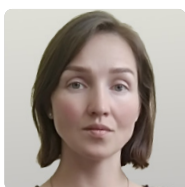


ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТБОРА ПЕРВОТЕЛОК С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ИНДЕКСНЫХ ОЦЕНОК В СТАДАХ АЙРШИРСКОЙ ПОРОДЫ МОЛОЧНОГО СКОТА¹

© Романова Е.А., Тулинова О.В.,
Березина В.В., Крысова Е.В.



Елена Анатольевна Романова

Федеральный исследовательский центр животноводства –
ВНИИГРЖ

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

e-mail: splicing86@gmail.com

ORCID: 0000-0002-4225-5533



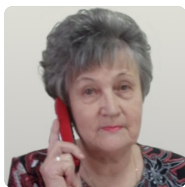
Ольга Васильевна Тулинова

Федеральный исследовательский центр животноводства –
ВНИИГРЖ

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

e-mail: tulinova_59@mail.ru

ORCID: 0000-0002-7731-509X



Валентина Викторовна Березина

АО «Кировплем»

г. Киров, Российская Федерация

e-mail: kirovplem@yandex.ru



Елена Владимировна Крысова

АО «Кировплем»

г. Киров, Российская Федерация

e-mail: kirovplem@yandex.ru

В настоящее время широкое распространение получила линейная оценка экстерьера молочных пород, которая в приемлемых условиях кормления и содержания животных дает возможность объективной селекции. Оптимальным методом отбора, учитывающим сразу несколько хозяйственно полезных признаков, является индексная селекция. В процессе работы на основе рассчитанных коэффициентов генетических и фенотипических корреляций, вариантов и коварианс, коэффициентов наследуемости и с учетом экономической составляющей исследуемых признаков разработаны три варианта продуктивно-экстерьерных индексов: I_{AYR} , I_{AYR_udder} и I_{AYR_fee} включающих в себя удой за 305 дней, выход жира и белка, индексы

¹ 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).

вымени UDC (*Udder Dairy Composite*) и ног FLC (*Feet & Legs Composite*) с различными удельными весами каждого из них. Целью исследования явилось сравнение трех вариантов отбора коров айрширской породы с применением предложенных селекционных индексов. Использованы данные 2348 первотелок айрширской породы ведущих племенных хозяйств Ленинградской и Кировской областей, оцененных по экстерьеру в период с 2006 по 2020 год. При моделировании отбора по индексу I_{AYR} селекционные дифференциалы S_d по удою за 305 дней лактации, выходу жира и белка у коров ленинградской популяции составили 745,4; 26,7 и 21,8 кг; кировской популяции – 880,8; 38,0, 31,5 кг соответственно, имея существенные преимущества по сравнению с результатами отбора по индексам I_{AYR_udder} и I_{AYR_feet} . Однако применение индексов I_{AYR_udder} и I_{AYR_feet} показало улучшение классификационной оценки вымени, ног и общей оценки, а также индексов UDC и FLC.

Айрширская порода, индексная селекция, экстерьер, UDC, FLC, линейная оценка, BLUP.

При совершенствовании племенных качеств и повышении генетического потенциала хозяйственно полезных признаков животных большое значение имеет выявление особей желательного типа, приспособленных к интенсивному производству молока в условиях современного молочного комплекса [1]. Крепкие пропорциональные животные с правильно поставленными конечностями, сильной прямой спиной, выраженными молочными формами, как правило, более здоровы, отличаются долголетием и удовлетворительными воспроизводительными качествами [2], поэтому экстерьер молочных пород следует рассматривать совместно с продуктивными признаками, обращая особое внимание на их взаимосвязи и влияние внешних факторов [3].

При совершенствовании пород скота и для результативности селекции во всех странах с развитым молочным животноводством в настоящее время применяются селекционные индексы [4, с. 11–12], учитывающие показатели молочной продуктивности, экстерьера, воспроизводительных качеств, долголетия, здоровья и другие интересующие селекционеров признаки. Для наиболее точной и досто-

верной оценки данных показателей используется метод наилучшего линейного несмещенного прогноза BLUP (*Best Linear Unbiased Prediction*).

Теоретической основой методологии оценки по BLUP генетической ценности животных является количественная генетика, которая описывает закономерности наследования количественных признаков с использованием методов математической статистики. Метод BLUP позволяет наиболее объективно оценить генетический потенциал животных в популяции, учитывает различия в условиях их кормления и содержания [5; 6]. Наряду с этим метод позволяет нивелировать различные уровни влияния негенетических факторов и случайных неучтенных эффектов на результаты прогноза. Применение метода не требует специфического подбора сверстниц к дочерям проверяемых быков, что повышает точность оценки производителей.

Современная популяция айрширского скота отличается от других пород превосходством по жирности и белковости молока, поэтому разработка специфического индекса для породы в целом или отдельной популяции носит актуальный характер [7; 8].

Материалы и методы

Целью данных исследований явилось сравнение трех вариантов отбора первотелок с применением полифакторных селекционных индексов I_{AYR} , I_{AYR_udder} и I_{AYR_feet} , включающих в себя показатели продуктивности и экстерьера животных.

В качестве информационной базы для анализа выбран комплекс данных, которые включают параметры по хозяйственно полезным признакам 2348 первотелок айрширской породы ведущих племенных хозяйств Ленинградской и Кировской областей, оцененных по экстерьеру в период с 2006 по 2020 год. Выборка для анализа создана на основе баз «СЕЛЭКС» с использованием компьютерной программы «СГС-ВНИИГРЖ» [9].

Оценка первотелок по экстерьеру в племенных стадах проводилась в соответствии с «Правилами оценки телосложения дочерей быков-производителей молочно-мясных пород», утвержденными Департаментом животноводства и племенного дела Минсельхозпрода РФ в 1996 году [10].

Биометрическая обработка осуществлена с применением программ для анализа данных Microsoft Office Excel и программы R-Studio. Для оценки племенных качеств дочерей быков на основе оптимизированного уравнения BLUP использованы процедуры ограниченного максимального правдоподобия (Restricted Maximum Likelihood) методом Multi-trait в компьютерной программе REMLF90. Оценка генетических параметров и племенной ценности животных производилась с помощью программного пакета REMLF90.

В результате группировки и кодировки данных по стаду, году и сезону отела сформирован комплексный паратипический фактор HYS (Herd, Year, Season), учитывающий влияние каждого фактора в отдельности и при различных сочетаниях.

Проведен расчет субиндексов для молочной продуктивности, выхода жира и белка, индексов вымени и ног, которые

в дальнейшем, с учетом экономической ценности каждого признака и оценки весовых коэффициентов, послужили основой для построения итоговых уравнений продуктивно-экстерьерных селекционных индексов племенной ценности коров айрширской породы I_{AYR} , I_{AYR_udder} , I_{AYR_feet} :

$$I_{AYR} = 18.60 * SI_{MY} + 1.71 * SI_{FY} + 1.14 * SI_{PY} + 0.96 * SI_{UDC} - 1.00 * SI_{FLC}, \quad (1)$$

$$I_{AYR_udder} = 3.20 * SI_{MY} + 0.74 * SI_{FY} + 0.51 * SI_{PY} + 17.26 * SI_{UDC} + 3.89 * SI_{FLC}, \quad (2)$$

$$I_{AYR_feet} = 2.05 * SI_{MY} + 0.81 * SI_{FY} + 0.63 * SI_{PY} + 2.31 * SI_{UDC} + 19.44 * SI_{FLC}, \quad (3)$$

где:

I_{AYR} , I_{AYR_udder} , I_{AYR_feet} – индексы племенной ценности;

SI_n – субиндексы по показателям: MY – удою, FY – выхода жира, PY – выхода белка, UDC – индексу вымени, FLC – индексу ног.

Расчет коэффициента наследуемости проводился по формуле:

$$h^2 = Va / Vt, \quad (4)$$

где:

h^2 – коэффициент наследуемости;

Va – аддитивная генетическая вариация;

Vt – общая вариация.

Селекционный дифференциал вычисляли по формуле:

$$Sd = \bar{X}_b - \bar{X}_p, \quad (5)$$

где:

Sd – селекционный дифференциал;

\bar{X}_b – среднее значение исследуемого признака отобранных особей;

\bar{X}_p – среднее значение того же признака в исходной популяции.

Результаты

В среднем удой за 305 дней первой лактации животных исследуемой выборки ($n = 2348$ гол.) составил 7310 ± 23 кг с процентным содержанием жира и белка $4,18 \pm 0,02$ и $3,46 \pm 0,01\%$, выходом жира и белка $305,2 \pm 1,1$ и $252,8 \pm 0,9$ кг соответственно, при возрасте первого отела $25,6 \pm 0,1$ мес. Средняя классификационная оценка вымени равнялась $79,4 \pm 0,1$ балла, оценка ног – $78,5 \pm 0,1$, общая оценка – $79,5 \pm 0,1$.

Животные ленинградской популяции ($n = 775$ гол.) несколько превышали по удою коров кировской популяции ($n = 1573$ гол.), но уступали им по качественным показателям молока. Так, средний удой первых был на уровне 7347 ± 49 кг против 7291 ± 41 кг, но процентное содержание жира и белка выше у первотелок второй популяции: $4,29 \pm 0,01$ и $3,54 \pm 0,01\%$ против $3,94 \pm 0,01$ и $3,30 \pm 0,01\%$.

В племенных стадах Кировской и Ленинградской областей при разведении айрширского скота молочного направления продуктивности уделяется большое внимание организации линейной экстерьерной оценки. Первотелки кировской популяции оказались более высокорослыми и глубокими ($6,30$ и $6,28$ против $5,77$ и $5,11$ балла), по показателю «ширина таза» они превышали ленинградских животных на $0,74$ балла, положению дна вымени – на $2,49$ балла, длине и прикреплению перед-

них долей вымени – на $0,86$ и $0,19$ балла соответственно, показателю «угол копыта» – на $0,56$ балла. У первотелок ленинградской популяции, по сравнению с кировской, более выражены молочные формы, в среднем этот показатель был выше на $0,49$ балла. Вместе с тем они отличались крепостью, их оценка по данному показателю оказалась выше на $0,10$ балла, по признаку «ширина таза» – на $0,17$, по высоте прикрепления задних долей вымени – на $0,74$ и борозде вымени – на $0,19$ балла.

В процессе исследования проведен анализ взаимосвязей молочной продуктивности и комплексных показателей экстерьера, таких как индекс вымени и индекс ног (UDC и FLC), входящих в структуру продуктивно-экстерьерных индексов, а также расчет коэффициентов наследуемости (табл. 1).

Из данных таблицы 1 видно, что коэффициенты наследуемости (h^2) находились в пределах биологических норм. Так, по удою коэффициент составил $0,43$, по выходу жира – $0,21$, белка – $0,25$. Что касается экстерьерных индексов, их значения были невысокими: $0,18$ по UDC и $0,13$ по FLC. Паратипические корреляции удоя и индексов вымени и ног не имели достоверной связи: $0,00$ и $0,02$, но при этом положительная связь данных экстерьерных показателей наблюдалась между выходом

Таблица 1. Фенотипические, генетические корреляции и коэффициенты наследуемости хозяйственно полезных признаков первотелок айрширской породы кировской и ленинградской популяций ($n = 2348$)

Признак	Удой за 305 дней	Выход жира	Выход белка	UDC	FLC
Удой за 305 дней	0,43	0,72*	0,71*	0,45*	-0,21*
Выход жира	0,89*	0,21	0,59*	0,20*	-0,08*
Выход белка	0,91*	0,88*	0,25	0,17*	-0,14*
UDC	0,00	0,10*	0,08*	0,18	0,04
FLC	0,02	0,13*	0,11*	0,34*	0,13

Примечание: по диагонали коэффициенты наследуемости h^2 , ниже диагонали паратипические корреляции r_p , выше диагонали генотипические корреляции r_g .

* Достоверно при $p \leq 0,001$.

Источник: собственные исследования авторов.

жира и белка. Так, коэффициенты корреляции выхода жира с UDC и FLC составили 0,10 и 0,13 при $p \leq 0,001$, а выхода белка с FLC 0,11 при $p \leq 0,001$. При анализе данных по генотипическим коэффициентам корреляции установлены положительные и достоверные взаимосвязи индекса вымени UDC со всеми продуктивными показателями: удоем, выходом жира и белка – 0,45, 0,20 и 0,17 при $p \leq 0,001$ соответственно. Генетические коэффициенты корреляции с индексом FLC, напротив, оказались отрицательными: -0,21, -0,08 и -0,14 при $p \leq 0,001$ с удоем, выходом жира и белка соответственно.

Принимая во внимание рассчитанные коэффициенты корреляции, коэффициенты наследуемости, генетические и фенотипические варианты, ковариансы и экономическую составляющую исследуемых признаков, мы разработали три варианта продуктивно-экстерьерных индексов, включающих в себя удой за 305 дней, выход жира и белка, индексы вымени UDC

и ног FLC с различными удельными весами каждого из них.

Средние оценки индексов I_{AYR} , I_{AYR_udder} и I_{AYR_feet} в ленинградской популяции имели отрицательные значения и составили: $-0,3 \pm 0,6$; $-16,2 \pm 0,4$; $-15,9 \pm 0,5$ соответственно. У животных Кировской популяции все оценки оказались положительными: $0,1 \pm 0,6$; $7,9 \pm 0,5$; $7,8 \pm 0,5$ соответственно. При этом коэффициенты изменчивости разработанных индексов в ленинградской популяции были выше по сравнению с Кировской популяцией.

При моделировании отбора по индексу I_{AYR} селекционные дифференциалы S_d по удою за 305 дней лактации, выходу жира и белка у коров ленинградской популяции составили 745,4; 26,7 и 21,8 кг; Кировской популяции – 880,8; 38,0 и 31,5 кг соответственно, и имели существенные преимущества по сравнению с результатами отбора по индексам I_{AYR_udder} и I_{AYR_feet} (рис. 1, 2). При этом S_d по молочной продуктивности у животных ленинградской популяции



Рис. 1. Эффективность отбора с использованием разных индексных оценок на примере показателей молочной продуктивности первотелок ленинградской популяции (n = 775)

Источник: собственные исследования авторов.

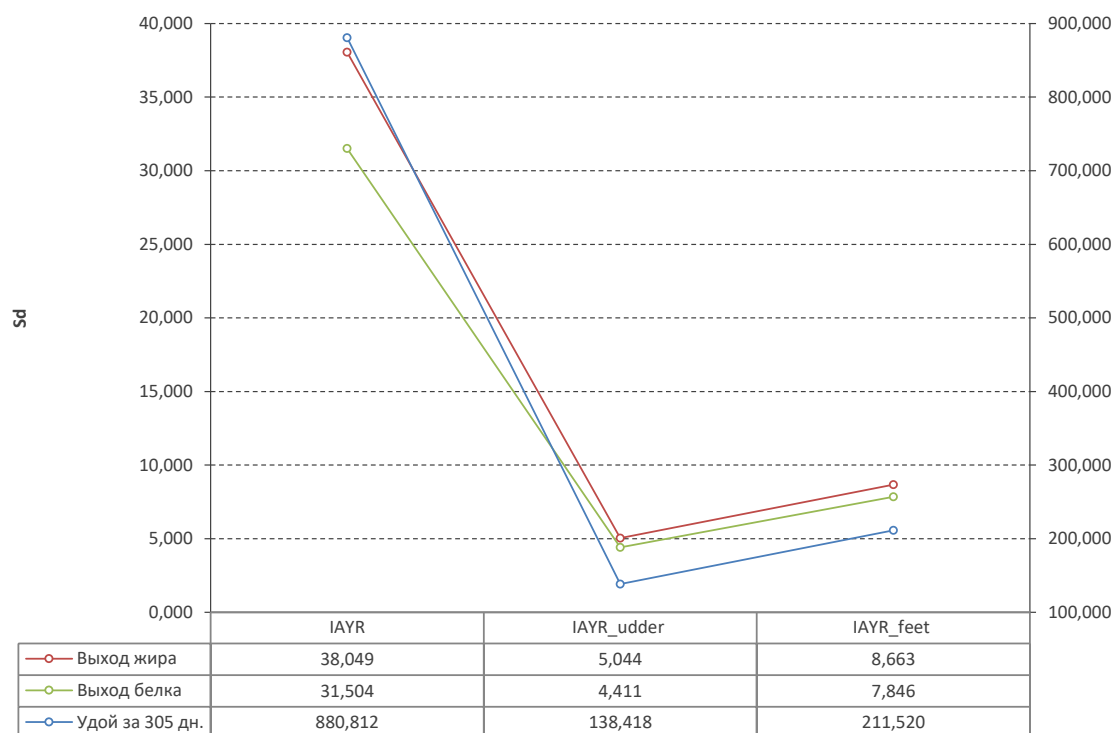


Рис. 2. Эффективность отбора с использованием разных индексных оценок на примере показателей молочной продуктивности первотелок кировской популяции (n = 1573)

Источник: собственные исследования авторов.

с использованием индекса I_{AYR_udder} показал лучшие результаты по сравнению с отбором по индексу I_{AYR_feet} – селекционный дифференциал по удою был равен 519,8 против 410,9 кг. У первотелок кировской популяции, напротив, отбор с использованием индекса I_{AYR_feet} имел преимущества по сравнению с отбором по индексу I_{AYR_udder} : селекционный дифференциал по удою за 305 дней составил 211,5 против 138,4 кг.

Достоверное преимущество экстерьерных признаков при использовании индексов I_{AYR_udder} и I_{AYR_feet} отражено на рис. 3, 4. Для наглядности вместе с индексами вымени UDC и ног FLC были проанализированы классификационные признаки оценки вымени, ног и общей оценки экстерьера. Установлено, что наибольшие селекционные дифференциалы в обеих исследуемых популяциях по всем экстерьерным показателям наблюдались при применении индекса I_{AYR_feet} . У животных

ленинградской популяции отмечены наиболее существенные Sd по классификационной оценке ног – 3,6 балла, оценке вымени – 3,2 балла, общему виду – 2,8 балла, а также индексам UDC и FLC – 0,27 и 0,79. При этом отбор по индексу I_{AYR} не показал существенного улучшения или ухудшения по экстерьерным признакам на ленинградской популяции, но отмечены достоверные, хоть и невысокие, Sd у первотелок кировской популяции по классификационной оценке ног – 0,76 балла, общему виду – 0,58 балла.

Как правило, более высокие коэффициенты вариации позволяют наиболее результативно проводить отбор, о чем свидетельствуют преимущества селекционных дифференциалов исследуемых признаков в ленинградской популяции. На их фоне более однородная выборка кировской популяции не показала ярко выраженных превосходств по признакам молочной продуктивности и экстерьеру,



Рис. 3. Эффективность отбора с использованием разных индексных оценок на примере экстерьерных показателей первотелок ленинградской популяции (n = 775)

Источник: собственные исследования авторов.



Рис. 4. Эффективность отбора с использованием разных индексных оценок на примере экстерьерных показателей первотелок Кировской популяции (n = 1573)

Источник: собственные исследования авторов.

но вместе с тем тенденция к улучшающему отбору с использованием индексов I_{AYR} , I_{AYR_udder} и I_{AYR_feet} имела место.

Выбор селекционного индекса с различными весовыми коэффициентами хозяйственно полезных признаков напрямую зависит не только от экономической значимости данных показателей, но и от целей и задач селекции в каждом конкретном стаде и популяции, и может

изменяться на разных этапах работы по разведению породы.

Необходимо принимать во внимание экстерьерную оценку для более объективного формирования селекционных групп животных, но при этом следует понимать, что при увеличении нагрузки на экстерьерные показатели в индексе не стоит ожидать большой прибавки по молочной продуктивности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Параметры генетической взаимосвязи недостатков экстерьера с оценкой типа телосложения голштинизированных коров черно-пестрой породы / А.Ф. Контэ [и др.] // Генетика и разведение животных. 2018. № 3. С. 32–38. DOI: 10.31043/2410-2733-2018-3-32-38
2. Харитонов С.Н., Янчуков И.Н., Ермилов А.Н. Совершенствование системы оценки молочного скота по комплексу экстерьерных показателей // Изв. Тимиряз. с.-х. акад. 2011. № 4. С. 103–113.
3. Батанов С.Д., Баранова И.А., Старостина О.С. Модель прогнозирования молочной продуктивности коров по их экстерьерным особенностям // Вестн. Башкир. гос. аграрн. ун-та. 2019. № 1 (49). С. 55–62. DOI: 10.31563/1684-7628-2019-49-1-55-62
4. Уколов А.И., Козлов В.В., Новоторов П.В. Прогнозирование инновационного развития молочного стада // Аграрн. науч. журн. 2016. № 11. С. 89–96.
5. Фиксированные и рандомизированные факторы смешанных линейных моделей прогнозирования племенной ценности производителей по показателям молочной продуктивности дочерей / И.Н. Коронец [и др.] // Научное обеспечение животноводства Сибири: мат-лы III междунар. науч.-практ. конф. Красноярск, 2019. С. 164–167.
6. Селекционный индекс как экономическая составляющая основы племенной работы в молочном скотоводстве / Е.Е. Мельникова [и др.] // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2018. № 8. С. 29–33.
7. Внутрипородные типы айрширского скота России / О.В. Тулинова [и др.] // Изв. Нижневолжск. агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 1 (61). С. 260–278. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-26
8. Романова Е.А., Тулинова О.В. Моделирование селекционного индекса для айрширской породы молочного скота с использованием экстерьерных показателей // Вестн. Ульян. гос. с.-х. акад. 2021. № 1 (53). С. 150–155. DOI: 10.18286/1816-4501-2021-1-150-155
9. Сергеев С.М., Тулинова О.В. Селекционно-генетическая статистика – ВНИИГРЖ. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ РФ, № 2015663613. 2015.
10. Правила оценки телосложения дочерей быков-производителей молочно-мясных пород. М., 1996. 23 с.
11. Cameron N.D. *Selection Indices and Prediction of Genetic Merit in Animal Breeding*. Roslin Institute, Edinburgh, UK, 2006. 205 p.
12. Cole J.B., VanRaden P.M. Symposium review: Possibilities in an age of genomics: The future of selection indices. *Journal of Dairy Science*, APR, 2018, vol. 101, no. 4, pp. 3686–3701. DOI: 10.3168/jds.2017-13335

Сведения об авторах

Елена Анатольевна Романова – младший научный сотрудник, 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». Российская Федерация, 196601, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Московское ш., д. 55а; e-mail: splicing86@gmail.com

Ольга Васильевна Тулинова – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом, 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». Российская Федерация, 196601, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Московское ш., д. 55а; e-mail: tulinova_59@mail.ru

Валентина Викторовна Березина – главный зоотехник, АО «Кировплем». Российская Федерация, 610051, г. Киров, Ленинский р-н, п. Захарищевы, ул. Земская, д. 38; e-mail: kirovplem@yandex.ru

Елена Владимировна Крысова – начальник отдела, АО «Кировплем». Российская Федерация, 610051, г. Киров, Ленинский р-н, п. Захарищевы, ул. Земская, д. 38; e-mail: kirovplem@yandex.ru

SELECTION EFFICIENCY OF FIRST-CALF HEIFERS USING VARIOUS INDEX SCORES IN AYRSHIRE DAIRY CATTLE HERDS

Romanova E.A., Tulinova O.V., Berezina V.V., Krysova E.V.

Currently, a linear exterior estimation of dairy breeds is widely used which, under acceptable conditions of feeding and keeping animals, allows for objective selection. The optimal selection method, which takes into account several economically useful characteristics at once, is index breeding. In the course of the work, based on the calculated coefficients of genetic and phenotypic correlations, variances and covariances, heritability coefficients and taking into account the economic component of the studied traits, the authors have developed three variants of the productive-exterior indices: I_{AYR} , I_{AYR_udder} and I_{AYR_feet} which include milk yield for 305 days, fat and protein yield, UDC udder indices (Udder Dairy Composite) and FLC legs (Feet & Legs Composite) with different specific weights of each of them. The purpose of the research is to compare three variants of selection of Ayrshire cows using the proposed breeding indices. The article uses data of 2348 Ayrshire heifers of the leading breeding farms in the Leningrad and Kirov Oblasts, estimated by the exterior in the period from 2006 to 2020. When modeling the selection according to I_{AYR}

Sd breeding differentials for milk yield for 305 days of lactation, fat and protein yield in cows of the Leningrad population were 745.4; 26.7 and 21.8 kg; in the Kirov population, it was 880.8; 38.0, 31.5 kg, respectively, having significant advantages over the selection results according to I_{AYR_udder} and I_{AYR_feet} indices. However, using I_{AYR_udder} and I_{AYR_feet} indices showed improvements in classification score of udder, legs, and overall score, as well as UDC and FLC indices.

Ayrshire breed, index breeding, exterior, Udder Dairy Composite, Feet & Legs Composite, linear estimation, Best Linear Unbiased Prediction.

REFERENCES

1. Conte A.F. et al. The genetic relationship parameters between the exterior defects and the linear type of Russian Black-and White cows improved by Holstein breed. *Genetika i razvedeniye zhivotnykh=Genetics Breeding of Animals*, 2018, no. 3, pp. 32–38. DOI: 10.31043/2410-2733-2018-3-32-38 (in Russian).
2. Kharitonov S.N., Yanchukov I.N., Ermilov A.N. Improving the system for assessing dairy cattle by a set of exterior indicators. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii=Bulletin of Moscow Timiryazev Agricultural Academy*, 2011, no. 4, pp. 103–113 (in Russian).
3. Batanov S.D., Baranova I.A., Starostina O.S. Prediction model for milk production of cows by their exterior features. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta=Vestnik BSAU*, 2019, no. 1 (49), pp. 55–62. DOI: 10.31563/1684-7628-2019-49-1-55-62 (in Russian).
4. Ukolov A.I., Kozlov V.V., Novotorov P.V. Prediction of innovative development of dairy farming. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal=The Agrarian Scientific Journal*, 2016, no. 11, pp. 89–96 (in Russian).
5. Koronets I.N. et al. Fixed and randomized factors of mixed linear models for predicting breeding value of producers by indicators of daughters' milk production. In: *Nauchnoye obespecheniye zhivotnovodstva Sibiri: materialy III mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Scientific Support of Animal Husbandry in Siberia: Materials of the 3rd International Scientific and Practical Conference]. *Krasnoyarsk*, 2019, pp. 164–167 (in Russian).
6. Melnikova E.E. et al. 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, no. 8, pp. 29–33 (in Russian).
7. Tulinova O.V. et al. Inbreed types of Airshire cattle of Russia. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye=Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*, 2021, no. 1 (61), pp. 260–278. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-26 (in Russian).
8. Romanova E.A., Tulinova O.V. Breeding index modeling for airshire dairy cattle with application of exterior parameters. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii=Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2021, no. 1 (53), pp. 150–155. DOI: 10.18286/1816-4501-2021-1-150-155 (in Russian).
9. Sergeev S.M., Tulinova O.V. *Seleksionno-geneticheskaya statistika – VNIIGRZH* [Breeding and Genetic Statistics – Russian Research Institute for Farm Animals Genetics and Breeding]. Certificate of state registration of ECM of RF, no. 2015663613. 2015 (in Russian).
10. *Pravila otsenki teloslozheniya docherey bykov-proizvoditeley molochno-myasnykh porod* [Rules for assessing Daughters' Physique of Dairy and Meat Breeding Bulls]. Moscow, 1996. 23 p.
11. Cameron N.D. *Selection Indices and Prediction of Genetic Merit in Animal Breeding*. Roslin Institute, Edinburgh, UK, 2006. 205 p.
12. Cole J.B., VanRaden P.M. Symposium review: Possibilities in an age of genomics: The future of selection indices. *Journal of Dairy Science*, APR, 2018, vol. 101, no. 4, pp. 3686–3701. DOI: 10.3168/jds.2017-13335

Information about the authors

Elena A. Romanova – Junior Researcher, Russian Research Institute for Farm Animals Genetics and Breeding, Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science “Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry”. 55A, Moskovskoye Roadway, Pushkin Town, St. Petersburg, 196601, Russian Federation; e-mail: splicing86@gmail.com

Ol’ga V. Tulinova – Candidate of Sciences (Agriculture), Leading Researcher, Head of Department, Russian Research Institute for Farm Animals Genetics and Breeding, Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science “Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry”. 55A, Moskovskoye Roadway, Pushkin Town, St. Petersburg, 196601, Russian Federation; e-mail: tulinova_59@mail.ru

Valentina V. Berezina – Chief Livestock Expert, Kirovplem. 38, Zemskaya Street, Zakharishchevy Rural Settlement, Leninskii District, Kirov, 610051, Russian Federation; e-mail: kirovplem@yandex.ru

Elena V. Krysova – Chief of Department, Kirovplem. 38, Zemskaya Street, Zakharishchevy Rural Settlement, Leninskii District, Kirov, 610051, Russian Federation; e-mail: kirovplem@yandex.ru