

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОРОНЕЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА
ПЕТРА I»

На правах рукописи



АЛТУХОВА ВАЛЕНТИНА ВЛАДИМИРОВНА

**ПАРАТИПИЧЕСКАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ
ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНОГО СТАДА КРУПНОГО
РОГАТОГО СКОТА ПРИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА**

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и
производства продукции животноводства

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
Востроилов Александр Викторович
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Воронеж - 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	12
1.1. История создания и современное состояние голштинской породы крупного рогатого скота.....	12
1.2. Паратипические факторы, обуславливающие характер продуктивных качеств животных.....	17
1.3. Методы генетической оценки и геномной селекции в разведении голштинского скота.....	25
1.4. Роль каппа-казеиновых фракций в качестве молочной продуктивности ...	27
1.5. Роль стратификации в оценке генетического потенциала молочного скота.....	30
2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	32
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	36
3.1. Анализ влияния паратипических факторов на молочную продуктивность коров-первотелок голштинской породы.....	36
3.1.1. Характеристика условий содержания крупного рогатого скота	36
3.1.2. Влияние возраста первого отела на продуктивные показатели у коров-первотелок голштинской породы.....	41
3.1.3. Влияние живой массы на продуктивные показатели коров-первотелок голштинской породы	44
3.1.4. Влияние живой массы и возраста первого отела на продуктивные показатели коров-первотелок голштинской породы.....	48
3.1.5. Влияние интенсивности раздоя на продуктивные показатели коров-первотелок голштинской породы.....	50
3.1.6. Влияние продолжительности сервис-периода на продуктивные показатели коров-первотелок	61
3.1.7. Влияние сезона отела на продуктивные показатели коров-первотелок.....	64
3.1.8. Влияние кормления на продуктивные показатели коров-первотелок..	73
3.2. Анализ влияния генетических факторов на молочную продуктивность коров-первотелок голштинской породы.....	77
3.2.1. Анализ продуктивных показателей коров-первотелок голштинской породы различных генеалогических линий	77
3.2.2. Стратификация коров-первотелок голштинской породы по различным вариантам генотипа каппа-казеина и оценка их продуктивных показателей ..	83

3.2.3. Стратификация коров-первотелок голштинской породы по удою за 305 дней лактации	85
3.2.4. Стратификация коров-первотелок голштинской породы по выходу молочного жира за 305 дней лактации	94

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА...	110
5. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ	114
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	117
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	118
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ	119
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	120
ПРИЛОЖЕНИЯ	146

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Молочное скотоводство остается ведущей отраслью животноводства, обеспечивающей население полноценными продуктами питания. В современных условиях хозяйствования первостепенное значение приобретает не только рост валового надоя, но и улучшение качества молочного сырья, что непосредственно связано с совершенствованием приемов формирования высокопродуктивного стада.

Уровень молочной продуктивности коров определяется комплексом наследственных и средовых факторов. По данным Калашникова В.В., Эрнста Л.К., Стрекозова Н.Н. и других исследователей, доля генотипа в общей фенотипической изменчивости признаков составляет от 25 до 45 %, тогда как кормление, условия содержания и эксплуатации определяют степень реализации имеющегося потенциала. Так, несбалансированный рацион или нарушение технологии доения нивелируют даже высокую племенную ценность животного.

В мировой и отечественной зоотехнии накоплен обширный материал о связи полиморфизма гена каппа-казеина (CSN3) с хозяйственно-полезными признаками. По обобщенным данным Худяковой Н.А. и соавторов, разные аллельные варианты этого гена ассоциированы с неодинаковым содержанием белка и жира в молоке, что открывает возможности для целенаправленного отбора коров [39].

Существенное значение имеет взаимодействие «генотип-среда». Эффект одного и того же аллеля может проявляться по-разному в зависимости от уровня кормления, интенсивности раздоя, сезона отела и других производственных параметров. Это доказывает необходимость дифференцированного подхода к оценке животных с учетом конкретных условий хозяйства.

Таким образом, актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью научного обоснования приемов работы с высокопродуктивным стадом голштинской породы в условиях промышленного производства молока. Особое значение приобретает комплексная оценка продуктивных, воспроизводительных и технологических качеств коров с учетом их генотипа по

гену каппа-казеина как одного из перспективных маркеров для прогнозирования надоя и компонентного состава молока.

Степень научной разработанности темы. Проблема комплексного влияния паратипических и генетических факторов на молочную продуктивность крупного рогатого скота имеет достаточно продолжительную историю изучения в отечественной зоотехнической науке.

Вопросы происхождения и генеалогии играют ключевую роль в оценке племенной ценности животных. Исследованиями З.Т. Калмыкова и соавторов (2023) установлены особенности реализации генетического потенциала продуктивности голштинскими коровами разных линий.

А.И. Афанасьевой и соавторами (2025) установлено, что среди быков-производителей голштинской породы Алтайского края генотип CSN3BB встречается лишь у 7% животных, в то время как генотип CSN3AA – у 58%. Дочери от быков с генотипом CSN3AB достоверно превосходили сверстниц от быков CSN3AA по удою на 590 кг, по выходу молочного жира — на 12,4%, по выходу молочного белка – на 9,8%. При этом реализация генетического потенциала по удою составила лишь 59,4-69,7%, тогда как по содержанию жира и белка достигала 89,8-99,5%.

Значительный объем исследований посвящен влиянию возраста и живой массы при первом отеле на последующую продуктивность. Д.Г. Комковым и соавторами (ФГБНУ ВНИИплем, РГАУ-МСХА им. Тимирязева) установлено, что наиболее продолжительный продуктивный период характерен для коров с возрастом первого отеля 24-27 месяцев. Высокую пожизненную продуктивность имели животные с массой тела более 500 кг при первом отеле.

Л.Лю Петрухиной и С.Л. Белозерцевой (2020) на поголовье черно-пестрой породы, что коровы с возрастом первого отеля 27 месяцев демонстрируют наибольшую пожизненную продуктивность, тогда как при отеле в 22 месяца фиксируется высокая продуктивность за первую лактацию, но самая низкая пожизненная.

В области генетики основополагающие работы принадлежат Н.А. Зиновьевой, Е.А. Гладырь, Л.А. Калашниковой (ФИЦ ВИЖ им. Эрнста). В их исследованиях установлено, что ген каппа-казеина (CSN3) относится к группе генов, вносящих вклад в формирование белкового состава молока и его технологических свойств.

Как отмечают исследователи, влияние полиморфизма гена каппа-казеина может быть различным в популяциях скота, отличающихся условиями содержания и уровнем кормления. Однако целенаправленные исследования, по комплексной оценке, данных факторов в доступной литературе представлены фрагментарно.

Таким образом, анализ степени разработанности темы позволяет сделать вывод о том, что, несмотря на значительное количество накопленных исследований, одновременное влияние паратипических и генетических факторов с учетом внутригрупповой изменчивости изучено мало, что определяет научную новизну и практическую значимость настоящей диссертационной работы.

Цели и задачи исследований. Целью настоящего исследования является установление закономерностей влияния паратипических и генетических факторов на формирование молочной продуктивности коров-первотелок голштинской породы при промышленной технологии производства молока.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Оценить влияние управляемых паратипических факторов на молочную продуктивность коров-первотелок голштинской породы;
2. Оценить влияние генотипа по гену каппа-казеина (CSN3) на показатели молочной продуктивности животных;
3. Провести сравнительный анализ продуктивных показателей коров различных генеалогических линий в условиях промышленного комплекса;
4. С применением метода процентильной стратификации выявить внутригрупповую изменчивость продуктивных признаков у коров-первотелок с разными генотипами CSN3;

5. Провести сравнительную оценку экономической эффективности производства молока коров с разными генотипами каппа-казеина.

Научная новизна. Несмотря на существование значительного количества исследований по отдельным аспектам влияния паратипических и генетических факторов на молочную продуктивность крупного рогатого скота голштинской породы, современная зоотехническая наука испытывает дефицит комплексных системных исследований.

В этой связи нами впервые в условиях Центрально-Черноземного региона Российской Федерации на поголовье коров-первотелок голштинской породы промышленного комплекса:

- установлены закономерности формирования продуктивных качеств под влиянием технологических факторов (возраст первого отела, живая масса, интенсивность раздоя, сервис-период, сезон отела) и показано, что в высокопродуктивном стаде при полноценном кормлении часть из них утрачивает лимитирующее значение;

- адаптирован и апробирован метод процентильной стратификации (33-й и 66-й процентиля) применительно к оценке молочного скота, что позволило снизить внутригрупповую вариабельность признаков и выявить скрытые закономерности реализации продуктивности;

- выявлены генотип-специфические особенности соотношения количественных и качественных показателей молока у коров с различными вариантами гена каппа-казеина: у носителей А увеличение надоя сопровождается снижением массовой доли белка, тогда как у носителей аллеля В жирномолочность сохраняется стабильной.

Теоретическая и практическая значимость работы. Проведенные исследования расширяют представления о закономерностях формирования продуктивных качеств молочного скота в условиях промышленной технологии. Показано, что в высокопродуктивном стаде при полноценном кормлении и регулируемом микроклимате возраст первого отела и живая масса утрачивают лимитирующее значение, тогда как интенсивность раздоя и генотип по гену

каппа-казеина продолжают оказывать существенное влияние на уровень надоя и состав молока. Выявленные генотип-специфические особенности по количественным и качественным показателям молока углубляют понимание биологических механизмов формирования продуктивности.

Практическая значимость работы состоит в том, что адаптированный метод процентильной стратификации позволяет проводить комплексную оценку животных с учетом внутригрупповой изменчивости и может использоваться в селекционной работе для отбора коров с желательным сочетанием признаков. Интегральные показатели дают более полную характеристику животных по сравнению с оценкой только по надоем. Результаты исследований внедрены в ООО «Дон» Хохольского района Воронежской области и используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Методология и методы исследования. Исследования проводились на коровах-первотелках голштинской породы, принадлежащих племенному заводу ООО «Дон» Хохольского района Воронежской области. Для изучения влияния паратипических и генетических факторов на молочную продуктивность были отобраны 166 голов животных с первой законченной лактацией. Формирование групп осуществлялось с учетом возраста первого отела, живой массы, интенсивности раздоя, продолжительности сервис-периода, сезона отела, генеалогической принадлежности, продолжительности сервис-периода, сезона отела, генеалогической принадлежности и генотипа каппа-казеина (SCN3). Для оценки внутригрупповой изменчивости и выявления характера взаимосвязей между продуктивными качествами применяли метод процентильной стратификации с использованием 33-го и 66-го процентилей. Статистическую обработку выполняли с использованием программы биометрической обработки данных животноводства (свидетельство о регистрации №2026617932), Microsoft Excel 2016 и RStudio 4.5.2.

Положения, выносимые на защиту.

- анализ влияние паратипических факторов на молочную продуктивность коров-первотелок голштинской породы в условиях промышленной технологии производства молока Центрально-Черноземной зоны Российской Федерации;
- результаты молекулярно-генетического анализа распределения частот генотипов и аллелей каппа-казеина в исследуемой выборке коров-первотелок голштинской породы;
- оценка влияния генотипа CSN3 (AA, AB, BB) и генеалогической принадлежности на количественные и качественные показатели молочной продуктивности;
- результаты процентильной стратификации коров-первотелок по выбранному целевому показателю и анализ внутригрупповой изменчивости в разрезе различных генотипов каппа-казеина.

Степень достоверности и апробация результатов исследования.

Достоверность полученных результатов и обоснованность научных выводов базируются на анализе отечественной и зарубежной научной литературы, а также на достаточном объеме экспериментального материала, собранного с применением современных сертифицированных зоотехнических методик и молекулярно-генетических исследований. В ходе работы исследовано 166 голов коров-первотелок голштинской породы, что обеспечило репрезентативность выборки и статистическую надежность полученных данных. Научно-хозяйственный эксперимент проведен в условиях племенного завода ООО «Дон» Хохольского района Воронежской области с использованием стандартизированных условий кормления и содержания животных. Первичный материал обработан методами вариационной статистики с применением лицензионного программного обеспечения – «Программный комплекс биометрической обработки данных животноводства (свидетельство о регистрации ПО № 2026617932). Статистический анализ включал проверку нормальности распределения данных, равенства дисперсий, сравнение средних величин с использованием параметрических и непараметрических критериев.

Основные положения работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства высшего образования РФ: журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки», 2026; журнал «Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева», 2026; журнал «Ветеринария и кормление», 2026; журнал «Вестник Мичуринского ГАУ», 2026, а также доложены и обсуждены на научных и учебно-методических конференциях: национальной научно-практической конференции, посвященной юбилею доктора ветеринарных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Сулейманова Сулеймана Мухитдиновича, Воронеж, 2024; VIII международной научно-практической конференции, Воронеж, 2024; XXVIII международной научно-практической конференции, Майский, 2024; национальной научно-практической конференции, Воронеж, 2025; I международной научно-практической конференции, Воронеж, 2026.

Результаты диссертационного исследования были представлены на Всероссийском конкурсе научно-исследовательских работ студентов и аспирантов (2026), по итогам которого работа заняла 7 место на III этапе конкурса, что подтверждено дипломом лауреата конкурса (приложение 4).

Реализация результатов исследования. Материалы исследования применяются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ», а также внедрены в ООО «Дон» Хохольского района Воронежской области.

Публикация результатов исследования. Основные положения и результаты диссертационного исследования были опубликованы в 12 работах, в том числе 4 статьях в изданиях, включенных в Перечень Российских рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертации и 8 публикациях в журналах, сборниках и материалах конференций.

Личный вклад автора. Автором самостоятельно проведен анализ научной литературы, определены цель, задачи и программа работ, сформированы экспериментальные группы животных, проведен сбор и систематизация первичных зоотехнических данных с использованием программы «СЭЛЭКС»,

освоен и применен метод процентильной стратификации, выполнена статистическая обработка результатов. Автором проанализировано влияние паратипических и генетических факторов на молочную продуктивность, интерпретированы данные генотипирования по гену каппа-казеина. Подготовка публикаций и оформление диссертации осуществлены соискателем при консультационной поддержке научного руководителя.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с паспортом научной специальности 4.2.4. «Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства» пунктов 4. Изучение особенностей и закономерностей формирования племенных и продуктивных качеств сельскохозяйственных животных и птицы в условиях различных технологий, 6. Разработка методов комплексной оценки и ранней диагностики продуктивных и воспроизводительных качеств сельскохозяйственных и охотничьих животных, насекомых.

Структура и объем работы. Работа состоит из следующих основных разделов: введение, обзор литературы, материалы и методы исследований, результаты собственных исследований, обсуждение полученных результатов, заключение, предложения производству, перспективы дальнейшей разработки темы, список использованной литературы, приложения. Основное содержание работы изложено на 150 страницах компьютерного текста, содержит 43 таблицы, 11 рисунков, 4 приложения. Список литературы включает 163 источника.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. История создания и современное состояние голштинской породы крупного рогатого скота

На сегодняшний день существует значительное количество пород крупного рогатого скота молочного направления, которые используются для получения высококачественного молочного сырья [41, 68]. Каждая из них имеет ряд физиологических и генетических особенностей, а также требований к климатическим условиям, кормовой базе, содержанию и эксплуатации для реализации максимального продуктивного потенциала с сохранением хорошего продуктивного долголетия [107]. В число лидеров по молочной продуктивности входит голштинская порода, которая была сформирована в результате селекции голландского скота из региона Фрисландия [92]. Однако современный облик и рекордная продуктивность были достигнуты благодаря племенной работе, начатой в США и Канаде во второй половине XIX века [50, 75, 163].

Формирование голштинской породы уходит корнями в глубокую древность и напрямую связано с уникальным культурно-хозяйственным укладом племен фризов [114]. Люди вели мирный пастушеский образ жизни, а их главным способом выживания было разведение крупного рогатого скота [20, 91]. Несколько веков спустя в этом регионе появилось германское племя батавов, переселившееся из Гессена. Они так же являлись скотоводами, но в отличие от фризов, их скот имел черный окрас [134]. Ключевым моментом в создании породы явилось смешение племен и, как следствие, разводимого ими скота, который по итогу стал иметь черно-пестрый характерный окрас, доминирующий на сегодняшний день [42, 72, 114].

Как отмечали исследователи, фризы в отличие от соседних племен, избегали войн и смешения с другими народами. Что способствовало достаточно изолированному ведению скотоводства [42, 114, 125]. Не меньшее значение имели и условия содержания животных. Голландские фермеры применяли уникальную систему стойлового содержания коров. Животных загоняли в хлева в середине октября и выпускали обратно в поля только в середине мая, что давало

стабильность в отношении температурного фактора на протяжении всех сезонов года [114].

Еще одной ключевой особенностью создания породы явилась система отбора, именуемая «тройным методом» [39, 114]. Она включала строгий отбор быков-производителей, около 20% от общего количества телочек для дальнейшего выращивания и финальную проверку личной продуктивности у подойника, после которой корова получала постоянное место в стаде. Быстрая смена поколений обеспечивалась тем, что коров, независимо от их качеств, редко держали до старости, отправляя на убой в достаточно молодом возрасте [19].

К XIX веку порода сформировала свои типичные признаки: крупный рост, широкую грудную клетку и таз, клинообразное телосложение, тонкий костяк и мягкую кожу. Средний годовой удой в Нидерландах достигал примерно 3600 кг, что в 2-2,5 раза превышало продуктивность обычных коров в США того периода [158]. К этому моменту сформировался классический европейский (голландский) тип черно-пестрого скота, дальнейшая селекция которого велась по двум географическим векторам – североамериканским и российским [114, 12, 40].

Начиная с XVII-XVIII веков голландский скот активно вывозился на Британские острова, где сыграл значительную роль в формировании таких пород как шортгорн и эйшир. На континенте порода также получила широкое распространение, заняв доминирующее положение в Бельгии и Германии [133].

В Америку первые животные были завезены еще в конце XVIII – первой четверти XIX века, однако систематическая работа началась лишь с импортами У. Ченери в 1861 году [29]. Ключевым достижением стало издание в 1872 году первой в мире племенной книги породы – на три года раньше, чем в Голландии [29, 1]. В 1885 году американские ассоциации объединились и утвердили единое название «Holstein-Fresian» [106]. Путем жесткого отбора и рекордного кормления заводчики значительно повысили молочную продуктивность, создав так называемый «американский тип» голштино-фризской породы [29, 49, 71].

В России впервые небольшое количество голландского скота было завезено в конце XVII – начале XVIII веков. В небольшом количестве скот данной породы

поступил в XIX веке в помещичьи хозяйства в центральной части России и в районы Поволжья. Важно отметить, что это был скот старого европейского типа, еще не прошедший интенсивную американскую селекцию [124, 159]. Животные имели плохую адаптационную способность на тот момент и относительно невысокую продуктивность [93]. Удои в лучших хозяйствах составляли 2000-2500 кг при жирности молока 3,0-3,5%. Живая масса коров составляла 430-460 кг [6, 5, 37]. Скрещивание местного скота с голландскими на территории современной Саратовской области показало положительные результаты [21, 73]. В этих районах к 1900 году сложились группы улучшенного скота с прилитием крови голландского. Кроме того, голландский скот использовался при формировании холмогорской, тагильской, украинской белоголовой и бестужевской пород. Большое влияние голландская порода оказала на развитие продуктивных качеств аулиеатинского черно-пестрого и бушуевского скота [66, 78].

Ключевой этап в совершенствовании отечественного молочного скота с использованием американского генофонда голштинской породы начался значительно позже – с 1956 года. Когда в СССР были завезены первые быки из США и Канады. С этого момента начался процесс «голштинизации» – скрещивание голштинских производителей с коровами местных пород с целью повышения удоев [9]. Первоначально предполагалось прилитие крови голштинской породы в наиболее распространенные отечественные породы, однако впоследствии данный процесс превратился с поглотительное скрещивание. Таким образом, две ветви селекции – американская и российская – сошлись в едином производственном русле.

Важным аспектом совершенствования стада является работа с маточными семействами, обеспечивающая закрепление ценных качеств потомства.

На сегодняшний день голштинская порода крупного рогатого скота является наиболее распространенной в Российской Федерации. Эффективность селекционной работы во многом определяется знанием генетических параметров популяции [22, 43]. По данным ВНИИплем в 2023 году доля пробонитированного голштинского скота от общего числа молочного поголовья страны составила

64,37%, а по итогам 2024 года – 71,59%. Средняя продуктивность оцененных коров всех молочных пород Российской Федерации в 2023 года достигла 8772 кг молока с содержанием жира 3,94% и 3,30%, а в 2024 году увеличилась до 9204 кг (жир 3,93%, белок 3,31%).

При этом продуктивность именно голштинской породы превышает данные показатели. По данным бонитировки за 2024 год, их средний удой за 305 дней лактации составил 10082 кг, содержание жира при этом находилось на уровне 3,89%, белка – 3,32% [90, 103]. На племенных заводах продуктивность достигла 10380 кг (жир – 3,90%, белок – 3,34%), в племенных репродукторах – 9419 кг (жир – 3,95%, белок – 3,33%). Наивысшие удои по голштинской породе в 2024 году были зафиксированы в ООО СП «Чапаевское» Ставропольского края, АО «Родина» Краснодарского края и АО ««ПЗ» Гомонтово» Ленинградской области – 16026 кг, 15798 кг и 15215 кг соответственно [103, 8].

Важным аспектом современного состояния породы является развитие отечественной племенной базы. Согласно данным «Центра Агроаналитики», за последние два года наблюдается значительное снижение зависимости от зарубежной генетики. Объем поставок импортного племенного материала в Российскую Федерацию сократился на 30% - с 5 млн доз в 2022 году до 3,4 млн в 2024 году [103]. Доля российского семени на рынке выросла до 54%. В настоящее время в стране насчитывается 1,5 тыс. племенных быков, способных производить до 10 тыс. доз семени каждый [103, 3, 9, 16, 48, 69, 89]. Общий потенциал отечественного производства спермопродукции оценивается в 8,8 млн. доз в год. Так же в 2024 году в ряде регионов введено субсидирование геномной оценки племенной ценности скота, а на федеральном уровне племенным хозяйствам возмещается до 70% затрат на молекулярно-генетические исследования крупного рогатого скота [105, 161]. С 1 марта 2026 года Федеральная государственная информационная система ресурсов станет первой в России единой базой данных племенных животных [18, 119]. Все это свидетельствует о переходе на современные методы селекции.

Вместе с тем масштабная голштинизация привела к серьезным негативным последствиям для породного разнообразия отечественного скота. По данным ВНИИплем, с 2010 года доля черно-пестрой породы сократилась с 57,92% до 14,26%, холмогорской – с 8,76% до 1,65%, красно-пестрой – с 5,51% до 1,65%, симментальской – с 9,58% до 2,70%. В научной дискуссии, однако, отмечается и альтернативная точка зрения. Республика Карелия является единственным регионом, который практически не затронула голштинизация – с 1964 года основной породой остается айширская. Она уступает голштинам по содержанию жира и белка в молоке (4,20% и 3,39% против 3,89% и 3,32% соответственно).

Оценка племенных качеств коров разного уровня продуктивности систематически проводится в племенных заводах, что позволяет совершенствовать селекционный процесс [63, 52]. Развитие животноводства в регионах имеет свои приоритеты, где наращивание производства молока является одной из стратегических задач [23, 44, 61, 70, 113, 160].

Так же в литературе высказывается мнение, что погоня за рекордной продуктивностью при одновременном переходе на интенсивный тип кормления может приводить к снижению здоровья животных и сокращению сроков их хозяйственного использования [135]. Данные ВНИИплем подтверждают эту тенденцию: с 2010 года средний возраст выбытия коров в племенных стадах Российской Федерации сократился с 3,6 до 3,1 отела, а по голштинской породе этот показатель составляет всего 3,0 отела [18, 38, 66, 88].

Современные подходы совершенствования продуктивных и племенных качеств голштинского скота включают комплексное использование традиционных методов селекции и геномные технологии, а также целенаправленной работой с генеалогическими линиями в конкретных производственных условиях [12]. Формирование высокопродуктивного стада при этом рассматривается как результат совместного действия наследственных и технологических факторов [108]. Важным элементом селекционно-племенной работы также является линейная оценка экстерьера коров, позволяющая более точно отбирать животных желательного типа [1, 89, 11, 53].

Таким образом, на сегодняшний день голштинская порода крупного рогатого скота является безусловным лидером как по численности поголовья, так и по уровню продуктивности [94]. Активное развитие собственной племенной базы и внедрение геномных технологий способствует снижению импортозависимости [39, 47, 95]. Однако сопутствующие процессу голштинизации негативные тенденции – сокращение породного разнообразия и снижение продуктивного долголетия коров, требуют пристального внимания и корректировки селекционных программ в направлении повышения устойчивости и продолжительности хозяйственного использования животных [74, 88].

1.2. Паратипические факторы, обуславливающие характер продуктивных качеств животных

Генетический потенциал голштинской породы реализуется лишь при оптимальном сочетании средовых факторов [131, 148, 162]. Внедрение интенсивных технологий сопровождается сокращением сроков продуктивного использования коров, который снижает рентабельность отрасли и не позволяет в полной мере реализовать высокий генетический потенциал животных [40, 41, 22, 91, 97, 122].

Возраст первого отела и живая масса. Возраст первого отела является одним из ключевых факторов, определяющих последующую молочную продуктивность животного, продолжительность его хозяйственного использования и будущую продуктивность потомства. Телки, осемененные в раннем возрасте до достижения 90% живой массы взрослого животного, находятся на этапе интенсивного роста и развития [7, 14, 29, 35]. У таких животных размер и масса плаценты меньше, а кровоток к матке в последние 2 месяца стельности ниже по сравнению с полновозрастными коровами [2, 19, 46, 62, 110, 118]. В результате плод недополучает необходимое количество питательных веществ, что сказывается на его дальнейшем развитии, фертильности и пожизненной продуктивности [104]. В результате потомство, имеющее высокий генетический потенциал, не сможет его реализовать даже при

оптимальных условиях кормления и содержания, что будет связано с перестройкой организма еще на уровне внутриутробного развития [23, 43, 59, 68, 118].

Второй механизм реализуется уже на этапе выращивания самой ремонтной телки. Он касается формирования ее молочной железы [157]. Существует период формирования паренхимы вымени, который приходится на возраст примерно от трех до девяти месяцев при достижении живой массы 90-250 кг [38, 56, 57, 130]. В это время под воздействием гормонов роста и половых стероидов происходит закладка будущих альвеол, производящих молоко [95]. Стремление ускорения роста телки для получения более раннего отела за счет скармливания высокоэнергетических рационов приводит к отложению жировой ткани не только под кожей, но и на внутренних органах, в том числе в структуре вымени [57, 65, 73]. В результате наблюдается жировая инфильтрация, при которой железистая ткань вымени замещается на жировую [109]. Утраченный потенциал секреторных клеток не подлежит восстановлению, а животное демонстрирует удой значительно ниже ожидаемого [36, 2, 17, 23, 111, 136].

Третий механизм проявляется после наступления слишком раннего отела. Если телка отелилась, не достигнув физиологической зрелости и живой массы хотя бы 550-580 кг, в организме животного развивается острый дефицит ресурсов [65]. Поскольку объем потребляемого корма у молодого животного физически ограничен размером рубца, оно входит в состояние отрицательного энергетического баланса [58]. Питательные вещества перераспределяются в пользу лактации в ущерб собственному росту и воспроизводству [132]. Это выражается в удлинении сервис-периода, слабой выраженности половой охоты, повышенной выбраковке по причине гинекологических заболеваний и последующему продуктивному долголетию животного [38, 65].

Тем не менее, поздние сроки первого отела от 36 месяцев и старше так же имеют свои негативные последствия. Длительное пребывание в состоянии нетели на обильных рационах приводит к избыточному накоплению жира в брюшной полости и вокруг внутренних органов, включая яичники и родовые пути [38, 130].

Это создает механические препятствия для нормального отела и провоцирует тяжелые нарушения обмена веществ после отела [57, 111]. Восстановление такого животного идет медленно, пик лактации получается сглаженным и невысоким, а жировое перерождение печени снижает синтез глюкозы, который необходим для образования молока [59].

Интенсивность раздоя. Интенсивность раздоя первотелок так же является значимым фактором, определяющим их пожизненную продуктивность и срок хозяйственного использования [18, 126]. Форсированный раздой может приводить к истощению резервов организма, в результате чего животное не способно выдержать более двух-трех лактаций при биологически возможном сроке до восьми и более [45, 16].

Основой данного механизма является отрицательный энергетический баланс в первые недели после отела. В норме этот разрыв компенсируется липолизом – мобилизацией жировых запасов [19]. Однако по результатам современных исследований установлено, что у голштинов, селекция которых на протяжении многих лет была направлена лишь на высокие удои, генетическая корреляция между молочной продуктивностью и потреблением сухого вещества оказалась отрицательной. Это означает, что организм в первую очередь отдает приоритет на синтез молока [19, 137]. Чтобы покрыть дефицит в энергии, организм расщепляет собственные жировые запасы, выбрасывая в кровь жирные кислоты [156]. Если раздой ведется умеренно, печень справляется с переработкой этих кислот [96, 130]. В случае агрессивного раздоя в первую лактацию, возрастает глубина и продолжительность отрицательного энергетического баланса, а скорость поступления жирных кислот превышает возможности печени [149]. Результатом данного процесса является развитие жировой дистрофии вследствие накопления в гепатоцитах триглицеридов. Преждевременная выбраковка животных, связанная с нарушением энергетических процессов в организме, составляет 45-80% [19, 36, 55].

Также сформированный раздой может быть связан с хроническим воспалением. Жировая ткань является не только пассивным депо энергии, но и

активным эндокринным органом [3, 24, 72, 87]. При интенсивном липолизе в кровь выбрасываются противовоспалительные цитокины и активируются иммунные клетки, которые накапливаются в жировой ткани [52]. К четвертой лактации их концентрация может достигать высокого уровня, что приводит к ухудшению метаболических и репродуктивных показателей и возрастанию восприимчивости к инфекционным заболеваниям [75, 134].

Сервис-период. Данный показатель определяется как промежуток времени от отела до плодотворного осеменения коров [26, 37, 74, 150]. Для эффективного использования коровы биологически оправданным считается годичный межотельный цикл, который включает в себя 305 дней лактации и 60 дней сухостоя. Сервис-период входит в лактационный период животного, он не должен превышать 90 дней. Связь между продолжительностью сервис-периода и надоями выражается в двух разнонаправленных механизмах [59, 111].

С одной стороны, удлинение сервис-периода увеличивает продолжительность лактации [66, 10]. Корова дольше остается нестельной, что способствует медленному спаданию лактационной кривой. Однако, современные исследования доказывают обманчивость данного процесса [103]. В работе на голштинском скоте Тюменской области установлено, что при увеличении сервис-периода с 93 до 146 дней потери молока на один день составляют 4,9 кг, а абсолютные годовые потери на корову достигают 275 кг [26, 70, 121, 147].

Однако, слишком короткий сервис-период физиологически не оправдан. За это время матка животных не успевает полностью восстановиться, что повышает риск послеродовых осложнений и снижения оплодотворяемости [150, 163].

Главный ущерб от затянутого сервис-периода проявляется не в рамках одной лактации, а в масштабе жизни животного. Корова с затянутым сервис-периодом долго находится в фазе поздней лактации, когда удои низки, а аппетит остается высоким. Избыток энергии откладывается в жир, в результате чего животное входит в сухостой с избыточной массой тела, что может приводить к развитию таких патологических состояний как кетоз, жировая дистрофия печени,

трудные отелы. Метаболические нарушения повышают вероятность выбраковки уже в первые 60 дней следующей лактации.

Первотелки в этом отношении отличаются от полновозрастных коров. Организм молодого животного еще находится на стадии физиологического формирования и нуждается в повышенном количестве питательных веществ. Удлиненный сервис-период дает дополнительное время на восстановление животных [76].

Сезон отела. Данный показатель относится к числу паратипических факторов, оказывающих существенное влияние на уровень молочной продуктивности, качественные показатели молока и характер лактационной кривой коров [53, 9, 142].

Влияние сезона отела реализуется через тепловой стресс в период раздоя и внутриутробное развитие плода. Голштинская порода генетически адаптирована к умеренному климату [151]. При температуре выше 22-24°C организм коровы тратит часть энергии на повышенную терморегуляцию и снижает потребность в корме. В том случае, когда отел приходится на лето, в пик лактации совпадает с жаркими климатическими условиями, может возникать энергетический дефицит [129]. Это приводит к формированию отрицательного энергетического баланса и, как следствие, возникновению метаболических нарушений [102, 112]. В результате животные летнего отела выбывают из стада достоверно раньше, чем животные зимнего и осеннего отелов [25, 53, 67].

Помимо этого, тепловой стресс, перенесенный стельной коровой в последние два месяца беременности, может приводить к структурным и метаболическим нарушениям самого плода, которые сохраняются на всю жизнь [155]. У телок, рожденных летом, вследствие этого отмечаются более низкие удои, худшее качество молока и сокращение сроков хозяйственного использования.

Сухостойный период. Данный показатель определяется как интервал от запуска до отела, в течение которого корова не лактирует [86, 120]. Данный период необходим для восстановления железистой ткани вымени и подготовки

организма к последующей лактации. В современном молочном скотоводстве оптимальной считается продолжительность 45-60 дней [14, 60].

В последние два месяца стельности происходит интенсивный рост плода. Одновременно уменьшается объем рубца из-за давления растущей матки, изменяется состав рубцовой микрофлоры – увеличивается доля бактерий, перерабатывающих клетчатку и снижается доля расщепляющих крахмал [150]. Рацион животных в это время должен быть питательным, но не избыточным по энергии, с достаточным содержанием протеина и структурной клетчатки. Целевой балл упитанности к началу сухостоя – 3,5.

Влияние продолжительности сухостойного периода подтверждается исследованиями. Отклонения от оптимального диапазона могут оказывать негативное воздействие на здоровье животных и их будущую продуктивность [15].

При сокращении сухостойного периода до 30-40 дней вымя не успевает восстановиться в полном объеме, так как секреторная ткань не проходит полную регенерацию. Исследования показывают, что при сухостое менее 45 дней удои в следующую лактацию может быть ниже на 500-1000 кг молока по сравнению с коровами, получившими полноценный отдых [152]. Кроме того, у таких животных зачастую отмечают удлинение сервис-периода и снижение качества молозива, что негативно отражается на жизнеспособности потомства [35, 54, 77].

Удлинение сухостойного периода свыше 70 дней так же может иметь негативные последствия [97]. В отсутствие лактационной нагрузки и при сохранении полноценного кормления животное начинает накапливать избыточную жировую массу, что в конечном итоге может стать предрасполагающим фактором к метаболическим нарушениям, тяжелым отелам [141].

Качество кормления. Данный паратипический фактор относится к наиболее управляемым и определяет, как уровень молочной продуктивности, так и продолжительность хозяйственного использования коров [1, 26, 102].

Фундамент молочной продуктивности приходится на молочный период – первые 2-3 месяца жизни. В это время формируются структуры, определяющие эффективность усвоения корма и интенсивность обмена веществ о взрослом состоянии [1, 53]. Исследования показывают, что каждый дополнительный килограмм среднесуточного привеса в молочный период обеспечивает прибавку примерно 1500 кг молока в первую лактацию. Важное значение имеет также своевременная выпойка качественного молозива и раннее приучение телят к стандартным комбикормам [1].

В период лактации животных кормление должно быть дифференцированным в зависимости от фазы физиологического цикла. Современные рекомендации по кормлению голштинского скота предписывают четкое разделение рационов для сухостоя, раздоя, середины и конца лактации.

В период сухостоя (45-60 дней до отела) основу рациона составляет сено и сенаж при умеренном количестве концентратов – не более 1-1,5 кг в сутки. Главной задачей этого этапа является нормализация упитанности коровы до целевого балла 3,0-3,5. Такой подход, называемый авансированным кормлением, подготавливает микрофлору рубца к высоким нагрузкам в период раздоя и профилактирует резкое истощение организма после отела [53, 8, 164].

В фазу раздоя (первые 100 дней лактации) рацион становится максимально энергонасыщенным. Согласно нормам, для коров с удоем 30 кг в сутки, концентрация энергии должна достигать 1,03 ЭКЕ на 1 кг сухого вещества, а на содержание сырого протеина – 3460 г на голову в сутки [128]. Структура рациона в этот период включает 25-27 кг кукурузного силоса, 17-19 кг кормовой свеклы и до 6,4-7,3 кг концентрированных кормов. При этом важно соблюдать принцип постепенного увеличения концентратов – не более 0,5 кг в сутки, чтобы не спровоцировать ацидоз рубца содержания [4,16, 66, 85, 140].

В фазу спада лактации (после 200 дней) энергетическую насыщенность рациона снижают, чтобы не допустить ожирения [153]. Основу в этот период составляют объемистые корма – сенаж, силос, сено – с умеренным добавлением

концентратов, количество которых корректируется в зависимости от суточного удоя [101, 146].

Для условий Центрального Черноземья, располагающего мощной кормовой базой, специфической проблемой является перекорм концентратами на фоне недостатка структурной клетчатки. Это может приводить к развитию хронического ацидоза рубца, не имеющего ярко выраженной клинической картины, но сопровождающегося сокращением продуктивного долголетия животного до 2-3 лактаций.

Условия содержания. Голштинская порода, обладающая высоким генетическим потенциалом продуктивности, предъявляет повышенные требования к условиям содержания. Несоблюдение зоогигиенических норм и технологических параметров ведет к снижению удоев и преждевременной выбраковке животных [138].

В современном молочном скотоводстве предпочтение отдается беспривязно-бوكсовому способе содержания, которая в наибольшей степени соответствует биологическим потребностям животных [27, 34, 52]. Исследования, проведенные в условиях молочного комплекса ООО «Покровское» Рязанской области, показали, что внедрение беспривязного содержания в сочетании с оптимальным микроклиматом позволяет достичь среднесуточных удоев на раздое до 35 кг при стабильном качестве молока высшего сорта [143].

Важным значением является организация зон отдыха и кормления [51, 113]. Высокопродуктивные животные нуждаются в отдыхе не менее 12 часов в сутки. Недостаток фронта кормления и неудобные боксы ведут к усиленной конкуренции внутри стада, недоеданию и снижению удоев на 10-18% [51, 61].

Анализ исследований показывает, что паратипические факторы играют определяющую роль в реализации генетического потенциала молочной продуктивности голштинского скота. Высокий уровень удоев, характерный для данной породы, может быть достигнут только при оптимальном сочетании управляемых средовых факторов [98].

Интенсификация производства, нарушение условий кормления, содержания и планирования биологического цикла животных приводит к сокращению продуктивного долголетия коров, что негативно сказывается на экономической эффективности использования высокоценного племенного поголовья и приводит к повышению затрат на ремонт стада [123].

1.3. Методы генетической оценки и геномной селекции в разведении голштинского скота

Современный этап развития молочного скотоводства характеризуется активным внедрением молекулярно-генетических методов в селекционно-племенную работу. Традиционная селекция, основанная на оценке животных по фенотипу и происхождению, дополняется, а в ряде случаев заменяется геномными технологиями, позволяющими проводить оценку племенной ценности на уровне ДНК [119].

Геномная селекция представляет собой технологию прогнозирования племенной ценности животных на основе анализа множества однонуклеотидных полиморфизмов (SNP), распределенных по всему геному [12, 13, 35, 82]. В отличие от традиционной оценки по качеству потомства, требующей нескольких лет ожидания, геномная оценка может быть проведена сразу после рождения животного, что существенно ускоряет селекционный прогресс [33, 34, 69, 78, 91].

Весь процесс геномной селекции можно условно разделить на несколько этапов. Изначально формируется так называемая референтная популяция – группа быков и коров, для которых уже есть точные данные по надоям и качеству молока, результаты анализа ДНК на десятки тысяч SNP-маркеров [14, 82]. На основе этих данных рассчитывают, какой вклад вносит каждый маркер в продуктивность и строят уравнение прогноза [12, 13, 127, 144]. После этого аналогичное прогнозирование проводят на другой группе молодых быков и телок, чью племенную ценность оценивают только по генотипу и сравнивают с тем, что они позже получили по факту. Если результаты достоверны, уравнение прогноза допустимо к внедрению в оценку всего ремонтного молодняка [14, 82, 7].

В основе расчета генетической ценности лежит методология BLUP (Best Linear Unbiased Prediction – наилучший линейный несмещенный прогноз), разработанная Ч. Хендерсоном еще в середине прошлого века [14, 32, 57, 51]. Она позволяет одновременно учитывать в математической модели как генетические, так и паратипические факторы для максимальной объективности оценки. Классический BLUP опирается на матрицу родства, вычисленную по родословным, то есть исходит из того, насколько животные являются родственниками в среднем, по теории вероятности [39, 44, 69].

Более современным аналогом BLUP является GLUP, который позволяет обрабатывать в одной системе животных как с геномным профилем, так и без [15, 80].

Для некоторых признаков, особенно связанных с воспроизводством, лучшие результаты дают байесовские методы. Они исходят из того, что лишь небольшая часть генов действительно влияет на признак, а у большинства маркеров эффект практически нулевой [27, 62, 82, 11].

Ключевым элементом точности всей системы является референтная популяция – базовая группа животных с известными генотипами и достоверно оцененными фенотипическими показателями. Чем больше эта база, тем точнее прогноз для молодняка [4, 5, 28, 80]. В Российской Федерации в настоящее время геномная оценка проводится примерно для 150-200 тыс. голов в год, но государственные планы предусматривают создание масштабной базы из 1,5 млн геномов, что должно вывести точность прогнозирования на новый уровень [33, 124].

Для того, чтобы получить геномные данные, в современной селекции применяют SNP-чипы различной плотности. Наиболее массовым форматом является чип BovineSNP50 примерно на 50 тыс. маркеров, равномерно распределенных по всем хромосомам. Для бюджетного скрининга используют чипы низкой плотности на 5-20 тыс. SNP, для углубленных исследований – чипы высокой плотности, содержащие более 700 тыс. маркеров. В случае, если необходимо проверить не весь геном, а лишь конкретные гены, применяют метод

KASP-генотипирование [79, 118]. Это разновидность ПЦР-анализа, которая позволяет точно определить генотип животного по конкретному целевому локусу [99]. Данная технология активно используется для подтверждения достоверности происхождения и для выявления у молодняка желательных вариантов генов, связанных с качеством молока – CSN3, PRL, DGAT1 [154].

Полногеномный анализ ассоциаций (GWAS) является важным поисковым инструментом. Основная его задача заключается в нахождении конкретных участков генома, которые связаны с хозяйственно-полезными признаками. Технически это производится путем тестирования сотен тысяч SNP-маркеров и поиска тех из них, частота которых достоверно различается у высокопродуктивных и низкопродуктивных животных [114, 117, 139]. Для обработки данных применяются только специализированные статистические программы, такие как Plink или EMMAX. В качестве показателей продуктивности при этом могут использоваться не только сырые данные по удою, но и расчетные индексы племенной ценности [29, 63, 81].

Таким образом, современная система генетической оценки крупного рогатого скота основана на применении BLUP и ее геномных аналогов, обеспечивающих несмещенный прогноз племенной ценности, референтной популяции достаточного размера, технологий генотипирования (SNP-чипы, KASP-анализ) [100, 126]. Дополнение этой системы инструментами GWAS позволяет не только оценивать животных, но и выявлять новых генов-кандидатов, которые были бы перспективными для включения в селекционные программы. Дальнейшее развитие геномной селекции в Российской Федерации связано с наращиванием отечественной базы и переходом на национальные индексы оценки племенной ценности животных [84].

1.4. Роль каппа-казеиновых фракций в качестве молочной продуктивности

Качество молочной продукции, в частности ее технологическая пригодность для переработки, определяется составом и свойствами белков молока [2, 94, 125].

Среди всех молочных белков центральное место занимают казеины – группа фосфопротеинов, на долю которых приходится около 80% всех белков молока. Они формируют мицеллы – коллоидные частицы, от состояния которых зависит способность молока к сычужному свертыванию при производстве сыра и творога. Казеиновая фракция неоднородна и представлена четырьмя основными типами - α S1, α S2, β - и κ -казеином [114, 125]. Каждый из них кодируется собственным геном на 6-й хромосоме у крупного рогатого скота.

Особая роль среди казеинов принадлежит каппа-казеину, который выполняет стабилизирующую функцию, защищая мицеллу от агрегации. Его молекула состоит из гидрофобной части, погруженной внутри мицеллы, и гидрофильного С-концевого фрагмента – гликомакропептида, который выступает на поверхность и создает защитный слой, предотвращая слипание мицелл [46, 65, 115, 125]. Под воздействием сычужного фермента при изготовлении сыра расщепляется именно каппа-казеин: от него отщепляется гликомакропептид, мицеллы теряют защитную оболочку и начинают формировать молочный сгусток. Количество и структура каппа-казеина определяет скорость образования сгустка и его плотность [105, 12, 145].

Ген каппа-казеина (CSN3) характеризуется полиморфизмом – наличием аллельных вариантов, различающихся по структуре кодируемого белка [82]. На сегодняшний день известно 13 аллелей (A, A1, B, B2, C, D, E, F1, F2, G1, H, I, J). В популяции крупного рогатого скота доминируют A и B, реже встречается аллель E. Различие между вариантами A и B сводится к двум аминокислотным заменам в полипептидной цепи – в позиции 136 треонин заменяется изолейцин, а в позиции 148 аспаргиновая кислота на аланин. Вариант B содержит изолейцин, что делает молекулу более гидрофобной, а также приводит к утрате одного из центров гликозирования. В результате меняется термоустойчивость молока и его восприимчивость к сычужному ферменту [30, 46, 5, 112, 117, 127].

Исследования последних лет подтверждают функциональную значимость полиморфизма CSN3 [3, 8, 10, 20, 21, 28, 64, 67, 86, 96, 98, 107, 113, 138]. В работе 2024 года на китайском голштинском скоте с помощью технологии West bolt было

установлено, что уровень экспрессии самого белка каппа-казеина у животных с генотипом ВВ достоверно выше, чем у АА, что указывает на влияние генотипа на количество синтезируемого белка [115].

Многочисленные работы свидетельствуют о дифференцированном влиянии генотипов каппа-казеина на показатели молочной продуктивности. Аллельный вариант В обычно связан с более высоким содержанием белка в молоке, в то время как аллель А – с увеличением надоев [7, 8, 45, 67, 86, 96, 98, 107, 121, 138, 139, 142, 144].

Однако главное значение полиморфизма каппа-казеина заключается в сфере технологических свойств молока [20, 21, 55, 87, 88, 89, 90, 97, 105, 141, 143, 147, 149]. Генотип ВВ демонстрирует наилучшие коагуляционные свойства и образует более плотный сгусток, чем молоко генотипов АА и АВ. Исследователи из Скандинавских стран на выборке из 1299 голштинских коров подтвердили, что аллель CSN3 В положительно влияет на скорость свертывания и общее качество сгустка, в то время как другие варианты генов каппа-казеина могут давать отрицательный эффект [55, 141, 149].

Высокая сыропригодность молока ВВ-животных напрямую связана с экономической составляющей [20, 21, 13, 83]. Сравнительное исследование 2024 года показало, что выход сыра из молока коров с генотипом ВВ был на 7,0-16,1% выше, чем из молока генотипов АА и АВ. При этом сыр, полученный от ВВ-коров, отличался лучшим химическим составом и получил более высокую оценку [125]. В то же время, наличие в стаде носителей аллеля Е, в особенности сочетания АЕ, создает риск получения «несычужного» молока, которое практически не сворачивается под действием фермента и не пригодно для сыроделия [6, 31, 42, 62, 83].

Таким образом, ген каппа-казеина является одним из наиболее практически значимых генетических маркеров молочной продуктивности крупного рогатого скота. Определение генотипа по этому гену позволяет проводить ранний отбор животных, молоко которых будет обладать не только высокими качественными характеристиками, но и технологической пригодностью [31, 116, 145].

1.5. Роль стратификации в оценке генетического потенциала молочного скота

Оценка генетического потенциала молочного скота и поиск взаимосвязей между генотипом и хозяйственно-полезными признаками предусматривает качественный подход к анализу. Прямое сравнение средних показателей по группам животных может сопровождаться слишком большим разбросом данных, вызванном различиями в паратипических факторах. С целью повышения объективности при анализе различий применяется стратификация, позволяющая разделить неоднородную выборку на более однородные подгруппы по определенным критериям [4, 7, 10, 96, 114].

Под стратификацией понимают разбиение изучаемой совокупности животных на группы (страты) по одному или нескольким признакам с целью снижения вариабельности и повышения достоверности сравнений. В отличие от анализа всей выборки целиком, стратификационный подход позволяет учесть структуру популяции избежать ложных выводов, которые могут возникнуть из-за неравномерного распределения данных внутри генотипов по уровням продуктивности.

Основные задачи, которые решает стратификация:

1. Снижение коэффициента вариации (C_v) внутри анализируемых групп. Чем однороднее группа, тем меньше в ней случайный разброс и тем выше статистическая надежность любых сравнений;
2. Выравнивание групп по параметрическим факторам. Когда животные сравниваются внутри узкого диапазона продуктивности, уменьшается влияние различий в кормлении и условиях содержания;
3. Дифференцированная оценка эффектов генотипа. Один и тот же генетический маркер может по-разному проявлять себя у животных с разным уровнем продуктивности. Стратификация позволяет это проверить [4, 7, 10, 96, 114].

Существует несколько методов выбора порога стратификации. Наиболее распространена квартильная, при которой выборку делят по 25-му и 75-му

процентилям, получая нижнюю (25% худших), среднюю (50% средних) и верхнюю (25% лучших) группы. Существует также стратификация по сигма-отклонениям, когда границы групп устанавливают по степени отклонения от среднего значения и стратификация по классам продуктивности в соответствии с бонитировочной шкалой.

Однако выбор конкретных порогов не является жестко регламентированным и должен определяться спецификой исследуемой выборки. Главный критерий – достаточная наполненность каждой формируемой группы. В том случае, если численность животных в группе невелика, использование стандартных квартилей может дать слишком мелкие подгруппы, непригодные для статистической обработки. В таких случаях, методически оправдан переход к более крупным стратам [4, 7, 114].

В работе Криворучко и соавторов (2020) на овцах породы российской мясной меринос был применен близкий методически подход: животных стратифицировали по оценочным классам продуктивности (элита, I класс и т.д.), а затем анализировали различия в частотах SNP-маркеров между этими стратами. Авторы продемонстрировали, что отнесение животных к разным оценочным классам связано с различиями в их генетической структуре по маркерам продуктивных качеств.

Таким образом, стратификация представляет собой методически обоснованный и гибкий инструмент повышения качества анализа. Ее применение позволяет снизить случайную вариабельность, сформировать более однородные группы и выявить те эффекты, которые могут быть скрыты при сравнении общей выборки. Возможность установления индивидуальных порогов в зависимости от объема и структуры исследуемых животных делает этот подход универсальным и применимым на популяциях с ограниченной численностью животных.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования были проведены в период с 2023 по 2026 г. на кафедре частной зоотехнии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I». Научно-хозяйственные опыты и обобщение полученных результатов проводились на базе ООО «Дон» Хохольского района Воронежской области. Объектом исследования послужили 166 коров голштинской породы с первой законченной лактацией.

Все животные содержались в одинаковых условиях, получали сбалансированный рацион, соответствующий физиологическим потребностям лактирующих животных. Управление стадом осуществлялось с использованием современных технологических решений, что обеспечивало стандартизацию условий проведения исследований.

Первичные данные, использованные в работе, были получены из специализированной программы племенного учета «СЕЛЭКС» (разработка – ООО «Плино», г. Санкт-Петербург). Указанная программа является общепризнанным отраслевым стандартом для ведения зоотехнического племенного учета в молочном скотоводстве Российской Федерации.

Цифровой материал обрабатывался методами вариационной статистики с использованием программы для ЭВМ «Программный комплекс биометрической обработки данных животноводства» (Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2026617932) (приложение 3), Microsoft Excel 2016, RStudio 4.5.2.

Для разделения животных по уровню продуктивности и оценки внутригрупповой изменчивости был применен метод процентильной стратификации – деление ранжированного ряда на три группы с использованием 33-го и 66-го процентилей. Данный метод обеспечивает равномерное распределение животных по группам и адаптируется к реальному уровню продуктивности конкретной выборки.

Расчет границ страт осуществляли по формуле:

$$P_k = \frac{k \times (n+1)}{100},$$

где P_k - порядковый номер наблюдения, соответствующего k -му процентилю ($k = 33$ или $k = 66$);

n - объем выборки.

При дробном значении P_k границу страты округляли доследующего целого в большую сторону; при целочисленном P_k границей служило соответствующее значение наблюдения.

Распределение животных по стратам:

1. Нижняя страта - значение признака <33 -го перцентиля;
2. Средняя страта - значение признака ≥ 33 и <66 -го перцентиля;
3. Верхняя страта - значение признака ≥ 66 -го перцентиля.

Стратификацию проводили в двух вариантах:

1. Сквозная стратификация - вся выборка делилась на страты;
2. Стратификация внутри групп - предварительно выделенные группы (по генотипу, линии, сезону отела и др.) стратифицировали независимо.

Для достижения поставленной цели исследование проводилось в два этапа. На первом этапе была произведена оценка влияния основных паратипических факторов на молочную продуктивность животных. В учет вошли следующие показатели: возраст первого осеменения, живая масса, интенсивность раздоя, сезон отела, сервис-период, кормообеспеченность.

Второй этап был направлен на оценку генетических факторов, оказывающих влияние на продуктивный потенциал животных: генеалогическая принадлежность, влияние генотипов каппа-казеина (AA, AB, BB) на количественные и качественные показатели молока коров-первотелок.

Генотипирование животных по локусу каппа-казеина (CSN3) проводилось в лаборатории молекулярно-генетической экспертизы «Агроплем». Лаборатория сертифицирована и внесена в реестр племенных организаций Минсельхоза РФ (Свидетельство №009541), аккредитована на соответствие ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 в Национальной системе аккредитации (номер записи в реестре аккредитованных лиц: RA.RU.21PA52).

Расчет интегральных показателей производился по формулам:

1) Соотношение жир/белок - отношение массовой доли жира к массовой доле белка в молоке за 305 дней лактации [4];

2) Суммарный выход жира и белка (кг) - сумма выхода молочного жира и выхода молочного белка за 305 дней лактации;

3) Удой, скорректированный по 4% жирности (FCM, Fat-Corrected Milk) - рассчитывался по формуле, общепринятой в международной практике оценки продуктивности:

$$FCM = 0,4 \times M + 15 \times F, \text{ где}$$

M - удой за 305 дней лактации, кг;

F - выход молочного жира за 305 дней лактации, кг.

4) Скорость молокоотдачи (кг/мин) - (ГОСТ 25966-83) отношение разового удоя за контрольную дойку к продолжительности доения (мин);

5) Общее время доения за лактацию (ч) - авторский расчетный показатель:

$$T_d = M/(V \times 60), \text{ где}$$

V - средняя скорость молокоотдачи, кг/мин.

6) Продуктивность доения за час (кг/ч) - авторский расчетный показатель:

$$P = M/T_d$$

Экономическая составляющая исследования оценивалась в соответствии с регламентированной методикой определения эффективности применения результатов научно-хозяйственных опытов в аграрном производстве, дополненной анализом обобщенных данных бухгалтерского учета хозяйства. Общая схема исследования представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общая схема исследования

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Анализ влияния паратипических факторов на молочную продуктивность коров-первотелок голштинской породы

3.1.1. Характеристика условий содержания крупного рогатого скота

Предприятие ООО «Дон» Хохольского района Воронежской области, созданное в 1981 году, расположено в северо-западной лесостепной микроне области. Центральная усадьба хозяйства – село Устье, находится на расстоянии от города Воронеж в 28 км и в 18 км от административно-производственного центра рабочего поселка Хохольский.

Производственная деятельность ООО «Дон» ведется по двум направлениям – растениеводство и молочное животноводство. С 2014 года хозяйство имеет статус племенного завода по разведению голштинского скота и специализируется на производстве молока, выращивании и реализации племенного молодняка.

В течение анализируемого периода наблюдался рост общего земельного фонда, который включает в себя и увеличение земель сельскохозяйственного назначения. Произошло увеличение площади пахотных земель на 1984 га (32,2%), площадь пастбищ сократилась в 2 раза. На долю пашни приходится 98,4%, что указывает на интенсивность использования сельскохозяйственных угодий (рисунок 2).

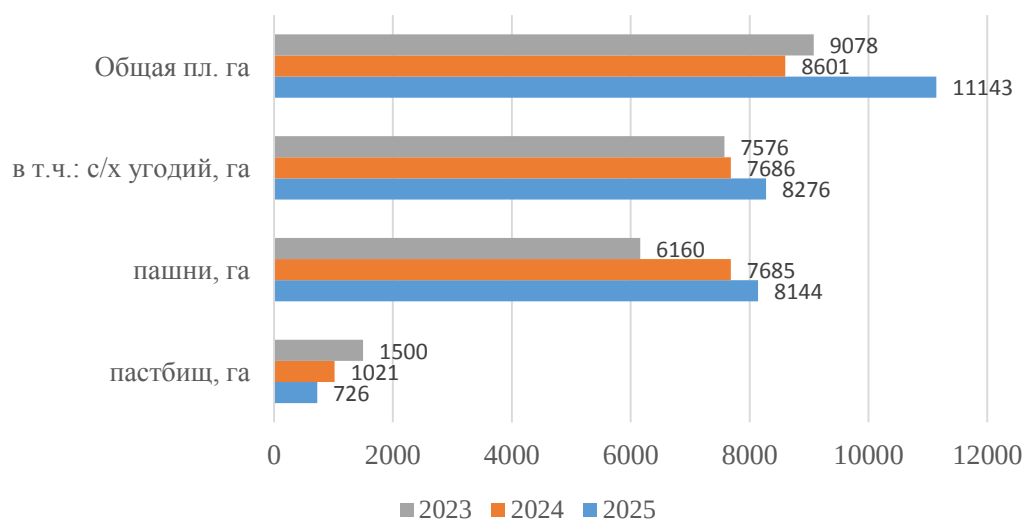


Рисунок 2 – Динамика земельной площади

Поголовье крупного рогатого скота уменьшилось на 157 голов по сравнению с 2023 годом, численность основного стада осталась на том же уровне (рисунок 3). Рост продуктивности обеспечивается интенсификацией кормления и совершенствованием технологии содержания.

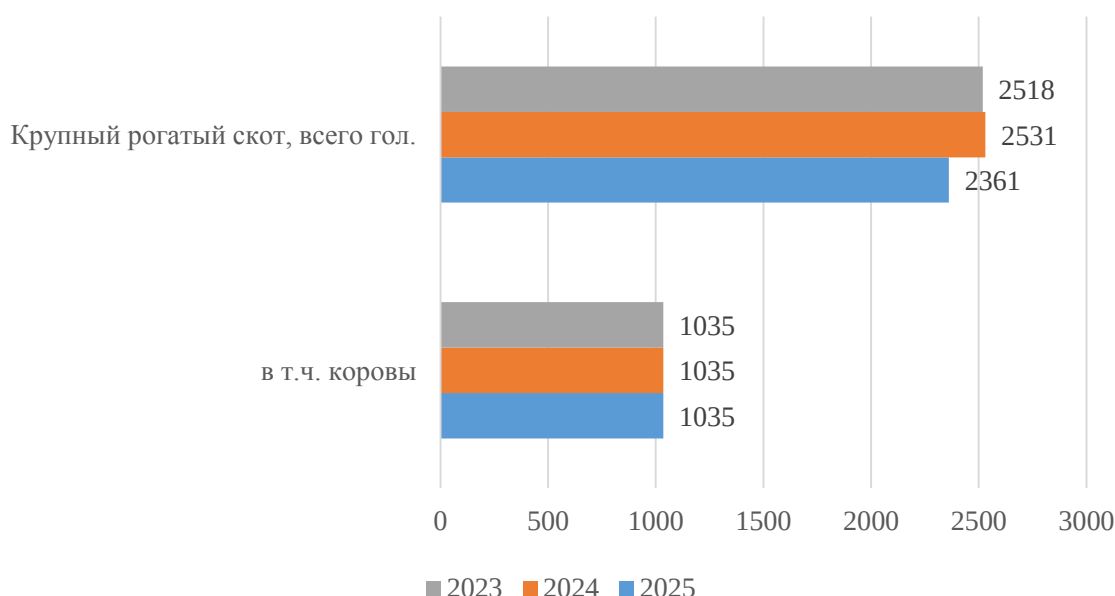


Рисунок 3 – Динамика поголовья крупного рогатого скота

Молочный комплекс «Дон», введенный в эксплуатацию в 2007 г., занимает 1-е место в области по продуктивности стада с годовым надоем 1 коровы 14086 кг. В работе молочного комплекса используется технология беспривязного содержания коров.

Основу рациона дойных коров составляют кукурузный силос и злаковый сенаж, удельный вес объемистых кормов в структуре сухого вещества достигает 57,8%, на долю концентратов приходится 42,2%.

Наличие коров в стаде в течение многих лет стабильно и составляет 1035 голов. Все возрастные группы характеризуются высокой молочной продуктивностью и закономерным возрастанием удоя от первой лактации к полновозрастной. Основное дойное стадо коров занимает в структуре стада

60,0%. Данный показатель является оптимальным для племзавода. Структура стада представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Структура стада голштинской породы

Половозрастная группа	Количество, гол	%
Коровы	1035	60,0
Нетели	339	19,6
Телки 10-12 мес.	109	6,3
Телки 12-18 мес.	243	14,1
Телки старше 18 мес.	0	0
Ремонтные бычки 10-12 мес.	0	0
Быки-производители	0	0
Всего	1726	

Была проведена оценка породного и классного состава крупного рогатого скота. Общее поголовье, подлежащее бонитировке, составило 1726 голов (таблица 2). Анализ результатов бонитировки показал, что 100% поголовья отнесено к чистопородным и помесям 4-го поколения, что подтверждает статус хозяйства как племенного завода по разведению голштинской породы.

Таблица 2 – Породный и классный состав крупного рогатого скота

Группы животных	Всего пробонитировано, гол.	В том числе распределение				
		По породности, гол.		По классам, гол.		
		ч/п и 4 поколения	3 поколения	Элита- рекорд	Элита	1 класс
Всего КРС, в том числе:	1726	1726	0	1721	5	0

Продолжение таблицы 2

Быки-производители	0	0	0	0	0	0
Ремонтные бычки 10-12 мес.	0	0	0	0	0	0
Коровы	1035	1035	0	1030	5	0
Нетели	339	339	0	339	0	0
Телки 10-12 мес.	109	109	0	109	0	0
Телки 12-18 мес.	243	243	0	243	0	0
Телки старше 18 мес.	0	0	0	0	0	0

Динамика уровня молочной продуктивности коров за последние 4 года ООО «Дон» представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Динамика молочной продуктивности коров

Год	Удой, кг			Жир		Белок	
	1 лактация	3 лактация и старше	По стаду	%	кг	%	кг
2022	9999	12134	11067	3,9	432,1	3,41	377,5
2023	9853	12046	10930	4,12	450,0	3,46	371,3
2024	10833	12316	11640	4,22	491,8	3,37	379,2
2025	11387	13179	12429	4,27	530,3	3,37	418,8

Анализ динамики молочной продуктивности за период 2022-2025 гг. выявил устойчивую положительную по всем основным хозяйственно-полезным признакам. Удой на фуражную корову в среднем по стаду увеличился на 1362 кг (12,2%). При этом прирост продуктивности отмечен как по первотелкам (13,9%), так и по полновозрастным коровам (8,6%).

Отмечается значительный рост массовой доли жира в молоке – с 3,9% до 4,27%, что на фоне увеличения удоя обеспечило прирост выхода молочного жира

на 98,2 кг (22,7%). Массовая доля белка за анализируемый период снизилась незначительно – с 3,41% до 3,37%, при этом валовой выход молочного белка вырос с 377,5 кг до 418,8 кг.

Таким образом, селекционно-племенная работа в стаде направлена на повышение удоя и массовой доли жира при сохранении уровня белково-молочности.

Дойные коровы в племенном хозяйстве ООО «Дон» содержатся в трех коровниках по 400 голов, разделенных на секции (рисунок 4, рисунок 5).



Рисунок 4 - Общий вид коровника



Рисунок 5 - Боксы коровника

Содержание коров беспривязное, в боксах. Коровник разделен на четыре отдельные зоны, предназначенные для размещения различных групп животных. Параметры бокса: площадь – 2,52 м², длина – 2,1 м, ширина – 1,2 м. Боксы сформированы в три ряда, разделены металлическими трубами. Навозоудаление осуществляется автоматическими дельта-скреперными установками с цикличностью включения 1,5 часа. Микроклимат регулируется системой климат-контроля, включающей светоаэрационные коньки и регулируемые полупрозрачные шторы. Полы бетонные, в боксах и проходах – резиновое покрытие.

3.1.2. Влияние возраста первого отела на продуктивные показатели у коров-первотелок голштинской породы

Возраст первого отела является одним из ключевых паратипических факторов, определяющих последующую молочную продуктивность и продолжительность хозяйственного использования коров. Ранний ввод животных в стадо позволяет сократить непродуктивный период выращивания и снизить затраты на содержание ремонтного молодняка, однако чрезмерно ранний отел может негативно сказаться на развитии организма животного и его продуктивных качествах.

С другой стороны, затягивание первого отела увеличивает себестоимость выращивания нетели и сокращает сроки ее продуктивного использования.

Анализ распределения коров-первотелок по возрасту первого отела показал, что средний возраст составил 22,9 месяцев (рисунок 6). Основная масса животных (более 80%) отелилась в возрасте 22-24 месяцев, что соответствует современным тенденциям снижения возраста первого отела у голштинской породы.

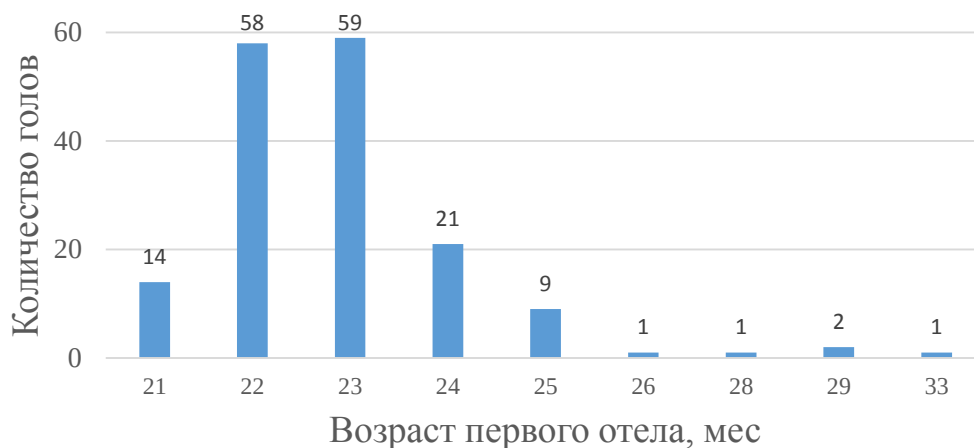


Рисунок 6 – Распределение коров-первотелок по возрасту первого отела

Для оценки влияния возраста первого отела на молочную продуктивность все животные были разделены на две группы в зависимости от возраста:

1. I группа – животные, отелившиеся в возрасте 21-22 месяцев (n=72);
2. II группа – животные, отелившиеся в возрасте 23-24 месяцев (n=80).

Животные с возрастом первого отела 25 месяцев и старше ($n=14$) были исключены из анализа как единичные случаи, не оказывающие существенного влияния на общие закономерности в силу недостаточного количества животных. Выбор границы распределения (22 месяца) обусловлен литературными данными в исследованиях, проведенных в условиях Центрально-Черноземного региона (Васильева О.К., 2022; Некрасов и др., 2021), установлено, что к 22-23 месяцам у голштинских телок достигается физиологическая зрелость (живая масса не менее 400 кг), что позволяет проводить отел без ущерба для последующей продуктивности.

Перед проведением сравнительного анализа была осуществлена проверка нормальности распределения количественных данных с использованием теста Шапиро-Уилка. Равенство дисперсий оценивалось тестом Левене. При выполнении условий нормальности и гомогенности дисперсий применялся параметрический t-критерий Стьюдента, в остальных случаях критерий Манна-Уитни.

Результаты сравнительного анализа продуктивных показателей коров-первотелок с разным возрастом первого отела представлены в таблице 4. Анализ данных показал, что статистически значимых различий между группами не выявлено ни по одному из изученных признаков. Животные I группы характеризовались более высоким удоем за 305 дней лактации (9687,8 кг против 9560,8 кг) и за полную лактацию (10818,43 кг против 10557,9 кг). По качественным показателям молока группы были сопоставимы.

Коэффициент вариации по удою за всю лактацию в I группе составил 21,9%, что превышает аналогичный показатель во II группе (17,0%). Это свидетельствует о высокой неоднородности животных I группы по данному признаку. Остальные показатели находились в пределах 10-20%.

Полученные данные согласуются с данными литературы, согласно которым в условиях высокопродуктивных стад с полноценным кормлением возраст первого отела в диапазоне 21-23 месяцев не оказывает существенного влияния на последующую продуктивность.

Таблица 4 – Продуктивные показатели коров-первотелок в зависимости от возраста первого отела

Показатель	I группа (n=72)		II группа (n=80)		II±I
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	
Дойные дни, дней	343,7±6,9	17,0	340,1±6,1	15,1	-3,6
Удой за полную лактацию, кг	10818,4±280,1	21,9	10557,9±201,1	17,0	-260,5
МДЖ за полную лактацию, %	4,14±0,02	4,1	4,14±0,02	4,3	0
Выход молочного жира за полную лактацию, кг	447,2±11,5	21,9	436,1±8,3	17,2	-11,1
МДБ за полную лактацию, %	3,52±0,02	4,2	3,51±0,02	3,9	-0,01
Выход молочного белка за полную лактацию, кг	379,4±9,3	20,9	369,7±6,9	16,7	-9,7
Удой за 305 дней лактации, кг	9687,8±159,6	13,9	9560,8±136,3	12,7	-127,0
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,12±0,02	4,1	4,13±0,02	4,3	0,01
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	399,1±6,7	14,3	393,9±5,4	12,4	-5,2
МДБ за 305 дней лактации, %	3,5±0,02	4,2	3,5±0,02	4,0	0
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	338,2±4,9	12,3	333,3±4,1	11,0	-4,9
Живая масса, кг	559,1±2,3	3,5	564,6±2,9	4,3	5,5

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

3.1.3. Влияние живой массы на продуктивные показатели коров-первотелок голштинской породы

Живая масса коров так же относится к числу паратипических факторов, оказывающих существенное влияние на качество хозяйственного использования коров. Согласно данным ВНИИплем (Комков Д.Г. и др.), наиболее продолжительный продуктивный период (3,3-3,4 отела) имеют коровы с живой массой при первом отеле 450-500 кг, а наивысшую пожизненную продуктивность (31035 тыс. кг молока) демонстрируют животные с массой тела более 500 кг. Вместе с тем авторы отмечают, что интенсивный раздой наиболее крупных первотелок с массой выше 550 кг сопровождается снижением продолжительности жизни и продуктивного периода использования коров (Амерханов Х.А., 2024).

Согласно Приложению № 5 к Приказу Минсельхоза РФ № 379 от 28.10.2010, минимальные требования к живой массе коров при первом отеле составляют 500 кг.

Исследованиями, проведенными в условиях Центрального Черноземья (Самбуров Н.В., 2022, Курская область), установлено, что первотелки с живой массой при отеле 509-517 кг имели удой 8667-8788 кг за 305 дней лактации. Анализируемое стадо ООО «Дон» характеризуется более высокой живой массой (среднее значение 564,0 кг), что превышает минимальные требования бонитировки на 12,8% и соответствует показателям высокопродуктивных хозяйств (рисунок 3.1.2.1.)

Для оценки влияния живой массы на молочную продуктивность все животные были разделены на три группы с использованием метода процентильной стратификации. Данный метод позволяет сформировать сопоставимые по численности группы и адаптировать границы к реальному распределению живой массы в исследуемой выборке.

В соответствии с этим были выделены следующие группы:

1. I группа - животные с живой массой ≤ 549 кг ($n=59$);
2. II группа - животные с живой массой в интервале 550-568 кг ($n=50$);
3. III группа - животные с живой массой ≥ 569 кг ($n=57$).

На рисунке 7 представлено распределение коров-первотелок по живой массе.

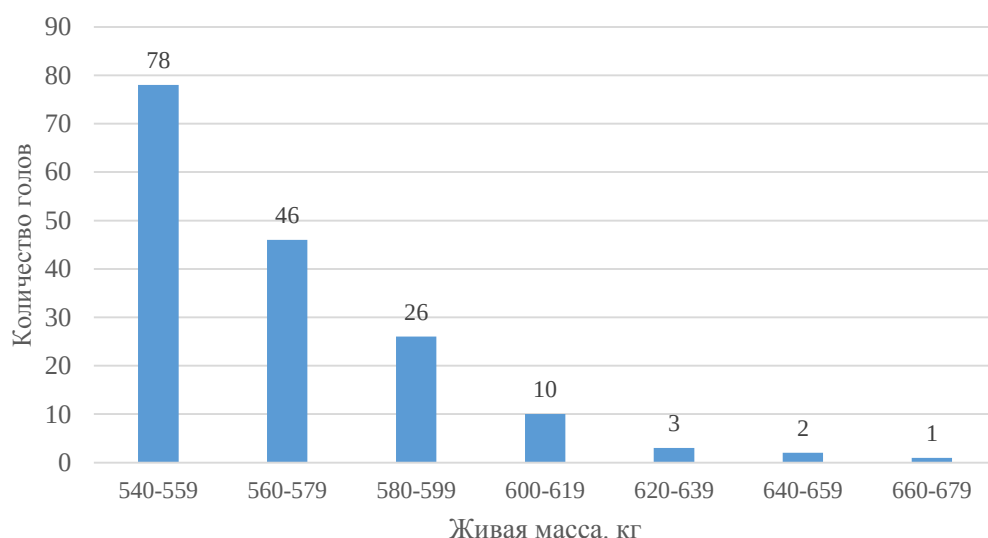


Рисунок 7 – Распределение коров-первотелок по живой массе

Анализ распределения коров-первотелок по живой массе характеризуется высокой концентрацией животных в интервале 540-559 кг (47% поголовья). Значительная часть поголовья (27,7%) находится в интервале 560-579 кг. Животные с живой массой более 600 кг и более составляют 9,6% от общей выборки.

Для сравнения трех групп применялся однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). В случае выявления статистически значимых различий использовался post-hoc тест Тьюки (Tukey HSD) для попарного сравнения групп.

Результаты сравнительного анализа продуктивных показателей коров-первотелок с различной живой массой представлены в таблице 5.

Проведенный анализ не выявил статистически значимых различий по основным показателям молочной продуктивности. Так, удой за 305 дней лактации в I группе составил 9492,4 кг, во второй - 9650,8 кг, в III - 9763,1 кг. Несмотря на то, что животные III группы превосходили сверстниц I группы по данному показателю на 270,6 кг, различия не достигли уровня статистической значимости.

Аналогичная тенденция отмечена по выходу молочного жира и белка за 305 дней лактации: животные III группы превосходили I группу на 14,1 кг по жиру и на 8,1 кг по белку.

По показателям за полную лактацию установлено, что наибольший удой имели животные II группы (11035,4 кг), что на 285,9 кг выше, чем в I группе, и на 539,4 кг выше, чем в III группе. Более низкие показатели удоя за всю лактацию у животных III группы связаны с наименьшей продолжительностью дойных дней. По массовой доле жира и белка в молоке все три группы были сопоставимы.

Единственными показателями, по которым выявлены статистически значимые различия между группами, явились живая масса и возраст первого отела. Животные III группы отелились в более позднем возрасте (23,4 мес.) по сравнению с I группой (22,5 мес.) и II группой (22,7 мес.).

Высокая однородность по живой массе (коэффициент вариации в группах 0,5-3,7%) объясняет отсутствие значимых различий по продуктивности между группами.

Таким образом, в условиях высокопродуктивного стада ООО «Дон» живая масса коров-первотелок в диапазоне 540-670 кг не является лимитирующим фактором молочной продуктивности.

Таблица 5 - Продуктивные показатели коров-первотелок в зависимости от живой массы

Показатель	I группа (n=59)		II группа (n=50)		III группа (n=57)		II-I	III-I	III-II
	M±m	Cv, %	M±m	Cv,%	M±m	Cv, %			
Дойные дни, дней	348,3±6,8	15,0	354,8±9,9	19,9	330,3±6,3	14,5	6,5	-18,0	-24,5
Удой за полную лактацию, кг	10749,4±278, 1	19,8	11035,4±344,1	22,0	10495,9±235,6	16,9	285,9	-253,4	-539,4
МДЖ за полную лактацию, %	4,13±0,2	4,11	4,15±0,02	4,3	4,14±0,02	4,3	0,02	-0,01	0,01
Выход молочного жира полную лактацию, кг	443,3±11,1	19,3	457,2±13,9	21,5	434,7±10,6	18,4	13,9	-8,5	-22,4
МДБ за полную лактацию, %	3,52±0,02	4,2	3,52±0,02	3,9	3,49±0,02	4,0	-0,01	-0,02	-0,01
Выход молочного белка за полную лактацию, кг	377,5±9,5	19,4	387,4±11,4	20,9	365,8±8,1	16,7	9,9	-11,7	-21,6
Удой за 305 дней лактации, кг	9492,4±169,3	13,7	9650,8±174,4	12,8	9763,0±175,9	13,6	158,4	270,6	112,2
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,11±0,02	4,4	4,14±0,03	4,4	4,14±0,02	4,03	0,03	0,03	0
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	389,8±6,9	13,6	398,3±6,5	11,7	404,1±7,8	14,6	8,4	14,1	5,6
МДБ за 305 дней лактации, %	3,5±0,02	3,8	3,5±0,02	4,8	3,49±0,02	3,9	0	-0,01	-0,01
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	331,2±5,1	11,9	336,8±5,1	10,7	339,4±5,4	12,0	5,5	8,1	2,5
Живая масса, кг	543,3±0,3	0,5	558,1±0,6	0,8	590,5±2,9	3,7	14,7***	47,1***	32,4***
Возраст первого отела, кг	22,5±0,1	3,8	22,7±0,1	4,6	23,4±0,2	9,0	0,2	0,9***	0,7*

3.1.4. Влияние живой массы и возраста первого отела на продуктивные показатели коров-первотелок голштинской породы

Для более полной оценки влияния паратипических факторов на молочную продуктивность коров-первотелок необходимо учитывать совместное действие живой массы и возраста первого отела. Как показано в предыдущих разделах, ни один из этих факторов в отдельности не оказывает статистически значимого влияния.

Все животные были распределены на три комплексные группы:

1. I группа - животные с живой массой 550-600 кг и возрастом первого отела 23-27 мес. (n=56);
2. II группа - животные с отклонением одного из признаков (n=56);
3. III группа - животные с отклонением обоих признаков (n=37).

Распределение животных по группам представлено в таблице 6, результаты сравнительного анализа продуктивных показателей - в таблице 7.

Таблица 6 - Распределение животных по комплексным группам

Группа	n	%	Живая масса, кг	Возраст первого отела, мес.
I группа	56	33,7	570,1±1,9	23,5±0,1
II группа	73	44,0	563,2±2,9	22,6±0,1
III группа	37	22,3	556,3±5,2	22,4±0,3

Анализ данных показал отсутствие достоверных различий большинства показателей молочной продуктивности. Наиболее высокий удой за полную лактацию отмечен у животных III группы (10917,1 кг), что на 210,5 кг выше, чем в I группе, и на 221,9 кг выше, чем во II группе. По удою за 305 дней лактации наилучшие показатели имели животные II группы - 9688,9 кг. Массовая доля жира во всех группах была сопоставима (4,11-4,14%).

По массовой доле белка выявлены статистически значимые различия между I и II группами: животные II группы превосходили I группу на 0,06%.

Таблица 7 – Продуктивные показатели коров-первотелок в зависимости от комплексной оценки

Показатель	I группа		II группа		III группа		I-II	I-III	II-III
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv,%			
Дойные дни, дней	345,2±7,8	16,9	338,7±6,6	16,7	353,0±9,6	16,6	6,5	-7,8	-14,3
Удой за полную лактацию, кг	10706,6±252,9	17,7	10695,2±259,2	20,7	10917,1±375,9	20,9	11,4	-210,5	-221,9
МДЖ за полную лактацию, %	4,12±0,03	4,6	4,14±0,02	4,4	4,11±0,03	3,9	-0,02	0,01	0,03
Выход молочного жира полную лактацию, кг	441,2±10,7	18,2	444,5±10,7	20,6	449,7±15,3	20,7	-3,3	-8,5	-5,2
МДБ за полную лактацию, %	3,47±0,02	4,3	3,53±0,02	4,3	3,47±0,02	3,8	-0,06*	0	0,06
Выход молочного белка за полную лактацию, кг	372,2±8,8	17,7	377,4±8,6	19,5	381,1±12,9	20,6	-5,2	-8,9	-3,7
Удой за 305 дней лактации, кг	9618,6±169,6	13,2	9688,9±149,9	13,2	9544,8±223,1	14,2	-70,3	73,8	144,1
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,12±0,03	4,6	4,14±0,02	4,4	4,11±0,03	3,9	-0,02	0,01	0,03
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	395,7±6,8	12,9	401,2±6,3	13,5	391,7±9,2	14,3	-5,5	4,0	9,5
МДБ за 305 дней лактации, %	3,47±0,02	4,3	3,53±0,02	4,3	3,47±0,02	3,6	-0,06*	0	0,06
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	332,3±4,9	11,0	340,8±4,6	11,6	330,7±6,8	12,5	-8,5	1,6	10,1
Живая масса, кг	570,1±1,9	2,5	563,2±2,90	4,4	556,3±5,2	5,7	6,9	13,8*	6,9
Возраст первого отела, кг	23,5±0,1	3,4	22,6±0,1	6,8	22,4±0,3	8,57	0,9**	1,1***	0,2

Также достоверные различия выявлены по живой массе (III группа уступала I на 13,8 кг) и возрасту первого отела (II и III группы уступали I на 0,9 и 1,1 месяцев соответственно, что ожидаемо, так как разделение на группы производилось именно по данным показателям).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о высокой однородности стада по изучаемым признакам и отсутствию их влияния на уровень продуктивности.

3.1.5. Влияние интенсивности раздоя на продуктивные показатели коров-первотелок голштинской породы

Интенсивность раздоя является одним из ключевых факторов, определяющих уровень молочной продуктивности коров за лактацию. От того, насколько эффективно проведен раздой, зависит не только количество, но и качество получаемого молока. В зоотехнической практике данный показатель традиционно оценивают по удою за первые 100 дней лактации, однако, в современных исследованиях также используют стандартизированный удой за 305 дней лактации. В данном разделе представлена оценка основных продуктивных показателей обоими методами с применением процентильной стратификации.

Для оценки связи интенсивности раздоя с продуктивными показателями все животные ($n=166$) были разделены на три группы по процентилям за 305 дней лактации: I группа - низкий уровень раздоя (<9086 кг), II группа - средний уровень раздоя ($9087-9989$ кг), III группа - интенсивный уровень раздоя (>9989 кг).

Результаты анализа, представленные в таблице 8, свидетельствуют о том, что по количественным показателям молочной продуктивности как за полную, так и за стандартизированную лактацию, группы достоверно различаются между собой ($p<0,001$). Данный результат закономерен, поскольку разделение на группы проводилось по удою за 305 дней лактации и подтверждает корректность формирования групп. Средний удой за 305 дней лактации составил 8271,6 кг в I группе, 9566,8 кг во II группе и 11009,4 кг в III группе.

Таблица 8 – Влияние интенсивности раздоя по удою за 305 дней лактации на продуктивные показатели коров-первотелок

Показатель	I группа (n=55)		II группа (n=54)		III группа (n=57)		I±II	I±III	II±III
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %			
Дойные дни, дней	342,5±7,4	16,0	346,7±8,1	17,2	343,1±7,8	17,2	-4,2	-0,6	3,6
Удой за всю лактацию, кг	9263,1±238,1	19,0	10717,2±208,3	14,3	12211,4±252,6	15,6	-1454,1***	-2948,3***	-1494,2***
МДЖ за всю лактацию, %	4,17±0,02	4,5	4,12±0,02	3,9	4,11±0,02	4,0	0,05	0,06	0,01
Выход молочного жира за всю лактации, кг	387,3±10,1	19,5	442,6±9,6	16,0	501,6±10,2	15,4	-55,3***	-114,3***	-59,0***
МДБ за всю лактацию, %	3,57±0,02	4,3	3,53±0,01	3,5	3,41±0,01	3,1	0,04	0,16***	0,12***
Выход молочного белка за всю лактацию, кг	331,6±8,5	19,4	379,3±8,0	15,5	417,1±8,8	15,9	-47,7***	-85,5***	-37,8***
Удой за 305 дней лактации, кг	8271,6±98,7	8,8	9566,8±37,6	2,8	11009,4±97,5	5,7	-1295,2***	-2727,8***	-1442,6***
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,17±0,03	4,6	4,11±0,02	3,8	4,10±0,02	4,4	0,06	0,07	0,01
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	344,5±4,4	9,7	393,5±2,8	5,3	451,7±4,4	7,5	-49,0***	-107,2***	-58,2***
МДБ за 305 дней лактации, %	3,57±0,02	4,3	3,52±0,02	3,7	3,40±0,01	2,9	0,05	0,17***	0,12***
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	294,7±3,3	8,4	337,1±2,0	4,4	374,1±3,0	6,2	-42,4***	-79,4***	-37,0***
Коэффициент постоянства лактации, %	105,1±2,3	16,4	104,4±1,5	10,9	111,8±1,5	10,7	0,7	-6,7*	-7,4*

По продолжительности лактации группы статистические не различались, средние значения находились в узком диапазоне (342-346 дней), что указывает на то, что различия в надое обусловлены именно интенсивностью раздоя, а не длительностью лактации.

По массовой доле жира за полную и стандартизированную лактацию не выявлено статистически достоверных различий. Содержание жира оставалось стабильным на уровне 4,10-4,17 % независимо от интенсивности раздоя.

По массовой доле жира обнаружены статистически значимые различия ($p < 0,001$). Животные III группы характеризовались достоверно более низким содержанием белка в молоке как за всю лактацию, так и за 305 дней лактации. При этом различия между I и II группами по данному показателю не достигали уровня статистической значимости.

Коэффициент постоянства лактации (КПЛ) также выявил значимые различия. Наиболее высокий КПЛ отмечен в III группе - 111,86%, что достоверно выше, чем в I (105,1%; $p \leq 0,05$) и II группах (104,4%; $p \leq 0,05$).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что интенсивный раздой коров-первотелок обеспечивает существенное повышение количественных показателей продуктивности, но при этом сопровождается достоверным снижением массовой доли белка в молоке. Массовая доля жира при этом остается стабильной.

Показатели удоя за 100 и 200 дней лактации были рассчитаны только для коров с подтвержденной генеалогией ($n=117$). Для данной выборки было выполнено разделение на группы по процентилям удоя за 100 дней: I группа - низкий уровень раздоя (< 3007 кг, $n=39$), II группа - средний уровень раздоя (3007-3350 кг, $n=38$), III группа - интенсивный уровень раздоя (> 3350 кг, $n=40$).

Результаты анализа, представленные в таблице 9, свидетельствуют о том, что по удою за 100 дней группы достоверно различались между собой во всех попарных сравнениях, что свидетельствует о корректности разделения. По удою за 200 дней и удою за 305 дней также выявлены значимые различия между всеми группами. По удою за всю лактацию значимые различия установлены только между I и III группами ($-1445,7$ кг, $p \leq 0,001$).

Таблица 9 - Влияние интенсивности раздоя по удою за 100 дней лактации на продуктивные показатели коров-первотелок

Показатель	I группа (n=39)		II группа (n=38)		III группа (n=40)		I±II	I±III	II±III
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %			
Дойные дни, дней	353,3±8,5	15,1	350,9±10,3	18,5	331,6±6,7	12,9	2,4	21,7	19,3
Удой за 100 дней лактации, кг	2688,7±40,5	9,4	3152,6±16,0	3,2	3597,3±28,7	5,1	-463,0***	-908,6***	-444,7***
Удой за 200 дней лактации, кг	5739,7±88,5	9,6	6508,0±63,3	6,1	7292,6±87,71	7,6	-768,0***	-1552,0***	-784,6***
Удой за всю лактацию, кг	10181,4±261,3	16,0	11098,4±319,7	17,9	11658,7±248,6	13,5	-917,0	-1477,0***	-560,3
МДЖ за всю лактацию, %	4,15±0,02	4,2	4,16±0,02	3,8	4,08±0,02	4,2	-0,01	0,07	0,08
Выход молочного жира за всю лактации, кг	422,5±11,1	16,4	463,0±13,8	18,7	476,5±10,3	13,8	-40,5	-54,0**	-13,5
МДБ за всю лактацию, %	3,55±0,02	4,1	3,52±0,02	3,9	3,41±0,01	3,1	0,03	0,14***	0,11***
Выход молочного белка за всю лактацию, кг	361,6±9,4	16,2	390,7±17,4	17,4	398,4±8,8	14,1	-29,1	-36,8**	-7,7
Удой за 305 дней лактации, кг	8889,2±138,1	9,7	9802,8±131,2	8,4	10835,1±148,5	8,7	-913,0***	-1945,0***	-1032,3***
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,13±0,02	4,1	4,15±0,02	4,1	4,08±0,02	4,2	-0,02	0,05	0,07
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	367,3±5,6	9,6	407,9±6,5	10,0	442,1±6,3	9,1	-40,6***	-74,8***	-34,2***
МДБ за 305 дней лактации, %	3,53±0,02	3,9	3,51±0,02	4,26	3,4±0,01	3,04	0,02	0,13***	0,11**
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	313,8±4,3	8,5	343,8±4,1	7,4	368,66±4,5	7,7	-30,0***	-54,8***	-24,8**
КПЛ, %	113,7±2,1	11,8	106,5±1,9	11,3	102,7±1,8	11,2	7,2	11,0**	3,8

Различия между I и II группами (-902,5 кг) и между II и III группами (-543,2 кг) не достигали уровня статистической значимости. По дойным дням группы не различались, что указывает на обусловленность продуктивности уровнем раздоя, а не продолжительностью лактации.

По массовой доле жира как за полную, так и за стандартизированную лактацию значимых различий не выявлено. По массовой доле белка обнаружены статистически значимые различия - животные III группы характеризовались достоверно низким содержанием белка по сравнению с I и II группами как за всю лактацию, так и за 305 дней лактации. Различия между I и II группами по белковомолочности не значимы. Аналогичная картина наблюдалась по выходу молочного жира и белка - III группа достоверно превосходила животных I и II группы по большинству показателей.

Для оценки динамики раздоя проанализированы помесечные удои коров с подтвержденной генеалогией в разрезе групп, выделенных по удою за 100 дней лактации. Межгрупповое сравнение по каждому месяцу проводили с использованием теста Краскела-Уоллиса, попарные сравнения - тестом Данна с поправкой Бонферрони.

Анализ, представленный в таблице 10 показал, что в первый месяц лактации группы, выделенные по удою за 100 дней, статистически не различались. Это указывает на то, что на старте лактации животные находились в сопоставимых условиях. Начиная со второго месяца все три группы достоверно различались между собой во всех попарных сравнениях ($p \leq 0,001$), и эти различия сохранялись до 4-го месяца. С 5-го месяца различия между I и II группами становились незначимыми, с 6-го месяца - между группами II и III. В последние месяцы лактации (9-10-й) значимыми оставались только различия между крайними группами (I и III), что отражает естественное сближение удоев на завершающем этапе лактации. Таким образом, ключевые различия в интенсивности раздоя закладываются на 2-4 месяцах лактации и в дальнейшем постепенно сглаживаются.

Таблица 10 - Помесячная динамика удоев в зависимости от интенсивности раздоя по удою за 100 дней лактации,

кг

Месяц лактации	I группа (n=39)	II группа (n=38)	III группа (n=40)	I±II	I±III	II±III
1-й	483,8±38,0	583,5±37,9	598,6±47,6	-99,7	-114,8	-15,1
2-й	773,3±18,1	946,6±17,7	1068,8±12,9	-173,3***	-295,5***	-122,2***
3-й	881,1±19,3	1013,1±11,1	1155,9±17,4	-132,0**	-274,8***	-142,8***
4-й	912,6±20,4	1013,6±17,4	1146,9±20,0	-101,0**	-234,3***	-133,3***
5-й	948,3±20,6	1001,1±19,8	1130,9±22,8	-52,8	-182,6***	-129,8***
6-й	919,1±20,8	1032,3±22,6	1114,6±26,6	-113,2**	-195,5***	-82,3
7-й	920,7±19,1	1010,5±23,3	1107,5±23,6	-89,8*	-186,8***	-97,0*
8-й	918,5±19,9	989,2±22,7	1078,6±27,5	-70,7	-160,1***	-89,4*
9-й	926,3±16,7	966,7±26,4	1063,0±25,6	-40,4	-136,7***	-96,3*
10-й	892,4±17,7	931,0±25,3	991,1±22,1	-38,6	-98,7**	-60,1

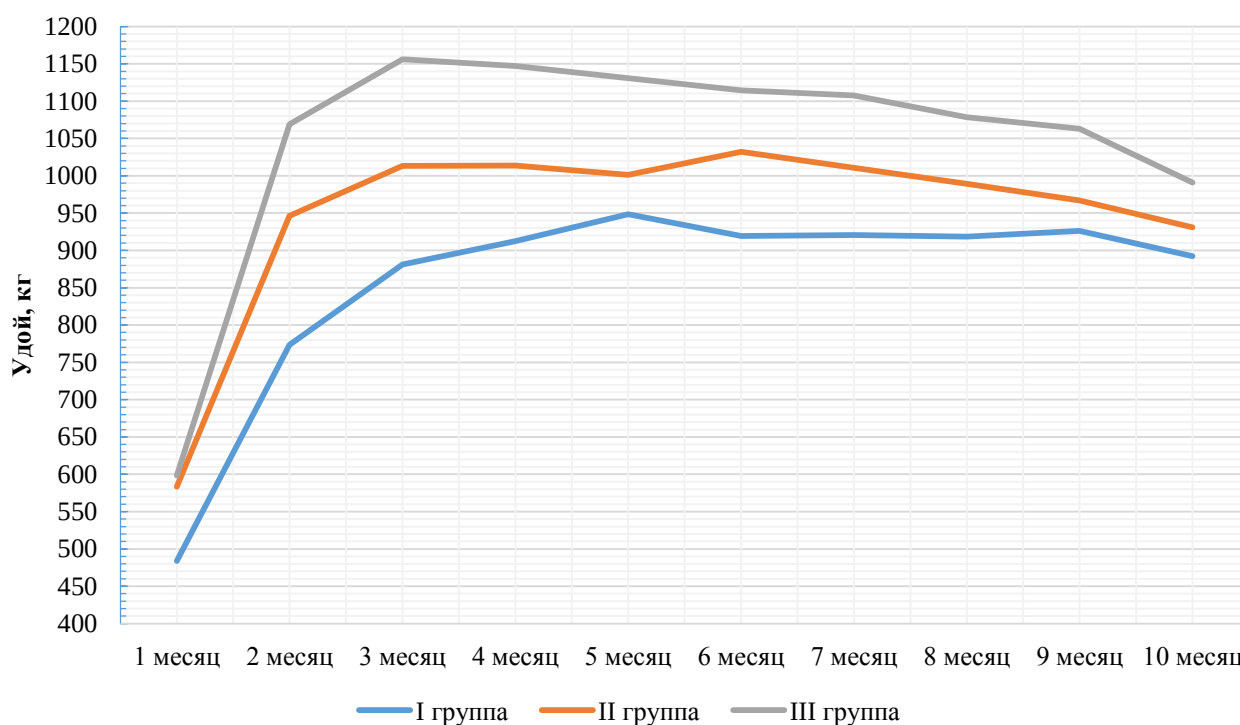


Рисунок 8 - Лактационные кривые коров-первотелок с разной интенсивностью раздоя

Лактационные кривые, представленные на рисунке 8 демонстрируют, что в 1-й месяц группы не различаются, на 2-3 месяце происходит расхождение, а к 10-му месяцу разница между группами уменьшается.

Для сравнения двух методов оценки интенсивности раздоя на одной выборке был проведен анализ 117 коров с подтвержденной генеалогией, сгруппированных по удою за 305 дней лактации (таблица 11). Животные разделены на три группы по процентилям: I группа - низкий уровень (<9315), II группа - средний уровень (9315-10278 кг), III группа - интенсивный уровень (>10278 кг). Межгрупповое сравнение проводили с использованием теста Краскела-Уоллиса, попарные сравнения - тестом Данна с поправкой Бонферрони.

Результаты анализа показали, что по удою за 305 дней лактации группы закономерно различались ($p \leq 0,001$). По удою за 100 и 200 дней также выявлены значимые различия ($p \leq 0,001$).

Таблица 11 - Влияние интенсивности раздоя по удою за 305 дней лактации на продуктивные показатели коров-первотелок

Показатель	I группа (n=39)		II группа (n=38)		III группа (n=40)		I±II	I±III	II±III
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %			
Дойные дни, дней	354±5±9,76	17,2	350,5±9,34	16,6	330,9±6,60	12,6	4,0	23,6	19,6
Удой за 100 дней лактации, кг	2790,0±59,0	13,1	3159,0±40,0	14,6	3493,0±45,0	8,1	-369,0***	-703,0***	-334,0***
Удой за 200 дней лактации, кг	5697,0±82,0	9,0	6472,0±44,0	4,1	7370,0±75,0	6,5	-775,0***	-1673,0***	-898,0***
Удой за всю лактацию, кг	9933,0±290,0	18,2	10992,0±257,0	16,2	12004,0±234,0	12,4	-1059,0*	-2071,0***	-1012,0**
МДЖ за всю лактацию, %	4,20±0,03	4,2	4,10±0,03	3,6	4,10±0,03	4,1	0,10	0,10	0
Выход молочного жира за всю лактации, кг	413,0±12,4	18,8	454,0±11,7	14,5	495,0±9,2	11,8	-41,0	-82,0***	-41,0**
МДБ за всю лактацию, %	3,60±0,02	4,1	3,50±0,02	2,5	3,40±0,02	3,0	0,10	0,20***	0,10***
Выход молочного белка за всю лактацию, кг	355,0±10,9	19,1	388,0±9,0	4,1	408,0±8,3	12,8	-33,0*	-53,0***	-20,0
Удой за 305 дней лактации, кг	8620,0±108,0	7,8	9744,0±39,0	4,2	11155,0±102,0	5,8	-1124,0***	-2535,0***	-1411,0***
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,10±0,03	4,1	4,10±0,03	4,0	4,10±0,03	4,3	0	0	0
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	356,0±4,5	7,8	401,0±2,7	3,6	460,0±4,5	6,1	-45,0***	-104,0***	-59,0
МДБ за 305 дней лактации, %	3,60±0,02	3,9	3,50±0,02	8,0	3,40±0,02	2,9	0,10	0,20***	0,10***
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	306,0±3,5	7,1	342,0±2,0	4,3	378,0±3,2	5,4	-36,0***	-73,0***	-36,0***
КПЛ %	105,6±2,5	14,9	105,6±1,8	10,7	111,6±1,8	10,0	0	-6,0*	-6,0

Результаты анализа показали, что по удою за 305 дней лактации группы закономерно различались ($p \leq 0,001$). По удою за 100 и 200 дней также выявлены значимые различия ($p \leq 0,001$). По дойным дням, живой массе и возрасту первого отела группы не различались.

В отличие от группировки по 100 дням, при делении по 305 дням все три группы различаются уже со 2-го месяца и до конца лактации включая сравнения II-III (таблица 12). В первый месяц различия на уровне тенденции ($p=0,068$).

Таблица 12 - Помесячная динамика удоев по удою за 305 дней лактации, кг

Мес. лактации	I группа (n=39)	II группа (n=39)	III группа (n=40)	I±II	I±III	II±III
1-й	475,8±41,0	586,3±39,5	602,7±44,9	-110,5	-126,9	-16,4
2-й	825,5±27,8	951,6±18,5	1013,2±19,3	-126,1**	-187,7***	-61,6
3-й	888,2±19,7	1020,8±15,3	1141,5±18,2	-132,6***	-253,3***	-120,7***
4-й	892,3±19,8	1022,2±13,6	1158,5±18,5	-129,9***	-266,2***	-136,3***
5-й	904,8±17,5	1013,1±14,0	1161,6±20,8	-108,3**	-256,8***	-148,5***
6-й	875,7±17,6	1003,4±13,6	1185,2±20,0	-127,7***	-309,5***	-181,8***
7-й	866,9±15,9	988,0±12,2	1181,9±14,4	-121,1***	-315,0***	-193,9***
8-й	858,8±17,5	977,7±15,4	1147,9±19,2	-118,9***	-289,1***	-170,2***
9-й	865,0±18,5	958,8±12,3	1130,4±21,3	-93,8**	-265,4***	-171,6***
10-й	833,1±18,7	927,2±13,1	1052,7±20,9	-94,1**	-219,6***	-125,5**

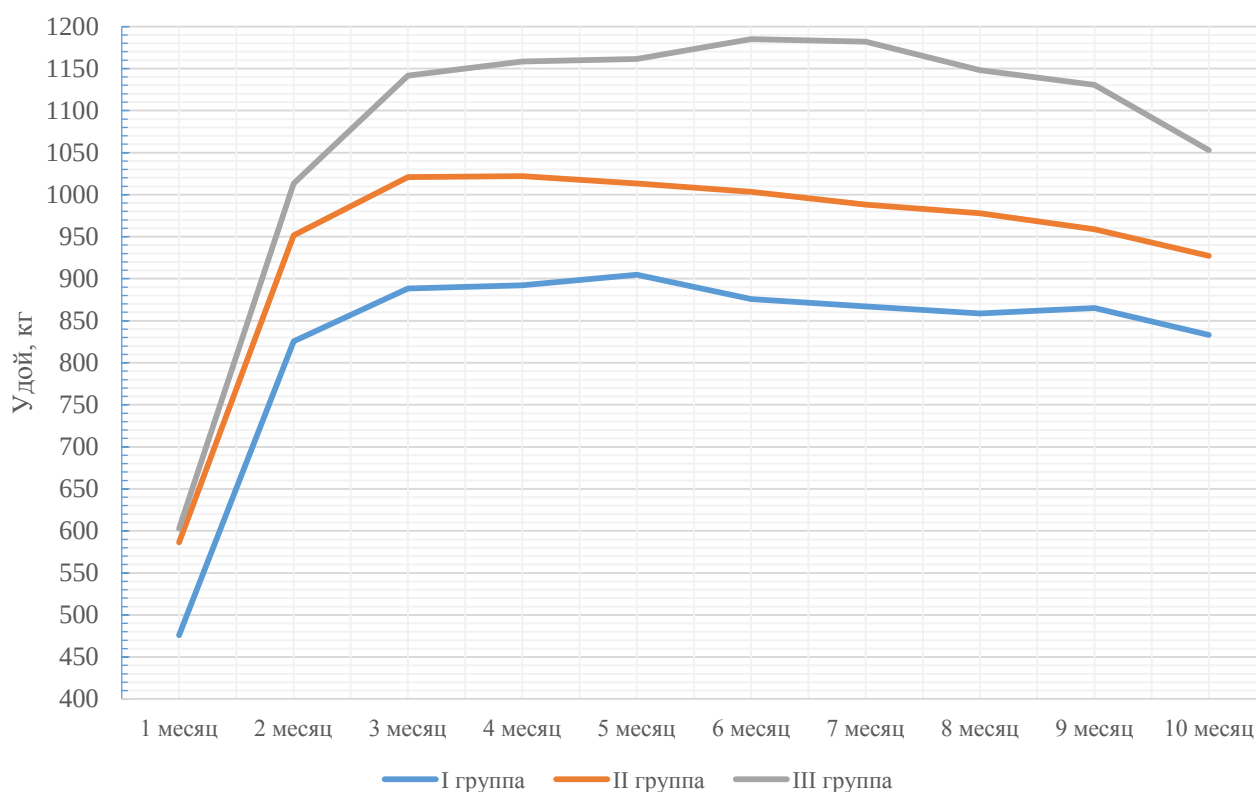


Рисунок 9 - Лактационные кривые коров-первотелок с разной интенсивностью раздоя

Лактационные кривые всех трех групп имеют классическую форму - рост удоя в первые 2-3 месяца, выход на пик и последующее плавное снижение (рисунок 9). При этом по характеру кривых видны межгрупповые различия. У животных I группы кривая наиболее пологая - меньший пик, но более медленный спад. У животных III группы, напротив, выраженный пик на 3-5 месяце и более активное снижение во второй половине лактации. Группа II занимает промежуточное положение. Расхождение кривых, едва заметное в 1-й месяц, становится максимальным на пике лактации (3-6 месяц) и сохраняется до конца учетного периода. Данный характер лактационных кривых согласуется с результатами анализа КПЛ: группа I демонстрирует более высокую устойчивость лактации, группа III - более высокий пик при меньшей персистентности.

Для проверки влияния методов группировки на результаты анализа проведено сравнение двух подходов на одной выборке животных - 117 коров с подтвержденной генеалогией. В первом случае животные были разделены на

группы по удою за 100 дней (период раздоя), во втором - по удою за 305 дней лактации (итоговая продуктивность). Оба метода использовали одинаковые пороговые значения - 33 и 66 процентиля. Совпадение группировок представлено в таблице 13.

Таблица 13 – Перекрестная таблица группировок

Группы по 100 дней	I (305 дней)	II (305 дней)	III (305 дней)	Всего
I (низкий)	27 (69%)	11 (28%)	1 (3%)	39
II (средний)	10 (26%)	17 (46%)	11 (28%)	38
III (интенсивный)	2 (5%)	10 (25%)	28 (70%)	40
Всего	39	39	40	118

Общий процент совпадений составил 62%. Наилучшее совпадение отмечено у крайних групп (69-70%), в то время как средняя группа показала наименьшую согласованность - 46% коров сохранили свою принадлежность.

Ключевые различия между методами представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Коэффициент постоянства лактации при разных методах группировки

Метод	I группа	II группа	III группа	Направленность
По 100 дням	113,8	106,5	102,7	Снижается
По 305 дням	105,6	105,6	111,6	Повышается

Выявлено, что тренд коэффициента постоянства лактации при двух методах группировки разнонаправлен. При делении по удою за 100 дней КПЛ снижается с ростом интенсивности раздоя, что соответствует классическим представлениям о том, что более интенсивный раздой сопровождается менее устойчивой лактацией. При делении по удою за 305 дней лактации, напротив, КПЛ растет. Это связано с тем, что в группу III по 305 дням лактации попадают животные с наиболее

высокой итоговой продуктивностью, у которых лактационная кривая в целом более выровненная, а высокая общая продуктивность маскирует менее устойчивый характер лактации.

Таким образом, для оценки влияния интенсивности раздоя на устойчивость лактации предпочтительнее использовать классический зоотехнический подход - деление по удою за 100 дней, который непосредственно отражает интенсивность раздоя и выявляет характерные закономерности.

3.1.6. Влияние продолжительности сервис-периода на продуктивные показатели коров-первотелок

Сервис период - это период от отела до плодотворного осеменения, является одним из ключевых показателей воспроизводства стада. Его продолжительность влияет на длительность лактации и, как следствие, на показатели продуктивности. Для оценки влияния данного фактора животные ($n=166$) были разделены на три группы - укороченный сервис-период (<80 дней, $n=64$), оптимальный (80-120 дней $n=45$) и удлиненный (>120 дней, $n=57$).

Межгрупповое сравнение проводили с использованием теста Краскела-Уоллиса, попарные сравнения - тестом Данна с поправкой Бонферрони. Результаты представлены в таблице 15.

Установлено, что продолжительность дойного периода закономерно увеличивается с удлинением сервис-периода. В I группе она составила 305,5 дней, во II - 322,1 дня, а в III - 404,8 дня. Различия между всеми группами были статистически высоко значимыми ($p \leq 0,001$). При этом коэффициент вариации дойных дней в III группе достигает 15,1%, что существенно выше чем в I (3,1%) и II (3,6%) группах, что свидетельствует о высокой неоднородности животных с затяжным сервис-периодом по продолжительности лактации.

По удою за весь период лактации выявлены статистически значимые различия ($p \leq 0,001$) только между группой с удлиненным сервис-периодом и остальными группами. Животные III группы превосходили I на 2830,0 кг и II группу на 2163,8 кг. Различия между I и II группами были недостоверными.

Таблица 15 – Влияние продолжительности сервис-периода на продуктивные показатели коров-первотелок

Показатель	<80 дней (n=64)		80-120 дней (n=45)		>120 дней (n=57)		I±II	I±III	II±III
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %			
Дойные дни, дней	305,5±1,2	3,1	332,1±1,7	3,6	404,8±8,1	15,1	-26,6***	-99,3***	-72,7***
Удой за всю лактацию, кг	95989,7±177,9	14,8	10256,3±205,7	13,6	12420,1±291,1	17,7	-666,0	-2830,0***	-2163,8***
МДЖ за всю лактацию, %	4,12±0,02	4,2	4,13±0,02	3,9	4,16±0,02	4,2	-0,01	-0,04	-0,03
Выход молочного жира за всю лактации, кг	395,1±7,5	15,2	423,4±8,3	13,4	516,1±11,6	17,0	-28,3	-121,0***	-92,7***
МДБ за всю лактацию, %	3,48±0,02	3,9	3,52±0,02	4,5	3,54±0,02	3,9	-0,04	-0,06	-0,02
Выход молочного белка за всю лактацию, кг	332,6±5,5	13,5	359,0±5,6	11,7	438,6±9,8	16,1	-26,4	-106,0***	-79,6***
Удой за 305 дней лактации, кг	9520,7±177,2	14,9	9760,6±185,2	12,9	9638,4±153,7	12,0	-239,9	-117,7	122,2
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,12±0,02	4,2	4,13±0,02	4,0	4,13±0,02	4,2	-0,01	-0,01	0
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	392,2±7,4	15,3	402,6±7,6	12,9	397,8±6,1	11,8	-10,4	-5,6	4,8
МДБ за 305 дней лактации, %	3,48±0,02	3,9	3,51±0,02	4,2	3,50±0,02	4,0	-0,03	-0,02	0,01
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	330,1±5,5	13,5	341,5±5,2	10,7	336,4±4,6	8,9	-11,4	-6,3	5,1
Живая масса, кг	567,3±3,1	4,3	563,9±3,6	4,3	560,2±3,0	4,1	3,4	7,1	3,7

Наибольшая вариабельность по данному признаку отмечена также в III группе ($C_v=17,7\%$).

При анализе удоя за стандартные 305 дней лактации статистически значимых межгрупповых различий не установлено. Данный факт подтверждает, что более высокий валовый удой в группе с удлинённым сервис-периодом достигается за счет более длительной лактации.

Коэффициент вариации удоя за 305 дней в III группе составил $12,0\%$ и был ниже, чем в I ($14,9\%$) и II ($12,9\%$) группах, что может свидетельствовать о выравнивании продуктивности при стандартизации лактации.

Массовая доля жира и белка за весь период лактации не имели достоверных различий. Аналогичная ситуация сохранялась при анализе этих показателей за 305 дней лактации. Коэффициенты вариации во всех группах находились в пределах $3,93-4,51$, что указывает на высокую стабильность качественных показателей молока и отсутствие их связи с продолжительностью сервис-периода.

По выходу молочного жира и белка за весь период лактации установлены значимые различия между III группой и двумя другими ($p \leq 0,001$). Животные с удлинённым сервис-периодом превосходили коров I группы по выходу жира на $122,2$ кг, по выходу белка - на $106,0$ кг; превосходство над II группой составило $92,7$ кг и $79,6$ кг соответственно. При оценке данных показателей за 305 дней лактации достоверных различий не обнаружено. Коэффициент вариации выхода белка за 305 дней лактации в III группе был минимальным среди всех групп ($8,9\%$), что дополнительно подтверждает выравнивание продуктивности при стандартизации лактации.

Таким образом, проведенный анализ показал, что удлинённый сервис-период ассоциирован с достоверным увеличением дойных дней, валового удоя и выхода молочного жира и белка за весь период лактации. Однако при стандартизации лактации за 305 дней все межгрупповые различия нивелируются, что доказывает определяющую роль продолжительности лактации, а не генетических факторов, в формировании более высокой продуктивности коров с затяжным сервис-периодом.

Качественные показатели молока не зависят от продолжительности сервис-периода и характеризуются низкой внутригрупповой изменчивостью.

3.1.7. Влияние сезона отела на продуктивные показатели коров-первотелок

Сезон отела является одним из технологических факторов, определяющих последующие условия содержания, кормления и эксплуатации коров в различные периоды лактации. В зависимости от сезона отела животные подвергаются воздействию различных температурных режимов, фотопериода, качества и доступности кормов, что может оказывать существенное влияние на их продуктивные и воспроизводительные качества. Кроме того, сезон отела определяет возраст коров при первом осеменении, продолжительность сервис-периода и длительность лактации. В связи с этим был проведен анализ влияния данного фактора на молочную продуктивность коров-первотелок голштинской породы. Все поголовье коров ($n=166$) было разделено по сезонам отела в соответствии с календарными периодами: весна (март-май, $n=8$), лето (июнь-август, $n=67$), осень (сентябрь-ноябрь, $n=74$) и зима (декабрь-февраль, $n=17$). Следует отметить, что распределение животных по сезонам было неравномерным. При сравнении данных по группам применялся непараметрический тест Краскела-Уоллиса, попарные сравнения выполнялись с помощью теста Данна с поправкой Бонферрони.

Анализ данных, представленных в таблице 16 и таблице 17 показал, что удой у коров за стандартные 305 дней лактации не имел статистически значимых различий между сезонами отела. Наиболее высокий удой за стандартизированную лактацию отмечен у коров весеннего отела (9764,9 кг), тогда как наименьший - у животных зимнего отела (9414,5 кг). Однако из-за малочисленности группы весеннего отела ($n=8$) эти различия не достигли уровня статистической значимости. При анализе удоя за полную лактацию обращает на себя внимание группа коров весеннего отела, которая представила наиболее высокий результат (12987 кг), что на 29,4% выше, чем в группе зимнего отела.

Таблица 16 - Влияние сезона отела на продуктивные показатели коров-первотелок

Показатель	Весна (n=8)		Лето (n=67)		Осень (n=74)		Зима (n=17)	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Дойные дни, дней	408,0±33,8	23,4	355,9±7,5	17,3	330,3±5,4	14,1	329,0±7,2	9,0
Удой за полную лактацию, кг	12987,6±1304,4	28,4	11031,8±269,3	20,1	10388,4±198,2	16,4	10039,5±386,9	15,9
МДЖ за всю лактацию, %	4,20±0,05	4,5	4,16±0,02	4,3	4,11±0,02	4,0	4,16±0,03	4,2
Выход молочного жира за всю лактации, кг	543,1±51,3	28,0	457,5±11,0	20,3	427,4±8,3	16,6	417,7±16,3	16,2
МДБ за всю лактацию, %	3,49±0,05	4,0	3,52±0,02	4,2	3,51±0,01	3,5	3,48±0,04	4,4
Выход молочного белка за всю лактацию, кг	451,8±43,4	27,1	387,7±9,91	20,4	363,9±6,9	15,6	347,4±11,5	16,0
Удой за 305 дней лактации, кг	9764,9±332,9	9,6	9640,4±160,6	13,7	9648,6±147,7	13,2	9414,5±343,6	15,0
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,20±0,05	4,5	4,16±0,02	4,3	4,11±0,02	4,0	4,16±0,03	4,2
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	543,1±51,3	28,0	457,5±11,0	20,3	427,4±8,3	16,6	417,7±16,3	16,2
МДБ за 305 дней лактации, %	3,49±0,05	4,0	3,52±0,02	4,2	3,51±0,01	3,5	3,48±0,04	4,4
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	451,8±43,4	27,1	387,7±9,1	20,4	363,9±6,9	15,6	347,4±11,5	16,0
Живая масса, кг	578,1±18,0	9,4	555,0±4,0	5,8	565,5±3,5	5,4	586,6±5,9	4,4

Таблица 17 - Статистически значимые различия между сезонами отела

Показатель	Сравнение	Разница	Уровень значимости
Дойные дни	Лето-Осень	25,6 дней**	$p=0,006$
Живая масса, кг	Лето-Осень	-10,5 кг*	$p=0,012$
Живая масса, кг	Лето-Зима	-31,6 кг***	$p\leq 0,001$
Живая масса, кг	Осень-Зима	-21,1 кг*	$p=0,013$

По выходу молочного жира и белка за всю лактацию общий тест Краскела-Уоллиса показал статистически значимые различия между сезонами. При этом наибольшие значения этих показателей отмечены в группе весеннего отела (543,1 кг и 451,8 кг), а наименьшие - в группе зимнего отела (417,7 кг и 347,4 кг). Однако при попарном сравнении с поправкой Бонферрони достоверных различий между отдельными сезонами не установлено, что свидетельствует о наличии общего тренда. По дойным дням установлены статистически значимые различия между сезонами. При попарном сравнении выявлено, что животные летнего отела достоверно превосходят по продолжительности дойного периода коров осеннего отела на 25,6 дня. По живой массе выделены высоко значимые различия между сезонами ($p\leq 0,001$). Попарные сравнения показали, что животные зимнего отела тяжелее летних на 31,6 кг и осенних на 21,1 кг. Животные летнего отела легче осенних на 10,5 кг. Следует отметить, что группа весеннего отела была наиболее малочисленной по сравнению с другими ($n=8$), что снижает мощность статистических тестов, а коэффициенты вариации по ключевым показателям в данной группе были высокими ($Cv=23-28\%$), что не позволило сделать однозначных выводов о продуктивности коров данного сезона.

Таблица 18 - Влияние периода отела на продуктивные показатели коров-первотелок

Показатель	Теплый период (n=76)		Холодный период (n=90)		Теплый ± Холодный
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	
Дойные дни, дней	361,1±7,7	18,6	329,8±4,6	13,2	31,3***
Удой за 305 дней лактации, кг	9654±147	13,3	9605±136	13,5	49,0
Удой за полную лактацию, кг	11238±282	21,9	10323±176	16,3	915,9*
МДЖ за полную лактацию%	4,16±0,02	4,3	4,12±0,02	4,0	0,04
Выход молочного жира за полную лактацию, кг	466,5±11,0	20,8	425,6±7,5	17,6	40,9**
МДБ за полную лактацию, %	3,52±0,02	4,4	3,50±0,01	3,9	0,02
Выход молочного белка за полную лактацию, кг	394,5±9,5	20,8	360,8±6,0	15,5	33,7*
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,1±0,0	4,5	4,1±0,0	4,1	0
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	399,8±5,9	12,8	394,7±5,8	14,0	5,1
МДБ за 305 дней лактации, %	3,5±0,0	4,6	3,5±0,0	3,9	0
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	336,5±4,4	11,4	334,6±4,2	11,9	1,9
Живая масса, кг	557,4±3,6	4,6	569,5±3,5	5,4	-12,1***

Следует отметить, что группа весеннего отела была наиболее малочисленной по сравнению с другими ($n=8$), что снижает мощность статистических тестов, а коэффициенты вариации по ключевым показателям в данной группе были высокими ($Cv=23-28\%$), что не позволило сделать однозначных выводов о продуктивности коров данного сезона.

Для решения данной проблемы было принято решение объединить сезоны отела в два укрупненных периода на основе биологических и технологических принципов:

Теплый период (весенне-летний): объединяет весну (март-май) и лето (июнь-август), $n=76$. Данный период характеризуется активной вегетацией кормов, наличием зеленых кормов и возможностью выпасного содержания.

Холодный период: (осенне-зимний): объединяет осень (сентябрь-ноябрь) и зиму (декабрь-февраль), $n=90$. В этот период животные содержатся преимущественно в стойловых условиях, основу рациона составляет силос и сенаж.

При анализе данных, представленных в таблице 18 отмечается, животные теплого периода отела достоверно превосходили коров холодного периода по продолжительности дойного периода (31,3 дня), удою за всю лактацию (914,5 кг), выходу молочного жира (40,9 кг) и выходу молочного белка (33,7 кг). При этом по удою за 305 дней лактации, а также по массовой доле жира и белка статистически значимых различий не установлено. Данный факт подтверждает, что более высокие показатели продуктивности в теплый период обусловлены продолжительностью лактации, а не высокой интенсивностью молокообразования. Животные холодного периода отела имели достоверно большую живую массу (12,1 кг), что может быть связано с сезонными особенностями выращивания ремонтного молодняка и подготовкой нетелей к первому отелу.

Для более детального анализа и снижения внутригрупповой вариабельности была проведена стратификация по 33-му и 66-му процентилям животных внутри каждого периода отела по уровню продуктивности. В качестве критерия

стратификации был выбран удой за 305 дней лактации, поскольку данный показатель является стандартизированным, не зависит от продолжительности лактации и позволяет объективно оценить генетический потенциал молочной продуктивности. Распределение животных по стратам представлено в таблице 19.

Таблица 19 - Распределение животных по стратам продуктивности

Период	Нижняя страта	Средняя страта	Верхняя страта	Всего
Теплый период	25	25	26	76
Холодный период	30	29	31	90
Всего	55	54	57	167

В теплом периоде численность нижней страты составила 25 голов, средней - 25, верхней - 26; в холодном периоде - 30, 30 и 31 соответственно. Общая численность животных в верхней страте составила 55 голов, в средней - 54, в верхней - 57 голов.

Стратификация позволила значительно снизить коэффициент вариации удоя за 305 дней лактации внутри страт до 2,8-9,0%, что существенно ниже исходных значений (13-15%).

При сравнении одноименных страт в разных периодах отела установлено, что в нижней страте статистических различий по продуктивным показателям не выявлено, однако животные теплого периода имели меньшую живую массу на 12,7 кг. В средней страте статистически значимых различий ни по одному показателю не установлено (таблица 20, таблица 21, таблица 22).

Наиболее выраженные различия наблюдались в верхней страте продуктивности. Животные теплого периода отела в верхней страте достоверно превосходили коров холодного периода по продолжительности дойных дней на 39,1 дня, по удою за всю лактацию - на 1465,7 кг, по выходу молочного жира - на 57,4 кг, по выходу молочного белка - на 52,2 кг, при этом уступали по живой массе на 19,9 кг. По удою за 305 дней лактации, а также по массовой доле жира и белка статистически значимых различий не установлено ни в одной из страт.

Таблица 20 - Продуктивные показатели коров-первотелок в зависимости от периода отела в нижней страте

Показатель	Теплый период (n=25)		Холодный период (n=30)		Теплый ± Холодный
	M±m	Cv	M±m	Cv	
Дойные дни, дней	356,8±13,7	19,2	331,4±6,9	11,4	25,4
Удой за полную лактацию, кг	9632,9±422,3	21,9	8957,5±251,9	15,4	675,4
МДЖ за полную лактацию, %	4,3±0,0	4,8	4,1±0,0	3,7	0,2
Выход молочного жира за полную лактации, кг	408,6±17,3	21,2	369,4±11,0	16,3	39,2
МДБ за полную лактацию, %	3,6±0,0	4,8	3,6±0,0	3,7	0,0
Выход молочного белка за полную лактацию, кг	347,8±15,2	21,8	317,9±8,8	15,2	29,9
Удой за 305 дней лактации, кг	8305,4±144,1	8,7	8228,4±135,6	9,0	77,0
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,2±0,0	4,9	4,1±0,0	3,6	0,1
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	352,5±6,9	9,9	336,9±5,5	8,9	15,6
МДБ за 305 дней лактации, %	3,6±0,0	5,0	3,5±0,0	3,7	0,1
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	298,2±5,1	8,6	290,7±4,3	8,1	7,5
Живая масса, кг	554,7±3,6	3,2	567,4±4,1	4,0	-12,7*

Таблица 21 - Продуктивные показатели коров-первотелок в зависимости от периода отела в средней страте

Показатель	Теплый период (n=24)		Холодный период (n=30)		Теплый ± Холодный
	M±m	Cv	M±m	Cv	
Дойные дни, дней	367,1±14,2	19,3	337,9±11,2	18,2	29,2
Удой за полную лактацию, кг	11146,6±401,5	18,0	10573,5±292,5	15,2	573,1
Массовая доля жира за полную лактацию, %	4,1±0,0	3,5	4,1±0,0	3,9	0,0
Выход молочного жира за полную лактацию, кг	460,1±16,5	17,9	434,9±14,0	17,6	25,2
Массовая доля белка за полную лактацию, %	3,5±0,0	3,8	3,5±0,0	3,2	0,0
Выход молочного белка за полную лактацию, кг	393,0±14,0	17,8	375,1±11,3	16,5	17,9
Удой за 305 дней лактации, кг	9498,8±59,1	3,1	9610,3±49,4	2,8	-111,5
Массовая доля жира за 305 дней лактации, %	4,1±0,0	3,3	4,1±0,0	4,0	0,0
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	390,6±4,0	5,1	393,8±3,3	4,6	-3,2
Массовая доля белка за 305 дней лактации, %	3,5±0,0	4,1	3,5±0,0	3,3	0,0
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	332,4±3,0	4,6	340,1±2,6	4,2	-7,7
Живая масса, кг	562,7±5,9	5,2	566,1±4,4	4,3	-3,4

Таблица 22 - Продуктивные показатели коров-первотелок в зависимости от периода отела в верхней страте

Показатель	Теплый период (n=26)		Холодный период (n=31)		Теплый ± Холодный
	M±m	Cv	M±m	Cv	
Дойные дни, дней	359,5±12,6	17,8	320,4±4,1	7,1	39,1***
Удой за полную лактацию, кг	12868,3±422,1	16,7	11402,7±181,4	8,9	1465,6***
Массовая доля жира за полную лактацию, %	4,1±0,0	4,0	4,1±0,0	4,5	0,0
Выход молочного жира за полную лактации, кг	528,3±16,5	15,9	470,9±8,4	10,0	57,4***
Массовая доля белка за полную лактацию, %	3,4±0,0	2,7	3,4±0,0	3,3	0,0
Выход молочного белка за полную лактацию, кг	440,7±15,1	17,5	388,5±5,9	8,5	52,2***
Удой за 305 дней лактации, кг	11098,5±117,7	5,4	10931,7±150,9	7,7	166,8
Массовая доля жира за 305 дней лактации, %	4,1±0,0	4,3	4,1±0,0	4,6	0,0
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	454,2±5,8	6,6	451,7±6,4	7,9	2,5
Массовая доля белка за 305 дней лактации, %	3,4±0,0	2,2	3,4±0,0	3,3	0,0
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	377,2±3,9	5,2	371,7±4,5	6,8	5,5
Живая масса, кг	554,9±2,7	2,5	574,8±4,9	4,8	-19,9***

Таким образом, преимущество теплого периода отела реализуется за счет высокопродуктивных животных, которые способны более эффективно использовать благоприятные условия кормления и содержания для увеличения продолжительности лактации и, как следствие, валового выхода молочного жира и белка. В нижней и средней стратах сезонный фактор не оказывает существенного влияния на продуктивные показатели. Отсутствие значимых различий по удою за 305 дней лактации во всех стратах подтверждает, что различия по удою за всю лактацию обусловлены именно большей продолжительностью лактации в теплый период, а не более высокой интенсивностью молокообразования.

3.1.8. Влияние кормления на продуктивные показатели коров-первотелок

На комплексе принята технология кормления коров с использованием полнорационных кормосмесей, которые раздаются в кормовой проход или кормовой стол и скармливаются без ограничения. Подход к кормлению коров дифференцированный - разные кормосмеси скармливаются разным группам животных в зависимости от физиологического состояния и уровня продуктивности.

Рационы для коров составляются зоотехнической службой совместно с фирмой ООО «Авита» с помощью кормовой программы «Корм Оптима» (производство компании «Корморесурс»). Данная программа позволяет балансировать рационы по основным питательным веществам, витаминам и минералам с учетом продуктивности и физиологического состояния животных.

Рацион дойных коров состоит из смеси, в состав которой входит силос кукурузный, сенаж из ячменя и премиксы. Коровам сухостойного периода скармливают силос травяной из сорго, дробину сухую, соевую шелуху и зерно кукурузы. Состав рационов для разных физиологических групп представлен в таблице 23.

Таблица 23 - Рационы коров разного физиологического состояния, кг

Компонент	Раздой	Середина лактации	Сухостой
Шрот (рапс)	4,000	4,0	-
Шрот (соя)	1,000	-	-
Кукуруза (зерно)	2,850	2,200	0,150
Ячмень (зерно)	2,850	2,200	-
Премикс (дойные коровы)	0,150	0,150	-
Премикс (сухостойные коровы)	-	-	0,150
Bergafat F100 HP	0,100	-	-
Optigan	0,080	-	-
Соль	0,170	0,180	0,020
Мел	0,180	0,180	-
UltraSorb 2	0,020	0,100	-
Сода	0,110	0,100	-
Поташ (карбонат калия)	0,140	-	-
Yea Sacc Farm Pak	0,010	0,010	-
Соевая шелуха	-	-	1,800
Дробина сухая	1,100	2,200	1,300
Сенаж (ячмень)	10,13	8,73	-
Сенаж (рожь)	1,15	1,29	-
Силос (кукуруза)	23,73	27,73	-
Силос (сорго)	-	-	27,0
Силос (травяной)	-	-	9,00

В рационах коров на раздое используются специализированные кормовые добавки, направленные на повышение продуктивности и улучшение здоровья животных:

1. BergaFat-100 (защищенный жир) - состоит из комплекса жирных кислот, поддерживает энергетическую емкость рационов, не нарушает микрофлору рубца, способствует повышению концентрации жира в молоке;
2. Optigen (защищенная мочевины) - является дополнительным источником небелкового азота для жвачных, позволяет оптимизировать азотистый обмен в рубце;
3. Yea-Sacc Farm Pak (жировые дрожжи штамма 1026) - способствует улучшению пищеварения, стабилизации уровня Ph в рубце, повышению эффективности использования питательных веществ и поддержанию высокой молочной продуктивности коров.

Основные показатели питательности рационов для разных физиологических групп представлены в таблице 24.

Анализ питательности рационов показывает, что рацион коров на раздое характеризуется более высоким содержанием обменной энергии (11,08 МДж/кг), сырого протеина (17,56%) и жира (3,9% от СВ), что соответствует повышенным потребностям высокопродуктивных животных в период раздоя. Рацион для сухостойных коров имеет более низкую энергетическую и протеиновую ценность (ОЭ - 9,18 МДж/кг, СП - 13,30%), повышенное содержание клетчатки и сахара (10,20% от СВ), что способствует нормальному течению рубцового пищеварения и подготовке к следующей лактации.

Таким образом, система кормления коров на комплексе характеризуется дифференцированным подходом к составлению рационов в зависимости от физиологического состояния и уровня продуктивности.

Таблица 24 - Питательность рационов коров разного физиологического состояния

Показатель	Раздой	Середина лактации	Сухостой
Сухое вещество, кг	24,29	24,22	12,69
СВ, %	50,84	49,33	31,27
ОЭ, МДж/кг	11,08	10,91	9,18
Фураж, % СВ	52,50	57,81	73,30
ЧЭЛ, МДж/кг	7,14	7,03	5,91
СП, %	17,56	16,34	13,30
РП, % СП	37,14	37,59	22,97
НРП, % СП	37,83	39,05	35,95
НДК, % СВ	19,38	21,71	2,28
Сахар, % СВ	4,27	3,87	10,20
Крахмал, % СВ	28,08	27,45	-
ЭЭ, % СВ	3,09	2,97	-
Са, % СВ	0,47	0,47	0,42
Р, % СВ	0,47	0,47	0,42
Цена, руб/гол.	420,33	-	-

Использование кормовой программы «Корм Оптима» позволяет балансировать рационы с учетом потребностей животных и экономической эффективности кормления. Применение полнорационных кормосмесей и современных кормовых добавок создает основу для достижения высокой молочной продуктивности.

3.2. Анализ влияния генетических факторов на молочную продуктивность коров-первотелок голштинской породы

3.2.1. Анализ продуктивных показателей коров-первотелок голштинской породы различных генеалогических линий

В рамках реализации методологии многоуровневой стратификации, первоначальным этапом выступило разделение животных по генеалогическому признаку. Данный этап позволяет оценить реализацию потенциала молочной продуктивности сельскохозяйственного предприятия ООО «Дон» Хохольского района Воронежской области на основе генеалогической принадлежности животных, а также «блокировать» систематическую изменчивость, связанную с линейной принадлежностью животных. Структура исходного распределения представлена в таблице 25.

Таблица 25 - Распределение животных по генеалогическим линиям

Генеалогическая линия	n	% от общей выборки
Рефлекшн Соверинг 198998 (I)	90	54,2
Вис Бэк Айдиал 1013415 (II)	27	16,3
Прочие линии	49	29,5
Всего	166	100

По результатам таблицы 25 отмечено, что общее поголовье исследованных животных составило 166 голов коров-первотелок голштинской породы чернопестрой масти. Доминирующее положение в структуре стада занимает линия Рефлекшн Соверинг 198998 (90 голов, 54,2% от общей выборки). Линия Вис Бэк Айдиал 1013415 представлена 27 животными (16,3%). Значительная часть выборки (49 голов, 29,5%) отнесена к прочим линиям.

Для оценки реализации генетического потенциала молочной продуктивности коров с первой законченной лактацией в зависимости от генеалогической принадлежности был проведен сравнительный анализ основных

хозяйственно-полезных признаков. Животные были распределены на три группы: I группа - коровы линии Рефлекшн Соверинг 198998 ($n=90$), II группа - линия Вис Бэк Айдиал 1013415 ($n=27$), III группа - животные прочих линий ($n=49$). Результаты сравнительной оценки представлены в таблице 26.

Анализ данных позволяет сделать выводы о наличии определенных различий в продуктивных качествах в зависимости от генеалогической принадлежности животных. Наибольшей молочной продуктивностью характеризовались коровы линии Вис Бэк Айдиал 1013415, превосходящие сверстниц из группы «Прочие линии» по удою за 305 дней лактации на 1010,30 кг ($p \leq 0,01$). Коровы линии Рефлекшн Соверинг 198998 также достоверно превосходили животных III группы по данному показателю на 702,1 кг ($p \leq 0,05$). При сравнении двух генеалогических линий между собой статистически значимых различий по удою не установлено, однако отмечена тенденция к превосходству линии Вис Бэк Айдиал 1013415.

По выходу молочного жира за 305 дней лактации выявлены достоверные различия между животными I и III групп ($p \leq 0,01$), а также II и III групп ($p \leq 0,05$).

Разница по данному показателю между III и I группами составила 30,0 кг ($p \leq 0,01$), между III и II группами - 36,2 кг ($p \leq 0,05$). Аналогичная тенденция отмечена по выходу белка за 305 дней лактации. Животные III группы достоверно уступали I и II на 22,1 и 30,3 кг соответственно ($p \leq 0,01$). Показатели массовой доли жира и белка, продолжительность лактации, возраст первого отела и живая масса не имели статистически значимых межгрупповых отличий.

Коэффициент вариации по большинству показателей находился в пределах 10-20%, что указывает на среднюю изменчивости признаков. Исключение составили показатели удоев и выхода молочного жира и белка в III группе (15-25%), что может свидетельствовать о неоднородности по продуктивным качествам.

Таблица 26 - Продуктивные показатели коров-первотелок различных генеалогических линий за первую лактацию

Показатели	Группа I (n=90)		Группа II (n=27)		Группа III (n=49)		II±I	III±I	III±II
	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%			
Продолжительность лактации, дней	345,7±5,8	16,0	343,9±10,0	15,7	341,2±9,2	18,8	-1,8	-4,5	-2,7
Удой за полную лактацию, кг	10935,3±199,1	17,2	11216,6±317,8	14,7	10147,8±371,1	25,6	281,3	-787,5	-1068,8
МДЖ за полную лактацию, %	4,15±0,02	4,3	4,09±0,02	2,9	4,15±0,03	4,3	-0,06	0	0,06
Выход молочного жира за полную лактацию, кг	453,7±8,4	17,5	458,4±13,1	15,2	420,1±15,1	25,2	4,7	-33,6	-38,3
МДБ за полную лактацию, %	3,51±0,01	3,9	3,48±0,03	4,3	3,54±0,03	4,2	-0,03	0,03	0,06
Выход молочного белка за полную лактацию, кг	382,7±6,7	16,8	389,7±10,9	14,5	357,7±12,6	24,7	7,0	-25,0	-32,0
Удой за 305 дней лактации, кг	9790,1±127,0	12,3	10098,3±207,7	10,7	9088,0±196,9	15,1	308,2	-702,1*	-1010,3**
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,14±0,02	4,3	4,07±0,02	2,7	4,13±0,03	4,6	-0,07	-0,01	0,06
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	405,1±5,3	12,5	411,3±8,7	10,9	375,1±15,0	15,0	6,2	-30,0**	-36,2
МДБ за 305 дней лактации, %	3,49±0,01	4,0	3,47±0,03	4,3	3,52±0,03	4,2	-0,02	0,03	0,05
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	340,9±3,8	10,6	349,1±5,5	8,2	318,8±13,6	13,6	8,2	-22,1**	-30,3**
Живая масса, кг	566,0±2,4	4,18	560,1±3,1	3,1	562,5±3,9	4,9	-5,9	-3,45	2,4
Возраст первого отела, мес	22,9±0,1	7,5	22,9±0,2	4,6	22,8±0,1	5,6	0,0	-0,1	-0,1

Для более детальной оценки характера молокообразования на протяжении первой лактации был проведен анализ динамики помесечных удоев. Лактационная кривая является важным показателем не только уровня продуктивности, но и физиологического состояния животного, его способности к длительной высокопродуктивной деятельности. Результаты помесечной динамики удоев в срезе генеалогических линий представлены в таблице 27, на рисунке 10 и в таблице 28.

Анализ данных показал, что лактационные кривые всех исследуемых групп имеют классическую форму с плавным подъемом на 5-6 месяцы лактации.

Лактационная кривая линии Рефлекшн Соверинг 198998 характеризовалась постепенным подъемом удоев от первого месяца (554,4 кг) к пику на пятый месяц лактации (1021,8 кг). После достижения пика наблюдалось плавное снижение продуктивности до 933,6 кг к десятому месяцу лактации. Коэффициент устойчивости лактации составил 91,4%, что свидетельствует о хорошей способности животных данной линии к сохранению молочной продуктивности в поздние месяцы лактации.

Лактационная кривая линии Вис Бэк Айдиал 103415 характеризовалась наиболее высокими показателями удоев на протяжении всей лактации. Пик пришелся на шестой месяц (1057,4 кг). Характерной особенностью данной кривой является ее более пологая форма. После достижения пика продуктивность сохранялась на высоком уровне до седьмого месяца (1056,3 кг). Коэффициент устойчивости лактации составил 90,7%.

Наиболее низкие показатели на протяжении всей лактации отмечены у животных III группы. Пик лактации у них приходился на пятый месяц (969,9 кг), однако абсолютные значения были ниже на 50-100 кг по сравнению с животными других групп. Коэффициент устойчивости лактации составил 84,5%, что является наименьшим среди всех групп и свидетельствует о более быстром спаде лактационной кривой после пика.

Статистически значимые различия между группами начинают проявляться с третьего месяца лактации.

Таблица 27 - Помесячная динамика удоев коров голштинской породы различных генеалогических линий за первую лактацию, кг

Месяц лактации	I группа (n=90)	II группа (n=27)	III группа (n=49)	II±I	III±I	III±II
	M±m	M±m	M±m			
1	544,4±28,	577,3±45,4	450,4±38,6	32,9	-94,0	-126,9
2	929,3±16,4	940,3±33,3	892,3±23,3	11,0	-37,0	-48,0
3	1008,5±16,2	1055,2±27,1	958,2±25,2	46,7	-50,3	-97,0*
4	1020,7±16,3	1048,4±29,6	964,7±26,2	27,7	-56,0	-83,7
5	1021,8±16,0	1054,1±29,5	969,9±23,4	32,3	-51,9	-84,2
6	1013,6±17,6	1057,4±32,0	960,8±24,3	43,8	-52,8	-96,6*
7	1002,3±16,6	1056,3±29,9	948,2±24,9	54,0	-54,1	-108,1*
8	987,4±16,6	1029,3±33,9	908,7±26,8	41,9	-78,7*	-120,6*
9	977,7±16,5	1019,1±29,7	883,7±24,5	41,4	-94,0**	-135,4**
10	933,6±15,8	955,8±23,7	819,8±24,6	22,2	-113,8***	-136,0***

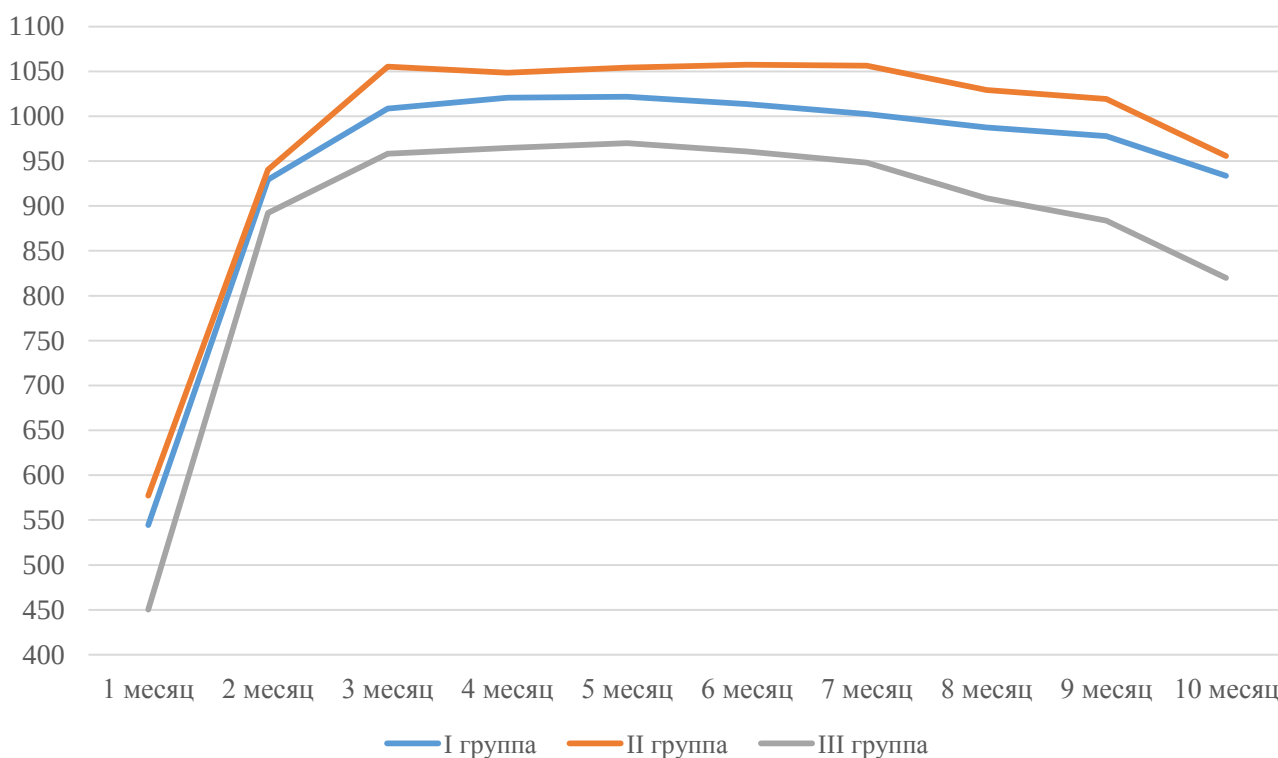


Рисунок 10 - Лактационные кривые коров-первотелок голштинской породы в срезе генеалогических линий

Таблица 28 - Сводные показатели лактационной деятельности

Показатель	Рефлекшн Соверинг 198998	Вис Бэк Айдиал 1013415	Прочие линии
Пик лактации, кг (месяц)	1021,8 (5)	1057,4 (6)	969,9 (5)
Среднемесячный удой за лактацию, кг	949,0	985,0	882,0
Коэффициент устойчивости лактации, %	91,4	90,7	84,5

Таким образом, полученные данные подтверждают влияние генеалогической принадлежности на реализацию молочного потенциала и указывают на целесообразность дальнейшей селекционной работы с использованием животных линии Вис Бэк Айдиал 1013415.

3.2.2. Стратификация коров-первотелок голштинской породы по различным вариантам генотипа каппа-казеина и оценка их продуктивных показателей

Для оценки влияния генетических факторов на молочную продуктивность было проведено разделение животных по генотипу каппа-казеина (CSN3). Он является одним из ключевых маркеров, ассоциированных с белкомолочностью и технологическими свойствами молока. У крупного рогатого скота наиболее распространены два аллеля - А и В, которые формируют три вариации - АА, АВ и ВВ. Результаты распределения животных по генотипам представлены в таблице 29.

Таблица 29 - Распределение животных по генотипам каппа-казеина

Генотип	Количество голов	% от общей выборки
АА	58	34,9
АВ	79	47,6
ВВ	29	17,5
Всего	166	100
Частота аллелей		
Частота аллеля А	0,587	
Частота аллеля В	0,413	

Анализ структуры стада по генотипу каппа-казеина показал, что наиболее распространенным в исследуемой популяции является гетерозиготный генотип АВ (47,6%). Доля гомозигот животных составила 34,9% (АА) и 17,5% (ВВ). Частота аллеля А составила 0,587, аллеля В - 0,413, что соответствует распределению животных относительно голштинской породы. Анализ продуктивных показателей, представленный в таблице 30, позволил выявить четкие фенотипические тенденции, связанные с носительством конкретных аллелей гена каппа-казеина.

Таблица 30 – Сравнительный анализ продуктивных показателей коров-первотелок по различным генотипам каппа-казеина

Показатели	AA (n=58)		AB (n=79)		BB (n=29)		AA±AB	AA±BB	AB±BB
	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%			
Продолжительность лактации, дней	351,5±9,0	19,5	342,6±5,9	15,4	333,2±8,2	13,2	8,9	18,3	9,4
Удой за полную лактацию, кг	11137,3±332,0	22,0	10656,8±207,2	17,2	10220,9±375,9	19,8	480,5	916,4	435,9
МДЖ за полную лактацию, %	4,13±0,02	4,1	4,12±0,02	4,4	4,18±0,02	3,5	0,01	-0,05	-0,06
Выход молочного жира за полную лактацию, кг	459,3±12,9	21,4	440,2±9,0	18,1	426,7±15,4	19,4	19,1	32,6	13,5
МДБ за полную лактацию, %	3,49±0,01	3,6	3,51±0,01	4,1	3,53±0,03	4,8	-0,02	-0,04	-0,02
Выход молочного белка за полную лактацию, кг	388,5±11,02	21,6	373,9±7,1	16,8	359,5±12,38	18,5	14,6	29,0	14,4
Удой за 305 дней лактации, кг	9760,4±135,0	10,5	9605,8±152,6	14,1	9452,5±289,2	16,4	154,6	307,9	153,23
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,11±0,02	4,3	4,11±0,02	4,4	4,18±0,02	3,6	0	-0,07	-0,07
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	401,4±5,4	10,2	395,1±6,4	14,4	394,9±12,1	16,5	6,3	6,5	0,2
МДБ за 305 дней лактации, %	3,47±0,01	3,7	3,5±0,01	4,1	3,5±0,03	5,06	-0,03	-0,06	-0,03
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	338,2±4,1	9,3	335,2±4,6	12,2	332,0±8,7	14,1	3,0	6,2	3,2
Живая масса, кг	562,9±3,0	4,0	563,0±2,8	4,4	568,9±4,3	4,1	-0,1	-6,0	-5,9
Возраст первого отела, мес	22,8±0,1	6,4	23,0±0,1	7,1	22,4±0,19	4,6	-0,1	0,4	0,6

В частности, было установлено, что животные с генотипом АА продемонстрировали наивысшие количественные показатели молочной продуктивности. Они достоверно превосходили коров с другими генотипами по продолжительности лактации, удою за всю лактацию и за 305 дней, а также по выходу молочного жира и белка. Так, в среднем, удой за всю лактацию у генотипа АА был на 480,5 кг выше, чем у генотипа АВ, и на 916,4 кг выше, чем у генотипа ВВ. Выход молочного белка у носителей генотипа АА также был максимальным, превышая показатели генотипов АВ и ВВ на 14,6 кг и 29,0 кг соответственно. В противоположность этому, животные с генотипом ВВ характеризовались наиболее высоким качеством молока, показывая стабильно большую массовую долю жира и белка как за всю лактацию, так и за 305-дневный период. Например, содержание жира у них было на 0,05 - 0,07 %, чем у генотипов АА и АВ. Закономерно, что генотип АВ занимал промежуточное положение по большинству анализируемых признаков, приближаясь по величине удоя к генотипу АА, а по содержанию компонентов молока - к генотипу ВВ.

Таким образом, в среднем по выборке наблюдаются ожидаемые биологические тенденции (аллель А ассоциирован с более высоким удоем, аллель В - с лучшим качеством молока), однако, эти различия в условиях данного исследования не достигают уровня статистической значимости.

3.2.3. Стратификация коров-первотелок голштинской породы по удою за 305 дней лактации

На основании проведенной стратификации коров-первотелок голштинской породы по показателю «Удой за 305 дней лактации» на три группы - нижнюю (I), среднюю (II) и верхнюю (III) страты - выявлены четкие и статистически достоверные различия в комплексе продуктивных признаков (таблица 31). Разница в удое за 305 дней между нижней и средней стратой составляет 1310,0 кг, между нижней и верхней - 2774,0 кг, а между средней и верхней - 1464,3 кг, причем все эти различия являются высоко значимыми ($p \leq 0,001$). Аналогичная картина наблюдается для удоя за всю лактацию, что подтверждает корректность

проведенного деления и согласованность двух ключевых количественных показателей.

Наиболее высокий выход этих компонентов характерен для животных верхней страты, а наименьший - для нижней. Так, выход молочного жира за 305 дней у верхней страты достоверно превышает показатели средней и нижней на 60,3 кг и 109,3 кг соответственно, а выход молочного белка - на 37,8 кг и 80,4 кг. Все различия являются высоко значимыми ($p \leq 0,001$). В то же время, по содержанию жира в молоке (массовой доле жира) достоверных различий между стратами не обнаружено, значения этого показателя остаются на сопоставимом уровне (около 4,1-4,18 %) во всех трех группах. Значимые различия зафиксированы между верхней и обеими другими стратами: в верхней страте содержание белка за всю лактацию и за 305 дней составляет 3,41% и 3,39%, что на 0,11-0,17 % ниже, чем в нижней страте ($p \leq 0,001$), и на 0,12-0,13 % ниже, чем в средней ($p \leq 0,001$). Разница в содержании белка между нижней и средней стратами статистически незначима.

Что касается других изучаемых признаков, то продолжительность лактации, живая масса коров и возраст первого отёла не показали статистически достоверных различий между выделенными стратами. Это указывает на то, что стратификация по уровню молочной продуктивности в первую лактации не связана с существенной разницей в продолжительности продуктивного периода, развитии телосложения и сроках хозяйственного использования животных.

Таким образом, результаты анализа подтверждают, что увеличение уровня молочной продуктивности у коров-первотелок сопровождается пропорциональным ростом выхода основных компонентов молока - жира и белка, однако при этом качественный состав молока меняется неоднозначно: содержание жира остается стабильным, а содержание белка имеет тенденцию к снижению.

Таблица 31 – Сравнительный анализ продуктивных показателей коров-первотелок после стратификации

Показатели	Целевой показатель «Удой за 305 дней лактации»						I±II	I±III	II±III
	Нижняя страта (I) (n=55)		Средняя страта (II) (n=56)		Верхняя страта (III) (n=55)				
	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%			
Продолжительность лактации, дней	342,5±7,4	16,0	345,4±7,8	17,0	344,3±8,0	17,3	-2,9	-1,8	1,1
Удой за полную лактацию, кг	9263,1±238,1	19,0	10696,8±201,3	14,0	12286,6±256,1	15,4	1433,0****	-3023,0***	-1589,8****
МЖД за полную лактацию, %	4,18±0,02	4,4	4,11±0,02	3,9	4,11±0,02	4,0	0,07	0,07	0
Выход молочного жира за полную лактацию, кг	387,3±10,1	19,4	441,1±9,3	15,8	505,3±10,2	15,0	-53,8****	-118,0****	-64,2****
МДБ за полную лактацию, %	3,58±0,02	4,1	3,53±0,01	3,4	3,41±0,01	3,0	0,05	0,11****	0,12****
Выход молочного белка за полную лактацию, кг	331,6±8,5	19,1	378,3±7,7	15,3	419,5±8,9	15,8	-46,7****	-87,9****	-41,2****
Удой за 305 дней лактации, кг	8271,6±98,9	8,8	9582,1±37,8	2,9	11046,4±97,4	6,5	1310,0****	-2774,0****	1464,3****
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,16±0,02	4,5	4,1±0,02	3,9	4,11±0,02	4,2	0,06	0,05	-0,01
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	344,5±4,49	9,6	393,5±2,7	5,2	453,8±4,3	7,1	-49,0****	-109,3****	-60,3****
МДБ за 305 дней лактации, %	3,56±0,02	4,3	3,52±0,01	3,6	3,39±0,01	2,9	0,04	0,17****	0,13****
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	294,7±3,33	8,3	337,3±1,9	4,3	375,1±3,0	6,0	-42,6****	-80,4****	-37,8****
Живая масса, кг	561,0±2,8	3,7	564,6±3,5	4,6	565,4±3,3	4,3	-3,6	-4,4	-0,8
Возраст первого отела, мес	23,0±0,2	6,7	22,8±0,1	4,8	22,8±0,2	7,9	0,2	0,2	0

Для оценки продуктивных качеств коров-первотелок и оценки степени влияния генетического фактора была дополнительно проведена стратификация животных в срезе различных вариантов генотипов каппа-казеина (таблица 32, таблица 33, таблица 34).

Проведенная стратификация коров-первотелок генотипа АА по каппа-казеину на группы с низким (I), средним (II) и высоким (III) удоем за 305 дней лактации позволила выявить специфические закономерности, характерные для носителей этого аллеля (таблица 32). Установлено, что между выделенными стратами существуют статистически достоверные различия практически по всем основным показателям молочной продуктивности. Количественные признаки демонстрируют выраженную градацию: коровы высокой страты (III) достоверно превосходят животных средней (II) и низкой (I) страт по величине удоя как за 305 дней, так и за всю лактацию. Разница в удое за 305 дней между высокой и низкой стратами достигает 2253,0 кг ($p \leq 0,001$), что подтверждает эффективность проведенной стратификации.

Пропорционально росту удоя увеличивается и валовый выход молочных компонентов. Выход молочного жира за 305 дней лактации у коров высокой страты превышает показатели низкой на 80,7 кг ($p \leq 0,001$), а выход молочного белка – на 62,5 кг ($p \leq 0,001$). Аналогичные высоко значимые различия наблюдаются и для выхода компонентов за всю лактацию. Что касается качественных показателей молока, то выявлены разнонаправленные тенденции.

Массовая доля жира в молоке у коров генотипа АА показала слабую, но статистически значимую отрицательную связь с уровнем продуктивности. В низкой страте содержание жира было достоверно выше, чем в высокой: разница составила 0,11% за всю лактацию ($p \leq 0,05$) и 0,13% за 305 дней ($p \leq 0,05$). При этом между средней и высокой, а также между низкой и средней стратами различия по жирномолочности были незначимы. Более выраженная отрицательная зависимость выявлена для массовой доли белка в молоке. Содержание белка в высокой страте было достоверно ниже, чем в средней и низкой: на 0,10% ($p \leq 0,01$) и 0,15% ($p \leq 0,001$) соответственно за всю лактацию.

Таблица 32 - Сравнительный анализ продуктивных показателей коров-первотелок по генотипу каппа-казеина AA

Показатели	Целевой показатель «Удой за 305 дней лактации»						I±II	I±III	II±III
	Нижняя страта (I) (n=16)		Средняя страта (II) (n=21)		Верхняя страта (III) (n=21)				
	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%			
Продолжительность лактации, дней	341,2±11,3	13,2	343,4±14,4	19,2	367,5±18,4	22,9	-2,2	-26,3	-24,1
Удой за полную лактацию, кг	9563,5±371,6	15,5	10646,6±360,9	15,5	12827,0±598,1	21,3	-1083,0**	-3263,0***	-2180,4**
МДЖ за полную лактацию, %	4,2±0,04	4,4	4,11±0,03	4,3	4,09±0,03	3,3	0,09	0,11*	0,02
Выход молочного жира за полную лактацию, кг	401,9±15,37	15,3	438,6±16,2	16,9	523,9±23,8	20,8	-36,7	-122,0***	-85,3**
МДБ за полную лактацию, %	3,5±0,03	3,4	3,51±0,02	3,3	3,41±0,02	3,08	0,05	0,15***	0,1**
Выход молочного белка за полную лактацию, кг	341,2±13,7	16,1	374,4±14,2	17,3	438,5±20,6	21,5	-33,2	-97,3***	-64,1**
Удой за 305 дней лактации, кг	8573,2±141,9	6,6	9598,6±66,1	3,1	10826,8±125,4	5,3	1025,0***	2253,0***	1228,2***
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,19±0,04	4,7	4,1±0,03	4,4	4,06±0,03	3,6	0,09	0,13*	0,04
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	359,5±7,2	8,0	394,4±4,7	5,4	440,2±5,6	5,9	-34,9***	-80,7***	-45,8***
МДБ за 305 дней лактации, %	3,55±0,03	3,4	3,49±0,03	3,2	3,39±0,02	3,0	0,06	0,16***	0,1**
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	304,5±6,2	8,1	335,1±2,9	4,0	367,0±4,5	5,6	-30,6***	-62,5***	-31,9***
Живая масса, кг	563,1±6,0	4,2	565,2±6,1	4,9	560,4±3,5	2,9	-2,1	2,7	4,8
Возраст первого отела, мес	23,2±0,4	8,5	23,0±0,3	6,5	22,4±0,1	3,6	0,2	0,7	0,5

Учитывая выявленные закономерности у гомозиготных носителей аллеля А, представляет научный и практический интерес оценить, каким образом протекает стратификация по уровню продуктивности у гетерозиготного генотипа АВ.

На основании проведенного сравнительного анализа продуктивных показателей коров-первотелок голштинской породы с генотипом АВ по каппа-казеину, стратифицированных по уровню удоя за 305 дней лактации, установлены четкие закономерности (таблица 33). Выделенные страты - нижняя (I), средняя (II) и верхняя (III) - демонстрируют статистически высоко достоверные различия по всем ключевым количественным показателям молочной продуктивности.

Установлено, что коровы верхней страты достоверно превосходят животных среднего и низкого уровней продуктивности: удой за 305 дней лактации у них больше на 1748,0 кг и 3032,5 кг соответственно, а аналогичная картина наблюдается и для удоя за всю лактацию.

Закономерному повышению удоя сопутствует пропорциональный и статистически значимый рост валового выхода молочного жира и белка. В частности, выход молочного жира за 305 дней у коров верхней страты превышает показатели нижней на 120,8 кг, а выход молочного белка - на 90,7 кг, причем различия между всеми парами страт также являются значимыми. Что касается качественных показателей молока, то массовая доля жира остается стабильной и статистически неразличимой между стратами, колеблясь в узком диапазоне 4,09-4,13%, что свидетельствует об отсутствии влияния уровня удоя на жирномолочность у гетерозиготных животных.

В противоположность этому, выявлена устойчивая отрицательная связь между величиной удоя и массовой долей белка в молоке: в верхней страте содержание белка было достоверно ниже, чем в средней и нижней стратах, на 0,12-0,16 %. При этом продолжительность лактации, живая масса и возраст первого отёла не показали достоверных различий между группами, что указывает на независимость этих биологических признаков от вариации уровня молочной продуктивности внутри генотипа.

Таблица 33 -. Сравнительный анализ продуктивных показателей коров-первотелок по генотипу каппа-казеина АВ

Показатели	Целевой показатель «Удой за 305 дней лактации»						I±II	I±III	II±III
	Нижняя страта (I) (n=28)		Средняя страта (II) (n=28)		Верхняя страта (III) (n=23)				
	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%			
Продолжительность лактации, дней	348,5±12,3	18,7	345,2±9,9	15,3	332,3±6,8	9,8	3,2	16,9	12,9
Удой за полную лактацию, кг	9412,7±361,7	20,3	10683,0±255,9	12,6	12139,5±210,0	8,2	1270,2**	2726,7****	-1456,5****
МДЖ за полную лактацию, %	4,15±0,04	5,0	4,12±0,03	4,0	4,1±0,03	4,1	0,03	0,05	0,02
Выход молочного жира за полную лактацию, кг	391,9±15,8	21,4	441,3±12,8	15,4	497,6±9,2	8,8	-49,4*	-105,7****	-56,2**
МДБ за всю лактацию, %	3,57±0,02	4,3	3,53±0,02	3,5	3,41±0,02	3,0	0,04	0,16****	0,12****
Выход молочного белка за полную лактацию, кг	336,3±13,0	20,5	378,1±9,7	13,6	414,5±7,7	8,9	-41,8*	-78,2****	-36,4**
Удой за 305 дней лактации, кг	8267,7±118,2	7,5	9552,1±51,1	2,8	11300,2±170,6	7,2	1284,4****	-3032,5****	1748,0****
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,13±0,03	5,0	4,1±0,03	3,8	4,09±0,03	4,3	0,03	0,04	0,01
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	342,1±5,8	9,0	392,3±3,9	5,2	463,0±7,7	8,0	-50,1****	-120,8****	-70,7****
МДБ за 305 дней лактации, %	3,55±0,02	4,3	3,53±0,02	3,7	3,4±0,01	2,6	0,02	0,15****	0,13****
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	293,2±3,5	6,3	337,2±2,9	4,5	383,9±4,7	5,9	-44,0****	-90,7****	-46,7****
Живая масса, кг	561,2±3,7	3,5	559,8±4,4	4,2	568,9±6,6	5,6	1,3	-7,7	-9,0
Возраст первого отела, мес	23,0±0,2	6,3	22,6±0,1	3,6	23,6±0,4	10,1	0,3	-0,6	-0,9

Таким образом, генотип АВ характеризуется сочетанием стабильно высокой жирномолочности при любом уровне продуктивности и выраженной тенденции к снижению белкомолочности по мере роста удоя.

Поскольку гетерозиготный генотип АВ продемонстрировал закономерности, во многом сходные с гомозиготами АА, закономерно возникает вопрос о том, как поведет себя генотип ВВ, традиционно связанный с более приятными технологическими свойствами молока.

Проведенная стратификация коров-первотелок генотипа ВВ по каппа-казеину на группы с низким (I), средним (II) и высоким (III) удоем за 305 дней лактации позволила выявить специфические закономерности, характерные для носителей этого аллеля (таблица 34). У животных генотипа ВВ страты достоверно ($p \leq 0,001$) различаются по ключевым показателям молочной продуктивности. Удой за 305 дней лактации в высокой страте (III) достоверно превышает показатели средней (II) и низкой (I) страт на 1282,9 и 3092,0 кг соответственно. Аналогичная, высоко значимая разница наблюдается для удоя за всю лактацию, а также для выхода молочного жира и молочного белка как за 305 дней, так и за весь лактационный период. Это подтверждает, что даже в рамках одного, «качественного» генотипа ВВ, существует значительная фенотипическая изменчивость по величине удоя, детерминированная иными генетическими или паратипическими факторами.

Качественные показатели молока (массовая доля жира и белка). Выявлена неоднородная динамика. По содержанию жира статистически значимых различий между стратами не установлено. Средние значения во всех трех группах остаются на стабильно высоком уровне (около 4,09-4,21%), что подтверждает устойчивую связь аллеля В с высоким содержанием жира в молоке, независимо от уровня надоев. В отличие от этого, содержание белка в молоке демонстрирует четкую отрицательную связь с величиной удоя. В высокой страте (III) массовая доля белка за всю лактацию и за 305 дней (3,40% и 3,40%) была достоверно ниже ($p \leq 0,01$), чем в средней (3,58% и 3,57%) и низкой (3,63% и 3,63%) стратах.

Таблица 34 - Сравнительный анализ продуктивных показателей коров-первотелок по генотипу каппа-казеина ВВ

Показатели	Целевой показатель «Удой за 305 дней лактации»						I±II	I±III	II±III
	Нижняя страта (I) (n=11)		Средняя страта (II) (n=7)		Верхняя страта (III) (n=11)				
	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%			
Продолжительность лактации, дней	329,1±11,7	11,8	352,0±25,6	19,2	325,2±8,8	8,9	-22,9	3,9	26,8
Удой за полную лактацию, кг	8445,6±494,6	19,4	10902,3±695,2	16,8	11562,6±299,1	8,5	-2456,0*	3117,0***	-660,3
МДЖ за полную лактацию, %	4,2±0,03	2,5	4,1±0,04	2,9	4,2±0,05	4,5	0,1	0	-0,1
Выход молочного жира за полную лактацию, кг	354,4±19,9	18,6	447,2±28,2	16,7	485,8±12,5	8,5	-92,8*	-131,4***	-38,6
МДБ за полную лактацию, %	3,63±0,05	4,8	3,58±0,04	3,5	3,4±0,03	3,2	0,05	0,23**	0,18**
Выход молочного белка за полную лактацию, кг	305,9±17,4	18,8	390,4±25,3	17,1	393,5±10,9	9,2	-84,5*	-87,6***	-3,1
Удой за 305 дней лактации, кг	7843,0±304,2	12,8	9652,1±112,6	3,1	10935,0±196,6	5,9	1809,0***	-3092,0***	1282,9***
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,19±0,03	2,7	4,09±0,04	2,9	4,21±0,05	4,6	0,1	-0,02	-0,12
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	328,7±11,5	11,6	395,7±6,9	4,6	460,6±7,7	5,5	-67,0***	-131,9***	-64,9**
МДБ за 305 дней лактации, %	3,63±0,05	5,1	3,57±0,05	3,7	3,4±0,03	3,3	0,06	0,23**	0,17**
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	284,1±10,2	11,9	344,6±5,7	4,4	371,9±6,5	5,8	-60,5	-87,8***	-27,3
Живая масса, кг	562,1±6,7	3,9	582,0±10,6	4,8	567,5±5,8	3,4	-19,9	-5,4	14,5
Возраст первого отела, мес	23,0±0,3	4,7	22,7±0,1	2,1	21,8±0,2	4,4	0,3	1,2*	0,9*

Продолжительность лактации, живая масса и возраст первого отёла у коров генотипа ВВ в основном не показали статистически достоверных различий между стратами. Исключением является возраст первого отёла, который в высокой страте (III) имел тенденцию к более низким значениям (21,8 мес.), достоверно отличаясь от показателей низкой страты (23,0 мес.). Это может косвенно свидетельствовать о том, что более раннее физиологическое созревание и, соответственно, более ранний первый отёл, в совокупности с генотипом ВВ, могут способствовать реализации более высокого молочного потенциала в первую лактацию.

Таким образом, проведенная стратификация показала, что даже в пределах одного варианта каппа-казеина существует значительная фенотипическая изменчивость по количественным показателям продуктивности. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости комплексного подхода к отбору коров генотипа ВВ, предусматривая учет не только самого генотипа, но и контроль сопутствующих факторов, влияющих на уровень удоя и белковый состав молока.

3.2.4. Стратификация коров-первотелок голштинской породы по выходу молочного жира за 305 дней лактации

Проведенный ранее сравнительный анализ показал наличие статистически значимых различий в продуктивности между генеалогическими линиями и генотипами по каппа-казеину, а также подтвердил ожидаемую стратификацию по величине удоя. Однако для целей практической селекции ключевое значение имеет не столько констатация различий, сколько выявление конкретных признаков, позволяющих прогнозировать и максимально реализовывать генетический потенциал животных на ранних этапах их использования.

В условиях молочного скотоводства конечным экономически значимым продуктом являются не литры молока, а килограммы молочного жира и белка. В связи с этим, оценка животных исключительно по величине удоя может быть недостаточно релевантной. Более целесообразным представляется анализ,

основанный на комплексном показателе - выходе молочного жира, интегрирующем как количественный (удой), так и качественный (массовая доля жира) компоненты продуктивности (таблица 35, таблица 36, таблица 37).

Проведённый стратификационный анализ, коров-первотелок генотипа каппа-казеина AA по уровню выхода молочного жира за 305 дней лактации, представленный в таблице 35, выявил комплекс физиологически и селекционно значимых закономерностей, свидетельствующих о наличии генотип-специфического метаболического профиля у данного генетического варианта. Установлен статистически достоверный метаболический компромисс между синтезом жира и белка у AA-генотипа. При переходе от нижней к верхней страте по выходу молочного жира наблюдается высоко достоверное увеличение удоя за 305 дней лактации на 2063,0 кг (с 8775,8 до 10839,5 кг; $p < 0,0001$) и выхода молочного жира на 89,1 кг (с 356,3 до 445,5 кг; $p < 0,0001$), сопровождающееся достоверным снижением массовой доли белка на 0,12 %.

Ключевой вывод заключается в том, что у генотипа AA высокий выход молочного жира достигается преимущественно за счёт увеличения объёма синтезируемого молока, а не повышения его жирности, при этом наблюдается негативное влияние на белковый компонент - содержание белка в молоке статистически значимо снижается.

Динамика продуктивных показателей по стратам демонстрирует специфические особенности эффективности трансформации питательных веществ. Массовая доля жира остаётся стабильной по всем стратам (4,06-4,17%), что свидетельствует об отсутствии у AA-генотипа генетической предрасположенности к значимому увеличению жирности молока при росте продуктивности. В противоположность этому, массовая доля белка демонстрирует отрицательную динамику с достоверным снижением в верхней страте, что указывает на лимитированность синтеза белковых компонентов молока при высокой молочной продуктивности у данного генотипа.

Таблица 35 – Сравнительный анализ продуктивных показателей коров-первотелок по генотипу каппа-казеина AA

Показатели	Целевой показатель «Выход молочного жира за 305 дней лактации»						I±II	I±III	II±III
	Нижняя страта (I) (n=19)		Средняя страта (II) (n=19)		Верхняя страта (III) (n=20)				
	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%			
Продолжительность лактации, дней	343,8±13,3	16,8	352,1±18,0	22,3	358,2±15,8	19,7	-8,3	-14,4	-6,1
Удой за полную лактацию, кг	9838,2±402,6	17,8	10918,7±508,4	20,2	12579,0±572,2	20,3	-1080,0	2740,0***	-1660,3*
МДЖ за полную лактацию, %	4,08±0,03	3,7	4,17±0,04	4,5	4,13±0,03	4,0	-0,09	-0,05	0,04
Выход молочного жира за полную лактацию, кг	401,8±16,7	18,1	454,8±19,9	19,0	518,3±22,4	19,3	-53,0*	-116,5****	-63,5*
МДБ за полную лактацию, %	3,54±0,02	3,2	3,5±0,03	3,9	3,43±0,02	3,1	0,04	0,11**	0,07
Выход молочного белка за полную лактацию, кг	349,2±15,7	19,6	382,4±17,1	19,5	431,6±19,8	20,5	-33,2	-82,4**	-49,2
Удой за 305 дней лактации, кг	8775,7±152,4	7,5	9609,3±98,9	4,4	10839,5±134,1	5,5	833,0****	2063,0****	1230,2****
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,06±0,03	3,3	4,17±0,04	4,9	4,11±0,04	4,4	-0,11	-0,05	0,06
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	356,3±4,7	5,8	400,0±2,3	2,	445,4±4,9	4,9	-43,7****	-89,1****	-45,4****
МДБ за 305 дней лактации, %	3,52±0,02	3,2	3,49±0,03	4,0	3,4±0,02	2,9	0,03	0,1**	0,0*
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	309,4±5,8	8,2	335,2±3,3	4,3	368,5±4,3	5,2	-25,8****	-59,1****	-33,3****
Живая масса, кг	562,1±5,3	4,1	566,5±6,6	5,0	560,3±3,5	2,8	-4,4	1,8	6,2
Возраст первого отела, мес	22,8±0,3	7,2	23,2±0,4	7,6	22,5±0,1	3,3	-0,4	0,3	0,7

Вариабельность показателей (C_v , %) возрастает с увеличением продуктивности по большинству признаков, особенно по удою за всю лактацию (с 17,8% до 20,3%) и выходу молочного белка за всю лактацию (с 19,6% до 20,5%), что свидетельствует о большей неоднородности высокопродуктивных животных и наличии скрытой стратификации внутри верхней страты.

Особый интерес представляет выявленная диссоциация в динамике качественных показателей молока: в то время как жирность молока не претерпевает существенных изменений, белковость достоверно снижается. Это позволяет предположить существование различных метаболических путей регуляции синтеза жира и белка у АА-генотипа, причём синтез белка, по-видимому, является лимитирующим звеном при высокой молочной продуктивности. Немаловажно, что продолжительность лактации имеет тенденцию к увеличению с ростом выхода жира (с 343,9 до 358,3 дней), хотя эти различия и не достигают статистической значимости, что может указывать на лучшую устойчивость лактации у более продуктивных животных данного генотипа.

Практическая значимость полученных результатов заключается в необходимости дифференцированного подхода к селекции коров с разными генотипами каппа-казеина. Для АА-генотипа селекция исключительно на высокий выход молочного жира может привести к нежелательному снижению белковости молока, что особенно критично для производства сыров и других белковоёмких молочных продуктов.

Поскольку гомозиготный генотип АА продемонстрировал специфический метаболический профиль, характеризующийся достижением высокого выхода жира преимущественно за счет увеличения удоя при одновременном снижении белковости, представляется важным оценить, каким образом проявляются эти закономерности у гетерозиготных носителей аллеля. Анализ животных с генотипом АВ, стратифицированных по аналогичному принципу, позволит определить, вносит ли наличие аллеля В изменения в характер метаболического

компромисса между синтезом жира и белка. Результаты сравнительного анализа представлены в таблице 36.

Анализ коров-первотелок гетерозиготного генотипа АВ по каппа-казеину, стратифицированных по выходу молочного жира, выявил промежуточный, но качественно отличный метаболический профиль по сравнению с гомозиготным генотипом АА. Установлено, что у животных генотипа АВ механизм достижения высокой жирности молока имеет смешанный характер, сочетая черты обоих аллелей.

Выявлена статистически достоверная тенденция к снижению белковости молока при переходе к верхней страте по выходу жира, аналогично генотипу АА, но с качественными отличиями в динамике жирового компонента. При сравнении низкой и верхней страт зафиксировано: увеличение удоя за 305 дней лактации на 2727,0 кг (с 8272,3 до 10999,7 кг; $p < 0,0001$); увеличение выхода молочного жира на 123,0 кг (с 335,6 до 458,7 кг; $p < 0,0001$); повышение массовой доли жира на 0,12 процентных пункта (с 4,06% до 4,18%; $p \leq 0,05$); снижение массовой доли белка на 0,09 процентных пункта (с 3,54% до 3,45%; $p \leq 0,05$).

Ключевое отличие от генотипа АА заключается в том, что у гетерозиготных животных высокий выход молочного жира достигается не только за счёт увеличения удоя, но и благодаря повышению жирности молока, что свидетельствует о более эффективном липидном метаболизме у носителей аллеля В. Однако метаболический компромисс между синтезом жира и белка сохраняется, о чём говорит достоверное снижение белковости в верхней страте.

Особенностью генотипа АВ является обратная зависимость продолжительности лактации от выхода жира: с увеличением продуктивности наблюдается сокращение лактационного периода с 353,7 до 332,6 дней. Данное различие не достигает статистической значимости, но демонстрирует чёткую тенденцию. Это может указывать на более интенсивный тип метаболизма у высокопродуктивных АВ-животных, приводящий к более ранней инволюции лактации.

Таблица 36 – Сравнительный анализ продуктивных показателей коров-первотелок по генотипу каппа-казеина АВ

Показатели	Целевой показатель «Выход молочного жира за 305 дней лактации»						I±II	I±III	II±III
	Низкая страта (I) (n=26)		Средняя страта (II) (n=26)		Верхняя страта (III) (n=27)				
	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%			
Продолжительность лактации, дней	353,6±13,0	18,8	342,1±10,4	15,6	332,5±6,4	10,1	11,5	21,1	9,6
Удой за полную лактацию, кг	9544,0±389,8	20,8	10545,5±307,3	14,8	11835,6±221,6	9,7	-1001,0*	-2291,0****	1290,1**
МДЖ за полную лактацию, %	4,08±0,03	4,4	4,12±0,03	4,0	4,17±0,03	4,6	-0,04	-0,09	-0,05
Выход молочного жира за полную лактацию, кг	390,4±17,0	22,3	434,9±13,1	15,4	493,3±8,9	9,4	-44,5*	-102,9****	-58,4****
МДБ за полную лактацию, %	3,56±0,02	4,1	3,51±0,02	3,3	3,45±0,02	4,3	0,05	0,11**	0,06
Выход молочного белка за полную лактацию, кг	340,7±14,1	21,	371,2±11,4	15,7	408,4±6,7	8,6	30,5	67,7****	37,2**
Удой за 305 дней лактации, кг	8272,3±130,7	8,0	9491,9±92,4	4,9	10999,7±199,1	9,4	-1219,0****	-2727,0****	1507,8****
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,06±0,03	4,0	4,1±0,03	3,8	4,18±0,03	4,8	-0,04	-0,12*	-0,08
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	335,6±4,7	7,1	388,6±2,3	3,1	458,6±6,8	7,7	-53,0****	-123,0****	-70,0****
МДБ за 305 дней лактации, %	3,54±0,02	4,1	3,5±0,02	3,4	3,45±0,02	4,4	0,04	0,09*	0,05
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	292,9±3,7	6,5	332,3±3,5	5,4	378,7±4,7	6,5	-39,4****	-85,8****	-46,4****
Живая масса, кг	561,6±3,9	3,5	558,6±4,4	4,0	568,5±6,0	5,5	3,0	-6,9	-9,9
Возраст первого отела, мес	23,1±0,2	6,5	22,6±0,1	4,1	23,3±0,4	9,5	0,5	-0,2	-0,7

Вариабельность продуктивных показателей у генотипа АВ снижается с ростом выхода жира, что особенно заметно по удою за всю лактацию (С_в снижается с 20,8% до 9,7%) и выходу молочного жира за всю лактацию (с 22,3% до 9,4%). Это свидетельствует о большей однородности высокопродуктивных АВ-животных по сравнению с АА-генотипом, где вариабельность возрастала.

Сравнительный анализ с генотипом АА позволяет констатировать, что гетерозиготные животные занимают промежуточное положение по выраженности метаболического компромисса между синтезом жира и белка, но при этом демонстрируют более благоприятную динамику жирности молока.

Для завершения комплексной оценки аллель-специфических особенностей метаболизма при стратификации по выходу молочного жира за 305 дней лактации был проведен анализ гомозиготного генотипа ВВ, который в предыдущих разделах характеризовался стабильно высокой жирномолочностью. Результаты сравнительной характеристики коров-первотелок с генотипом ВВ представлены в таблице 37.

Анализ коров-первотелок с гомозиготным генотипом ВВ по каппа-казеину, стратифицированных по выходу молочного жира, выявил специфический метаболический профиль, характеризующийся эффективным увеличением молочной продуктивности при выраженном изменении качественного состава молока.

Установлены следующие статистически достоверные закономерности при переходе от нижней к верхней страте по выходу молочного жира: удой за 305 дней лактации возрастает на 3277,0 кг (с 7749,5 до 11026,9 кг; $p \leq 0,0001$), а выход молочного жира-на 140,5 кг (с 324,3 до 464,8 кг; $p \leq 0,0001$); массовая доля жира за 305 дней лактации остаётся статистически неизменной (4,19% в нижней и 4,22% в верхней страте; $p > 0,05$).

Таким образом, высокий выход жира у генотипа ВВ, как и у генотипа АА, обеспечивается в первую очередь за счёт значительного увеличения объёма надоев; массовая доля белка за всю лактацию достоверно снижается на 0,22 %.

Таблица 37 – Сравнительный анализ продуктивных показателей коров-первотелок по генотипу каппа-казеина ВВ

Показатели	Целевой показатель «Выход молочного жира за 305 дней лактации»						I±II	I±III	II±III
	Нижняя страта (I) (n=10)		Средняя страта (II) (n=9)		Верхняя страта (III) (n=10)				
	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%			
Продолжительность лактации, дней	331,2±12,8	12,2	342,22±20,6	18,1	327,1±9,5	9,2	-11,0	4,1	15,1
Удой за всю лактацию, кг	8402,4±544,7	20,5	10584,4±579,6	16,4	11712,3±286,3	7,7	-2182,0*	-3309,0****	-1127,9
МДЖ за всю лактацию, %	4,2±0,03	2,6	4,13±0,03	2,86	4,2±0,06	4,77	0,07	0	-0,07
Выход молочного жира за всю лактацию, кг	352,1±21,9	19,6	436,6±22,9	15,7	492,3±11,8	7,5	-84,5	-140,2	-55,7
МДБ за всю лактацию, %	3,6±0,053	4,64	3,61±0,04	4,04	3,38±0,03	3,04	-0,01	0,22**	0,23**
Выход молочного белка за всю лактацию, кг	302,2±18,7	19,6	381,7±20,2	15,8	397,0±11,4	9,1	-79,5	-94,8	-15,3
Удой за 305 дней лактации, кг	7749,5±320,1	13,0	9595,4±139,4	4,3	11026,9±192,1	5,5	-1845,0***	-3277,0***	1431,5***
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,19±0,03	2,85	4,12±0,04	2,92	4,22±0,06	4,84	0,07	-0,03	-0,1
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	324,2±11,8	11,5	395,8±6,5	4,9	464,7±7,1	4,8	-71,6***	-140,5***	-68,9***
МДБ за 305 дней лактации, %	3,6±0,05	5,0	3,6±0,05	4,21	3,38±0,03	3,18	0	0,22	0,22
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	278,5±9,5	10,8	345,4±4,6	4,0	373,5±7,0	5,9	-66,9***	-95,0**	-28,1***
Живая масса, кг	564,3±7,0	3,9	574,8±9,5	4,9	568,3±6,4	3,5	-10,5	-4,0	6,5
Возраст первого отела, мес	23,2±0,2	3,9	22,4±0,2	3,2	21,8±0,3	4,7	0,7	1,4**	0,6

При этом снижение белковости за стандартизованный 305-дневный период не достигает порога статистической значимости ($p > 0,05$), что указывает на возможное влияние более длительной или иной динамики лактации на этот показатель. Выявлено значимое уменьшение возраста первого отёла у животных верхней страты-21,8 месяцев против 23,2 месяцев в низкой страте ($p \leq 0,01$).

Таким образом, высокий выход жира у генотипа ВВ, как и у генотипа АА, обеспечивается в первую очередь за счёт значительного увеличения объёма надоев; массовая доля белка за всю лактацию достоверно снижается на 0,22 %. При этом снижение белковости за стандартизованный 305-дневный период не достигает порога статистической значимости ($p > 0,05$), что указывает на возможное влияние более длительной или иной динамики лактации на этот показатель. Выявлено значимое уменьшение возраста первого отёла у животных верхней страты-21,8 месяцев против 23,2 месяцев в низкой страте ($p \leq 0,01$).

Особенностью генотипа ВВ является высокая однородность высокопродуктивных животных, что указывает на генетическую устойчивость и предсказуемость продуктивных качеств у носителей аллеля В.

Следующим этапом исследования явилось сопоставление животных всех трех генотипов в рамках верхней страты по выходу молочного жира, что позволило оценить генотипы в сопоставимых условиях высокого уровня продуктивности по комплексу признаков: компонентному составу молока (таблица 38), интегральным показателям эффективности (таблица 39), а также функциональным характеристикам, влияющим на технологические свойства молока и воспроизводство (таблица 40).

Соотношение жир/белок оказалось наименьшим у генотипа АА (1,20), промежуточным у АВ (1,21) и наибольшим у ВВ (1,24). Повышенное значение данного показателя у генотипа ВВ может свидетельствовать о смещении метаболического профиля в сторону липогенеза и указывать на более высокую физиологическую нагрузку, связанную с мобилизацией эндогенных жировых резервов в период раздоя.

Таблица 38 - Основные показатели молочной продуктивности за 305 дней лактации коров-первотелок различных генотипов каппа-казеина в верхней страте

Показатель	Генотип каппа-казеина						AA-AB	AA-BB	AB-BB
	AA (n=20)		AB (n=27)		BB (n=10)				
	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%			
Удой за 305 дней лактации, кг	10839,5±134,1	5,5	10999,7±199,1	9,4	11026,9±192,1	5,5	-160,2	-187,4	-27,2
Массовая доля жира за 305 дней лактации, %	4,11±0,04	4,4	4,18±0,03	4,8	4,22±0,06	4,8	-0,07	-0,11	-0,04
Выход молочного жира за 305 дней лактации, кг	445,4±4,9	4,9	458,6±6,8	7,7	464,7±7,1	4,8	-13,2	-19,3*	-6,1
Массовая доля белка за 305 дней лактации, %	3,4±0,02	2,9	3,45±0,02	4,4	3,38±0,03	3,1	-0,05	0,02	0,07
Выход молочного белка за 305 дней лактации, кг	368,5±4,3	5,2	378,7±4,7	6,5	373,5±7,0	5,9	-10,2	-5,0	5,2

Таблица 39 - Интегральные показатели молочной продуктивности различных генотипов CSN3 в верхней страте

Показатели	Генотип AA	Генотип AB	Генотип BB	AA-AB	AA-BB	AB-BB
Соотношение жир/белок	1,20	1,21	1,24	-0,01	-0,04	-0,03
Суммарный выход жира и белка за 305 дней, кг	814,0	837,4	838,3	-23,4	-24,3	-0,9
1. Удой, скорректированный по 4% жирности (FCM), кг	10807,8	11059,8	11238,6	-252,0	-431,0	-179,0

Таблица 40 - Функциональные и технологические показатели коров-первотелок различных генотипов CSN3 в верхней страте

Показатели	Генотип AA (n=20)		Генотип AB (n=27)		Генотип BB (n=10)		AA-AB	AA-BB	AB-BB
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %			
Скорость молокоотдачи, кг/мин	2,23±0,03	7,6	2,33±0,03	6,84	2,29±0,03	4,3	-0,10	-0,06	0,04
Суточный удой, кг	36,4±0,9	11,2	39,0±0,9	12,3	38,9±1,1	9,1	-2,6	-2,5	0,1
Сервис-период, дней	135,4±16,7	55,2	113,7±7,8	35,7	101,6±11,1	34,7	21,7	33,8	12,1
Коэффициент устойчивости лактации, %	110,2±2,6	10,8	111,7±2,2	10,2	110,8±3,8	10,9	-1,5	-0,6	0,9
2. Расчетные показатели									
Общее время доения за лактацию, ч	81,0		78,6		80,2		2,4	0,8	-1,6
Продуктивность за час доения, кг/ч	133,8		139,8		137,4		-6,0	-3,6	2,4

Суммарный выход жира и белка, имеющий непосредственное экономическое значение, оказался минимальным у генотипа АА (814,0 кг) и максимальным у генотипа ВВ (838,3 кг). Генотип АВ (837,4 кг) практически не уступает ВВ - разница составляет 0,9 кг, при этом существенно превосходит АА на 23,4 кг. Таким образом, генотипы АВ и ВВ в условиях максимальной реализации продуктивности обеспечивают сопоставимый и наиболее высокий уровень суммарного выхода компонентов молока.

Удой, скорректированный по 4% жирности (FCM), позволяет исключить различия в составе молока и привести продуктивность животных к единой энергетической основе. Расчет FCM усиливает преимущество генотипа ВВ - разница с генотипом АА возрастает до 431,0 кг, тогда как по фактическому удою она составляет 187,4 кг. Генотип АВ так же демонстрирует существенное превосходство над АА (252,0 кг), уступая при этом ВВ на 179,0 кг. Полученные результаты подтверждают, что животные генотипа ВВ характеризуются более высокой энергетической продуктивностью, то есть производят большее количество энергии в составе молока за 305 дней лактации.

При анализе данных, представленных в таблице 40, отмечается наивысшая скорость молокоотдачи у генотипа АВ (2,23 кг/мин), которая превосходит генотип АА на 0,10 кг/мин и генотип ВВ на 0,04 кг/мин. При этом генотип АВ характеризуется не только максимальным, но и стабильным проявлением данного признака (коэффициент вариации = 6,84%). Генотип ВВ, несмотря на несколько более низкую среднюю скорость (2,29 кг/мин), отмечается минимальной вариабельностью (коэффициент вариации = 4,31%), что свидетельствует о высокой предсказуемости данного технологического свойства у животных с гомозиготным генотипом. Наименьшая скорость молокоотдачи и наибольшая вариабельность признака отмечены у генотипа АА (2,23 кг/мин, коэффициент вариации = 7,67%). Суточный удой закономерно коррелирует с удоем за 305 дней лактации - максимальные значения зафиксированы у генотипов АВ (39,0 кг) и ВВ (38,9 кг). Генотип АА существенно уступает (36,4), разница составляет 2,6 и 2,5 кг соответственно. По продолжительности сервис-периода выявлен четкий градиент

в зависимости от генотипа - наибольшее значение отмечено у генотипа АА (135,45 дней), промежуточное - у АВ (113,77 дней), наименьшее - у ВВ (101,6 дней). Разница между АА и ВВ достигает 33,8 дня в пользу ВВ, между АВ и ВВ - 12,1 дня. Наименьшая продолжительность сервис-периода у генотипа ВВ может свидетельствовать о более эффективном восстановлении репродуктивной функции после первой лактации, однако следует учитывать, что данный эффект достигается на фоне выявленного возможного метаболического компромисса и требует дополнительного изучения в динамике нескольких лактаций. Обращает на себя внимание чрезвычайно высокая вариабельность сервис-периода у генотипа АА (коэффициент вариации = 55,2%), что указывает на крайнюю неоднородность данной группы по репродуктивным качествам даже в условиях отбора в верхнюю страту. Коэффициент устойчивости лактации у всех трех генотипов находится в узком диапазоне 110,2-110,8% при минимальных различиях между группами, что свидетельствует о высокой и сопоставимой устойчивости лактационной деятельности у животных, отобранных в верхнюю страту, независимо от их генотипа по CSN3.

Расчетные показатели эффективности доения позволяют интегрировать валовой удой и скорость молокоотдачи для оценки суммарных трудозатрат и эффективности использования рабочего времени. Общее время доения за лактацию интегрирует валовой удой и скорость молокоотдачи, позволяя оценить суммарные трудозатраты на доение каждой коровы за 305 дней лактации. Минимальное общее время доения отмечено у генотипа АВ (78,69 ч), что на 2,4 ч меньше, чем у генотипа АА (81,00 ч), и на 1,6 ч меньше, чем у генотипа ВВ (80,25 ч). При этом важно подчеркнуть, что генотип АВ не является лидером по абсолютному удою - максимальный удой за лактацию зафиксирован у генотипа ВВ (11026,9 кг).

Достигнутая экономия времени доения у генотипа АВ обеспечивается исключительно за счет наивысшей скорости молокоотдачи (2,33 кг/мин), которая компенсирует несколько более низкий, чем у ВВ, валовой удой и позволяет завершать процесс доения быстрее. Данный результат имеет непосредственное

практическое значение, поскольку снижение времени доения при сохранении высокой продуктивности повышает пропускную способность доильной установки и сокращает затраты труда операторов. Продуктивность за час доения оказалась максимальной у генотипа АВ (139,8 кг/ч), что на 6,0 кг/ч выше, чем у АА, и на 2,4 кг/ч выше, чем у ВВ. Таким образом, генотип АВ демонстрирует наиболее высокую технологическую эффективность, обеспечивая максимальный выход продукции в единицу времени доения, несмотря на то, что по абсолютному удою уступает генотипу ВВ.

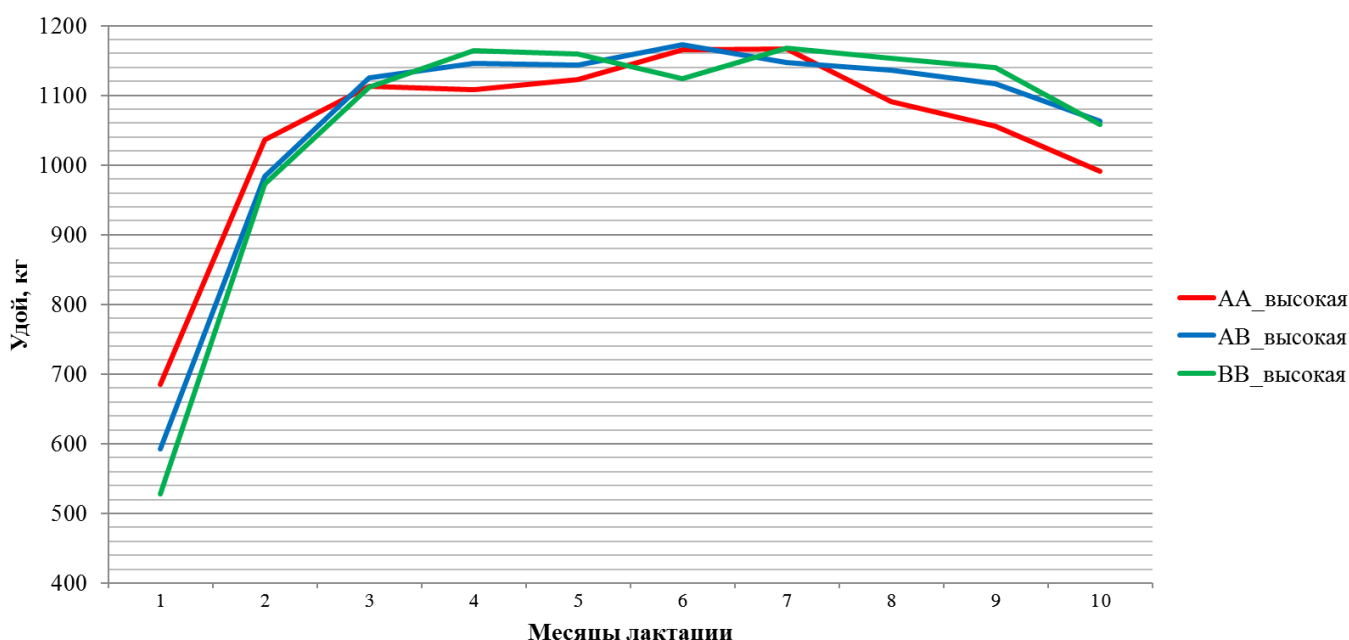


Рисунок 11 - Лактационные кривые различных генотипов CSN3 в верхней страте

Анализ лактационных кривых, представленных на рисунке 11, выявил существенные генотип-специфические особенности протекания лактации у высокопродуктивных животных. Генотип АА характеризуется самым высоким стартовым удоем в первый месяц лактации (685,7 кг). Кривая имеет умеренно выраженный пик на 6-7 месяце (1166,1 кг) с последующим наиболее резким спадом продуктивности во второй половине лактации - к 10-му месяцу удой снижается на 15% относительно пикового значения. Такая динамика может указывать на интенсивную мобилизацию резервов в начале лактации и более

быстрое истощение адаптационных возможностей организма. Генотип АВ демонстрирует наиболее плавный и стабильный тип лактации. Несмотря на низкий стартовый удой (592,2 кг), к 3-му месяцу животные этого генотипа выходят на уровень продуктивности, сопоставимый с другими группами. Пик лактации приходится на 6-й месяц и является наиболее высоким среди всех генотипов (1173,0 кг). Во второй половине лактации наблюдается наименее выраженный спад - к 10-му месяцу продуктивность снижается всего на 9,4%. Это может свидетельствовать о высокой устойчивости метаболизма и эффективном использовании питательных веществ в течение всей лактации, что согласуется с выявленным ранее сбалансированным профилем продуктивности у данного генотипа. Генотип ВВ отличается высокой скоростью роста продуктивности от 1-го ко 2-му месяцу (на 126,5%), достигая практически максимальных значений уже к 4-му месяцу (1163,9 кг). Однако, несмотря на формально высокие показатели, данный тип лактации может рассматриваться как более напряженный, что коррелирует с выявленным метаболическим компромиссом в виде максимального соотношения жир/белок и тенденции к снижению белково-молочности.

Проведенный комплексный анализ позволил установить, что в условиях максимальной реализации селекционного признака «выход молочного жира» животные различных генотипов CSN3 демонстрируют не только количественные различия по уровню продуктивности, но и качественно различные стратегии ее формирования. Генотип ВВ обеспечивает максимальную энергетическую продуктивность и наилучшие показатели воспроизводства, однако это сопровождается метаболическим компромиссом в виде повышенного соотношения жир/белок и тенденции к снижению белково-молочности, что может рассматриваться как гипотеза о наличии метаболического компромисса, требующая дальнейшей проверки. Генотип АВ характеризуется наиболее сбалансированным профилем, сочетая высокий выход жира с максимальным выходом белка и суммарным выходом компонентов, наилучшие технологические свойства и хорошие репродуктивные показатели. Генотип АА по большинству анализируемых признаков уступает двум другим генотипам, демонстрируя

наименьшую эффективность использования времени доения и наибольшую вариабельность репродуктивных качеств. Полученные данные обосновывают целесообразность дифференцированного селекционного подхода к животным различных генотипов CSN3 и позволяют рекомендовать гетерозиготный генотип АВ в качестве предпочтительного для селекции на сбалансированную продуктивность и технологичность в стадах, ориентированных на производство высококачественного молока.

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА

Экономическая эффективность молочного производства по каждой из подопытных групп коров определялась на основе показателей молочной продуктивности, а также содержания жира и белка в молоке, зафиксированных в рамках проведенного научно-хозяйственного опыта (таблица 41, таблица 42, таблица 43). Расчетная база формировалась с опорой на материалы годового бухгалтерского отчета хозяйства за 2025 год, в том числе сведения из отчета о производстве, затратах, себестоимости и реализации продукции животноводства (форма № 13-АПК).

Таблица 41 - Экономическая эффективность производства молока от коров-первотелок голштинской породы по генотипам каппа-казеина в верхней страте

Показатель	I группа (AA)	II группа (AB)	III группа (BB)
Удой за полную лактацию, кг	12579,0±572,2	11835,6±221,6	11712,3±286,3
Массовая доля жира, %	4,13±0,03	4,17±0,03	4,2±0,06
Массовая доля белка, %	3,43±0,02	3,45±0,02	3,38±0,03
Производство молока в расчете на 1 корову (в зачете), кг	16499,3	15766,0	15395,1
Цена реализации 1 кг молока, руб.	31,34	31,34	31,34
Стоимость произведенного молока, руб.	517088,0	494106,4	482482,4
Прибыль, руб	170813,0	147831,4	136207,4
Уровень рентабельности, %	49,3	42,7	39,3

Анализ полученных данных, представленный в таблице 41, показывает, что В верхней страте коровы с геонтипом AA продемонстрировали самый высокий

абсолютный удой за лактацию (12579,9 кг) и лучший показатель молока в зачетном весе (16499,3 кг на 1 голову), что при одинаковой для всех групп цене реализации обеспечило максимальную стоимость произведенного молока – 517088,0 руб. на 1 корову. Это на 4,4 % выше, чем во II группе, и на 6,6 % выше, чем в III группе. Несмотря на то, что у генотипа ВВ в верхней страте наблюдалась несколько более высокая массовая доля жира, низкий выход зачетного молока из-за меньшего удоя и более низкого содержания белка привели к отставанию по выручке. По уровню рентабельности генотип АА превзошел генотип АВ на 6,5 % и генотип ВВ на 10,0%.

Таблица 42 - Экономическая эффективность производства молока от коров-первотелок голштинской породы по генотипам каппа-казеина в средней страте

Показатель	I группа (АА)	II группа (АВ)	III группа (ВВ)
Удой за полную лактацию, кг	10918,7±508,4	10545,5±307,3	10584,44±579,6
Массовая доля жира, %	4,17±0,04	4,12±0,03	4,13±0,03
Массовая доля белка, %	3,5±0,03	3,51±0,02	3,61±0,04
Производство молока в расчете на 1 корову (в зачете), кг	14755,4	14120,4	14611,7
Цена реализации 1 кг молока, руб.	31,34	31,34	31,34
Стоимость произведенного молока, руб.	462434,2	442533,3	457930,6
Прибыль, руб	116159,2	96258,3	111655,6
Уровень рентабельности, %	33,5	27,7	32,2

В средней страте так же доминирует группа с генотипом АА (таблица 42). Стоимость продукции оставила 462434,2 руб. Группа ВВ за счет повышенного содержания белка частично компенсировала более низкий удой: разрыв по

зачетному молоку между АА и ВВ составил всего 1,0 %, а по прибыли – 3,8 %, что является минимальным расхождением среди всех страт. У генотипа АВ отмечались самые низкие ключевые показатели. Прибыль на 17,1% ниже, чем у генотипа АА, а уровень рентабельности – 27,7 %, что на 10,8% меньше, чем в группе АА, и на 4,5% меньше, чем в группе ВВ.

Таблица 43 - Экономическая эффективность производства молока от коров-первотелок голштинской породы по генотипам каппа-казеина в нижней страте

Показатель	I группа (АА)	II группа (АВ)	III группа (ВВ)
Удой за полную лактацию, кг	9838,2±402,6	9544,0±389,8	8402,4±544,7
Массовая доля жира, %	4,08±0,03	4,08±0,03	4,2±0,03
Массовая доля белка, %	3,54±0,02	3,56±0,02	3,6±0,05
Производство молока в расчете на 1 корову (в зачете), кг	13157,0	12835,6	11763,4
Цена реализации 1 кг молока, руб.	31,34	31,34	31,34
Стоимость произведенного молока, руб.	412340,3	402248,9	368664,9
Прибыль, руб	66065,3	55973,9	22389,9
Уровень рентабельности, %	19,1	16,1	6,4

В нижней страте преимущество генотипа АА сохраняется (таблица 43). Удой за полную лактацию составил 9838,2 кг, зачетного молока – 13157,0 кг, что обеспечило выручку в 412340,3 руб. Разница между генотипом АА и ВВ в данной страте максимальная: по удою – 14,6%, по зачетному молоку – 10,0%, по уровню рентабельности – 12,7%. Столь значительное отставание генотипа ВВ связано с низким удоем, который не компенсируется преимуществом по содержанию жира

(4,20%) и белка (3,60%). Генотип АВ занимает промежуточное положение, но также уступает АА по всем экономическим показателям.

Таким образом, независимо от уровня продуктивности, генотип АА каппа-казеина обеспечивает наибольшую экономическую эффективность за счет более высокого выхода зачетного молока. Вместе с тем анализ внутри страт показывает, что экономическая целесообразность генотипа ВВ зависит от уровня продуктивности стада: в средней страте он практически не уступает АА (разница по рентабельности составляет 1,3%) благодаря компенсирующему влиянию повышенного содержания белка, тогда как в верхней страте его использование экономически не оправдано. Генотип АВ во всех стратах занимает промежуточное положение и не превосходит АА ни по одному из экономических показателей.

5. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведённые исследования показали, что формирование продуктивных качеств коров-первотелок голштинской породы в условиях промышленного комплекса определяется совместным действием технологических факторов и генотипа животных. Применение метода процентильной стратификации позволило выявить закономерности, которые не обнаруживаются при традиционном сравнении средних значений.

Результаты оценки влияния возраста первого отела согласуются с данными Д.Г. Комкова и соавторов, которыми было установлено, что наиболее продолжительный период хозяйственного использования характерен для коров, впервые отелившихся в 24-27 месяцев [55]. Аналогичные выводы представлены в работах Е.Ю. Некрасова и Н.В. Никишовой, отмечающих, что как чрезмерно ранний, так и поздний отёл снижает эффективность использования животных [80, 82]. В настоящем исследовании статистически значимых различий между группами 21-22 и 23-24 месяцев не выявлено (таблица 4). Это позволяет предположить, что в высокопродуктивном стаде при полноценном кормлении и достижении животными достаточной живой массы возраст первого отёла в изученном диапазоне перестаёт быть ограничивающим фактором. Сравнение групп по живой массе также не выявило достоверных различий по надою и составу молока, что согласуется с данными Н.В. Никишовой о том, что при достижении порогового уровня дальнейшее увеличение массы не даёт прироста продуктивности [82].

Полученные результаты по влиянию интенсивности раздоя не противоречат современным представлениям о физиологии лактации. Животные с высокой интенсивностью раздоя формировали более выраженный пик и сохраняли преимущество на протяжении почти всей лактации, несмотря на более активное снижение после максимума. Тем не менее интенсивный раздой сопровождался достоверным снижением массовой доли белка. Это указывает на существование физиологического предела между объёмом синтезируемого молока и накоплением белковых компонентов. Установленное влияние продолжительности

сервис-периода подтверждает данные В.В. Ненахова и соавторов о том, что увеличение этого периода способствует повышению валового удоя вследствие удлинения лактации [81]. Однако при стандартизации по 305 дням различия между группами нивелировались, что объясняется не интенсивностью молокообразования, а продолжительностью лактационного периода.

Аналогичная закономерность выявлена при анализе сезона отела. Животные теплого периода превосходили коров холодного периода по валовому надою и выходу жира и белка, однако при стандартизации по 305 дням различия отсутствовали. Наиболее выраженные различия отмечены в верхней страте продуктивности, что согласуется с данными о более эффективном использовании благоприятных условий кормления и содержания высокопродуктивными животными. Полученные данные свидетельствуют о необходимости поиска оптимального соотношения между уровнем продуктивности и интенсивностью воспроизводства стада.

Результаты анализа генеалогической принадлежности свидетельствуют о сохранении выраженных различий между отдельными линиями голштинской породы. Наиболее высокие показатели надоя и устойчивости лактации отмечены у животных линии Вис Бэк Айдиал 1013415, тогда как представители линии Рефлекшн Соверинг 198998 занимали промежуточное положение. Подобные результаты согласуются с исследованиями С.Е. Тяпугина и соавторов [84] и О.А. Басонова и соавторов, показавших, что линейная принадлежность и полиморфизм CSN3 совместно влияют на продуктивные показатели голштинского скота.

Особый интерес представляют результаты исследования полиморфизма гена каппа-казеина (CSN3). Большинство современных работ свидетельствует о связи аллеля В с повышенным содержанием белка, тогда как аллель А чаще ассоциирован с более высоким надоем. Это подтверждается исследованиями Zinnatov и соавторов, Sharaz и Rabindrakumar, Wang и соавторов [160]. В настоящем исследовании при прямом сравнении генотипов без учёта уровня продуктивности достоверных различий не выявлено, однако наблюдалась устойчивая тенденция к более высокому надою у носителей генотипа АА и

повышенному содержанию жира и белка у генотипа ВВ. Отсутствие статистической значимости, вероятно, обусловлено ограниченным объёмом выборки и высокой внутригрупповой изменчивостью.

Наиболее значимым результатом работы следует считать применение метода процентильной стратификации при анализе животных разных генотипов. В доступной литературе большинство исследований ограничивается сравнением средних значений, что не позволяет оценить особенности реализации продуктивности внутри каждого генотипа. Использованный подход позволил установить, что характер взаимосвязи между надоем, выходом молочного жира и белка различается у животных с разными генотипами CSN3. Так, у коров с генотипом АА увеличение продуктивности сопровождалось преимущественным ростом выхода молочного жира за счёт повышения надоя при одновременном снижении массовой доли белка. Вероятно, это отражает физиологический компромисс между синтезом большого объёма молока и накоплением белковых компонентов. У носителей генотипа АВ указанные зависимости были выражены слабее, тогда как животные с генотипом ВВ сохраняли стабильные показатели качества молока независимо от уровня продуктивности. Подобные особенности практически не описаны в опубликованных работах и свидетельствуют о том, что генотип CSN3 определяет не только абсолютный уровень отдельных признаков, но и характер их совместной реализации.

Таким образом, результаты проведённого исследования в целом согласуются с данными отечественных и зарубежных авторов о влиянии технологических факторов и полиморфизма гена каппа-казеина на формирование продуктивных качеств голштинского скота. Вместе с тем использование метода процентильной стратификации позволило выявить новые закономерности реализации продуктивности внутри отдельных генотипов, которые не обнаруживаются при традиционном сравнении средних значений. Это свидетельствует о высокой информативности предложенного подхода и перспективности его дальнейшего применения в зоотехнических исследованиях молочного скота

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённые исследования, целью которых являлась оценка влияния паратипических и генетических факторов на формирование высокопродуктивного стада голштинской породы в условиях интенсивного производства молока на базе племенного завода ООО «Дон» Хохольского района Воронежской области, позволили сделать следующие обобщающие выводы:

1. В условиях высокопродуктивного стада голштинской породы такие паратипические факторы, как возраст первого отела и живая масса не являются лимитирующими и не оказывают статистически значимого влияния на молочную продуктивность. Интенсивный раздой (удой за 100 дней более 3350 кг) достоверно повышает количественные показатели, но сопровождается значимым снижением массовой доли белка и коэффициента постоянства лактации;

2. Удлинение сервис-периода свыше 120 дней увеличивает валовый выход молока только за счет удлинения лактации, тогда как при стандартизации за 305 дней различия не достигают уровня статистической значимости;

3. Животные теплого периода отела (весна-лето) превосходят коров холодного периода по валовому удою и выходу жира и белка, однако данное преимущество реализуется за счет высокопродуктивных животных и не связано с интенсивностью молокообразования;

4. Молекулярно-генетический анализ показал, что в исследуемой выборке наиболее распространен гетерозиготный генотип каппа-казеина АВ (47,6%), частота аллеля А составила 0,58, аллеля В - 0,41. При прямом сравнении генотипов без учета уровня продуктивности статистически значимых различий по удою, выходу жира и белка не установлено. Наблюдались тенденции в отношении более высоких удоев у аллеля А как за полную лактацию (11137, 3 кг (АА), 10656,8 кг (АВ), 10220,9 кг (ВВ), так и за стандартизированную (9760,48 кг (АА), 9605,8 кг (АВ), 9452,52 кг (ВВ) и повышенное содержание жира и белка у аллеля В;

5. Применение метода процентильной стратификации позволило снизить коэффициент вариации внутри групп и выявить метаболические

компромиссы для всех генотипов - при повышении уровня молочной продуктивности наблюдалось достоверное снижение массовой доли белка в молоке. В верхней страте продуктивности по выходу молочного жира за 305 дней лактации генотип ВВ характеризуется высокой энергетической продуктивностью и лучшими воспроизводительными качествами, но с наиболее выраженным снижением белка; гетерозиготный генотип АВ обладает наиболее сбалансированным профилем и оптимальными технологическими свойствами, максимальным суммарным выходом жира и белка; генотип АА уступает по интегральным показателям и демонстрирует наибольшую вариабельность сервис-периода;

6. Экономическая оценка показала, что независимо от уровня продуктивности, генотип АА каппа-казеина обеспечивает наибольшую экономическую эффективность за счет более высокого выхода зачетного молока и максимальной стоимости произведенного молока. Генотип ВВ, несмотря на тенденцию к повышению жирности молока, уступает по стоимости продукции из-за более низкого удоя, генотип АВ занимает промежуточное положение. При этом степень экономического превосходства генотипа АА зависит от уровня продуктивности стада. Максимальный разрыв по уровню рентабельности между генотипами отмечен в нижней страте, минимальный – в средней, где генотип ВВ за счет повышенного содержания белка в молоке почти достигает показателей генотипа АА. Генотип АВ во всех стратах не превосходит генотип АА ни по одному из экономических показателей.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В целях повышения эффективности селекционно-племенной работы в хозяйствах, разводящих голштинскую породу в условиях интенсивной технологии производства молока, рекомендовать:

- выбор приоритетного генотипа при внедрении генотипирования ремонтных телок по локусу каппа-казеина (CSN3) в зависимости от стратегических задач сельхозпредприятия:

- использование носителей аллеля В (генотип АВ или ВВ), позволяющего повысить жирномолочность и суммарный выход компонентов молока в стадах, ориентированных на сыроделие и маслоделие;
- использование носителей аллеля А (генотип АА), ассоциированного с повышенной молочной продуктивностью для стад, ориентированных на производство цельного молока и кисломолочной продукции;
- с целью снижения влияния паратипических факторов и ускорения процесса селекции рекомендуем применять метод процентильной стратификации с использованием 33-го и 66-го процентилей.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Дальнейшие исследования в рамках изучения генетической и паратипической обусловленности формирования высокопродуктивного скота целесообразно развивать по следующим направлениям:

- Расширение панели генетических маркеров, влияющих на качественные и количественные показатели молока коров, а также генов, связанных с продуктивным долголетием и устойчивостью к метаболическим заболеваниям;
- Проведение исследований по изучению взаимодействия «генотип х среда». В частности, представляет интерес оценка влияния генотипов CSN3 на молочную продуктивность при разных типах кормления (силосно-концентратном, травяном, с использованием защищённых жиров) и в разных климатических зонах, в том числе в условиях теплового стресса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова, С. А. Влияние технологий кормления ремонтных телок в молочный период на рост и продуктивность / С. А. Александрова // Пермский период : Сборник материалов XII Всероссийского (с международным участием) научного фестиваля курсантов и студентов образовательных организаций «Пермский период», приуроченного к 25-летию со дня образования ФКОУ ВО Пермский институт ФСИН России, Пермь, 19-23 мая 2025 года. Том 2. - Пермь: Пермский институт Федеральной службы исполнения наказаний, 2025. - С. 8-12.
2. Алексеева, В. А. Сравнительная оценка химического состава молока различных пород крупного рогатого скота / В. А. Алексеева // Студенческая наука - первый шаг к цифровизации сельского хозяйства : Материалы IV Всероссийской студенческой научно-практической конференции. В 3-х частях, Чебоксары, 27 сентября 2024 года. - Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2024. - С. 111-116.
3. Аллельные варианты гена каппа-казеина у коров голштинской породы / С. С. Жаймышева, Т. Г. Герасимова, В. И. Косилов, Л. Н. Бакаева // Вестник АПК Верхневолжья. - 2023. - № 3(63). - С. 60-64.
4. Алтухова В.В., Востроилов А.В. Влияние генотипа каппа-казеина на взаимосвязь между выходом жира и синтезом белка в молоке у высокопродуктивных коров-первотелок голштинской породы // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2026, Т.18, №1, С. 1-5.
5. Алтухова, В. В. Актуальные проблемы продуктивного долголетия коров голштинской породы / В. В. Алтухова, А. В. Востроилов // Современные проблемы и достижения ветеринарной морфологии и патологии в сохранении здоровья животных : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной юбилею доктора ветеринарных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Сулейманова Сулеймана Мухитдиновича, Воронеж, 01 января – 31 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2024. – С. 67-69.

6. Алтухова, В. В. Влияние быков-производителей различных генотипов и стран на продуктивное долголетие коров голштинской породы / В. В. Алтухова // Теория и практика инновационных технологий в АПК : Материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 24–30 апреля 2025 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2025. – С. 269-271.

7. Алтухова, В. В. Влияние генотипа каппа-казеина на компонентный состав молока у высокопродуктивных коров-первотелок голштинской породы / В. В. Алтухова, А. В. Востроилов, В. А. Сафонов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2026. – Т. 56, № 3(328). – С. 90-99.

8. Алтухова, В. В. Генетическая и паратипическая обусловленность формирования высокопродуктивного стада крупного рогатого скота при промышленной технологии производства молока / В. В. Алтухова, А. В. Востроилов // Агроген Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1(1). – С. 59-64.

9. Алтухова, В. В. Геномная оценка потенциала молочной продуктивности крупного рогатого скота голштинской породы / В. В. Алтухова, А. В. Востроилов // Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции : МАТЕРИАЛЫ VIII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 16–17 октября 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2024. – С. 160-163.

10. Алтухова, В. В. Генотип-специфические особенности молочной продуктивности у коров-первотелок голштинской породы с максимальным выходом молочного жира / В. В. Алтухова, А. В. Востроилов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2026. – № 2(85). – С. 159-164.

11. Алтухова, В. В. Причины выбраковки коров голштинской породы, ассоциированные с геном соматотропина и его полиморфных вариантов / В. В. Алтухова // Теория и практика инновационных технологий в АПК : Материалы

национальной научно-практической конференции, Воронеж, 24–30 апреля 2025 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2025. – С. 271-273.

12. Алтухова, В. В. Селекционно-генетическая оценка коров голштинской породы разных генеалогических линий в условиях ООО «Дон» Хохольского района Воронежской области / В. В. Алтухова, А. В. Востроилов // Животноводство как драйвер устойчивого развития - гарантия продовольственной безопасности : Материалы I международной научно-практической конференции, Воронеж, 13 ноября 2025 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, 2026. – С. 19-23.

13. Алтухова, В. В. Современные методы оценки генетического потенциала крупного рогатого скота / В. В. Алтухова, А. В. Востроилов // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVIII Международной научно-производственной конференции, Майский, 10–11 июня 2024 года. – Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 11-12.

14. Анализ причин выбраковки коров голштинской породы в зависимости от генетических факторов / А. С. Горелик, О. В. Горелик, М. Б. Ребезов, С. Ю. Харлап // Аграрная наука. - 2025. - № 6. - С. 67-72.

15. Аржанкова, Ю. В. Молочная продуктивность крупного рогатого скота голштинской породы при разной кратности роботизированного доения / Ю. В. Аржанкова, А. С. Кузыченко // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. - 2024. - № 4(49). - С. 9-24.

16. Артемов, Е. С. Роль маточных семейств при создании высокопродуктивного скота / Е. С. Артемов // Агроген Воронежского государственного аграрного университета. - 2024. - № 1(5). - С. 92-102.

17. Афанасьева, А. И. Оценка племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота голштинской породы в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина (CSN3) / А. И. Афанасьева, В. А. Сарычев, И. С. Кондрашкова // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 1(74). – С. 134-141.

18. Афанасьева, А. И. Характеристика генетического профиля крупного рогатого скота черно-пестрой породы на основе ДНК-диагностики по генам каппа-казеина (CSN3), бета-лактоглобулина (BLG), альфа-лактальбумина (LALBA) и лептина (LEP) / А. И. Афанасьева, В. А. Сарычев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2022. - № 5(211). - С. 48-52.

19. Афонина, Д. А. Влияние генотипа каппа-казеина на пищевую и биологическую ценность молока коров голштинской породы / Д. А. Афонина, О. В. Горелик, К. В. Новицкая // Аграрный вестник Урала. - 2025. - Т. 25, № 11. - С. 1822-1829.

20. Бакай, Ф. Р. Генетические параметры голштинского скота и их использование в селекционной работе / Ф. Р. Бакай // Вектор развития науки : Материалы Международной научно-практической конференции, Балашиха, 10 февраля 2025 года. - Балашиха: Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского, 2025. - С. 149-151.

21. Басонов, О. А. Молочная продуктивность коров голштинской породы разных генеалогических линий в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина / О. А. Басонов, Д. В. Борисанова, А. С. Кулаткова // Вестник аграрной науки. - 2025. - № 6(117). - С. 31-39.

22. Басонов, О. А. Разведение сельскохозяйственных животных : Учебное пособие для выполнения лабораторно-практических занятий для бакалавров зооинженерного факультета / О. А. Басонов. - Нижний Новгород : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия", 2022. - 54 с.

23. Баюров, Л. И. Современное состояние и тенденции развития селекции и генетики молочного скота / Л. И. Баюров // Global Issues Conference 2025: Veterinary Medicine, Biology, Biotechnology, Zootechnology, Pedagogical and Philological Sciences : Материалы III международной научно-практической конференции, Москва, 12-13 мая 2025 года. - Москва: Федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина», 2025. - С. 130-135.

24. Беленкова, И. Ю. Современные тенденции в селекции молочного скота / И. Ю. Беленкова, Ю. А. Курская // Устойчивое развитие агропромышленного комплекса как основа продовольственной безопасности : СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Смоленск, 19 декабря 2024 года. - Смоленск: Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, 2024. - С. 91-95.

25. Белозерцева, С. Л. Воспроизводительные качества и молочная продуктивность коров черно-пестрой породы в зависимости от линейной принадлежности / С. Л. Белозерцева, Л. Л. Петрухина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – Т. 50, № 5. – С. 47-55.

26. Березовик, Р. В. Влияние факторов среды и разработка уравнений статистической модели BLUP для оценки племенной ценности голштинского скота Отечественной селекции по признакам молочной продуктивности / Р. В. Березовик, Н. М. Храмченко // Зоотехническая наука Беларуси. - 2025. - Т. 60, № 1. - С. 12-21.

27. Бойко, М. Д. О перспективах маркерной селекции крупного и мелкого рогатого скота по генотипам молочных белков / М. Д. Бойко, Г. В. Мкртчян // Ветеринарное благополучие и управление генетическими ресурсами в животноводстве : Сборник трудов 1-й Научно-практической конференции, Москва, 17 октября 2025 года. - Москва: ООО Издательство "Сельскохозяйственные Технологии", 2025. - С. 566-568.

28. Британова, А. А. Технология производства молока и племенная работа с голштинским скотом в условиях племенного репродуктора / А. А. Британова, А. Г. Дикарев // Технологические суверенитеты современной биотехнологии : сборник статей по материалам Всероссийского саммита советов молодых ученых и студенческих научных объединений: 2-х частях, Краснодар, 30 сентября 2025

года. - Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2025. - С. 464-466.

29. Будько, А. Э. Влияние аллелей гена каппа-казеина CSN3 на формирование молочной продуктивности первотелок голштинской породы / А. Э. Будько, А. Г. Кощаев // Современные проблемы в животноводстве: состояние, решения, перспективы : Сборник статей по материалам II Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию академика В.Г. Рядчикова, Краснодар, 25-26 января 2024 года. - Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. - С. 325-331.

30. Васильева О.К. Особенности роста и развития тёлочек голштинской породы в условиях Центрально-Чернозёмного региона // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. — 2022. — № 3.

31. Вильвер, А. С. Влияние паратипических факторов на показатели молочной продуктивности коров в условиях промышленной технологии производства молока / А. С. Вильвер // Вестник Курганской ГСХА. - 2022. - № 2(42). - С. 11-16.

32. Влияние генетических и паратипических факторов на молочную продуктивность коров и пути ее повышения / С. Г. Лебедев, С. Е. Базылев, В. Н. Минаков [и др.] // Ветеринарный журнал Беларуси. - 2021. - № 1(14). - С. 87-91.

33. Влияние генотипов гена каппа-казеина на сыропригодные свойства молока коров / А. А. Чаицкий, А. Д. Лемякин, А. Н. Тяжченко [и др.] // Вестник АПК Верхневолжья. - 2022. - № 2(58). - С. 33-43.

34. Влияние генотипов по генам κ - и β -казеина на племенную ценность голштинских быков-производителей по признакам молочной продуктивности в популяции Подмоскovie / Г. В. Филипенкова, А. А. Сермягин, И. Н. Янчуков [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. - 2021. - № 4. - С. 5-10.

35. Влияние некоторых факторов на молочную продуктивность коров / М. Е. Сапаргалиева, К. Н. Баязитова, Ю. Д. Малахова [и др.] // Молодежь и наука-2023 : Материалы международной научно-практической конференции, Петропавловск, 12 апреля 2023 года. - Петропавловск: Некоммерческое

акционерное общество "Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева", 2023. - С. 147-154.

36. Влияние продолжительности сервис-периода на молочную продуктивность коров / Н. И. Песоцкий, А. В. Коробко, С. Л. Карпеня [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. - 2022. - Т. 57, № 2. - С. 200-208.

37. Влияние продуктивного потенциала женских предков на показатели молочной продуктивности коров-первотелок голштинской породы молочного скота отечественной селекции / Н. Л. Фурс, О. Л. Будревич, О. А. Яцына [и др.] // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. - 2025. - Т. 61, № 1. - С. 74-78.

38. Влияние сезона отела на молочную продуктивность коров и свойства молока / Н. Г. Кутлин, А. Р. Мухаметьянов, Ф. М. Гафарова, А. Р. Сагитов // Перспективы развития современного агропромышленного комплекса : Материалы III Международной научно-практической конференции, Уфа, 30 ноября 2023 года. - Уфа: УФИМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 2023. - С. 56-61.

39. Генетические маркеры молочной продуктивности крупного рогатого скота (обзор) / Н. А. Худякова, М. А. Кудрина, А. О. Ступина [и др.] // Эффективное животноводство. - 2022. - № 6(181). - С. 74-77.

40. Герасимова, Т. Г. Молочная продуктивность коров голштинской породы с разными генотипами по каппа-казеину / Т. Г. Герасимова, С. С. Жаймышева // Национальные приоритеты развития агропромышленного комплекса : материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, Оренбург, 16 декабря 2022 года. - Оренбург: ООО Типография «Агентство Пресса», 2022. - С. 251-254.

41. Голштинская порода молочного скота отечественной селекции / И. Н. Коронец, Н. В. Климец, Ж. И. Шеметовец, Н. И. Песоцкий // Достижения и актуальные проблемы генетики, биотехнологии и селекции животных : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 120-летию со дня рождения профессора О.А. Ивановой, Витебск, 03-05 ноября

2021 года. - Витебск: Учреждение образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины ", 2021. - С. 115-119.

42. Горелик, А. С. Оценка технологических свойств молока коров в зависимости от сезона года / А. С. Горелик, М. Б. Ребезов, О. В. Горелик // Аграрная наука. - 2023. - № 6. - С. 34-38.

43. Горелик, О. В. Оценка селекционно-генетических параметров для отбора у голштинского скота / О. В. Горелик, А. С. Горелик // Обеспечение технологического суверенитета АПК: подходы, проблемы, решения : сборник статей Международной научно-методической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук, Екатеринбург, 16-17 февраля 2023 года. - Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2023. - С. 49-52.

44. Грачев, В. С. Перспективы селекционной работы с молочным скотом / В. С. Грачев, Е. В. Матвеева // Инновационный потенциал развития науки в современном мире: достижения и инновации : Сборник научных статей по материалам XII Международной научно-практической конференции, Уфа, 23 июня 2023 года. Том Часть 1. - Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2023. - С. 116-119.

45. Гуторова, А. А. Маркерная селекция в животноводстве / А. А. Гуторова, И. А. Митрофанова, В. П. Кашковская // Молодежь и наука. - 2024. - № 3.

46. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2025 год) / О. Н. Луконина [и др.]. — Москва: Издательство ФГБНУ ВНИИплем, 2025. — 274 с.

47. Ермишин, А. С. О современных тенденциях в селекционной науке молочного скотоводства / А. С. Ермишин // Приоритетные направления научно-технологического развития аграрного сектора России : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня образования Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Бурятия, Улан-Удэ, 08 ноября 2023 года. - Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2023. - С. 48-55.

48. Ермолаева, Т. А. Влияние возраста и живой массы матерей на уровень молочной продуктивности их дочерей / Т. А. Ермолаева, Н. В. Евдокимов // *Время выбрало нас : Материалы Международной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Витебск, 15-16 мая 2025 года. Часть 2. - Витебск: Витебская государственная академия ветеринарной медицины, 2025. - С. 196-200.*

49. Жучкова, Д. Д. Линейная оценка коров в селекционно-племенной работе со стадом / Д. Д. Жучкова, С. С. Кулагина, И. В. Каешова // *Инициативы молодых - науке и производству : Сборник статей VIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и студентов, Пенза, 25-26 ноября 2024 года. - Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. - С. 573-576.*

50. Загороднев, Ю. П. Продуктивное долголетие коров и возраст их первого отела / Ю. П. Загороднев // *Наука и Образование. - 2023. - Т. 6, № 1.*

51. Зиннатов, Ф. Ф. Использование ДНК-анализа в идентификации полиморфных вариантов генов липидного и белкового обмена у коров / Ф. Ф. Зиннатов // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2021. - № 1. - С. 96-97.*

52. Зобнина, И. Н. Генетический потенциал крупного рогатого скота голштинской породы и факторы, влияющего на него / И. Н. Зобнина, Е. В. Шацких // *Молодежь и наука. - 2023. - № 4.*

53. Зырянова, А. А. Гены-маркеры, применяемые в селекции крупного рогатого скота молочного направления / А. А. Зырянова, Е. В. Зарубина // *Наука и современность : Сборник статей студентов, магистрантов и аспирантов Уральского государственного аграрного университета по материалам круглого стола, Екатеринбург, 29 сентября 2021 года. - Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. - С. 108-112.*

54. Иванова, И. П. Селекционно-генетические параметры в селекции молочного скота / И. П. Иванова // *Молочнохозяйственный вестник. - 2021. - № 3(43). - С. 59-67.*

55. Игнатьева, Н. Л. Анализ продуктивного долголетия голштинского скота в условиях промышленного комплекса / Н. Л. Игнатьева, С. Г. Андреева, А. П. Никитина // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России : материалы IV Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 06 сентября 2024 года. - Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2024. - С. 188-192.

56. Идентификация и анализ полиморфизма генов белкового обмена у коров голштинской породы / Ф. Ф. Зиннатов, Т. М. Ахметов, Н. Д. Чевтаева [и др.] // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. - 2024. - Т. 10, № 1(37). - С. 17-26.

57. Индекс молочности коров с разным генотипом / Л. Р. Загидуллин, Р. Р. Шайдуллин, Т. М. Ахметов [и др.] // Ученые записки Казанской академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. - 2021. - Т. 247, № 3. - С. 65-69.

58. Каппа-казеин как один из факторов, влияющих на продуктивные качества коров / О. Г. Лоретц, О. С. Чеченихина, Е. В. Ражина, Е. С. Смирнова // Молочнохозяйственный вестник. - 2023. - № 3(51). - С. 123-136.

59. Карымсаков, Т. Н. Эффективность использования в селекции молочного скота методов индексной оценки / Т. Н. Карымсаков // Вестник аграрной науки. - 2021. - № 3(90). - С. 89-93.

60. Кобзарь, Д. В. Молочная продуктивность голштинского скота черно-пестрой масти разной линейной принадлежности / Д. В. Кобзарь, А. А. Гетман, А. Г. Шкуро // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. - Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2023. - С. 55-56.

61. Ковалева, И. В. Эффективное управление молочной отраслью / И. В. Ковалева // Социально-экономический и гуманитарный журнал. - 2023. - № 2(28). - С. 29-42.

62. Комков, Д. Г. Продолжительность и интенсивность использования коров с разным возрастом и живой массой при первом отеле / Д. Г. Комков, Р. М. Кертиев, Н. М. Кертиева // Молочное и мясное скотоводство. – 2019. – № 7. – С. 42-45.

63. Константин Юрьевич Ташпеков, Иван Никифорович Тузов
ВЫРАЩИВАНИЕ ТЕЛОК ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ ООО «ЭКОНИВААГРО» ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ // Сельскохозяйственный журнал. 2024. №3 (17).

64. Корнелаева, М. В. Состав молочной сыворотки в зависимости от генотипа коров по бета-и каппа-казеину / М. В. Корнелаева, Г. Г. Карликова // Современное состояние и перспективы селекционно-племенной работы и генетики : сборник материалов Национальной научно-практической конференции, в рамках десятилетия науки и технологий, объявленного в Российской Федерации с 2022-2031 гг., Москва, 15 марта 2023 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина»; Факультет зоотехнологий и агробизнеса; Кафедра генетики и разведения животных имени В.Ф. Красоты. - Москва: Издательский дом "Научная библиотека", 2023. - С. 45-47.

65. Корчинская, О. В. Применение математического моделирования в селекции молочного скота / О. В. Корчинская, И. П. Иванова, В. Г. Емельянова // Математическое и компьютерное моделирование : Сборник материалов X Международной научной конференции, Омск, 10 февраля 2023 года. - Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2023. - С. 109-111.

66. Круглов, П. В. Влияние сервис-периода и линейной принадлежности коров на молочную продуктивность / П. В. Круглов, О. Н. Бургомистрова // Студенческий научный форум : Сборник тезисов 58-й международной научной студенческой конференции, Великие Луки, 11-14 апреля 2022 года. - Великие Луки: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. - С. 33-37.

67. Кузнецов, В. М. Влияние типов кормления на молочную продуктивность и возникновение гинекологических патологий у коров / В. М. Кузнецов, Г. Б. Ревина, Л. Ф. Андросова // Ветеринария и кормление. - 2026. - № 1. - С. 77-81.

68. Ламонов, С. А. Характеристика частоты встречаемости желательных генотипов по генам каппа-казеина- и бета - казеина у коров разных генетико-экологических популяций / С. А. Ламонов, С. О. Снигирев, П. Ю. Фолин // Интеграция образования, науки и практики в АПК: проблемы и перспективы : Сборник материалов III международной научно-практической конференции, Луганск, 23-24 ноября 2023 года. - Луганск: Луганский государственный аграрный университет им. К.Е. Ворошилова, 2023. - С. 21-22.

69. Левченко, М. В. Использование молока генофондных пород в производстве мягких сыров / М. В. Левченко, Г. Г. Карликова, А. А. Сермягин // Животноводство и кормопроизводство. - 2025. - Т. 108, № 3. - С. 183-193.

70. Летальные гаплотипы в популяции голштинского крупного рогатого скота и их роль в воспроизводстве (обзор) / В. В. Кожуховская, О. С. Зайцева, Н. А. Мартынов, В. Д. Зубарева // Животноводство и кормопроизводство. - 2021. - Т. 104, № 3. - С. 155-166.

71. Ливчиков, А. С. Влияние возраста первого отела и способа содержания на хозяйственно-полезные признаки коров / А. С. Ливчиков, Т. В. Шишкина // Вестник Курганской ГСХА. - 2025. - № 3(55). - С. 30-38.

72. Лисота, В. Д. Оценка воспроизводительных качеств нетелей и молочной продуктивности у новотельных коров-первотелок разной генеалогии / В. Д. Лисота, А. В. Михайлюк // Сельскохозяйственные науки : Материалы 62-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 17-23 апреля 2024 года. - Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2024. - С. 52.

73. Мазилкин, И. А. Влияние паратипических факторов на воспроизводительные способности и молочную продуктивность коров-первотелок / И. А. Мазилкин, А. Д. Шувалов, О. Л. Панина // Аграрный вестник Верхневолжья. - 2021. - № 2(35). - С. 62-67.

74. Манукян, Е. А. Влияние линейной принадлежности голштинского скота на вариабельность признаков молочной продуктивности / Е. А. Манукян, Ф. Р. Бакай, Т. В. Лепехина // Международный научно-исследовательский журнал. - 2026. - № 1(163).

75. Манцевич, И. В. О приоритетах развития отрасли животноводства Калининградской области / И. В. Манцевич // Научное лето - 2024 : Сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса, Петрозаводск, 24 июня 2024 года. - Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2024. - С. 37-43.

76. Маркин, С. С. Влияние генетических и паратипических факторов на молочную продуктивность коров / С. С. Маркин, С. А. Козлов, С. А. Зиновьева. - Москва : Издательский дом "Научная библиотека", 2025. - 56 с.

77. Мартынова, Е. Н. Оценка племенных качеств коров разного уровня продуктивности в условиях племенных заводов Удмуртской Республики / Е. Н. Мартынова, В. Ю. Якимова, А. И. Любимов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2023. - № 2(100). - С. 265-269.

78. Мехтиева, К. С. Влияние живой массы на молочную продуктивность коров / К. С. Мехтиева, А. Н. Кровикова, А. Е. Мочалова // Инновационная наука. - 2021. - № 6. - С. 65-66.

79. Минаков, В. Н. Влияние живой массы ремонтных телок при плодотворном осеменении на молочную продуктивность коров-первотелок / В. Н. Минаков, И. В. Пилецкий // Роль ветеринарной науки и образования в современном обществе: к 100-летию Витебской ордена "Знак Почета" государственной академии ветеринарной медицины : Материалы Международной научно-практической конференции, Витебск, 04-05 ноября 2024 года. - Витебск: Витебская государственная академия ветеринарной медицины, 2024. - С. 225-227.

80. Мирошниченко, О. Н. Адаптационная способность голштинского скота разной селекции / О. Н. Мирошниченко // Зоотехническая индустрия: проблемы и решения : материалы Всероссийской научно-практической конференции преподавателей, научных работников, аспирантов, представителей

государственных структур и бизнес-сообществ, Курск, 14 декабря 2023 года. - Курск: Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. - С. 43-48.

81. Молочная продуктивность коров разных генотипических групп чёрно-пёстрого скота в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина / С. О. Снигирев, С. А. Ламонов, И. А. Скоркина, Е. А. Гладырь // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2023. - № 1(72). - С. 94-97.

82. Молочное скотоводство Воронежской области / Е. С. Артемов, А. А. Бондаренко, Т. В. Чернышева [и др.] // Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции : Материалы V международной научно-практической конференции, Воронеж, 16 декабря 2021 года. Том Часть 1. - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021. - С. 27-33.

83. Морозова Н. И., Мусаев Ф. А., Иванова Л. В. Технология производства и первичной обработки молока в условиях реконструированного комплекса // Вестник РГАТУ. 2011. №4.

84. Морозова, В. Н. Использование методов ДНК-технологий в селекции молочного скота / В. Н. Морозова, Г. Н. Глотова, В. А. Позолотина // Перспективные научные исследования высшей школы : Материалы Всероссийской студенческой научной конференции, Рязань, 25 мая 2023 года. Том Часть I. - Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. - С. 153-154.

85. Мухтарова, О. М. Анализ влияния сезона отела на последующую молочную продуктивность / О. М. Мухтарова // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения : Сборник трудов научно-практической конференции, Москва, 08 ноября 2022 года / Под общей редакцией С.В. Позябина, Л.А. Гнездиловой. - Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2022. - С. 396-397.

86. Мухтарова, О. М. Реализация генетического потенциала молочной продуктивности голштинского скота в различных климатических условиях / О. М. Мухтарова // Ветеринарное благополучие и управление генетическими ресурсами в животноводстве : Сборник трудов 1-й Научно-практической конференции, Москва, 17 октября 2025 года. - Москва: ООО Издательство "Сельскохозяйственные Технологии", 2025. - С. 577-578.

87. Некрасов Е.Ю., Чабаев М.Г. и др. Влияние сроков осеменения голштинизированных тёлочек чёрно-пёстрой породы на их продуктивные качества // Молочное и мясное скотоводство. — 2021. — № 3. — С. 3–8.

88. Ненахов, В. В. Оценка влияния длительности сервис периода на молочную продуктивность коров линии Рефлексн Соверинг 198998 / В. В. Ненахов, М. А. Ильина, О. В. Горелик // Молодежь и наука. - 2023. - № 12.

89. Никишова, Н. В. Влияние живой массы телки при первом осеменении на молочную продуктивность / Н. В. Никишова // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы : Сборник статей XVIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 02-03 ноября 2023 года. - Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. - С. 341-344.

90. Овчинникова, О. С. Влияние сезона отела на молочную продуктивность коров / О. С. Овчинникова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 23-24 марта 2023 года. Том Выпуск XXV. - Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2023. - С. 513-517.

91. Особенности селекции голштинского скота из североевропейских стран / С. Е. Тяпугин, Р. К. Мещеров, В. П. Ходыков [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. - 2021. - № 6. - С. 2-6.

92. Особенности химического состава и технологические свойства молока коров с учетом линейной принадлежности / А. А. Дерканосова, Е. Е. Курчаева, Е. С. Артемов [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2023. - Т. 85, № 4(98). - С. 41-48.

93. Оценка химического состава молока коров разных комплексных генотипов CSN2, CSN3, BLG / В. А. Дуркина, А. А. Чаицкий, П. О. Щеголев, К. Д. Чаицкая // Молодежь. Наука. Будущее : Сборник статей молодых учёных II Межрегионального слёта, Караваево, 12 октября 2024 года. - Караваево: Костромская государственная сельскохозяйственная академия, 2024. - С. 25-35.

94. Панина, Е. Б. Анализ молочной продуктивности животных в сельскохозяйственных предприятиях Воронежской области и прогнозирование ее изменения / Е. Б. Панина, Е. С. Артемов, Ю. В. Ткачева // Теория и практика инновационных технологий в АПК : Материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 01 апреля - 31 2025 года. - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2025. - С. 199-204.

95. Панькина, В. А. Взаимосвязь между хозяйственно-полезными признаками крупного рогатого скота голштинской породы на современном молочном комплексе / В. А. Панькина // Инновационные идеи молодых - десятилетию науки и технологий : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 30 ноября 2023 года. - Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. - С. 383-387.

96. Паттерны изменчивости продуктивности коров с различными генотипами каппа-казеина / А. В. Востроилов, В. В. Алтухова, В. А. Степанов, В. А. Сафонов // Ветеринария и кормление. – 2026. – № 2. – С. 20-23.

97. Перспективные маркеры молочной продуктивности крупного рогатого скота / Ю. А. Гуськова, Е. А. Смирнова, Т. О. Фетисова, Т. С. Преображенская // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий : Материалы Международной научно-практической конференции, Саратов, 10-11 апреля 2024 года. - Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, 2024. - С. 170-175.

98. Песоцкий, Н. И. Разработка структуры селекционного индекса племенной ценности быков-производителей голштинской породы молочного скота белорусской селекции по показателям молочной продуктивности их дочерей / Н.

И. Песоцкий, Н. В. Климец, Ж. И. Шеметовец // Научное обеспечение животноводства Сибири : Материалы VI Международной научно-практической конференции, Красноярск, 19-20 мая 2022 года / Составители Л.В. Ефимова, В.А. Терещенко. - Красноярск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», 2022. - С. 264-267.

99. Племяшов, К. В. Молекулярно-генетический полиморфизм в популяциях животных и его применение в интенсивной селекции молочного скота: обзор / К. В. Племяшов, М. Г. Смарагдов, М. Н. Романов // Материалы 3-й Международной научно-практической конференции «Молекулярно-генетические технологии анализа экспрессии генов продуктивности и устойчивости к заболеваниям животных», Москва, 30 сентября 2021 года / Под общей редакцией С.В. Позябина, И.И. Кочиша, М.Н. Романова; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина». - Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2021. - С. 368-378.

100. Полиморфизм гена каппа-казеина у коров молочных и комбинированных пород / С. О. Снигирев, П. Ю. Фолин, Е. А. Гладырь, С. А. Ламонов // Материалы Международного научного симпозиума, посвященного 150-летию со дня рождения выдающегося ученого в области зоотехнии академика Е.Ф. Лискуна "Достижения зоотехнической науки в решении актуальных задач животноводства и аквакультуры" : сборник статей, Москва, 14-17 ноября 2023 года. - Москва: Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. - С. 341-343.

101. Полиморфизм генов CSN3, LGB и MGST1 у коров молочного направления продуктивности / О. С. Романенкова, А. А. Зими́на, А. А. Сермягин, Д. Н. Кольцов // Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и сельскохозяйственной микробиологии : Сборник тезисов докладов 21-ой Всероссийской молодежной научной конференции. Конференция посвящается

памяти академика РАСХН Георгия Сергеевича Муромцева, Москва, 19-21 октября 2021 года. - Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии», 2021. - С. 35-36.

102. Полиморфные варианты генов белкового обмена у голштинских коров / Ф. Ф. Зиннатов, Т. Р. Якупов, Ф. Ф. Зиннатова, Р. Р. Хисамов // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. - 2022. - Т. 8, № 1(29). - С. 25-34.

103. Продуктивные качества дочерей быков голштинской породы разных линий и генотипов по гену CSN3 / О. П. Юдина, А. М. Мухтаров, Т. П. Усова, Ф. Р. Бакай // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2023. - № 2(73). - С. 145-149.

104. Пудченко, А. Р. Влияние генотипа каппа-казеина на сыропригодность молока коров / А. Р. Пудченко // Значение научных студенческих кружков в инновационном развитии агропромышленного комплекса региона : Сборник научных тезисов студентов, п. Молодежный, 12-13 октября 2023 года. - п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2023. - С. 383-384.

105. Пудченко, А. Р. Влияние полиморфизма генов каппа-казеина и бета-лактоглобулина на сыропригодность молока коров голштинской породы разных линий / А. Р. Пудченко, И. Н. Тузов, А. И. Тузов // Сельскохозяйственный журнал. - 2024. - № 2(17). - С. 120-129.

106. Пудченко, А. Р. Оценка генетических маркеров CSN3 (каппа-казеина) и LGB (бета-лактоглобулина) и их влияние на производство молочной продукции / А. Р. Пудченко, Ю. А. Тузова // Старт в науке 2024 : сборник статей VI Международного научно-исследовательского конкурса, Пенза, 20 января 2024 года. - Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024. - С. 43-45.

107. Р. В. Падерина, А. В. Ковров Влияние интенсивности роста молодняка на последующую молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров // ТППП АПК. 2025. №4.

108. Роль генов молочных белков (CSN2, CSN3, BLG) в формировании технологических свойств молока крупного рогатого скота / А. Н. Тяжченко, К. Д. Сабетова, П. О. Щеголев [и др.] // Аграрный вестник Нечерноземья. - 2023. - № 3(11). - С. 40-49.

109. Рытченко, К. С. Значение экстерьерной оценки в селекции молочного скота / К. С. Рытченко, А. Г. Дикарев // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 78-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2022 год. В 3-х частях, Краснодар, 01-31 марта 2023 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощев. Том Часть 1. - Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. - С. 836-838.

110. Самбуров Н. В., Федоров Ю. Н. ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРВОТЕЛОК ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ РАЗНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПРИ АККЛИМАТИЗАЦИИ В ХОЗЯЙСТВЕ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ // С.-х. биол., Сельхозбиология, S-h biol, Sel-hoz biol, Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, Agricultural Biology. 2022. №2.

111. Сарычев, В. А. Влияние полиморфизма гена каппа-казеина на продуктивные показатели коров голштинской породы / В. А. Сарычев // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. - 2024. - № 2. - С. 62-64.

112. Сарычев, В. А. Характеристика молочной продуктивности и технологических свойств молока коров черно-пестрой породы с разными аллельными вариантами гена каппа-казеина (CSN3) / В. А. Сарычев, А. И. Афанасьева // Вестник КрасГАУ. - 2024. - № 5(206). - С. 167-176.

113. Сафина, Н. Ю. Молочная продуктивность голштинского скота с разными генотипами гена каппа-казеин (CSN3) / Н. Ю. Сафина, Э. Р. Гайнутдинова, Ш. К. Шакиров // Аграрный научный журнал. - 2021. - № 10. - С. 93-97.

114. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026617932 Российская Федерация. Программный комплекс биометрической

обработки данных животноводства : заявл. 23.03.2026 : опубл. 23.03.2026 / А. В. Востроилов, В. В. Алтухова, Е. И. Рыжков ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I".

115. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026617932 Российская Федерация. Программный комплекс биометрической обработки данных животноводства : заявл. 23.03.2026 : опубл. 23.03.2026 / А. В. Востроилов, В. В. Алтухова, Е. И. Рыжков ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I".

116. Севостьянов, М. Ю. Частота конкретных аллелей гена каппа-казеина в промышленных условиях / М. Ю. Севостьянов, Д. С. Укроженко // Теоретические, практические и безопасные аспекты ведения сельского хозяйства : сборник тезисов круглого стола, Екатеринбург, 15 декабря 2021 года. - Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. - С. 233-234.

117. Ситникова, М. А. Эффективность использования быков-производителей при совершенствовании стада крупного рогатого скота голштинской породы / М. А. Ситникова, М. А. Свяженина // Агропродовольственная политика России. - 2021. - № 4. - С. 20-24.

118. Скачкова, О. А. Селекция на повышение молочной продуктивности у крупного рогатого скота: значение генетических маркеров-предикторов / О. А. Скачкова, А. В. Бригида // Ветеринария и кормление. - 2022. - № 2. - С. 47-49.

119. Слащилина, Т. В. Влияние уровня кормления на молочную продуктивность коров / Т. В. Слащилина, Д. О. Быкова, Н. А. Быстрыков // Инновационные подходы в ветеринарии, генетике и селекции сельскохозяйственных животных : Материалы белорусско-российского круглого стола, Воронеж, 03 ноября 2023 года. - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2023. - С. 276-279.

120. Современные вызовы в развитии молочного животноводства : сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета и 95-летию факультета ветеринарной медицины и биологического факультета: в 2 частях, Киров, 20 ноября 2025 года. - Киров: Вятский государственный агротехнологический университет, 2025. - 641 с.

121. Стрибунова, А. А. Современные подходы совершенствования продуктивных и племенных качеств голштинского скота / А. А. Стрибунова // Теория и практика инновационных технологий в АПК : Материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 24-30 апреля 2025 года. - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2025. - С. 400-403.

122. Стрижко, М. Н. Влияние генотипа каппа-казеина на способность молока к сычужному свертыванию / М. Н. Стрижко // Научные исследования и инновации : Сборник статей XI Международной научно-практической конференции, Саратов, 02 сентября 2021 года. - Саратов: Индивидуальный предприниматель Емельянов Николай Владимирович, 2021. - С. 84-89.

123. Структура субпопуляции российского скота голштинской породы по локусам CSN2 и CSN3 / Н. В. Ковалюк, Н. С. Алтухова, М. А. Глущенко, А. Г. Соловых // Генетика и разведение животных. - 2021. - № 4. - С. 5-10.

124. Тамарова, Р. В. Влияние разных генотипов каппа-казеина и бета-лактоглобулина на продуктивность коров айрширской, голштинской и Ярославской пород / Р. В. Тамарова, Е. В. Егорашина // Главный зоотехник. - 2021. - № 12(221). - С. 9-27.

125. Терентьева, Н. А. Комплексная индексная оценка общей племенной ценности коров с учетом признаков продуктивного долголетия / Н. А. Терентьева, И. М. Дунин, А. И. Голубков // Научное обеспечение животноводства Сибири : Материалы VII Международной научно-практической конференции, Красноярск, 18-19 мая 2023 года. - Красноярск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский

научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», 2023. - С. 203-208.

126. Тихонов, А. С. Третьяков, Е. А. Влияние возраста и живой массы телок голштинизированной черно-пестрой породы при первом осеменении на показатели последующей молочной продуктивности / Е. А. Третьяков // АгроЗооТехника. - 2024. - Т. 7, № 2.

127. Характеристика аллелотипа по локусу каппа-казеина у молочных коров разных пород / Н. А. Худякова, И. В. Селькова, А. А. Первухина, А. О. Ступина // Молочное и мясное скотоводство. - 2022. - № 5. - С. 24-29.

128. Харисова, Ч. А. Молочная продуктивность коров дочерей быков-производителей разных линий и генотипа каппа-казеина / Ч. А. Харисова, Т. М. Ахметов, Р. Р. Шайдуллин // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. - 2022. - № 4(4). - С. 56-59.

129. Хромова, Л. Г. Молочное дело : Учебник для вузов / Л. Г. Хромова, А. В. Востроилов, Н. В. Байлова. - 3-е издание, стереотипное. - Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2022. - 332 с.

130. Цветкова, Я. А. Выявление полиморфизма гена каппа-казеина (CSN3) у коров голштинской породы / Я. А. Цветкова // Молодежные разработки и инновации в решении приоритетных задач АПК : Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и учащейся молодежи, посвященной памяти академиков М.П. Тушнова и А.З. Равилова, Казань, 31 марта 2022 года. Том I. - Казань: Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, 2022. - С. 156-158.

131. Шайдуллин, Р. Р. Доля влияния различных факторов на уровень молочной продуктивности коров с разными генотипами CSN3 и DGAT1 / Р. Р. Шайдуллин, А. С. Ганиев // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. - 2024. - № 3(11). - С. 67-72.

132. Шайдуллин, Р. Р. Изменчивость показателей молочной продуктивности у молочного скота разных пород и генотипов / Р. Р. Шайдуллин, Л. Р. Загидуллин,

Э. В. Шамаева // Агробιοтехнологии и цифровое земледелие. - 2025. - Т. 4, № 2(14). - С. 53-57.

133. Шайдуллин, Р. Р. Корреляция воспроизводительной способности с удоем у коров с разным генотипом CSN3 и DGAT1 / Р. Р. Шайдуллин, А. С. Ганиев // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Самара, 28 февраля - 02 2023 года. - Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. - С. 520-524.

134. Шевелева Ольга Михайловна, Никифорова Анастасия Олеговна ПРОДУКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ // Вестник Курганской ГСХА. 2025. №2 (54).

135. Щипакова, Е. Н. Характеристика молочного белка каппа-казеина крупного рогатого скота / Е. Н. Щипакова, И. С. Кожевникова // Молочное и мясное скотоводство. - 2023. - № 6. - С. 20-24.

136. Экхорутумвен О. Т., Медведев Г. Ф., Черникова В. А. ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СУХОСТОЙНОГО ПЕРИОДА, МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И РЕПРОДУКТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ КОРОВ // Животноводство и ветеринарная медицина. 2022. №2.

137. Юдина, О. П. Аллели и генотипы каппа-казеина в голштинской породе крупного рогатого скота / О. П. Юдина, Ф. Р. Бакай, Г. В. Мкртчян // Ветеринарное благополучие и управление генетическими ресурсами в животноводстве : Сборник трудов 1-й Научно-практической конференции, Москва, 17 октября 2025 года. - Москва: ООО Издательство "Сельскохозяйственные Технологии", 2025. - С. 596-597.

138. Юмагузин, И. Ф. Продуктивное долголетие и пожизненная продуктивность дочерей голштинских быковпроизводителей с разными вариантами генотипа каппаказеина / И. Ф. Юмагузин, А. Л. Аминова, Т. А. Седых // Аграрная наука. - 2022. - № 1. - С. 60-63.

139. Якшук, О. И. Влияние возраста первого отела на молочную продуктивность коров / О. И. Якшук // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы : Сборник научных трудов, входящий в перечень научных изданий Республики Беларусь. Том 69. Зоотехния - Гродно : Гродненский государственный аграрный университет, 2025. - С. 255-261.
140. Aksu E. Associations of bovine beta-casein and kappa-casein genotypes with genomic merit in holstein friesian cattle. - 2024.
141. Albazi W. J. et al. Association of Kappa casein gene polymorphism with milk production traits in crossbred dairy cows //Ciência Animal Brasileira. - 2023. - Т. 24. - С.
142. Ardicli S. et al. Associations of bovine beta-casein and kappa-casein genotypes with genomic merit in Holstein Friesian cattle //Archives Animal Breeding. - 2024. - Т. 67. - №. 1. - С. 61-71.
143. Assessment of influence of duration of the service period on the milk yield of cows / A. S. Gorelik, M. B. Rebezov, A. A. Belookov [et al.] // Agrarian Science. - 2023. - No. 1. - P. 49-52.
144. Buitenhuis, A. J. The occurrence of noncoagulating milk and the association of bovine milk coagulation properties with genetic variants of the caseins in 3 Scandinavian dairy breeds / A. J. Buitenhuis, M. Lund, P. Sørensen [et al.] // Journal of Dairy Science. — 2014. — Vol. 97, № 6. — P. 3866–3877.
145. Çak B. et al. Genetic variability of alpha-casein, beta-casein, and kappa-casein genes in Holstein-Friesian, Simmental and Brown Swiss cattle //Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society. - 2025. - Т. 76. - №. 1.
146. Ershov R. O. et al. Reproductive qualities of samara-type cows of black-and-white breed of different lines depending on polymorphism of the kappa-casein gene //Bulletin Samara State Agricultural Academy. - 2023. - Т. 8. - №. 2. - С. 53-59.
147. Hortolani B. et al. Effects of beta-casein and kappa-casein genotypes on milk production and composition in the Dairy Gir cattle. - 2023.

148. Influence of kappa-casein genotype on milk yield of cows and on culling of cows / O. V. Gorelik, D. A. Afonina, A. A. Belookov [et al.] // Agrarian Science. - 2022. - No. 7-8. - P. 110-113.

149. Ladyka V. et al. Evaluation of cow genotypes by kappa-casein of dairy breeds //Acta fytotechnica et zootechnica:: ISSN 1336-9245. - 2022. - T. 25. - №. 1.

150. LADYKA V. et al. STUDY OF THE FREQUENCY OF COMPOSITE BETA-AND KAPPA-CASEIN GENOTYPES OF CATTLE POPULATIONS AS A FACTOR IMPROVING THE MILK QUALITY //Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development. - 2023. - T. 23. - №. 4.

151. Ladyka V. et al. Studying the influence of the protein composition of raw milk from cows with different kappa-casein genotypes on the hard cheese yield and nutrient content //Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. - 2024. - №. 24. - C. 3.

152. Ladyka V. I., Sklyarenko Y. I., Pavlenko Y. M. Formation of economically useful traits in cows of Ukrainian brown dairy breed of different genotypes by kappa-casein //Animal Breeding and Genetics. - 2022. - T. 63. - C. 161-168.

153. Lavon Y. et al. Estimating the effect of the kappa casein genotype on milk coagulation properties in Israeli Holstein cows //Animals. - 2023. - T. 14. - №. 1. - C. 54.

154. Mkrtchyan G., Krovikova A., Boyko M. Genetic markers of milk proteins and their influence on milk protein content and chemical composition of milk in Holstein, Jersey and Ayrshire breeds of cows //BIO Web of Conferences. - EDP Sciences, 2025. - T. 181. - C. 01011.

155. Ono W. et al. Effect of kappa-casein dissociation on rennet-induced gelation in high-heated milk protein. - 2024.

156. Pilonetto F. et al. The genotypic profile of milk proteins in Holstein cows raised in South of Brazil //Research, Society and Development. - 2022. - T. 11. - №. 9.

157. Sharaz M. S. M., Rabindrakumar M. S. K. Genetic polymorphisms of kappa-casein (CSN3) gene and its association with bovine milk properties //Journal of Livestock Science. - 2024. - T. 15. - №. 15.
158. Silva, M. L. M., Silva, M. A. F., Silva, R. M., et al. (2024). Effect of κ -casein (CSN3) genotype on milk composition, cheese yield and quality in Holstein cows. Journal of Dairy Science, 107(11), 1827–1836.
159. Vafin R. R. et al. Species identification of ruminant milk by genotyping of the κ -casein gene //Journal of dairy science. - 2022. - T. 105. - №. 2. - C. 1004-1013.
160. Volokhov I. M. et al. Quality and organoleptic properties of cheeses obtained from the milk of cows of different kappa-casein genotypes (CSN3) //AIP Conference Proceedings. - AIP Publishing LLC, 2024. - T. 3021. - №. 1. - C. 080013.
161. Wang X, Wu P, Xu X, Wang L, Fu T, Liu K, Gao T, Li W. Comparative analysis of κ -casein expressions and dairy herd improvement indices in Chinese Holstein cows of diverse κ -casein genotypes and transcripts. Vet Anim Sci. 2024 Dec 19;28:100421.
162. Yeletska T. O., Rusko N. P., Kamishan N. V. THE INFLUENCE OF THE SEASON ON THE FORMATION OF MILK PRODUCTIVITY AND QUALITY IN COWS WITH DIFFERENT KAPPA-CASEIN GENOTYPES //Publishing House “Baltija Publishing”. - 2025.
163. Zinnatov F. et al. Genotyping of the Holstein Population of Cattle According to the Genes Involved in the Formation of Milk Protein //International Scientific Conference Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East. - Cham : Springer Nature Switzerland, 2023. - C. 102-108.

ПРИЛОЖЕНИЯ

СПРАВКА

о внедрении результатов научной работы
«Влияние полиморфизма гена каппа-казеина (CSN3) на реализацию продуктивного
потенциала у коров-первотелок голштинской породы»

Настоящая справка выдана Алтуховой Валентине Владимировне, аспиранту третьего года обучения передовой инженерной школы «Агроген» ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, и подтверждает факт использования материалов ее научных исследований в деятельности ООО «Дон», Хохольского района Воронежской области.

Результаты научной работы, выполненной на тему «Влияние полиморфизма гена каппа-казеина (CSN3) на реализацию продуктивного потенциала у коров-первотелок голштинской породы», были рассмотрены, и внедрены в практическую деятельность отдела зоотехнической службы ООО «Дон»

Выводы и практические рекомендации, полученные Алтуховой В.В., обладают высокой научной и прикладной ценностью и применяются для решения следующих задач:

1. Оптимизация селекционного процесса – представленный автором метод процентильной стратификации поголовья по комплексу хозяйственно-полезных признаков используется для более точной дифференциации животных и выявления особей с наилучшим сочетанием продуктивных качеств.

2. Планирование племенной работы – выявленные автором генотип-специфические особенности реализации продуктивного потенциала (характер лактационной деятельности) учитываются при составлении планов подбора быков-производителей. Это позволяет целенаправленно закреплять быков за маточным поголовьем для консолидации желательных признаков.

3. Повышение качества молока – данные о влиянии полиморфизма гена CSN3 на компонентный состав молока (содержание жира и белка) интегрированы в аналитическую работу отдела селекции и племенного дела. Это способствует прогнозированию и улучшению технологических свойств молока, а также увеличению выхода молочного жира и белка от подконтрольного стада.

Полученные данные служат научно-методической базой для коррекции селекционных программ и оперативной деятельности зоотехнической службы, направленной на наращивание генетического потенциала продуктивности и совершенствование племенной ценности животных голштинской породы

Генеральный директор
ООО «Дон»



С. А. Караваев

УТВЕРЖДАЮ

врио проректора по учебной работе
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ

Н.М. Дерканосова

«11» июн 2026 г.

АКТ

о внедрении результатов научно-исследовательской работы

Настоящим актом подтверждается, что результаты научно-исследовательской работы внедрены в учебный процесс Воронежского ГАУ.

Тема научно-исследовательской работы: Паратипическая и генетическая обусловленность формирования высокопродуктивного стада крупного рогатого скота при промышленной технологии производства молока.

Выполняемой ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, научным руководителем, которой является профессор Востроилов А.В.

Внедрены на кафедре частной зоотехнии факультета ветеринарной медицины и технологии животноводства Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I.

Срок внедрения: учебный 2025-2026 год.

Форма внедрения результатов: лекционный и практический материал для обучающихся по программе магистратуры.

Характеристика масштабов внедрения: обучающиеся по направлению подготовки 36.04.02 «Зоотехния».

Новизна внедрения результатов: получены дополнительные знания об эффективном использовании коров голштинской породы с учетом комплексной оценки паратипических и генетических факторов.

Эффективность внедрения: формирование у обучающихся компетенций: ПК-5 «Способен реализовывать технологии животноводства на основе углубленных профессиональных знаний».

Руководитель подразделения,**внедрившего разработку:**

Заведующий кафедрой частной зоотехнии, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Востроилов А. В.
(подпись)

Востроилов А. В.
(ФИО)

Руководитель НИР:

Заведующий кафедрой частной зоотехнии, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Востроилов А. В.
(подпись)

Востроилов А. В.
(ФИО)

Исполнитель:

Аспирант кафедры частной зоотехнии

Алтухова В.В.
(подпись)

Алтухова В.В.
(ФИО)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2026617932

Программный комплекс биометрической обработки
данных животноводства

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I" (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ) (RU)*

Авторы: *Востроилов Александр Викторович (RU), Алтухова Валентина Владимировна (RU), Рыжков Евгений Иванович (RU)*

Заявка № 2026617377

Дата поступления 23 марта 2026 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 23 марта 2026 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

документ подписан электронной подписью
Сертификат 00a570e4f7add8d531b4b8818e75f29506
Владелец *Зубов Юрий Сергеевич*
Действителен с 04.02.2025 по 28.11.2026

Ю.С. Зубов

АССОЦИАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ АПК И РЫБОЛОВСТВА



ДИПЛОМ

награждается

Алтухова**Валентина Владимировна**

молодой ученый

Воронежского государственного аграрного
университета имени императора Петра I

лауреат

**XXIII Всероссийского конкурса на лучшую
научную работу среди студентов, аспирантов и
молодых ученых аграрных образовательных и
научных организаций России**

в номинации

«Зоотехния»Генеральный
директор

В.Е. Бердышев



МОСКВА

2026