

Разведение животных

Рубрика

doi.org/10.31043/2410-2733-2022-3-111-118

УДК636.22/28.082

А. В. Петрова, Е. Н. Васильева

Возможность создания референтной популяции крупного рогатого скота айрширской породы**Аннотация.**

Цель: изучение численности, ареала распространения и генетического сходства региональных популяций айрширской породы РФ для выявления возможности формирования референтной популяции и проведения геномной оценки с использованием современных методов для малых популяций крупного рогатого скота.

Материалы и методы. Материалом послужили статьи и презентации отечественных и зарубежных исследователей, статистические данные по маточному и бычьему поголовью айрширской породы молочного скота в ежегодниках, бюллетенях и каталогах по оценке быков предприятий РФ. Изучены и проанализированы электронные ресурсы.

Результаты. Для внедрения геномной селекции (GS) для айрширского скота РФ необходимо сформировать референтную популяцию, при помощи которой будет осуществляться связь молекулярных маркеров (SNP) с племенной ценностью животных, оцененных с использованием метода BLUP. При этом с увеличением точности оценки животных и накоплением поголовья достоверность геномной оценки повышается. Учет продуктивных признаков потомков и дочерей быков необходим для пополнения и обновления референтной популяции с целью получения более точной геномной оценки в будущем. При внедрении GS ускорится генетический прогресс популяции, снизятся генерационный интервал и экономические затраты на производителя. Точность геномного прогноза значительно возрастает и превзойдет прогноз по родительским особям.

Заключение. В результате проведенного анализа установлено, что в ближайшие годы возможно сформировать референтную популяцию для осуществления геномной оценки айрширского скота. Референтная популяция позволит как можно скорее начать процесс внедрения GS для выведения высокопродуктивных отечественных животных, так как на сегодняшний день айрширский скот России не может конкурировать не только на мировом уровне с лидерами животноводства, но и внутри страны с импортной генетикой.

Ключевые слова: айрширская порода; бонитировка; племенная работа; молочная продуктивность; BLUP AM; оценка; референтная популяция; бык производитель.

Авторы:

Петрова Анна Владимировна - аспирант; e-mail: anusha.82@mail.ru;

Васильева Екатерина Николаевна - кандидат сельскохозяйственных наук; e-mail: tulinova_59@mail.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»; 196625, Россия, г. Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Московское шоссе, д. 55а.

В мировом масштабе численность айрширской породы крупного рогатого скота невелика, но имеет широкий ареал распространения как в России, так и за рубежом (Финляндия, Канада, Великобритания, Австралия, Швеция, Норвегия и др.). В нашей стране она занимает одно из ведущих мест по молочной продуктивности. Зона разведения данной породы в РФ обширна и охватывает 26 регионов, в основном концентрируясь на Северо-Западе страны.

Родиной молочного скота айрширской породы является Великобритания, где она выведена путем скрещивания аборигенных животных с не-

сколькими европейскими породами, в том числе голландской. В 1826 году была зарегистрирована как самостоятельная порода [1].

В Швецию, Норвегию, Канаду, США, Новую Зеландию, Австралию айрширов завозили в период 1822-1859 гг. На современном этапе развития молочного животноводства самая многочисленная в мире популяция айрширского скота создана в Финляндии, которая еще в 2017 году насчитывала более 100 тыс. голов. В эту страну айрширский скот завозился из Шотландии, Швеции, Германии. В 1896 году финская айрширская порода была признана самостоятельной, и уже в

1901 году создана первая племенная организация с изданием Первой племенной книги айрширского скота Финляндии. В стране селекционно-племенной работой занимается общегосударственное кооперативное племенное объединение FABA (Finnish Animal Breeding Association), занимающееся повышением генетического потенциала и совершенствованием племенного поголовья, которое разводится на более 9 тыс. животноводческих предприятиях. FABA утвердила положение о статусе племенного животного, регламентируя процедуры определения и лимиты кровности крупного рогатого скота для занесения в дополнительный раздел племенной книги айрширской породы Финляндии [2]. Состоит она из двух отделов: А - чистопородные животные, В — помесные. Каждый отдел разделяется на классы: основной, призовой, элитный, а также классы коров 50+ и 100+ тонн молока.

Слияние племенных центров Швеции, Дании и Финляндии явилось началом создания крупнейшей племенной международной организации VikingGenetics, которая разрабатывает селекционно-племенные стратегии совершенствования крупного рогатого скота стран-участниц, объединяя племенные ресурсы и обеспечивая ими участников. Именно там находится основной массив ценных генетических ресурсов красных молочных пород [3]. В дальнейшем заводчиками красных скандинавских пород (финская айрширская, красная датская и красная шведская) была создана селекционная программа «Красный викинг» (VikingRed), которая направлена на получение лучших быков-производителей красных пород.

В Россию айрширская порода крупного рогатого скота завозилась из Финляндии в 1963-1971 гг. [4]. При создании российской популяции айрширского скота применялось как чистопородное разведение завезенного импортного скота, так и поглотительное скрещивание местных низкопро-

дуктивных животных, в основном черно-пестрой породы, с чистопородными финскими быками-производителями [5]. По бонитировке 2020 г. (ВНИИплем, 2021) айрширский скот по численности поголовья занимает 7 место среди молочных пород России, что составляет 2,72 % от общего поголовья всех пород молочного скота. Основные массивы животных находятся в Ленинградской области (24,73 %), затем в Краснодарском крае (21,01 %) и далее в Республике Карелия (12,48 %) (табл.1). Надо отметить, что в Республике Карелия айрширский скот является основной породой и составляет более 90% от общего поголовья КРС [6].

В 2020 году всего пробонитировано 71,08 тыс. голов айрширского скота, в том числе 46,97 тыс., из которых 99,58 % являются чистопородными, 94,75 % имеют оценку класса элита-рекорд и элита.

По данным ВНИИплем [7] в 2020 году айрширский скот разводился в 88 хозяйствах. В племенных заводах РФ находится 37790 голов, в том числе коров 24840 гол., из них 19007 гол. с законченной лактацией, а в племрепродукторах 16700, 10890, 8260 гол., соответственно. Молочная продуктивность оцененных коров айрширской породы в среднем за 305 дней лактации в 2020 году составила 7580 кг молока, жир 4,12%, белок 3,33 %.

Российской популяции айрширского скота свойственны стабильность по относительной численности среди всех разводимых в стране КРС молочных пород и прогрессивный рост уровня продуктивности с высокими качественными показателями молока. Она отличается спецификой разведения в разных климатических зонах РФ, которая отражается в четырех внутрипородных типах: «Новоладожский», «Смена», «Прилуцкий», «Карельский» [8]. В результате проведенных исследований выявлена высокая степень генетического сходства между типами «Новоладожский» и «Смена», «Прилуцкий» и «Карельский» [9].

Таблица 1. Характеристика основных популяций айрширского скота РФ (2020 г.)

Регион	Пробонитировано, тыс. голов			Кол-во хозяйств	Коров с законченной лактацией	Удой, кг	Жир, кг	Белок, кг
	Всего КРС	%	В т. ч. коров					
Всего по России	71,08	100	46,97	88	36,36	7580	4,12	3,33
Ленинградская область	17,58	24,73	12,03	13	9,27	8141	4,11	3,36
Краснодарский край	14,94	21,01	9,9	9	7,67	7420	3,95	3,32
Республика Карелия	8,87	12,48	5,96	7	4,66	8008	4,17	3,2
Итого *	41,39	58,2	27,89	29	21,6	7856	4,07	3,31

Примечание: * - по трем субъектам РФ

На племпредприятиях РФ созданы банки семени от быков айрширской породы, которые были сформированы в 2016 г. — от 164 голов, в 2018 г. — от 181, в 2020 г. — от 198 голов. На 01.01.2021 г. запас семени от 198 быков айрширской породы составил 1476203 доз [10].

Методические базы оценки племенных качеств быков-производителей в России и за рубежом значительно отличались. Еще с начала 1980 г. за рубежом началось освоение метода BLUP, включающего в себя аддитивную генетическую ценность животного. Данный метод охватывает одновременно самок и самцов, потомков, предков, пробанда, а также учитывает все родственные связи и необходимые признаки животного. Результаты такой оценки представлены как отклонения от средних значений выбранной базы (популяция одной страны или нескольких стран), но прямое сравнение племенной оценки быков разных стран недопустимо, так как базы, требования и критерии стран отличаются.

В Российской Федерации до декабря 2020 года животные оценивались методом «дочери-сверстницы», тогда как в зарубежной практике уже несколько десятилетий внедрена методология BLUP по смешанным моделям. На данный момент в РФ действующей является «Методика оценки племенной ценности крупного рогатого скота молочного направления продуктивности» СНПлем Р11-96 с использованием оценок BLUP Sire Model, разработанная в ФГБНУ ВНИИплем и официально вступившая в силу 06.05.2021 г. [11].

На базе BLUP AM за рубежом проводится геномная оценка животных в рамках как национальных, так и международных программ, прогнозы из которых часто более точны, чем прогнозы из национальных баз [12]. Для повышения точности геномного прогноза в малочисленных популяциях животных применяется их

объединение с другими породами или животными той же породы, но другой страны. [13]. А также можно успешно применять одноэтапное геномное прогнозирование животных малочисленной породы одновременно с национальной геномной оценкой животных основной породы [14].

Для внедрения геномной селекции (GS) необходимо сформировать референтную популяцию, при помощи которой будет осуществляться связь молекулярных маркеров (SNP) с племенной ценностью животных, оцененных традиционным способом. При этом с увеличением точности оценки животных и накоплением поголовья достоверность геномной оценки повышается. Учет показателей племенных и продуктивных данных (дочерей, потомков) необходим для пополнения и обновления референтной популяции для более точной геномной оценки в будущем [15]. При ее внедрении ускоряется генетический прогресс популяции, снижаются генерационный интервал и экономические затраты на производителя, точность геномного прогноза значительно возрастает и превосходит прогноз по родительским особям. Экспертами установлено, что при использовании геномной селекции экономия средств составляет около 92% в противовес традиционной селекции.

Для формирования референтной популяции необходима информация о генетическом разнообразии исходной популяции. Первоначально геномный отбор применялся к самцам для прогнозирования продуктивности потомства, но в настоящее время широко применяется к самкам для предсказания их собственной более поздней продуктивности или даже эмбрионам [12]. И чем полнее референтная популяция отображает генетическое разнообразие выбранной популяции, тем достовернее будет геномная оценка ПЦ [16]. Чем более генетически гетерогенна исходная популяция, тем многочисленнее должна быть сама

Таблица 2. Референтные популяции быков и коров разных стран

Показатели	Австралия	Ирландия	Новая Зеландия	Франция	Германия	Нидерланды	Дания, Швеция, Финляндия	США, Канада
Размер референтной популяции, быков	2247	4500	3600	19377	19377	19377	19377	12152
Число коров, включенных в референтную популяцию	10000	нет	16000	нет	0	0	0	11473 (20000)*

Примечание: * Данные 2012 г.

референтная популяция. На международном уровне еще в 2010 году пять племенных организаций Европы (CRV, DHV, Vit, UNCEIA и VikingGenetics) объединились для создания программы EuroGenomics (Франция, Германия, Голландия, Бельгия, Дания, Швеция, Финляндия), а затем и ряд других европейских стран, тем самым увеличив референтную популяцию и обогнав тогда США, которые являются неоспоримыми лидерами внедрения геномной селекции [17].

В таблице 2 отражены данные размеров референтных популяций быков и коров разных стран (2011 г.) [18].

При сравнении данных по генотипированному домашнему скоту за 2009 и 2019 годы (табл. 3), видны темпы увеличения баз референтных популяций в мире. Геномная эталонная популяция голштинской породы в США в 2020 году включала более 44000 протестированных по потомству быков и более 700000 коров с данными по молочной продуктивности [12].

На январь 2019 года по данным NAV [19] численность референтных популяций быков и коров различных пород КРС в мире представлена в таблице 4.

Полученные данные о коровах в референтных популяциях используются в дополнение к информации по производителям. Это становится все более актуально для малочисленных пород, где нет необходимого количества проверенных быков [15]. Для примера можно привести следующие данные: включение 4800 голов коров в референтную популяцию джерсейской породы в Дании позволило увеличить надежность геномной племенной оценки на более чем 8 %. В таблице 5 показано число проверенных коров голштинской, красных и джерсейской пород в Дании, Финляндии и Швеции с 2012 по 2018 гг.

Формирование референтной популяции — это огромная работа, в которую входит сбор и генотипирование отобранного биологического материала. Это группа животных, представленная одной породой, оцененная по потомству и происхождению, а также имеющая данные генотипирования SNP. При небольшом количестве популяции существует практика объединения информации о животных из разных стран, к которой можно отнести айрширскую породу [20].

При покупке ценного производителя становится необходимым наличие геномного индекса племенной ценности (ПЦ). Однако в России система геномной оценки ПЦ скота отсутствует и не созданы референтные популяции [21]. Но начало заложено. Сотрудниками ВНИИГРЖ была создана выборка из 1100 голов генотипированных коров и 300 генотипированных быков КРС для прогноза племенной ценности, в дальнейшем получившей статус исходной референтной популяции голштинского и черно-пестрого скота Ленинградской области [22], а также сформулированы требования к ней.

Учитывая прирост молодых быков айрширской породы в среднем на 17 голов за каждый определенный период и опыт проведения геномной оценки племенной ценности поголовья голштинского и черно-пестрого скота Ленинградской области сотрудниками ВНИИГРЖ [22], можно достичь необходимого количества образцов биоматериала быков айрширской породы ($n=300$), находящихся на племяниях России, к 2026 г. Необходимое количество маток ($n=1100$) можно набрать уже сейчас, даже только в племенных хозяйствах Ленинградской области.

Заключение. Таким образом, проведя анализ численности поголовья молочного скота айршир-

Таблица 3. Количество генотипированных животных и птиц по базам данных разных стран

Вид	Базы данных генотипов	Количество голов	
		2009 год	2019 год
Молочный скот	США и Канада	22344	3020000
	Франция	8500	975000
	Германия и Австрия	3000	785000
	Нидерланды	6000	465000
	Новая Зеландия	4500	140000
Комбинированный скот	Ирландия	-	1500000
Мясной скот (Ангус)	США	-	550000
Свиноводство	Свиноводческие компании по улучшению	-	400000
Птицеводство	Авиаген	-	1000000

ской породы в РФ, ареала ее распространения, целей и методов разведения в разных региональных популяциях, оценив объем базы ДНК генетического материала производителей отечественных племпредприятий, импортных коров и спермы быков айрширской и родственных красных пород, установив, что на официальном уровне (ВНИИплем) проводится работа по оценке племенных качеств быков с использованием метода BLUP, можно сделать вывод, что в бли-

жайшее время имеется возможность формирования референтной популяции для осуществления геномной оценки айрширского скота.

Созданная референтная популяция позволит как можно скорее начать процесс внедрения GS для выведения высокопродуктивных отечественных животных, так как на сегодняшний день айрширский скот России не может конкурировать не только на мировом уровне с лидерами животноводства, но и внутри страны с импортной генетикой.

Таблица 4. Численность референтных популяции быков и коров различных пород КРС

Порода	Референтная популяция	
	Быки	Коровы
Голштинская	35100*	44100
Красные породы (RDC)	9300**	43500
Джерсейская	2700***	21800

Примечание: включая проверенных быков из: * Голландии, Франции, Германии, Испании, Польши; ** Норвегии; *** США.

Таблица 5. Наличие проверенных коров к 2019 г.

Год	Голштинская			Красные породы			Джерсейская		
	Дания	Финляндия	Швеция	Дания	Финляндия	Швеция	Дания	Финляндия	Швеция
2012	2775	1826	592	1334	3767	2153	4679	17	112
2013	4369	2632	1471	1666	3503	2465	3591	13	85
2014	4842	2869	2278	1839	3701	2866	4448	13	85
2015	6129	3570	2605	2211	4847	3934	5216	37	142
2016	9897	4992	3912	2852	6986	5282	6009	46	156
2017	14812	8548	4761	3659	8722	5595	7197	67	198
2018	11694	7411	4357	2672	6697	4253	5598	50	154
Итого	59986	33628	21049	17897	44313	30055	43616	267	1091
-	Итого голштинская: 114663			Итого красные: 92265			Итого джерсейская: 44974		

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

Литература

- Болгов А. Е. Айрширы в XXI веке / А. Е. Болгов; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПАО Петрозаводский гос. университет. — Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2015. — 99 с.
- [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ayrshire.ru/today/finnish-ayrshire>.
- Петрова А. В. Использование быков-производителей разного происхождения на маточном поголовье трех типов айрширского скота / А. В. Петрова, Е. Н. Васильева // Таврический вестник аграрной науки. — 2016. — № 2(6). — С. 88-98.
- Kudinov A. A. Application of BLUP AM in Russian Ayrshire Cattle Breeding Value Evaluation / A. A. Kudinov, A. V. Petrova, K. V. Plemyashov // The International Conference on the status of plant & animal genome research, San Diego, CA, 14–18 января 2017 года. — San Diego, CA: Scherago International, 2017. — P. 0425.
- Егизарян А. В. Селекция айрширов в России и за рубежом / А. Егизарян, Н. Чекменева, О. Тулинова, Е. Васильева // Животноводство России. — 2013. — № 8. — С. 53-58.
- Болгов А. Е. Республика Карелия — племенная база айрширской породы / А. Е. Болгов, И. Н. Петрачкова // Генетика и разведение животных. — 2017. — №2. — С. 92-96.

7. Дунин И. М. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2020 год). — Лесные Поляны: ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела", 2021. — 265 с. — ISBN 978-5-87958-404-2.
8. Тулинова О. В. Внутрипородные типы айрширского скота России / О. В. Тулинова, М. В. Позовникова, А. А. Сермягин, Е. Н. Васильева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. — 2021. — № 1(61). — С. 260-278. — DOI 10.32786/2071-9485-2021-01-26.
9. Тулинова О. В. Генетическое сходство внутрипородных типов скота айрширской породы на основе информации по родословной / О. В. Тулинова, М. В. Позовникова, А. А. Сермягин // Генетика, селекция и биотехнология животных: на пути к совершенству : Материалы научно-практической конференции с международным участием, Пушкин, 13–15 октября 2020 года. — Пушкин: Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных РАСХН, 2020. — С. 288-289.
10. Тулинова О. В. Генетические ресурсы отечественной популяции айрширского скота: справочное пособие / О. В. Тулинова, Е. Н. Васильева, С. В. Анистенко [и др.]. — Санкт-Петербург, Пушкин: Аргус, 2019. — 186 с.
11. Тяпугин С. Е. Каталог быков-производителей молочных и молочно-мясных пород, оцененных по качеству потомства в 2021 году. — Лесные Поляны: ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела". — 2021. — 268 с.
12. VanRaden P. M. Symposium review: How to implement genomic selection / P. M. VanRaden // Journal of Dairy Science. — 2020 — Vol. 103. — № 6.
13. Сермягин А. А. Перспективы использования оценки геномной племенной ценности в селекции молочного скота / А. А. Сермягин, Е. Н. Нарышкина, Т. В. Карпушкина [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. — 2015. — № 7. — С. 2-5.
14. Kudinov A. A. Single-step genomic predictions of a minor breed, concurrently with the national genomic evaluations of main breeds / A. A. Kudinov, M. Koivula, I. Strandén, G. P. Aamand, and E. A. Mäntysaari // Interbull Bulletin № 56. Leeuwarden, The Netherlands, April 26-30. — 2021. — P. 174-179.
15. Тележенко Е. В. Влияние геномной селекции на стратегию развития племенного молочного животноводства / Е. В. Тележенко // Молочное и мясное скотоводство. — 2016. — № 3. — С. 3-6.
16. Смарагдов М. Г. Полногеномный анализ межстадной fSt-гетерогенности голштинизированного скота / М. Г. Смарагдов, Е. И. Сакса, А. А. Кудинов [и др.] // Генетика. — 2016. — Т. 52. — № 2. — С. 198. — DOI 10.7868/S0016675816020156.
17. Лукьянов К. И. Мировые тенденции в селекции молочного скота / К. И. Лукьянов, В. А. Солошенко, И. И. Клименок, Н. С. Юдин // Генетика и разведение животных. — 2015. — № 3. — С. 63-69.
18. Смарагдов М. Г. Геномная селекция молочного скота в мире. Пять лет практического использования / М. Г. Смарагдов // Генетика. — 2013. — Т. 49. — № 11. — С. 1251.
19. Ulrik S. N. Status and plans genomic prediction / Ulrik Sander Nielsen, Lars Peter Sørensen og Gert Pedersen Aamand [Электронный ресурс] // NAV workshop January 17, 2019. Режим доступа: <https://nordicebv.info/wp-content/uploads/2019/01/Genomic-prediction-USN-NAV-workshop-jan-2019.pdf>.
20. Голубков А. И. Геномная селекция в животноводстве и ее положительные моменты в определении племенной ценности животных / А. И. Голубков, А. А. Голубков // Научное обеспечение животноводства Сибири: Материалы II международной научно-практической конференции, Красноярск, 17-18 мая 2018 года / Красноярский научно-исследовательский институт животноводства. — Обособленное подразделение «Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»; Составители: Л. В. Ефимова, Т. В. Зазнобина. — Красноярск: Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук». — 2018. — С. 73-86.
21. Пантюх Е. В России разрабатывается первая собственная система геномной оценки племенной ценности скота [Электронный ресурс] / Е. Пантюх // Коммерсант. Наука. — 2014. Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/2624075>.
22. Кудинов А. А. Модель геномной оценки племенной ценности молочного скота Ленинградской области: специальность 06.02.07 "Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных": диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Кудинов Андрей Андреевич. — Лесные Поляны, 2019. — 124 с.

Petrova A., Vasileva E.

Possibility of creating a reference population of Ayrshire cattle

Abstract.

Purpose: the goal is to study the abundance, distribution area and genetic similarity of regional populations of the Ayrshire breed of the Russian Federation for the possibility of forming a reference population and conducting a genomic assessment using modern methods for small populations of cattle.

Materials and methods. The material was articles and presentations of domestic and foreign researchers, statistical data on the breeding and bovine livestock of the Ayrshire breed of dairy cattle in yearbooks, bulletins and catalogs for evaluating bulls of enterprises in Russia. Studied and analyzed electronic resources.

Results. To introduce genomic selection (GS) for Ayrshire cattle of Russia, it is necessary to form a reference population, which will be used to link molecular markers (SNPs) with the breeding value of animals evaluated using the BLUP method. At the same time, with an increase in the accuracy of the assessment of animals and the accumulation of livestock, the reliability of the genomic assessment increases. Accounting for the productive traits of the descendants and daughters of bulls is necessary to replenish and update the reference population in order to obtain a more accurate genomic assessment in the future. With the introduction of GS, the genetic progress of the population will accelerate, the generation interval and economic costs for the producer will decrease. The accuracy of genomic prediction increases significantly and will exceed the prediction for parental individuals.

Conclusion. As a result of the analysis, it was found that in the coming years it is possible to form a reference population for the genomic assessment of Ayrshire cattle. The reference population will allow as soon as possible to start the process of introducing GS to breed highly productive domestic animals, since today the Ayrshire cattle of Russia cannot compete not only at the world level with the leaders of animal husbandry, but also within the country with imported genetics.

Key words: Ayrshire breed; classification; breeding; milk yield; BLUP AM; genetic evaluation.

Authors:

Petrova A. – Junior researcher; e-mail: anusha.82@mail.ru

Vasileva E. – 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; 196625, Russia, St. Petersburg, pos. Tyarlevo, Moscow highway, 55a.

References

1. Bolgov A. E. Ayrshires in the XXI century / A. E. Bolgov; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Petrozavodsk State University. university. — Petrozavodsk: PetrSU Publishing House, 2015. — 99 p.
2. [Electronic resource]. Access mode: <http://ayrshire.ru/today/finnish-ayrshire>.
3. Petrova A. V. Cross-originated bulls using on three type dams of ayrshyre breed // A. V. Petrova, Ye. N. Vasilyeva / Taurida herald of the agrarian sciences. — 2016. — № 2(6). — P. 88-98.
4. Kudinov A. A. Application of BLUP AM in Russian Ayrshire Cattle Breeding Value Evaluation / A. A. Kudinov, A. V. Petrova, K. V. Plemyashov // The Intern.Conf. on the status of plant & animal genome research, San Diego, CA, 14-18.01. 2017 года. — San Diego, CA: Scherago Intern., 2017. — P. 0425.
5. Egiazaryan A. Ayrshire cow breeding in Russia and abroad / A. Egiazaryan, N. Chekmenyova, O. Tulinova, E. Vasilyeva // Animal husbandry of Russia. — 2013. — № 8. — P. 53-58.
6. Bolgov A. Republic of Karelia — breeding base of Ayrshire breed / A. Bolgov, I. Petrachkova // Genetika i razvedenie zhivotnyh. — 2017. — № 2. — P. 92-96.
7. Dunin I. M. Yearbook on breeding work in dairy cattle breeding in the farms of the Russian Federation (2020). — Forest Glades: All-Russian Scientific Research Institute of Breeding, 2021. — 265 p.
8. Tulinova O. V. Indreed types of Airshire cattle of Russia // O. V. Tulinova, M. V. Pozovnikova, A. A. Sermiyagin, E. N. Vasilyeva / Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp. 2021. 1(61). 260-278.
9. Tulinova O. V. Genetic similarity of intrabreed types of ayrshire cattle based on pedigree information // O. V. Tulinova, M. V. Pozovnikova, A. A. Sermiyagin / Genetics, breeding and biotechnology of animals: on the way to perfection : Materials of a sci. and pract. conf. with intern. participation, Pushkin, 13-15.10.2020. — pp. 288-289.

10. Tulinova O. V. Genetic resources of the domestic population of Ayrshire cattle: a reference guide / O. V. Tulinova, E. N. Vasilyeva, S. V. Anistenok [et al.]. — St. Petersburg, Pushkin: Argus, 2019. — 186 p.
11. Tyapugin S. E. Catalog of bulls-producers of dairy and dairy-meat breeds, evaluated by the quality of offspring in 2021. — Forest Glades: FGBNU "All-Russian Scientific Research Institute of Breeding". — 2021. — 268 p.
12. VanRaden P. M. Symposium review: How to implement genomic selection / P. M. VanRaden // Journal of Dairy Science. — 2020 — Vol. 103. — № 6.
13. Sermyagin A. A. The perspective for using of the genomic breeding value in dairy cattle breeding / A. A. Sermyagin, E. N. Naryshkina, T. V. Karpushkina, N. I. Strekozov, N. A. Zinov'eva // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. — 2015. — № 7. — P. 2-5.
14. Kudinov A. A. Single-step genomic predictions of a minor breed, concurrently with the national genomic evaluations of main breeds / A. A. Kudinov, M. Koivula, I. Strandén, G. P. Aamand, and E. A. Mäntysaari // Interbull Bulletin № 56. Leeuwarden, The Netherlands, April 26-30. — 2021. — P. 174-179.
15. Telejenko E. V. Effect of genomic selection on strategy of developing dairy cattle breeding / E.V. Telejenko E.V. // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. — 2016. — №3 — P. 3-6.
16. Smaragdov M. G. Genome-wide analysis of across herd fSt heterogeneity in holsteinized livestock / M. G. Smaragdov, E. I. Saksa, A. A. Kudinov [et al.] // Genetics. — 2016. — Vol. 52. — № 2. — P. 198. — doi: 10.7868/S0016675816020156.
17. Lukyanov K. I. World trends in dairy breeding / K. I. Lukyanov, V. A. Soloshenko, I. I. Klimenok, N. S. Yudin N. S. // Genetika i razvedenie zhivotnyh. — 2015. — № 3. — P. 63-69.
18. Smaragdov M. G. Genomic selection of milk cattle. The practical application over five years / M. G. Smaragdov // Genetics. — 2013. — V. 49. — № 11. — P. 1251.
19. Ulrik S. N. Status and plans genomic prediction / Ulrik Sander Nielsen, Lars Peter Sørensen og Gert Pedersen Aamand [Electronic resource] // NAV workshop January 17, 2019. Access mode: <https://nordicebv.info/wp-content/uploads/2019/01/Genomic-prediction-USN-NAV-workshop-jan-2019.pdf>.
20. Golubkov A. I. Genomic selection in animal husbandry and its positive aspects in determining the breeding value of animals / A. I. Golubkov, A. A. Golubkov // Scientific support of animal husbandry in Siberia: Materials of the II International Scientific and Practical Conference, Krasnoyarsk, May 17-18, 2018 / Krasnoyarsk Scientific Research Institute of Animal Husbandry is a separate subdivision of the Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Compiled by L. V. Efimova, T. V. Zaznobina. — Krasnoyarsk: Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences". — 2018. — pp. 73-86.
21. Pantyukh E. In Russia, the first proprietary system of genomic evaluation of the breeding value of livestock is being developed [Electronic resource] / E. Pantyukh // Kommersant. The science. — 2014. Access mode: <https://www.kommersant.ru/doc/2624075>.
22. Kudinov A. A. Model of genomic assessment of breeding value of dairy cattle of the Leningrad region: specialty 06.02.07 "Breeding, breeding and genetics of farm animals": dissertation for the degree of Candidate of Biological Sciences / Kudinov Andrey Andreevich. — Forest Glades, 2019. — 124 p.