СИСТЕМА ПОРОДНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ С УЧЕТОМ ВАРИАНТОВ СКРЕЩИВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ПРОГРАММ СЕЛЕКЦИИ ПО КАЖДОЙ ИЗ РАЗВОДИМЫХ ПОРОД

ЯРОСЛАВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЖИВОТНОВОДСТВА И КОРМОПРОИЗВОДСТВА – ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР КОРМОПРОИЗВОДСТВА И АГРОЭКОЛОГИИ ИМЕНИ В.Р. ВИЛЬЯМСА»

СИСТЕМА ПОРОДНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ С УЧЕТОМ ВАРИАНТОВ СКРЕЩИВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ПРОГРАММ СЕЛЕКЦИИ ПО КАЖДОЙ ИЗ РАЗВОДИМЫХ ПОРОД

МОНОГРАФИЯ

Ярославль 2021

УДК 636.2.034
ББК 46.0
С34

Система породного районирования крупного рогатого скота Ярославской области с учетом вариантов скрещивания и оптимизации программ селекции по каждой из разводимых пород / Абрамова М.В., Ильина А.В., Зырянова С.В., Евдокимов Е.Г., Малина Ю.И., Коновалов А.В., Лапина М.Ю. – Ярославль: Канцлер, 2021. – 143 с.

Рецензенты:
Кравайнис Ю.Я., доктор биол. наук, старший научный сотрудник отдела технологий животноводства Ярославского НИИЖК-филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»
Скворцова Е.Г., кандидат биол. наук, доцент, зав. кафедрой «Зоотехния» ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА

В монографии рассмотрены вопросы использования генофонда молочных пород крупного рогатого скота на территории Ярославской области. Проведен мониторинг численности поголовья, продуктивности и современной генеалогической структуры, аллелофонда по ЕАВ-локусу групп крови популяций крупного рогатого скота айрширской, голштинской, черно-пестрой и ярославской пород. Монография предназначена для руководителей и специалистов АПК, фермерских и крестьянских хозяйств, научных работников, аспирантов и студентов сельскохозяйственных ВУЗов.

ISBN 978-5-907417-80-9

Рекомендовано и одобрено ученым советом Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (протокол № 5 от 27.12.2021 г.)

© Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», 2021
© Абрамова М.В., Ильина А.В., Зырянова С.В., Евдокимов Е.Г., Малина Ю.И., Коновалов А.В., Лапина М.Ю.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 5

1 Характеристика племенных ресурсов молочных пород Ярославской области 6

1.1 Айрширская порода 6

1.1.1 Динамика численности поголовья и молочной продуктивности 12

1.1.2 Генеалогическая структура 14

1.1.3 Селекционно-генетические параметры продуктивных признаков 16

1.1.4 Генетический потенциал продуктивных признаков и степень его реализации 20

1.1.5 Генетическая структура популяции по EAB-локусу групп крови 22

1.2 Голштинская и черно-пестрая породы 27

1.2.1 Динамика численности поголовья и молочной продуктивности 29

1.2.2 Генеалогическая структура 31

1.2.3 Селекционно-генетические параметры продуктивных признаков 37

1.2.4 Генетический потенциал продуктивных признаков и степень его реализации 40

1.2.5 Генетическая структура популяции по EAB-локусу групп крови 41

1.3 Ярославская порода 49

1.3.1 Динамика численности поголовья и молочной продуктивности 52

1.3.2 Генеалогическая структура 53

1.3.3 Селекционно-генетические параметры продуктивных признаков 61

1.3.4 Генетический потенциал продуктивных признаков и степень его реализации 64
1.3.5 Генетическая структура популяции по EAB-локусу групп крови 66
2 Методы совершенствования племенных и продуктивных качеств молочного скота Ярославской области 75
2.1 Влияние генетических и паратипических факторов на продуктивные показатели 75
2.2 Влияние методов подбора 77
2.3 Влияние кровности по улучшающей породе 84
3 Усовершенствованный метод управления генетическим потенциалом с применением популяционной и иммунной генетики 94
3.1 Оценка племенной ценности пробанда по живой массе в раннем возрасте 94
3.2 Оценка племенной ценности пробанда в зависимости от генотипа по EAB-локусу групп крови 99
3.3 Оценка племенной ценности пробанда по продуктивности матери и тренда по отцу 105
4 Анализ и перспективы использования племенных ресурсов молочного скота в Ярославской области 109
4.1 Племенная база крупного рогатого скота молочного направления продуктивности 109
4.2 Анализ выполнения предыдущейпрограммы породного районирования 2014-2020 гг. 112
4.3 Оценка селекционной рентабельности пород 115
4.4 Предложения по дальнейшему разведению пород молочного направления продуктивности в Ярославской области 117
Заключение 120
Благодарности 124
Список использованных источников 125
Приложения 141

ВВЕДЕНИЕ

В современных экономических условиях развития молочного скотоводства основным фактором обеспечения необходимого уровня молочной продуктивности коров является создание животных с высоким генетическим потенциалом продуктивности и приспособленности к условиям промышленной технологии, так как от этого в значительной степени зависит насыщение рынка молоком и молочными продуктами (Векленко В.И. и др., 2015). Динамика селекционного процесса, направленного на повышение молочной продуктивности, обусловливает необходимость системной оценки животных в стадах и популяциях по основным хозяйственно-полезным признакам и степени реализации их генетического потенциала в условиях взаимодействия «генотип-среда». В настоящее время молочное скотоводство в целом, как отрасль экономики, направлена на получение максимальной прибыли при производстве качественных и экологически безопасных продуктов питания, а селекционная работа имеет своей целью производить наиболее ценных животных для конкретных условий

Совершенствование племенных и продуктивных качеств сельскохозяйственных животных является важной приоритетной задачей в обеспечении продовольственной безопасности России (Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20). В связи с этим существенно повышается роль селекционных программ, ориентированных на сохранение и совершенствование различных пород с помощью внедрения в практику достижений современной генетики селекции (Зиновьева Н.А. и др., 2010).

В монографии представлена характеристика племенных ресурсов молочных пород Ярославской области, методы совершенствования их племенных, продуктивных и генетических качеств. Особое внимание уделяется методам генетического контроля и управления селекционным процессом в породах на основе применения популяционной и иммунной генетики.

1 Характеристика племенных ресурсов молочных пород Ярославской области

1.1Айрширская порода

Айрширская порода скота широко известна и популярна в мире из-за высокой продуктивности, особенно жирномолочности, сочетания ценных биологических, технологических, экономических, акклиматизационных и других качеств. Примечательно, что айрширы – одна из немногих пород, которая благодаря своей зоотехнической ценности в России избежала голштинизации (Болгов А.Е., 2015; Карташова А. П., Фирсова Э. В., 2019).

В Российской Федерации среди сельхозпредприятий, занимающихся молочным скотоводством, айрширскую породу разводят в 21 племенном заводе, где по данным бонитировки 2013 года удой от коровы составил 6729 кг молока жирностью 4,12% и белковостью 3,33% (Тулинова О.В. и др., 2014).

Доля айрширской породы в племенных заводах и репродукторах России с 2010 по 2019 год возрастала, в 2020 году наблюдается снижение поголовья (Прохоренко П.Н., Тулинова О.В., Васильева Е.Н., 2014; Ежегодник..., 2021).

На протяжении более 20 лет по уровню удоя среди пород, разводимых в России, айрширская стабильно занимала второе место, уступая только чистопородным голштинам (Костомахин Н. М., 2011).

Молочная продуктивность высокая, при хорошем кормлении в некоторых хозяйствах от коров надаивают за лактацию по 6000 - 7000 кг молока с содержанием жира 4,2-4,3 % и содержанием белка 3,4-3,5 %. Айрширский скот с давних пор совершенствовали по молочности и жирномолочности. Среди животных этой породы встречаются коровы, высокие удои которых сочетаются с хорошей жирномолочностью. Рекордные удои молока айрширских коров превышают 11000 кг при высокой жирности (Трухачев В., Злыднев Н., Сычева О., 2006; Филинская О.В., Кутакова Е.В., 2014).

В молоке благоприятная структура жировых шариков, а молоко, полученное от коров айрширской породы, пригодно как сырье для переработки и производства из него любых сыров (Комлацкий Г., 2015; Болгов А. Е., Комлык И.П., Калинин П.И., 2016; Файзуллин П.В., Харлап С.Ю., 2019).

Животные айрширской породы имеют типичный экстерьер молочного скота. Известно, что экстерьер всегда специфичен для породы и свидетельствует до некоторой степени о здоровье животного, его приспособленности к определенному виду производительности, способности к воспроизводительным функциям и т. д. Из этого следует, что сам по себе отбор молочных животных по экстерьеру может давать хорошие результаты, а в соединении с отбором по продуктивности он приобретает еще большее значение (Дмитриев Н.Г., 1982; Филинская О.В., Керунова Д.Г., 2020).

Конституция в основном крепкая, сухая, типичная для молочного скота. Передняя часть туловища сравнительно короткая, узкая, средняя часть – длинная, с объемистой грудью, задняя – хорошо развита (Алифанов В., Алифанов С., Волкова С., 2009).

Масть животных красно- или коричнево-пестрая, часто встречаются белые животные с небольшим количеством цветных, четко ограниченных пятен (Костомахин Н. М., 2007).

Коровы имеют пропорционально развитое вымя чашеобразной формы с интенсивностью молоковыведения 1,8-2,0 кг/мин; индекс вымени 46-48 %; соски средних размеров, широко расставленные; кожа тонкая, эластичная, покрыта нежными волосами. Животные данной породы отличаются высокой скороспелостью: первый отел может проходить в возрасте 24-26 мес. Телок первый раз осеменяют в возрасте 15-17 мес. при достижении живой массы 350-360 кг (Костомахин Н. М., 2011).

В настоящее время для осеменения коров и телок племенных заводов по разведению скота айрширской породы используется сперма быков-производителей, сочетающих кровь финских айрширов, красного шведского

скота или норвежской красной породы (Егиазарян А.В., Тулинова О.В., Васильева Е.Н., Анистенок С.В., 2013; Литонина А.С., Кудрин А.Г., 2020).

Заболевание конечностей у скота данной породы регистрируется реже, чем у животных других пород молочного направления продуктивности (Тулинова О.В. и др., 2015).

Главной задачей селекционной работы является постоянное совершенствование молочных пород крупного рогатого скота, направленное на увеличение продуктивных показателей и улучшение экстерьерных признаков животных (Тяпугин С.Е., и др., 2015; Абрамова Н.И., Селимян М.О., 2020).

Основной метод совершенствования айрширской породы – чистопородное разведение. Так, в нашей стране массив айрширского скота создается за счет чистопородного разведения и скрещивания коров местных пород с айрширскими быками на северо-западе Ленинградской области и в Карелии. Племенная работа по повышению молочной продуктивности животных ведется с четырьмя генеалогическими группами айрширской породы, которые обозначают буквами A, B, C и D. В пределах каждой генеалогической группы выделен ряд линий быков, потомство которых распространено в различных хозяйствах (Костомахин Н.М., 2007; Лыков А.С., 2017).

Новый заводской тип Новоладожский выведен путем длительной селекции айрширского скота при чиспотопородном разведении в течении шести поколений и апробирован в июне 2005 года. Надой 7001 кг молока жирностью 3,96 %, белковостью 3,28 %. Животные хорошо приспособлены к условиям интенсивной промышленной технологии. Молодняк выведенного типа отличается высокой энергией роста, что дает возможность осеменять телок в возрасте 16-17 мес. (Прохоренко П.Н. и др., 2006).

Заводской тип Смена выведен по методу чистопородного разведения полузакрытой популяции импортного поголовья, завезенного из Финляндии.

Основной задачей при создании типа было выведение животных, отличающихся высоким производством молочного жира и белка. Одновременно вторичным селекционным признаком была живая масса животных. Продуктивность коров типа Смена составила 8301 кг молока с МДЖ 4,27 % и выходом продукции молочного жира 354 кг, что выше на 2286 кг по молоку, на 0,14 % – по жиру и 106,3 кг – по молочному жиру по сравнению с айрширскими животными племзаводов Российской Федерации. Уникальность животных нового типа заключается в том, что высокая продуктивность сочетается с хорошей воспроизводительной способностью (Тучемский Л.И., Макарова Г.Г., Прохоренко П.Н., 2008).

В Вологодской области был создан Прилуцкий тип айрширской породы методом чистопородного разведения путем поэтапного целенаправленного отбора и подбора животных, отвечающих целевым стандартам, с использованием лучшего генофонда быков-производителей финской, отечественной, норвежской и канадской селекции. По результатам исследований молоко коров нового типа обладает высокой биологической ценностью, что позволяет использовать его для получения высококачественных молочных продуктов. На сегодняшний день надой животных нового типа составляет 7272 кг молока, жирность молока – 4,44 % и белковость – 3,51 % (Тяпугин Е.А., Абрамова Н.И., Тяпугин С.Е., 2011).

В 2013 году зарегистрирован Карельский тип айрширского скота, созданный на основе животных финской селекции методом чистопородного разведения с использованием быков финского и отечественного происхождения. Коровы нового типа отличаются высокой молочностью (более 8000 кг молока), средней живой массой 525-550 кг, крепкой конституцией, хорошей приспособленностью как к привязному, так и беспривязному содержанию, повышенной устойчивостью к маститу, высокой интенсивностью молокоотдачи (2,21 кг/мин.) (Болгов А.Е., 2013).

Таким образом, животные новых типов отличаются от массива айрширской породы высокой продуктивностью, живой массой, приспособленностью к промышленной технологии, устойчивостью к лейкозу и оказывают улучшающее влияние на селекционный прогресс айрширского скота страны.

Айрширская порода крупного рогатого скота является наиболее конкурентной среди пород, разводимых в нашей стране. Одним из ведущих хозяйств по разведению этой породы является племенной завод ЗАО «Агрофирма «Пахма» Ярославской области с удоем коров в 2013 году 6604 кг молока жирностью 4,21% и белковостью 3,06%. Ежегодный фенотипический прирост продуктивности 162 кг молока на 12,5% определяется генетикой – генетический тренд составляет 20 кг молока в год. Наращивание генетического потенциала продуктивности и создание оптимальных условий для его реализации является первостепенной задачей специалистов хозяйства (Тулинова О.В. и др., 2014).

За последние 5 лет продуктивность коров айрширской породы увеличилась и в ведущих племенных заводах превысила уровень 7000 кг молока, в том числе в ПЗ «Новоладожский» получено свыше 8000 кг. Коровы айрширской породы в отдельных регионах успешно конкурируют с животными других пород по качественным показателям молока, что на сегодняшний день актуально. Рекордные показатели продуктивности отдельных коров свидетельствуют о высоком генетическом потенциале этой породы (Прохоренко П.Н., Тулинова О.В., Васильева Е.Н., 2014).

Современный генетический потенциал айрширского скота позволяет получать коров с удоем свыше 10 тыс. кг. Но такая продуктивность снизит на какое-то время показатели воспроизводства и содержания жира в молоке.

Развитие айрширского скота возможно на основе применения наиболее эффективных вариантов отбора маточного поголовья и индивидуального корректирующего подбора быков-производителей. Программы спаривания

должны быть направлены на сочетание преимуществ быка с недостатками коровы и в результате улучшить племенные качества потомства. Дальнейшее повышение и наиболее полная реализация генетического потенциала животных возможны только при создании оптимальных условий кормления и содержания животных (Коновалов М.П., 2012). Коровы айрширской породы показывают лучшие значения удоя, содержания жира и белка в молоке при инбредном подборе в кроссах линий (Зверева Е.А., 2016).

Главной целью селекционно-племенной работы с породой является выведение животных, способных проявлять высокую продуктивность при экономной затрате энергии на ее производство, сохранении хорошего здоровья и плодовитости коров, а также передаче этих качеств потомкам.

Задачами селекционно-племенной работы с породой являются: повышение генетического потенциала племенных стад айрширской породы крупного рогатого скота по молочной продуктивности до 8000-9000 кг молока жирностью свыше 4,0% и белковостью не менее 3,2%; увеличение живой массы полновозрастных коров до 550 кг; создание крепкой племенной базы породы – племенных быкопроизводящих стад с удоем на корову 8000-10000 кг; получение в требуемом количестве высокоценных быков-производителей и доз спермы оцененных быков-улучшателей.

Коровы айрширской породы хорошо отзываются наулучшение условий кормления и содержания. Уровень удоев коров неодинаков как в странах Европы, так и в России. Продуктивность их лучше всего проявляется в хозяйствах с высоким уровнем кормления (Mark T., 2004).

Арнопольская А.Ю. (2016) рекомендует при разработке перспективных планов в селекционно-племенной работы со стадом скота айрширской породы, при отборе коров в селекционную группу учитывать факторы, влияющие на продолжительность продуктивного использования: продуктивные качества матери и отца, принадлежность к семейству коров.

1.1.1 Динамика численности поголовья и молочной продуктивности

Племенные ресурсы айрширской породы в Ярославской области представлены стадом ЗАО «Агрофирма «Пахма». В ЗАО «Агрофирма «Пахма» занимаются разведением айрширского скота с 1987 года. В 1997 году предриятие является племенным заводом по разведению айрширской породы крупного рогатого скота (Тулинова О.В. и др., 2014).

По состоянию на начало 2021 года поголовье крупного рогатого скота айрширской породы в стаде составило 684 головы, в том числе 440 коров (Ежегодник …, 2021).

На рисунке 1 приведена динамика численности поголовья айрширской породы за последние 5 лет в процентах к 2015 году.

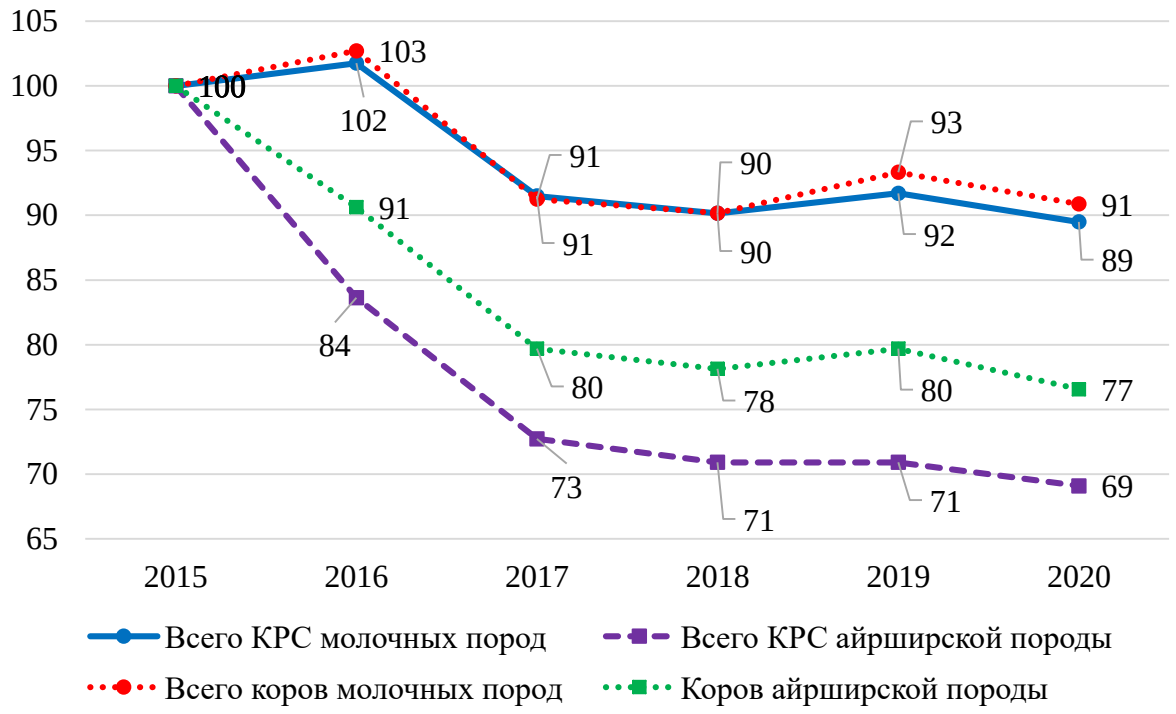


Рисунок 1 - Динамика численности поголовья айрширской породы

Из данных рисунка 1 видно, что численность крупного рогатого скота и коров молочных пород с каждым годом снижается. В 2020 году по сравнению

с 2015 годом всего крупного рогатого скота стало меньше на 11%, а коров на 9%. Такая же ситуация и со скотом айрширской породы, поголовье коров снизилось на 23%, а всего крупного рогатого скота на 31%.

Главным показателем, характеризующим лактационную деятельность коров, является динамика надоев. По данным бонитировки за 2020 год, в среднем по стаду, было получено 7959 кг молока жирностью 4,25% и содержанием белка 3,16%, а от первотелок — 7365 кг жирностью 4,23% и белковостью 3,19%.

В таблице 1 представлена динамика молочной продуктивности коров айрширской породы за 305 дней первой законченной лактации за шестилетний период.

Таблица 1 – Молочная продуктивность айршиского скота Ярославской области

Показатели	Периоды, год					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Надой, кг	6579	7085	7236	7419	7505	7959
МДЖ, %	4,30	4,21	4,24	4,11	4,26	4,25
МДБ, %	3,29	3,15	3,17	3,21	3,35	3,16
Живая масса, кг	525	537	554	562	570	593

Из данных таблицы 1 следует, что с каждым годом уровень молочной продуктивности возрастает, наибольший прирост отмечен в период с 2015 по 2016 год на 506 кг или 7,1% и с 2019 по 2020 год на 5,7%. Всего за весь исследованный период средние надои айрширских коров выросли на 17,3%.

Массовая доля жира и белка в 2020 году по сравнению с 2015 годом снизились на 0,05% и 0,13%, соответственно. За этот же период наблюдается увеличение живой массы коров на 11,5% (68 кг).

1.1.2 Генеалогическая структура

Исходя из генеалогической принадлежности маточного поголовья, а также наличия семени быков айрширской породы на ведущих племпредприятиях страны, в настоящее время можно выделить следующие линии и родственные группы в айрширской породе, разводимой в РФ: линия Дон Жуана ААА 7960; линия Кинг Ерранта ААА 12656; линия Риихивиидан Урхо Ерранта ААА 13093; линия О.Р. Лихтинг 120135; линия Ханнулан Яюскяри ААА 23000; линия Бринкхаллин Юнкера ААА 15635; линия Дика 768; родственные группы норвежских быков 838, 623, 1606; линия С.Б. Командор 174233 (ААА 31700); родственные группы Сниперум SRB 63640, SRB 67228, SRB 90086; линия Юттеро Ромео ААА 15710; линия Литтойстен Рухтинаса ААА 13711; линия Тоосилан Брахма 11489.

В Ярославской области ведущее стадо по айрширской породе – племзавод ЗАО «Агрофирма «Пахма». Генеалогическая структура современного стада представлена восьмью линиями (рис. 2).

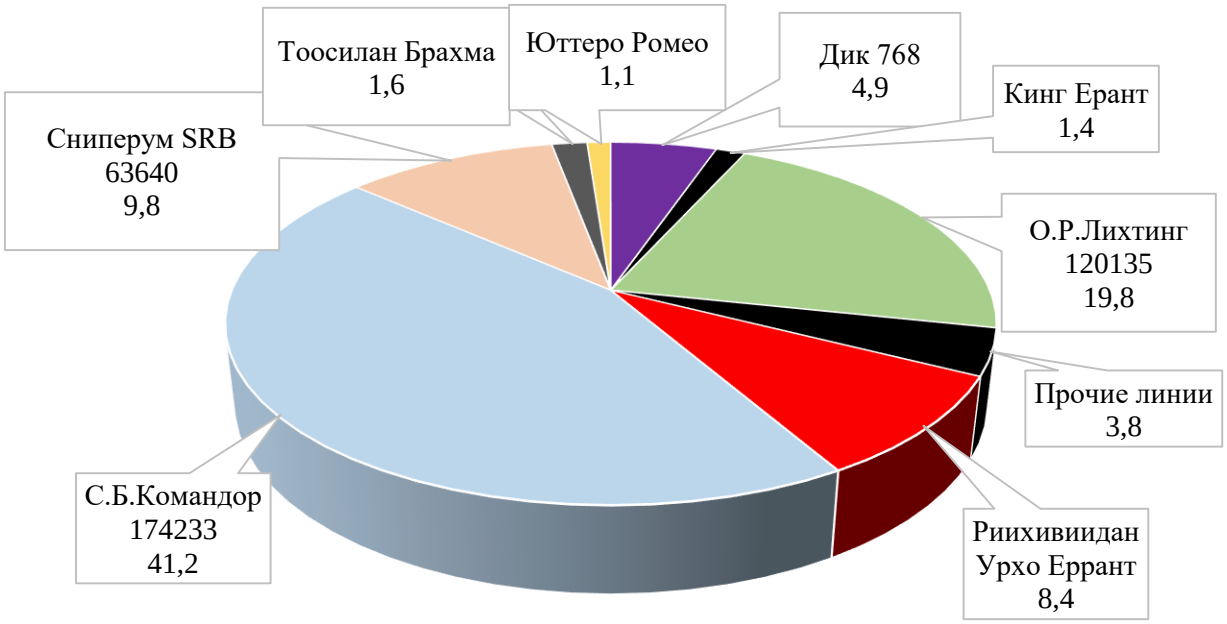


Рисунок 2 – Генеалогическая структура айрширской породы Ярославской области, %

В последние годы в стаде работали высокоценные чистопородные быки айрширской породы отечественного, финского и американского происхождения, которые оставили потомство, определяющее в настоящее время генеалогическую структуру стада. Самые представительные по численности в стаде линии С.Б. Командор 174233, О.Р. Лихтинг 120135, Сниперум SRB 63640 и Риихивиидан Урхо Еррант ААА 130931700, которые составляют 41,2%; 19,8%; 9,8% и 8,4 % коров, соответственно.

В таблице 2 представлена характеристика коров айрширской породы по первой и последней законченной лактации.

Таблица 2 – Характеристика линий айрширской породы

Линия	Первая лактация					Последняя законченная лактация				
	надой, кг	МДЖ, %	МДЖ, кг	МДБ, %	МДБ, кг	надой, кг	МДЖ, %	МДЖ, кг	МДБ, %	МДБ, кг
Дик 768	6716	4,27	286,8	3,19	214,6	7897	4,31	340,8	3,27	257,8
Кинг Ерант	4988	4,43	218,8	3,36	167,2	7652	4,16	319,2	3,2	245,0
О.Р.Лихтинг 120135	6116	4,32	263,9	3,25	198,6	7358	4,21	309	3,2	238,8
Риихивиидан Урхо Еррант	6103	4,37	266,7	3,24	197,8	7416	4,22	311,1	3,23	239
С.Б.Командор 174233	6232	4,17	259,9	3,18	198,1	7284	4,09	297,4	3,19	232,6
Сниперум SRB 63640	6446	4,13	265,9	3,18	205,2	7112	4,12	292,6	3,20	227,3
Тоосилан Брахма	6017	4,13	248,0	3,18	191,6	7701	4,15	320,2	3,20	247,3
Юттеро Ромео	5908	4,41	257,8	3,26	191,5	6391	4,06	262,9	3,21	205,9
Прочие линии	6486	4,34	280,8	3,13	203,5	7462	4,38	323,9	3,19	238,8
Среднее по породе	6202	4,25	263,1	3,20	198,5	7350	4,16	305,0	3,22	236,2

Установлено, что наибольшую продуктивность по первой лактации имеют животные линии Дик 768 – 6716 кг молока и Сниперум SRB 63640 - 6446 кг молока, по выходу молочного жира (кг) и белка (кг) линия Дик 768 – 286,8 кг, Риихивиидан Урхо Еррант -266,7 кг и Сниперум SRB 63640 -265,9 кг.

Совершенствование породы продолжается через использование быков-улучшателей по надою Айси 444 (Племенная ценность (ПЦ) = +455 кг), Урхо 420 (ПЦ = +384 кг), Алку 1134 (ПЦ = +373 кг), Волан 106202505 (ПЦ = +290 кг), Анатоли 711 (ПЦ = + 229 кг), Бурдетте 100419568 (ПЦ = +157 кг), Аймо 769 (ПЦ = +146 кг).

1.1.3 Селекционно-генетические параметры продуктивных признаков

Основными селекционно-генетическими параметрами, используемыми в оценочных расчетах, прогнозах и селекционном моделировании являются: средняя арифметическая (M), коэффициент вариации (Cv), среднеквадратическое отклонение (σ), генотипические (r_g), фенотипические (r_p) корреляции, коэффициент наследуемости (h^2).

Для сопоставления изменчивости разноименных признаков и для выявления уровней изменчивости у одноименных признаков разных совокупностей удобнее пользоваться коэффициентом изменчивости (Cv), который показывает изменчивость в относительных величинах, а именно – в процентах. Следует отметить, что при нормальном распределении коэффициент вариации обычно не превышает 45-50% и только в случае асимметрических распределений он достигает 100% и более.

Изменчивость признаков в популяции создает материал для отбора и лежит в основе всякого эволюционного процесса, в т.ч. совершенствования сельскохозяйственных животных. Изменчивость признаков выражается в наличии или отсутствии у животного определенного качества.

В таблице 3 приведены показатели фенотипической изменчивости продуктивных признаков коров айрширской породы.

Таблица 3 – Показатели фенотипической изменчивости продуктивных признаков

Период, год	Показатели					
	надой, кг		МДЖ, %		МДБ, %	
	σ, кг	Cv, %	σ, %	Cv, %	σ, %	Cv, %
2015	847,1	13,44	0,32	7,56	0,13	4,16
2016	1033,6	16,35	0,29	6,86	0,11	3,41
2017	1040,9	15,40	0,32	7,71	1,10	2,97
2018	967,5	14,50	0,32	7,40	0,16	4,84
2019	964,0	13,47	0,35	8,16	0,17	5,35
2020	1170,3	15,81	0,37	8,36	0,17	5,11

При расчёте коэффициента вариации (Cv, %) продуктивных признаков айрширских коров по первой лактации, было установлено, что для данной популяции наиболее эффективной будет селекция по надою, так как этото показатель имеет самую высокую вариабельность за все 6 лет (lim Cv = 13,44 % - 6,35 %). Изменчивость массовой доли жира (lim Cv = 6,86 % - 8,36 %) и массовой доли белка (lim Cv 2,97 % - 5,35 %) свидетельствует о стабильности этих показателей. Селекционный эффект по этим признакам возможен только за длительный период.

Выявление генетической изменчивости признаков позволяет понять насколько эффективной будет племенная работа в конкретном стаде или популяции.

На рисунке 3 представлена наследуемость признаков молочной продуктивности коров айрширской породы по первой лактации за период с 2015 по 2020 гг.

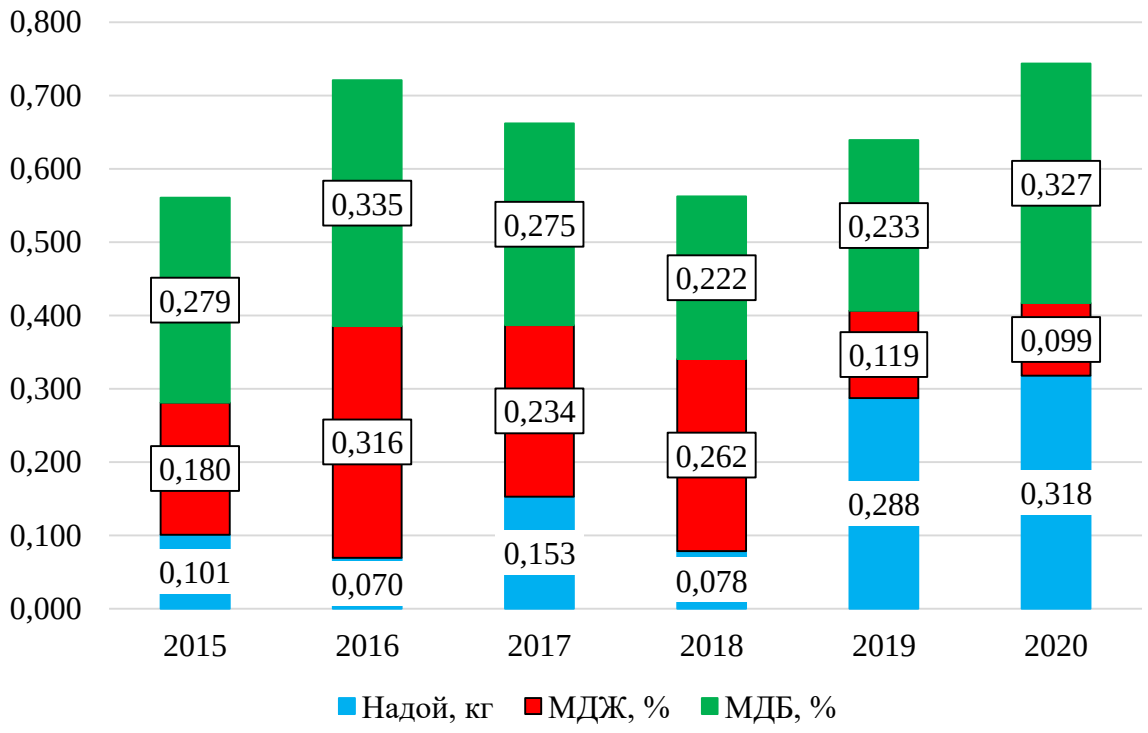


Рисунок 3 – Генетическая изменчивость продуктивных признаков

Анализ данных рисунка 3 показал, что с 2015 по 2018 гг. коэффициент наследуемости по надою был низкий от 0,07 до 0,158, селекция с таким

показателем очень сложная, нужно очень тщательно оценивать племенной скот по качеству потомства. В 2019 и 2020 гг. популяция по надою стабилизировалась (h^2 = 0,288 и 0,318, соответственно). За этот же период идёт снижение наследуемости по массовой доле жира (h^2 = 0,119 и 0,099). Для данной популяции коэффициенты наследуемости по массовой доле белка являются средними (lim h^2 = 0,222 - 0,335). При отборе племенных быков следует обращать внимание на качественные показатели молока их матерей.

При разработке программ селекции для популяции или отдельных стад необходимым элементом является выявление взаимосвязи селекционируемых признаков, ее направленности и силы.

В таблицах 4 и 5 приведены коэффициенты фенотипической и генетической корреляции между надоем и массовой долей жира и белка в молоке, количеством молочного жира и белка, живой массой в разрезе пород.

Таблица 4 – Фенотипические корреляции продуктивных признаков айрширской породы

Период, год	Надой (кг) × МДЖ (%)	Надой (кг) × МДБ (%)	МДЖ (%) × МДБ (%)	Надой (кг) × живая масса (кг)	МДЖ (%) × живая масса (кг)	МДБ (%) × живая масса (кг)
2015	-0,373***	-0,366***	0,645***	0,038	-0,137	-0,005
2016	-0,142	-0,244**	0,729***	0,208*	-0,057	-0,026
2017	-0,172*	-0,165*	0,717***	0,229**	-0,151	0,026
2018	-0,156*	-0,179*	0,642***	0,057	0,065	0,054
2019	-0,216*	-0,504***	0,481***	-0,127	-0,134	0,189*
2020	0,225	-0,417	0,287	0,037	0,301	0,177

Примечание: здесь и далее - * P≤0,05; ** P≤0,01; *** P≤0,001.

Из данных таблицы 4 следует, что в целом за все периоды по подконтрольному поголовью айрширской породы связь между удоем и качественным составом молока (надой (кг) × МДЖ (%) и надой (кг) × МДБ (%)) была слабая и умеренная отрицательная (r = от - 0,142 до -,373*** и от - 0,179 до -0,504***, соответственно). Лишь за 2020 год надой (кг) и процент жира связаны слабой положительной связью r = 0,225.

Связь между массовой долей жира и процентом белка за все периоды исследования - положительная, но высокая в 2016 и 2017 гг (r = 0,729*** и 0,717***, соответственно), заметная в 2015 и 2018 гг. (r = 0,645*** и 0,642***, соответственно), умеренная в 2019 году r = 0,481***. Эта связь уменьшалась и к 2020 году стала слабой недостоверной r = 0,287.

Связь между надоем и живой массой в основном слабая положительная, лишь в 2019 году слабая отрицательная (r= -0,127). Между живой массой и качественными показателями молока наблюдается слабая положительная и обратная связь.

Таблица 5 – Генетические корреляции продуктивных признаков айрширской породы

Период, год	Надой (кг) × МДЖ (%)	Надой (кг) × МДБ (%)	МДЖ (%) × МДБ (%)	Надой (кг) × живая масса (кг)	МДЖ (%) × живая масса (кг)	МДБ (%) × живая масса (кг)
2015	-0,050	-0,061	0,145	0,007	-0,035	-0,002
2016	-0,021	-0,037	0,237**	0,020	-0,012	-0,005
2017	-0,032	-0,034	0,182*	0,054	-0,044	0,008
2018	-0,022	-0,024	0,155*	0,004	0,009	0,007
2019	-0,040	-0,130	0,080	-0,033	-0,022	0,044
2020	0,040	-0,135	0,052	0,008	0,035	0,037

Примечание: здесь и далее - * P≤0,05; ** P≤0,01; *** P≤0,001.

Из данных таблицы 5 видно, что у коров айрширской породы практически отсутствуют генетические связи между всеми показателями. Положительная слабая взаимосвязь наблюдается между процентом жира и процентом белка с 2015 по 2018 гг. lim r_G = 0,145 - 0,237.

1.1.4 Генетический потенциал продуктивных признаков и степень его реализации

При разработке современных селекционных программ оценка генетического потенциала и степени его реализации – генетического тренда, является одним из элементов совершенствования пород крупного рогатого скота молочного направления продуктивности. Генетический потенциал - комплекс наследственных задатков, находящихся в определенных комбинациях и обеспечивающих максимальный уровень развития и продуктивности животных. Рост генетического потенциала обеспечивается факторами селекционного характера, а его реализация – паратипическими факторами (Косяченко Н.М., Абрамова М.В., 2019).

Эффективность племенной работы должна оцениваться величиной достигнутого генетического прогресса (сдвига, тренда). Под генетическим прогрессом понимается повышение генетического потенциала продуктивности животных, которое достигается за счёт селекционных мероприятий. Целесообразно рассчитывать генетический прогресс за единицу времени – год. Оценка генетического тренда выполняется по методике В.М. Кузнецова (1983), с использованием вариантов: сравнение продуктивности животных за смежные годы и контроль использования производителей за ряд лет.

В таблице 6 представлены показатели динамики генетического потенциала и степени его реализации в микропопуляции айрширского скота.

Генетический потенциал по надою в айрширской породе в 2010 г. составлял +248 кг молока, к 2018 г. он увеличился до 286 кг за счет использования быков-производителей, улучшателей с категорией A_1, при этом уровень его реализации в начале исследуемого периода составлял 79,4%, к 2018 г. он снизился и составил 70,6%.

Таблица 6 – Динамика генетического потенциала и генетического тренда по айрширской породе

Период, год	Параметр	Показатели		
		надой, кг	МДЖ, %	МДБ, %
2010	генетический потенциал	248	+0,07	0,00
	генетический тренд	197	+0,04	-0,01
2012	генетический потенциал	259	+0,08	-0,02
	генетический тренд	206	+0,04	-0,01
2014	генетический потенциал	291	+0,07	0,00
	генетический тренд	204	+0,04	-0,01
2016	генетический потенциал	303	+0,06	-0,02
	генетический тренд	213	+0,04	-0,01
2018	генетический потенциал	286	+0,06	0,00
	генетический тренд	202	+0,04	-0,01

На рисунке 4 приведена сравнительная оценка показателей надоя, генетического потенциала и тренда.

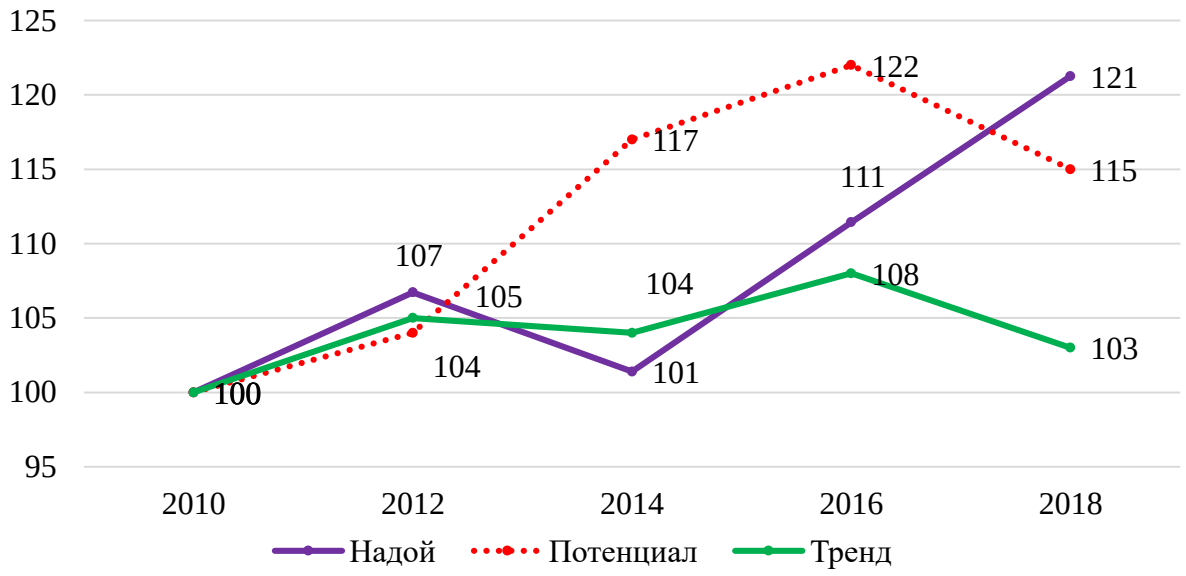


Рисунок 4 – Показатели продуктивности потенциала и тренда по надою по айрширской породе в % к 2010 году

Из рисунка 4 видно, что изменение генетического потенциала стада линейно, с тенденцией роста продуктивности, его реализация (тренд) положительно коррелирует с продуктивностью (r=+0,59***) стадо обладает существенными генетическими возможностями для увеличения надоя, при сохранении жирномолочности и белковомолочности.

1.1.5 Генетическая структура популяции по EAB-локусу групп крови

Наряду с анализом селекционной ситуации по айрширской породе на основании многолетних исследований проведен сравнительный мониторинг генетической структуры микропопуляции по EAB-системе групп крови в различные периоды 1990-1999 гг., 2000-2009 гг., 2010-2019 гг., который позволил определить направленность эффекта селекции в работе с породой (табл. 7, приложение А).

Контроль генетической ситуации в микропопуляции крупного рогатого скота айрширской породы по EAB-локусу групп крови с 1990 по 2019 гг. выявил обогащение генофонда.

Период 1990-1999 гг. характеризуется незначительным количеством выявленных аллелей в популяции. Это связано с небольшим количеством быков-производителей, используемых в популяции на тот момент времени. Наиболее высокую частоту встречаемости имеют аллели $O_2A'_2I''$ (0,182045), O_2I'' (0,179551), $B_2O_2Y_2D'D''I''$ (0,137157), P_2I' (0,135910).

В современной популяции айрширского скота региона выявлено 25 основных аллелей EAB-локуса групп крови с частотой встречаемости 0,780873. Анализ частот встречаемости показал значительную разницу в их концентрации. Относительно высокую концентрацию имеют аллели $O_2A'_2I''$ (0,121988) и $B_2O_2Y_2A'_2E'_3G'P'Q'G''I''$ (0,096386). Незначительная концентрация отмечается у животных носителей аллели G_2I'(0,000753).

За весь сравнительный период исследования обнаружено 46 аллелей EAB-локуса. Общее число аллелей, участвующих в формировании генотипов у особей увеличилось с 21 (1990-1999 гг.) до 34 (2000-2009 гг.).

В период 2010-2019 гг. отмечается незначительное повышение этого показателя относительно 2000-2009 гг. до 35 аллелей. Степень гомозиготности снизилась с 11,62 до 5,19. Число эффективных аллелей увеличилось с 9 до 19, соответственно.

Таблица 7 – Частота встречаемости основных EAB-аллелей групп крови в популяции крупного рогатого скота айрширской породы

№ п/п	Аллели EAB-локуса	Период		
		1990-1999 гг.	2000-2009 гг.	2010-2019 гг.
1	B_2I_1	0,011222	0,007535	0,010542
2	B_2O_2	-	0,002153	0,009036
3	$B_2O_2Y_2A'_2E'_3G'P'Q'G''I''$	0,036160	0,037137	0,096386
4	$B_2O_2Y_2D'D''I''$	0,137157	0,026911	0,006024
5	$B_2O_2A'_2E'_3I'P'Q'$	-	0,001076	0,000753
6	$B_2Y_2E'_3G'G''$	0,017456	0,027987	0,030873
7	$B_2Y_2A'_2E'_3G'P'Q'$	-	0,017761	-
8	G_2O_2	-	0,013994	0,006777
9	$G_2Y_2E'_3Q'$	-	0,008073	-
10	G_2I'	-	0,007535	0,000753
11	I_2	0,062344	0,012379	0,009789
12	$I_2D'G'$	-	0,010764	-
13	$O_2Y_2A'_2I''$	-	0,039828	0,007530
14	$O_2A'_2I''$	0,182045	0,161464	0,121988
15	$O_2E'_3G''$	0,064838	0,03929	0,003012
16	$O_2QA'_2J'K'O'$	0,011222	0,017223	0,023343
17	O_2I''	0,179551	0,16254	0,100151
18	$P_2E'_3I'$	0,007481	0,018299	0,003012
19	P_2I'	0,135910	0,134553	0,030120
20	Q	0,004364	0,020452	-
21	QA'_2	0,008105	0,005382	0,013554
22	QE'_3	-	0,021529	0,043675
23	Y_2	0,001247	0,001076	-
24	$Y_2A'_2$	0,019327	0,034446	0,030120
25	A'_2I''	0,036160	0,019376	0,033886
26	$D'E'_3F'G'O'$	-	0,001615	0,006024
27	E'_3	0,024938	0,026911	0,045181
28	I'	0,006234	0,001615	-
29	Q'	-	0,003229	0,037651
30	G''	-	0,038213	0,032380
31	b	0,032419	0,07535	0,078313
Количество основных аллелей		19	31	25
Частота основных аллелей		0,978180	0,995694	0,780873
Всего выявленных аллелей		21	34	35
Коэффициент гомозиготности (Ca)		11,62	8,86	5,19
Число эффективных аллелей (Na)		9	11	19

Незначительное пополнение аллелофонда происходило благодаря завозу скота. Так, у особей в период 2010-2019 гг. появились EAB-аллели: $B_2G_2O_2$ (0,060241), G_2I_1 (0,000753), $P_2E'_3$ (0,006777), A'_2Q' (0,006024), E'_3Q' (0,01506), $E'_3F'G''$ (0,028614), G'O' (0,005271), I'Q'I'' (0,00753), Q'I' (0,060241). Однако к этому периоду, отмечается и элиминация таких аллей, как $B_2Y_2A'_2E'_3G'P'Q'$ (0,017761), $G_2Y_2E'_3Q'$ (0,008073), $I_2D'G'$ (0,010764), $P_2A'_2I'$ (0,020574), Q (0,020452), Y_2 (0,001076), $Y_2E'_3G'G''$ (0,001076), $Y_2E'_3Q'$ (0,002153), A'_2B' (0,001076), I' (0,001615), O' (0,001247) (таб. 7).

За указанные периоды происходили качественные и количественные изменения в аллелофонде айрширской популяции крупного рогатого скота. Так за последнее десятилетие наблюдалось повышение генетического разнообразия (рис. 5).

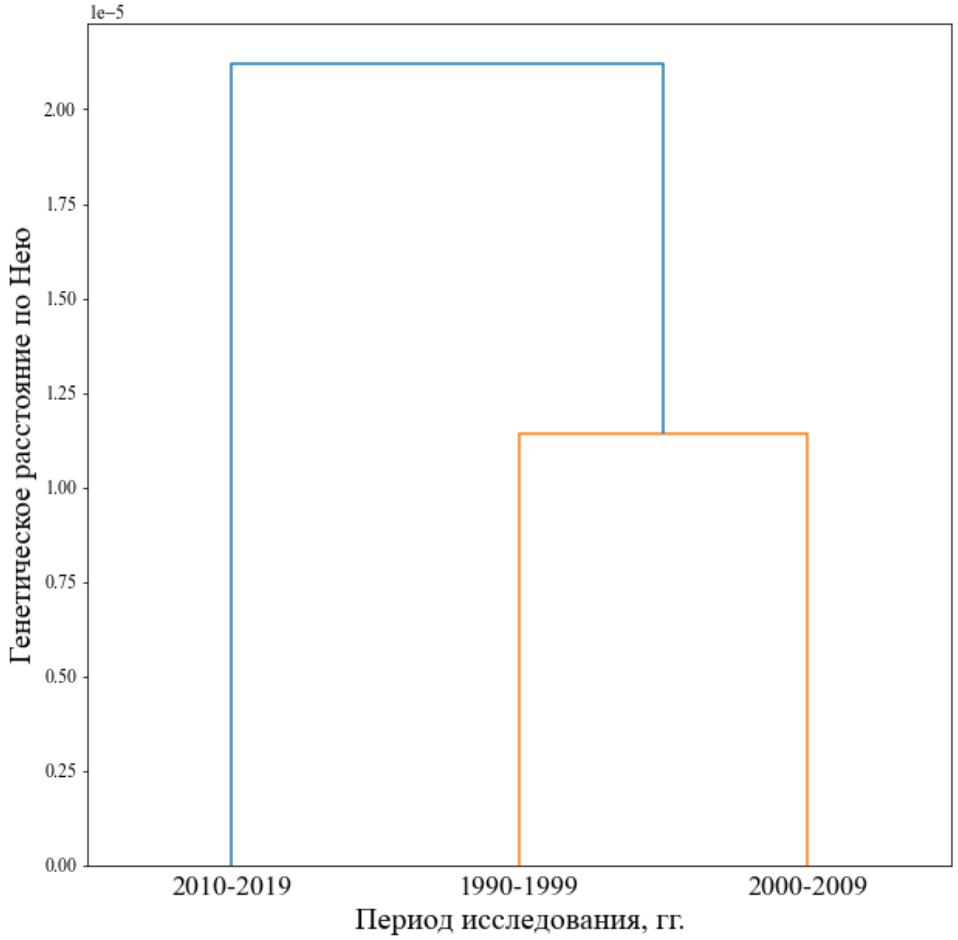


Рисунок 5 - Дендрограмма распределения периодов по генетическому расстоянию Нэя

Также можно отметить, что за последний период произошло отдаление популяции по генетическому расстоянию от предыдущих периодов, что говорит об изменениях в популяции. Предположительно, такие изменения связаны с включением в стадо новых животных, приносящих новые аллелотипы и увеличивающие разнообразие популяции.

При этом можно отметить незначительные изменения, с тенденцией на повышение, индексов, характеризующих генетическое состояние популяции (табл. 8, рис. 6).

Таблица 8 - Индексы популяционной структуры айрширской породы в различные периоды

Период, год	Средний на локус индекс информации Шеннона, I (m±se)	PIC	Среднее число аллелей μ, ($m \pm s_{\mu}$)	Доля редких аллелей, hμ ($m \pm s_h$)	Среднее на локус генное разнообразие, H_t (m±se)
1990-1999	0,052±0,002	0,038±0,002	1,156±0,016	0,989±0,011	0,038±0,011
2000-2009	0,058±0,002	0,037±0,001	1,189±0,020	0,990±0,014	0,037±0,009
2010-2019	0,065±0,002	0,040±0,001	1,212±0,022	0,989±0,015	0,040±0,008

Мера информационного полиморфизма (PIC) во все периоды исследований находится на уровне 0,037-0,040, что говорит о невысокой дискриминационной способности данного маркера. Средневзвешенные показатели по Нэю и Шеннону генетического разнообразия, отражающие генотипическую гетерозиготность внутри популяции, принимают низкие значения, равные 0,035±0,001 (I) и 0,023±0,006 (Ht) (Столповский Ю.А. и др., 2017).

Внутрипопуляционное разнообразие, которое можно охарактеризовать с помощью среднего числа аллелей и доли редких аллелей, говорить о том, что в исследуемые периоды наблюдается низкий уровень разнообразия и равномерности распределения частот аллелей ($\bar{\mu}$=1,156...1,212 и $\overline{(h\mu)}$= 0,989...0,990).

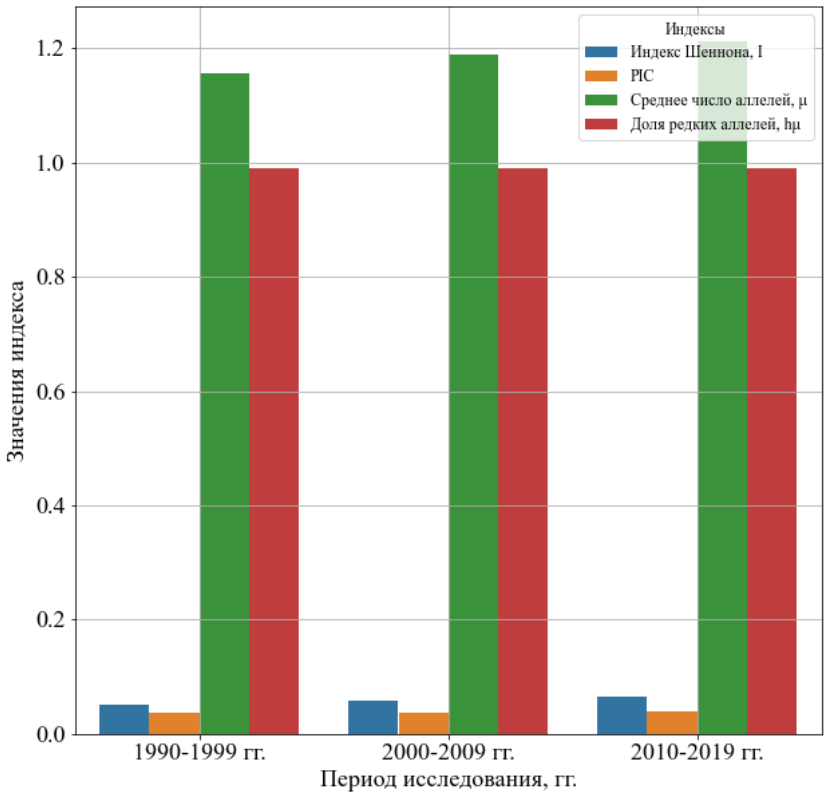


Рисунок 6 - Изменение индексов популяционной структуры по исследуемые периоды

1.2. Голштинская и черно-пестрая породы

Голштино-фризский скот был выведен в Северной Голландии и прилегающих районах Северной Германии – местностях, где скот почти 2000 лет отбирался по молочной продуктивности. Слава их как молочного скота скоро распространилась, и их стали вывозить в Англию, где использовали для выведения шортгорнской породы, и в Шотландию, где их применяли при создании айрширской породы. Приблизительно с 1870 года их стали вывозить почти во все страны света. Нидерландская Ассоциация племенного скотоводства, первая из трех подобных организаций, была основана в 1873 году. Голландский скот, вероятно, впервые попал в Америку вместе с первыми голландскими переселенцами в 1621 году. Скот, находящийся в долинах рек Гудзона и Мохока, назывался «голландским» и стал знаменит благодаря своей выдающейся молочности. Голштинский скот был впервые привезен в Америку в 1795 году. Большое количество его ввозили до 1905 года, когда из-за распространившегося в Европе ящура ввоз скота стал затруднителен и дорог.

В 1871 году в Соединенных Штатах была организована Ассоциация заводчиков чистопородного голштинского скота. В 1877 году была организована Ассоциация заводчиков голландско-фризского скота. В 1885 году эти две организации слились и образовали Ассоциацию заводчиков голштино-фризского скота Америки. Официальное название породы «голштино-фризская» в разговорной речи было сокращено до «голштинской».

В начале 1950-х годов в Соединенных Штатах было зарегистрировано более 4 млн. голов голштинского скота. Это превосходило общее поголовье любой породы крупного рогатого скота, за исключением герефордов; количество чистопородных герефордов на то время превышало 6 млн. голов.

В те годы более 42 % всего зарегистрированного молочного скота составляла голштинская порода. Наибольшей популярностью эта порода

пользовалась в Нью-Йорке, Висконсине, Пенсильвании, Огайо, Мичигане, Иллинойсе и Миннесоте (Гарригус У.П., 1957).

Искусственное осеменение оказало огромное влияние на улучшение породы. Поскольку процесс замораживания спермы был налажен в конце 1940-х годов, то было разрешено использование семени высококачественных, проверенных быков голштинской породы по всей стране.

В настоящее время во многие страны мира экспортируются как животные голштинской породы, так и замороженные эмбрионы и сперма быков-производителей для улучшения местного молочного скота на генетическом уровне.

Животные голштинской породы большие и сильные. Преобладает черно-белая или красно-белая масть. Здоровый голштинский теленок при рождении весит 40 кг и более. Зрелая голштинская корова весит около 680 кг. Телок осеменяют в 13-месячном возрасте с весом 360 кг. Желательно, чтобы первые отелы проходили в возрасте 23-26 месяцев. В среднем продуктивное долголетие составляет около 4 лет.

В 2015 году средняя фактическая продуктивность, для всех американских стад голштинской породы, которые были включены в производственную программу тестирования и претендовали на племенную оценку, была 11320 кг молока, 417 кг молочного жира и 322 кг молочного белка в год (Our history, 2022).

В Россию этот скот был завезен в конце 50-х годов и с тех пор разводится «в чистоте» и используется для улучшения отечественных молочных пород. На ЦСИО голштинские животные впервые были завезены в 60-е годы прошлого столетия. По состоянию на 2020 год в РФ пробонитированно 686,95 тыс. голов крупного рогатого скота голштинской породы черно-пестрой масти, в том числе коров 443,66 тыс. голов. По Ярославской области 7,89 и 5,18 тыс. голов соответственно (Ежегодник…., 2021).

1.2.1 Динамика численности поголовья и молочной продуктивности

В Ярославской области, по голштинской и черно-пестрой породам имеется 2 племенных завода с поголовьем коров 2140 голов, и 3 племенных репродуктора с поголовьем коров 1440 голов.

На рисунках 7 и 8 представлена динамика численности голштинской и черно-пестрой пород в регионе.

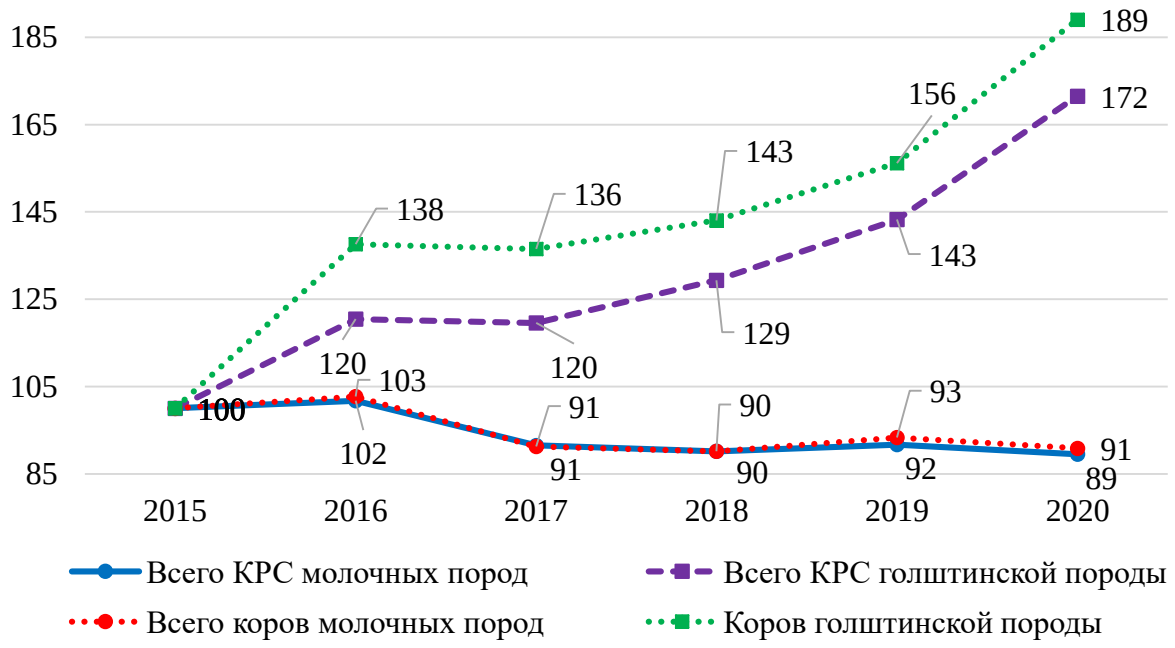


Рисунок 7 - Динамика численности крупного рогатого скота голштинской породы в Ярославской области, %

Из данных рисунка 7 следует, что при снижении общей численности крупного рогатого скота молочных пород идёт увеличение поголовья голштинской породы. По сравнению с 2015 годом в 2020 году коров стало больше на 89%, а всего скота на 72%. Из-за своей скороспелости, пригодности к машинному доению и высоких удоев животные голштинской породы вытесняют многие отечественные породы крупного рогатого скота.

На рисунке 8 представлен график отображающий динамику численности крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы.

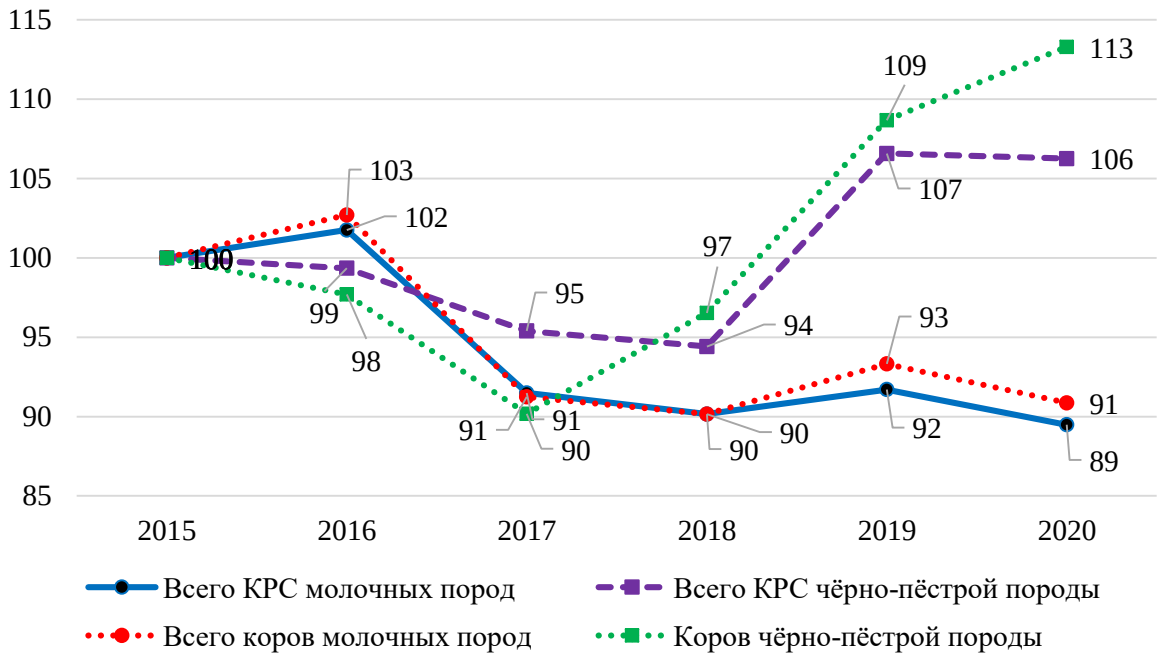


Рисунок 8 – Динамика численности крупного рогатого скота черно-пестрой породы в Ярославской области, %

Численность скота чёрно-пёстрой породы с 2015 года по 2020 год увеличилась не значительно, коров стало на 13% больше, а крупного рогатого скота всего на 6%.

В таблице 9 представлены данные продуктивных показателей коров голштинской породы за 305 дней первой лактации.

Таблица 9 - Молочная продуктивность голштинского скота Ярославской области

Показатели	Периоды					
	2015 год	2016 год	2017 год	2018 год	2019 год	2020 год
Удой, кг	8123	8521	9163	9731	9863	9778
Жир, %	4,31	4,28	4,24	4,12	4,22	4,17
Белок, %	3,29	3,17	3,20	3,21	3,36	3,18
Живая масса, кг	561	552	531	555	560	569

При анализе данных таблицы 9 установлено, что коровы-первотелки голштинской породы на протяжении 6 лет имеют высокие средние удои (lim 8123 кг … 9863 кг). При массовой доле жира (lim 4,12% … 4,31%) и массовой

доле белка (lim 3,17% … 3,36%). По сравнению с 2015 годом удои в 2020 году увеличились на 1655 кг (16,9%), МДЖ и МДБ снизились на 0,14% и 0,11%, соответственно.

В таблице 10 указаны динамика показателей молочной продуктивности коров чёрно-пёстрой породы за 305 дней первой лактации.

Таблица 10 - Молочная продуктивность черно-пестрого скота Ярославской области

Показатели	Периоды, год					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Надой, кг	6712	6836	7621	7777	7857	8322
Жир, %	4,31	4,33	4,31	4,21	4,32	4,28
Белок, %	3,22	3,14	3,16	3,23	3,31	3,15
Живая масса, кг	518	514	539	546	549	569

Из данных таблицы 10 следует, что динамика показателей молочной продуктивности положительная. За 6 лет уровень надоев увеличился на 19,3% (1610 кг), при незначительном снижении качественных показателей молока (МДЖ на 0,03% и МДБ на 0,07%). Заметно увеличилась живая масса животных на 51 или 9%.

1.2.2 Генеалогическая структура

Генеалогическая структура стад голштинской породы ведущих племенных хозяйств Ярославской области представлена четырьмя основными линиями голштинской породы Уес Идеал, Монтвик Чифтэйн, Рефлекшн Соверинг и Пабст Говернер с поголовьем коров 54,9 %, 4,1 %, 37,4 %, 1,2 %, соответственно. Структура генеалогической линии включает в себя большой массив животных, поэтому лучший результат будет иметь направленная работа с отдельными ветвями, позволяющая выявить специфические особенности и качества, передающиеся потомству (Любимов А.И. и др., 2021).

Линия Уес Идеал US933122 наиболее распространена в Российской Федерации и в Ярославской области (рис. 9).

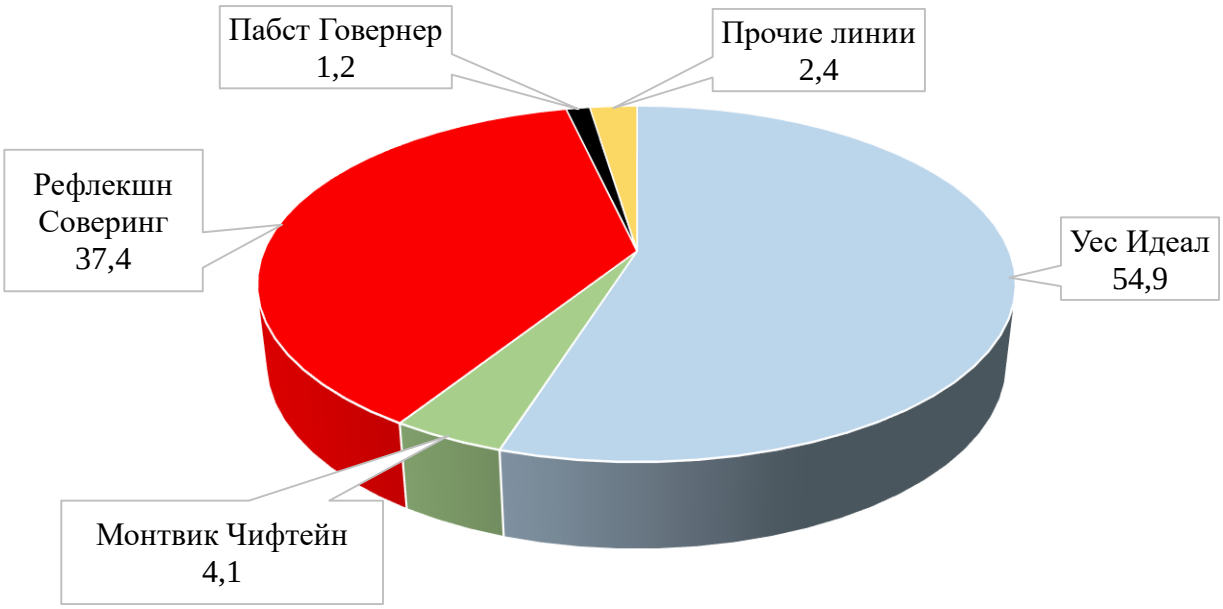


Рисунок 9 – Генеалогическая структура голштинской породы в Ярославской области, %

При изучении генеалогической структуры линии Уес Идеал наибольшее распространение имеют ветви Ганноверхилл Старбак CA352790, Свит Хавен Традишн 1682485 (реализованных через ветвь Роунд Оук Рэг Эппл Элевейшн US1491007), Ротрок Традишн Лидман US983348 (реализована через ветвь Свит Хавен Традишн 1682485) и ветвь Манфреда US2183007 (реализована через ветвь Рокалли Сан оф Бова 1665634 (Rockally Son of Bova)) (Генеалогическая структура…, 2021).

Наивысшей продуктивностью матерей среди ветвей линии Уес Идеал обладает родственная группа Манфреда US2183007 с надоем 15189 кг с МДЖ - 4,18 % и МДБ - 3,23 %. Дочери ветки Манфреда US2183007 так же являются самыми высокомолочными, надой коров составил 8115 кг с МДЖ - 4,24 % и МДБ - 3,21 %. Низкие надои (6371 кг) имели коровы ветки Ротрок Традишн Лидман US983348 и в тоже время они являются самыми жирномолочными (МДЖ - 4,46 %). Продуктивность матерей ветви Ротрок Традишн Лидман

US983348 отличаются средними надоями и высоким содержанием жира и белка в молоке (13753 кг - 4,85 % - 3,66 %). Самой многочисленной среди веток всех линий как по материнской (31,3% от всего исследованного поголовья), так и по отцовской (16 голов быков-производителей) основе является ветка Ганноверхилл Старбака CA352790.

Второй по численности группой является линия Рефлекшн Соверинг CA198998. По генеалогической структуре она представлена шестью ветками: Валквей Чиф Марк US1773417, Глендел Арлинда Чиф 1556373, С.В.Д. Валиант US1650414, То Мар Блекстар US1929410, Чармена US1723741 (реализованных через ветвь Павни Фарм Арлинда Чиф 1427381), Арлинды Ротейта US1697572 (рализованная от ветки Глендел Арлинда Чиф 1556373).

Среди ветвей линии Рефлекшн Соверинг и ветвей других линий лучшей по надою является родственная группа Арлинды Ротейта US1697572 - 8636 кг по первой лактации с массовой долей жира 4,24% и массовой долей белка 3,13 %. Продуктивность матерей быков этой ветки - 16789 кг с МДЖ 4,50 % и МДБ 3,50 %.

Линия Пабст Говернер US882933 является третьей по численности. Из представленной линии в исследуемых хозяйствах разводятся животные, принадлежащие ветви В.Ф. Нед Боя US1806201 (реализованную через ветку Стендаут Кавалер US1620273). Материнские предки не отличаются высокими удоями (12993 кг) и имеют средние показатели содержания жира (4,27%) и белка (3,36%) в молоке. Дочери этой ветки также не отличаются высокими надоями (7410 кг - 4,37% - 3,19%).

В Ярославской области линия Монтвик Чифтейн CA95679 представлена потомками ветви Карлин М. Айвенго Белл US1667366 (реализованная через ветвь Осборндейл Айвенго US1189870). Продуктивность матерей составила - 12548 кг - 4,39 % - 3,50 %, дочерей быков-производителей - 7658 кг с массовой долей жира 4,35 % и массовой долей белка в молоке 3,21 %, что является средним значением среди изученных ветвей всех линий. Было известно, что

элитный голштинский производитель Карлин-М Айвенго Белл US1667366 (1974 г.р.) и его отец, П. Айвенго Стар US1441440 (1963 г.р.), являлись носителями гаплотипов голштинского скота CVM и BLAD, из-за чего производители этой линии стали меньше использоваться при разведении. Эти дефекты обычно вызывают гибель эмбрионов, аборты и рождение мертвых телят, что приводит к негативному влиянию на эффективность размножения или снижение продуктивности. CVM и BLAD являются двумя наиболее частыми наследственными дефектами, встречающимися у крупного рогатого скота голштинской породы в течение последних десятилетий (Zhang Y. et al., 2012). Возможно, это и является основной причиной низкой численности голштинского скота линии Монтвик Чифтейн CA95679.

В таблице 11 представлена характеристика линий по молочной продуктивности по первой и последней законченной лактации.

Таблица 11 – Характеристика линий голштинской породы

Линия	Первая лактация					Последняя законченная лактация				
	надой, кг	МДЖ, %	МДЖ, кг	МДБ, %	МДБ, кг	надой, кг	МДЖ, %	МДЖ, кг	МДБ, %	МДБ, кг
Уес Идеал	9073	4,18	377,0	3,21	291,5	9829	4,12	402,3	3,20	314,5
Монтвик Чифтейн	8170	4,23	343,8	3,23	264,1	9317	4,15	385,0	3,22	300,1
Пабст Говернер	7917	4,35	342,4	3,18	251,8	9204	4,19	384,1	3,18	293,0
Рефлекшн Соверинг	8827	4,16	365,2	3,20	282,9	9610	4,13	395,4	3,20	307,8
Среднее	8943	4,17	370,8	3,21	287,1	9727	4,12	398,6	3,20	311,3

Данные таблицы свидетельствуют, что показатели выше среднего по популяции имеют животные линии Уес Идеал на 1,4% по первой лактации и на 1,04% по последней законченной лактации. По выходу молочного жира и белка коровы этой линии имели лучшие показатели 402,3 кг и 314,5 кг, соответственно.

По массовой доле жира и белка лидирующие позиции продолжают занимать коровы линии Монтвик Чифтейн и Пабст Говернер.

В России черно-пестрый скот был выведен путем сложного воспроизводительного скрещивания производителей голландского корня с местным скотом следующим разведением полученных помесей различной кровности по улучшающей породе «в себе». Большое влияние на черно-пестрый скот оказали животные, завезенные из Германии, Голландии, Швеции, Дании. За последние годы широко используются производители голштинской породы США, Канады н других стран.

Проведенный анализ зоотехнических записей животных черно-пестрой породы Ярославской области установлено, что последние 25 лет для воспроизводства использовались только голштинские быки-производители (Косяченко Н.М. и др., 2020). Это подтверждается современной генеалогической структурой черно-пестрого скота (рис. 10).

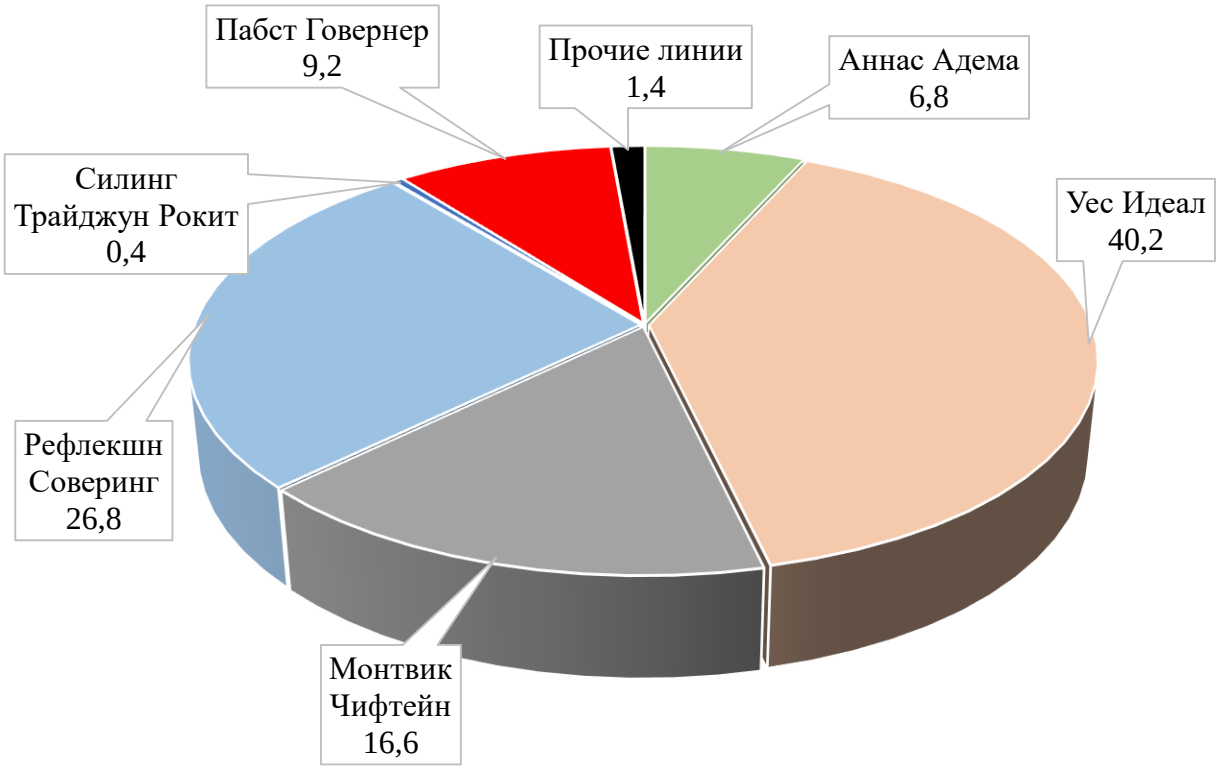


Рисунок 10 – Генеалогическая структура черно-пестрой породы Ярославской области, %

Как видно из рисунка 93,2 % животных принадлежат к голштинским линиям и только 6,8% относятся к линии Аннас Адема, имеющей черно-пестрые корни.

В таблице 12 представлена характеристика молочной продуктивности коров черно-пестрой породы в зависимости от принадлежности к генеалогической линии.

Таблица 12 – Характеристика линий черно-пестрой породы

Линия	Первая лактация					Последняя законченная лактация				
	надой, кг	МДЖ, %	МДЖ, кг	МДБ, %	МДБ, кг	надой, кг	МДЖ, %	МДЖ, кг	МДБ, %	МДБ, кг
Аннас Адема	7086	4,13	292,8	3,27	232,2	7288	4,13	301,2	3,27	238,3
Уес Идеал	7306	4,33	316,1	3,17	231,7	8056	4,27	343,1	3,19	257,0
Монтвик Чифтейн	7267	4,59	332,8	3,24	235	7916	4,29	336,7	3,25	257,7
Рефлекшн Соверинг	7543	4,36	328,3	3,22	242,7	8192	4,29	350,6	3,23	264,7
Пабст Говернер	7648	4,43	339,2	3,19	244,5	7971	4,38	350,9	3,22	256,9
Силинг Трайджун Рокит	5963	3,92	236,3	3,10	186,3	7274	4,43	324,3	3,32	242,8
Среднее	7353	4,38	321,5	3,21	235,7	7983	4,28	340,8	3,22	257,2

По данным таблицы наивысший надой по первой лактации имели коровы линии Пабст Говернер и Уес Идеал, по последней законченной лактации до максимальной продуктивности раздаивались коровы линии Рефлекшн Соверинг и Уес Идеал. По показателям МДЖ и МДБ лучшими были животные линии Монтвик Чифтейн и Пабст Говернер по первой лактации и Анас Адема и Монтвик Чифтейн по последней законченной лактации.

1.2.3 Селекционно-генетические параметры продуктивных признаков

Показатели изменчивости признаков по своей сути являются характеристиками распределения выборки, и отклонения отдельных животных или выделенных классов от средних значений. Изменения всех этих характеристик обусловлены влиянием многообразных внешних факторов, а также генетическими особенностями индивидов.

В таблице 13 представлены показатели фенотипической изменчивости продуктивных признаков коров голштинской породы.

Таблица 13 – Показатели фенотипической изменчивости продуктивных признаков

Период, год	Показатели					
	надой, кг		МДЖ, %		МДБ, %	
	σ, кг	Cv, %	σ, %	Cv, %	σ, %	Cv, %
2015	1477,6	21,04	0,37	8,58	0,17	5,43
2016	1271,0	17,4	0,40	9,08	0,11	3,68
2017	1297,2	16,81	0,42	9,60	0,12	3,64
2018	1253,9	14,95	0,45	10,22	0,16	4,9
2019	1337,7	15,49	0,46	10,52	0,18	5,48
2020	1460,1	17,72	0,45	10,83	0,19	6,16

При анализе данных таблицы 13 установлено, что наибольший коэффициент изменчивости был по надою от 14,95 до 21,04. Коэффициент вариации по массовой доле жира с каждым годом увеличивается. В 2020 году он составил 10,83%, что на 2,25% выше, чем в 2015 году. По массовой доле белка вариация в 2020 году так же является наивысшей (Cv = 6,16%).

На рисунке 11 представлен коэффициент наследуемости по надою, массовой доле жира (%) и массовой доле белка (%) коров голштинской и чёрно-пёстрой породы.

Из данных рисунка 11 видно, что среди первотелок голштинской и чёрно-пёстрой породы выявлен низкий и средний показатель наследуемости продуктивных признаков. По надою и массовой доле белка (%) присутствует как низкая, так и средняя наследуемость. По массовой доле жира (%) по обеим

породам за все периоды выявлен низкий коэффициент наследуемости (lim h^2 = 0,101…0,204), это говорит об эффективной селекции в сторону увеличения надоев и содержания белка в молоке и необходимости поиска методов повышения содержания жира.

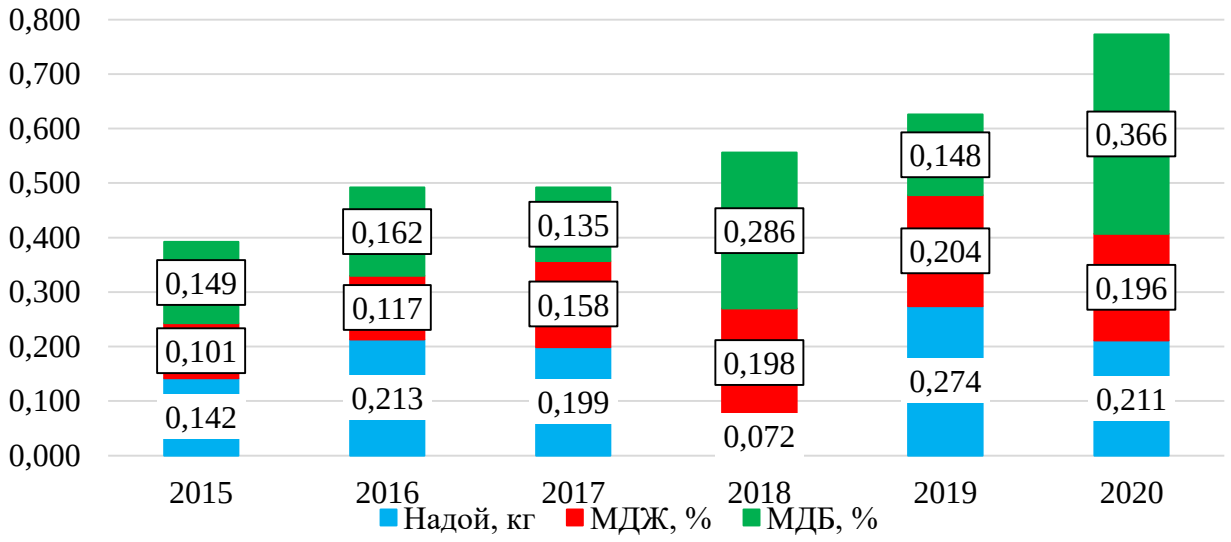


Рисунок 11 – Показатели генетической изменчивости продуктивных признаков

Популяция представляет собой сложившуюся в процессе эволюции единую управляющуюся систему, состоящую из индивидуумов, отдельные части которых, органы и системы органов находятся во взаимной связи друг с другом. Селекционное изменение популяций обусловлено качественным изменением особей их составляющих, общим планом их развития. Признаки, характеризующие организм взаимосвязаны, поэтому закономерности изменения какой-либо части организма, одной из его подсистем, одного из его признаков, проходят при параллельном изменении других частей, других подсистем, других признаков. В таблице 14 приведены показател фенотипической корреляции продуктивных признаков голштинского скота региона. Анализ данных таблицы 14 показал слабую отрицательную взаимосвязь между надоем и процентом жира и белка у коров голштинской породы. Между МДЖ (%) и МДБ (%) за все периоды исследования присутствует умеренная и заметная положительная связь lim r_P = 0,309*** - 0,666***.

Таблица 14 – Фенотипические корреляции продуктивных признаков голштинской породы

Период, год	Надой (кг) × МДЖ (%)	Надой (кг) × МДБ (%)	МДЖ (%) × МДБ (%)	Надой (кг) × живая масса (кг)	МДЖ (%) × живая масса (кг)	МДБ (%) × живая масса (кг)
2015	-0,284***	-0,373***	0,545***	0,04	0,067	0,120***
2016	-0,132**	-0,198***	0,561***	0,329***	0,003	0,08
2017	-0,148***	-0,201***	0,666***	0,308***	0,051	0,151***
2018	-0,143**	-0,145**	0,473***	0,059	-0,079	-0,079
2019	-0,176*	-0,246**	0,309***	0,02	-0,162	-0,089
2020	-0,144*	-0,081	0,349***	0,036	0,125*	0,251***

Положительно коррелируют надой и живая масса. В 2016 и 2017 годах между этими показателями связь умеренная и высокодостоверная (r_P = 0,329 и 0,308, соответственно). Между живой массой и качественными показателями молока связь отсутствует или является слабой положительной или отрицательной.

Выявление генетической обусловленности взаимоизменяемости признаков можно оценить с использованием генетического коэффициента корреляции (табл. 15).

Таблица 15 – Генотипические корреляции продуктивных признаков голштинской породы

Период, год	Надой (кг) × МДЖ (%)	Надой (кг) × МДБ (%)	МДЖ (%) × МДБ (%)	Надой (кг) × живая масса (кг)	МДЖ (%) × живая масса (кг)	МДБ (%) × живая масса (кг)
2015	-0,034	-0,054	0,067	0,006	0,009	0,020
2016	-0,021	-0,037	0,077	0,067	0,000	0,014
2017	-0,026	-0,033	0,097*	0,074	0,011	0,030
2018	-0,017	-0,021	0,113*	0,010	-0,021	-0,025
2019	-0,042	-0,049	0,054	0,007	-0,047	-0,022
2020	-0,029	-0,022	0,094	0,011	0,036	0,099

Из данных таблицы 15 следует, что у коров голштинской породы показатели генетической корреляции между продуктивными признаками низкие, лишь между процентом жира и белка в 2018 году достоверная слабая положительная связь r = + 0,113*.

1.2.4 Генетический потенциал продуктивных признаков и степень его реализации

Повышение средней продуктивности сельскохозяйственных животных за определенный промежуток времени может быть вызвано как улучшением кормления, условий содержания и эксплуатации, так и применением более современных методов племенной работы. Таким образом, непосредственно наблюдаемый фенотипический сдвиг продуктивности животных не может служить критерием эффективности племенной работы, поскольку он является результатом генетических изменений и изменений, обусловленных внешней средой. Выявление именно генетической доли в общем фенотипическом сдвиге позволяет провести более точную оценку генетического потенциала животного.

В динамике с 2010 г. рост генетического потенциала по голштинской и черно-пестрой породе составил +79 кг, таким образом, на конец анализируемого периода он достиг 265 кг. Уровень его реализации за счет создания благоприятных условий кормления и содержания вырос с 69,2 % до 90,2 %. (табл. 16).

Таблица 16 - Динамика генетического потенциала и генетического тренда по голштинской и черно-пестрой породе

Год	Параметр	Показатели		
		надой, кг	МДЖ, %	МДБ, %
2010	генетический потенциал	186,1	0,01	0,00
	генетический тренд	128,8	0,00	-0,01
2012	генетический потенциал	227,5	0,03	-0,01
	генетический тренд	181,4	0,03	-0,01
2014	генетический потенциал	237	0,01	0,00
	генетический тренд	198	0,01	-0,01
2016	генетический потенциал	241	0,02	-0,01
	генетический тренд	223	0,01	-0,01
2018	генетический потенциал	265	0,02	0,00
	генетический тренд	239	0,01	-0,01

На рисунке 12 показано совокупное изменение надоя, генетического потенциала и тренда микропопуляции.

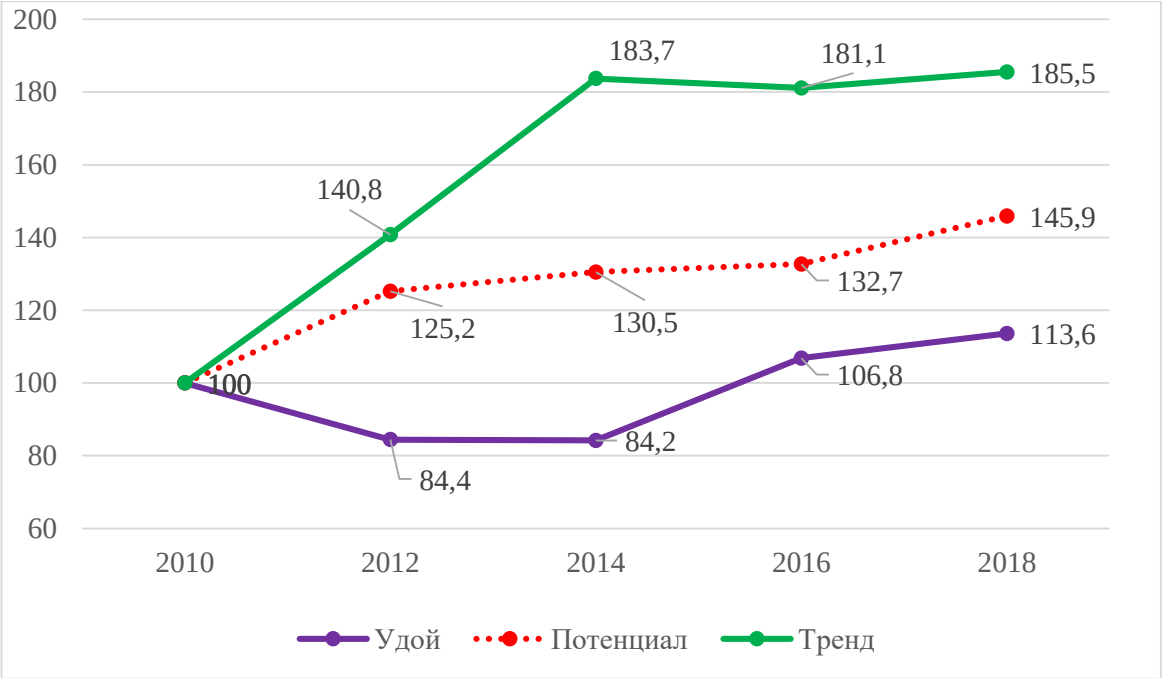


Рисунок 12 – Показатели продуктивности потенциала и тренда по голштинской и черно-пестрой породе в % к 2010 году

Из рисунка видно, что изменение генетического потенциала линейно, с тенденцией роста продуктивности, однако его реализация (тренд) по контрольным точкам, в частности в 2012 г. и 2016 г. отрицательно коррелирует с продуктивностью (r_P = - 0,19**). Порода обладает существенными генетическими возможностями для увеличения надоя, однако жирномолочность и белковомолочность в большей степени зависят от паратипических факторов.

1.2.5 Генетическая структура популяции по EAB-локусу групп крови

Анализ генетической структуры популяции крупного рогатого скота голштинской и черно-пестрой пород в регионе по иммуногенетическим показателям выявил значительную разницу в количестве аллелей в разрезе стад. Частота основных аллелей варьирует в пределах 0,759174 -0,937937 (табл. 17, приложение Б).

Таблица 17 – Частота встречаемости основных ЕАВ-аллелей групп крови у крупного рогатого скота голштинской породы и черно-пестрой пород популяции Ярославской области

№ п/п	Аллели ЕАВ-локуса	АО «Племзавод «Ярославка»	ООО «Арефинское»	ООО «Агромир» отделение «Горшиха»	ООО «Агромир» отделение «Левцово»	ООО «Новая жизнь»	ЗАО «Новый путь»	ЗАО «Агрофирма «Пахма»	АО «Ярославский бройлер»	ООО «Меленковский»
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	$B_2G_2O_2Y_2$	0,036127	-	-	0,038874	-	0,078671	0,017100	-	-
2	B_2I_2	-	0,063934	0,016055	0,016979	-	0,006119	0,039672	0,021277	0,028125
3	B_2O_2	0,039740	0,022951	-	0,031278	0,030303	0,010490	-	-	0,020313
4	$B_2O_2Y_2I''$	-	0,016393	0,004587	0,029937	-	0,006993	-	-	0,007813
5	B_2O_2B'	0,108382	0,155738	0,064220	0,006702	0,094697	0,054196	0,043092	0,154255	0,031250
6	G_2I_2	-	0,016393	-	-	0,007576	0,007867	0,042408	0,021277	0,039063
7	$G_2I_2A''_2$	-	-	0,022936	0,017873	-	0,010490	0,018468	-	0,007813
8	$G_2O_4Y_2I''$	0,025289	0,080328	0,032110	0,058088	0,037879	0,054196	0,101231	0,026596	0,057813
9	$G_2Y_2E'_3Q'$	0,242413	0,270492	0,215596	0,214477	0,208333	0,247378	0,162791	0,148936	0,289063
10	I_2	0,090318	-	0,045872	0,062556	0,018939	0,065559	-	0,053191	0,015625
11	$O_3Y_2A'_2I''$	0,032514	0,098361	0,032110	0,008043	0,090909	0,041958	0,032832	0,053191	0,046875
12	$O_2A'_2J'K'O'$	0,054191	0,049180	0,022936	0,030384	0,003788	0,015734	0,025308	-	0,089063
13	$O_2A'_2 I''$	0,007948	-	0,050459	0,013852	-	0,014860	-	0,042553	0,009375
14	$O_2D'E'_3F'G'O'$	0,065751	0,039344	0,073394	0,037980	0,125000	0,045455	0,020520	0,058511	0,062500
15	$O_2E'_3G''$	0,032514	0,006557	0,009174	0,011171	0,053030	0,046329	0,036252	-	
16	$Y_2A'_2$	-	0,039344	0,018349	0,050492	-	0,050699	0,101231	-	0,042188
17	$Y_2E'_3$	0,018786	-	-	0,016533	-	0,021853	0,005472	-	-
18	E'_3	-	0,003279	0,022936	0,015192	0,007576	-	-	0,037234	-
19	$E'_3F'_2G'O'G''$	0,032514	0,008197	0,013761	0,016533	-	0,012238	0,066347	0,031915	0,164063
20	$E'_3G'Q'$	-	-	0,004587	0,006702	-	-	0,004788	-	-
21	$E'_3G'G'$	-	0,006557	0,009174	0,002234	-	0,008741	0,006840	-	-

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22	E’$_3$Q’	0,026012	0,003279	-	0,011171	0,030303	0,024476	0,025308	0,010638	-
23	E’$_3$G”	0,032514	-	-	0,022341	-	0,002622	0,011628	-	-
24	I’	-	-	0,016055	0,004468	0,037879	-		0,005319	-
25	Q’	-	0,004918	0,009174	0,017873	0,026515	0,006119	0,015732	0,010638	-
26	Q’I”	0,014451	-	-	-	0,018939	0,013112	0,019152	-	-
27	G”	0,003613	-	0,016055	0,008043	-	0,005245	0,017100	0,042553	-
28	b	0,003974	0,049180	0,059633	0,067024	0,113636	0,086538	0,027360	0,042553	0,015625
Количество основных аллелей		20	18	22	26	16	25	22	16	16
Частота основных аллелей		0,867052	0,934426	0,759174	0,816801	0,905303	0,937937	0,840629	0,760638	0,926563
Всего выявленных аллелей		34	22	33	40	20	32	29	26	20
Коэффициент гомозиготности (Ca)		9,50	12,68	6,94	6,90	9,82	9,60	6,32	6,48	13,40
Число эффективных аллелей (Na)		11	8	14	14	10	10	16	15	7

Количество выявленных аллелей в разрезе стад значительно различается. В стадах ООО «Агромир» отделение «Левцово», АО «Племзавод «Ярославка», ООО «Агромир» отделение «Горшиха» и ЗАО «Новый путь» их количество достигает от 40 до 32 аллелей, соответственно. Минимальное значение этого показателя можно увидеть в стадах ООО «Новая жизнь» и ООО «Меленковский» - 20 аллелей. Наиболее высокая степень ожидаемой гомозиготности наблюдается в стадах ООО «Меленковский» - 13,40 и ООО «Арефинское» - 12,68. Это подтверждается низкими показателями числа эффективных аллелей – 7 и 8, соответственно. Таким образом, в стадах наблюдается значительное снижение генетического разнообразия. Напротив, в стадах ООО «Агромир» отделение «Горшиха», ООО «Агромир» отделение «Левцово», ЗАО «Агрофирма «Пахма» и АО «Ярославский бройлер» отмечается увеличение генетического разнообразия. Число эффективных аллелей в этих хозяйствах соответствует показателям: 14, 14, 16 и 15, соответственно. В стадах наиболее часто встречаются аллели: B_2O_2B' (0,079170), $G_2O_4Y_2I''$ (0,052614), $G_2Y_2E'_3Q'$ (0,222164), I_2 (0,050294), $O_3Y_2A'_2I''$ (0,048533), $O_2D'E'_3F'G'O'$ (0,058717), $Y_2A'_2$ (0,050384), b (0,051725). Так же в стадах выявлены аллели с низкой частотой встречаемости: $B_2O_2Y_2I''$ (0,013145), $G_2I_2A''_2$ (0,015516), $Y_2E'_3$ (0,015661), $E'_3G'Q'$ (0,005359), $E'_3G'G''$ (0,0067092), I' (0,015930), Q' (0,012996), G'' (0,015434833). Надо отметить, что частота встречаемости всех выявленных аллелей находится в генетической норме и соответствует породе.

Для оценки генетической стуктуры выявлены внутрипородные отношения в популяции. На основе частот аллельных вариантов проведена клатеризация хозяйств методом k-means, для выявления групп генетически близких. В результате было выявлено несколько кластеров хозяйств.

Для визуализации полученного распределения применен метод главных компонент (PCA) (рис. 13).

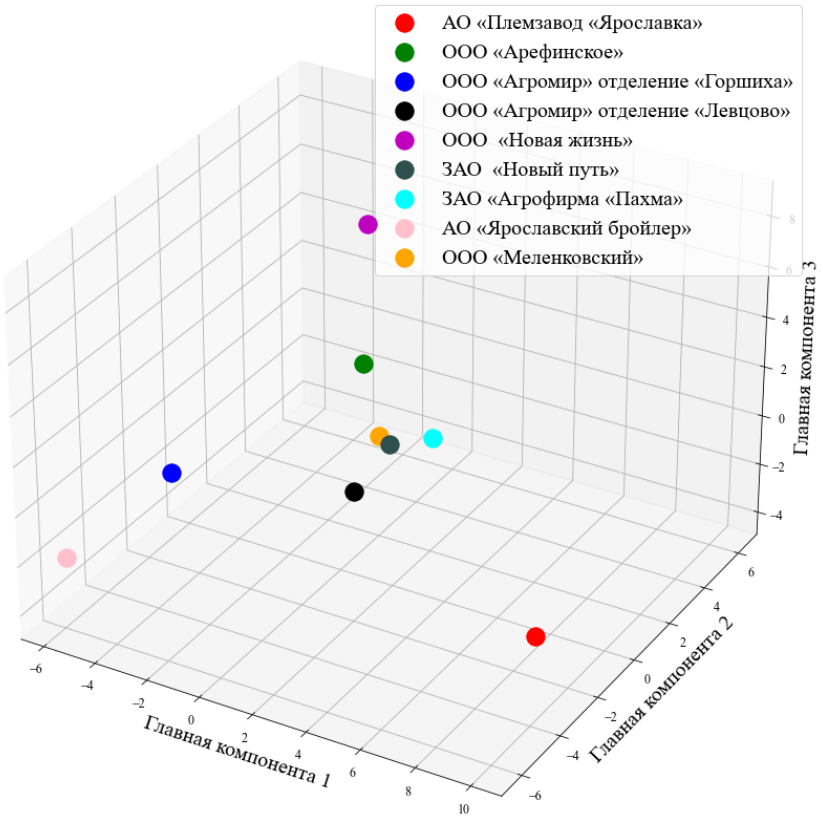


Рисунок 13 - Разложение хозяйств в трёхмерном пространстве на основании частот встречаемости аллелей EAB-локуса

Распределение хозяйств по кластерам представлено следующим образом: первый (самый большой) объединяет хозяйства: ООО «Арефинское», ООО «Агромир» отделение «Левцово», ЗАО «Новый путь», ООО «Меленковский» и ЗАО «Агрофирма «Пахма», второй кластер состоит из хозяйств АО «Ярославский бройлер» и ООО «Агромир» отделение «Горшиха». Хозяйства ООО «Новая жизнь» и АО «Племзавод «Ярославка» значительно удалены от других групп и от друг друга. Такое распределение хозяйств говорит о различном генетическом происхождении животных.

Полученные кластеры имеют уникальные аллельные варианты групп крови, благодаря которым каждая из групп может вносить существенный вклад в увеличение генетического разнообразия внутри породы по Ярославской области.

Доли дисперсии, объясняемые главными компонентами, указанные на рисунке 14, имеют значения от 0,14 до 0,22, что говорит о высокой степени отражения главными компонентами реальной дисперсии частот.

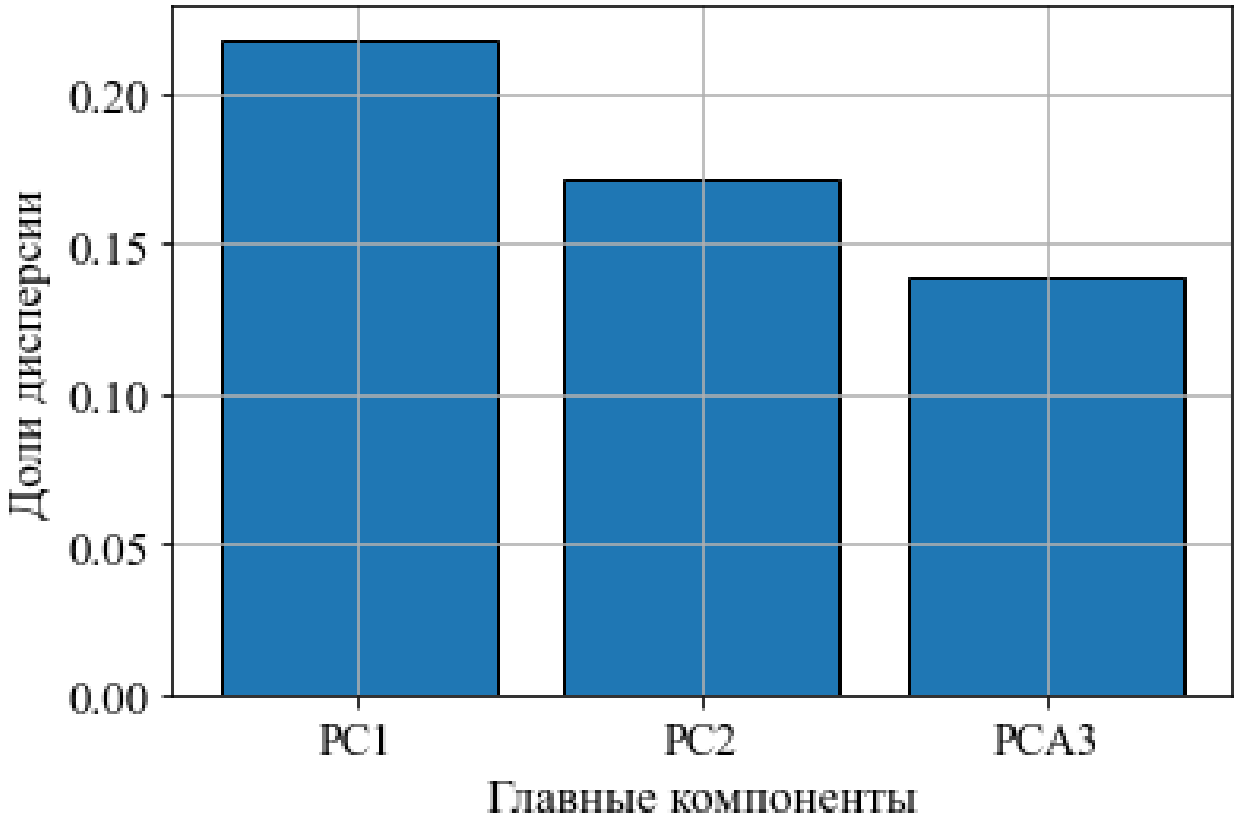


Рисунок 14 - Доли дисперсии, объясняемые главными компонентами

На основе имеющихся внутрипопуляционных характеристик при изучении генетической структуры голштинской породы разводимой в Ярославской области представлена оценка вклада каждой микропопуляции (табл. 18).

Показатели генетического разнообразия позволяют оценить состояние изучаемой популяции и охарактеризовать эффективность селекционного воздействия. Мера информационного полиморфизма, индекс генного разнообразия Нэя и индекс Шеннона позволяют косвенно определить наличие инбредной депрессии или влияние искусственного отбора (Ней М., 1987).

Таблица 18 - Индексы популяционной структуры хозяйств

Хозяйства	Средний на локус индекс информации Шеннона, I (m±se)	PIC	Среднее число аллелей μ, (m±s_μ)	Доля редких аллелей, hμ (m±s_h)	Среднее на локус генное разнообразие, H_t (m±se)
АО «Племзавод «Ярославка»	0,035±0,001	0,023±0,001	1,117±0,009	0,994±0,007	0,023±0,006
ООО «Арефинское»	0,031±0,001	0,022±0,001	1,095±0,008	0,994±0,005	0,022±0,007
ООО «Агромир» отделение «Горшиха»	0,039±0,001	0,023±0,001	1,128±0,01	0,994±0,007	0,023±0,005
ООО «Агромир» отделение «Левцово»	0,038±0,001	0,022±0,001	1,131±0,011	0,994±0,007	0,022±0,005
ООО «Новая жизнь»	0,032±0,001	0,023±0,001	1,096±0,008	0,994±0,005	0,023±0,006
ЗАО «Новый путь»	0,036±0,001	0,023±0,001	1,118±0,01	0,994±0,007	0,023±0,006
ЗАО «Агрофирма «Пахма»	0,038±0,001	0,024±0,001	1,120±0,01	0,994±0,007	0,024±0,005
АО «Ярославский бройлер»	0,037±0,001	0,023±0,001	1,114±0,009	0,994±0,006	0,023±0,006
ООО «Меленковский»	0,031±0,001	0,022±0,001	1,093±0,008	0,994±0,005	0,022±0,007

Примечание: se–стандартная ошибка; s_μ – ошибка среднего числа аллелей; s_h – ошибка доли редких аллелей

Мера информационного полиморфизма (PIC) для всех хозяйств находится на уровне 0,022-0,024, что говорит о невысокой дискриминационной способности данного маркера. Значения генетического разнообразия по Нэю и Шеннону показывают генотипическую гетерозиготность внутри популяции и указывают на частоту встречаемости различных аллелей в популяции. Среди изучаемых микропопуляций средневзвешанный показатели генетического разнообразия принимают низкие значения, равные 0,035±0,001 (I) и 0,023±0,006 (Ht). Это обуславливает значительное генетическое сходство этих микропопуляций и указывает на наличие искусственного отбора (Столповский Ю.А. и др., 2010).

Наибольшим генетическим разнообразием обладают хозяйства ООО «Агромир» (отделение «Горшиха» 0,039±0,001 – I и 0,023±0,005 – Ht, отделение «Левцово» 0,038±0,001– I и 0,022±0,005 – Ht) и ЗАО «Агрофирма

«Пахма» (0,038±0,001– I и 0,024±0,005 – Ht). Это говорит о более высоком селекционном потенциале данных хозяйств и об уменьшении вероятности внутрипородного инбридинга. Хозяйства ООО «Арефинское» и ООО «Меленковский» имеют наименьшие значение показателей генетического разнообразия среди исследуемых микропопуляций.

Внутрипопуляционное разнообразие описывают также с помощью среднего числа аллелей и доли редких аллелей. Среднее число аллелей отражает степень разнообразия, а доля редких аллелей равномерность их распределения. У исследуемых микропопуляций наблюдается низкий уровень разнообразия и равномерности распределения частот аллелей ($\bar{\mu}$=1,111 и $(h\mu)^{-}$=0,994), что говорит о неравномерности их распределения.

Так наибольшее среднее число аллелей имеет ООО «Агромир» (отделение «Горшиха» – 1,128±0,01, отделение «Левцово» – 1,131±0,011), а наименьшее ООО «Меленковский» – 1,093. Доля редких аллелей для всех хозяйств составила 0,994 и не изменялась между хозяйствами, что говорит о равном уровне распределения аллелей внутри хозяйств.

Наибольшим генным потенциалом из изученных хозяйств обладает ООО «Агромир», так как оно имеет лучшие показатели генетического разнообразия. В то же время хозяйство ООО «Меленковский» имеет наименьшие показатели указанных параметров. Остальные хозяйства занимают промежуточное положение среди указанных хозяйств. Такое распределение хозяйств может быть связано с различиями в исходных популяциях и особенностями ведения селекционной работы.

1.3 Ярославская порода

Ярославский скот был известен как высокопродуктивный уже в 16 веке. Название «ярославский скот» впервые появилось в середине 19 века. Молоко от ярославских коров отличалось густотой и вкусом, как отметил английский путешественник Ченслер в 1553 году (Максименко В.Ф. и др., 2000).

На первой Всероссийской выставке в 1869 году А.Ф. Миддендорф называет ярославку породой. По описанию выставочной комиссии, коровы ярославской породы были очень молочные и среднего телосложения.

В 19 веке, начале 20 существовали разные точки зрения о происхождении ярославского скота. Большинство исследователей и специалистов считали, что ярославка произошла путем улучшения местного скота без других пород. Так же существовало мнение, что ярославский скот был получен путем скрещивания с холмогорским или иностранным скотом. Крестьяне ценили ярославский скот за его определенные качества, которыми он отличался от голладского скота, что указывает на происхождение ярославской породы путем обособления местного отродья великорусского скота.

В 1843 году ярославское общество сельского хозяйства пришло к выводу, что в наших природно-экономических условиях целесообразно чистопородное разведение местного скота, так как иностранный скот не приспособлен к нашим условиям и быстро вырождается.

Ярославский скот отличался хорошей жирномолочностью, отсутствием низкопередности, низкой пристановкой хвоста, длинной лицевой частью головы, растянутым туловищем, угловатостью форм и белоголовой с очками мастью. Эти признаки ярославка стойко передает потомству при скрещивании с другими породами, что указывает на консолидацию этих признаков у животных, на консерватизм наследственности, который выработался благодаря длительному разведению породы в чистоте (Моноенков М.И., 1974, Максименко В.Ф. и др., 2005).

Ярославский скот имел нежное телосложение, крепкий и негрубый костяк, хорошо выраженный молочный тип. Животтных отличала невысокая живая масса, угловатые формы, бедное мускулатурой тело, им были свойственны ряд экстерьерных недостатков, характеризующих животных которых недокармливали и держали не в очень благоприятных условиях в период их роста и развития. При улучшении кормления животные ярославской породы быстро повышают живую массу и великолепно раздаиваются.

С течением времени экстерьер ярославского скота менялся. К моменту первого обследования в 1871 году В.И. Бландовым ярославский скот представлял собой животных среднего роста, черной, красной и пестрой масти. Скот имел тонкую кожу, покрытую коротким лоснящимся волосом. Коровы в большинстве были, угловаты, упитанных коров можно было встретить как исключение. Они имели: средней величины голову, узкую, длинную шею, хорошо развитую грудь (хотя встречались и узкогрудые животные), цилиндрическое туловище, широкую, прямую спину, крутые ребра, широкий, короткий и свислый крестец, вымя небольшое, ноги тонкие, сухие, короткие, широко расставленные. Этот экстерьер, веками складывавшийся в условиях полуголодного кормления и плохого содержания скота, превратился в наследственную особенность и еще часто встречается у современных животных. Промеры животных ценных племенных животных записаны в I, II и III томах Государственной племенной книги ярославского скота с 1923 года по 1929 год (Круглов А.И., 1963).

За более чем 100 лет, тип животных улучшался, и они под влиянием человека превращались из примитивного, простого, низкопродуктивного скота в культурную молочную породу, однако этот процесс шел очень медленно. По данным 1926 года лучшие коровы ярославской породы в среднем давали до 2460 кг молока. На племенной ферме колхоза «Горшиха» средние удои коров увеличились с 1885 кг в 1935 г. до 4366 кг в 1944 г. В колхозе «Красный коллективист» за тот же период времени удои возросли с 2670 до 4026 кг, в колхозе «Новый быт» - с 2480 до 3930 кг, а в колхозе

«Дружба» - даже до 4580 кг. К началу Великой Отечественной войны в Ярославской области насчитывалось уже более 20 коров-рекордисток с удоем от 6000 до 11700 кг молока. От многих из этих коров было получено значительное количество дочерей и сыновей выдающихся качеств (Лискун Е.Ф., 1951).

При переходе молочного скотоводства на промышленную основу особо актуальной стала селекционная задача, заключающаяся в получении животных, которые сочетали бы в себе крепкую конституцию, здоровье, высокую продуктивность, высокие технологические качества, в частности, качество вымени и пригодность к машинному доению. Для этого была проведена комплексная оценка экстерьера и молочной продуктивности ярославского скота и разработаны параметры модельного животного (Абрамова М.В., 2005).

В настоящее время скот ярославской породы пользуется большим спросом в сельскохозяйственных предприятиях с собственной переработкой молока, в хозяйствах, занимающихся производством экологически чистой продукции, и на частных фермах. Н.И. Стрекозовым и Х.А. Амерхановым (2013) ярославская порода выделена в разряд важнейших ценных пород, к которым относится бестужевская, айрширская, истобенская, джерсейская.

Ярославские коровы отличаются уникальным качеством молока, прежде всего из-за специфического соотношения белка и жира, а также повышенного содержания в молоке аллеля В каппа-казеина, что делает его лучшим сырьём для маслоделия и сыроделия. (Егорашина Е.В., 2019). Качественный состав молока обусловливается генетическими особенностями животных, как специфический признак породы (Ильина А.В. и др., 2015).

Дальнейшее качественное совершенствование ярославской породы должно вестись как при чистопородном разведении, так и методом скрещивания, по научно-обоснованной программе, при оптимизации породного состава молочного скота, определении объемов и методов скрещивания (Тамарова Р.В., 2014).

1.3.1 Динамика численности поголовья и молочной продуктивности

В настоящее время в регионе по ярославской породе имеется 3 племенных завода с поголовьем коров 2098 голов (АО «Племзавод «Ярославка», ОАО «Племзавод им. Дзержинского», ООО «Агроцех»), 14 племенных репродукторов с поголовьем коров 6187 головы (Ежегодник …, 2021).

На рисунке 15 представлена динамика численности поголовья крупного рогатого скота ярославской породы с 2015 по 2020 года.

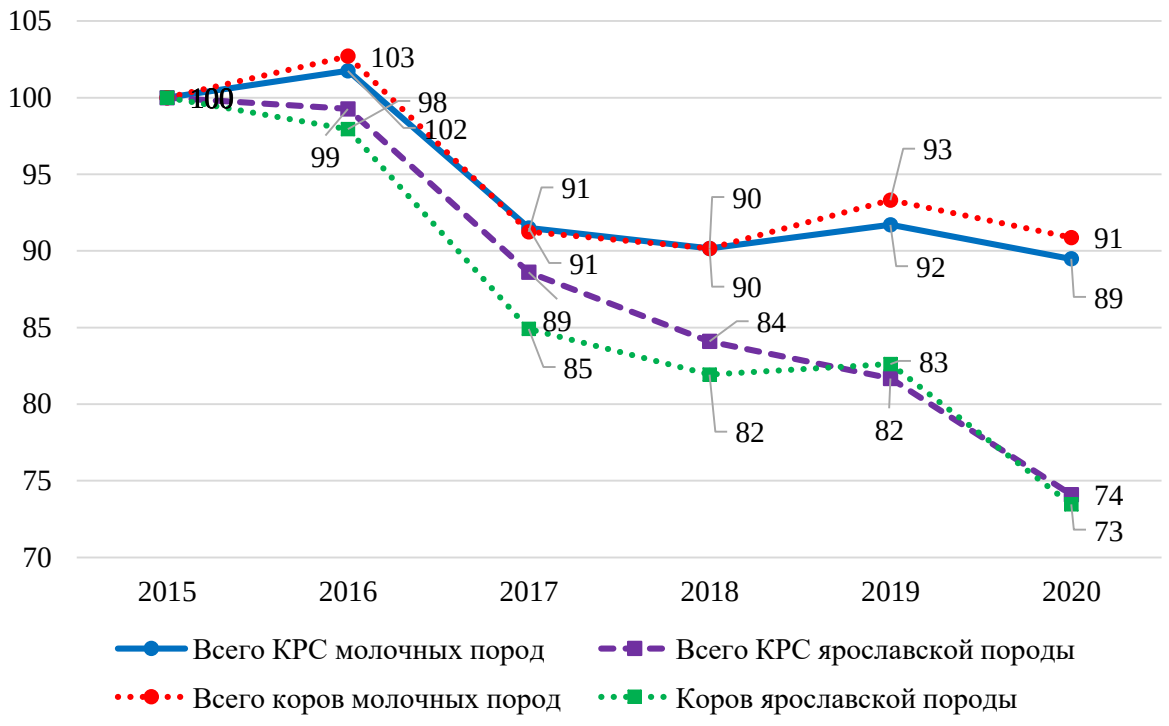


Рисунок 15 - Динамика численности крупного рогатого скота ярославской породы в Ярославской области, %

Динамика численности крупного рогатого скота ярославской породы идёт к снижению. Резкое снижение коров наблюдается в 2017 году на 15% и в 2020 году на 27% в зависимости от 2015 года.

В таблице 19 представлены данные по молочной продуктивности коров-первотелок ярославской породы.

Таблица 19 - Молочная продуктивность ярославкого скота Ярославской области

Показатели	Периоды, год					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Надой, кг	5774	5972	5994	6198	6563	6778
Жир, %	4,42	4,31	4,35	4,29	4,35	4,33
Белок, %	3,26	3,12	3,15	3,21	3,28	3,12
Живая масса, кг	505	509	508	513	519	531

Из таблицы 19 видно, что у коров ярославской породы надои увеличиваются, но не так интенсивно, как у других исследованных пород. Рост молочной продуктивности с 2015 по 2020 год составил 1004 кг (14,8%), что является на 2,1% ниже чем у коров голштинской породы, на 4,5% меньше, чем у чёрно-пёстрой и на 2,5% меньше айрширской. Показатели жира и белка также имеют тенденцию к снижению на 0,09% и на 0,14%, соответственно.

Живая масса первотёлок ярославской породы за шестилетний период увеличилась на 26 кг или 4,9%.

1.3.2 Генеалогическая структура

Ярославская порода крупного рогатого скота - одна из старейших отечественных пород. Время ее существования, как самостоятельной единицы в перечне отечественных пород, можно разделить на четыре периода, имеющие характерные различия в основных подходах к приемам селекционной работы (Косяченко Н.М., 1998).

Современная генеалогическая структура ярославской породы при чистопородном разведении представлена 7 генеалогическими линиями (рис. 16).

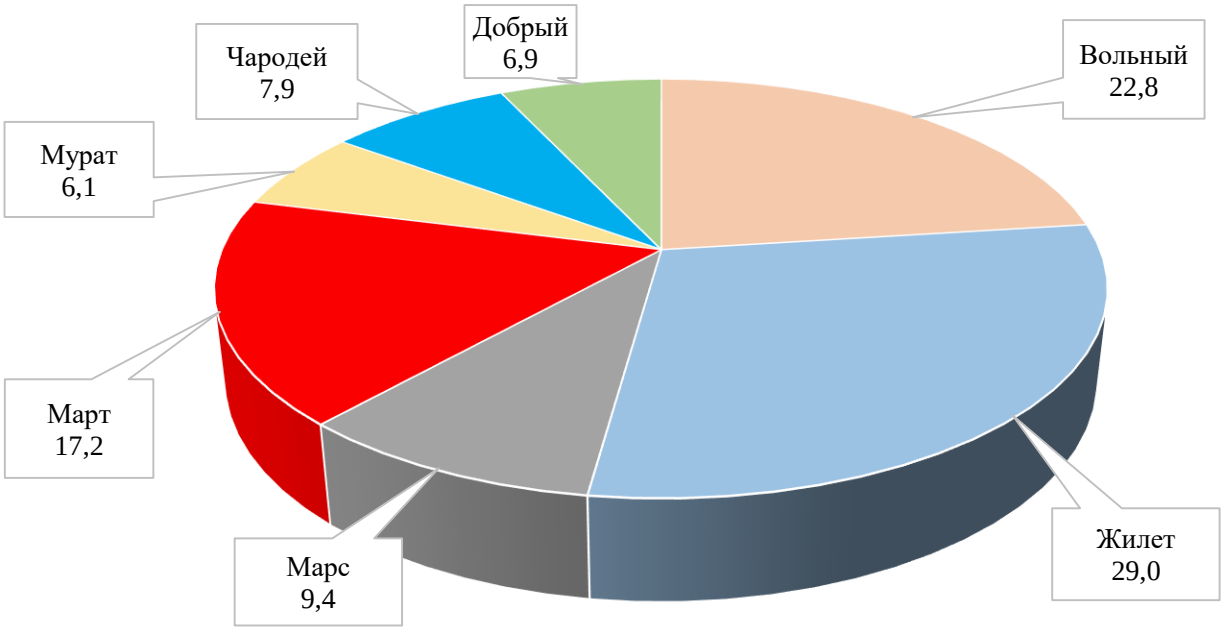


Рисунок 16 - Генеалогическая структура ярославской породы при чистопородном разведении Ярославской области, %

Линия Вольного ЯЯ-4370. Родоначальник линии получен в 1960 г. в племзаводе «Горшиха» от Афоризма ЯЯ-4245 и Дины 224 (8-300-4004-5,58). Сама линия первоначально была выделена как перспективная ветвь линии Невода ЯЯ-3907 (Вольный ЯЯ-4370 является внуком Невода ЯЯ-3908). За исследуемый период удельная масса маточного поголовья линии увеличилась на 11,4 п.п. и составляет 22,8 %. Средняя продуктивность матерей быков по максимальной лактации, семя которых есть в наличии в АО «Ярославское» по племенной работе составляет 8197 кг молока с содержанием жира 4,44 %, белка 3,31%.

В настоящее время из линии Вольного ЯЯ-4370 выделено две перспективные ветви (Мака 105 и Маяка 900), которые должны были служить основой для закладки новых родственных групп (в перспективе линий). К сожалению, в ветви Маяка 900 не создалась необходимая структура (три ряда потомков без дифференциации на отдельные ветви), помимо этого в ветви низкий удельный вес улучшателей. На данный момент ветвь реализуется через потомков быка Наследник 307 ($А_1$) и его сына Вулкана 1154 ($А_1Б_1$), среди

продолжателей три быка признаны улучшателями. Наивысшая продуктивность матерей быков, семя которых реализуется на базе АО «Ярославское» по племенной работе составляет 8557 кг молока с содержанием жира 4,54 %, белка 3,40 % (Коренев М.М. и др., 2019).

Родственная группа Мака 105 по своей «селекционной массе» составляет 69% от линии Вольного ЯЯ-4370. За последние десять лет в ветви получили категорию улучшателей 5 производителей, в том числе Лорнет 1026 ($А_3Б_2$), Дайкон 998 ($А_1Б_3$), Варяг 1009 ($А_1Б_1$). Средняя продуктивность матерей быков по ветви (высшая лактация) составила 7948 кг молока и 4,31 % жира, 3,24 % белка. Генеалогическая структура ветви дифференцирована на четыре неравнозначных ответвления (Аккуратного 784, Наката 276, Нарцисса 958 и Полета 388), из которых лидирующее значение имеет группа Полета 388. По продуктивности матерей лучшие показатели у производителей: Мирт 704 (5-8024-4,17-3,26), Дайкон 998 (5-8180-4,11-3,16), Лорнет 1026 (3-7172-5,32-3,35), Лотос 6443 (2-8902-4,51-3,19).

Линия Жилета ЯЯ-4574. Родоначальник линии родился в 1964 г. в племзаводе «Горшиха» Ярославского района. Перспективная группа Жилета ЯЯ-4574 была выведена из линии Марта ЯЯ-2456. На протяжении последних десяти лет животные линии имеют высокие показатели продуктивности. Маточное поголовье линии за десять лет по удельной массе увеличилось с 17,8% до 29,0 %, по численности она находится на первом месте в породе. По Ярославской области генеалогическая структура линии Жилета ЯЯ-4574 представлена двумя ветвями: Катера 331 и Равного 90. В ветви Катера выделена самостоятельная родственная группа (в перспективе линия) Невода 492. Следует отметить, что животные линии Жилета ЯЯ-4574 выделяются среди других линий по содержанию массовой доли жира в молоке, выходу молочного жира и живой массе. Из 13 быков, семя которых реализуется в случную сеть оценены по качеству потомства 7 голов, в том числе абсолютные улучшатели 2 быка; Стрелец 143 ($Б_1$), Гейзер 221 ($Б_1$), Лукум 1050 ($А_3$), Кавалер 691 ($А_3$), Валдай 558 ($А_3$), Дон 928 ($А_2$), Лимон 955 ($А_1Б_1$), Нейлон

1056 ($А_1Б_1$).

Линия Магната ЯЯ-4466. Родоначальник линии родился в 1938 г. в колхозе «Реконструкция» Некрасовского района. Сама линия получена в результате прогрессивного развития одной из ветвей линии Ликуна ЯЯ-1836. В настоящее время она представлена двумя ветвями (Рупора 700 и Ткача 571) с достаточной дифференциацией на ответвления. По программе селекции ярославской породы (Сперанский А.Т., 1988).

В настоящее время маточное поголовье линии Магната ЯЯ-4466 отсутствует. Семя быков-производителей находится в генофондном банке и может быть использовано только для заказного спаривания для возобновления работы с линией.

Линия Марса ЯЯ-4319. Родоначальник получен в 1959 г. в ОПХ «Тутаево» Тутаевского района. Первоначально перспективная группа развивалась как ветвь в линии Чародея ЯЯ-1544. Животные линии отличаются стабильностью в продуктивных показателях и соответствуют требованиям, предъявляемым к породе.

Генеалогическая структура линии представлена ветвями Дождика 569 и Узора 466 с соответствующей дифференциацией на ответвления. В последнее время наибольшее развитие получила ветвь Узора 466 через быков Лоск 1089 и Нитрон 1354. В ОАО «Ярославское» имеется для реализации семя быков Вожак 605, Локон 988, Исток 324 с продуктивностью матерей по максимальной лактации 7650 кг молока и содержанием жира 4,59 %, белка – 3,47 %.

Линия Марта ЯЯ-2456. Родоначальник линии родился в 1939 г. Он выделен из исходной в породе линии Дюжего Я-368. Коровы линии Марта отличались крепостью конституции, оптимальной живой массой, обильно- и жирномолочностью, что способствовало широкому распространению линии.

За последние десять лет удельный вес линии увеличился на 1,9 п.п. и составил 17,2 % (третье место в породе). В ее генеалогическую структуру входят ветви Алмаза 120 и Магнита 248. Из ветви Магнита 248 выделяется

перспективная родственная группа Сударя 62 ЯЯ-4972, по своей селекционной структуре и количеству выявленных быков-улучшателей претендующая на самостоятельность.

На современном селекционном этапе генеалогическая структура линии реализуется через быков Грома 563 ($А_1$), его сына Аргона 1403 ($А_2$) и внуков Нового 122 ($А_1$) и Браслета 301 ($А_1Б_1$), Старта 207 ($Б_1$) и Активного 906 ($Б_2$). На региональном племпредприятиии имеется запас семени 10 быков-производителей со средней продуктивностью матерей по максимальной лактации 7141 кг молока с содержанием жира 4,62 %, белка 3,37 %.

Линия Мурата ЯЯ-4388. Родоначальник родился в 1961 году в колхозе «Заветы Ильича» Вологодской области. За последние десять лет ее удельная масса по маточному поголовью увеличилась с 2,5 до12,8%. Генеалогическая структура линии представлена ветвями Метра 585, Мрамора 564 и Полка 580. Из ветви Метра 586 выделена группа Твердого 577 ЯЯ-5028, в разрезе которой в основном и ведется целенаправленная селекционная работа с линией.

Семя быков, реализуемое на региональном племпредприятии представлено 9 быками, в том числе 3 улучшателями Запад 297 ($Б_1$), Бирюзовый 783 ($А_1$), Жгутик 914 ($А_3$). Средняя продуктивность матерей быков по максимальной лактации составляет 7472 кг молока с содержанием жира 4,67 %, белка- 3,40 %.

Линия Чародея ИЯ-2165. Родоначальник линии родился в племхозе «Успенская ферма» Переславского района Ярославской области в 1938 году. Это одна из так называемых «старых» линий, сохранившая характерный тип, продуктивные качества маточного поголовья на протяжении более чем 50 лет. Линия Чародея характеризуется высоким удоем при среднем для породы содержании жира в молоке, крупным ростом, крепкой конституцией, хорошим развитием мускулатуры. Удельный вес линии в современной генеалогической структуре маточного поголовья составляет 7,9 % (рис. 16). В настоящее время в линии имеется одна, в достаточной мере, дифференцированная ветвь – Аниса 481, в пределах которой и сосредоточена основная часть маточного поголовья.

На Ярославском племпредприятии имеется запас семени от 5 быков-производителей со средней продуктивностью матерей 8356 кг молока с содержанием жира 4,61 %, белка 3,22 %.

Линия Доброго ЯЯ-4627. Наиболее молодая линия в породе, родоначальник получен в 1964 г. в племзаводе «Горшиха». Группа Доброго ЯЯ-4627 выделена как перспективная ветвь из линии Клена ЯЯ-4569, она отличается сравнительно высокой молочностью и массовой долей жира в молоке. За последние годы удельная масса маточного поголовья увеличилась не значительно на 0,2 п.п и составила 6,9 %, линия занимает шестое место в породе по маточному поголовью. Генеалогическая структура линии представлена тремя ветвями - Гладика 120, Грома 753 и Дуная 273. По количеству коров и быков-производителей наиболее многочисленна ветвь Гладика 120 и Грома 753. Средняя продуктивность матерей быков по наивысшей лактации составляет 7240 кг молока с содержанием жира 4,46 %, белка – 3,42 %. За последние годы выявлено 4 быка-улучшателя Беркут 1025 ($А_1$), Гвардеец 397 ($А_1$), Земляк 951 ($А_1$), в том числе 1 абсолютный улучшатель – Маршал 1073 ($А_1Б_1$).

Продуктивные показатели коров в зависимости от линейной принадлежности представлены в таблице 20.

Таблица 20 - Продуктивность чистопородных коров ярославской породы

Линия	Первая лактация					Последняя законченная лактация				
	надой, кг	МДЖ, %	МДЖ, кг	МДБ, %	МДБ, кг	надой, кг	МДЖ, %	МДЖ, кг	МДБ, %	МДБ, кг
Вольный	4834	4,57	220,4	3,22	155,9	5246	4,45	232,9	3,24	170,3
Жилет	4831	4,72	227,2	3,24	156,9	5237	4,67	243,8	3,27	171,2
Марс	4451	4,66	206,7	3,29	146,4	5353	4,51	241,00	3,26	174,7
Март	4556	4,72	215,3	3,28	149,3	5237	4,66	243,8	3,28	171,8
Мурат	4596	4,53	207,9	3,27	150,4	5388	4,48	241,6	3,26	175,6
Чародей	5125	4,53	231,0	3,23	165,5	5865	4,40	256,5	3,22	188,9
Добрый	4822	4,59	221,5	3,29	158,9	5758	4,50	258,3	3,24	186,6
Среднее	4751	4,65	220,2	3,26	154,7	5344	4,56	242,9	3,26	174,1

Чистопородные животные отличаются высоким содержанием качественных компонентов молока, так содержание жира в молоке коров за 305 дней первой лактации составило 4,53 % - 4,72 %, в среднем по группе 4,65%.

По содержанию белка чистопородные ярославские коровы превосходили своих сверстниц, лимиты по первой лактации составили 3,22 %...3,29 %, по последней законченной – 3,22 %...3,28 %.

Большой массив ярославской породы составляют животные улучшенных генотипов и михайловского типа. По данным бонитировки 2020 года доля этих животных составила 70,3 % от общей численности ярославского скота региона с продуктивностью в среднем по стаду всех категорий хозяйств 7252 кг молока с содержанием жира 4,29 %, белка 3,11 %.

На рисунке 17 приведена генеалогическая структура улучшенных генотипов ярославской породы крупного рогатого скота.

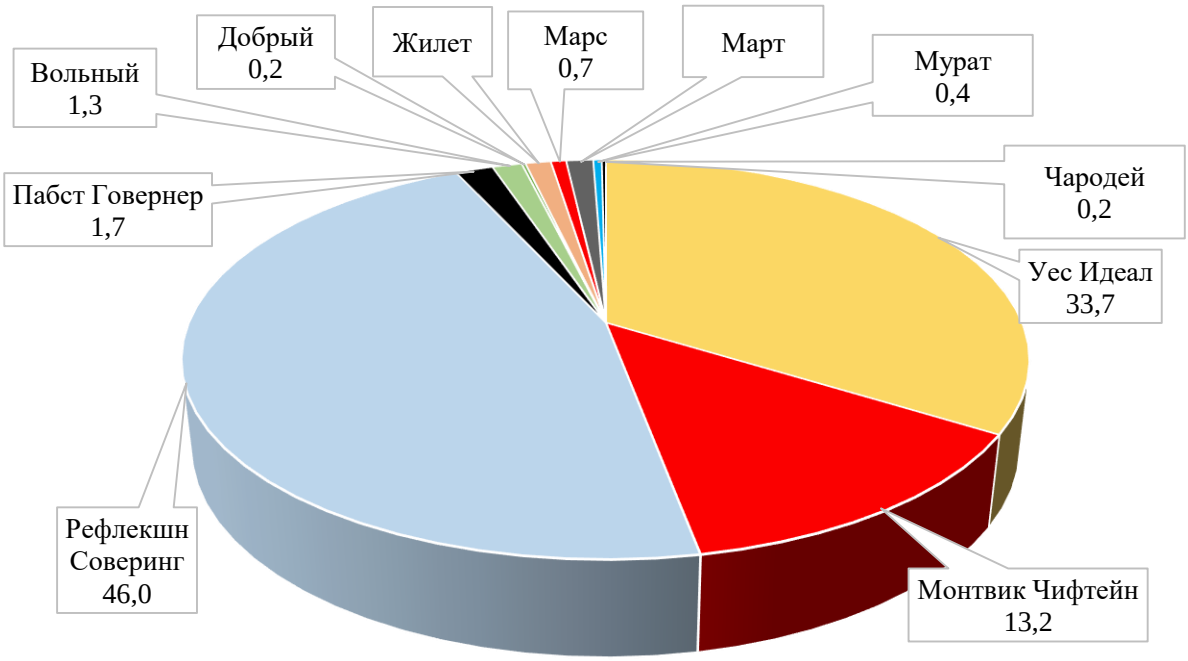


Рисунок 17 - Генеалогическая структура улучшенных генотипов ярославской породы в Ярославской области, %

Характеристика линий ярославской породы по продуктивным признакам приведена в таблице 21.

Животные улучшенных генотипов превосходили сверстниц по количеству молока по первой лактации на 1614 кг молока, по последней законченной лактации на 1666 кг молока за лактацию в среднем по группе.

Таблица 21 - Продуктивность коров улучшенных генотипов ярославской породы

Линия	Первая лактация					Последняя законченная лактация				
	надой, кг	МДЖ, %	МДЖ, кг	МДБ, %	МДБ, кг	Надой, кг	МДЖ, %	МДЖ, кг	МДБ, %	МДБ, кг
Уес Идеал	6426	4,41	281,2	3,16	203,0	7096	4,34	305,4	3,18	226,0
Монтвик Чифтейн	6299	4,31	270,7	3,16	199,5	6910	4,28	294,5	3,17	219,5
Рефлекшн Соверинг	6476	4,36	280,2	3,18	206,2	7109	4,30	302,9	3,19	227,0
Пабст Говернер	6686	4,43	296,1	3,26	218,4	6886	4,41	303,0	3,27	225,3
Вольный	5273	4,33	227,8	3,16	166,6	5760	4,18	239,3	3,15	181,3
Добрый	5352	4,53	243,2	3,22	172,5	7085	4,30	306,8	3,16	224,4
Жилет	5048	4,70	236,8	3,19	160,9	5775	4,57	264,0	3,20	185,3
Марс	4587	4,80	219,8	3,21	147,0	5916	4,68	275,5	3,21	190,3
Март	5130	4,59	235,7	3,27	167,9	5899	4,60	271,8	3,23	190,9
Мурат	4639	4,65	215,6	3,23	149,8	5559	4,85	270,0	3,27	182,4
Чародей	5701	4,40	245,6	3,11	176,2	7146	4,37	306,4	3,21	228,7
Среднее	6365	4,39	277,0	3,18	202,1	7010	4,33	300,6	3,19	223,6

По данным таблицы видно, что наивысшей продуктивностью по первой лактации обладали животные линий Пабст Говернер, Рефлекшн Соверинг и Уес Идеал, при этом животные, полученные от возвратного скрещивания, превосходили своих сверстниц по массовой доле жира и белка в молоке. Лидерами по качественному составу молока являлись первотелки линий Жилета, Мурата и Доброго.

1.3.3 Селекционно-генетические параметры продуктивных признаков

Изучение вариабельности продуктивных признаков позволяет понять направленность и интенсивность отбора в отдельном стаде или популяции. Показатели фенотипической изменчивости продуктивных признаков коров ярославской породы представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Показатели фенотипической изменчивости продуктивных признаков

Период, год	Показатели					
	надой, кг		МДЖ, %		МДБ, %	
	σ, кг	Cv, %	σ, %	Cv, %	σ, %	Cv, %
2015	1272,4	22,74	0,48	10,78	0,17	5,28
2016	1408,1	24,14	0,55	12,16	0,13	4,18
2017	1457,9	24,25	0,51	11,55	0,12	3,8
2018	1583,6	24,50	0,54	12,24	0,16	4,91
2019	1528,0	22,69	0,57	12,81	0,19	5,78
2020	1421,0	21,64	0,50	11,56	0,19	5,93

Из данных таблицы 21 следует, что при изучении признаков молочной продуктивности, наиболее разнообразным является надой. Коэффициент вариациии по надою варьирует от 21,64% до 24,5%, а наименее разнообразными оказались процент жира и белка.

На рисунке 18 представлен коэффициент наследуемости по надою, массовой доле жира (%) и массовой доле белка (%) у коров ярославской породы.

Из данных рисунка следует, что у коров ярославской коровы за все периоды исследования коэффициент наследуемости по надою имеет среднее значение (h^2 = 0,249 - 0,380), что характеризует стабильность наследования потомками продуктивных признаков матерей. По массовой доле жира (h^2 = 0,164 - 0,255) и по массовой доле белка (h^2 = 0,190 - 0,331) коэффициенты наследуемости низкие или средние, но в основном преобладают низкие значения.

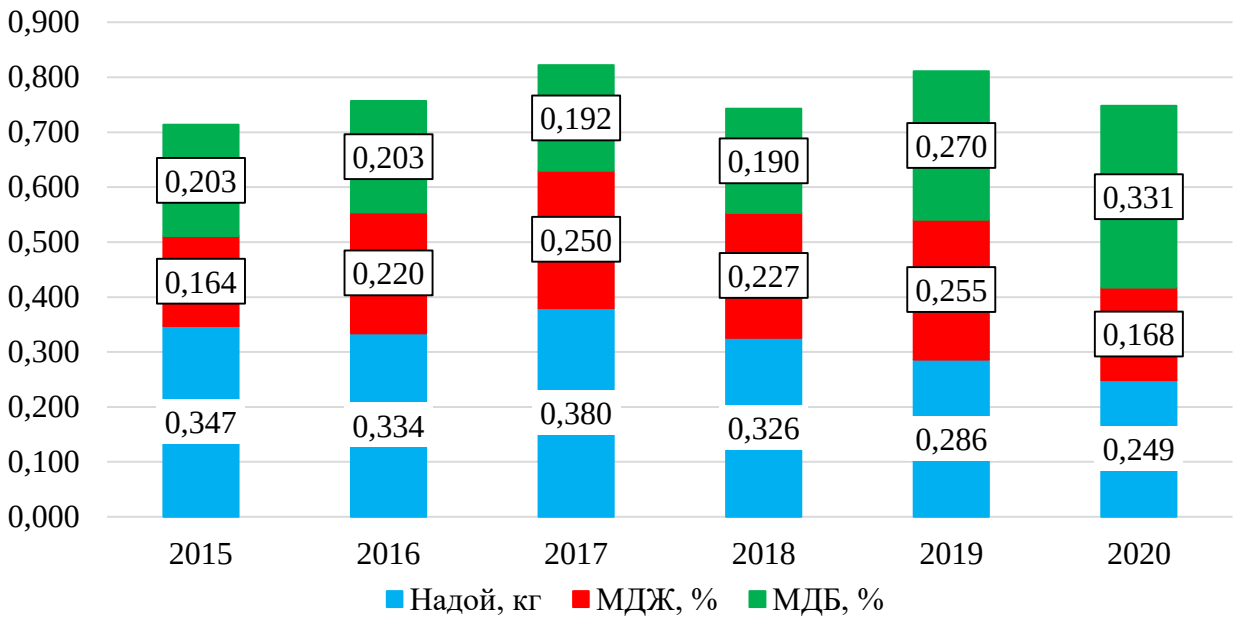


Рисунок 18 – Показатели генетической изменчивости продуктивных признаков

Установление характера и силы коррелятивной связи между признаками, позволяет проводить отбор по одному или нескольким признакам, предусмотреть изменение одних признаков при отборе по другим, изучать причинную связь между признаками, причем все это является необходимым условием успешной селекционной работы. Знание корреляции между несколькими хозяйственно полезными признаками животного позволяет выяснить их взаимосвязь и избегнуть односторонности, а, следовательно, и малой эффективности селекции (табл. 23).

Таблица 23 – Фенотипические корреляции продуктивных признаков ярославской породы

Период, год	Надой (кг) × МДЖ (%)	Надой (кг) × МДБ (%)	МДЖ (%) × МДБ (%)	Надой (кг) × живая масса (кг)	МДЖ (%) × живая масса (кг)	МДБ (%) × живая масса (кг)
2015	-0,277***	-0,228***	0,357***	0,342***	-0,082***	-0,109***
2016	-0,399***	-0,271***	0,628***	0,343***	-0,200***	-0,063**
2017	-0,401***	-0,253***	0,674***	0,409***	-0,212***	0,008
2018	-0,204***	0,155***	0,373***	0,375***	-0,185***	0,188***
2019	-0,144***	-0,011	0,193***	0,271***	-0,062*	0,109***
2020	-0,138***	-0,160***	0,389***	0,184***	0,046	0,149***

Примечание: здесь и далее - * P≤0,05; ** P≤0,01; *** P≤0,001.

Анализ полученных данных таблицы 23 показал, что фенотипическая связь между белком и жиром у коров ярославской породы была заметной в 2016 и 2017 годах и составила r = 0,628*** и 0,674***, соответственно. В другие исследованные периоды этот показатель находится в пределах от r = 0,193***-0,389***. Между надоем и качественными показателями наблюдается слабая обратная связь. Прямые и высокодостоверные корреляции у надоя и живой массы (lim r = 0,184*** - 0,409***). Связи между живой массой и процентом жира и белка или отсутствуют либо являются слабыми положительными и отрицательными.

Динамика показателя коэффициента генетической корреляции продуктивных признаков представлена в таблице 24.

Таблица 24 – Генотипические корреляции продуктивных признаков ярославской породы

Период, год	Надой (кг) × МДЖ (%)	Надой (кг) × МДБ (%)	МДЖ (%) × МДБ (%)	Надой (кг) × живая масса (кг)	МДЖ (%) × живая масса (кг)	МДБ (%) × живая масса (кг)
2015	-0,066**	-0,061**	0,065**	0,086***	-0,014	-0,021
2016	-0,108***	-0,071***	0,133***	0,078***	-0,037	-0,011
2017	-0,123***	-0,068***	0,148***	0,14***	-0,059**	0,002
2018	-0,056*	0,039	0,077***	0,116***	-0,048*	0,044*
2019	-0,039	-0,003	0,051*	0,067**	-0,014	0,026
2020	-0,028	-0,046	0,092*	0,043	0,009	0,04

Примечание: здесь и далее - * P≤0,05; ** P≤0,01; *** P≤0,001.

У коров ярославской породы между надоем и процентом жира присутствует слабая отрицательная генетическая корреляция в 2016 (r = - 0,108***) и 2017 (r = - 0,123***) году. В эти же временные периоды между МДЖ (%) и МДБ (%) прослеживается слабая положительная взаимосвязь (r = 0,133*** - 0,148***, соответственно). Следует отметить, что величина живой массы имеет прямую, но слабую связь с надоем и практически не влияет на процент жира и белка в молоке.

1.3.4 Генетический потенциал продуктивных признаков и степень его реализации

Оценка генетических изменений дает возможность сравнивать эффективность племенной работы в разных стадах, районах, областях, зонах разведения породы, между породами в пределах страны и в разных странах по различным породам. Она также необходима для подтверждения эффективности практической селекции, для сравнения различных методов отбора племенных животных, для более точной оценки племенной ценности индивидов.

Периодическая оценка генетических изменений в стадах и популяциях должна служить предпосылкой для разработки более совершенных методов и программ селекции животных, являться критерием эффективной деятельности как селекционеров в хозяйствах, так и селекционных центров по породам.

Наиболее совершенным способом ведения мониторинга эффективности селекционных мероприятий в популяции является построение и оценка генетических трендов, которые являются графическим изображением изменения уровня селекционных признаков за счет изменения средней племенной ценности животных отдельной породы (табл. 25).

Таблица 25 - Динамика генетического потенциала и генетического тренда по ярославской породе

Год	Параметр	Показатели		
		надой, кг	МДЖ, %	МДБ, %
2010	генетический потенциал	182	0,03	0,01
	генетический тренд	93	0,02	0,01
2012	генетический потенциал	195	0,03	0,01
	генетический тренд	95	0,02	0,01
2014	генетический потенциал	222	0,01	0,00
	генетический тренд	141	0,01	0,01
2016	генетический потенциал	239	0,02	0,01
	генетический тренд	173	0,01	0,01
2018	генетический потенциал	246	0,02	0,00
	генетический тренд	180	0,01	0,01

Генетический потенциал по надою в ярославской породе в 2010 г. составлял + 182 кг молока, к 2018 г. он увеличился до 246 кг за счет использования быков-производителей, улучшателей по надою, а также увеличения доли помесного поголовья до 70,3%. Генетический тренд в 2010 г. составлял 51,1%, к 2018 г. увеличился и составил 73,2% (таб. 24).

На рисунке 19 приведена сравнительная характеристика надоя, потенциала и тренда в динамике.

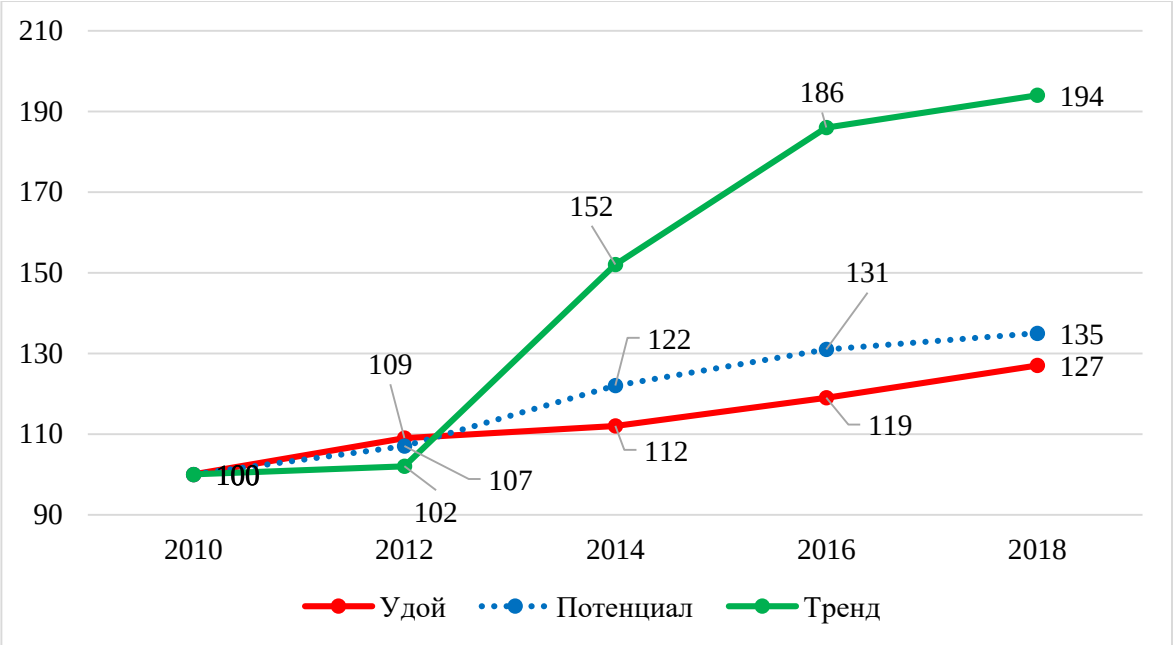


Рисунок 19 - Показатели продуктивности потенциала и тренда по ярославской породе в % к 2010 году

Из рисунка видно, что изменение генетического потенциала популяции линейно, с тенденцией роста продуктивности, его реализация (тренд) положительно коррелирует с продуктивностью (r = + 0,61***), следовательно, популяция обладает существенными генетическими возможностями для увеличения надоя, при сохранении жирномолочности и белковомолочности.

Порода обладает существенными генетическими возможностями для увеличения надоя, однако жирномолочность и белковомолочность в большей степени зависят от паратипических факторов (Косяченко Н.М., Коновалов А.В., Малюкова М.А., 2012; 2014).

1.3.5 Генетическая структура популяции по EAB-локусу групп крови

Важным элементом селекционной работы с породой является контроль породообразовательного процесса необходимого для достижения программируемых результатов с целью объединения высокого потенциала продуктивности с приспособленностью к эксплуатации в условиях промышленных технологий. Племенные предприятия Ярославской области ведут обязательный контроль достоверности записей происхождения крупного рогатого скота, определяют сходства и генетические различия между отдельными животными, линиями и семействами, стадами и породами, поэтому для реализации поставленной задачи в качестве генетических маркеров наследственности применяют группы крови

Наиболее объективную характеристику генетической изменчивости в группах животных дают аллели EAB – локуса, поэтому они используются для оценки наследственных особенностей животных (Ильина А.В., Коновалов А.В., Абрамова М.В., 2017).

В работе представлен аллелофонд ярославской породы по EAB-локусу племенных хозяйств Ярославской области, основывающийся на иммуногенетических показателях. Генофондная структура каждой микропопуляции имеет значительные различия по частотам аллелей EAB–локуса в популяции породы (приложение В).

Количество выявленных аллелей, контролирующих наследственные комбинации антигенных факторов EAB – системы и встречающиеся в стадах с разной частотой, варьировало в пределах 30…69, при этом количество основных аллелей находится на уровне 26…34. Частота основных аллелей варьирует в пределах 1,245183-0,777934.

Основное превосходство по частоте встречаемости отмечено у животных в генотипе, которых наблюдается присутствие аллелей B_2O_2, $G_2O_2E'_3$, $G_2Y_2E'_3Q'$, I_1, I_2, P_2I', $Y_2A'_2$, $Y_2D'E'_3$, $D'E'_3F'_2G'O'$, Q'.

Низкая концентрация аллелей $B_2O_2Y_2$, $B_2O_2Y_2D'$, $O_2Y_2A'_2I''$, E'_3Q', I' указывает на то, что многие из них вытесняются отбором и, если в следующих поколения будет дефицит производителей с этими аллелями, то в популяции произойдет их полное исчезновение.

По полученным частотам носителей антигенов с помощью метода UPGMA провели разделение коров на группы и построили дендрограмму (рис. 20).

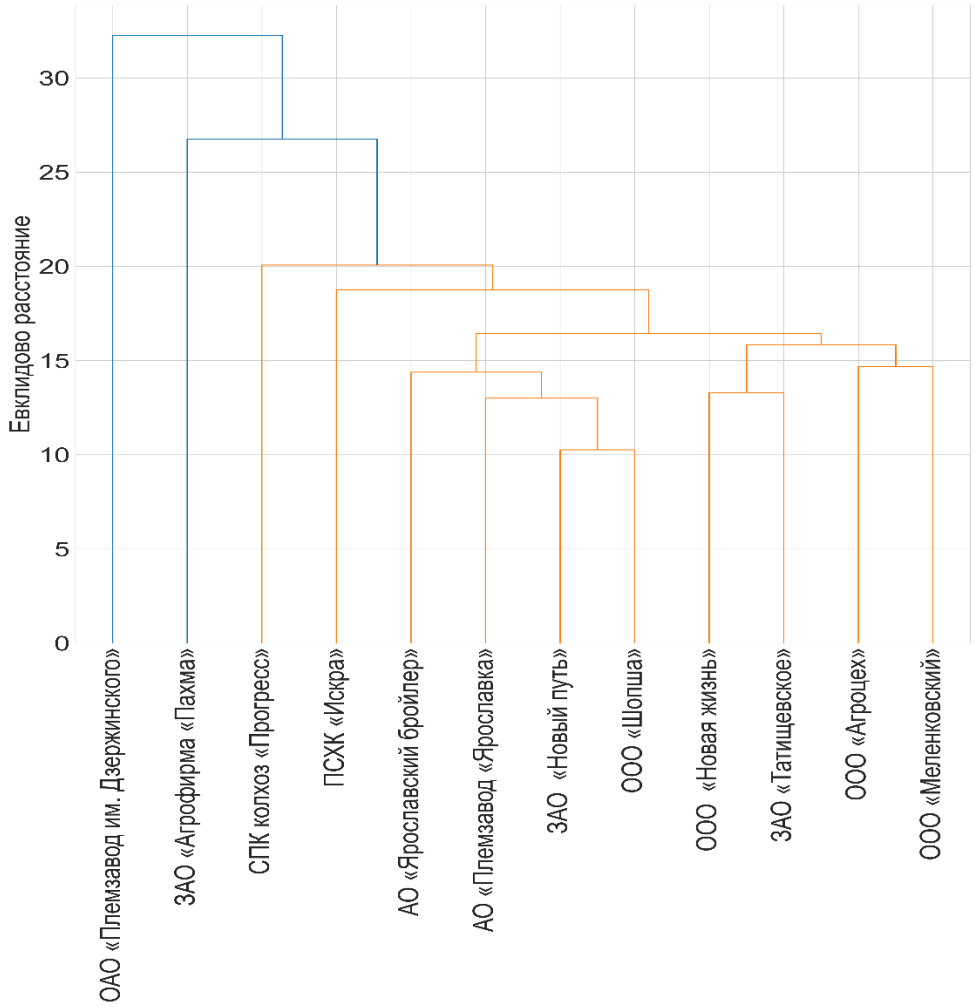


Рисунок 20 - Дендрограмма исследуемых хозяйств по Евклидову расстоянию

Из полученной дендрограммы хорошо видно, что из всех хозяйств выделяются ООО «Племзавод им. Дзержинского и ЗАО «Агрофирма «Пахма», так как они наиболее отдаленные от основной группы хозяйств.

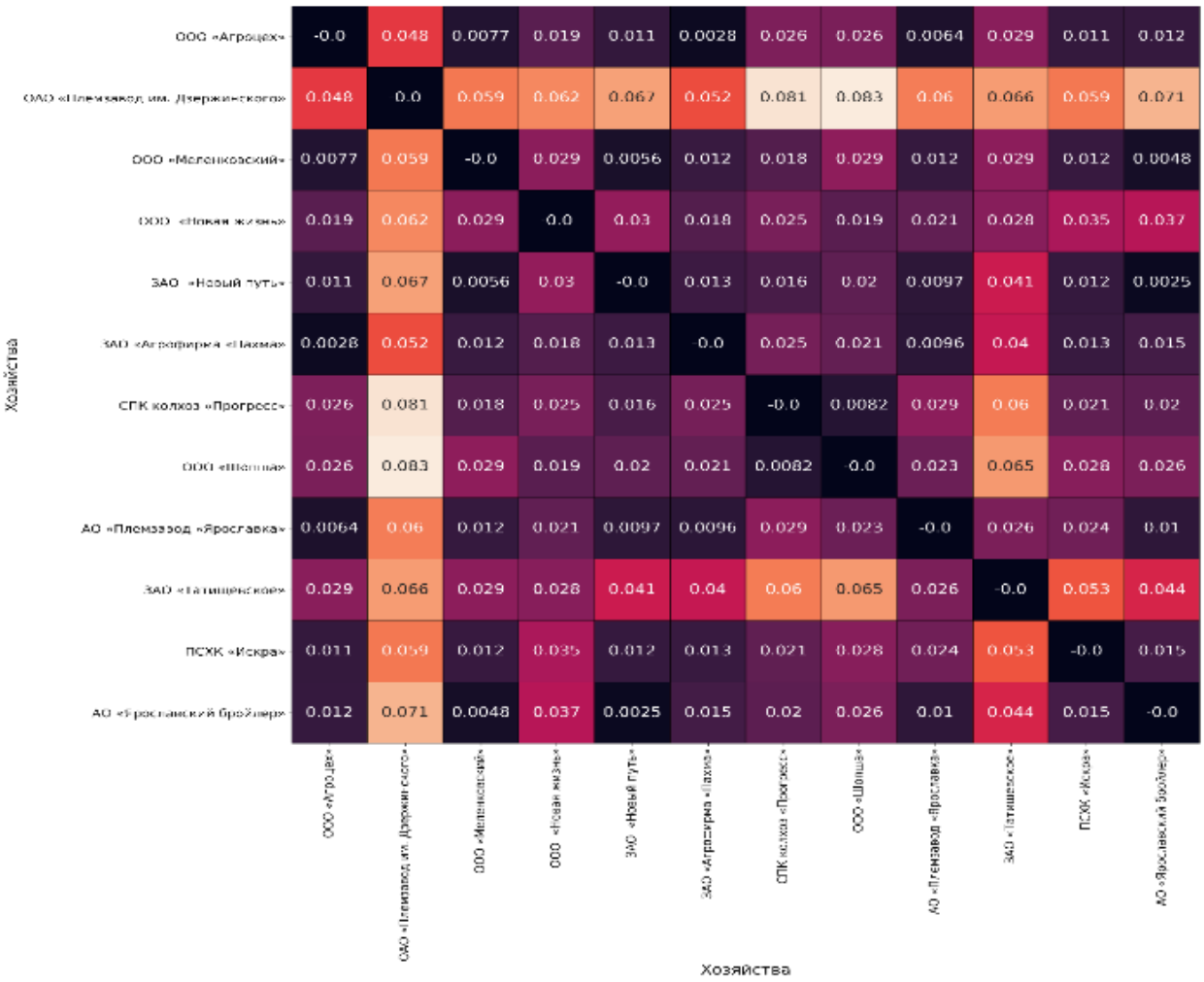
Основной кластер образуют две подгруппы хозяйств: первая подгруппа АО «Ярославский бройлер», АО «Племзавод «Ярославка», ЗАО «Новый путь», ООО «Шопша» и вторая подгруппа ООО «Новая жизнь», ЗАО «Татищевское», ООО «Агроцех», ООО «Меленковский». Промежуточное положение занимают СПК колхоз «Прогресс» и ПСХК «Искра».

Генетическое расстояние по Нэю, вычисленное по показателям частот, дает возможность оценить степень родства животных и выявить их родственное соотношение различных групп (Левонтин Р.С., 1972). Полученные данные по изучаемым хозяйствам дают схожую картину с вышеописанными результатами по Евклидову расстоянию, но имеются и значительные изменения.

На основании рассчитанного показателя можно выделить две основные подгруппы наиболее близкие друг к другу по генетическому расстоянию: подгруппа ООО «Новая Жизнь», СПК колхоз «Прогресс», ООО «Шопша» и подгруппа ПСХК «Искра», ООО «Меленковский», ЗАО «Новый путь», АО «Ярославский бройлер», АО «Племзавод «Ярославка», ООО «Агроцех», ЗАО «Агрофирма «Пахма». Для этих групп наблюдается наименьшее генетического расстояние (до $0{,}029*10^{-4}$) (рис. 21).

Стада ОАО «Племзавод им. Дзержинского» и ЗАО «Татищевское» наиболее отдалены от других хозяйств. Это расстояние составляет от $0{,}03*10^{-4}$ до $0{,}083*10^{-4}$. Расстояние между этими хозяйствами составляет $0{,}066*10^{-4}$, что говорит о значительных генетических отличиях между популяциями этих хозяйств. Таким образом, выделяются три основных кластера, на которые можно разложить ярославскую популяцию крупного рогатого скота.

Для дополнительной оценки разбиения хозяйств на группы проведена кластеризация полученных данных с помощью метода K-means, где K задавалось в диапазоне от 2 до 12.



Примечание: значения даны в форме $x*10^{-4}$

Рисунок 21 - Генетическое расстояние между хозяйствами по Нэю

Индекс Дэвиса-Болдина рассчитывается на основе данных о внутри и межкластерном расстоянии, для наилучшего разбиения на группы характерно наименьшее внутрикластерное и наибольшее межкластерное расстояния, поэтому индекс, принимающий наименьшее значения имеет место в наиболее оптимальных разбиениях. Для ярославской породы крупного рогатого скота три кластера оказалось с наиболее оптимальным значением (рис. 22).

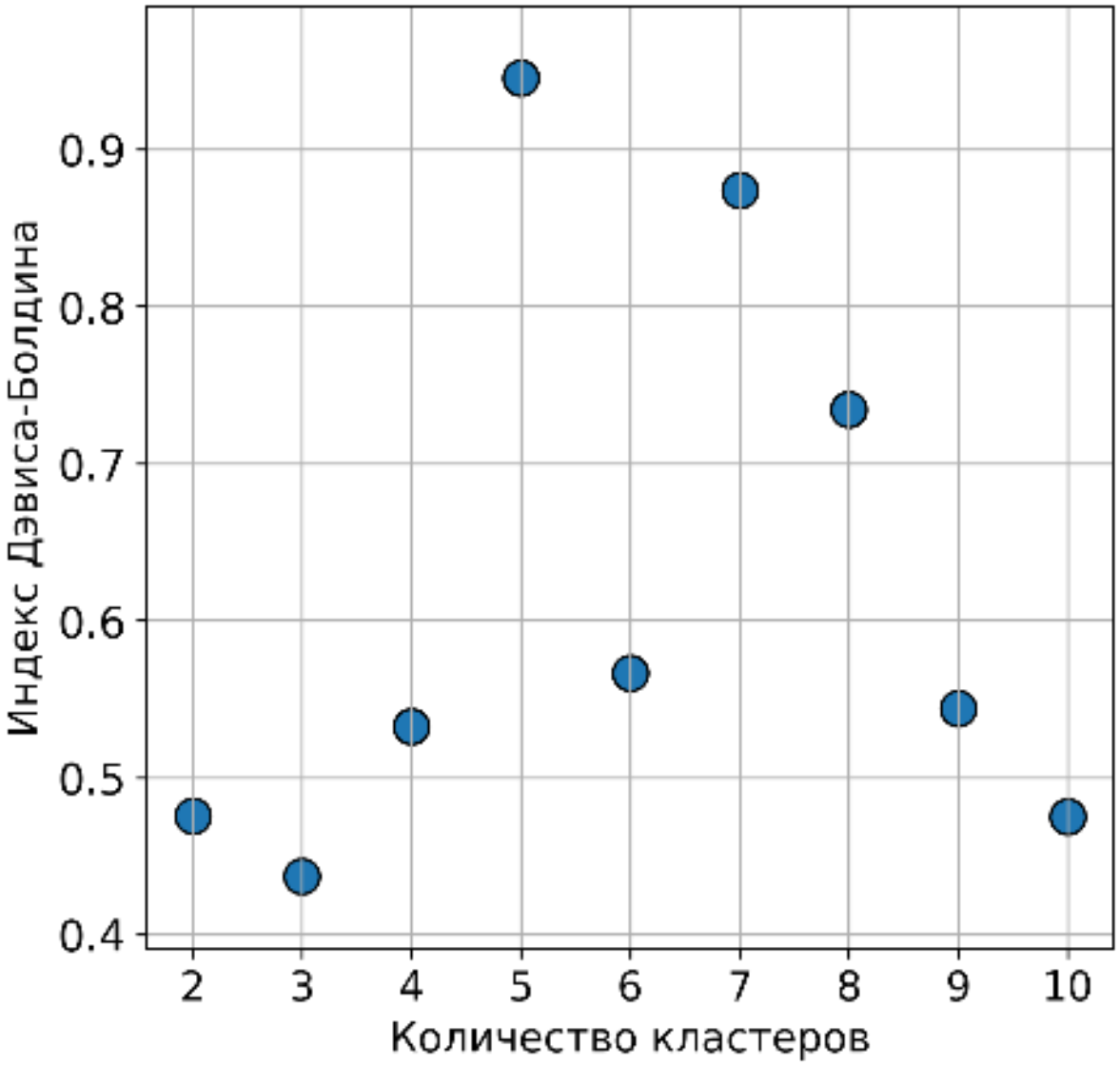


Рисунок 22 - Распределение значений индекса Дэвиса-Болдина
в зависимости от количества кластеров

На рисунке видно, что минимальное значение достигается при разбиении хозяйств на три группы. Каждая полученная группа, вероятно, имеет свою родоначальную популяцию, от которой получила развитие.

Для каждой группы можно описать свой «иммуногенетический портрет» (табл. 26).

Таблица 26 - Характеристика групп полученных при кластеризации хозяйств методом K-means

Кластеры	Хозяйства	Уникальные аллели
0	АО «Племзавод «Ярославка», ЗАО «Татищевское», АО «Ярославский бройлер», ООО «Агроцех», СПК колхоз «Прогресс», ООО «Новая жизнь», ООО «Меленковский», ПСХК «Искра», ЗАО «Новый путь», ООО «Шопша»	B_2O_2B', $B_2O_2Y_2$, $B_2Y_2A'_2I'P'Q'Y'$, $B_2Y_2E'_3G'Y'$, O_2Y_2, O_2Y_2A', O_4, $O_4A'_2E'_3D'G'F'$, $O_4A'_2J'K'O'$, $Y_2D'E'_3$, $B'E'_3G'$, $D'E'_3F'_2G'O'$, E'_3Q', $E'G''$, $B_2G_2KY_2A'_2O'$, $B_2G_2O_2Y_2$, $B_2O_2A'_2E'_3P'Q'$, $B_2O_2Y_2A'_2E'_3G'O'G''$, $B_2Y_2I_2A'_2P'Q'Y'$, A'_2O', $B_2O_1Y_2$, $G_2A'_2O'$, $G_2O_1Y_2E'_3Q'$, $Y_2D'G'$, $B_2O_4A'_2E'_3P'Q'$, $B_2Y_2A'_2E'_3G'G''$, $B_2Y_2A'_2E'_3I'P'_2Q'$, $B_2Y_2G'P'_2Q'Y'$, G_2I_2A'', $G_2O_2E'_3Q'$, $G_2O_2Y_2A'_2$, $O_2A'_2D'E'_3F'G'$, $O_2A'J'K'O'$, $Y_2D'E'_3F'G'O'$, $B_2E'_3G'$, $E'_3F'G'O'G''$, $O_4A'_2D'F'G'$, $P_2E'_3I'G''$, $Y_2E'_3G'G''$, $B_2Y_2I'A'_2P'Q'Y'$, $O_2J'K'O'$, $O_2YA'_2I''$, $Y_2E'_3G'$, $B_2Y_2E'G'Y'$, $O_2A'E'_3D'F'G'$,$O_2D'E'_3F'G'O'G''$, $B_2O_2A'I'P'G''$, G_2Y_2Q', $O_2A'_2J'_2K'O'$, $O_2D'E'_3F'_2G'O'$, $O_4A'_2$, $P_2E'_2I'$, $Y_2E'_2F'G'O'G''$, E'_2, $B_2G_2O_2Y_2E'_3O'$, $B_2Y_2A'_2I'P'Q'$, G_2Y_2D', $Y_2G'G''$, $D'C'O'$, $D'E'_3G'$
I	ЗАО «Агрофирма «Пахма»	$B_2G_2O_2$, $B_2G_2O_2E'_3$, B_2I_1, B_2O_2B', $B_2O_4Y_2D'$, $B_2Y_2E'_3G'Y'$, $B_2Y_2I'A'1P'Q'Y'$, $B_2Y_2I'P'Q'Y'$, $B_2I'P'Q'Y'$, $G_2O_2D'Q'$, $G_2O_2E'_2$, G_2Y_2, $G_2Y_2E'_3Q'$, $O_2A'_2$, O_2D', $O_2D'E'_3F'G'O'$, $O_2Y_2A'I''$, $O_2Y_2E'_3F'G'O'$, $O_4A'_2E'_3D'G'F'$, P_2I', $Y_2A'_2$, $Y_2D'E'_3$, $Y_2G'G''$, Y_2Y', $B'E'_3G'$, $D'E'_3F'_2G'O'$, $D'E'_3G''$, $D'G'O'$, $E'G'$, $E'Q'$, O', Q', G''
II	ОАО «Племзавод им. Дзержинского»	B_2O_4, $B_2O_4Y_2A'_2E'_3G'P'Q'G''$, $B_2O_1Y_2I''$, $B_2O_2A'_2E'I'Q'$, B_1O_1B', B_2O_2D'', $B_2G_2O_2Y$, B_2Y_2, $B_2Y_2A'_2E'_2G'P'$, I_2O_2, $O_2E'_3$, $O_2E'_3G'G''$, O_2I'', O_2Q', O_2Y_2D', $O_2Y_2E'F'G'O'G''$, $P_2A'_2G'$, QE'_3, Y_2D', $Y_2D'E'_1$, $Y_2G''_2$, A'_2, A'_2G', A'_2G'', A'_2I'', A'_2Q', $D'E'_3F'G'O'$, E'_1Q', E'_2I', $Q'I''$

Общими для хозяйств являются следующие антигены B_2O_2, G_2O_2, $G_2O_2A'_2$, $G_2O_2Y_2$, I_1, I_2, O_2, Y_2, b, $O_2E'_3G''$, E'_3G''.

Учитывая значительное количество переменных, для визуализации полученных данных проведено уменьшение возможных вариантов до трех с помощью метода главных компонент (PCA) (рис. 23).

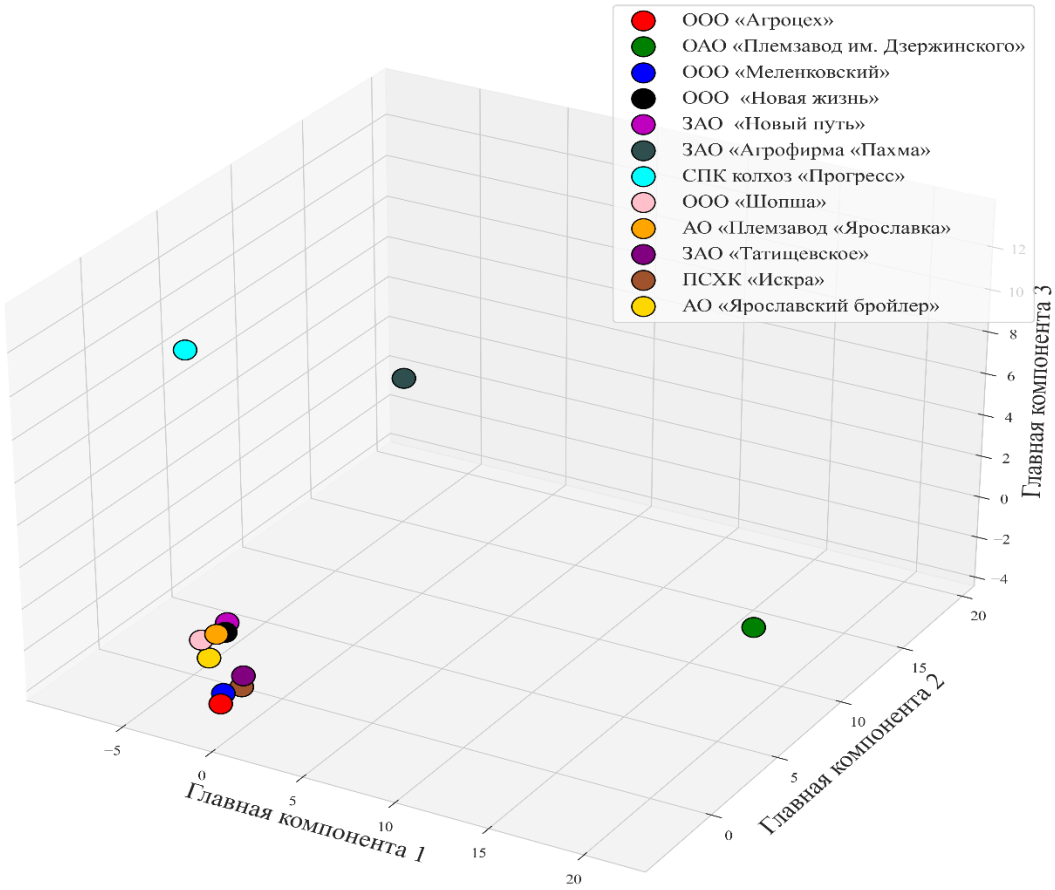


Рисунок 23 - Разложение хозяйств в трехмерном пространстве на основании частот встречаемости антигенов

На рисунке 23 видно, что большая часть хозяйств находится в одной группе и формирует две ранее описанные подгруппы: подгруппа АО «Ярославский бройлер», АО «Племзавод «Ярославка», ЗАО «Новый путь», ООО «Новая жизнь», ООО «Шопша» и подгруппа ЗАО «Татищевское», ООО «Агроцех», ООО «Меленковский», ПСХК «Искра».

Хозяйства СПК колхоз «Прогресс», АО «Ярославский бройлер», ОАО «Племзавод им. Дзержинского» находятся отдельно и формируют три самостоятельных популяции животных. Разделение на группы говорит о наличии нескольких самостоятельных родоначальных линий, от которых развивались популяции изучаемых хозяйств.

Для выявления генетических особенностей популяции широко применяются популяционные индексы и индексы генетического разнообразия, указанные в таблице 27.

Таблица 27 - Индексы популяционной структуры хозяйств

Хозяйства	Средний на локус индекс информации Шеннона, I (m±se) (Lewontin, 1972)	PIC(m±se)	Среднее число аллелей μ, ($m \pm s_{\mu}$) (Животовский, 1991)	Доля редких аллелей, hμ ($m \pm s_h$) (Животовский, 1991)	Полим орфизм локусов, %	Среднее на локус генное разнообразие, H_t (m±se) (Nei, 1987)
ООО «Агроцех»	0,0192±0,0002	0,0109±0,0002	1,0664±0,0036	0,9971±0,0025	15,43	0,0109±0,0021
ОАО «Племзавод им. Дзержинского»	0,0234±0,0003	0,0145±0,0002	1,0799±0,0043	0,9961±0,003	14,86	0,0145±0,0030
ООО «Меленковский»	0,0184±0,0003	0,0108±0,0002	1,0641±0,0035	0,9971±0,0024	14,86	0,0108±0,0024
ООО «Новая жизнь»	0,0172±0,0003	0,0106±0,0002	1,0577±0,0031	0,9971±0,0022	11,43	0,0106±0,0026
ЗАО «Новый путь»	0,0173±0,0003	0,0106±0,0002	1,0589±0,0032	0,9971±0,0022	11,43	0,0106±0,0026
ЗАО «Агрофирма «Пахма»	0,0206±0,0002	0,0110±0,0001	1,0784±0,0042	0,9971±0,0030	14,29	0,0110±0,0020
СПК колхоз «Прогресс»	0,0172±0,0003	0,0105±0,0002	1,0604±0,0033	0,9971±0,0023	12,00	0,0105±0,0027
ООО «Шопша»	0,0164±0,0003	0,0105±0,0002	1,0543±0,0029	0,9971±0,0021	12,00	0,0105±0,0028
АО «Племзавод «Ярославка»	0,0175±0,0003	0,0106±0,0002	1,0604±0,0033	0,9972±0,0023	13,71	0,0106±0,0025
ЗАО «Татищевское»	0,0163±0,0003	0,0105±0,0002	1,0521±0,0028	0,9971±0,0020	12,57	0,0105±0,0027
ПСХК «Искра»	0,0192±0,0003	0,0116±0,0002	1,0624±0,0034	0,9969±0,0024	16,00	0,0116±0,0024
АО «Ярославский бройлер»	0,0174±0,0003	0,0106±0,0002	1,0597±0,0032	0,9971±0,0023	12,57	0,0106±0,0026

Примечание: se–стандартная ошибка; s_{μ} – ошибка среднего числа аллелей; s_h – ошибка доли редких аллелей

Параметры генетического разнообразия позволяют оценить состояние популяции и охарактеризовать эффективность селекционных воздействий на животных. Так низкие показатели полиморфизма локусов, индекса генного разнообразия и индекса Шеннона I могут косвенно указывать на наличие инбредной депрессии или выраженное влияние искусственного отбора (Столповский Ю.А. и др., 2010).

Генетическое разнообразие по Нею и Шеннону показывает генотипическую гетерозиготность внутри популяции и указывает на

представленность различных аллелей в популяции. Среди изучаемых популяций наименьшим разнообразием, около 0,0105 H_t и 0,0165 I, обладают СПК колхоз «Прогресс», ООО «Шопша» и ЗАО «Татищевское», а наибольшим ОАО «Племзавод им. Дзержинского» (H_t = 0,0145 и I = 0,0234), что указывает на различие в оказываемом селекционном воздействии. Но стоит заметить, что общее генетическое разнообразие варьирует от 0,0105 H_t до 0,0145 H_t и от 0,0163 I до 0,023 I, что является низкими показателями и указывает искусственный отбор и проведение селекционных мероприятий.

Внутрипопуляционное разнообразие можно также описать с помощью среднего числа аллелей и доли редких аллелей (Животовский Л.А., 1991). Среднее число аллелей отражает степень разнообразия, а доля редких аллелей равномерность их распределения. У исследуемых популяций наблюдается примерно один уровень равномерности распределения частот аллелей ($\bar{\mu} = 1{,}0629$ и $\overline{h\mu} = 0{,}9970$) и при этом является очень низким, т.е. аллели в популяциях распределены очень неравномерно.

Таким образом, можно отметить, что ОАО «Племзавод им. Дзержинского» и ЗАО «Агрофирма «Пахма» имеют более высокие значения в среднем генном разнообразии, среднем на локус индексе информации Шеннона, что говорит об отличиях по ведению селекционной работы в этих хозяйствах и возможном использовании животных из этих хозяйств для увеличения генетического разнообразия в других хозяйствах.

2 Методы совершенствования племенных и продуктивных качеств молочного скота Ярославской области

2.1 Влияние генетических и паратипических факторов на продуктивные показатели

Эффективность молочного скотоводства достигается путем целенаправленной селекционно-племенной работы с племенными ресурсами и создания оптимальных условий для реализации их генетического потенциала (Косяченко Н.М. и др., 2018; Федоренко В.Ф. и др., 2019; Коновалов А.В. и др., 2021). Селекционный процесс предусматривает постоянный мониторинг популяционно-генетических характеристик, как в отдельных стадах, так и в породных популяциях, необходимый для его корректировки и оптимизации (Быкадоров П.П., 2018; Абрамова Н.И. и др. 2018). Изменение уровня молочной продуктивности коров обусловлено как влиянием наследственности, так и различными средовыми факторами. Поэтому выявление доли влияния конкретного фактора на основные хозяйственно-полезные признаки молочного скота актуально и позволяет корректировать селекционно-племенную работу в популяции (Шайдуллин Р.Р., 2017).

В таблице 28 представлены данные о влиянии паратипических и генетических факторов на изменчивость признаков молочной продуктивности за 305 дней первой лактации.

Из данных таблицы 28 следует, что из паратипических факторов наибольшую степень влияния на изменчивость показателей надой (кг), массовая доля жира (%) и массовая доля белка (%) по первой лактации у голштинской и ярославской породы оказал эффект «технология» от 65,7% до 88,9%, степень влияния фактора достоверна. На надой первотелок айрширской породы максимально повлиял эффект «живая масса при 1 отеле» — 18,1%, на массовую долю жира и белка — эффект «сезон отела», 32,9% и 28,9%, соответственно. Это связано с тем, что айрширская порода исследуется в двух стадах, соответственно эффект «технология» себя проявил не так сильно, как

среди животных голштинской и ярославской пород, первотелки которых были отобраны из 11 и 13 подконтрольных стад соответственно.

Таблица 28 - Сила влияния генетических и паратипических факторов на молочную продуктивность крупного рогатого скота

Фактор	Сила влияния (η^2), %								
	надой, кг			МДЖ, %			МДБ, %		
	АП	ГП	ЯП	АП	ГП	ЯП	АП	ГП	ЯП
Технология	1,7	66,5 ***	78,0 ***	12,3 ***	65,7 ***	88,9 ***	0,7	74,0 ***	73,4 ***
Сезон отела	4,3	0,8	3,1 ***	32,9 ***	1,8	0,6 **	28,9 ***	6,1 ***	5,9 ***
Возраст 1 отела, мес.	6,0	1,7	0,3 **	0,2	2,0	0,2	14,9 ***	4,5 ***	0,9 **
Живая масса при 1 отеле, кг	18,1	26,0 ***	9,0 ***	12,8	25,4 **	1,6	14,3	12,2 ***	4,3 ***
Итого паратипические	30,1	94,9	90,3	58,2	94,8	91,1	58,8	96,8	84,5
Линия отца	47,1 ***	2,7 **	3,1 ***	34,4 ***	0,8	5,9 ***	31,2 ***	2,3 ***	11,7 ***
Линия матери	22,7	2,4	0,9 ***	7,5	4,4	1,4 ***	10,0	0,9	1,5 *
Кровность	-	-	5,8 ***	-	-	1,5 ***	-	-	2,2 ***
Итого генетические	69,8	5,1	9,7	41,9	5,2	8,9	41,2	3,2	15,5

Примечание: * P≤0,05; ** P≤0,01; *** P≤0,001.

Суммарный вклад паратипических факторов в общей фенотипической изменчивости по надою составил у айрширской — 30,1%, голштинской — 94,9%, ярославской — 90,3%, по массовой доле жира — 58,2%, 94,8%, 91,1%, по массовой доле белка — 58,8%, 96,8%, 84,5%, соответственно.

Из генетических факторов наибольшую степень влияния на исследуемые признаки молочной продуктивности в большинстве случаев оказывает эффект «линия отца» по всем породам. На надой у ярославской породы максимально повлиял эффект «кровность» и составил — 5,8%. Наибольших суммарный вклад генетических факторов составил — 69,8% у айрширской породы по надою.

2.2 Влияние методов подбора

В настоящее время молочное скотоводство в целом, как отрасль экономики, направлена на получение максимальной прибыли при производстве качественных и экологически безопасных продуктов питания, а селекционная работа имеет своей целью производить наиболее ценных животных для конкретных условий. Закладка и консолидация высокого генетического потенциала сельскохозяйственных животных, а также эффективное использование генетических ресурсов обеспечит повышение рентабельности производства.

Для повышения конкурентоспособности локальных отечественных пород в молочном скотоводстве нашей страны широко применяется метод скрещивания отечественных пород скота с коммерческими породами и наращивание численности помесного поголовья (Прожерин В.П., Ялуга В.Л., 2017).

Похожая тенденция наблюдается и в ярославской породе, где доля помесного поголовья на 01.01.2020 составляет в среднем по региону 73,9%, в том числе по племенным стадам – 70,2%. Такой большой массив позволяет провести мониторинг эффективности методов спаривания для определения дальнейшей стратегии селекционной работы как в региональных программах, так и в отдельных стадах.

Как и при чистопородном разведении, при скрещивании при получении животных четвертого поколения и выше, необходимо проводить мониторинг методов спаривания. Прогресс породы определяется качеством составляющих ее линий, поэтому создание высокоценных линий скота – главное мероприятие при совершенствовании породы. Путем кропотливого труда селекционеры создают и формируют генеалогическую структуру породы, закрепляя желательную наследственность внутри каждой линии. Этот прием необходим для применения такого метода спаривания как кроссы линий. Используя при

спаривании животных разных линий, консолидированных гомогенным подбором проявляется эффект гетерозиса (Тамарова Р.В., 2001).

В практической селекции важным является выявление положительных сочетаний различных генотипов, но еще более информативным оказывается обнаружение сочетаний, дающих отрицательный эффект. При использовании положительных сочетаний в широких масштабах, появляется возможность прогнозирования племенной ценности и получения ценных животных (Катмаков П.С., Анфимова Л.В., 2012).

В результате исследований Игнатьевой Н.Л. и др. (2018) установлено, что к высокопродуктивным коровам надо применять индивидуальный подбор с учетом генеалогической сочетаемости.

По данным Сорокиной И.И. (2009) кроссами можно не только обогатить, но и изменить и переделать в нужном направлении линию или семейство. Некоторые кроссы настолько характерны, что им даже присваивается название «парных имен».

В подконтрольных стадах разводят скот ярославской породы, с 70-х годов прошлого века применяют как чистопородное разведение, так и скрещивание с голштинской породой. В результате чего был выведен тип ярославского скота Михайловский, который в настоящее время разводят в стаде-оригинаторе ООО «Агромир» (отделение Михайловское).

В таблице 29 приводятся данные по молочной продуктивности коров-первотелок трех исследуемых хозяйств по итогам бонитировки за 2018 год.

Таблица 29 - Характеристика подконтрольных стад по молочной продуктивности

Стадо	Надой, кг	МДЖ, %	МДБ, %
ООО «Агромир» (отделение Михайловское)	6879	4,34	3,43
ФГУП «Григорьевское»	6600	4,42	3,31
ОАО Племзавод «им. Дзержинского»	5723	3,96	3,13

Как видно из таблицы 29 максимальный надой по первой лактации был у первотелок стада ООО «Агромир» (отделение Михайловское), их продуктивность по сравнению с другими стадами была выше на 279-1156 кг. Также коровы из этого хозяйства оказались лучшими по массовой доле белка, которая составила 3,43% и превышает показатели других стад на 0,12-0,3%. Высокую жирность молока (4,42%) имели коровы-первотелки из хозяйства ФГУП «Григорьевское».

При оценке вариантов подбора было проанализировано 35 сочетаний линий и кроссов, из которых в дальнейшем были исключены комбинации с недостаточным поголовьем.

В соответствии с задачами исследований проведен анализ генетического превосходства кроссов линий улучшенного генотипа и михайловского типа по всем исследуемым хозяйствам отдельно (табл. 30) и в целом по хозяйствам (рис. 23).

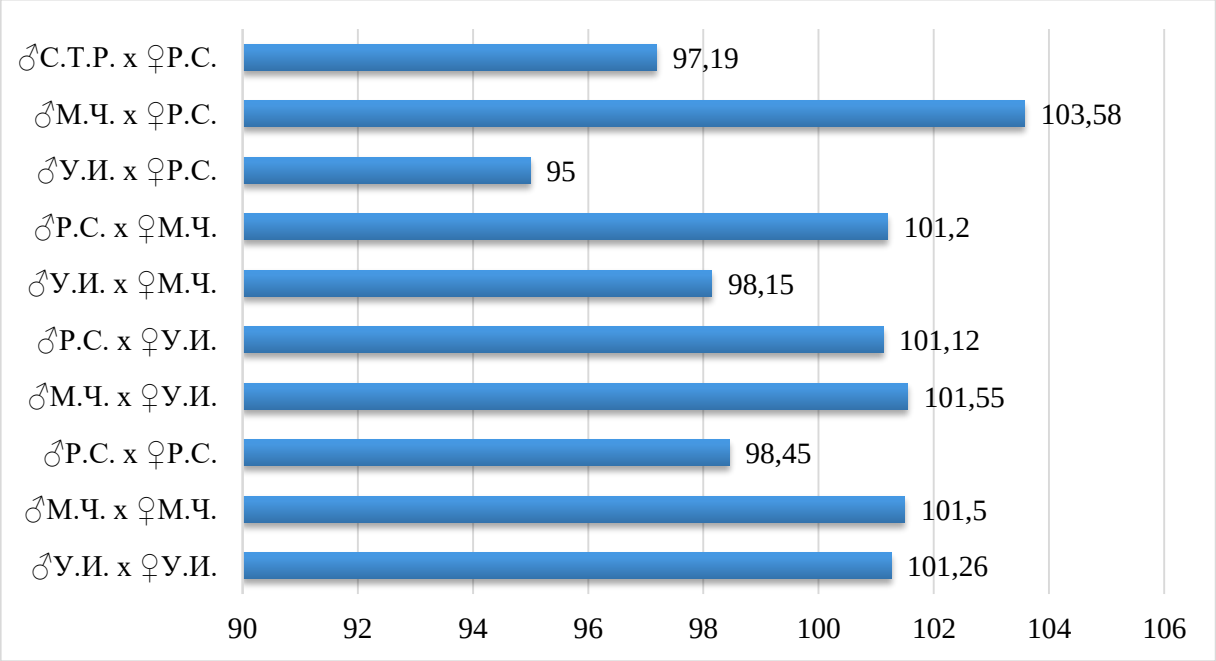


Рисунок 23 – Оценка относительного генетического превосходства линейных и межлинейных комбинаций в улучшенных генотипах ярославского скота по всем исследуемым хозяйствам

Таблица 30 - Оценка генетического превосходства линейных и межлинейных комбинаций в улучшенных генотипах ярославского скота

Метод подбора	ОАО Племзавод «им. Дзержинского»			ФГУП «Григорьевское»			ООО «Агромир» (отделение Михайловское)		
	количество эффективных дочерей	генетическое превосходство, кг	относительное генетическое превосходство,	количество эффективных дочерей	генетическое превосходство, кг	относительное генетическое превосходство,	количество эффективных дочерей	генетическое превосходство, кг	относительное генетическое превосходство,
внутрилинейный									
♂У.И. х ♀У.И.	189,38	57,37	101,04	96,29	10,88	100,16	162,56	146,21	102,14
♂М.Ч. х ♀М.Ч.	87,88	11,28	100,21	15,88	244,12	103,70	156,65	-168,13	97,53
♂Р.С. х ♀Р.С.	171,06	-100,28	98,18	113,63	-260,29	96,06	238,03	-17,58	99,74
кроссы линий									
♂У.И. х ♀М.Ч.	185,45	-115,92	97,89	63,48	-72,76	98,90	186,88	61,03	100,90
♂У.И. х ♀Р.С.	165,95	-87,11	98,41	94,01	-1037,34	84,28	159,78	-127,40	98,13
♂Р.С. х ♀У.И.	193,10	-0,01	100,00	121,67	165,67	102,51	178,75	81,69	101,20
♂Р.С. х ♀М.Ч.	209,44	76,11	101,39	90,93	-130,07	98,03	233	85,69	101,26
♂М.Ч. х ♀У.И.	183,79	90,22	101,64	39,58	177,07	102,68	134,92	-27,67	99,59
♂М.Ч. х ♀Р.С.	176,15	203,50	103,70	42,57	266,26	104,03	154,62	-184,04	97,30
♂С.Т.Р. х ♀Р.С.	-	-	-	-	-	-	4,86	-177,06	97,40

Примечание: ♂ - линия отца, ♀ - линия матери

Из анализа данных таблицы 30 видно, что в ОАО Племзаводе «им. Дзержинского» из 9 исследуемых метода спаривания генетическое превосходство имеют один внутрилинейный подбор - это ♂У.И. х ♀У.И. (101,04%) и три межлинейный кросса: ♂М.Ч. х ♀У.И. (101,64%), ♂Р.С. х ♀М.Ч. (101,39%) и лучшим оказался ♂М.Ч. х ♀Р.С., генетическое превосходство этого кросса составило 203,5 кг или 103,7%.

Худшими были кроссы с отрицательными значениями, это ♂У.И. х ♀М.Ч. (97,89%) и ♂У.И. х ♀Р.С. (98,41%), остальные комбинации оказались нейтральными.

Среди кроссов улучшенных генотипов ярославской породы в хозяйстве ФГУП «Григорьевское» лучшими оказались сочетания ♂М.Ч. х ♀Р.С., ♂М.Ч. х ♀М.Ч., ♂Р.С. х ♀У.И., ♂М.Ч. х ♀У.И., их генетическое превосходство составило от 102,51% до 104,03%. Худшими оказались кроссы ♂У.И. х ♀М.Ч., ♂Р.С. х ♀М.Ч., ♂У.И. х ♀Р.С., ♂Р.С. х ♀Р.С. с генетическим превосходством от 84,28% до 98,9%. Нейтральным оказался один внутрилинейный кросс ♂У.И. х ♀У.И. (100,16%).

У животных Михайловского типа положительное генетическое превосходство (от 101,20% до 102,14%) имели кроссы ♂У.И. х ♀У.И., ♂Р.С. х ♀У.И., ♂У.И. х ♀М.Ч. и ♂Р.С. х ♀М.Ч. Нейтральным оказался межлинейный кросс ♂У.И. х ♀М.Ч. с генетическим превосходством 100,9%. Остальные кроссы имели отрицательное значение. Из приведенных данных следует вывод: ряд приведенных межлинейных комбинаций характерен для конкретных стад, и на популяционном уровне использоваться не может.

Из результатов оценки относительного генетического превосходства кроссов в Михайловском типе и улучшенных генотипах видно, что показатели входят в интервал 95,04-101,25% (рис. 23).

Для оценки результативности использования межлинейных кроссов на популяционном уровне выполнена сводная оценка, с использованием взвешенных средних на количество эффективных дочерей в комбинации.

Из 10 оцененных вариантов по всем стадам явно ухудшающий эффект был в межлинейных кроссах ♂У.И. х ♀Р.С., ♂С.Т.Р. х ♀Р.С. (95,00% и 97,19% соответственно) и во внутрилинейных подборах линии Р.С., У.И. (98,45%). Положительные результаты в кроссах ♂М.Ч. х ♀Р.С, ♂М.Ч. х ♀У.И., ♂Р.С. х ♀У.И., ♂Р.С. х ♀М.Ч. (101,12% - 103,58%).

Полученные результаты указывают на то, что экономически эффективная селекционная работа по межлинейным кроссам должна иметь

бинарный характер: целенаправленное использование положительных вариантов, и исключение комбинаций с отрицательными характеристиками.

Поскольку экономическая эффективность скотоводства и высокая рентабельность отрасли зависит от генетического потенциала животных (обусловленного использованием высокоэффективных селекционных методов), низких затрат кормов на производство продукции и оптимальными сроками выращивания ремонтного молодняка, в селекционных системах важное значение имеет экономическая оценка эффективности каждого элемента. Исходные данные для расчета экономической эффективности представлены в таблице 31.

Таблица 31 - Значения для расчета экономического эффекта от использования внутрилинейного подбора и межлинейных кроссов

Показатели	Значение
Средняя продуктивность животных (С), кг	6355
Средняя прибавка основной продукции, выраженная в процентах на 1 голову животного в зависимости от метода спаривания (П):	-
♂У.И. х ♀У.И.	101,26
♂М.Ч. х ♀М.Ч.	101,5
♂Р.С. х ♀Р.С.	98,45
♂М.Ч. х ♀У.И.	101,55
♂Р.С. х ♀У.И.	101,12
♂У.И. х ♀М.Ч.	98,15
♂Р.С. х ♀М.Ч.	101,2
♂У.И. х ♀Р.С.	95
♂М.Ч. х ♀Р.С.	103,58
♂С.Т.Р. х ♀Р.С.	97,19
Закупочная цена единицы продукции в масштабах цен, действовавших в области (Ц), руб.	27
Постоянный коэффициент уменьшения результата, связанного с дополнительными затратами на прибавочную продукцию (Л)	0,75

Основываясь на методике Лозы Г.М. (1992) выполнен расчет экономического эффекта от использования внутрилинейного подбора и межлинейных кроссов (рис. 24). Экономическая эффективность

положительных межлинейных комбинаций находится в пределах 1223-1930 рубля на голову.

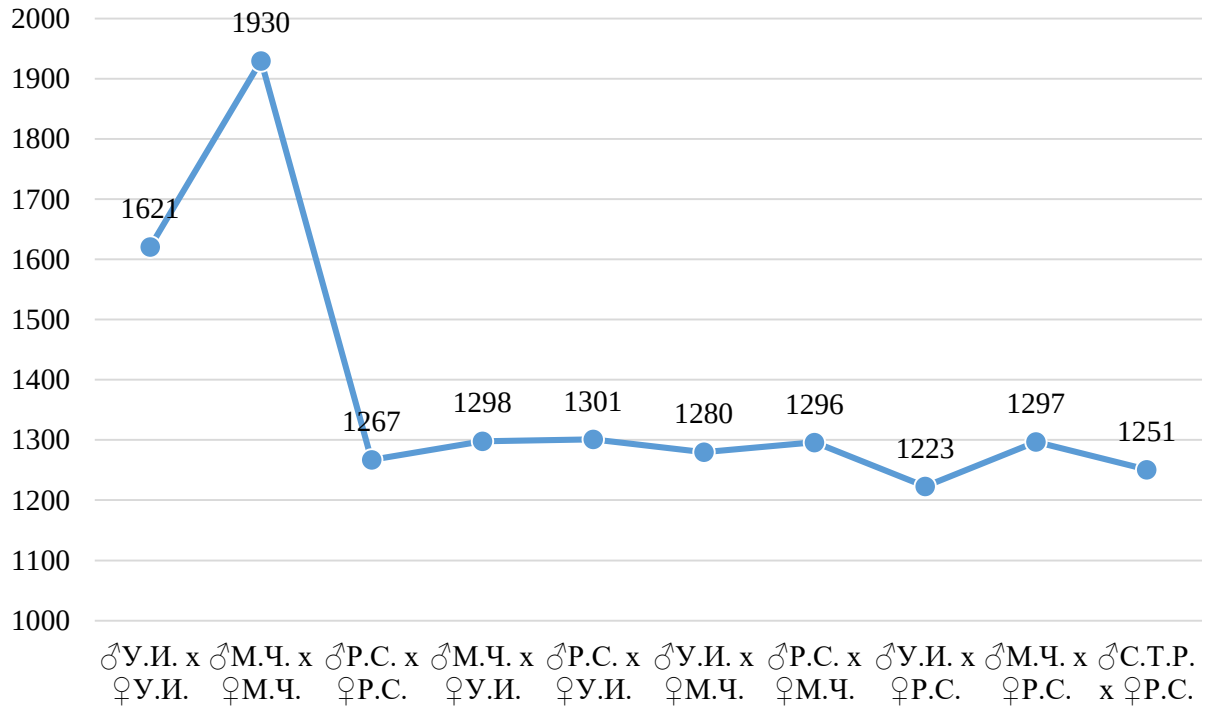


Рисунок 24 – Экономическая эффективность от использования разных методов подбора, при исключенных отрицательных вариантах, на 1 голову в год, руб.

В ходе проведенных исследований установлено, что во всех стадах самый высокий положительный эффект имеют следующие кроссы: ♂М.Ч. х ♀Р.С, ♂М.Ч. х ♀У.И., ♂Р.С. х ♀У.И., ♂Р.С. х ♀М.Ч. (101,12% - 103,58%).

Экономическая эффективность положительных межлинейных комбинаций находится в пределах 1223-1930 рубля на голову.

Исключение отрицательных кросс-эффектов позволит повысить генетический потенциал стад на 3,4-5,2%.

2.3 Влияние кровности по улучшающей породе

Формирование высокопродуктивных стад является одной из актуальных задач, позволяющей решить проблему увеличения производства молока. Создание оптимальных условий технологии производства животноводческой продукции: полноценное кормление, комфортное содержание, позволяет животным в полной мере реализовать заложенный генетический потенциал (Алексеев А.А. и др., 2019; Санова З.С. и др., 2018).

Выращивание ремонтного молодняка является важной составляющей в организации племенной работы, главная цель которой состоит в создании высокопродуктивного стада способного реализовать наследственные качества животных и иметь продолжительный срок их использования (Бакаева Л.Н. и др., 2015; Кудрин М.Р. и Ижболдина С.Н., 2016; Некрасов А.А. и др., 2013).

Для повышения и реализации генетического потенциала животных необходимо применять рациональную систему выращивания ремонтных телок в условиях интенсивной технологии, для того чтобы обеспечить нормальный рост и развитие, формирование воспроизводительных качеств, молочной продуктивности и устойчивости к различным заболеваниям. Мониторинг роста ремонтного молодняка при выращивании позволяет достичь высокой продуктивности у взрослых животных (Коновалов А.В. и др., 2018; Коренев М.М. и др., 2013).

Высокая молочная продуктивность у ремонтного молодняка закладывается в молочный, переходный и основной период. При выращивании ремонта необходимо учитывать биологические и физиологические особенности приплода с целью достижения оптимальных показателей живой массы в каждый период развития (Лукичев Д.Л. и др., 2017; Стенникова О.А., Ковязин А.П., 2017).

Интенсификация молочного скотоводства, позволяющая повысить уровень молочной продуктивности стад, а значит и конкурентоспособность отрасли, как правило, влечет за собой снижение воспроизводительной

способности коров, резистентности к заболеваниям и стрессоустойчивости к разнообразным климатическим условиям и технологиям производства (Стрекозов Н.И., Конопелько Е.И., 2013; Юшкова и др., 2015; Sattaei Mokhtari et al., 2015; Kefale Getahun et al., 2019). В связи с этим важным элементом племенной работы является популяционно-генетическая оценка хозяйственно-ценных признаков, вовлеченных в селекционный процесс. Выявление степени фенотипической и генетической изменчивости и их взаимосвязи (Cassandro M., 2014; Chapter Norman et al., 2010).

При оптимальных технологических показателях актуальным является изучение влияния генотипа животного на его продуктивные и воспроизводительные качества (Ali William Canaza-Cayo et al., 2018).

Исследования проведены в стаде племенного завода по разведению ярославской породы АО «Племзавод Ярославка» Ярославской области. В хозяйстве применяется беспривязно-боксовая система содержания коров с выгульными площадками. В обработку включена информация по 1044 животным, лактировавшим в период с 2017 по 2019 годы. Из подконтрольного поголовья сформировано 6 групп, в зависимости от доли кровности по голштинской породе: чистопородные ярославские (YP), ярославские с кровностью по голштинской породе менее 50% (<50%), ярославские с кровностью по голштинской породе от 50,1 до 75,0% (50,1-75,0%), ярославские с кровностью по голштинской породе 75,1-87,5% (75,1-87,5%), ярославские с кровностью по голштинской породе 87,6-99% и чистопородные голштинские животные (HP). В течение всего периода коровы находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Затраты корма составляли 1,08-1,1 ц к.ед. на 1ц молока. Изучены показатели живой массы телок от рождения до 18 месяцев, возраст первого осеменения и первого плодотворного осеменения, живая масса при плодотворном осеменении, кратность осеменения, возраст первого отела, сервис-период, живая масса по первой лактации, исследованы показатели молочной продуктивности по первой

лактации: надой за 305 дней (кг), содержание жира (%, кг) и белка (%, кг) в молоке.

Основной целью выращивания молодняка является оптимизация живой массы к периоду физиологической зрелости животных. У интенсивно растущих телок физиологическая зрелость наступает в более ранние сроки, чем у молодняка с низкой скоростью роста. Создание оптимальных условий для животного дает ему возможность проявить свой генетический потенциал роста и развития (Levina G. et al., 2019).

В таблице 32 представлена оценка показателей живой массы ремонтных телок по возрастам в разрезе генотипов.

Таблица 32 - Динамика показателей живой массы телок разных генотипов

Генотип	Количество животных, гол.	Живая масса, кг									
		при рождении		6 месяцев		10 месяцев		12 месяцев		18 месяцев	
		M±m, кг	Cv, %	M±m, кг	Cv, %	M±m, кг	Cv, %	M±m, кг	Cv, %	M±m, кг	Cv, %
HP	249	28,6 ± 1,3	17,3	168,7 ± 1,0***	10,0	261,3 ± 1,6***	9,6	296,1 ± 1,7***	9,1	408,6 ± 2,3***	8,8
YP	620	28,3 ± 0,2	17,0	155,7 ± 0,7***	10,9	246,0 ±1,0***	9,7	278,3 ±1,0	9,2	373,0 ±1,4	9,3
<50%	35	28,1 ± 1,0	27,7	159,8 ±2,9	10,7	253,1 ±4,2	9,9	288,7 ±5,1	10,5	396,9 ±6,9	10,3
50,1-75%	79	29,1 ± 0,5	15,5	165,0 ±0,5*	10,4	258,1 ±3,4	11,5	289,2 ±3,6	10,7	394,0 ±3,9*	8,7
75,1-87,5%	12	26,8 ± 1,0	13,1	172,6 ±7,2	14,5	259,9 ±7,6	10,2	296,1 ±5,7	6,6	412,6 ±5,9	7,7
87,6-99%	49	27,9 ±0,7	16,5	174,5 ±2,4***	9,7	266,2 ±3,4***	9,0	299,3 ± 4,0***	9,4	402,9 ±4,3	7,5
Среднее по стаду	1044	28,4 ±0,2	17,2	160,7 ±0,6	11,3	251,9 ±0,8	10,2	285,0 ±0,9	9,8	385,7 ±1,2	9,9

Достоверность разности со средними показателями выборки здесь и далее:
* - P≥0,95; ** - P≥0,99; *** - P≥0,999.

Из данных таблицы 32 видно, что показатели живой массы молодняка при рождении имели среднюю вариабельность признака. При оценке живой

массы телок за весь период выращивания выявлено влияние генотипа на скорость роста животных.

Телки голштинской породы наращивали живую массу интенсивнее сверстниц. Среди помесных животных максимальная скорость роста отмечена у телок с кровностью по голштинской породе от 71 % и выше, минимальная - у животных с кровностью 50 % и менее.

При оценке силы влияния фактора «кровность по голштинской породе» установлено, что наибольшее воздействие прослеживается в возрасте 6 и 18 месяцев, и составляет соответственно, 12,7 % и 17,1 %. Из полученных результатов следует вывод о достоверном влиянии кровности по голштинской породе на развитие телок (рис.25).

Рисунок 25 – Сила влияния фактора кровность на живую массу молодняка, %.

Понятие воспроизводства в молочном скотоводстве включает комплекс показателей, таких как возраст первого осеменения и отела, сервис-период, кратность осеменений и живая масса в по возрастным периодам.

В таблице 33 проанализированы показатели напрямую или косвенно связанные с воспроизводительными способностями животных.

Таблица 33 - Воспроизводительные качества молодняка

Показатели	HP	YP	<50 %	50,1-75%	75,1-87,5%	87,5-99%	Среднее по стаду
Возраст первого осеменения, мес.	15,9±0,1***	17,3±0,1***	16,4±0,4	16,4±0,4	15,3±0,3	16,0±0,3**	16,8±0,1
Живая масса при первом осеменении, кг	366,4±1,5**	360,2±1,3	364,8±3,3	364,1±3,0	364,6±5,9**	366,5±3,2	361,6±0,7
Возраст первого плодотворного осеменения, мес.	16,5±0,1***	17,6±0,1**	17,0±0,4	17,0±0,4	15,8±0,4***	16,6±0,3*	17,2±0,1
Живая масса первого плодотворного осеменения, кг	385,7±2,4***	371,1±1,2	383,6±5,1	383,6±5,1	369,8±6,2	385,3±4,4*	376,4±1,0
Кратность осеменений, раз	1,9±0,1	1,7±0,0	1,7±0,2	1,8±0,1	1,3±0,1**	1,8±0,1	1,7±0,0
Возраст первого отела, мес.	25,8±0,2***	26,8±0,1**	25,7±0,5	26,3±0,3	25,3±0,8	25,9±0,3	26,4±0,1
Сервис-период по первой лактации, дней	158,2±6,2***	104,8±2,9***	109,3±15,0	142,6±9,9*	150,0±31,7**	136,0±12,7	122,5±2,6

При достижении телками живой массы 340-350 кг их переводят в группу осеменения. Как видно из таблицы 33, при первом осеменении различия в живой массе у телок разных генотипов были незначительны, в среднем этот показатель составил 361,6 кг. Достоверно превосходили средние показатели стада чистопородные голштинские телочки и ярославские с кровностью 75,1-87,5 % по голштинской породе, проявляя породные качества голштинской породы по интенсивности роста. Кратность осеменений по группам была неодинакова, достоверно наименьшее количество осеменений на одно плодотворное было в группе ярославских телочек с кровностью по голштинской породе 75,1-87,5 %. Самый большой расход семени был на чистопородных голштинских телках.

Сервис-период является важным признаком при оценке и отборе животных. Укороченный сервис-период зачастую приводит к самозапуску и снижению дойных дней лактации и соответственно надоя, что в современных экономических условиях не выгодно. Воспроизводство в стаде должно быть организовано таким образом, чтобы от коровы в год получать одного теленка.

Для этого сервис-период должен составлять 80-90 дней (Martin Pauline et al., 2019). По данным таблицы 33 видно, что быстрее всего осеменялись ярославские чистопородные коровы и низкокровные помеси, у голштинских первотелок и помесей с кровностью 75,1-87,5 % сервис период составлял 158 и 150 дней соответственно, что в полтора раза превышает рекомендуемые показатели.

Следующим этапом исследований было изучение молочной продуктивности у подконтрольных животных (табл. 34).

Таблица 34 - Молочная продуктивность коров по 1 лактации в зависимости от генотипа

Генотип	Надой, кг	МДЖ, %	МДЖ, кг	МДБ, %	МДБ, кг	Живая масса, кг
HP	7184,8±61,6 ***	4,28±0,0 ***	306,3±2,6 ***	3,15±0,0 ***	226,2±1,9 ***	485,4±1,2 ***
YP	4922,3±33,1 ***	4,64±0,0	227,4±1,5 ***	3,28±0,0 ***	161,1±1,0	458,8±0,8 ***
<50 %	6045,5±156,6	4,42±0,1 ***	266,7±7,2	3,20±0,0	193,7±5,3	475,4±3,9
50,1-75 %	6763,3±126,3 ***	4,36±0,0 **	293,0±5,0 *	3,20±0,0 ***	216,3±4,1 **	481,7±3,2
75,1-87,5 %	6432±375,7	4,38±0,1	277,5±11,6	3,17±0,0	202,5±10,1	469,7±4,3
87,6-99 %	6996,1±132,2 ***	4,28±0,1 ***	298,4±5,6 ***	3,15±0,0 ***	220,1±3,9 ***	481,3±2,9
Среднее по стаду	5753,6±42,3	4,51±0,0	256,4±1,6	3,23±0,0	185,1±1,3	471,4±0,7

Оценка показателей молочной продуктивности коров, приведенных в таблице 34 показала, что надой у чистопородных голштинских первотелок превышал значения коров ярославской породы на 2262,5 кг (31,4%). По содержанию жира и белка в молоке чистопородные ярославские первотелки превосходили голштинских сверстниц на 0,36%, а помесных на 0,22 %, 0,28 %, 0,26 и 0,36 % соответственно по генотипам с возрастанием доли кровности по голштинской породе. Ярославские чистопородные первотелки достоверно превышали своих сверстниц по содержанию белка в пределах от 0,08 % для генотипов <50 % и 501-75 % до 0,13 % для чистопородных голштинских и генотипа 87,6-99 %.

По живой массе ярославские чистопородные первотелки уступали сверстницам голштинской породы, так и животным улучшенных генотипов на 126,6 кг (26,1 %), 116,6 кг (24,5 %), 122,9 кг (25,6 %), 110,9 кг (23,6 %), 122,5 кг (25,5 %) соответственно.

Оценка силы влияния кровности по голштинской породе на показатели молочной продуктивности по первой лактации выявила достоверное сильное влияние на надой за 305 дней первой лактации, а также связанные с ним признаки количество молочного жира и белка. По качественным показателям установлено низкое влияние доли крови голштинов, при этом в большей степени на содержание жира, чем на содержание белка в молоке. Живая масса, как признак в большей степени подвергающийся воздействию средовых факторов (кормление, условия содержания), в меньшей степени зависел от генетического фактора – кровность по голштинской породе (рис.26).

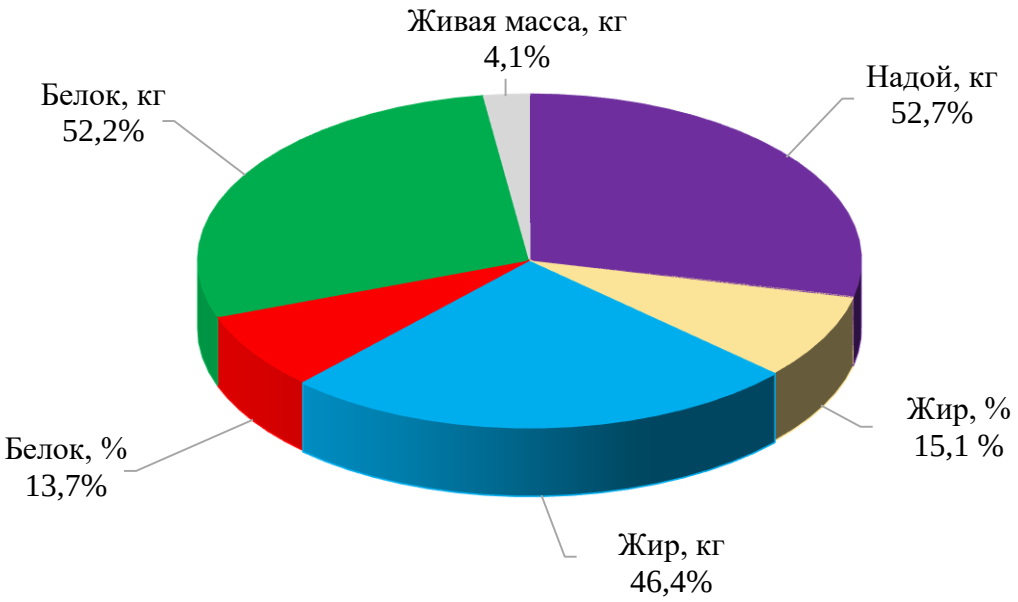


Рисунок 26 –Влияние кровности на продуктивные показатели по первой лактации

При разработке программ селекции для популяции или отдельного стада большое значение имеет выявление взаимосвязанности селекционируемых признаков дней (Martin Pauline et al., 2019). В течение длительного времени

приоритетом в селекционной работе в стаде было увеличение надоя. При подборе предпочтения отдавались производителям, улучшающим этот признак у своих дочерей. Поэтому важным этапом в нашей работе было проведение анализа для выявления направленности и силы корреляционных связей между изучаемыми признаками, и, в частности, их взаимосвязь с надоем (табл. 35).

Таблица 35 - Фенотипические корреляции

Параметры	HP	YP	<50 %	50,1-75 %	75,1-87,5 %	87,6-99 %	Среднее по стаду
Надой, кг ×МДЖ, %	-0,32 ***	-0,34 ***	-0,09	-0,38 ***	-0,77 ***	-0,35 *	-0,50 ***
Надой, кг ×МДБ, %	-0,19 **	-0,27 ***	0,12	-0,04	-0,82 ***	-0,32 *	-0,41 ***
МДЖ, %×МДБ, %	0,44 ***	0,44 ***	0,38 *	0,46 ***	0,78 ***	0,48 ***	0,52 ***
Надой, кг × возраст 1-го плодотворного осеменения, мес.	0,22	0,16 ***	0,28	0,18	-0,54	-0,06	-0,04
Надой, кг × живая масса 1-го плодотворного осеменения, кг	0,20 ***	0,18 ***	0,21	0,12	-0,08	0,06	0,26 ***
Надой, кг × сервис-период в 1 лактации	0,25 ***	0,33 ***	0,19	0,46 ***	0,31	0,34 *	0,40 ***
Возраст первого плодотворного осеменения × сервис-период в 1 лактации	0,05	0,06 ***	0,23	0,23 *	0,25	-0,24	0,02

Оценка фенотипических и генотипических зависимостей надоя и качественных компонентов молока выявила среднюю отрицательную фенотипическую и низкую отрицательную генотипическую связь по всем исследуемым группам. Исключение составили первотелки ярославской породы с кровностью менее 50 % по голштинской породе, у которых взаимосвязь надой х белок была положительной. В среднем по стаду связь надоя и содержания жира и белка в молоке имеет обратный умеренный характер и силу. Сложившаяся ситуация скорее всего вызвана целенаправленным подбором быков-улучшателей по надою, вне зависимости от их племенной ценности по компонентному составу. Сила связи

качественных показателей молока варьирует от слабой генетической до заметной фенотипической, характер связи прямой.

Как установлено нами ранее, для генотипов 75,1-87,5 % и 87,6-99 % кровности по голштинской породе характерна более ранняя половая и физиологическая зрелость. Фенотипически это более выражено у животных с кровностью 75,1-87,5 % по голштинской породе, возраст плодотворного осеменения составил 15,8 месяца. Как описывалось ранее, эти животные имели меньшую кратность осеменения, для этого генотипа характерна генетически обусловленная ранняя физиологическая зрелость.

С повышением уровня молочной продуктивности снижается воспроизводительная способность коров (Zink V. et al., 2012). Нашими исследованиями установлено, что сервис-период по первой лактации увеличивался с ростом надоев. Наиболее генетически обусловлено это у животных с кровностью по голштинской породе 50,1-75,0 % и 87,6-99 %.

Таблица 36 - Генотипические корреляции

Параметры	HP	YP	<50 %	50,1-75 %	75,1-87,5 %	87,6-99 %	Среднее по стаду
Надой, кг ×МДЖ, %	-0,11 **	-0,14 ***	-0,04	-0,15 ***	-0,31 ***	-0,14 **	-0,20 ***
Надой, кг ×МДБ, %	-0,07	-0,11 **	0,05	-0,02	-0,31 ***	-0,13 **	-0,16 ***
МДЖ, %×МДБ, %	0,17 ***	0,19 ***	0,15 ***	0,18 ***	0,31 ***	0,19	0,20 ***
Надой, кг × возраст 1-го плодотворного осеменения, мес.	0,06	0,06	0,11 **	0,07	-0,21 ***	-0,02	-0,02
Надой, кг × живая масса 1-го плодотворного осеменения, кг	0,06	0,07	0,08 *	0,04	-0,03	0,02	0,09 *
Надой, кг × сервис-период в 1 лактации	0,07	0,12 **	0,07 *	0,18	0,12 **	0,13 **	0,15 ***
Возраст первого плодотворного осеменения × сервис-период в 1 лактации	0,01	0,03	0,09 *	0,09 *	0,10 *	-0,09 *	0,01

Как видно из таблицы 36 существует прямая положительная связь между возрастом первого осеменения и сервис-периодом по первой лактации

по всем изучаемым генотипам кроме животных с кровностью по голштинской породе 87,6-99 %, то есть более ранние сроки осеменения телок не ведут к проблемам воспроизводства в последствии у коров после первого отела.

На основании результатов исследования установлено, что по изучаемым показателям оптимальные значения имели животные с кровностью 75,1-87,5 % по голштинской породе, за весь период выращивания они обладали высокой скоростью роста, при возрасте первого отела 25,3 месяца, имели самое низкое количество осеменений на 1 плодотворное.

Оптимальные показатели сервис-периода выявлены у чистопородных ярославских первотелок – 104,8 дня (P≥0,999).

Оценка показателей молочной продуктивности показала, что по надою молока голштинские первотелки превосходили своих сверстниц ярославской породы на 2262,5 кг, однако по качественным показателям - содержанию жира и белка в молоке, лучшими были первотелки ярославской породы, у которых эти показатели составили 4,64 % и 3,28 %, соответственно.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что разведение животных голштинской и ярославской пород в одном стаде позволяет получить оптимальное соотношение валового производства молока с высокими показателями его качества.

Для данного стада среди животных улучшенных генотипов ярославской породы оптимальным является использование генотипов с долей кровности по голштинской породе от 75,1 % до 87,6 %, что следует учитывать при подборе быков-производителей к маточному поголовью.

3 Усовершенствованный метод управления генетическим потенциалом с применением популяционной и иммунной генетики

3.1 Оценка племенной ценности пробанда по живой массе в раннем возрасте

Одним из стратегических приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации является потребность в обеспечении продовольственной безопасности и продовольственной независимости России, конкурентоспособности отечественной продукции на мировых рынках продовольствия, снижение технологических рисков в агропромышленном комплексе.

Целевые установки по обеспечению населения молоком, мясом и другими продуктами животноводства были и остаются одной из главных задач АПК России.

Главным фактором при повышении интенсивного выращивания телок является определение оптимального возраста, живой массы и начала их хозяйственного использования.

Основным показателем полноценности развития и готовности молодых животных к эффективной дальнейшей эксплуатации является живая масса при первом плодотворном осеменении. Этот фактор влияет на возможность длительного использования коров (Handcock R.C. et al., 2020).

Большое экономическое значение при интенсивной технологии производства молока является раннее наступление половой зрелости, и как следствие более раннее использование телок для воспроизводства. Это дает возможность увеличивать срок продуктивного использования животных и получать от них больше продукции (Revina G.B., Astashenkova L.I., 2018).

В сельхозпредприятиях случка телок проводится в 14-15 месячном возрасте для получения отел в 23-25 месяцев. Такой подход считается правильным, но для этого необходимо применять более эффективный уровень выращивания и последующую эксплуатацию животных.

Главной задачей при выращивании телок является оптимальная живая масса их к моменту осеменения. Для каждой породы существуют стандарты по живой массе в любом возрасте. Незначительные отклонения от стандарта по живой массе в ту или иную сторону при выращивании племенных телок допустимы. Живая масса коров после первого отела не должна быть меньше, чем требуется стандартом по породе (Martín N.P. et al., 2018).

В Ярославской области за последнее время интенсивными темпами реализовывается строительство новых комплексов и реконструкция старых помещений с беспривязным содержанием скота (Цой Ю.А. и др., 2018; Алексеев А.А. и др., 2018). Для таких комплексов увеличиваются требования к животным. Они должны быть по живой массе, общему развитию, продуктивности и технологичности более однородными. При инновационном подходе к процессу селекции не доставляет труда добиться однородности животных. Необходимо правильно выбрать и применить на практике систему выращивания телок и нетелей, которая совокупна с программами селекционного направления. Таким образом получить коров, отвечающим стандартам по породе по росту, развитию и уровню молочной продуктивности, и качеству молока.

На сельскохозяйственных предприятиях Ярославской области отмечается тенденция снижения возраста первого отела коров (Косяченко Н.М. и др., 2014). Однако, этот показатель еще довольно высокий, и на каждом предприятии имеются внушительные внутренние резервы для его снижения.

В настоящее время требованием экономики рынка является внедрение на сельскохозяйственных предприятиях интенсивных технологий выращивания племенных телок, бычков и нетелей. Повышение рентабельности молочного скотоводства возможно лишь при сокращении периода непроизводственного использования животных, то есть за период от рождения до первого отела. Неизбежность сокращения этого периода понимают специалисты предприятий. Пока не существуют нормативные акты, планы роста, примерные рационы кормления.

Внедрение интенсивных технологий выращивания, агрегатированных с селекционными методами оценки генотипа и управления генетическим потенциалом, обеспечит сокращение периода ввода нетелей в стадо, сократит затраты кормов на производство единицы продукции, позволит обеспечить продуктивное долголетие коров, ускорит оборачиваемость скотоместа, увеличит рентабельность молочного скотоводства (при замкнутом цикле производства) до 15-25% без учета субсидий.

Создание животных, обеспечивающих наиболее эффективное и прибыльное производство продукции в конкретных социально-экономических условиях – это основная задача селекционеров (Харитонов С.Н., 1994; Харитонов С.Н. и др., 2015; Danell O., 1977; Weaber R.L. (Bob), 2010). Инновационные научные достижения наглядно доказывают, что оптимизированная система комплексной оценки животных по селекционным признакам может обеспечить решение этой задачи.

Разработанный вариант модели был апробирован на 8 микро-популяциях, селекционно-генетические параметры которых приведены в таблице 37.

Таблица 37 - Характеристики подконтрольных стад по живой массе молодняка

Стадо	Среднее значение, кг ($\overline{X}$)		Стандартное отклонение, кг (σ)			Коэффициент наследуемости (h^2)		Экономические весовые коэффициенты (а)		Коэффициент фенотипической корреляции (r_p)	Коэффициент генетической корреляции (r_g)
	в 6 месяцев	в 9 месяцев	в 6 месяцев	в 9 месяцев	в 15 месяцев	в 9 месяцев	в 9 месяцев	в 6 месяцев	в 9 месяцев		
Стадо 1	131,7	173,6	19,5	26,0	34,8	0,35	0,39	1,09	0,82	0,61	0,45
Стадо 2	125,7	182,0	13,8	17,6	25,2	0,33	0,41	1,14	0,89	0,63	0,58
Стадо 3	148,1	218,6	17,7	22,3	28,6	0,41	0,38	0,83	0,66	0,52	0,49
Стадо 4	160,5	221,7	11,4	17,7	32,8	0,39	0,35	1,71	1,09	0,59	0,41
Стадо 5	143,2	211,7	20,8	26,4	33,3	0,33	0,37	0,74	0,58	0,46	0,38
Стадо 6	146,5	206,6	19,6	23,9	31,9	0,42	0,46	0,84	0,69	0,52	0,48
Стадо 7	147,9	205,2	15,1	19,7	38,5	0,39	0,33	1,25	0,96	0,49	0,51
Стадо 8	136,5	209,5	20,2	25,6	32,7	0,36	0,39	0,91	0,72	0,56	0,58

Из приведенных данных видно, что показатели стад существенно различаются, следовательно, оценки и прогнозы, выполненные на общепопуляционном уровне эффекта не дадут. В этой связи для каждого стада были отдельно рассчитаны компоненты индексов (табл. 38) и на фактическом материале стад повторяемость индекс*пробанд.

Таблица 38 - Характеристика модели 1 по подконтрольным садам

Стадо	Весовой коэффициент регрессии, B_1	Весовой коэффициент регрессии, B_2	Коэффициент повторяемости, r_w
Стадо 1	0,31	0,32	0,7014
Стадо 2	0,28	0,41	0,7735
Стадо 3	0,35	0,23	0,2414
Стадо 4	0,64	0,30	0,7559
Стадо 5	0,22	0,21	0,8758
Стадо 6	0,32	0,32	0,6958
Стадо 7	0,53	0,29	0,7531
Стадо 8	0,31	0,30	0,6199

Из представленных результатов видно, что теоретическая точность оценок и ожидаемое генетическое улучшение удовлетворяют селекционным требованиям, фактическая точность оценок, определенная как повторяемость, высокая и достоверная.

Следует обратить внимание на низкий показатель по Стаду 3, где скорее всего используется высокое, селекционно необоснованное, давление технологических факторов, направленное на увеличение живой массы, что может косвенно влиять на показатели воспроизводства.

Показатели точности оценок предлагаемой модели 1 приведены на рисунке 26.

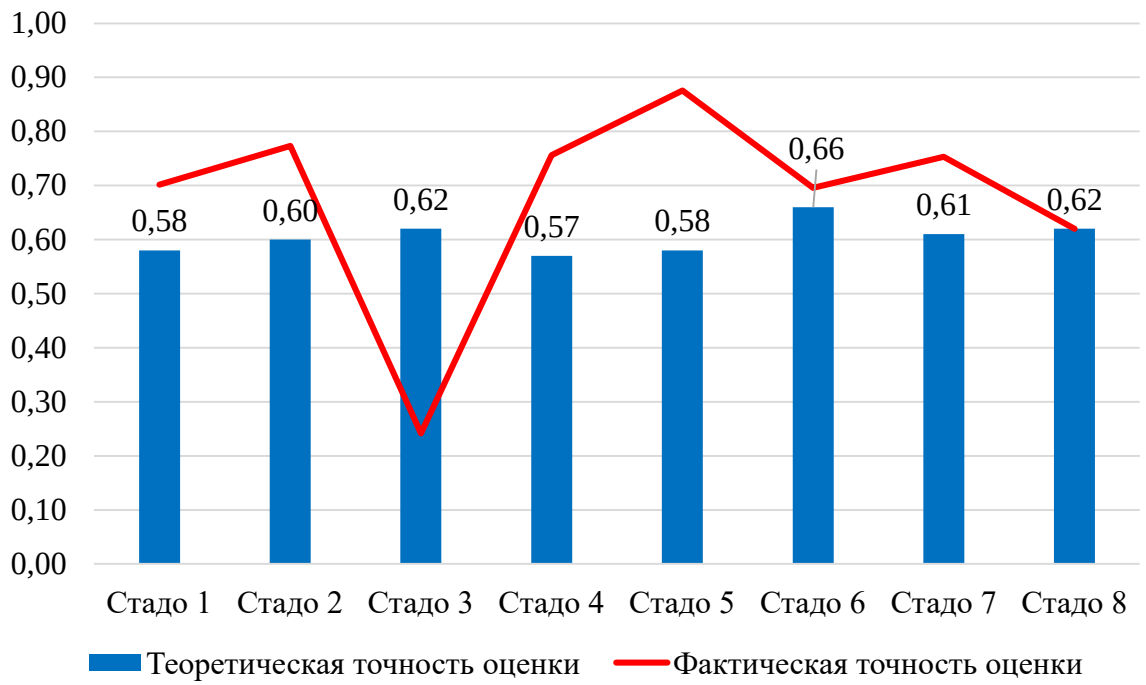


Рисунок 26 - Точность оценки генотипа по модели 1

Для подконтрольных стад диапазон ожидаемого генетического улучшения по живой массе в 6 и 9 месяцев составил 1,29-2,40 кг и 0,94-2,2 кг соответственно, что удовлетворяет селекционным требованиям (рис.27).

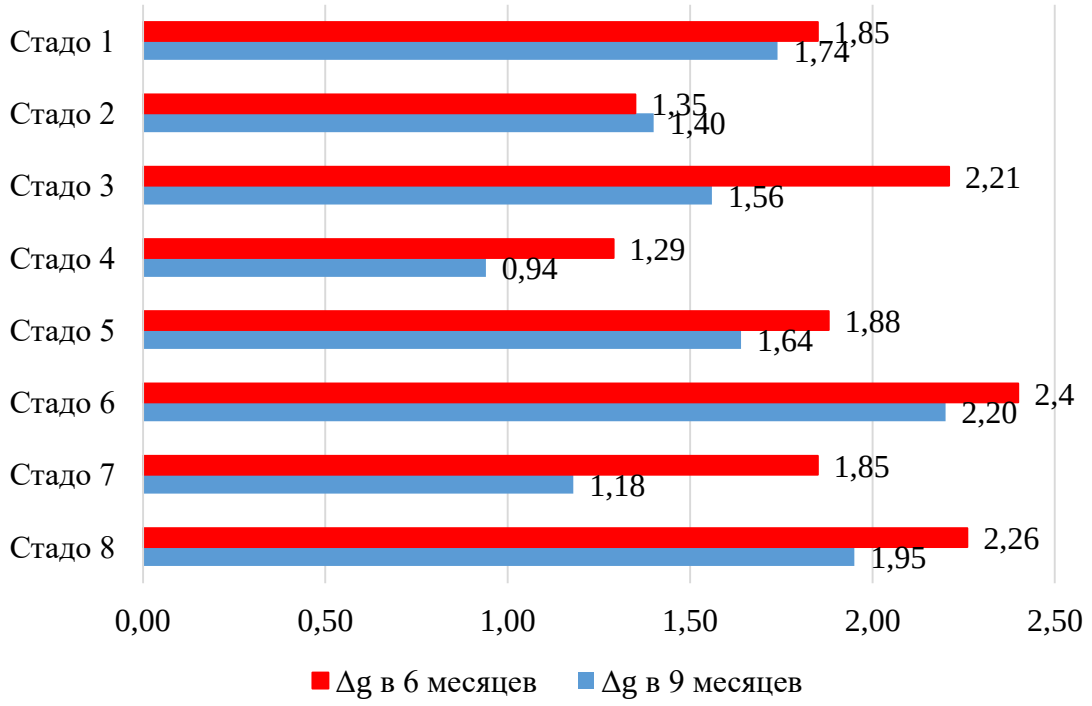


Рисунок 27 - Ожидаемое генетическое улучшение по живой массе молодняка, кг

Установлено, что показатели живой массы телок в возрасте 6 и 9 месяцев имеют среднюю наследуемость (h^2_{6month} 0,33…0,42; h^2_{9month} 0,33…0,46). Коэффициенты корреляции живой массы телок в возрасте 6 и 9 месяцев составили r_P 0,46…0,63, r_G 0,38…0,58, соответственно. Разработанная модель оценки генотипа молодняка имеет выкую точность (R_{JH} 0,57…0,66). Ожидаемое генетическое улучшение по живой массе при использовании модели составило 1,29…2,40 кг в возрасте 6 месяцев и 0,94…2,20 кг в возрасте 9 месяцев. Предложенный метод может эффективно использоваться для оценки генотипа и прогнозирования племенной ценности молочного скота на уровне краткосрочных селекционных программ.

3.2 Оценка племенной ценности пробанда в зависимости от генотипа по EAB-локусу групп крови

Динамика селекционного процесса, направленного на повышение молочной продуктивности, обусловливает необходимость системной оценки животных в стадах и популяциях по основным хозяйственно-полезным признакам и степени реализации их генетического потенциала в условиях взаимодействия «генотип-среда». В этой связи, проблема определения наиболее объективных и точных критериев отбора животных для дальнейшего воспроизводства была и остается одной из самых актуальных в племенном молочном скотоводстве (Жаров И.Н. и др., 2015). В настоящее время молочное скотоводство в целом, как отрасль экономики, направлена на получение максимальной прибыли, а племенная деятельность имеет своей целью производить наиболее ценных животных для конкретных условий (Abdalah J. et al., 2002).

Исследования многих ученых были направлены на поиск наиболее рационального решения проблемы получения оптимальной и наиболее объективной комплексной оценки животных (Bourdon R.M., 2011; Ильина А.В. и др., 2017).

Существует расхожее мнение, что селекционные индексы универсальны и существует возможность их применения в разных популяциях животных (Трухачев В.И др., 2014). Однако, по мнению ряда ученых, и набор селекционных признаков, и значения весовых коэффициентов этих признаков, рассчитанные для условий разных популяций, будут различаться, что требует обязательной их трансформации.

Кроме того, необходимо отметить, что не только структуры уравнений селекционных индексов в разных странах существенно различаются, но и модели оценки животных могут включать совершенно разные факторы, значимо влияющие на изменчивость селекционных признаков в конкретных популяциях. При этом затруднительно сравнивать результаты оценки животных по селекционным индексам, полученные в условиях разных популяций. По данным некоторых ученых, оценки одних и тех же животных по селекционному индексу, полученные в разных условиях (в разных странах) существенно различаются (Племяшов К.В. и др., 2016).

Основной целью селекционеров, на сегодняшний день, является получение животных, обеспечивающих наиболее эффективное и прибыльное производство продукции в конкретных производственно-экономических условиях (Weaber R.L., 2010).

В состав модели 2 для оценки генотипа, предложенной к апробации включала информацию по генотипу матери (оценка по первой лактации) и регрессию на генотип по аллели по EAB-локусу групп крови.

На фактическом материале 11 стад оценен эффект 12 аллелей выявлены наиболее часто встречающиеся аллели, отличающиеся плюс-эффектом по влиянию на надой. Для расчета компонентов индекса, по стадам, определены коэффициенты наследуемости и регрессии продуктивности на генотип в разрезе аллелей (табл. 39, 40).

Таблица 39- Показатели регрессии продуктивности на генотип

Стадо	Генотип	Регрессия продуктивности на генотип в разрезе племенных стад											
		Y_2A_2’	D’E_3’F’G’O’	B’E_3’G’	B_2O_2	E_3’G’	O_2A_2’	P_2I’	I_2	B_2I’P’Q’Y’	$B_2Y_2E_3$’G’Y’	P_2I’G’’	O’
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ООО «Агроцех»	YP*	0,131	0,169		0,196			0,175	0,174	0,156			
	YHP**	0,160	0,232	0,218		0,190							
ООО «Арефинское»	YP	0,173		0,218	0,177			0,185	0,182				
	YHP	0,184	0,189			0,211							
ФГУП «Григорьевское»	YP	0,146	0,164		0,175			0,143	0,174		0,147		
	YHP	0,152	0,143										
ООО племзавод «Горшиха»	YP	0,142	0,149	0,235	0,183		0,148	0,156	0,189	0,144	0,113	0,145	0,122
	YHP	0,159	0,181	0,232		0,179							
ОАО племзавод им. Дзержинского	YP	0,128	0,513	0,222	0,159			0,139	0,144				
	YHP	0,144	0,149	0,214	0,154	0,149							
ООО «Меленковский»	YP	0,143						0,169	0,168	0,149			
	YHP	0,151	0,149	0,199	0,158	0,178							
ООО «Новая жизнь»	YP	0,142		0,181				0,149	0,173				
	YHP												
ЗАО «Новый путь»	YP	0,151	0,166					0,161	0,155				
	YHP												
ЗАО «Агрофирма Пахма»	YP	0,124	0,155					0,169	0,158				
	YHP	0,144	0,161	0,173		0,182							
АО «Татищевский»	YP	0,133						0,155	0,162				
	YHP												
АО «Племзавод Ярославка»	YP	0,131	0,172	0,159	0,181		0,133	0,155	0,178	0,151	0,139	0,153	0,133

Здесь и далее: YP – ярославская порода; YHP - улучшенные генотипы ярославской породы.

Таблица 40 - Коэффициенты наследуемости в разрезе аллелей по подконтрольным стадам

Стадо	Генотип	Наследуемость в разрезе племенных стад											
		Y_2A_2’	D’E_3’F’G’O’	B’E_3’G’	B_2O_2	E_3’G’	O_2A_2’	P_2I’	I_2	B_2I’P’Q’Y’	$B_2Y_2E_3$’G’Y’	P_2I’G’’	O’
ООО «Агроцех»	YP	0,258	0,236		0,225			0,257	0,249	0,222			
	YHP	0,311	0,233	0,224		0,290							
ООО «Арефинское»	YP	0,251		0,251	0,241			0,259	0,296				
	YHP	0,284	0,311			0,241							
ФГУП «Григорьевское»	YP	0,343	0,248		0,250			0,311	0,303		0,283		
	YHP	0,297	0,254										
ООО племзавод «Горшиха»	YP	0,333	0,349	0,254	0,256		0,258	0,294	0,306	0,275	0,294	0,250	0,242
	YHP	0,321	0,331	0,238		0,301							
ОАО племзавод им. Дзержинского	YP	0,265	0,255	0,292	0,259			0,249	0,293				
	YHP	0,251	0,250	0,299	0,311	0,331							
ООО «Меленковский»	YP	0,318						0,258	0,241	0,238			
	YHP	0,292	0,333	0,333	0,332	0,278							
ООО «Новая жизнь»	YP	0,255		0,250				0,306	0,309				
	YHP												
ЗАО «Новый путь»	YP	0,251	0,346					0,301	0,284				
	YHP												
ЗАО «Агрофирма Пахма»	YP	0,314	0,293					0,292	0,255				
	YHP	0,298	0,241	0,243		0,244							
АО «Татищевский»	YP	0,256						0,279	0,281				
	YHP												
АО «Племзавод Ярославка»	YP	0,250	0,255	0,229	0,256		0,226	0,302	0,259	0,255	0,261	0,254	0,199
	YHP												

Из представленных результатов видно, что эффект аллелей на конкретных стадах реализуется неоднозначно. Коэффициент наследуемости надоя в зависимости от генотипа варьирует от 0,20 до 0,35, следовательно, его использование на популяционном уровне недопустимо.

Проверка результативности модели на фактическом материале по точности оценок и степени генетического улучшения приведена на рисунке 28 и таблице 41.

Из 91 варианта 39 были нерезультативны, теоретическая точность оценки составила менее 0,6. Для остальных вариантов она находиться в пределах 0,621 – 0,746 (рис.28).

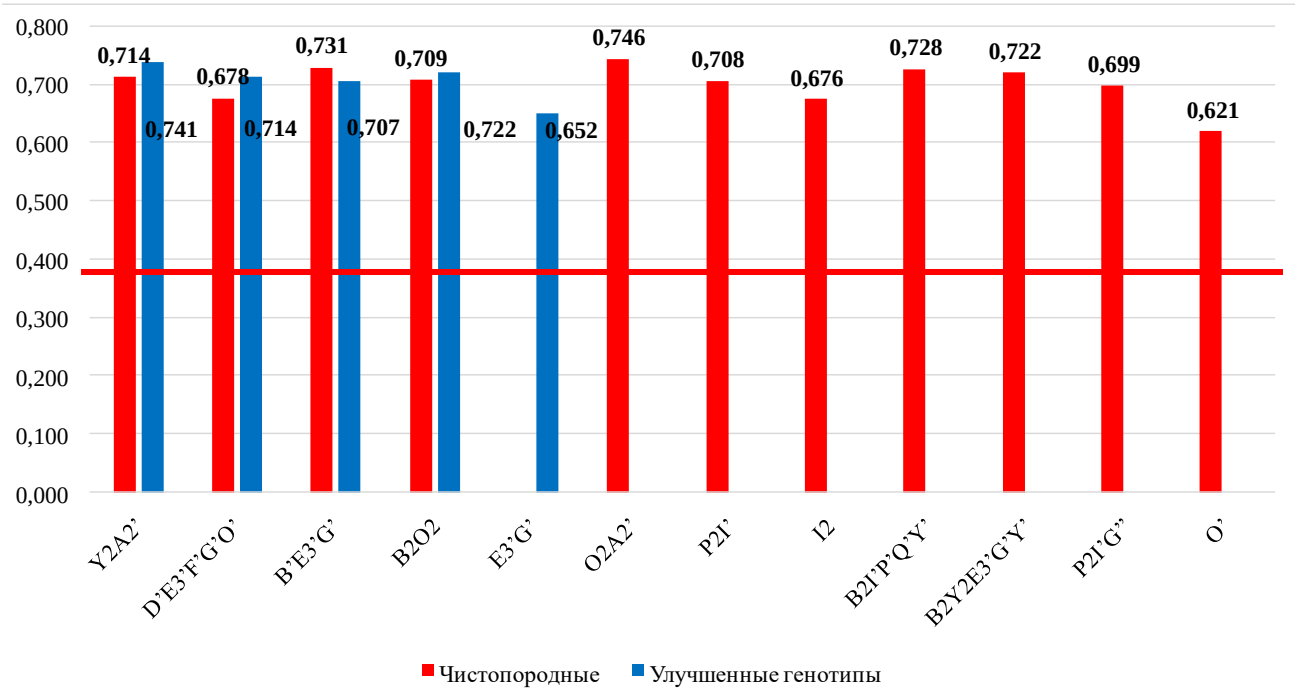


Рисунок 28 – Точность оценки генотипа по модели 2

На основании этих данных и ожидаемого генетического улучшения были выделены четыре аллели пригодных для использования в усовершенствованном методе (табл. 41). По степени генетического улучшения ведущие места занимают генотипы Y2A2', D'E3'F'G'O', B'E3'G' и P2I' (максимальное значение генетического улучшения 14,6%, минимальное 5,6%).

Таблица 41 - Ожидаемое генетическое улучшение при селекции по индексу

Стадо	Генотип	Ожидаемое генетическое улучшение при селекции по индексу, %											
		Y2A2’	D’E3’F’G’O’	B’E3’G’	B2O2	E3’G’	O2A2’	P2I’	I2	B2I’P’Q’Y’	B2Y2E3’G’Y’	P2I’G’’	O’
ООО «Агроцех»	YP*	11,3	9,8		6,4			8,5	6,3	6,6			
	YHP**	14,6	10,2	8,2		7,5							
ООО «Арефинское»	YP	4,2		5,4	8,9			8,2	5,1				
	YHP	6,8	11,4			6,8							
ФГУП «Григорьевское»	YP	3,6	6,9		5,2			5,9	4,8		6,6		
	YHP	5,9	7,4										
ООО племзавод «Горшиха»	YP	12,3	12,3	11,9	9,7		9,7	6,8	7,9	7,3	7,9	4,8	5,5
	YHP	8,6	9,6	12,3		6,4							
ОАО Племзавод им. Дзержинского	YP	9,8	8,2	8,7	8,8			4,6	6,6				
	YHP	8,4	9,1	9,2	8,2	5,3							
ООО «Меленковский»	YP	11,1						9,7	6,9	7,8			
	YHP	13,3	11,9	9,5	9,7	7,8							
ООО «Новая жизнь»	YP	8,6		9,8				6,5	5,2				
	YHP												
ЗАО «Новый путь»	YP	7,3	6,4					7,2	5,7				
	YHP												
ЗАО «Агрофирма Пахма»	YP	4,8	5,9					4,6	5,4				
	YHP	6,5	6,2	4,9		4,4							
АО «Татищевский»	YP	9,2						8,3	6,1				
	YHP												
АО «Племзавод Ярославка»	YP	11,1	9,6	13,1	10,4		8,9	7,1	6,5	9,6	7,6	4,3	5,6
	YHP												

На протяжении одного генерационного интервала матерей коров (5-5,6 лет) индекс может использоваться в целевом подборе и оценках генотипа, а также в сопровождении краткосрочных селекционных программ (планов племенной работы).

Для избегания проявления эффекта тандемной селекции, снижения степени генетического разнообразия в стаде, а также максимального использования возможностей индекса, раз в пять лет следует проводить перерасчет регрессий продуктивности на генотип. В результате перерасчетов, также выделяются новые лидирующие варианты.

По Модели 2, нами были выделены аллели В-системы групп крови крупного рогатого скота ярославской породы, у носителей которых выявлена максимальная регрессия надоя на генотип. При расчете теоретической точности оценок и степени генетического улучшения выделено 4 аллели, предложенные для использования в усовершенствованном методе оценки генотипа крупного рогатого скота с использованием иммуногенетических показателей.

3.3 Оценка племенной ценности пробанда по продуктивности матери и тренда по отцу

Генетический прогресс стада возможен лишь при использовании лучшего племенного материала, эффективных параметров отбора и подбора родительских пар. Генетический тренд или реализация генетического потенциала животных невозможна без полноценного кормления, комфортного содержания, направленного выращивания ремонтного молодняка, оптимизации системы воспроизводства стада. Для оперативных мероприятий по повышению генетического потенциала стада необходимо проводить мониторинг селекционной ценности всех категорий племенных животных, ответственных за передачу генетической информации. Это позволяет

увеличивать темпы генетического прогресса стада и его реализацию при условии соблюдения всего технологического процесса содержания животных.

На локальных популяциях влияние материнской основы велико. Повышение уровня продуктивности племенного ядра стада и селекционного ядра популяции является ключевым элементом при повышении генетического потенциала и степени его реализации (Тяпугин С.Е. и др. 2014).

При оценке генетического потенциала необходимым эелементом является изучение эффекта от используемых в стаде быков-производителей – категория отцы коров. Следует отметить, что фоновые различия стад обуславливают различную реализацию генетического потенциала быков. В этой связи контроль должен вестись в двух направлениях: прямая оценка быка-производителя (метод дочери-сверстницы) и реализация на конкретном стаде его материнской основы (примененный в нашем случае). Долевой эффект быков отцов коровсоставил 75,2 %, за счет управления селекционным ядром повышение генетического потенциала стада составило 27,5 %.

В племенных стадах согласно требованиям к организациям, осуществляющим деятельность в области племенного животноводства 65-70% коров и телок осеменяется спермой быков улучшателей. В результате генетический потенциал по надою по ярославской породе достиг +618,4 кг, степень его реализациив составила 69,7 %.

Предлагаемая для оценки генотипа пробанда Модель 3 основывается на оценке генотипа матери и тренда по отцу.

Суть метода заключается в том, что корректируются оценки производителей, которые за счет реализации их генетического потенциала могут кардинально меняться. Использование нескорректированных оценок может привести к погрешностям в 50 и более процентов. В нашей работе проведены оценки генотипа в двух вариантах: на нескорректированных данных (индекс племенной ценности с оценкой отца по качеству потомства) и по модели, учитывающей тренд по отцу (скорректированные данные). В

оценку были включены данные по 2717дочерям от 20 производителей (рис. 29).

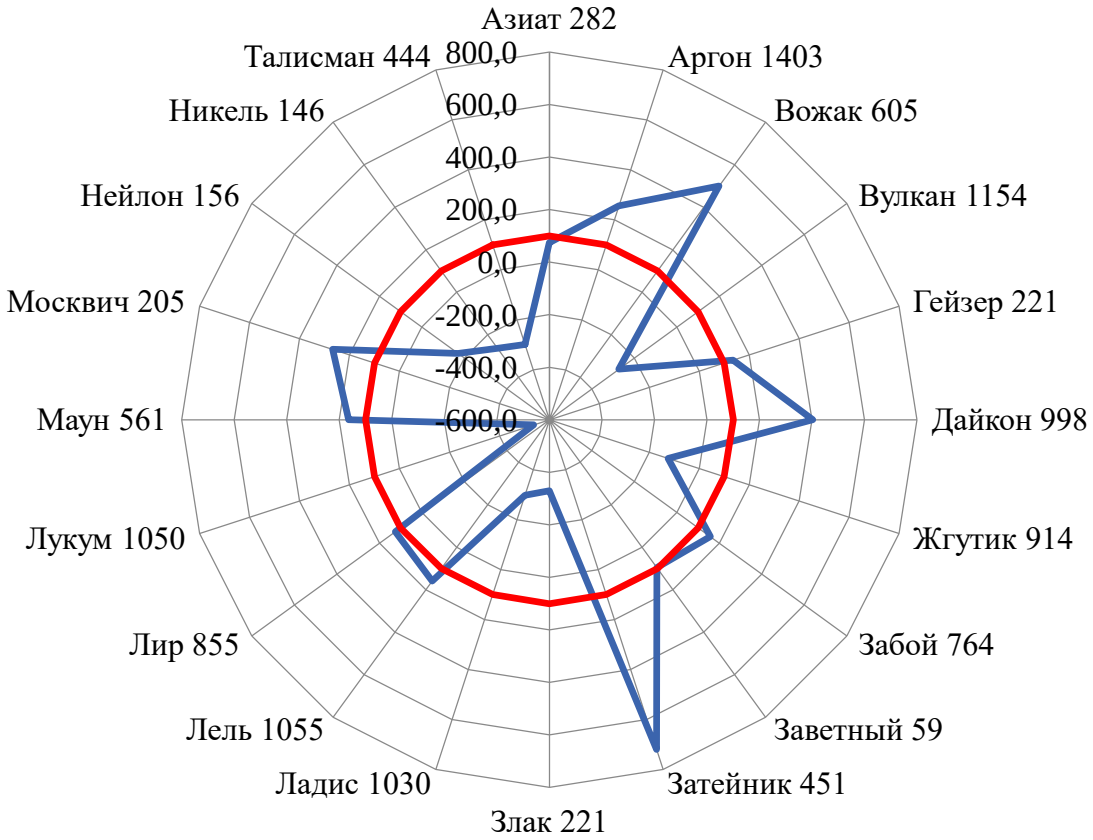


Рисунок 29 –Оценка тренда по Модели 3

Повторяемость оценок по нескорректированным данным составила 0,4962, по скорректированным 0,7153, что указывает на правомочность использования индекса при решении долгосрочных селекционных задач (рис. 30).

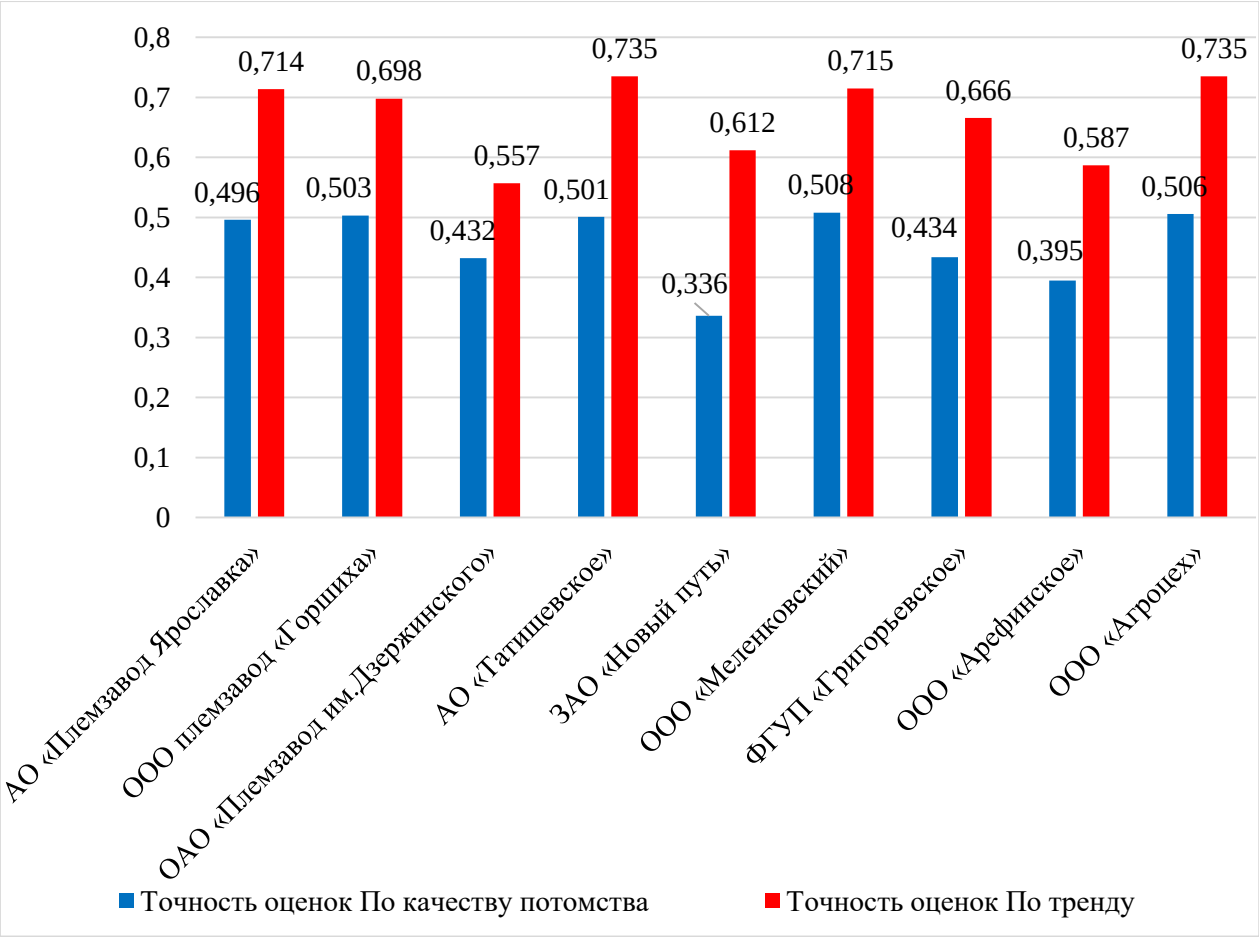


Рисунок 30 – Точность оценки генотипа по Модели 3

Модель 3 предназначена для реализации долгосрочных селекционных программ, при закладке перспективных ветвей, лидерных групп и линий. Точность оценки генотипа по индексу превышает результаты оценки по сверстницам на 44,15 % (0,7153 и 0,4962, соответственно), следовательно, данный вариант может использоваться в долгосрочных селекционных программах и стратегиях при работе с перспективными селекционными группами.

4 Анализ и перспективы использования племенных ресурсов молочного скота в Ярославской области

4.1 Племенная база крупного рогатого скота молочного направления продуктивности

Племенная база Ярославской области за последние пять лет претерпела некоторые изменения. Так, в 2015 году по всем породам насчитывалость 6 племенных заводов: 1 по айрширской породе, 1 по голштинской и 5 по ярославской породе, то в 2020 году одно хозяйство получило статус племенного завода по голштинской породе (ООО «Красный Маяк») и 1 племзавод по ярославской породе утратил статус (ПЗ «Горшиха»).

Количкство племенных репродукторов за последние пять лет снизилось на 6 единиц или 24 %. В том числе по черно-пестрой породе из 4 осталось 2 хозяйства, по ярославской породе из 19 сохранили статус 14 предприятий. По голштинской породе на 2015 год существовало 2 племенных репродуктора, на конец анализируемого периода их стало 3.

В таблице 42 приведена динамика поголовья крупного рогатого скота по породам в зависимости от категории хозяйства.

Таблица 42 – Численность племенного поголовья Ярославской области, гол.

Порода / категория	2015 год		2016 год		2017 год		2018 год		2019 год		2020 год	
	всего	в т.ч. коров	всего	в т.ч. коров	всего	в т.ч. коров	всего	в т.ч. коров	всего	в т.ч. коров	всего	в т.ч. коров
Айрширская	752	440	686	440	699	440	677	440	679	440	684	440
Голштинская	601	360	649	400	661	430	3459	2265	3731	2418	4054	2608
Ярославская	4636	2793	4738	2825	4811	2832	4685	2866	4657	2774	3392	2098
Итого по племзаводам	5989	3593	6073	3665	6171	3702	8821	5571	9067	5632	8130	5146
Голштинская	1019	679	3464	2533	4153	2885	1888	1280	2219	1465	2862	1921
Черно-пестрая	1626	964	1577	915	1384	747	246	160	272	168	1411	850
Ярославская	13877	8763	12534	7720	12702	7862	9807	6218	9956	6203	9959	6187
Итого по племрепродукторам	16522	10406	17575	11168	18239	11494	11941	7658	12447	7836	14232	8958

По данным таблицы 42 поголовье племенного скота к концу 2020 года в племенных заводах заметно увеличилось (на 26,3 %) по сравнению с 2015

годом. На этот рост повлиял импорт племенного поголовья голштинской пород из-за рубежа, численность этого скота к 2020 году увеличилась почти в 7 раз (на 85,2 %). Резкий прирост голштинов (на 2798 гол. или 80,9 %) наблюдается с 2017 по 2018 год. Численность крупного рогатого скота айрширской и ярославской пород в племенных заводах идет на спад. Так в 2020 году к 2015 году айрширского скота стало меньше на 9 %, а ярославского на 26,8 %.

Всего в племрепродукторах поголовье снизилось на 2290 голов или 13,9 %. С 2015 по 2017 год шло нарастание поголовья голштинской породы на 75,5 %, затем к 2018 году резкое снижение на 54,5 %, возможно это произошло из-за того, что племрепродукторы по голштинской породе перешли в племенные заводы. По черно-пестрой и ярославской породе наблюдается снижение численности в 2020 к 2015 году на 13,2 % и 28,2 %, соответветственно.

В таблице 43 представлена молочная продуктивность коров племенных хозяйств Ярославской области за последнюю законченную лактацию. Из данных таблицы следует, что в 2020 году средняя продуктивность на одну корову в племенных заводах выше, чем в племрепродукторах на 674 кг (8 %). В племзаводах самыми высокоудойными являются коровы голштинской породы, за все исследованные периоды. В 2020 году их продуктивность оказалась выше на 22 % и 35,7 %, чем у айрширских и ярославских коров, соответственно. По массовой доле жира голштинский скот уступает айрширам и ярославке на 0,09 % и 0,23 %, соответственно. Белковомолочность всех исследуемых пород существенных различий не имеет. В племенных репродукторах коровы голштинской породы так же не уступают по надоям (lim 8671...9187 кг) животным других пород, но качественные показатели молока остаются на низком уровне. Самой низкопродуктивной (lim 5867...7386 кг) является ярославская порода с самыми высокими показателями массовой доли жира (lim 4,40...5,57 %).

Таблица 43 – Молочная продуктивность коров в племенных организациях Ярославской области

Племзаводы	2015 год			2016 год			2017 год			2018 год			2019 год			2020 год		
	надой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	надой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	надой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	надой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	надой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	надой, кг	МДЖ, %	МДБ, %
Айрширская	7195	4,3	3,27	7543	4,18	3,11	7574	4,26	3,18	7627	4,11	3,22	7711	4,26	3,36	7955	4,23	3,16
Голштинская	8890	4,24	3,18	8898	4,24	3,07	9031	4,46	3,14	10408	4,05	3,2	10546	4,12	3,31	10199	4,14	3,15
Ярославская	6464	4,73	3,25	6484	4,55	3,12	6497	4,4	3,14	6570	4,26	3,23	6902	4,33	3,32	6559	4,37	3,13
Итого по племзаводам	6798	4,63	3,25	6848	4,48	3,11	6892	4,39	3,14	8199	4,16	3,21	8415	4,24	3,32	8427	4,24	3,14
Голштинская	9056	4,34	3,28	8671	4,35	3,18	9453	4,19	3,21	8720	4,22	3,24	8906	4,3	3,44	9187	4,13	3,26
Черно-пестрая	7048	4,34	3,22	6898	4,34	3,15	8005	4,4	3,18	8359	4,5	3,23	8655	4,63	3,35	8304	4,29	3,27
Ярославская	5867	4,57	3,29	6183	4,46	3,16	6479	4,48	3,18	6775	4,4	3,23	7104	4,48	3,33	7386	4,41	3,13
Итого по племрепродукторам	6139	4,54	3,28	6592	4,44	3,16	7291	4,41	3,19	7078	4,38	3,23	7429	4,45	3,35	7753	4,35	3,16

4.2 Анализ выполнения предыдущей программы породного районирования 2014-2020 гг.

За период действия «Селекционно-племенных мероприятий по оптимизации породного состава крупного рогатого скота Ярославской области» (Косяченко Н.М. и др., 2014) в регионе произошли изменения в структуре пород молочного направления продуктивности (табл. 44) (Ежегодник …, 2021).

Таблица 44 – Результаты выполнения предыдущей программы по наличию племенного поголовья в разрезе пород

Породы	Поголовье, гол.								
	план 2020 год			факт 2020 год			отклонения план/факт, %		
	ПЗ	ПР	всего	ПЗ	ПР	всего	ПЗ	ПР	всего
Айрширская	430	300	730	684	0	684	159,1	0,0	93,7
Голштинская	1636	3450	5086	4054	2862	6916	247,8	83,0	136,0
Черно-пестрая	360	784	1144	0	1411	1411	0,0	180,0	123,3
Ярославская	2355	4338	6693	3392	9959	13351	144,0	229,6	199,5

Из данных таблицы следует, что планируемая численность поголовья по племенным заводам и репродукторам отличается от фактической. По айрширской породе был запланирован не только племзавод, но и племрепродуктор с численностью 300 голов, по факту этого не произошло. Из-за этого общее поголовье айрширской породы на 6,3 % меньше от плановых показателей, но в племенных заводах численность животных этой породы превышает план на 59,1 %.

Ярославский скот превышает план по численности животных в 2 раза, на 6658 голов от запланированных 6693 голов. Наиболее активное разведение скота ярославской породы идет в племенных репродукторах, фактическое поголовье составило 9959 голов, что на 129,6 % выше планового.

По голштинской и черно-пестрой породе при планово-фактическом анализе численности животных выявлено, что фактические показатели выше на 36 % и 23,3 %, соответственно. В Ярославской области все больше появляется племенных заводов по голштинской породе, за счет этого

фактическая численность этого скота на 147,8 % выше плановой. Черно-пестрый скот разводят только в племенных репродукторах, где численность поголовья фактическая также превышает плановую на 80 %.

В таблице 45 представлены результаты предыдущей программы по показателям молочной продуктивности.

Таблица 45 - Результаты выполнения предыдущей программы по показателям молочной продуктивности

Породы	Надой по стаду, кг		
	план 2020 год	факт 2020 год	отклонения план/факт, %
Айрширская	7250	7955	110
Голштинская	8500	9845	116
Черно-пестрая	7550	8304	110
Ярославская	6280	7169	114

Исходя из данных таблицы можно сделать вывод о том, что в хозяйствах Ярославской области на протяжении последних 6 лет идет интенсивное повышение молочной продуктивности коров всех разводимых пород. Превышение фактических показателей составляет от 10 % до 16 %. Наиболее высокомолочными являются коровы голштинской породы, уровень продуктивности от одной коровы в отчетном году по сравнению с плановыми показателями на 1345 кг больше. Хороший результат получен и от ярославского скота. Фактический надой от одной коровы превышает плановый на 889 кг или 14 %.

Результаты выполнения предыдущей программы по раздою коров в разрезе пород представлены в таблице 46.

Из данных таблицы следует, что количество коров голштинской породы с продуктивностью 8001 кг и выше практически совпадает с запланированной (47 % и 51 %, соответственно). Ровно половина всех используемых коров голштинской породы в хозяйствах имеет высокую продуктивность, как и планировалось. Так же по плану 63 % коров голштинской породы должны иметь продуктивность от 6001 до 8000 кг, по факту всего 9 % (453 гол.). Из

этого следует, что основное поголовье (407 гол.) с продуктивностью 6001-8000 кг принадлежат племенным заводам и племенным репродукторам, остальные 46 голов содержатся в товарных хозяйствах. В племенных заводах и репродукторах количество коров голштинской породы с продуктивностью 8001 кг и более по факту (67 % и 30 %) примерно совпадают с планом (63 % и 38 %).

Таблица 46 - Результаты выполнения предыдущей программы по раздою коров в разрезе пород

Годы	Породы	Все категории хозяйств (включая товарные)				Племзаводы				Племрепродукторы			
		6001-8000 кг		8001 кг и выше		6001-8000 кг		8001 кг и выше		6001-8000 кг		8001 кг и выше	
		гол.	%	гол.	%	гол.	%	гол.	%	гол.	%	гол.	%
2020 план	голштинская	3250	63	2423	47	350	21	1060	67	1500	43	1020	30
	черно-пестрая	620	54	195	17	190	52	100	27	430	55	95	14
	айрширская	440	60	78	13	260	60	45	12	180	60	33	11
	ярославская	3900	27	1638	12	990	20	290	8	2300	24	1025	11
2020 факт	голштинская	453	9	2617	51	193	7	1652	63	214	11	736	38
	черно-пестрая	451	23	846	43					174	20	314	37
	айрширская	192	39	186	38	180	41	163	37				
	ярославская	3797	27	2796	20	723	34	285	14	1661	27	1787	29

У животных черно-пестрой и айрширской породы по всем категориям хозяйств молочная продуктивность в большинстве случаев должна быть на уровне 6001-8000 кг (54 % и 60 %), по факту наибольшее число коров оказалось с продуктивностью выше 8001 кг (51 % и 43 %, соответственно).

Самые точные прогнозы были по животным ярославской породы. Поголовье коров с продуктивностью 6001-8000 кг по всем исследуемым хозяйствам Ярославской области по факту столько же, как и по плану – 27 %, высокопродуктивных животных фактически на 8 % больше. В племенных заводах и репродукторах коров ярославской породы с удоем 6001-8000 кг больше, чем было запланировано на 14,4 % и 3 %, а с удоем 8001 кг и выше на 6 % и 18 %, соответственно.

4.3 Оценка селекционной рентабельности пород

В течение нескольких предыдущих десятилетий на фоне массового импорта племенных ресурсов коммерческих высокопродуктивных пород численность и конкурентоспособность отечественных пород крупного рогатого скота значительно сократилась. В первую очередь это обусловлено более низкой молочной продуктивностью локального скота и, следовательно, меньшей эффективностью производства продукции животноводства (Чинаров В.И., 2018). Тем не менее, дальнейшее использование в селекционном процессе генетических ресурсов аутохтонных пород необходимо, поскольку связано с определенными свойствами адаптации этих животных к различным климатическим условиям, а также историческими и культурными традициями регионов России (Паронян И.А., 2020; Матюков В.С. и др., 2013).

В связи с разработкой системы породного районирования нами была проведена оценка селекционной рентабельности пород, разводимых в Ярославской области с учетом основных селекционируемых признаков.

В таблице 47 приведены показатели пожизненной молочной продуктивности коров по породам, выбывших за пятилетний период.

Таблица 47 - Средняя пожизненная продуктивность пород, разводимых в Ярославской области (по всем категориям хозяйств)

Порода	Показатели			
	сроки выбытия, отелов	пожизненный надой, кг	пожизненный МДЖ, кг	пожизненный МДБ, кг
Айрширская	3,51	18224	778,1	592,3
Голштинская	2,53	16847	742,5	545,0
Ярославская	3,23	15380	700,8	504,6

Из данных таблицы следует, что наивысшую пожизненную продуктивность имели коровы айрширской породы, надои которых превышали голштинских на 7,6 %, а ярославских на 15,6 %. Пожизненный жир и белок также являются наивысшими у коров айрширской породы. По срокам выбытия коровы айрширской и ярославской пород имеют лучшие показатели

и превышают голштинскую на 27,9 % и 21,7 %, соответственно. При этом от коров айрширской и ярославской пород за весь период использования получено на 1 теленка больше, по сравнению с голштинской.

Используемая нами модель селекционного индекса подразумевает расчет весовых коэффициентов, с учетом экономических значений продуктивных признаков. В таблице 48 приведены значения весовых коэффициентов и величины селекционной рентабельности (СРП) для каждой породы.

Таблица 48 - Значения весовых коэффициентов и степени селекционной рентабельности по породам

Порода	Показатели			
	в - пожизненный надой, кг	в - пожизненный МДЖ, кг	в - пожизненный МДБ, кг	СРП, руб.
Айрширская	27,58	27,90	37,56	546589,4
Голштинская	27,58	22,89	31,12	498608,7
Ярославская	27,58	27,50	37,00	462088,0

Благодаря более высокой продолжительности хозяйственного использования, наибольший показатель индекса селекционной рентабельности выявлен у айрширской породы, что превосходит голштинскую на 8,8 %, а ярославскую на 15,5 %. Наименьший срок хозяйственного использования у коров голштинской породы, ниже на 21,7% чем у ярославской, но из-за более высокой молочной продуктивности голштинская порода имеет индекс селекционной рентабельности на 7,3 % выше.

Таким образом, на основании расчета индекса селекционной рентабельности в условиях Ярославской области наиболее эффективным является разведение коров айрширской породы, показатели голштинской и ярославской пород отличаются незначительно, и с учетом того, что ярославский скот региона представляет собой ценный в селекционном плане генофонд нуждается в сохранении и дополнительной государственной поддержке.

4.4 Предложения по дальнейшему разведению пород молочного направления продуктивности в Ярославской области

Систему размещения пород с учетом их специализации и приспособленности к природно-климатическим условиям называют породным районированием. Его цель — наиболее полно использовать породные и племенные качества животных. Основой принципа подбора и закрепления пород для определенной зоны и районов — хозяйственная необходимость и экономическая целесообразность. В последние десятилетия в селекционную практику внедряются различные методы совершенствования продуктивных качеств животных, что позволяет значительно повысить продуктивность. Однако, во многих регионах нарушился план породного районирования и произошло резкое изменение численности и соотношения пород. Как следствие, некоторые локальные породы (бестужевская, истобенская, суксунский и якутский скот, горный скот Дагестана) оказались на грани исчезновения, что в будущем может привести к потере ценных генов и генотипов, сокращению генетического разнообразия (Баранов А.В., 2011).

Породное районирование упорядочивает использование пород, создает условия для их совершенствования, позволяет вести работу по сохранению генофонда исчезающих пород, которые не могут конкурировать, по каким-то причинам по основным признакам со специализированными породами, но они имеют другие ценные качества (невосприимчивость к заболеваниям, устойчивость к стрессам, способность использовать любые грубые корма, высокую плодовитость, белково- и жирномолочность и др.).

В связи с этим проблема сохранения ценных генетических ресурсов локальных пород крупного рогатого скота неразрывно связана с производством региональных продуктов переработки молока и мяса (в том числе защищенного географического наименования), экологизации сельскохозяйственного производства, сохранением продовольственной безопасности страны, поддержанием и устойчивым развитием сельских

территорий (Баранов А.В., 2011; Иванов Ю.А., Миронов В.В., 2015; Тамарова Р.В., 2016).

Тем не менее, сельскохозяйственное производство — это, прежде всего, бизнес и получение прибыли, а, следовательно, повышение рентабельности предприятия является первоочередной задачей собственников и управляющих агрокомпаний (Алексеев А.А., 2020).

На основании проведенного компексного анализа результатов использования племенных ресурсов молочных пород Ярославской области необходимо предложить такую систему по соотношению породного состава в регионе, которая позволит найти балланс между потребностями производителей в валовом объеме товарной продукции, качеством продуктов преработки и сохранением генетического разнообразия породных популяций.

На наш взгляд на основании проведенных рассчетов по селекционной рентабельности пород будущая структура должна включать племенные ресурсы всех молочных пород, разводимых в регионе в настоящий момент: айрширская, черно-пестрая, голштинская и ярославская.

Дальнейшая работа с породами должна складываться из мероприятий, направленных на рост племенного поголовья, увеличения производства молока, сохранение ценного генофонда ярославской породы:

На комплексах с интенсивной технологией производства молока для дальнейшего наращивания валового производства основной продукции использование племенного поголовья голштинской породы, помесей черно-пестрой и ярославской пород с голштинами.

На предприятиях, занимающихся переработкой молока, приготовлением кисломолочной продукции и сыров для повышения качества молока-сырья необходимо разводить животных айрширской и ярославской пород, имеющие высокие показатели по качественным компонентам.

По результатам инвентаризации по породной принадлежности животных ярославской и черно-пестрой пород они должны быть

идентифицированы в зависимости от кровности по улучшающей породе согласно Методическим рекомендациям МСХ РФ (2021).

Дальнейшее совершенствование племенных ресурсов должно сопровождаться регулярным мониторингом изменений селекционно-генетических параметров, характеризующих вариабельность и взаимосвязь продуктивных признаков, а также уровня генетического потенциала и степени его реализации в активной части популяции (племенные заводы и репродукторы) молочных пород региона не менее одного раза за генерационный интервал для определения оптимального направления при организации селекционно-племенной работы. Такая оценка позволит контролировать уровень фенотипической и генетической изменчивости в породах с целью недопущения эффета «селекционного плато», при котором селекционная работа будт иметь низкую эффективность (Улимбашев М.Б. и др., 2018).

Для сохранения гентических ресурсов ярославской породы использовать как метод сохранения in situ путем создания генофондных ферм и хозяйств, в том числе с применением системы рекуррентного разведения, так и ex situ – дальнейшее пополнение банка семени, ооцитов и эмбрионов (Кузенцов В.М., 2016). Проводить дальнейшее изучение генетических особенностей ярославской породы по маркерам продуктивных признаков и внедрение генетической паспортизации племенных и генофондных стад для контроля и сохранения существующего генетического разнообразия крупного рогатого скота ярославской породы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ динамики поголовья крупного рогатого скота молочного направления продуктивности показал снижение численности животных всех пород на 11 % в 2020 году по сравнению с 2015, которая составила 34,71 тыс. голов. В разрезе пород также произошли изменения в численности поголовья. Так по айрширской, черно-пестрой и ярославской породам произошло снижение поголовья в 2020 году по отношению к 2015 году на 31 %, 6 % и 26 %, соответственно. Наоборот, по голштинской породе наблюдается рост поголовья в конце анализируемого периода на 72 %, что составляет 7,89 тыс. голов.

В результате анализа изменения показателей молочной продуктивности микропопуляций крупного рогатого скота Ярославской области с 2015 по 2020 года выявлено стабильное повышение надоев, которое в среднем составляет: у голштинской породы на 3,0%; айрширской на 3,1%; ярославской на 3,1%.

Современная генеалогическая структура айрширской породы региона представлена линиями С.Б. Командор 174233, О.Р. Лихтинг 120135, Сниперум SRB 63640 и Риихивиидан Урхо Еррант ААА 130931700, которые составляют 41,2%; 19,8%; 9,8% и 8,4 % коров, соответственно. Генеалогическая структура стад голштинской породы представлена четырьмя основными линиями голштинской породы Рефлекшн Соверинг 198998 (37,4%), Монтвик Чифтэйн 95679 (4,1%), американского – Уес Идеал 1013415 (54,9%). Генеалогическая структура животных черно-пестрой породы на 93,2% представлена голштинскими линиям и только 6,8% относятся к линии Аннас Адема. Маточное поголовье ярославской породы представлена линиями Жилета ЯЯ-4574 - 29,0 %, Вольного ЯЯ-4370 - 22,8 %, Марта ЯЯ-2456 - 17,2%, Марса ЯЯ-4319 - 9,4%, Чародея ИЯ-2165 -7,9 %, Доброго ЯЯ-4627 - 6,9 %, Мурата ЯЯ-4388 - 6,1%.

При изучении фенотипической изменчивости продуктивных признаков установлена наименьшая вариабельность в популяции айрширского скота,

обусловленная более жестким отбором и меньшим ареалом. В целом по популяции молочного скота Ярославской области выявлен низкий и средний показатель наследуемости продуктивных признаков: по надою — 0,10…0,38; по массовой доле жира — 0,10…0,25; по массовой доле белка — 0,14…0,37.

Анализ взаимозависимостей продуктивных признаков у коров айрширской породы выявил отрицательную фенотипическую и генетическую связь надоя и качественных компонентов молока (lim r_P -0,504…-0,142; lim r_G -0,135…-0,022). Между показателями массовой доли жира и белка в молоке выявлены достоверные положительные значения коэффициентов корреляции (lim r_P 0,729…0,287; lim r_G 0,237…0,052).

Выявлена средняя и низкая обратная фенотипическая и генетическая связь надоя и массовой доли жира и белка в молоке у коров голштинской породы (lim r_P -0,373…-0,081; lim r_G -0,054…0,017). Связь показателей массовой доли жира и белка в молоке как фенотипическая, так и генетическая положительная и имеет тенденцию снижаться к концу анализируемого периода.

Показатели корреляционной связи продуктивных признаков ярославской породы более стабильны. Так, показатели фенотипической корреляции надоя, МДЖ и МДБ имеют средние и низкие отрицательные значения, и к концу анализируемого периода снижаются (lim надой×МДЖ r_P -0,401…-0,138; lim надой×МДБ r_P -0,271…-0,011). Фенотипическая и генетическая связь качественных компонентов молока у ярославских коров положительная, высоких и средних значений (lim r_P 0,674…0,193; lim r_G 0,1484…0,051).

Генетический потенциал айрширской породы по надою в 2010 г. составлял +248 кг молока, к концу анализируемого периода он увеличился до 286 кг за счет использования быков-производителей, улучшателей с категорией А1, при этом уровень его реализации в 2010 г. составлял 79,4%, с последующим снижением до 70,6%. В динамике с 2010 г. рост генетического потенциала по голштинской и черно-пестрой породе составил +79 кг и +265

кг, соответственно. Уровень его реализации за счет создания благоприятных условий кормления и содержания вырос с 69,2 % до 90,2 %. Генетический потенциал по надою в ярославской породе в 2010 г. составлял + 182 кг молока, к концу исследуемого периода он увеличился до 246 кг за счет использования быков-производителей, улучшателей по надою, а также увеличения доли помесного поголовья до 70,3%. Генетический тренд в 2010 г. составлял 51,1%, за исследуемый период увеличился и составил 73,2%.

Примененные методы анализа данных и параметры генетического разнообразия позволяют выявлять группы, имеющиеся внутри популяции и оценивать их генный потенциал. Полученные данные дают возможность судить о генетических процессах, происходящих в стадах, и рекомендовать представленные методы для оценки эффективности и направленности селекционного процесса.

В популяции айрширского скота показатели генетического разнообразия имеют низкие значения H_t – 0,0399±0,007 и I – 0,0650±0,001. Среднее число аллелей ($\bar{\mu}$=1,21±0,022) отражает низкую степень аллельного разнообразия, показатель доли редких аллелей, принимающий значение $(h\mu)^{-}$ = 0,989±0,015 говорит об их неравномерном распределении.

В популяции голштинской породы средневзвешанные показатели генетического разнообразия принимают низкие значения, равные 0,035±0,001 (I) и 0,023±0,006 (Ht). Это обуславливает значительное генетическое сходство этих микропопуляций и указывает на наличие искусственного отбора. У исследуемой популяции наблюдается низкий уровень разнообразия и равномерности распределения частот аллелей ($\bar{\mu}$=1,111 и $(h\mu)^{-}$=0,994), что говорит о неравномерности их распределения. Эти показатели подтверждает количество основных аллелей (16-25), при частоте встречаемости (0,759174-0,937937).

В популяции крупного рогатого скота ярославской породы показатели генетического разнообразия, рассчитанные по Нею (H_t) и Шеннону (I), имеют низкие значения 0,0110±0,002 и 0,0184±0,0003, соответственно. У

исследуемой популяции наблюдается низкий уровень аллельного разнообразия при неравномерном распределении частот ($\bar{\mu}$=1,0629±0,003 и $(h\mu)^{-}$=0,9970±0,002). Это подтверждается количеством выявленных аллелей (30…69), контролирующих наследственные комбинации антигенных факторов EAB – системы и встречающиеся в популяции с разной частотой (0,777934- 0,987744).

Установлено, что из паратипических факторов наибольшую степень влияния на изменчивость показателей надой (кг), массовая доля жира (%) и массовая доля белка (%) по первой лактации у голштинской и ярославской породы оказал эффект «технология» от 65,7% до 88,9%. На надой первотелок айрширской породы максимально повлиял эффект «живая масса при 1 отеле» - 18,1%, на массовую долю жира и белка — «сезон отела», 32,9% и 28,9%, соответственно.

В ходе анализа эффективности методов подбора родительских пар установлено, что в подконтрольных стадах самый высокий положительный эффект имеют прямые кроссы линий Монтвик Чифтейн с Рефлекшн Соверинг и Уес Идеал, а также Рефлекшн Соверинг с Уес Идеал и Монтвик Чифтейн, показатель относительного генетического превосходства по надою над одногенотипными сверстницами составил + 266,26 %, + 177,07 %, + 165,67% и 101,39 %, соответственно. Экономическая эффективность положительных межлинейных комбинаций находится в пределах 1223-1930 рубля на голову. Исключение отрицательных кросс-эффектов позволит повысить генетический потенциал стад на 3,4-5,2%. Полученные результаты рекомендуется использовать при внутристадном подборе и в ротации линий.

При оценке влияния уровня кровности по улучшающей породе установлено, что разведение животных голштинской и ярославской пород в одном стаде позволяет получить оптимальное соотношение валового производства молока с высокими показателями его качества. При разведении животных улучшенных генотипов ярославской породы оптимальным является использование генотипов с долей кровности по голштинской породе от 75,1%

до 87,6%, что следует учитывать при подборе быков-производителей к маточному поголовью.

Проведенные исследования по разработке и апробации улучшенных популяционно-генетических методов оценки генотипа могут быть использованы для комплекса программ и системных надстроек по оценке, контролю и управлению генетическим потенциалом ярославской породы крупного рогатого скота.

На основании анализа эффективности использования племенных ресурсов молочных пород крупного рогатого скота в регионе установлено, что наивысшие показатели продолжительности хозяйственного использования, пожизненной молочной продуктивности и, соответственно, селекционной рентабельности выявлены у коров айрширской породы. Показатели голштинской и ярославской пород отличаются незначительно. По надою голштинская порода превосходит ярославскую на 8,7 %, по индексу селекционной рентабельности на 7,3 %, но уступает по продолжительности хозяйственного использования на 21,7 %.

Благодарности

Авторы выражают благодарность руководителям и специалистам сельскохозяйственных предприятий Ярославской области.

Список использованных источников

1. Абрамова, М.В. Комплексная характеристика экстерьерных и продуктивных показателей ярославского скота в системе линейных селекционных оценок : специальность 06.02.01 «Разведение, селекция, генетика и воспроизводство сельскохозяйственных животных» : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Абрамова Марина Владимировна. – Ярославль, 2005. – 134 с.
2. Абрамова, Н.И. Популяционные параметры продуктивных признаков крупного рогатого скота черно-пестрой породы Вологодской области / Н.И. Абрамова, Г.С. Власова, О.Л. Хромова, Л.Н. Богорадова // АгроЗооТехника. – 2018. – № 1 (1). 4 с. DOI: 10.15838/alt/2018.1.1.2
3. Абрамова, Н.И. Рейтинг оценки быков производителей айрширской породы по селекционируемым признакам / Н.И. Абрамова, М.О. Селимян // Молочнохозяйственный вестник. - 2020. - №2 (38). - С. 20-30.
4. Алексеев, А.А. Актуальные проблемы технологической модернизации молочного скотоводства / А.А. Алексеев, В.В. Танифа, Ю.А. Цой // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. - 2018 . - 20 (68) С. 154-159.
5. Алексеев, А.А., Коновалов А.В., Цой Ю.А. Оценка эффективности проектно-технологических решений, применяемых в молочном скотоводстве / А.А. лексеев, А.В. Коновалов, Ю.А. Цой // Вестник АПК Ставрополья. 2019. № 1 (33). С. 50-55.
6. Алексеев, А.А. Новые подходы к оценке эффективности предприятий по производству молока / А.А. Алексеев, Е.А. Дубова // АгроЗооТехника. – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 5. – DOI 10.15838/alt.2020.3.2.5.
7. Алифанов, В. Опыт выращивания айрширских первотелок / В. Алифанов, С. Алифанов, С. Волкова // Молочное и мясное скотоводство. – 2009. - № 1. – С. 8-9.

8. Арнопольская, А.Ю. Влияние генетических и паратипических факторов на продуктивное долголетие коров айрширской породы Нижнего Поволжья : дис. … канд. с.-х. наук : 06.02.07 / Арнопольская Анна Юрьевна. – Волгоград, 2016. – 121 с.

9. Бакаева, Л.Н. Рост и развитие ремонтных телок голштинской и айрширской пород при выращивании в индивидуальных домиках / Л.Н. Бакаева, С.В. Карамаев, А.С. Карамаева // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1. С. 74-77.

10. Баранов А.В. Проблемы сохранения биоразнообразия в животноводстве // Достижения науки и техники АПК. 2011. №9. С. 21-22.

11. Болгов, А.Е. Выведен новый тип «Карельский» айрширской породы скота / А.Е. Болгов // Сельскохозяйственные вести. – 2013. – № 2. – С. 12.

12. Болгов, А.Е. Биологические, селекционные и технологические факторы использования инноваций в племенном молочном животноводстве / А.Е. Болгов // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2015. – № 8. – С. 30-34.

13. Болгов, А.Е., Статистико-биометрические параметры состава и свойств молока коров айрширской породы в условиях промышленной технологии / А. Е. Болгов, И. П. Комлык, П. И. Калинин // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. - 2016. - № 2 (155). - С. 7–12.

14. Быкадоров, П.П. Формирование хозяйственно-полезных признаков скота молочных пород в зависимости от технологических и генотипических факторов: автореф. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук. – п. Персиановский – 2018, 18с. Режим доступа: https://www.dongau.ru/nauka-i-innovatsii/zashchita-dissertatsiy/Bykadorov/Bykadorov_avtoreferat.pdf

15. Векленко В. И., Пигорев И. Я., Жмакина Н. Д. Основные факторы эффективности производства и использования кормов в молочном

скотоводстве // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №. 8. – С. 106-108.

16. Гарригус, У. П. Животноводство США / Пер. с англ. Е. Ю. Румянцевой ; Под ред. и предисл. проф. д-ра с.-х. наук М. Ф. Томмэ. – Москва : Изд-во иностр. лит. - 1957. - 363 с.

17. Генеалогическая структура голштинской породы / АО «Московское» по племенной работе. – Москва, 2021 [Электронный ресурс] // режим доступа: https://www.mos-bulls.ru/upload/iblock/8c5/8c5f021c91397cdb1d312ea5d5955012.pdf).

18. Дмитриев, Н.Г. Айрширский скот : учебное пособие / Н.Г. Дмитриев. – Л. : Колос, 1982. – 271 с.

19. Егиазарян, А.В. Оценка айрширских быков-производителей по признакам продуктивного долголетия их дочерей / А.В. Егиазарян, О.В. Тулинова, Е.Н. Васильева, С.В. Анистенок // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 4. – С. 63-66.

20. Егорашина, Е.В. Молочная продуктивность коров разных пород во взаимосвязи с генотипами по каппа-казеину и бета-лактоглобулину / Е.В. Егорашина // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2019. – № 2 (27). – С. 79-85.

21. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2016 год) / ФГБНУ ВНИИплем; Сост.: И.М. Дунин, Х.А. Амерханов, Г.Ф. Сафина и др.; Под ред. Т.А. Мороз. - ФГБНУ ВНИИплем, 2017. – 270 с. ISBN 978-5-87958-350-0

22. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2020 год) / ФГБНУ ВНИИплем; Сост.: С.Е. Тяпугин, Д.В. Бутусов, Г.Ф. Сафина и др.; Под ред. Т.А. Мороз. - ФГБНУ ВНИИплем, 2021. - 266 с.

23. Животовский, Л.А. Популяционная биометрия М.: Наука. –1991. – 271 с.

24. Зверева, Е.А. Молочная продуктивность коров при разных методах выведения / Е.А. Зверева // Повышение уровня и качества биогенного

потенциала в животноводстве: сборник трудов II международной научно-практической конференции. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2016. – С.43-47.

25. Зиновьева, Н.А. Роль ДНК-маркеров признаков продуктивности сельскохозяйственных животных / Н.А. Зиновьева, О.В. Костюнина, Е.А. Гладырь, А.Д. Банникова, В.Р. Харзинова, П.В. Ларионова, К.М. Шавырина, Л.К. Эрнст // Зоотехния. – 2010. – № 1. – С. 8-10.

26. Иванов, Ю.А. Экологичное животноводство, проблемы и вызовы / Ю.А. Иванов, В.В. Миронов // АгроЭкоИнженерия. – 2015. - № 87. – С. 35-47.

27. Игнатьева, Н.Л. Зависимость молочной продуктивности голштинизированных коров черно-пестрой породы от их линейной принадлежности / Н.Л. Игнатьева, А.Ю. Лаврентьев // Вестник чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2 (5). – С.32-36.

28. Ильина, А.В. Взаимосвязь полиморфизма генов белков молока у быков-производителей ярославской породы с показателями молочной продуктивности / А.В. Ильина, Е.А. Соколова, А.В. Коновалов, В.В. Коптев // Пути продления продуктивной жизни молочных коров на основе оптимизации разведения, технологий содержания и кормления животных: материалы Междунар. науч.-практ. конф. - Дубровицы: Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста, 2015. - С. 30-34.

29. Ильина, А.В. Генетические аспекты в работе с ярославской породой крупного рогатого скота / А.В. Ильина, А.В. Коновалов, М.В. Абрамова // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. - 2017. - № 3 (51). - С. 109-114.

30. Карташова, А. П. Конкурентоспособность айрширского скота в Мурманской области /А. П. Карташова, Э. В. Фирсова // Генетика и разведение животных. – 2019. – № 2. – С. 56-62.

31. Катмаков, П.С. Внутрилинейный подбор и кроссы линий при совершенствовании бестужевской и черно-пестрой пород скота / П.С.

Катмаков, Л.В. Анфимова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 2 (18). С. 67-72.

32. Комлацкий, Г. Разведение айрширов на юге России / Г. Комлацкий // Животноводство России. – 2015. – № 11. – С. 41-42.

33. Коновалов, А.В. Хозяйственно полезные качества молодняка крупного рогатого скота при скармливании шрота расторопши / А.В. Коновалов, Ю.Я. Кравайнис, Р.С. Кравайне // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Вологда: Вологодский научный центр Российской академии наук, 2018. - С. 216-222.

34. Коновалов, А.В. Тенденции развития молочного скотоводства Ярославской области / А.В. Коновалов, А.А. Алексеев, М.В. Абрамова // Молочное и мясное скотоводство. - 2021. - № 2. - С. 8-12.

35. Коновалов, М.П. Селекционно-генетические параметры показателей продуктивности и воспроизводства коров айрширской породы / М.П. Коновалов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2012. – № 2. – С.65-70.

36. Коренев М.М., ФураеваН.С., Хрусталева В.И.и др. Селекционно-племенные мероприятия по сохранению и совершенствованию ярославской породы крупного рогатого скота на 2013-2020 годы. Ярославль: Изд-во «Канцлер», 2013. - 240 с.

37. Коренев М.М., Фураева Н.С. и др. Каталог быков-производителей 2020-2021 гг. – Я: ОАО Ярославское по племенной работе. – 2019. – 115 с. – Режим доступа: http://www.yarplem.ru/useruploads/files/2020-2021_итог.pdf.

38. Костомахин, Н.М. Скотоводство: учебное пособие / Н.М. Костомахин. – СПб.: Лань, 2007. – 432 с.

39. Костомахин, Н.М. Породы крупного рогатого скота: учебное пособие / Н.М. Костомахин. – М.: Колос, 2011. – С. 55-56.

40. Косяченко, Н.М. Анализ и оценка генетического потенциала ярославской породы крупного рогатого скота с разработкой методов по его

контролю и управлению / автореф. дис. … доктора биологических наук / Н.М. Косяченко. - Санкт-Петербург, 1998. -35с.

41. Косяченко, Н.М. Реализация генетического потенциала продуктивного долголетия при разных технологиях содержания коров ярославской породы / Н.М. Косяченко, А.В. Коновалов, М.А. Малюкова // Нива Поволжья. - 2012. - № 3 (24). - С. 56-60.

42. Косяченко, Н.М. Влияние генетических и паратипических факторов на молочную продуктивность коров ярославской породы и ее помесей / Н.М. Косяченко, А.В. Коновалов, М.А Малюкова // Нива Поволжья. – 2014. – № 2. – С.93-99.

43. Косяченко, Н.М. Оценка степени селекционной рентабельности пород крупного рогатого скота, разводимых в Ярославской области / Н.М. Косяченко, А.В. Коновалов // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2014. – № 4. – С.24-26.

44. Косяченко, Н.М. Селекционно-племенные мероприятия по оптимизации породного состава крупного рогатого скота Ярославской области / Н.М. Косяченко, А.В. Коновалов, А.В. Ильина, М.А. Сенченко, Р.Д. Гарин, Д.В. Кононов, М.М. Коренев, Н.С. Фураева, В.И. Хрусталева, Е.А. Зверева, А.Ю. Урсол, С.С. Воробьева. - Ярославль: ООО «Канцлер», 2014. – 222 с.

45. Косяченко, Н.М. Популяционно-генетические характеристики ярославской породы крупного рогатого скота в оценке и моделировании селекционных процессов / Н.М. Косяченко, А.В. Коновалов, М.В. Абрамова, А.В. Ильина // Молочное и мясное скотоводство. - 2018. - №8. - С.13-16.

46. Косяченко, Н.М. Реализация генетического потенциала в оценке селекционного статуса Ярославской породы крупного рогатого скота / Н.М. Косяченко, М.В. Абрамова // Интеграция науки и высшего образования, как основа инновационного развития аграрного производства. Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным

участием, Ярославль, 18–20 июня 2019 года. – Ярославль: ООО "Канцлер", 2019. – С. 85-86.

47. Косяченко Н.М. Голштинская порода в создании улучшенных генотипов и внутрипородных типов крупного рогатого скота / Н.М. Косяченко, М.В. Абрамова, А.В. Ильина [и др.]. – Ярославль : ООО «Канцлер», 2020. – 157 с.

48. Косяченко, Н.М. Популяционно-генетическая характеристика пород крупного рогатого скота, разводимых в Ярославской области / Н.М. Косяченко, М.В. Абрамова, А.В. Ильина, С.В. Зырянова, А.В. Коновалов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2020. - № 6 (86). - С. 248-253.

49. Косяченко, Н.М. Голштинская порода в создании улучшенных генотипов и внутрипородных типов крупного рогатого скота / Н.М. Косяченко, М.В. Абрамова, А.В. Ильина, С.В. Зырянова, А.В. Коновалов, Т.Н. Косоурова. – Ярославль: ООО «Канцлер», 2020. – 157 с.

50. Круглов, А.И. Ярославский скот / А.И. Круглов, А.С. Мухачѐв. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 339 с.

51. Кудрин М.Р., Ижболдина С.Н. Рост, развитие, воспроизводительные качества ремонтных телок по возрастным периодам // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 1. С. 34-39.

52. Кузнецов, В.М. Оценка генетических изменений в стадах и популяциях сельскохозяйственных животных / В.М. Кузнецов // Методические рекомендации. – Л. – 1983. – 44 с.

53. Кузнецов, В.М. Система рекуррентного разведения для вытесняемых пород молочного скота / В. М. Кузнецов // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2016. – № 4. – С. 56-68.

54. Левонтин, Р.С. Распределение человеческого разнообразия // Эволюция. Биология. –1972. – № 6– С. 381–398.

55. Лискун Е.Ф. Крупный рогатый скот / Акад. Е. Ф. Лискун, заслуж. деятель науки и техники. - Москва : Сельхозгиз, 1951. - 464 с.

56. Литонина, А.С. Показатели пожизненного использования коров, происходящих от быков разной селекции / А.С. Литонина, А.Г. Кудрин // Молочный вестник. – 2020. – №1 (37). – С. 60-71.

57. Лоза, Г.М. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений / Г.М. Лоза // –1992. Москва – «Колос» – 111с.

58. Лукичев Д.Л., Лукичев В.Л., Лапин Н.В., Кеворкян С.А. Система эффективного выращивания ремонтных телок, полученных от высокопродуктивных коров. Ярославль: Канцлер, 2017.46с.

59. Лыков, А.С. Совершенствование методов отбора крупного рогатого скота в товарное айрширское стадо Магаданской области / А.С. Лыков // Вестник ДВО РАН. – 2017. – № 3. – С.83-87.

60. Любимов, А.И. Молочная продуктивность коров разных ветвей основных линий голштинской породы / А.И. Любимов, Е.Н. Мартынова, Е.В. Ачкасова, Г.В. Азимова, Е.А. Ястребова // Пермский аграрный вестник. - 2021. № 2 (34). - С. 69-76.

61. Максименко, В.Ф., Косяченко, Н.М., Емелин, П.Л. Программа совершенствования ярославского скота в России на период до 2010 года / В.Ф. Максименко, Н.М. Косяченко, П.Л. Емелин, Н.И.Красавина, Е.Т. Семакин, Н.С. Фураева, Н.Н. Аксененков // Ярославль. - 2000. - 198с.

62. Максименко, В.Ф. Система управления селекционным процессом и генетическим потенциалом в стадах ярославского скота / В.Ф. Максименко, Н.М. Косяченко, Н.С. Фураева, М.В. Абрамова, Н.А. Тарасенкова, Н.И. Красавина // Ярославль : ФГБНУ ЯРНИИЖК, 2005. – 131 с.

63. Матюков, В.С. О генетических особенностях и селекционной ценности местного скота (на примере холмогорской породы) / В.С. Матюков,

Ю.О. Тырина, Ю. Кантанен, Ю.А. Столповский // Сельскохозяйственная биология. -2013. - №. 2.- С. 19-30.

64. Методические рекомендации по проведению породной инвентаризации племенного поголовья крупного рогатого скота молочного направления продуктивности : Электронный ресурс : https://mcx.gov.ru/upload/iblock/b07/b07ebe9f3a072f2fc93b950302c0ec96.pdf

65. Моноенков М.И. Ярославская порода скота. – Ярославль. – 1974. – 280 с.

66. Ней, М. Молекулярная эволюционная генетика // Нью-Йорк: Издательство Колумбийского университета. – 1987. – 512 с.

67. Некрасов А.А., Попов Н.А., Некрасова Н.А., Сулима Н.Н., Федотова Е.Г. Интенсивность выращивания тёлок и их последующие воспроизводительные качества // Достижения науки и техники АПК. 2013. №3. С. 43-46.

68. Паронян, И.А. Современное состояние генофонда молочных и молочно-мясных пород крупного рогатого скота в Российской Федерации / Достижения науки и техники АПК – 2020. - Т. 34, №. 6 - С. 79-83. doi:10.24411/0235-2451-2020-10615.

69. Племенная работа в животноводстве Московской области и г. Москвы//под ред. Жарова И.Н. и др. М.: ОАО «Московское» по племенной работе». 2015. 84с.

70. Племяшов К.В., Лабинов В.В., Рахматулина Н.Р., Сакса Е.И., Смарагдов М.Г., Кудинов А.А., Петрова А.В. Использование метода BLUP Animal Model в определении племенной ценности голштинизированного скота Ленинградской области//Молочное и мясное скотоводство. 2016. №1. С.2-5.

71. Прожерин, В.П. Учет породности и породы при поглотительном скрещивании в системе разведения отечественных молочных пород скота / В.П. Прожерин, В.Л. Ялуга // Зоотехния. 2017. №10. С. 6-8.

72. Прохоренко, П.Н. Новый заводской тип в айрширской породе – новоладожский / П.Н. Прохоренко, Ю.В. Бойков, Е.Н. Васильева, Н.Ю. Чекменева // Зоотехния. – 2006. – № 1 – С. 10-13.

73. Прохоренко, П.Н. Состояние и перспективы разведения айрширской породы крупного рогатого скота / П.Н. Прохоренко, О.В. Тулинова, Е.Н. Васильева // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 5. – С. 6-9.

74. Санова З.С., Горелик О.В., Федосеева Н.А., Новикова Н.Н., Тинаева Е.А. Анализ селекционно-генетических признаков у коров разного возраста// Аграрный вестник Урала. 2018. № 12 (179). С.33-37. DOI 10.32417/article_5c406efd280a11.62729359.

75. Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2020621298 Российская Федерация. Структура и селекционная характеристика аллелофонда крупного рогатого скота ярославской породы / А.В. Ильина, М.В. Абрамова, Н.М. Косяченко, А.В. Коновалов ; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса». - № 2020621117 ; заявл. 07.07.2020 ; опубл. 24.07.2020, Бюл. № 8. – 1 с.

76. Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2020622051 Российская Федерация. Генетическое разнообразие и аллелофонд микропопуляции айрширской породы крупного рогатого скота : / М.В. Абрамова, А.В. Ильина, Н.М. Косяченко, С.В. Зырянова, А.В. Коновалов ; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса». - № 2020621928; заявл. 19.10.2020 ; опубл. 27.10.2020, Бюл. № 11. – 1 с.

77. Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2021620687 Российская Федерация. Селекционная и генетическая структура аллелофонда крупного рогатого скота голштинской породы Ярославской области / М.В. Абрамова, А.В. Ильина, С.В. Зырянова, А.В. Коновалов ; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное

научное учреждение «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса». - № 2021620570; заявл. 05.04.2021 ; опубл. 12.04.2021, Бюл. № 4. – 1 с.

78. Сорокина, И.И. Метод разведения по линиям – современное состояние и перспективы развития / И.И. Сорокина // Зоотехния. – 2009. – № 10. – С. 6-8.

79. Сперанский, А.Т. Программа селекции скота ярославской породы : рекомендации / А.Т. Сперанский и др. – М., - 1988. – 30 с.

80. Стенникова О.А., Ковязин А.П. Современные тенденции выращивания ремонтного молодняка крупного рогатого скота // Мир Инноваций. 2017. № 2. С. 75-79.

81. Столповский, Ю.А. Применение метода ISSR-PCR для оценки популяционной структуры идентификации и сходства генофондов пород и видов доместицированных животных / Ю.А. Столповский, О.Е. Лазебный, К.Ю. Столповский, Г.Е. Сулимова // Генетика. 2010. Т. 46. № 6. С. 1-9.

82. Столповский, Ю.А. Проблема сохранения генофондов доместицированных животных / Ю.А. Столповский, И.А. Захаров-Гезехус // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2017. – Т. 21. – №. 4. – С. 477-486.

83. Стрекозов, Н.И. Молочное скотоводство России / Н.И. Стрекозов, Х.А. Амерханов, Н.Г. Первов и др. – Москва, 2013. – 616 с.

84. Стрекозов, Н.И. Оптимальная структура высокопродуктивного стада молочного скота и интенсивность выращивания тёлок / Н.И. Стрекозов, Е.И. Конопелько // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 3. – С. 5-6.

85. Тамарова, Р.В. Генетический потенциал ярославской породы скота и использование его при создании высокопродуктивных племенных стад / Р.В. Тамарова // Монография. – Ярославль: ЯГСХА, 2001. – 209 с.

86. Тамарова, Р.В. Научный подход к совершенствованию племенных и продуктивных качеств ярославской породы молочного скота / Р.В. Тамарова // Аграрный Вестник Верхневолжья. – 2014. – № 4. – С. 106-115.

87. Тамарова, Р.В. Конкурентоспособность, мониторинг состояния и перспективы сохранения ярославской породы молочного скота / Р.В. Тамарова // Повышение уровня и качества биогенного потенциала в животноводстве : сборник научных трудов международной очно-заочной научно-практической конференции. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2016. – С. 102-114.

88. Трухачев, В. Айрширский скот в прошлом и настоящем / В. Трухачев, Н. Злыднев, О. Сычева // Молочное и мясное скотоводство. – 2006. – № 8 – С. 19-20.

89. Трухачев В., Злыднев Н., Селионова М. Индексы племенной ценности в современном молочном скотоводстве // Главный зоотехник. 2014. №1. С.8-14.

90. Тулинова, О.В. Продуктивный потенциал айрширского стада ЗАО «Агрофирма «Пахма» и резервы его повышения / О.В. Тулинова, Е.Н. Васильева, Н.Ю. Чекменева и др. // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 6. – С. 24-28.

91. Тулинова, О.В. Генетический потенциал айрширского скота племенного завода «Новоладожский» Ленинградской области /О.В. Тулинова, Е.Н. Васильева, Е.А. Трошкин и др. // Молочное и мясное скотоводство. – 2015. – № 5. – С. 22-25.

92. Тучемский, Л.И. Новое селекционное достижение в айрширской породе – тип Смена / Л.И. Тучемский, Г.Г. Макарова, П.Н. Прохоренко // Зоотехния. – 2008. – № 6 – С. 2-4.

93. Тяпугин, Е.А. Метод создания нового типа «Прилуцкий» айрширской породы крупного рогатого скота / Е.А. Тяпугин, А.И. Абрамов, С.Е. Тяпугин // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1 – С. 64-66.

94. Тяпугин, С.Е. Сравнительная характеристика генетического потенциала надоя в стадах холмогорской и черно-пестрой породы / С.Е. Тяпугин, Н.И. Абрамова, Г.С. Власова, Л.Н. Богорадова // Сборник научных трудов СКНИИЖ. 2014. №3. С.70-73.

95. Тяпугин, С.Е. Эффективность использования нового показателя – коэффициента линейности – для оценки популяции айрширской породы скота / С.Е. Тяпугин, Н.И. Абрамова, О.Н. Бургомистрова и др. // Молочное и мясное скотоводство. – 2015. – № 5. – С. 25-27.

96. Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации».

97. Улимбашев М.Б. Рациональное использование генофонда ценных пород животных с целью сохранения биологического разнообразия / М.Б. Улимбашев, В.В. Кулинцев, М.И. Селионова [и др.] // Юг России: экология, развитие. – 2018. – Т. 13. – № 2. – С. 165-183.

98. Файзуллин, П.В. Технологические свойства молока коров разных пород / П.В. Файзуллин, С.Ю. Харлап // Уральский государственный аграрный университет. –2019. – №5. – С. 59.

99. Федоренко, В.Ф. Анализ состояния и перспективы улучшения генетического потенциала крупного рогатого скота молочных пород : Научный аналитический обзор / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, Т.Е. Маринченко, А.И. Тихомиров. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2019. – 108 с.

100. Филинская, О.В. Оценка продуктивных качеств коров айрширской породы / О.В. Филинская, Е.В. Кутакова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2014. – № 2 – С. 30-34.

101. Филинская, О.В. Продуктивные качества коров айрширской породы разной поведенческой активности / О.В. Филинская, Д.Г. Керунова // Вестник АПК Верхневолжья. – 2020. – № 2(50). – С. 41-47.

102. Харитонов СН 1994 Методы племенной работы с популяциями молочного скота на основе создания информационно-вычислительной системы: Дисс. … доктора с.-х. наук: 06.02.01 / Сергей Николаевич Харитонов М. 299с.

103. Харитонов СН, Янчуков ИН, Ермилов АН, Ермилов АА 2015 Современные проблемы оценки племенных качеств быков-производителей Генетические ресурсы ОАО «Московское» по племенной работе» / под ред. Тихоновой Т.Н. и др. М. ОАО «Московское» по племенной работе» С. 14-17.

104. Цой, Ю.А. Состояние и пути повышения эффективности технологической модернизации производства молока в России / Ю.А. Цой, С.А. Соловьев, В.В. Танифа, А.А. Алексеев, А.И. Фокин // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. - №2(27) С. 360-367.

105. Чинаров, В.И. Оценка конкурентоспособности молочных пород крупного рогатого скота / Достижения науки и техники АПК. - 2018. - Т. 32, №. 10 - С. 74-78.

106. Шайдуллин, Р.Р. Селекционно-генетические аспекты совершенствования молочного скота в Республике Татарстан: дис. на соискание уч. степени доктора с.-х. наук / Р.Р. Шайдуллин. – Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, 2017. – 565 с. Режим доступа: http://ssaa.ru/science/dissovet2/2016-2017/SHaydullin_RR/disser.pdf

107. Юшкова И.В., Петрова М.Ю., Князева Т.А. Параметры выращивания ремонтных телок внутрипородных типов в Омской области// Генетика и разведение животных. 2015. № 2. С.12-15.

108. Abdalah J., McDaniel B. Proven and holstein bulls compared for daughter yields productive live, somatic cell score and inbreeding // J. Dairy Sci. 2002. № 85(3). p. 665-669.

109. Ali William Canaza-Cayo, Paulo Sávio Lopes, Jaime Araújo Cobuci, Marta Fonseca Martins & Marcos Vinicius Gualberto Barbosa da Silva (2018) Genetic parameters of milk production and reproduction traits of Girolando cattle in Brazil, Italian Journal of Animal Science, 17:1, 22-30, DOI: 10.1080/1828051X.2017.1335180.

110. Bourdon R.M. Understanding animal breeding. 2011. 483 p.

111. Cassandro M. Genetic aspects of fertility traits in dairy cattle - review // Acta Agraria Kaposváriensis (2014) Vol. 18 Supplement 1, 11-23. DOI: 10.13140/2.1.3856.9925

112. Chapter Norman, H. Duane, Hubbard, Suzanne M. and VanRaden, Paul M. (2010) Dairy Cattle: Breeding and Genetics // Encyclopedia of Animal Science, Second Edition, 1: 1, 262 — 265. DOI: 10.1081/E-EAS2-120045687

113. Danell O 1977 Effect of population type on definition of breeding goals 28-th Ann. Meeting of European Assoc. for Animal Prod.Brussels 5 p.

114. Kefale Getahun, Direba Hunde, Million Tadesse, Yosef Tadesse Reproductive performances of crossbred cattle at Holetta Agricultural Research Center [электронный ресурс] // Livstock Research for Rural Development. 2019 URL: http://www.omsk.edu/article/vestnik-omgpu-21.pdf.

115. Handcock RC, Lopez-Villalobos N, McNaughton LR, Back PJ, Edwards GR & Hickson RE 2020 Increased yearling weight as a proportion of 21-month weight was associated with increased milk production in dairy heifers, New Zealand Veterinary Journal, DOI: 10.1080/00480169.2020.1750498

116. Levina, G. & Zelepukina, M. &Maksimchuk, M. (2019). Effects of age and liveweight of heifers at puberty and first conception on cow productivity and safety. Rossiiskaia selskokhoziaistvennaia nauka. 1. 46-49. DOI:10.31857/S2500-26272019146-49.

117. Mark, T. Applied Genetic Evaluations for Production and Functional Traits in Dairy Cattle [Text] / T. Mark // J. Dairy Sci. – 2004. – P. 2641.

118. Martin, Pauline & Baes, Christine &Houlahan, Kerry & Richardson, Caeli & Jamrozik, Janusz&Miglior, Filippo. (2019). Genetic Correlations among Selected Traits in Canadian Holsteins. Canadian Journal of Animal Science.

119. Martín NP, Hickson RE, de Clifford RP, Tulley W, Lopez-Villalobos N & Back PJ 2018 Production benefits from meeting liveweight targets in dairy heifers New Zealand Journal of Agricultural Research.

120. Our History / Holstein association USA, 2022. Access mode : https://www.holsteinusa.com/association/about_us.html

121. Revina GB, Astashenkova LI 2018 International research journal 2018 B 8(74) P.84-87.

122. Sattaei Mokhtari, Morteza& Moradi Shahrbabak, Mohammad &NejatiJavaremi, Ardeshir& Rosa, Guilherme. (2015). Genetic relationship between heifers and cows fertility and milk yield traits in first-parity Iranian Holstein dairy cows. Livestock Science. 182. 76-82. DOI: 10.1016/j.livsci.2015.10.026.

123. Weaber RL (Bob) 2010 Introduction to Indexes J. Anim.Sci. 65 P.211-224.

124. Zhang, Y., Fan, X., Sun, D. et al. A novel method for rapid and reliable detection of complex vertebral malformation and bovine leukocyte adhesion deficiency in Holstein cattle. J Animal Sci Biotechnol 3, 24 (2012).

125. Zink V., Lassen J., Štípková M. Genetic parameters for female fertility and milk production traits in frst-parity Czech Holstein cows // Czech Journal of Animal Science, 57, 2012 (3): 108–114.

Приложение А
Свидетельство о регистрации базы данных
«Генетическое разнообразие и аллелофонд микропопуляции айрширской породы крупного рогатого скота

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2020622051

«Генетическое разнообразие и аллелофонд микропопуляции айрширской породы крупного рогатого скота»

Правообладатель: ***Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» (RU)***

Авторы: ***Абрамова Марина Владимировна (RU), Ильина Анна Владимировна (RU), Косяченко Николай Михайлович (RU), Зырянова Светлана Владимировна (RU), Коновалов Александр Владимирович (RU)***

Заявка № **2020621928**
Дата поступления **19 октября 2020 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре баз данных ***27 октября 2020 г.***

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев

Приложение Б

Свидетельство о регистрации базы данных «Селекционная и генетическая структура аллелофонда крупного рогатого скота голштинской породы Ярославской области»

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2021620687

«Селекционная и генетическая структура аллелофонда крупного рогатого скота голштинской породы Ярославской области»

Правообладатель: ***Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» (RU)***

Авторы: ***Абрамова Марина Владимировна (RU), Ильина Анна Владимировна (RU), Зырянова Светлана Владимировна (RU), Коновалов Александр Владимирович (RU)***

Заявка № **2021620570**

Дата поступления **05 апреля 2021 г.**

Дата государственной регистрации в Реестре баз данных ***12 апреля 2021 г.***

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев

Приложение В

Свидетельство о регистрации базы данных «Структура и селекционная характеристика аллефонда крупного рогатого скота ярославской породы»

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2020621298

«Структура и селекционная характеристика аллелофонда крупного рогатого скота ярославской породы»

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» (RU)*

Авторы: *Ильина Анна Владимировна (RU), Абрамова Марина Владимировна (RU), Косяченко Николай Михайлович (RU), Коновалов Александр Владимирович (RU)*

Заявка № 2020621117

Дата поступления 07 июля 2020 г.

Дата государственной регистрации в Реестре баз данных *24 июля 2020 г.*

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев