация, $VarPE$ — вариация постоянно действующих факторов среды, $VarE$ — остаточная вариация ошибки.

Индекс плодовитости Й. Дохи (FI — Fertility Index) рассчитан по формуле:

$$FI = 100 - (AFC + 2 \times ICP), \text{ где}$$

AFC — возраст первого отела, мес.; ICP — межотельный период, мес.

Результаты и обсуждение. В среднем по всему массиву данных удой коров за 305 дней первой лактации составил $6667 \pm 5,2$ кг молока, при $\min = 2156$ кг и $\max = 12367$ кг, с процентным содержанием жира и белка $4,14 \pm 0,001$ и $3,30 \pm 0,001$ %. Средняя живая масса телок в 10 месяцев равна $245 \pm 0,14$ кг, что соответствует минимальным требованиям стандарта по породе [11]. В среднем по выборке возраст 1 отела составил $26,7 \pm 0,01$ мес., сервис и межотельный периоды — $130 \pm 0,32$ и $407 \pm 0,33$ дней, соответственно. Животные с поздним сроком осеменения (более 3 лет) выявлены в различных регионах РФ, из которых 42 % из Республики Коми. Индекс плодовитости FI находился на уровне $47 \pm 0,03$, что свидетельствует о хороших воспроизводительных качествах коров.

В результате проведенной оценки племенной ценности методом BLUP AM установлены различия по отдельным признакам в исследуемых популяциях первотелок (рис. 1). Лидирующее положение отмечено в группе коров KRL, их оценки по удою за 305 дней составили +263 кг (рис. 1, а), по выходу жира +9,2 кг, выходу белка +8,7 кг (рис 1, б). Показатели развития также значительно превосходили другие регионы и были равны в среднем по живой массе: в 10 мес. +5,8 кг, при первом осеменении +5,4 кг и после первого отела +9,0 кг. Коровы из Коми напротив уступали своим сверстницам по ряду показателей. Средние значения оценок племенной ценности составили: по удою +30, по выходу жира и белка +1,4 и +0,8 кг, соответственно. При этом живая масса в 10 месяцев имела отклонение -0,5 кг, при первом осеменении -1,1 кг, а после первого отела +0,1 кг.

По сравнению с другими регионами, коровы UFO имели удлиненные сервис и межотельный периоды на уровне +1,73 и +1,72 дней, что повлияло на невысокие значения индекса плодовитости, оценка по которому составила + 0,12 (рис.1, с). В противовес, животные LO имели наиболее желательные оценки по воспроизводству, так сервис период оказался на уровне -0,15 дней, межотельный период +0,08 дней. Вместе с этим индекс плодовитости FI оказался на уровне +0,19, уступая по значению лишь первотелкам из KRL с оценками +0,31.

Рассчитанные коэффициенты корреляции исследуемой выборки указывают на отрицательную генетическую связь удоя с процентным содержанием жира и белка ($r_g = -0,100$, $r_g = -0,096$) и

низкую фенотипическую ($r_p = 0,013$, $r_p = 0,168$), соответственно, что свидетельствует об удовлетворительных кормовых условиях в хозяйствах (табл. 1). С учетом того, что выход молочного жира и белка являются комплексными показателями, именно они были включены в индекс.

Коэффициенты наследуемости показателей развития, таких как живая масса в 10 мес., при первом осеменении и после 1 отела имели незначительные отличия между собой и составили 0,17, 0,20 и 0,18, соответственно. При этом фенотипическая корреляция удоя с показателем живой массы в 10 месяцев составила 0,351, что выше по сравнению с другими вышеуказанными признаками развития, и это явилось основанием для выбора данного показателя в структуру индекса.

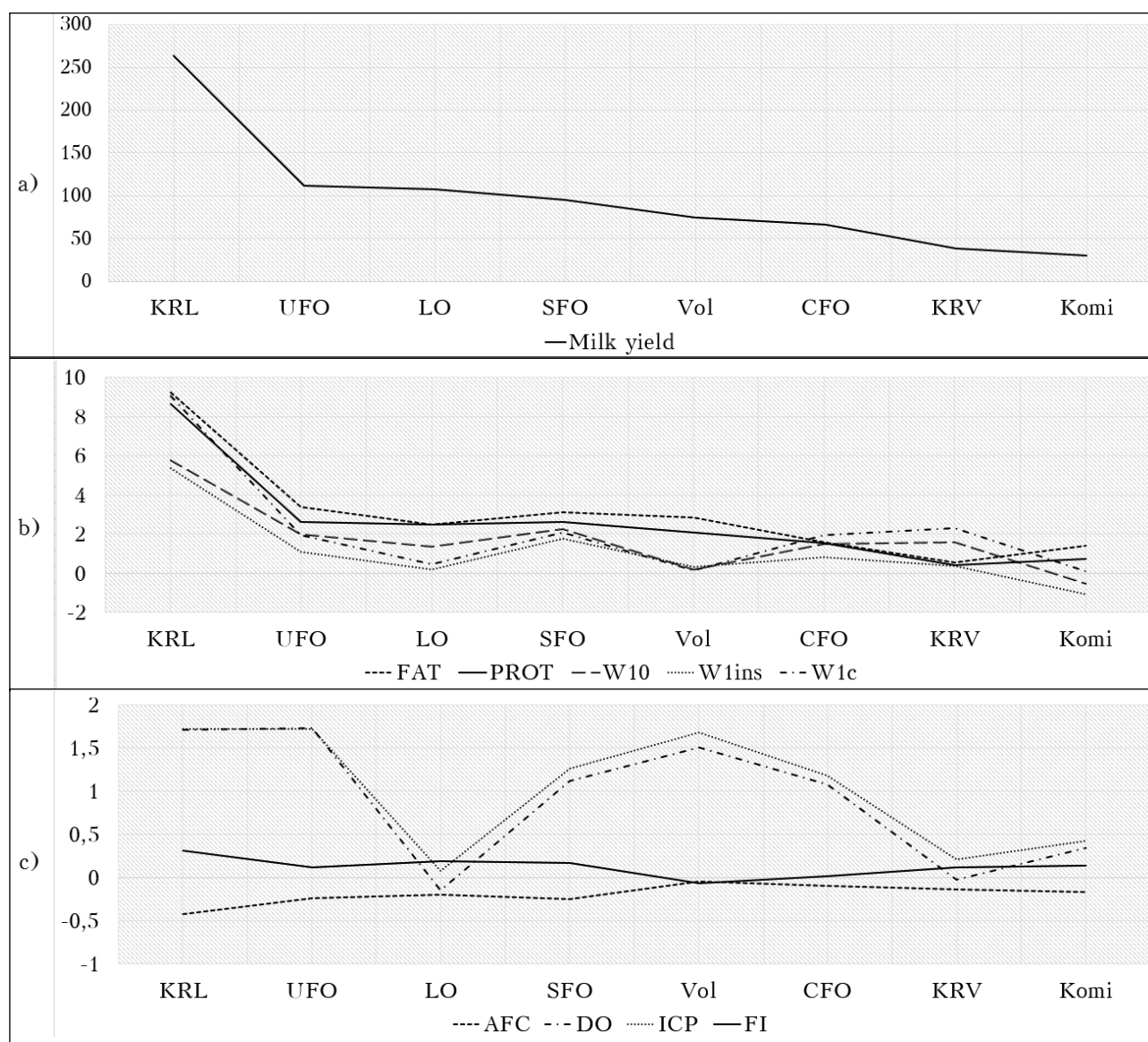


Рис. 1. Оценки племенной ценности методом BLUP AM коров разных регионов РФ а) по удою за 305 дней, кг; б) по продуктивным качествам (выходу жира и белка) и показателям развития (живой массе в 10 месяцев, при первом осеменении и после первого отела); в) по воспроизводительным качествам (возрасту первого отела, сервис периоду, межотельному периоду и индексу плодовитости).

Увеличение возраста первого отела, сервис и межотельного периодов нежелательно для скота молочного направления. Так, интегрированный показатель плодовитости FI является инструментом для отбора коров с желательными показателями воспроизводства.

Его слабые, но достоверные взаимосвязи с удою и качественными показателями молока ($r_p = 0,090$, $r_p = 0,090$, $r_p = 0,073$) и в тоже время высокие отрицательные с сервис и межотель-

ным периодами ($r_p = -0,878$, $r_p = -0,885$ и $r_g = -0,993$, $r_g = -1,000$) явились аргументом для включения данного показателя в разрабатываемый индекс.

На основе фенотипических и генетических коэффициентов корреляции и коэффициентов наследуемости исследуемых признаков в среднем по популяции использован общий индекс, и с учетом различий регионов — разработаны региональные индексы для коров айрширской породы:

$$\begin{aligned} AYR_{RUS} &= 8,59EBV_{MY} + 7,19EBV_{FAT} + 21,28EBV_{PROT} + 0,10EBV_{W10} + 0,10EBV_{FI} \\ AYR_{VOL} &= 33,76EBV_{MY} + 7,32EBV_{FAT} + 20,47EBV_{PROT} - 0,30EBV_{W10} + 0,23EBV_{FI} \\ AYR_{KRL} &= 22,85EBV_{MY} + 8,89EBV_{FAT} + 19,76EBV_{PROT} + 0,20EBV_{W10} + 0,25EBV_{FI} \\ AYR_{KRV} &= 36,10EBV_{MY} + 12,75EBV_{FAT} + 13,57EBV_{PROT} - 0,10EBV_{W10} + 0,10EBV_{FI} \\ AYR_{Komi} &= 54,94EBV_{MY} + 10,75EBV_{FAT} + 17,84EBV_{PROT} + 0,80EBV_{W10} + 0,90EBV_{FI} \\ AYR_{LO} &= 12,61EBV_{MY} + 6,56EBV_{FAT} + 22,18EBV_{PROT} + 0,50EBV_{W10} + 0,10EBV_{FI} \\ AYR_{SFO} &= 39,94EBV_{MY} + 12,98EBV_{FAT} + 13,30EBV_{PROT} + 0,10EBV_{W10} + 0,10EBV_{FI} \\ AYR_{CFO} &= 31,00EBV_{MY} + 7,78EBV_{FAT} + 19,60EBV_{PROT} + 0,10EBV_{W10} + 0,10EBV_{FI} \\ AYR_{UFO} &= 27,70EBV_{MY} + 3,03EBV_{FAT} + 26,90EBV_{PROT} + 0,10EBV_{W10} + 0,10EBV_{FI} \end{aligned}$$

Основным отличием представленных индексов являются значения величин весовых коэффициентов. Так в Komi, по сравнению с другими регионами, в весовых коэффициентах больший удельный вес занимают удои (+54,94) и индекс плодовитости FI (+0,90), что указывает на первоочередность улучшения именно этих признаков в данном регионе, в SFO — выход жира (+12,98), в UFO — выход белка (+26,90).

Величины весовых коэффициентов по W10 различаются между регионами не только по

значениям, но и направленностью. По этому показателю отрицательные весовые коэффициенты отмечены в Vol (-0,30), KRV (-0,10) и UFO (-0,10). Отрицательный вектор значений коэффициентов развития телок предупреждает переизбыток живой массы, что может повлечь за собой развитие ожирения и, как следствие, снижение продуктивности. Установлено, что основная нагрузка или давление весовых коэффициентов в индексе для LO приходится на показатель выхода белка +22,18, а в сравнении

Таблица 1. Коэффициенты корреляции и наследуемости продуктивных, воспроизводительных качеств и показателей развития коров айрширской породы РФ (n=65764) *

	MY	FAT%	FAT	PROT%	PROT	W10	W1INS	W1C	AFC	DO	ICP	FI
MY	0,40	-0,100	0,984	-0,096	0,977	0,010	0,016	0,195	-0,281	0,545	0,596	-0,093
FAT%	0,013	0,23	0,071	0,687	0,055	0,637	0,525	0,374	0,041	0,048	0,022	-0,021
FAT	0,947	0,328	0,35	0,037	0,992	0,124	0,120	0,263	-0,069	0,549	0,593	0,077
PROT%	0,168	0,317	0,255	0,28	0,113	0,255	0,529	-0,125	-0,112	0,213	0,136	-0,136
PROT	0,970	0,087	0,942	0,398	0,37	0,077	0,131	0,188	-0,022	0,584	0,619	0,025
W10	0,351	0,119	0,294	0,176	0,296	0,17	0,730	0,827	-0,311	-0,081	-0,060	0,062
W1INS	0,211	0,121	0,234	0,172	0,237	0,441	0,20	0,493	0,103	0,056	0,040	-0,038
W1C	0,273	0,057	0,346	0,246	0,385	0,404	0,375	0,18	-0,032	-0,041	0,005	-0,003
AFC	-0,115	0,000	-0,110	-0,084	-0,128	-0,459	0,134	-0,096	0,08	0,014	-0,148	-0,156
DO	0,164	0,018	0,161	-0,001	0,152	-0,012	0,010	-0,011	0,023	0,09	0,993	-0,993
ICP	0,164	0,021	0,162	-0,002	0,152	-0,009	0,011	-0,009	0,021	0,991	0,09	-1,000
FI	0,090	-0,018	0,090	-0,041	0,073	0,222	-0,072	0,053	-0,485	-0,878	-0,885	0,09

Примечание: * r_g — выше диагонали, r_p — ниже диагонали, h^2 — диагональ

с другими регионами показатель живой массы в 10 месяцев (+0,50) имел наибольшее значение, что указывает на необходимость улучшения стад в данном направлении. В KRL в большей степени возникает необходимость по работе с воспроизводительными качествами животных, на что указывает весовой коэффициент по индексу плодовитости равный +0,25.

Заключение. Выявленные в ходе исследова-

ния различия показателей селекционных признаков коров разных региональных популяций айрширского скота подтверждают возможность и необходимость построения отдельных для каждого региона индексов с целью более точной оценки их племенных качеств. При этом следует отметить, что применение общего индекса для всей популяции или региональных индексов будет зависеть от конкретных целей селекции.

Работа проведена в рамках выполнения научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ по теме № 121052600344-8

В исследованиях использованы материалы Селекционного центра по айрширской породе (ВНИИГРЖ)

Литература

1. Суслов Д. Ю. Современная оценка племенной ценности крупного рогатого скота молочного направления продуктивности / Д. Ю. Суслов, А. В. Воеводин, С. А. Холев, С. Е. Тяпугин // Молочное и мясное скотоводство. — 2018. — № 1. — С. 9-11.
2. Игнатьева Л. П. Использование метода BLUP ANIMAL MODEL для оценки племенной ценности коров симментальской породы / Л. П. Игнатьева, А. А. Сермягин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2021. — № 4(56). — С. 188-194. DOI: 10.18286/1816-4501-2021-4-188-194.
3. Тулинова О. В. Взаимосвязь оценки методом BLUP молочной продуктивности коров айрширской породы с интенсивностью их развития в 10-месячном возрасте / О. В. Тулинова, А. В. Петрова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. — 2020. — № 7. — С. 64-70. DOI: 10.26155/vet.zoo.bio.202007008.
4. Mehrban H. Comparison of conventional BLUP and single-step genomic BLUP evaluations for yearling weight and carcass traits in Hanwoo beef cattle using single trait and multi-trait models / H. Mehrban, D. Lee, M. Naserkheil, M. Moradi, N. Ibanez-Escriche // PLoS One. 2019 Oct 14;14(10): e0223352. DOI: 10.1371/journal.pone.0223352.
5. Sharko F. S. Genomic Estimated Breeding Value of Milk Performance and Fertility Traits in the Russian Black-and-White Cattle Population / F. S. Sharko, A. Khatib, E. B. Prokhortchouk // Acta Naturae. — 2022. — № 14(1). — P. 109-122. DOI: 10.32607/actanaturae.11648.
6. Гавриленко, В. П. Индексная селекция симментальских коров-первотелок / В. П. Гавриленко, П. С. Катмаков, А. В. Бушов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2018. — № 2(42). — С. 119-124. DOI: 10.18286/1816-4501-2018-2-119-124.
7. Lopez-Cruz M. Optimal breeding-value prediction using a sparse selection index / M. Lopez-Cruz, G. Campos // Genetics. — 2021. — Vol. 218. — Issue 1. DOI: 10.1093/genetics/iyab030.
8. Романова Е. А. Оценка эффективности моделирования отбора коров айрширской породы по полифакторному селекционному индексу / Е. А. Романова, О. В. Тулинова // Молочное и мясное скотоводство. — 2022. — № 3. — С. 16-20. DOI: 10.33943/MMS.2022.89.59.003.
9. Карымсаков Т. Н. Эффективность использования в селекции молочного скота методов индексной оценки / Т. Н. Карымсаков // Вестник аграрной науки. — 2021. — № 3(90). — С. 89-93. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.3.89.
10. Misztal I, Tsuruta S, Lourenco D, Aguilar I, Legarra A, Vitezica Z. Руководство для семейства программ BLUPF90. 2015.
11. Приказ Минсельхоза РФ от 28 октября 2010 г. № 379 «Об утверждении Порядка и условий проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота молочного и молочно-мясного направлений продуктивности».

Romanova E., Tulinova O.

Construction of regional breeding indices for cows of the Ayrshire population of the Russian Federation

Abstract.

An assessment of the Estimation Breeding Value (EBV) of Ayrshire first-calving cows was carried out using the BLUP Animal Model, followed by the modeling of breeding indices and the calculation of weight coefficients, taking into account the segmentation of animal groups by breeding regions. As a result of the assessment of breeding value, differences were established for certain economically useful traits in the studied populations of first-calving cows. In the group of cows from the Republic of Karelia (KRL), estimates for milk yield for 305 days (MY) were +263 kg, fat yield (FAT) +9.2 kg, protein yield (PROT) +8.7 kg. Animals from the Leningrad region (LO) had the most desirable reproduction scores: days open (DO) and Intercalving period (ICP) were at the level of -0.15 and +0.08 days, respectively. The fertility index (FI) turned out to be at the level of +0.19, yielding in value only to first-calving cows from the KRL, whose estimates were +0.31. A negative genetic relationship between MY and the percentage of fat and protein ($r_g = -0.100$, $r_g = -0.096$) and a low phenotypic relationship ($r_p = +0.013$, $r_p = +0.168$, respectively), were revealed. The phenotypic correlation of MY with live weight at 10 months (W10) was +0.351, which is higher compared to other signs of development. The heritability coefficients of developmental indicators, such as W10, live weight at the first insemination (W1INS) and after the first calving (W1C) had insignificant differences between themselves and amounted to: 0.17, 0.20 and 0.18, respectively. On the basis of phenotypic and genetic correlation coefficients and heritability coefficients of the studied traits, on average for the population, a general index was used, and taking into account differences in regions, regional indices were developed. The main difference between the presented indices is the values of weight coefficients. In the Republic of Komi, in comparison with other regions, MY for 305 days (+54.94) and FI (+0.90) take more weight, in the Siberian Federal District (SFO) - FAT (+12.98), in the Southern Federal District (SFO) - PROT (+26.9), and in the index for the LO - the indicator W10 (+0.50). The values of weight coefficients for W10 differ between regions not only in terms of values, but also in direction. According to this indicator, negative weighting coefficients were noted in the Vologda (-0.30), Kirov regions (-0.10) and the Southern Federal Districts (-0.10). In the KRL, there is a greater need to work with the reproductive qualities of animals, as indicated by the weight coefficient for the fertility index equal to +0.25.

Key words: index selection, heritability coefficient, correlation coefficient, breeding value, Ayrshire breed, BLUP.

Authors:

Romanova E. – e-mail: splicing86@gmail.com;

Tulinova O. – PhD (Agr. Sci.); e-mail: tulinova_59@mail.ru.

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding — Branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, 196601, Russia, St. Petersburg, Tyarlevo, Moscow highway, 55a.

References

1. Suslov D. Yu. A modern assessment of the tribal value of the cattle of the dairy direction of productivity / D. Yu. Suslov, A. V. Voevodin, S. A. Kholev, S. E. Tyapugin // Military and meat cattle breeding. — 2018. — № 1. — P. 9-11.
2. Ignatieva L.P. Using the Blup Animal Model method to evaluate the tribal value of the Simmental breed cows / L. P. Ignatiev, A. A. Mymyagin // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. — 2021. — № 4 (56). — P. 188-194. DOI: 10.18286/1816-4501-2021-4-188-194.
3. Tulinova O. V. The relationship of the assessment by the BLUP method of milk productivity of the Ayrshire breed with the intensity of their development at 10 months of age / O. V. Tulinov, A. V. Petrova // Veterinary medicine, zootechnia and biotechnology. — 2020. — № 7. — P. 64-70. DOI: 10.26155/Vet.zoo.bio.202007008.
4. Mehrban H. Comparison of conventional BLUP and single-step genomic BLUP evaluations for yearling weight and carcass traits in Hanwoo beef cattle using single trait and multi-trait models / H. Mehrban, D. Lee, M. Naserkheil, M. Moradi, N. Ibanez-Escriche // PLoS One. 2019 Oct 14;14(10): e0223352. DOI: 10.1371/journal.pone.0223352.

5. Sharko F. S. Genomic Estimated Breeding Value of Milk Performance and Fertility Traits in the Russian Black-and-White Cattle Population / F. S. Sharko, A. Khatib, E. B. Prokhortchouk // *Acta Naturae*. – 2022. – № 14(1). – P. 109-122. DOI: 10.32607/actanaturae.11648.
6. Gavrilenko, V.P. Index selection of the Simmental pimony cows / V.P. Gavrilenko, P. S. Katmakov, A. V. Bushov // *Vestnik of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. – 2018. – 2 (42). – P. 119-124. DOI: 10.18286/1816-4501-2018-2-119-124.
7. Lopez-Cruz M. Optimal breeding-value prediction using a sparse selection index / M. Lopez-Cruz, G. Campos // *Genetics*. – 2021. – Vol. 218. – Issue 1. DOI: 10.1093/genetics/iyab030.
8. Romanova E. A. Assessment of the effectiveness of modeling the selection of Airshir breed cows according to the polyfactor breeding index / E. A. Romanova, O. V. Tulinova // *Military and meat cattle breeding*. – 2022. – № 3. – P. 16-20. DOI: 10.33943/MMS.2022.89.59.003.
9. Karymsakov T. N. The effectiveness of the use of index assessment methods in breeding cattle / T. N. Karymsakov // *Bulletin of Agrarian Science*. – 2021. – № 3 (90). – № 89-93. DOI: 10.17238/ISSN2587-66x.2021.3.89.
10. Misztal I, Tsuruta S, Lourenco D, Aguilar I, Legarra A, Vitezica Z. Guidelines for the program of programs. BLUPF90. 2015.
11. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated October 28, 2010 No. 379 “On approval of the procedure and conditions for conducting bonitization of cattle of milk and dairy and dairy directions of productivity”.