Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уральский государственный аграрный университет»

На правах рукописи

РАЖИНА ЕВА ВАЛЕРЬЕВНА

ВЛИЯНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МОЛОКА ГОЛШТИНИЗИРОВАННОГО ЧЕРНО-ПЕСТРОГО СКОТА НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

06.02.10 Частная зоотехния, технология производства
продуктов животноводства

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
Лоретц Ольга Геннадьевна,
доктор биологических наук, доцент

Екатеринбург – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ **3**

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ **9**

1.1. Продуктивные особенности гоштинизированного черно-пестрого скота 9

1.2. Генетические параметры и их влияние на молочную продуктивность, состав и свойства молока 11

1.3. Использование генетического потенциала разводимых в Российской Федерации пород в селекции молочного скота 20

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ **23**

3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ **26**

3.1. Условия кормления и содержания коров 26

3.2. Молочная продуктивность коров в зависимости от линейной принадлежности 30

3.3. Интерьерные показатели коров разного генотипа 35

3.3.1. Морфологические и биохимические показатели крови коров *35*

3.3.2. Рубцовое пищеварение *45*

3.3.3. Гормональный статус *48*

3.3. Ассоциация полиморфизма гена каппа-казеина с качеством молока и молочных продуктов 49

3.5. Влияние генотипов каппа-казеина на показатели молочной продуктивности и технологические свойства молока 51

3.6. Влияние генотипов каппа-казеина на выход и качественные показатели творога 63

3.7. Экономическая эффективность производства молока 65

ЗАКЛЮЧЕНИЕ **68**

ВЫВОДЫ 68

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ 69

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ 69

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ **71**

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

«Одной из приоритетных задач развития животноводства на современном этапе является обеспечение населения продуктами питания. Обеспеченность молоком и молокопродуктами (в пересчете на молоко) должна составлять не менее 90%, а фактическое потребление − 64,6%. Для обеспечения населения страны молоком в достаточном количестве необходимо рациональное использование продуктивного потенциала молочного скота в условиях интенсивных технологий промышленного производства молока»[1].

«Основой повышения продуктивности коров является интенсификация молочного скотоводства, которая определяется улучшением качественного состава поголовья животных, использованием их генетического потенциала и рациональными технологическими приемами его реализации» [7]. Анализ этого вопроса дан в работах отечественных ученых Н. И. Стрекозова, В. И. Чинарова, Н. В. Сивкина, А. В. Чинарова, О. В. Баутиной (2017); И. М. Донник, С. В. Мымрина, 2016; О. Г. Лоретц, О.В. Горелик (2015). «В селекционной практике отечественного молочного животноводства уделяется особое внимание выведению быков-производителей, в генетике которых можно объединить адаптационные качества местного скота и высокий уровень наследственности лучших представителей улучшающих пород» [7, 43].

В племенных организациях Свердловской области более 20 лет «Уральский внутрипородный тип черно-пестрой породы крупного рогатого скота улучшается голштинской породой, которая обладает высоким генетическим потенциалом по молочной продуктивности» [42, 55, 93, 95]. На сегодняшний день в племенных хозяйствах создан большой массив черно-пестрого скота, который можно отнести к чистопородным животным голштинской породы. Данные животные обладают хозяйственно-полезными признаками, которые имеют свои особенности и требуют дополнительного изучения.

---

[1] Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации.

Молочная продуктивность коров характеризуется не только удоем, но и качеством молока. «Современная промышленная переработка молока, основанная на высокотехнологичных процессах, предъявляет повышенные требования к качеству молока и его соответствию требованиям нормативно-правовых актов качества и безопасности молока-сырья, используемого для производства молочных продуктов» [160, 178]. Применение современных молекулярно-генетических методов диагностики в животноводстве для улучшения продуктивных показателей и качества молока является актуальным вопросом. Генетические маркеры, тесно сцепленные с целевым селекционным признаком, являются надежным инструментом для оценки генетического потенциала животного сразу после рождения и способствуют сокращению временных и финансовых затрат в селекционном процессе [2, 68, 86, 216].

Одним из таких маркеров, влияющих на качественные показатели молочной продуктивности и выход молочной продукции является ген каппа-казеина. Учеными выявлено, что именно вариант ВВ каппа-казеина связан с технологическими свойствами молока – имеет преимущества по времени затвердевания и коагуляции и выходу творога, сыра [91, 147].

Исследование физиологических процессов, влияющих на продуктивность животных разных генотипов повышает качество племенной работы с крупным рогатым скотом. По отдельным показателям качества молока, таким как массовая доля белка, состав белка необходима углубленная селекционная работа с использованием молекулярно-генетических методов исследования.

Учитывая вышеизложенное, проведение научных исследований животных, с долей кровности выше 75% по голштинской породе, по продуктивным и биологическим показателям с учетом генотипа, является актуальным.

Степень разработанности темы

Использование генетического потенциала голштинской породы для улучшения внутрипородных типов черно-пестрого скота, привело к созданию животных, обладающих новыми хозяйственно-полезными признаками. В последние годы отечественными учёными И. М. Донник, С. В. Мымриным (2016); О. Г. Лоретц, О. В.

Горелик (2015); С. Л. Гридиной, В. С. Мымриным, И. В. Ткаченко, О. И. Лешонок, М. Н. Морозовой, О. А. Ткачук (2018) отмечаются высокие продуктивные качества коров голштинизированного Уральского внутрипородного типа черно-пестрой породы. В настоящее время в отечественной и зарубежной литературе содержится много сведений о влиянии каппа-казеина на качественные показатели молока и молочных продуктов [122, 149, 189, 210, 216, 219]. Однако комплексные научные исследования по выявлению влияния голштинской породы на продуктивность и взаимосвязь физиологических процессов с реализацией генетического потенциала в племенных хозяйствах Свердловской области остается актуальным вопросом, чем и обусловлен выбор данной тематики.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с тематическим планом научно-исследовательской работы по заказу Министерства сельского хозяйства РФ (номер государственной регистрации АААА-А19-119031590041-2).

Целью работы является определение влияния генетического потенциала на на продуктивные и биологические качества голштинизированного черно-пестрого скота Уральского типа.

Для достижения цели решались следующие **задачи**:

– изучить влияние генетического фактора на молочную продуктивность и качества молока коров;

– провести сравнительный анализ интерьерных показателей коров;

– определить полиморфизм гена каппа-казеина у коров разной линейной принадлежности;

– изучить влияние генотипов каппа-казеина на молочную продуктивность и технологические свойства молока;

– произвести выработку кисломолочного продукта и определить его качественные показатели;

– рассчитать экономическую эффективность производства молока коров разного генотипа.

Научная новизна исследований. В сравнительном аспекте получены научно-обоснованные данные о биологических особенностях, молочной продуктивности, качестве молока голштинизированных коров черно-пестрой породы с учетом генотипов каппа-казеина. В условиях Уральского региона выявлено влияние генетических факторов на продуктивные качества голштинизированного скота в разрезе используемых линий быков-производителей, определен физиологический статус коров. Показано влияние генотипа на степень реализации потенциала продуктивности коров, обоснована экономическая эффективность с учетом генетического потенциала.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты научных исследований позволяют дать научно-практическое обоснование необходимости увеличения в стадах животных с желательным генотипом каппа-казеина. Полученные данные показали целесообразность использования линий быков с генетически закрепленными признаками высоких показателей молочной продуктивности и качества молока. Результаты исследования могут быть использованы в практике селекционно-племенной работы с высокопродуктивным скотом в хозяйствах Среднего Урала.

Методология и методы исследований. Методологической основой диссертации являлись труды отечественных и зарубежных ученых, занимающихся совершенствованием молочных пород крупного рогатого скота. При выполнении диссертационной работы применялись физико-химические, микробиологические, зоотехнические, статистические, биометрические и органолептические методы.

Основные положения, выносимые на защиту:

1) влияние генетического потенциала на молочную продуктивность и интерьерные показатели коров;

2) полиморфизм гена каппа-казеина в разрезе линий быков-производителей;

3) влияние генотипа каппа-казеина на молочную продуктивность и технологические свойства молока;

4) выработка и оценка качества кисломолочного продукта с учетом генотипа каппа- казеина;

5) экономическая эффективность производства молока с учетом генетического потенциала крупного рогатого скота.

Степень достоверности и апробация результатов работы

Исследования проведены на голштинизированных животных черно-пестрой породы с долей кровности более 75% по голштинской породе в племенных хозяйствах Свердловской области. В течение проведения исследований изучен материал, получены результаты со статистической обработкой данных с использованием компьютерных программ, рассчитаны критерии достоверности. Практические предложения и выводы являются обоснованными и вытекающими из результатов исследований.

Основные результаты научных исследований диссертации доложены на Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Агротехнологии XXI века» (Пермь, 2017 г); Национальной научно-практической конференции к юбилею заслуженного работника сельского хозяйства, д.с.-х.н., профессора Р.В. Тамаровой (Ярославль, 2017 г); III Международной молодежной научно-практической конференции «Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам» (Вологда, 2018); Международной научно-практической конференции «Стратегические задачи по научно-технологическому развитию АПК» (Екатеринбург, 2018); Международной научно-практической конференции «От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение АПК», (Екатеринбург, 2020); Международной научно-практической конференции «От импортозамещения к экспортному потенциалу: научно-инновационное обеспечение АПК», (Екатеринбург, 2021).

Публикации результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 14 научных работ, в том числе 4 – в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 100 страницах и содержит введение, обзор литературы, материалы и методы исследований, результаты собственных исследований, выводы, предложения производству, список

литературы, приложения. Диссертация содержит 28 таблиц, 13 рисунков. Список литературы состоит из 241 источника, в том числе 51 – на иностранных языках.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Продуктивные особенности гоштинизированногочерно-пестрого скота

Уральское отродье черно-пестрой породы создано путем скрещивания коров тагильской породы с остфризскими быками.

Тагильская порода – путем скрещивания местной породы с быками голландской, холмогорской и др. пород.

Сформировались животные с тяжелой и длинной головой и шеей, острой холкой, объемистым животом, ровной спиной, свислым задом. Голландская (остфризская порода) имела высокие удои, большой живой вес [22, 39, 50].

На Урале в 30-е годы XX века была создана порода крупного рогатого скота, способная в сложных климатических условиях производить большое количество молока.

В послевоенные годы работу по улучшению скота тагильской породы возглавил Е. А. Арзуманян.

В 1958 году был создан совет по улучшению черно-пестрого поголовья на Урале. Черно-пестрый скот является лидером по численности (55%) и уровню молочной продуктивности по сравнению с другими породами Урала [105].

В 1980-х годах был создан обильно-молочный тип черно-пестрого скота, характеризующийся достаточно высоким содержанием жира в молоке и приспособленностью к холодному климату.

Создавали помесей, отличающихся лучшими показателями молочной продуктивности путем скрещивания коров черно-пестрой породы с быками голштинской породы [39].

Получен большой массив скота с разной долей кровности по голштинской породе.

Продолжительное скрещивание с улучшающей породой привело к повышению кровности гоштинской породы более 80% [95].

Свердловская область является регионом с развитым молочным скотоводством. Племенная работа ведется на базе собственного маточного поголовья с использованием быков-производителей гоштинской породы.

«Молочная продуктивность коров уральского типа черно-пестрой породы в среднем по Уральскому региону составляет 7130 кг молока, с содержанием жира 3,98% и содержанием белка 3,15%» [107]. За последние 5 лет в Свердловской области удой на фуражную корову повысился на 1010 кг и составил в 2018 году – 7484 кг [106].

Животные гоштинской породы имеют черно-пеструю и красно-пеструю масть. В США и Канаде в среднем живая масса коров-первотелок составляет 650 кг. Показатели молочной продуктивности в отдельных странах и регионах значительно отличаются, так как имеют разные условия кормления, содержания, разведения. Более высокий удой был установлен в Израиле – 12000 кг [22, 68, 124].

Проведенные исследования Н. И. Абрамовой и соавт. (2018) показали, что животные черно-пестрой, ярославской и холмогорской породы с кровностью по голштинской 75% и более имели «самые низкие показатели молочной продуктивности по сравнению с животными с кровностью 25–49% и 50–74%».

Данными М. И. Аширова и соавт. (2018), О. А. Басонова и соавт. (2018) подтверждено, что независимо от селекции коровы голштинской породы имели «высокий генетический потенциал молочной продуктивности».

По сообщениям А. П. Вельматова и соавт. (2015), коровы-первотелки, дочери голштинских быков европейской селекции превзошли сверстниц «по большинству показателей молочной продуктивности».

«В настоящее время гоштинская порода занимает первое место среди мировых пород крупного рогатого скота молочного направления, характеризующаяся высоким уровнем генетического потенциала молочной продуктивности» [4, 20, 21, 35, 76, 142, 184, 185].

Гоштинская порода крупного рогатого скота разводится в 55 регионах пяти Федеральных округов РФ, племенные ресурсы представлены 144 племенными стадами в 18 регионах страны [56].

Генетические параметры и их влияние на молочную продуктивность, состав и свойства молока

Крупный рогатый скот разводят с целью получения ценных пищевых продуктов, его продуктивность – важный хозяйственно-полезный признак. Продуктивность коров может значительно изменяться под действием разных факторов. Знание причин изменчивости способствует повышению продуктивных свойств [25].

Качественная сторона продуктивности определяется наследственностью коров и особенностями содержания, эксплуатации.

На основании данных факторов проводят мероприятия, «связанные с повышением продуктивных качеств крупного рогатого скота» [25].

Исследованиями B. Marcovica (2017), M. Ozdemira (2018), A. S. Ganieva, (2018), P. Di. Gregorio (2017), С. Л. Гридиной, И. В. Ткаченко (2018), Д. К. Некрасова (2017) доказано, что показатели качества молока, молочной продуктивности, технологические свойства могут зависеть от генов животных, способствующих выработке молочных белков.

Ген каппа-казеин

Каппа-казеин (k-Cn, CSN3) – фосфогликопротеид, на его долю приходится примерно 9–12% комплекса казеина [145]. Фракция k-Cn состоит из фосфорной кислоты и трех углеводов – галактозы, галактозамина и сиаловой (N – ацетилнейраминовой) кислоты. Белковый полиморфизм k-Cn формируется путем наличия единичных аминокислотных замен, способствующих изменению электрофоретической подвижности [41]. Первичная аминокислотная структура белка гена CSN3 представлена 169 аминокислотными остатками [101].

Исследователями определено 9 аллелей k-Cn: A, B, C, D, E, F, G, H, I. Варианты указываются в порядке уменьшения электрофоретической подвижности [28, 143, 162, 196, 207, 238].

Каппа-казеин – кодоминантный ген, у гетерозигот проявляются оба генетических варианта [167, 211, 241].

Широко распространены у крупного рогатого скота аллели A и B каппа-казеина [13, 77, 101, 113, 195, 198].

Данные большинства авторов свидетельствуют о доминировании варианта А у многих пород крупного рогатого скота и низким уровнем варианта В гена каппа-казеина [57, 83, 84, 187, 216].

Л. А. Калашникова (2018) в своих исследованиях устанавливает: «54% коров голштинской породы имеют генотип АА, 41% – генотип АВ, и только 5% – генотип ВВ каппа-казеина».

По данным О. В. Кудрявцевой (2017), у коров ярославской породы отмечена наибольшая встречаемость генотипа АВ, составившая 46,8%.

Исследованиями ученых доказано, что молоко животных с аллелем В CSN3, обладает лучшими коагуляционными свойствами, содержит более высокое количество белка [33, 99, 145, 218, 221, 239].

Аллели А и В каппа-казеина являются наиболее распространенными у крупного рогатого скота. Вариант Е связан с уменьшением в молоке содержания казеина и ухудшением качества сыра [205]. Генетический вариант F распространен у финских айрширов [143].

В настоящее время проведены исследования, в которых выявлена «связь генотипов каппа-казеина с молочной продуктивностью коров». Уральские ученые С. Л. Гридина, И. В. Ткаченко (2016) установили, что голштинизированные черно-пестрые коровы уральского типа с генотипом АА каппа-казеина имели преимущество по удою на 818 кг (10,2%), при $P < 0,01$ по сравнению с гетерозиготным генотипом АВ.

А. Н. Попов (2017), О. А. Босанов, С. Г. Арутюнян (2020) «не выявили явной тенденции влияния генотипа каппа-казеина на продуктивные показатели».

В исследованиях M. Ozdemira с соавторами (2018) представлено большое количество разнообразных результатов исследований зарубежных ученых о влиянии каппа-казеина на составляющие молочной продуктивности коров.

Зарубежными авторами R. I. Neamt, G. Saplacan (2016) установлено, что генотип АА CSN3 коров румынского симментальского скота «ассоциирован с более высокими удоями (5887,76±115,7 кг), чем у животных с генотипом ВВ каппа-казеина (5619±86,34 кг, $P \leq 0,003$)».

По проведенным экспериментам В. А. Панина (2020), коровы симментальской породы имели более высокую молочность и содержание жира в молоке с генотипами АА и АВ каппа-казеина. На уровень содержания белка в молоке положительное влияние оказывал генотип ВВ.

«Среди представителей бестужевской породы наиболее обильномолочными являлись животные с генотипом АВ, удой которых был больше 300 и 353 кг в сравнении с коровами других групп. Массовая доля жира в молоке коров данной породы с генотипами АА и ВВ находилась примерно на одинаковом уровне» (Галлямова А. Р., 2008).

В. А. Грашин, А. А. Грашин (2016) утверждают, по показателям молочной продуктивности первотелки черно-пестрого голштинизированного скота самарского типа с генотипом АА каппа-казеина в ООО Племзавод «Дружба» незначительно превосходили коров с АВ генотипом, животные с генотипом ВВ в стаде выявлены не были.

При оценке другими исследователями молочной продуктивности коров «красной степной, ярославской и черно-пестрой пород, более высокий удой за 305 дней лактации – 4793,3±159,1 кг был выявлен у животных черно-пестрой породы с модификацией ВВ каппа-казеина. Наибольший удой за 305 дней лактации – 4146±96,6 кг установлен у животных красной степной породы с генотипом ВВ, у коров ярославской породы с генотипом АВ каппа-казеина – 4166±105,6 кг» [134]. «Содержание белка в молоке коров с генотипом ВВ в середине лактации превышало показатели коров других генотипов на 0,18–0,25 %, в конце лактации – на 0,03–0,38%» [100].

«Удой у гоштинизированных коров холмогорской породы высшей селекционной группы снижается по генотипу АА > АВ > ВВ, содержание жира» (Багаль И. Е., 2015).

Результаты исследований М. Часовщиковой (2013) показали, что, коровы черно-пестрой породы с аллелем В каппа-казеина обладали тенденцией к повышению пожизненной продуктивности (молочной продуктивности – удой, молочный жир, молочный белок, число законченных лактаций).

По данным Р. Р. Шайдуллина (2017) гоштинизированные первотелки и высокопродуктивные коровы с генотипом BB CSN3 «имели более высокие составляющие молочной продуктивности по сравнению с животными с вариантами AA и AB».

Существует графическое изображение изменения молочной продуктивности в процессе лактационного периода, которое называется лактационной кривой. Изменения лактационной кривой зависят не только от условий кормления и содержания, но многих других факторов, в том числе генетических [19].

По данным С. В. Тюлькина (2016) более выровненная лактационная кривая обнаружена у коров черно-пестрой породы с гомозиготными вариантами каппа-казеина AA и BB.

В начале 1990-х годов появились сведения о влиянии генетических модификаций каппа-казеина на технологические качества молока [145].

К технологическим характеристикам молока относят термоустойчивость и сычужную свертываемость [197]. Термоустойчивость – способность молока выдерживать действие повышенных температур [170].

Термоустойчивость характеризуется солевым равновесием в молоке, химическим составом и размером казеиновых частиц. Термоустойчивость может снижаться за счет повышения кислотности, смешивания молока различной температуры, загрязненности молока. При повышении содержания казеиновой фракции в молоке снижается термоустойчивость, это зависит от снижения стабильности казеиновых мицелл путем увеличения их размера.

В исследованиях ученых Ш. Р. Мещерова и Р. К. Мещерова (2009) содержались сведения, что термоустойчивость молока коров всех генотипов каппа-казеина являлась одинаковой и соответствовала нормам. Однако, экспериментальными данными некоторых авторов установлено, что молоко коров татарского типа с вариацией AA каппа-казеина характеризовалось более высокой термостабильностью – 60, – 65,8 мин, с BB –пониженной – 33,1–35,2 мин [9, 240].

Сычужная свертываемость характеризует функцию белков молока свертываться под влиянием сычужного фермента. Свертывание состоит из двух фаз, таких

как, коагуляция – казеиновые мицеллы концентрируются в группы, сохраняя форму и гелеобразования – образуется сгусток, молоко переходит в гель, когда происходит соединение более крупных мицелл в цепочки [85, 169, 192].

Продолжительность сычужной свертываемости и состояние сгустка могут определяться концентрацией ионов водорода в молоке. При снижении pH молока быстрее протекает реакция, повышается активность сычужного фермента [96].

G. Stocco с соавторами (2017) утверждают, что коровы, характеризующиеся высокой продуктивностью, имели наибольшую продолжительность сычужной свертываемости молока (18,6 мин.) по сравнению с коровами из малопродуктивных стад (16,3 мин.).

По данным исследователей выявлено, что лучшие технологические качества имеют образцы молока, полученные от животных, имеющих в генотипе аллель B CSN3 [120].

По сообщению B. Miscevic, J. Boskovic, A. Ivans, (2009) высокая концентрация каппа-казеина в молоке способствует повышению стабильности казеина, уменьшению размера казеиновых мицелл и ускорению процесса коагуляции.

Каппа-казеин за счет воздействия сычужного фермента коагулирует и образует сгусток казеина [220].

По данным С. В. Тюлькина и соавт. (2011) лучшие сыродельные свойства молока среди коров холмогорской породы Татарского типа имели животные с генотипами AB и BB каппа-казеина.

Данными М. А. Часовщиковой (2013) установлено, что наиболее лучшие характеристики свертываемости (за счет воздействия сычужного фермента) имело молоко, полученное от гомозиготного генотипа по аллелю B.

Продолжительность сычужной свертываемости молока может зависеть от некоторых факторов, таких как, титруемой кислотности, числа соматических клеток, содержания белка (особенно казеина), кальция и фосфора [230].

Отдельно стоит сказать о физико-химических показателях качества молока.

Важными физико-химическими показателями качества молока являются кислотность и плотность [1].

Кислотность молока свежего характеризуется содержанием фосфорно-кислых, лимоннокислых солей, содержанием растворенной двуокиси углерода в молоке, а так же кислотным поведением белков [170].

Плотность является показателем, характеризующим натуральность молока Понижение плотности может свидетельствовать о фальсификации молока или плохом кормлении животных [188].

Качество молока может зависеть от полиморфизма молочных белков [166]. В настоящее время наиболее важным маркером считают генотип каппа-казеина, так как он имеет связь с высоким количеством белка в молоке и выходом молочных продуктов [167].

По данным V. Legarova, L. Kourimska (2010) аллель А связан с более высоким содержанием сывороточного белка и низким содержанием казеина.

Более высокое количество казеина – 2,8% отмечалось в молоке коров ярославской породы с генотипом ВВ, что может характеризовать его лучшую сыропригодность [146].

По результатам М. А. Часовщиковой (2013) установлено, что при проведении анализа соотношения питательных веществ в молоке коров черно-пестрой породы, более значительное содержание сухого вещества (13,60%), СОМО (9,27%), белка (3,62%) и минеральных веществ (0,80%) получено от животных с генотипом $CSN3_{BB}$.

На основании исследований А. Вельматова (2016) содержание сухого вещества, лактозы, СОМО в молоке коров красно-пестрой породы с модификацией ВВ CSN3 достоверно выше (при $P < 0,05$ и $P < 0,01$) в сравнении с показателями сверстниц с модификациями АА и АВ.

Существуют данные исследований, что наиболее жирномолочными являлись коровы ярославской породы, имеющих АА генотип [144].

Более высокий показатель СОМО (8,61%) выявлен в молоке животных ярославской породы, имеющих генотип ВВ, что связано с повышенным содержанием белка [146].

Для изготовления творога, твердых сыров большое значение имеет полиморфизм молочных белков. Степень перехода казеинов в молочные белковые продукты (творог, сыр) может зависеть от генетических вариантов каппа-казеина [199].

Авторы отметили, что при использовании молока животных, имеющих генотип ВВ каппа-казеина, наблюдалось увеличение выхода сыра и творога (на 3% и более) [34, 40].

По данным М. А. Часовщиковой (2013), наибольшее содержание жира в сухом веществе сыра, изготовленного из молока коров с гомозиготным генотипом CSN3 ВВ составило 65,4%. Аналогичные результаты получены у авторов P.Di. Gregorio, A. Di. Grigoli, A. Di. Trana (2017), сыр, произведенный из молока коров с генотипом ВВ показал более высокое процентное содержание восстановленного жира ($P < 0,05$).

Практические эксперименты показывают: «При изготовлении твердых сыров из молока коров, имеющих ВВ генотип, повышается выход сыра (примерно на 6%), уменьшается время коагуляции (на 24%), улучшается консистенция сгустка, повышается количество ионов (особенно кальция) по сравнению с генотипом АА» [10, 139, 145].

Творог – кисломолочный продукт, для его изготовления используют метод коагуляции белков и отделения сыворотки. Творог изготавливают кислотным или кислотно-сычужным методом. При переработке молока на творог большую роль играет белковомолочность [144].

Рядом авторов установлено, что молоко животных, имеющих аллель В CSN3 является лучшим для изготовления творога, так как увеличился выход творога на 2,3 – 4,6 %, отделилось наименьшее количество сыворотки (на 38-46%) по сравнению с аллелем А [144].

При изучении авторами органолептических свойств творога, выработанного из молока подопытных коров с модификациями CSN3 выявлено, что зерно, изготовленное из молока животных с генотипом АА являлось мелким, мягким, присут-

ствовал слабо выраженный привкус горечи, а в твороге с АВ генотипом наблюдались хлопья, но вкус был чистый, кисломолочный. Из молока коров, имеющих генотип ВВ было произведено упругое, крупное зерно и качественный творог. Исследования Т. М. Ахметова показали, что при производстве творога использование жира (0,2–3%) и белка (7,0–15,1%) было больше из молока коров с аллем В каппа-казеина [10].

«Из молока, полученного от коров с генотипами АВ и ВВ каппа-казеина произведено на 43,1–87,5 больше творога, чем из молока коров с генотипом АА. Сливочное масло изготавливают из молока коров, содержание жира варьирует от 50 до 85%» (Тамарова Р. М., Михайлова Ю. А., 2017).

Одним из основных факторов при получении сливочного масла является содержание жира в молоке. На основании данных А. А. Ефремова (2018) можно сделать вывод, что молоко коров самарского типа с ВВ генотипом CSN3 имеет высокое содержание жира и наибольший средний диаметр жировых шариков, следовательно, являлось экономически выгодным для производства сладкосливочного масла.

Г. М. Гончаренко, Н. Б. Гришина (2015) изучали влияние генотипов каппа-казеина на качество и выход кисломолочных продуктов (йогурта, кефира, творога), изготовленных из молока коров симментальской породы. Кефир и йогурт из молока животных с В-аллелем каппа-казеина были густыми и более приятными на вкус по сравнению с генотипом АА. Творог с генотипом ВВ каппа-казеина был более вкусным и содержал на 0,32% больше сахара.

Ген β-лактоглобулин

В молоке находится глобулин, который представлен в основном β-лактоглобулином. Он не растворяется в воде (только в разбавленных растворах солей), выпадает в осадок, когда нагревается подкисленный раствор до температуры выше 75 С [16]. β-лактоглобулин содержит свободные сульфгидрильные группы (остатки цистеина), которые способствуют приданию привкуса кипяченого молока [24].

Ген β-лактоглобулина состоит из 7 экзонов и 6 интронов. Существует 4 генетических варианта (А, В, С, Д) β-лактоглобулина, один из них содержит углеводы. Варианты отличаются друг от друга аминокислотными заменами. Аллель В отличается в позиции 64, где происходит замена Asp→Gly, аллель D – в позиции 45 [152].

Э. Ф. Валиулина (2012) отметила, что удои в молоке животных черно-пестрой породы с вариантами АВ и АА β-лактоглобулина были выше, чем у коров с гомозиготным генотипом ВВ на 304–356 кг.

М. В. Позовникова и соавт. (2016) в своих исследованиях установили, что у коров голштинизированной черно-пестрой породы выявлена связь генотипа ВВ ß –лактоглобулина с высокой жирномолочностью.

Исследования J. P. Hilla (1993) показали, что молоко животных, имеющих в геноме аллель В бета-лактоглобулина содержало на 7% больше казеина и 6% сухих веществ. В молоке коров с аллелем А бета-лактоглобулина содержалось на 28% больше белков молочной сыворотки и 11% жира.

По данным О. А. Епишко и соавт. (2017) «коровы белорусской черно-пестрой породы с комплексным генотипом LGB (BB), PRL (AB), GH (LL) имели наиболее высокий удой – 4938 кг», что превысило на 51–760,7 кг показатели коров других групп.

На основании результатов исследований Ф.Р. Валитова и др. (2015) установлено, что молоко животных бестужевской и черно-пестрой породы с генотипом бета-лактоглобулина АВ содержало больше жира, белка, казеина, лактозы и минеральных веществ.

Данные Н. О. Тельнова (2017) свидетельствуют о преимуществе коров с модификацией ВВ гена бета-лактоглобулина над животными с АА и АВ вариациями по уровню жирномолочности на 0,03 и 0,08% ($P < 0,05$).

Результаты исследований С. В. Тюлькина (2018) показали, что животные с генотипами АА и АВ имели достаточное превосходство по содержанию белка в молоке на 0,08–0,09% ($P < 0,001$) в сравнении с генотипом ВВ.

Гормон пролактин

Пролактин – гормон гипофиза внегипофизарных клеток, имеет достаточно высокую биологическую функциональность. Имеет большое значение в лактогенеза, стимулирует формирование молочных желез и лактационного процесса. Способствует синтезу основных составляющих молока, в большей степени белка. Участвует в трансляции и модификации белков. В связи с тем, что пролактин выполняет важные функции в процессах лактогенеза и лактации, его ассоциируют с молочной продуктивностью коров [133].

Влияние пролактина на показатели молочной продуктивности коров рассмотрено учеными [54, 114,118, 133, 176, 186, 224, 229].

Гормон соматотропин (GH)

Соматотропин (гормон роста) принадлежит к семейству соматолактогенных гормонов. Оказывает влияние на лактацию, состав молока. Является регулятором по усвоению питательных веществ организмом, способствует жиромобилизации. Биологический эффект заключается в стимуляции белкового, липидного, минерального и углеводного метаболизма. Гормон способствует стимулированию молокообразования, поступлению к вымени предшественников основных составляющих молока и выполнению транспортной функции – в секреторные клетки [132].

Использование генетического потенциала разводимых в Российской Федерации пород в селекции молочного скота

На молочную продуктивность коров могут оказывать влияние различные генетические факторы, такие как, порода, линия отца, линия матери, генотип, производитель, доля кровности по улучшающей голштинской породе [36, 140, 206].

Из числа наследственных факторов на показатели молочной продуктивности коров значительно влияет наследственность быков-производителей. Разведение по линиям является эффективным приемом совершенствования пород крупного рогатого скота [8, 43, 69, 73, 80, 87, 98, 138].

«Оценку коров по молочной продуктивности проводят по удою (кг), содержанию жира в молоке (%) или по количеству молочного жира (кг) за 305 дней лактации. Проводились исследования молочной продуктивности у дочерей гоштинских быков линий Монтвик Чифтейн, Вис Бэк Айдиал, Рефлекшн Соверинг и др.» (Самусенко Л. Г., Мамаев А. В., 2021).

В исследованиях О. Г. Лоретц и О. В. Горелик (2015) установлено, что «по показателям молочной продуктивности коровы линии Монтвик Чифтейн имели превосходство», их удой был выше на 235–584 кг по сравнению с другими линиями. По содержанию жира (3,86%) также лидировали животные линии Монтвик Чифтейн.

Основываясь на данных И. Байдугановой и соавт. (2016), наиболее высокие показатели продуктивности (удой за лактацию, содержание жира и белка) имели первотелки черно-пестрой голштинизированной породы линии Вис Бэк Айдиал, превосходящие по удою на 484–980 кг животных других линий.

«Коровы линии Вис Бэк Айдиал превосходили коров линии Рефлекшн Соверинг по удою на 239,9 кг, выходу молочного жира на 11,5 кг» (Жукова И. Г., 2017).

По данным В. П. Гавриленко, Г. А. Бушовой (2010) в условиях ООО ПСК «Красная звезда» между линиями коров-первотелок черно-пестрой голштинизированной породы имелись отличия по показателям молочной продуктивности. Разница по удою между линиями Монтвик Чифтейн (95679) и Рефлекшн Соверинг (198998) составила 167 кг молока (при $P < 0,05$). Животные линейной принадлежности Силинг Трайджун Рокит 252803 являлись наиболее жирномолочными. Содержание жира составило 4,07%, «что выше на 0,11% (при $P < 0,01$) по сравнению с коровами линии Монтвик Чифтейн (95679)».

«Коровы черно-пестрой породы с кровностью 75% по голштинской породе и линейной принадлежности Рефлекшн Соверинг, имели наивысший удой – 5956 кг (305 дней лактации)» (Лопаев Т. В., Василенко Т. А., 2017).

Данные Л. П. Москаленко и А. С. Бушкаревой (2008) свидетельствуют о том, что из генетических факторов наибольшее влияние на признаки молочной продуктивности оказали линия отца и кровность по голштинской породе (3,7% и 2,2%).

В. А. Панин (2018) показал, что с увеличением кровности по гоштинской породе повышались удои. Помесные животные (1/2 кровности по голштинам) по сравнению с чистокровными коровами симментальской породы, произвели на 408 кг больше молока.

По сообщению Е. И. Анисимовой и соавт. (2015), пожизненный удой и выход молочного жира являлись наибольшими у полукровных животных.

По данным Л. В. Ефимовой и соавт. (2017) по удою (305 дней лактации), дочери быков-производителей голштинской породы превосходили дочерей быков красно-пестрой породы на 730 кг (P > 0,99).

Г. В. Родионов (2012) отмечает, на молочную продуктивность влияет генотип матери и генотип отца (генотип матери – 20%, генотип отца – 60%).

«При повышении уровня кровности по голштинской породе в генотипе черно-пестрого скота от 25% до 86,7% наблюдалось повышение удоя за 305 дней лактации на 339 кг, содержание жира и белка на 0,28% и 0,16%, соответственно» (Сермягин А. А., 2018).

По сообщениям С. Ю. Харлап и соавт. (2018) первотелки чистопородные гоштинской породы «имели самый высокий удой 9262±85 кг, такие значения превышают на 18–477 кг показатели других групп».

В исследованиях И. С. Фураевой и соавт. (2015) улучшенные генотипы ярославского скота по удою на 1154 кг превосходили ярославских чистопородных животных.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основные исследования по теме диссертации проводились в период с 2014 по 2019 гг. на базе племенных предприятий Свердловской области. Научная работа выполнена на кафедре биотехнологии и пищевых продуктов Уральского государственного аграрного университета, в сертифицированных лабораториях ФГБНУ УрФАНИЦ УрОРАН и ОАО «Уралплемцентр», в лабораториях клинико-диагностического центра г. Екатеринбурга, в межобластной ветеринарной лаборатории г. Челябинска, в Карталинской межрайонной ветеринарной лаборатории.

При отборе предприятий учитывали технологию содержания и кормления, уровень продуктивности.

Объектом исследований служил гоштинизированный крупный рогатый скот черно-пестрой породы, с долей кровности выше 75% по голштинской породе (n = 270).

Исследуемые животные находились в промышленных комплексах современного типа. «Кормление животных в исследуемых группах проводили по принятым в хозяйствах рационам, составленным с учетом возраста животных, молочной продуктивности, живой массы, физиологического состояния. Все животные были клинически здоровыми» (Шайдуллин Р. Р., 2017). Лактации коров в хозяйствах проходили в единых средовых условиях. Группы коров для исследований формировали методом сбалансированных групп с учетом линейной принадлежности, возраста, физиологического состояния, породности. Опыт проводился согласно схеме (Рисунок 1).

«Молочную продуктивность оценивали по удою за 305 дней лактации, содержанию жира и белка в молоке, выходу молочного жира, молочного белка. Генотипирование коров по каппа-казеину проводили на основе метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) с последующим анализом полиморфизма длин рестрикционных фрагментов» (методика Г. Брэма и Б. Брендинга).

Содержание в молоке жира, белка, лактозы определяли на приборе Bentley 150. Плотность молока оценивали ареометрическим методом (ГОСТ 54758-2011) и титруемую кислотность методом формольного титрования (ГОСТ 3624-92).

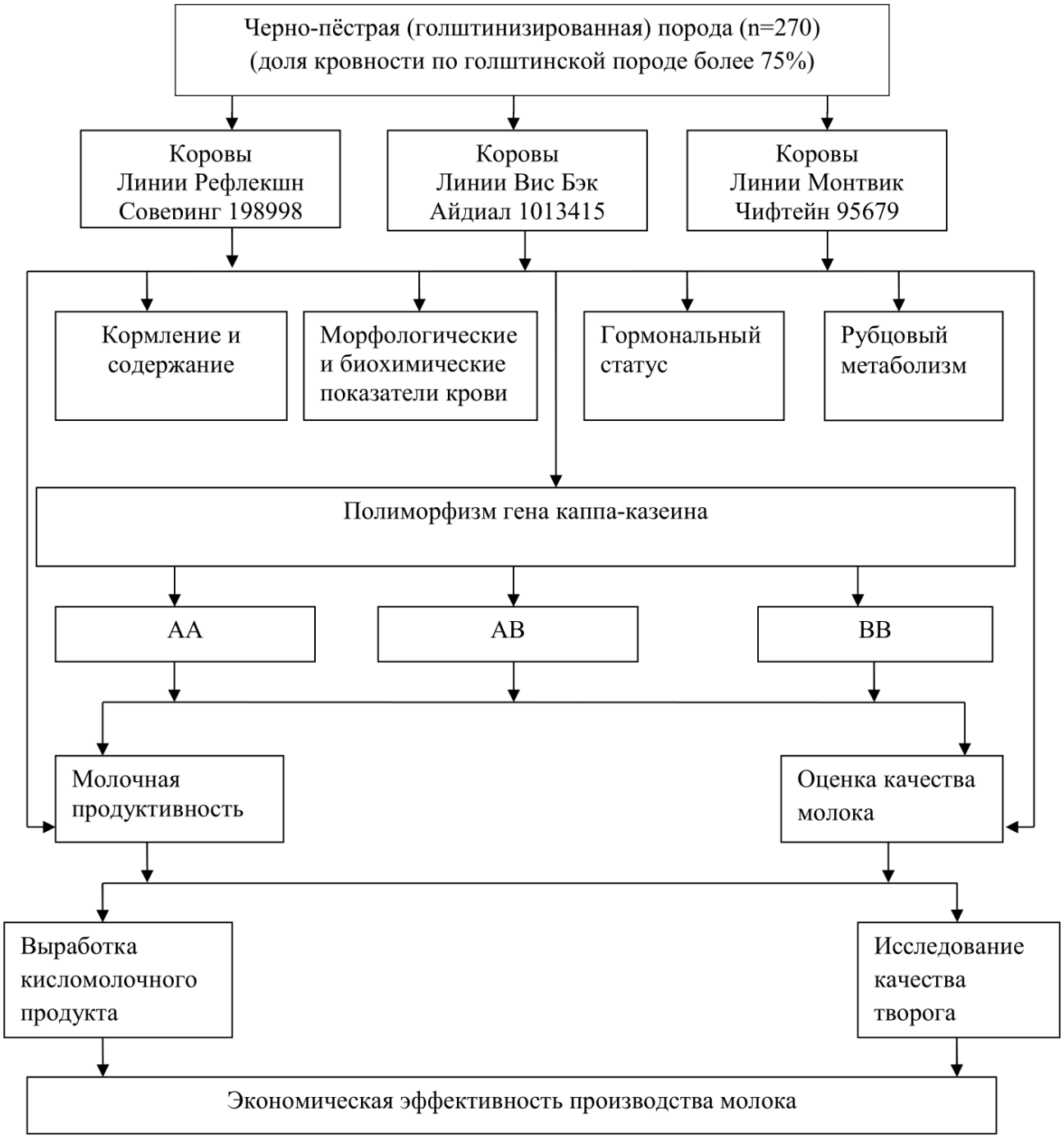

Рисунок 1 – Общая схема исследований

Термоустойчивость (группа) молока определяли по алкогольной пробе (ГОСТ 25228-82) и сычужную свертываемость методом модификации З. Х. Дилaняна, Г. С. Инихова, Н. П. Врио (1971), сычужно-бродильную пробу в соответствии с ГОСТ 32901-2014.

Количество соматических клеток оценивали на приборе Соматос-М.

Качество образцов творога определяли органолептическими и физико-химическими методами. Кислотность определяли «титриметрическим методом с применением индикатора фенолфталеина» (ГОСТ 3624-92), «массовую долю жира – кислотным способом» (ГОСТ 5867-90), «массовую долю влаги – арбитражным методом» (ГОСТ 3626-73).

Биохимические показатели крови оценивали на биохимическом анализаторе AU 680 фирмы Beckman Coulter. Оценка общего анализа крови осуществлялось на автоматическом гематологическом анализаторе Sysmex-1000i, имеющем функции дифференцирования лейкоцитов по 5 гистограммам. Кортизол на автоматическом синем люминесцентном анализаторе «ADVIA Centaur».

Пролактин исследовали методом иммуноферментного анализа на приборе IMark.

Содержимое рубца коров отбирали ротоглоточным зондом. pH рубцового содержимого определяли электрометрическим методом, летучие жирные кислоты оценивали в аппарате Маркгама, аммиак – микродиффузионным методом. Количество инфузорий определяли в камере Горяева под микроскопом.

Подсчет бактерий осуществлялся под микроскопом с использованием раствора хлорида натрия.

«Экономическую эффективность производства молока определяли на основе учета всех затрат на производство продукции, выручки от реализации, полученной чистой прибыли с определением уровня рентабельности» (Быкова О. А., 2015).

Для статистической обработки данных использовались пакеты прикладных программ «Statistica 6.0» и «Microsoft Office Excel 2010». Критерий Стьюдента применялся для оценки достоверности межгрупповой разницы.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Условия кормления и содержания коров

В племенных предприятиях использовалась привязная система содержания, осуществляли ежедневный выгул животных 2–4 часа. Все коровы в течение исследований находились в аналогичных условиях кормления и содержания. Животных содержали в 4-рядных типовых коровниках. Уборка навоза осуществлялась транспортерами шнекового типа. Основные параметры микроклимата (освещенность, температура, относительная влажность, загазованность воздуха) соответствовали нормативным показателям. Доение коров в опытах осуществлялось с использованием доильных аппаратов в молокопровод.

Полноценное кормление является важным фактором для реализации генетического потенциала животных. Недостаток или избыток нутриентов в рационе может привести к снижению продуктивности у животных с высоким потенциалом.

Кормление животных двухразовое, рацион задается в виде полнорационной кормосмеси, состоящей из объемистых кормов и концентратов с добавлением премикса и патоки.

Раздой проводили одинаково, проектируя рационы на среднюю продуктивность в 32 кг в сутки в первые 100 дней лактации. Далее рационы балансировали по фактической продуктивности.

Рационы в опытах относятся к концентратно-силосному типу кормления с долей концентрированных кормов 46,3–50,3%. Такая структура характерна для периода раздоя и обеспечивает высокую продуктивность животных.

По мнению Г. А. Симонова и соавторов (2018) количество концентратов в рационах дойных коров в период раздоя может доходить до 24 кг в сутки. Поэтапное увеличение концентратов в рационе обеспечивает эффективный раздой, обеспечивая концентрацию энергии в 11–12 Мдж в одном килограмме сухого вещества.

В фактических рационах этот показатель находился на уровне 10,5–10,6 МДж/кг.

Рационы середины лактации были рассчитаны исходя из фактической продуктивности животных на средний удой 24 и 22 кг в первом и втором опыте соответственно.

По структуре рационы относились к концентратно-силосному типу; доля грубых кормов составляла 24,55–26,16 сочных – 35,03–35,29, концентрированных – 38,81–40,16. Рационы в первом опыте были спроектированы на среднюю продуктивность 26 кг, а во втором – 24 кг в сутки. Кормление животных в опыте проводили по результатам раздоя и с учетом фактической продуктивности.

Рационы середины лактации были рассчитаны на средний удой 20 и 18 кг в первом и втором опыте соответственно.

Рационы конца лактации были сбалансированы по силосно-концентратному типу. Доля сочных кормов составила 38,69–41,77%. Рационы содержали незначительный избыток энергии.

Рационы были не сбалансированы по отдельным микронутриентам. В отдельные периоды отмечался недостаток серы, цинка, марганца. Так как в обоих опытах использовались фактические рационы в хозяйствах, коррекции по этим элементам питания не проводилось. Фактический дефицит микроэлементов был характерен в обоих опытах и в разные периоды имел сходный характер.

Таким образом, используемые рационы в обоих опытах были сбалансированы по основным питательным веществам, имели сходные недостатки.

Таблица 1 содержит данные о потреблении кормов, а также о фактическом поступлении основных питательных веществ с рационами.

Наибольшее количество кормов в физическом весе потребляли потомки быка Вис Бэк Айдиал 1013415. Значительные различия были отмечены в потреблении объемистых кормов. Потомки быка Рефлекшн Соверинг 198998 при близком уровне продуктивности, потребили на 1,44% меньше сена, 6,96% силоса, чем дочери Вис Бэк Айдиал 1013415.

Во втором опыте наименьшее потребление кормов отмечено у дочерей Рефлекшн Соверинг 198998.

Таблица 1– Потребление кормов и поступление питательных веществ в опытных группах

Показатель	Линейная принадлежность					
	Вис Бэк Айдиал 1013415	Монтвик Чифтейн 95679	Рефлекшн Соверинг 198998	Вис Бэк Айдиал 1013415	Рефлекшн Соверинг 198998	Монтвик Чифтейн
	Опыт 1			Опыт 2		
Сено разнотравное	2521,98 ±80	2353,51 ±30,26	2482,95 ±19,92	2485,2 ±95,85	1877,77 ±85,96	2450,87 ±96,35
Силос кукурузный	10225,11 ±54,76	9141,69 ±7,84	9512,99 ±41,48			
Силос вико-овсяный				9509,52 ±66,9	7513,43 ±62,65	8886,51 ±9,73
Концентрированные корма	1952,65 ±37,1	1832,69 ±23,82	1938,13 ±42,64	1758,11 ±19,34	1566,75 ±29,77	1709,81 ±29,07
Патока	610,61 ±2,49	579,49 ±3,63	601,4 ±3,21	610,05 ±3,63	540,33 ±4,22	603,06 ±2,44
Минеральные добавки	754,53 ±17,35	714,47 ±8,57	743,42 ±18,59	730,18 ±13,87	644,1 ±7,09	720,49 ±18,73
Поступление основных питательных веществ						
СВ, кг	6579,63 ±189,37	4942,46 ±148,96	5723,41 ±82,03	6420,51 ±46,19	5468,34 ±123,75	6221,31 ±133,87
ОЭ, Мдж	67324,78 ±367,72	47071,99 ±499,74	56499,73 ±349,25	66123,72 ±274,05	56353,85 ±1023,15	64235,51 ±1084,33
ПП, кг	948,09 ±19,49	680,47 ±12,17	805,97 ±1,33	920,19 ±16,07	785,23 ±17,96	893,66 ±7,46
Крахмал, кг	946,01 ±21,17	137,70 ±5,58	485,51 ±3,27	910,11 ±12,74	764,28 ±12,81	893,90 ±29,03
Сахар, г	476,45 ±20,84	430,20 ±9,15	457,48 ±3,33	425,0 ±19,0	373,60 ±8,52	418,14 ±22,09
Сырой жир, г	122,38 ±1,39	95,17 ±1,19	108,17 ±3,35	160,45 ±4,33	138,04 ±2,7	157,43 ±3,68
Кальций, г	47,5 ±2,29	44,2 ±3,59	45,85 ±1,29	48,84 ±1,79	41,95 ±3,07	46,74 ±3,09
Фосфор, г	26,28 ±1,89	20,3 ±1,39	23,42 ±2,2	27,90 ±2,48	23,45 ±1,37	27,0 ±1,08

Показателем сбалансированности рационов по питательным веществам является определение относительных показателей, таких как концентрация обменной энергии, уровень протеина и других. Нами был проведен расчет этих показателей

с учетом фактической поедаемости и поступления питательных веществ с рационами опытных животных.

Потребление сухого вещества коровами в среднем составило 3,22кг в расчете на 100 кг живой массы. Наибольшее количество сухого вещества потребили потомки Вис Бэк Айдиал 1013415 – 3,6 кг, наименьшее – 2,7 кг дочери Монтвик Чифтейн 95679.

Средняя концентрация энергии в рационах колебалась в пределах 9,52...10,33 и в среднем составила 10,09 Мдж/кг. Энергонасыщенность рациона в обоих опытах можно оценить как среднюю, соответствующую уровню фактической продуктивности. Снижение энергонасыщенности рациона за счет использования низкокачественных объемистых кормов или уменьшения уровня концентратов приводит к уменьшению поедаемости рациона и падению продуктивности.

Наиболее низкие показатели по концентрации обменной энергии и потребленного сухого вещества отмечены у потомков Монтвик Чифтейн 95679 – 9,52 МДж/кг и 2,7 кг соответственно.

Оценивая кормовой фактор в формировании продуктивности у данных животных следует отметить, что раздой во всех группах проводился одинаково, с рационом, рассчитанным на показатели продуктивности 7500 кг молока за лактацию.

Количество переваримого протеина в расчете на одну энергетическую кормовую единицу составило в среднем 140,94 г, отличий между отдельными линиями не выявлено.

Нормальное течение рубцового пищеварения зависит, в том числе, от уровня сахара в рационе. Сахаро-протеиновое отношение в первом опыте колебалось в пределах 0,5–0,63, а во втором опыте 0,46–0,48. Это относительно низкий показатель, при общепринятых нормативных значениях 0,8–1,2. Дополнительным источником сахара в рационах коров в обоих опытах была патока кормовая, которая вводилась в рацион в среднем из расчета 2 кг на голову в сутки.

Для контроля уровня легкоусвояемых углеводов определяли поступление сахара в расчете на один килограмм сухого вещества рациона. В среднем этот показатель был равен 73,52 г и колебался в пределах 72,41–97,93 г в первом опыте и

66,21–68,32 г во втором. Нормы кормления NRC устанавливают значение этого показателя на уровне 60–70 г для продуктивного периода.

Таким образом, при фактическом дефиците сахара в рационе их можно признать сбалансированными, а фактическое поступление сахара достаточным для обеспечения планового уровня продуктивности.

Уровень сырой клетчатки в рационах в среднем составлял 21,76% в сухом веществе рациона, что соответствует рекомендуемым значениям для данного вида продуктивности.

Кальциево-фосфорное отношение в среднем в первом и втором опытах составило 1,87; рационы по фосфору были сбалансированы.

Оценка кормления в опытах показала, что рационы периода раздоя были схожи по питательной ценности, а дальнейшее кормление производилось по фактической продуктивности животных.

Несбалансированность по отдельным микронутриентам в первом и втором опыте была сходной и не могла оказать существенного влияния на молочную продуктивность.

Молочная продуктивность коров в зависимости от линейной принадлежности

С целью проведения сравнительного анализа продуктивных характеристик коров разного генотипа исследована молочная продуктивность по показателям: содержание и выход молочного жира, белка, удой за 305 дней лактации (Таблицы 2, 3).

Анализ результатов исследований показал, что в первом опыте максимальные удои определены у коров линии Вис Бэк Айдиал, которые превысили анализируемый показатель животных линии Рефлекшн Соверинг на 1,5% и 5,4% – линии Монтвик Чифтейн.

Коровы линии Рефлекшн Соверинг обладали преимуществом по жирномолочности, превосходя на 4,2 и 0,5 п.п. коров линий Монтвик Чифтейн и Вис Бэк Айдиал, соответственно.

Таблица 2 – Молочная продуктивность коров в зависимости от линейной принадлежности

Линия	Удой, кг	Cv, %	МДЖ, %	Cv, %	МДБ, %	Cv, %	Кол-во молочного жира, кг	Cv, %	Кол-во молочного белка, кг	Cv, %
Опыт 1										
Вис Бэк Айдиал 1013415	7326 ±130	12,1	3,97 ±0,02	4,2	3,04 ±0,01	3,2	290,5 ±6,3*	14,8	222,7 ±4,8	14,7
Монтвик Чифтейн 95679	6951 ±256	14,7	3,83 ±0,02	2,4	3,13 ±0,03***	4,5	259,4 ±10,4	16,0	217,4 ±9,2	17,0
Рефлекшн Соверинг 198998	7218 ±214	13,3	3,99 ±0,07**	8,2	3,05 ±0,02	3,2	287,8 ±11,3	17,6	220,4 ±7,2	14,6
Опыт 2										
Вис Бэк Айдиал 1013415	6432* ±116	14,3	4,02 ±0,01	2,4	3,10 ±0,01	2,6	258,8 ±4,8	14,6	199,6 ±3,8**	15,0
Монтвик Чифтейн 95679	6354* ±175	9,11	3,99 ±0,04	3,5	3,10 ±0,04	4,7	252,4 ±8,2	10,7	197,0 ±6,06	10,2
Рефлекшн Соверинг 198998	5697 ±206	17,3	4,06 ±0,03	3,3	3,15 ±0,01	1,6	231,4 ±8,2	17,0	179,3 ±4,5	17,4
Примечание – Здесь и далее: * – P < 0,05, ** – P < 0,01, *** – P < 0,001										

Таблица 3 – Молочная продуктивность коров разных линий

Наименование показателя	Линия быка					
	Вис Бэк Айдиал 1013415		Рефлекшн Соверинг 198998		Монтвик Чифтейн 95679	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Удой, кг	6809±102	15,6	6404±188	19,3	6708±177	13,7
Массовая доля жира, %	4,00±0,01	3,3	4,02±0,04	6,1	3,89±0,04	4,6
Выход молочного жира, кг	272,2±4,1	15,8	257,6±8,1	20,6	261,1±7,0	14,0
Массовая доля белка, %	3,07±0,01	3,0	3,10±0,01	2,9	3,12±0,03	4,5
Выход молочного белка, кг	209,4±3,1	15,4	198,4±5,6	18,6	209,1±6,3	15,7
Средняя живая масса, кг	547,7±4,1	–	535,1±4,2	–	549,3±5,7	–
Коэффициент молочности, кг	1275,3±36,1	–	1221,9±38,2	–	1235,7±33,5	–

По белковомолочности – 3,13%, в опыте 1 лидировали коровы линейной принадлежности Монтвик Чифтейн, превзошедшие анализируемый показатель на 2,6 и 2,9 п.п. в сравнении с другими группами животных.

Из полученных данных видно, что тенденция сохранилась и в опыте 2, высокую степень обильномолочности имели животные линии Вис Бэк Айдиал, показатель которых был выше на 735 кг и 78 кг, чем у коров линий Монтвик Чифтейн и Рефлекшн Соверинг.

Доминирующими по жирности молока выступали коровы линии Рефлекшн Соверинг – 4,06%, данное число превысило данных животных других сравниваемых групп на 1,8 п.п и 1 п.п, соответственно.

Лидерами по выходу молочного жира в двух опытах выступали коровы линии Вис Бэк Айдиал – 290,5 кг и 258,8 кг, что выше фиксируемого показателя в опыте 1 – на 2,7 кг и 31,1 кг, в опыте 2 – на 27,4 кг и 6,4 кг, чем у животных линий Рефлекшн Соверинг и Монтвик Чифтейн.

Высокий уровень содержания молочного белка характерен «для коров линии Вис Бэк Айдиал, которые превзошли животных двух других групп, в опыте 1 – на 5,3 кг и 2,3 кг, в опыте 2 – на 2,6 кг и 20,3 кг, соответственно» [126].

Анализ полученных данных показал, что более высокой молочностью обладали коровы линии Вис Бэк Айдиал – 6809 кг, что выше фактического показателя остальных групп на 101 и 405 кг, соответственно.

Преимущество по массовой доле жира в молоке имели животные линии Рефлекшн Соверинг – 4,02%, что было больше аналогичного показателя коров линий Монтвик Чифтейн и Вис Бэк Айдиал на 3,3 п.п. и 0,5 п.п.

Лучшими по содержанию белка являлись коровы линейной принадлежности Монтвик Чифтейн – 3,12%, что выше на 0,6 п.п. и 1,6 п.п. в сравнении с другими животными.

По выходу молочного жира доминировали коровы линейной принадлежности Вис Бэк Айдиал – 272,2 кг, превысившие на 11, 1 кг и 14,6 кг аналогичный показатель представительниц линий Монтвик Чифтейн и Рефлекшн Соверинг.

Выход молочного белка «составил 209,4 кг и являлся максимальным у коров линии Вис Бэк Айдиал, превосходившими на 11 и 0,3 кг животных линейной принадлежности Рефлекшн Соверинг и Монтвик Чифтейн» [127].

Для характеристики молочной продуктивности коров определен коэффициент молочности, характеризующий выраженность молочного типа крупного рогатого скота и протекании обменных процессов в организме. Для полновозрастных животных он должен составлять от 700 кг на 100 кг живой массы (Рисунок 2).

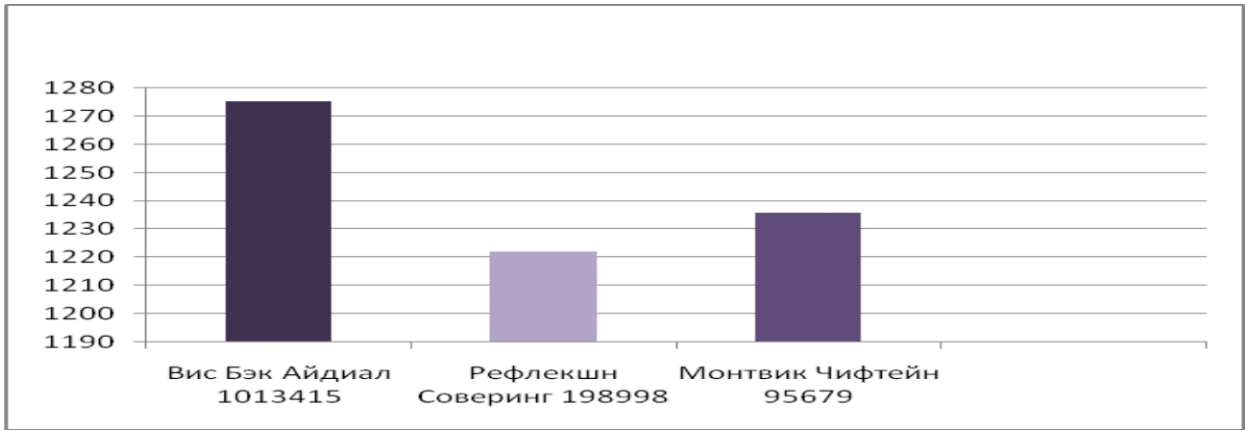

Рисунок 2 – Величина коэффициента молочности коров разных линий

Опытные животные имели высокие коэффициенты молочности (1221,9–1275,3), свидетельствующие о молочном типе телосложения коров. При этом коровы линейной принадлежности Вис Бэк Айдиал превосходили животных линии Монтвик Чифтейн на 3,1%, Рефлекшн Соверинг на 4,2%.

С целью установления влияния генетического потенциала в группе животных, определены максимальные и минимальные значения удоев (за 305 дней лактации), массовой доли жира и белка у подопытных коров (Рисунки 3, 4).

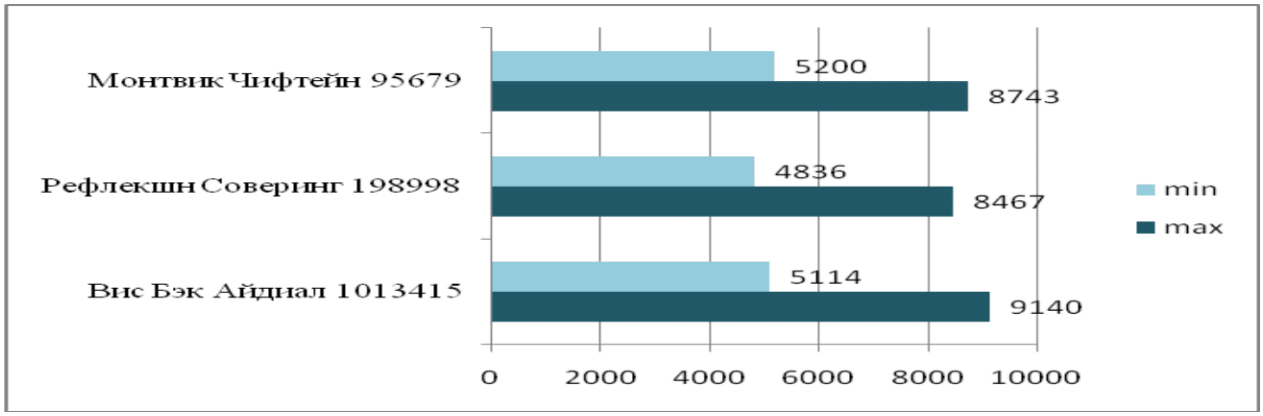

Рисунок 3 – Изменение удоев в зависимости от линейной принадлежности

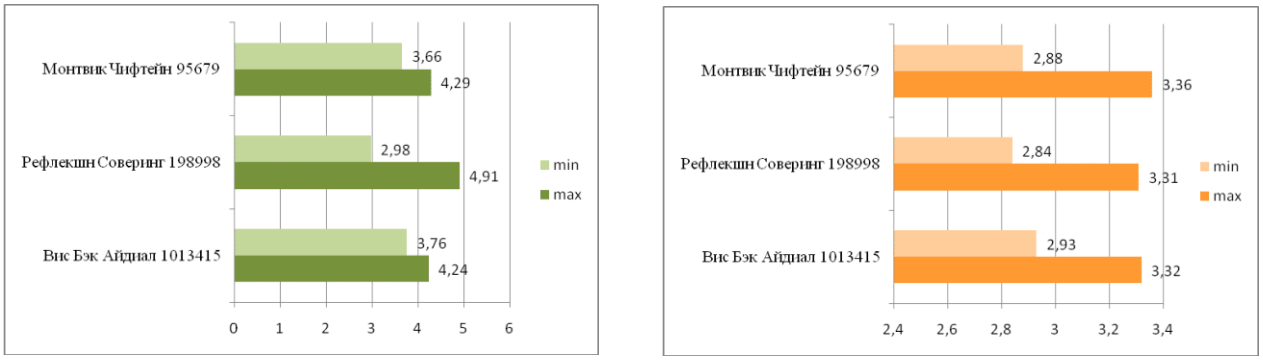

Рисунок 4 – Изменение массовой доли жира и белка в молоке коров разных линий

Более высокое значение максимального удоя имели животные линии Вис Бэк Айдиал – 9140 кг. У коров линии Рефлекшн Соверинг отмечен самый низкий максимальный удой – 8467 кг при высоком максимальном содержании жира – 4,91%.

Максимальное значение массовой доли белка было у коров линии Монтвик Чифтейн, занимающих промежуточное положение по удою и содержанию жира в молоке. Низкие минимальные значения удоя, содержания жира и белка имели сверстницы линии Рефлекшн Соверинг.

Разница между минимальными и максимальными удоями по линиям составила 3543 – 4026 кг (40,52–44,05%). Наиболее высокая разница по удою отмечена у животных линейной принадлежности Вис Бэк Айдиал – 44,05%, что свидетельствует о высоких колебаниях внутри линии и о возможности проведения селекционно-племенной работы по повышению продуктивных качеств за счет внутрилинейного отбора.

По жирномолочности, разность между минимальным и максимальным значением в зависимости от линий составила 0,48–1,93%. Коровы линейной принадлежности Рефлекшн Соверинг имели более значительную разницу, равную 1,93%.

Разница между минимальным и максимальным содержанием белка в молоке в разрезе линий составила 0,39–0,48%. Наибольшая разность определена у коров линии Монтвик Чифтейн – 0,48%.

Большую роль в селекционно-племенной работе уделяют взаимосвязи между признаками. Определена корреляция между следующими показателями: удой-жир, удой-белок, жир-белок (Рисунок 5).

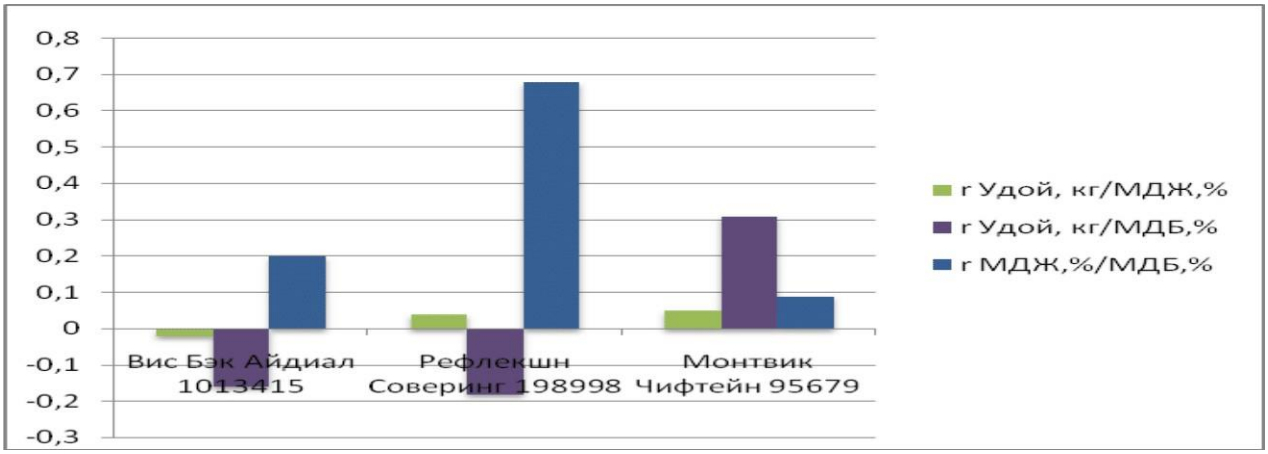

Рисунок 5 – Корреляционный анализ основных признаков молочной продуктивности

В пределах линий среди подконтрольных животных установлены связи между удоем и содержанием жира, имеющие как положительную, так и отрицательную динамику. Положительные показатели корреляции выявлены у коров линий Рефлекшн Соверинг (r = +0,04) и Монтвик Чифтейн (r = +0,05).

Положительная корреляционная связь между удоем и белком выявлена только у животных линейной принадлежности Монтвик Чифтейн (r = +0,31), что свидетельствует о повышении белковомолочности коров данной линии.

Связь между содержанием жира и белка у животных трех линий является положительной, находится в пределах r = 0,09–0,68.

Интерьерные показатели коров разного генотипа

Морфологические и биохимические показатели крови коров

Морфологические и биохимические показатели крови коров – результат продолжительной биологической эволюции. Кровь дает возможность потреблять кислород всем клеткам организма. Кроме этого кровь от клеток переносит продукты метаболизма. В крови отражаются все процессы, протекающие в организме [225].

В целях изучения интерьерных показателей подопытных животных, проведены исследования морфологических и биохимических показателей крови коров разной линейной принадлежности.

При анализе результатов гематологических исследований необходимо учитывать состав и свойства крови в зависимости от физиологического состояния,

условий кормления и содержания, породы. Проведенные исследования подтверждали физиологическое состояние здоровья животных. Показатель СОЭ в крови исследуемых коров составил 0,9±0,2 мм/ч; 0,8±0,2 мм/ч; 0,8±0,2 мм/ч, соответственно. Биологические и морфологические показатели крови соответствовали допустимой норме [52].

К форменным элементам крови относят эритроциты, лейкоциты и тромбоциты. Эритроциты в своем составе содержат пигмент гемоглобин, благодаря которому они поставляют кислород и обеспечивают жизнедеятельность всех клеток тканей организма. Число эритроцитов в крови может изменяться в зависимости от сезона года, кормления и продуктивности.

Полученные данные приведены в Таблицах 4, 5.

Таблица 4 – Гематологические показатели крови коров

Показатель	Линия быка					
	Вис Бэк Айдиал 1013415, n = 10		Монтвик Чифтейн 95679, n = 10		Рефлекшн Соверинг 198998, n = 10	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv,%	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv,%	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv,%
Эритроциты, $1*10^{12}$/л	7,1±0,3*	11,1	6,4±0,3	14,8	6,0±0,2	12,6
Гемоглобин, г/л	113,8±2,7*	7,3	108,7±4,0	11,2	103,7±3,0	9,3
Гематокрит, %	37,1±0,4*	3,7	36,1±0,9	9,4	35,3±0,7	7,3
СОЭ, мм/ч	0,9±0,2	16,9	0,8±0,2	18,0	0,8±0,2	18,5

Таблица 5 – Лейкограмма крови коров разных линий

Показатель	Линия быка					
	Вис Бэк Айдиал 1013415, n = 10		Монтвик Чифтейн 95679, n = 10		Рефлекшн Соверинг 198998, n = 10	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv,%	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv,%	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv,%
Лейкоциты, $1*10^9$/л	8,2±0,2	9,1	8,3±0,3	12,0	8,0±0,6	23,0
Сегментоядерные нейтрофилы, $1*10^9$/л	2,1±0,1	17,4	2,4±0,3	32,0	2,2±0,2	32,1
Лимфоциты, $1*10^9$/л	4,4±0,3	23,7	4,2±0,3	19,0	4,3±0,4	27,9

Гемическая функция крови имеет большое значение при обеспечении клеток кислородом.

Эритроциты формируют кислородную емкость крови. Показатели полноценной функции эритроцитов характеризуются количеством эритроцитов, клеточной функцией, связанной с величиной гемоглобина. Увеличение концентрации гемоглобина в крови может свидетельствовать о повышении дыхательной функции крови и усиленном обмене веществ, что оказывает положительное влияние на величину молочной продуктивности коров. Гематокрит подразумевает эритроцитарную емкость крови.

Анализ проведенных исследований показал, в крови животных линейной принадлежности Вис Бэк Айдиал установлено более высокое количество эритроцитов – 7,1±0,3*10^{12}/л, гемоглобина – 113,8±2,7 г/л и гематокритной величины – 37,1±0,4%, чем у коров других линий, при достоверной разнице между группами ($P < 0,05$), что характерно для животных с высоким уровнем молочной продуктивности. На Рисунке 6 дается содержание эритроцитов, гематокрита и гемоглобина.

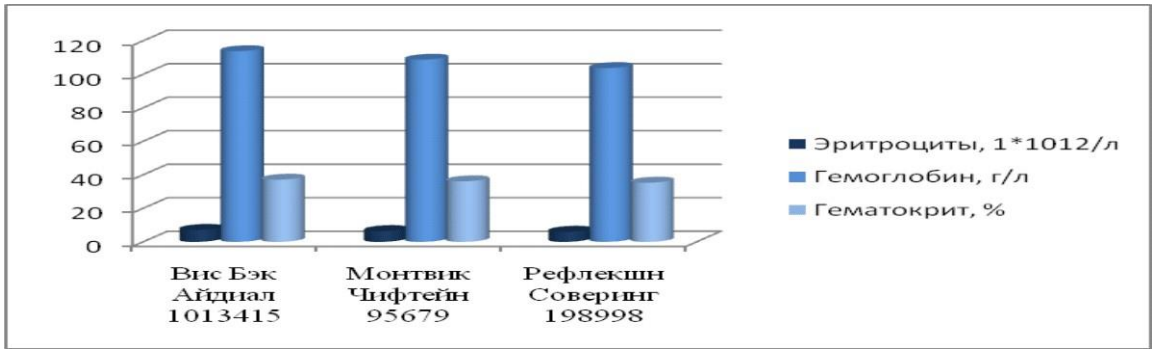

Рисунок 6 – Содержание эритроцитов, гемоглобина и гематокрита в сыворотке крови коров разных линий

Величина скорости оседания эритроцитов (СОЭ) отражает общее хорошее клиническое состояние здоровья животных и свидетельствует об отсутствии локального и системного воспалительного процесса у всех групп подопытных животных.

Лейкограмма характеризует иммунологическую реактивность организма, для данных групп коров имеет лимфоцитарный профиль (Таблица 5).

Лейкоциты участвуют в восстановительных и защитных процессах организма, продуцируют разные антитела, разрушают токсины белкового происхождения [6]. Наибольшее количество лейкоцитов определено в крови животных линии Монтвик Чифтейн – 8,3±0,3*10^{12}/л.

Сегментоядерные нейтрофилы (микрофаги) обеспечивают барьерную функцию организма. Значение показателя сегментоядерных нейтрофилов было несколько выше у животных линии Монтвик Чифтейн – 2,4±0,3*10^9/л по сравнению с коровами остальных групп.

Лимфоциты представляют собой важный компонент иммунной системы и осуществляют распознавание чужеродных антигенов с последующим формированием на него иммунного ответа. Уровень содержания лимфоцитов в крови коров всех линий находился примерно на одном уровне. Различия между группами являлись недостоверными. Самое высокое количество лимфоцитов определено в крови коров линии Вис Бэк Айдиал, составило – 4,4±0,3*10^9/л. Полученные данные подтверждают наиболее высокую иммунологическую реактивность организма животных линии Монтвик Чифтейн.

Линейные различия по содержанию лейкоцитов, сегментоядерных нейтрофилов и лимфоцитов в крови коров находились в пределах референтных значений [52]. Лейкоцитарная формула крови животных рассмотрена в Таблице 6.

Таблица 6 – Лейкоцитарная формула

Показатель	Линия быка					
	Вис Бэк Айдиал 1013415, n = 10		Монтвик Чифтейн 95679, n = 10		Рефлекшн Соверинг 198998, n = 10	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv,%	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv,%	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv,%
Палочкоядерные нейтрофилы,%	1,1±0,7	49,2	0,9±0,3	48,0	1,4±0,4	41,5
Эозинофилы, %	7,7±2,6	39,1	7,1±0,8	33,1	7,9±0,9	34,6
Базофилы, %	0,8±0,2	85,7	0,6±0,2	94,9	1,4±0,2*	69,0
Моноциты, %	10,2±0,6	16,8	11,2±0,7	17,5	9,3±0,6	19,9

Бактерицидную и дезинтоксикационную функции посредством активного фагоцитоза выполняют нейтрофилы. У животных всех групп количество палочкоядерных нейтрофилов находилось в пределах физиологической нормы. Однако наиболее высокий уровень установлен в крови коров линии Рефлекшн Соверинг – 1,4±0,4% при недостоверной разнице между группами.

Эозинофилы являются белыми кровяными клетками нейтрофильного ряда. По концентрации эозинофилов в крови животные разных групп имели незначительные отличия, что свидетельствует о нормальном физиологическом состоянии животных.

Наиболее малочисленной группой лейкоцитов являются базофилы, определяющие уровень клеточных медиаторов воспаления, циркулирующих в крови и наличие локальных воспалительных процессов. В наших исследованиях по содержанию базофилов в крови животные линии Рефлекшн Соверинг достоверно превосходили коров линии Монтвик Чифтейн в 2,5 раза при $P < 0,05$, линии Вис Бэк Айдиал – в 1,8 раза.

Моноциты, тканевые макрофаги адаптируются в системе фагоцитарных мононуклеаров, что формирует барьерную функцию организма. Выполняют ведущую роль в фагоцитозе, в иммунных реакциях в кооперации с Т и В лимфоцитами, формируют клеточную и гуморальную систему организма. У животных линии Монтвик Чифтейн установлено самое высокое количество моноцитов – 11,2±0,7%, межгрупповая разница относительно данного показателя являлась недостоверной.

Одними из основных критериев, характеризующих работу организма в целом, являются биохимические показатели крови (Таблицы 7, 8).

Таблица 7 – Показатели фракций белков крови коров

Показатель	Линия быка					
	Вис Бэк Айдиал 1013415, n = 10		Монтвик Чифтейн 95679, n = 10		Рефлекшн Соверинг 198998, n = 10	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv,%	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv,%	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv,%
Общий белок, г/л	84,5±3,1	11,2	89,3±1,5*	5,3	81,9±1,7	6,59
Альбумины, г/л	29,1±0,3	7,3	31,3±0,7***	6,73	27,0±0,6	8,7
Глобулины, г/л	62,8±1,7***	8,5	60,5±1,8***	14,5	50,6±0,8	7,32
А/Г индекс, усл. ед.	0,5±0,03	17,0	0,5±0,04	19,74	0,5±0,04	28,5

Полноценность протеинового питания определяется количеством в сыворотке крови общего белка, альбуминов, глобулинов [172].

Таблица 8 – Биохимические показатели крови коров разных линий

Показатель	Линия быка					
	Вис Бэк Айдиал 1013415, n = 10		Монтвик Чифтейн 95679, n = 10		Рефлекшн Соверинг 198998, n = 10	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Глюкоза, ммоль/л	3,6±0,1***	5,7	2,9±0,1	10,4	2,7±0,1	11,6
Холестерин, ммоль/л	5,1±0,1***	5,4	4,4±0,3	19,6	3,6±0,3	24,6
Триглицериды, ммоль/л	0,2±0,01	19,6	0,2±0,01	31,8	0,2±0,02	38,4
Креатинин, мкмоль/ л	62,4±1,3	6,7	69,4±1,8	8,22	70,3±4,1	18,4
Мочевина, ммоль/л	6,4±0,2	11,8	5,9±0,2	11,32	5,6±0,3	14,5
Мочевая кислота, мкмоль/ л	54,1±2,6	15,1	55,1±5,1	16,13	50,6±3,7	11,6
АсАТ, МЕ/мл	94,4±6,1*	20,5	90,2±5,9	20,76	78,5±3,4	13,8
АлАТ, МЕ/мл	38,2±1,6**	13,2	29,7±3,0	15,20	26,3±2,0	14,3

Преимущество по содержанию общего белка в крови имели коровы линии Монтвик Чифтейн – 89,3±1,5 г/л, что достоверно выше, чем у животных линии Рефлекшн Соверинг на 8,3 % ($P < 0,05$). Количество общего белка в крови способствует повышению белка в молоке.

Альбумины являются производными функции клеток печени (гепатоцитов). Наибольшее количество альбуминов установлено в крови животных линии Монтвик Чифтейн – 31,3±0,7 г/л, что превышало значение данного показателя животных линии Рефлекшн Соверинг на 13,7 % ($P < 0,001$).

Глобулины синтезируются клетками лимфоидного ряда.

Наименьшее содержание глобулинов отмечено у животных линии Рефлекшн Соверинг – 50,6±0,8 г/л, достоверное превосходство над которыми имели коровы линии Вис Бэк Айдиал – 62,8±1,7 г/л и Монтвик Чифтейн –60,5±1,8 г/л, что составило 19,4 % и 16,4% при $P < 0,001$.

А/Г индекс (белковый индекс) – соотношение альбуминов к глобулинам, характеризует интенсивность протекания белкового обмена. Белковый индекс находился на одном уровне у всех групп животных.

Количество общего белка, альбуминов, глобулинов в сыворотке крови коров представлено на Рисунке 7.

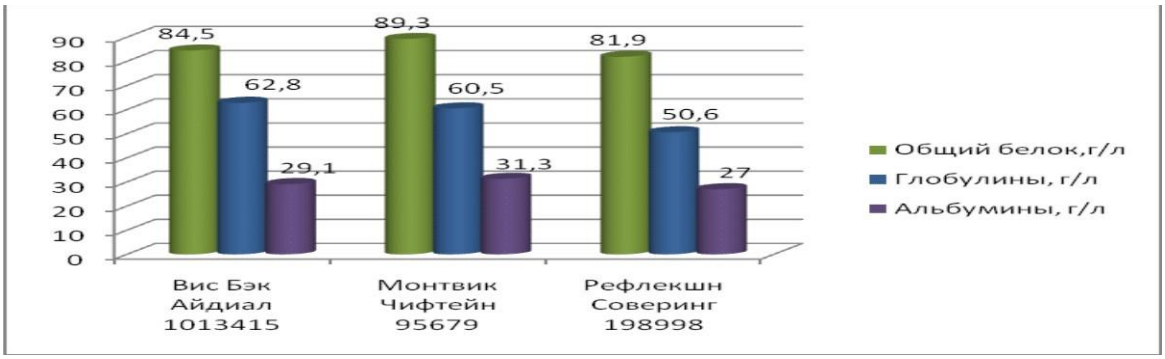

Рисунок 7 – Содержание общего белка, альбуминов, глобулинов в сыворотке крови коров разной линейной принадлежности

Белок, как ценная составляющая крови, оказывает влияние на протекание физиологических процессов в организме животных. Альбумины и глобулины являются основными белками сыворотки крови и лимфоидными клетками, продуцентами синтеза белка клеток печени [6].

Оценку уровня углеводного обмена в организме коров разных линий проводили по концентрации в крови глюкозы.

Глюкоза представляет собой самый высокий энергетический субстрат плазмы крови, которая определяет функциональную активность наиболее значимых органов (сердце, поперечнополосатая мускулатура, печень, молочная железа). Изменение баланса сахара крови в ту или иную сторону (гипер- или гипогликемия) оказывает самое неблагоприятное влияние на функциональность всех внутренних органов и систем. Видовой особенностью у коров является более низкий гликемический уровень по сравнению с моногастричными животными. Для крупного рогатого скота одним из важных источников глюкозы являются ЛЖК – результат сбраживания клетчатки. Основными источниками глюкозы выступают уксусная и пропионовая кислоты. Высокий гликемический уровень установлен у животных линейной принадлежности Вис Бэк Айдиал – 3,6±0,1 ммоль/л при достоверной разнице ($P < 0,001$) по сравнению с группой коров линии Рефлекшн Соверинг, имеющей на 25% меньше содержание глюкозы в крови, что свидетельствует о лучшей усвояемости углеводов корма организмом коров линии Вис Бэк Айдиал.

Показатель липидного обмена у коров характеризуется холестерином и триглицеридами.

Концентрация холестерина является косвенной характеристикой жирового обмена. Наиболее высокое количество холестерина – 5,1±0,1 ммоль/л установлено в сыворотке крови коров линии Вис Бэк Айдиал, что выше на 29,4% (P < 0,001) чем у животных линии Рефлекшн Соверинг, и подтверждает интенсивность белково-жирового обмена коров данной линейной принадлежности.

Содержание триглицеридов в сыворотке крови – показатель обмена жиров (липидов), крайне необходимый для диагностики гипертриглицеридемии и прочих нарушений метаболизма липидов. Во всех группах подопытных животных определена низкая изменчивость данного показателя в сыворотке крови (Рисунок 8).

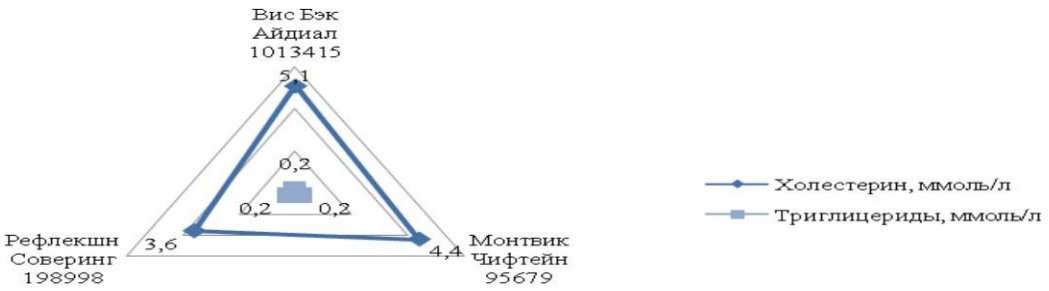

Рисунок 8 – Концентрация холестерина и триглицеридов в сыворотке крови коров разных линий

Продуктом азотистого обмена крови является креатинин, имеющий наименьшую величину у животных линии Вис Бэк Айдиал – 62,4±1,3 ммоль/л, чем у коров других линий, что свидетельствует о хорошей функциональной фильтрационной функции почек.

Концентрация мочевины в крови дает представление об интенсивности течения обмена белков в организме. Мочевина, представляющая собой нейтральное растворимое в воде соединение, выводится из организма с мочой.

Наибольшее содержание мочевины определено в сыворотке крови животных линии Вис Бэк Айдиал 6,4±0,2 ммоль/л, характеризующее активность печеночных клеток, ответственных за синтез мочевины.

Мочевая кислота (МК) является продуктом обмена нуклеиновых кислот и одним из важнейших маркеров состояния обмена пуринов в организме. Коровы линии Монтвик Чифтейн превосходили животных других линий по этому показателю, но разница между группами являлась незначительной.

Трансаминазы крови, аспартат-аминотрансфераза (АсАТ) и аланин-аминотрансфераза (АлАТ), необходимы для обеспечения углеводно-белкового обмена во всех активно функционирующих тканях организма, поэтому исследование их уровня в крови животных является индикатором интенсивности азотистого и энергетического обмена. Кроме того аланинаминотрансфераза, как индикатор термогенеза, характеризует процессы катаболизма в организме.

По активности ферментов АсАТ и АлАТ превосходство над животными других групп имели коровы линейной принадлежности Вис Бэк Айдиал – 94,4±6,1 МЕ/мл и 38,2±1,6 МЕ/мл, что было выше относительно величины данного показателя на 16,8 % (P < 0,05) и 31,2% (P < 0,01) линии Рефлекшн Соверинг. Наибольшая активность ферментов трансаминазов сыворотки крови коров определена у животных линии Вис Бэк Айдиал, имеющих лучший углеводно-белковый обмен, что подтверждается высоким выходом молочного белка.

В настоящее время при ведении молочного скотоводства чрезвычайно важным представляется контроль за обеспеченностью животных эссенциальными элементами, недостаток или дисбаланс которых приводит к заболеваниям различной этиологии, нарушению воспроизводительной функции, стрессоустойчивости и неспецифической резистентности организма, нарушению работы щитовидной железы, кислотно-щелочному дисбалансу. Такие изменения, как правило, возможно, установить только при проведении биохимического анализа крови и установлении концентрации минеральных веществ.

Количество минеральных веществ в сыворотке крови исследуемых животных приведено в Таблице 9.

Минеральные вещества в крови находятся в разных агрегатных состояниях, интенсивно используются для различных биохимических процессов в тканях животного организма, обеспечивают осмотическое давление крови.

Натрий является важным катионом внеклеточной жидкости организма. В сыворотке крови животных линии Монтвик Чифтейн наблюдалось более высокое значение натрия – 143,9±0,4 ммоль/л, что на 1,9% (P < 0,05) выше, чем у животных линии Рефлекшн Соверинг.

Таблица 9 – Содержание минеральных веществ в сыворотке крови животных

Показатель	Линия быка					
	Вис Бэк Айдиал 1013415, n = 10		Монтвик Чифтейн 95679, n = 10		Рефлекшн Соверинг 198998, n = 10	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv,%	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv,%	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv,%
1	2	3	4	5	6	7
Натрий, ммоль/л	142,7±0,4*	1,0	143,9±0,4*	0,8	141,1±0,5	1,3
Калий, ммоль/л	5,0±0,2*	10,1	4,6±0,1	9,4	4,2±0,2	12,8
Кальций, ммоль/л	2,6±0,04*	5,0	2,3±0,1	7,6	2,3±0,04	5,4
Фосфор ммоль/л	2,1±0,1*	13,1	1,7±0,1	17,2	2,0±0,1	13,6
Хлор, ммоль/л	100,4±0,3	0,8	101,8±0,3	2,2	100,5±0,7	2,4

Калий является определяющим катионом кардиомиоцитов, формирующим сердечный ритм. При его недостатке в сыворотке крови проявляются клинические признаки в виде дисфункции сердечной и скелетных мышц. Несколько высокое содержание калия – 5,0±0,2 ммоль/л выявлено в сыворотке крови животных линии Вис Бэк Айдиал, что свидетельствует о высокой функциональной активности клеток поперечнополосатой мускулатуры. У коров линий Рефлекшн Соверинга и Монтвик Чифтейн значение данного показателя было ниже на 16% (P < 0,05) и 8%.

Одним из основных макроэлементов является кальций. Формирует ассиметрию ионов в клетке и неклеточной жидкости. Является одним из важных электролитов, обеспечивающих диффузию ионов и моносахаридов. Низкое содержание кальция в крови может привести к ухудшению продуктивных характеристик и снижению резистентности организма [6, 172].

Более высокое значение кальция было установлено в сыворотке крови коров линий Вис Бэк Айдиал – 2,6±0,04 ммоль/л, что достоверно выше на 11,5% (P < 0,05) по сравнению с животными остальных линий.

Максимальный показатель концентрации фосфора в сыворотке крови был зафиксирован у коров линии Вис Бэк Айдиал – 2,1±0,1 ммоль/л, что превышает данный показатель у животных линейной принадлежности Монтвик Чифтейн на 19% (P < 0,05).

При недостатке в рационе кальция, фосфора и витамина D у коров, особенно высокопродуктивных, развивается остеомаляция, вызванная быстрой мобилизацией из скелета кальция и фосфора. Соотношение кальция и фосфора в крови коров в период лактации должно составлять 0,8–2,4:1, в наших исследованиях оно составило 1,2–1,4:1, что свидетельствует о нормальном физиологическом состоянии животных всех групп.

Животные линии Вис Бэк Айдиал имели более высокое содержание кальция и фосфора в сыворотке крови, что свидетельствует об активном минеральном обмене данных веществ между синтезом минеральной части кости и продуктивной функцией клеток молочной железы, поддерживающей минеральный баланс с более высоким уровнем молочной продуктивности.

Хлор – главный анион внеклеточной жидкости организма. Повышенное содержание его в сыворотке крови связано с метаболическим ацидозом, в то время как недостаток связан с метаболическим алкалозом. Содержание хлора в сыворотке крови коров разных линий варьировало в диапазоне 100,4 – 101,8 ммоль/л при незначительной разнице между группами и не выходило за границы физиологической нормы.

Таким образом, результаты гематологических и биохимических исследований крови коров разных линий свидетельствуют о нормальном течении физиологических процессов в организме животных всех групп.

Рубцовое пищеварение

Качественные показатели молока коров находятся в зависимости от протекания физиологических процессов в организме животных. Пищеварение играет ведущую роль, определяющую продуктивные качества животных. Самой объемной камерой желудка у взрослого крупного рогатого скота является рубец. Слизистая рубца представлена плоским многослойным эпителием.

В рубце корм переваривается благодаря воздействию бактерий, грибов и простейших. После гибели микроорганизмов и в результате попадания их в кишечник и сычуг, они сами являются источником полноценного белка, витаминов группы В

12 и витамина С. За счет влияния микроорганизмов, животные в сутки могут употреблять до 450 г полноценного белка. В рубце образована среда для активного развития микрофлоры. Слюна животных содержит макроэлементы, витамин С, мочевину и гидрокарбонаты.

Содержимое рубца крупного рогатого скота имеет высокую концентрацию микрофлоры –10^9–10^{11} бактерий в 1 мл. Бактерии могут синтезировать аминокислоты, витамины группы В и К. Кроме резидентных микроорганизмов может содержаться транзиторная микрофлора. Помимо бактерий микрофлора рубца представлена простейшими и грибами. В преджелудках содержится около 50 видов инфузорий. В течение жизни инфузории способны к ферментации сахара, расщеплению частиц, содержащихся в корме. Количество бактерий и инфузорий в рубцовом содержимом подопытных животных приведено в Таблице 10.

Таблица 10 – Оптимальное соотношение бактерий и инфузорий в рубцовом содержимом дойных коров разных линий

Показатель	Линия быка					
	Вис Бэк Айдиал 1013415, n = 10		Монтвик Чифтейн 95679, n = 10		Рефлекшн Соверинг 198998, n = 10	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv,%	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv,%	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv,%
Содержание бактерий, млрд/мл	10,7±0,1	4,3	11,3±0,1*	3,3	10,9±0,1	3,9
Содержание инфузорий, тыс/мл	567,2±21,2	10,3	639,1±14,1*	5,9	605,2±15,4	7,0

По содержанию бактерий – 10,7±0,1 млрд/мл и инфузорий – 567,2±21,2 тыс/мл в рубце лидировали коровы линии Монтвик Чифтейн при достоверной разнице между группами ($P < 0,05$).

Увеличение уровня бактерий и инфузорий в рубце животных линии Монтвик Чифтейн свидетельствует о лучшем протекании процессов пищеварения [233].

Изучено изменение величины pH, аммиака и ЛЖК рубцового пищеварения коров в зависимости от линейной принадлежности (Таблица 11).

Все анализируемые показатели соответствовали физиологической норме. Показатель pH находился в пределах 6,4–6,8. В рубце коров линий Вис Бэк Айдиал

определено более низкое значение pH – 6,4±0,03, что ниже на 5,9% (P < 0,05), чем у животных линии Рефлекшн Соверинг.

Таблица 11 – Характеристики рубцового пищеварения коров

Показатель	Линия быка					
	Вис Бэк Айдиал 1013415, n = 10		Монтвик Чифтейн 95679, n = 10		Рефлекшн Соверинг 198998, n = 10	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	Cv,%
Величина pH	6,4±0,03	6,4	6,7±0,04	7,4	6,8±0,02*	5,2
Содержание аммиака, мг /%	10,1±0,03	5,7	10,3±0,1	6,1	10,3±0,02	6,4
Содержание ЛЖК, ммоль/л	97,0±1,2*	3,9	91,4±1,0	3,5	91,0±1,4	4,8

Половина белка, поступающего в организм животного с кормом, расщепляется до образования аминокислот и аммиака. Повышение количества аммиака в рубцовом содержимом коров может способствовать увеличению pH рубца и нарушению пищеварения в преджелудках. Оптимальное количество аммиака в рубце животных колеблется от 5 до 20 мг/%. Существенных различий по содержанию аммиака в рубцовом содержимом коров разных линий не установлено.

Углеводный обмен у животных может определяться содержанием ЛЖК, являющиеся источником глюкозы для всех клеток организма, и от них зависит синтез молочного жира и белка в клетках молочной железы.

К трем основным летучим жирным кислотам относят уксусную (60%), пропионовую (24–26%) и масляную (15%), что оценивается оптимальной функцией рубцового пищеварения.

Данные кислоты являются определяющими в углеводно-жиром обмене организма коров. Наивысшей глюкогенной активностью из вводимых в рубец летучих жирных кислот обладает пропионат. Увеличение пропионата в рубце может повышать использование азота корма и увеличивать выделение белка в молоке коров. Концентрация глюкозы в крови и щелочной резерв снижаются после дачи масляной кислоты. В значительной части масляная кислота превращается в стенке преджелудков и печени в кетоновые тела [89].

Наиболее высокое содержание ЛЖК определено в рубцовом содержимом коров линии Вис Бэк Айдиал – 97,0±1,2 ммоль/л, что достоверно выше на 6,2% (P < 0,05), чем у животных линии Рефлекшн Соверинг.

Высокий уровень рубцового метаболизма характерен для коров линий Вис Бэк Айдиал и Монтвик Чифтейн, что взаимосвязано с лучшими показателями молочной продуктивности [233].

Взаимосвязь глюкозы в сыворотке крови и ЛЖК в рубцовом содержимом животных представлена на Рисунке 9.

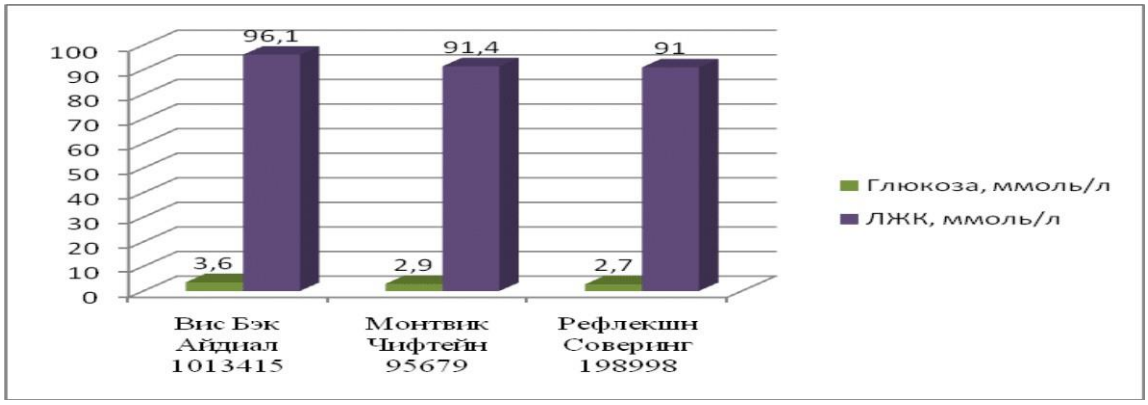

Рисунок 9 – Взаимосвязь глюкозы в сыворотке крови и ЛЖК в рубцовом содержимом коров

Проведенный анализ результатов исследования показал, что при повышении содержания глюкозы в сыворотке крови увеличивается количество летучих жирных кислот в рубце коров.

Гормональный статус

У опытных животных определяли уровень гормонов кортизола и пролактина (Таблица 12). Данные гормоны оказывают непосредственное влияние на молочную продуктивность и качество молока.

Пролактин является белковым полипептидным гормоном, оказывает положительное воздействие на регуляцию обмена веществ в организме, стимулирует синтез компонентов, входящих в молоко, особенно белка и лактозы во время лактации [63].

Таблица 12 – Содержание гормонов в сыворотке крови животных

Показатель	Линия быка					
	Вис Бэк Айдиал 1013415, n = 10		Монтвик Чифтейн 95679, n = 10		Рефлекшн Соверинг 198998, n = 10	
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv,%	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv,%	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Cv,%
Кортизол, нмоль/л	22,6±1,3*	16,8	20,5±3,3	40,5	14,7±1,4	29,2
Пролактин, нмоль/л	27,9±1,9	21,4	24,8±0,9	11,2	24±2,1	27,2

Кортизол является активным гормоном почковой зоны коры надпочечников, который находится под контролем адренокортикотропного гормона, формирует адаптационную систему организма. Система формирует общее потенциально-активное состояние организма, контролирует баланс гипофизарных гормонов и воздействует на секрецию пролактина, влияющую на молочную продуктивность коров.

Количество кортизола в сыворотке крови было выше у коров линии Вис Бэк Айдиал – 22,6±1,3 нмоль/л, что достоверно превысило данный показатель животных линии Рефлекшн Соверинг на 35% ($P < 0,05$).

Преимущество по содержание пролактина в сыворотке крови имели коровы линейной принадлежности Вис Бэк Айдиал – 27,9±1,9 нмоль/л, что выше на 11 % и 14%, чем у коров линий Монтвик Чифтейн и Рефлекшн Соверинг. Полученные данные подтверждают взаимосвязь уровня гормонов с количеством и качеством молока.

Ассоциация полиморфизма гена каппа-казеина с качеством молока и молочных продуктов

Проведено определение частоты встречаемости аллельных вариантов гена каппа-казеина у коров разной линейной принадлежности.

По итогам исследования коров разделили на 3 группы, с разными вариантами каппа-казеина – АА, АВ, ВВ и в зависимости от линий быков – Вис Бэк Айдиал 1013415, Рефлекшн Соверинг 198998 и Монтвик Чифтейн 95679.

Частота встречаемости генотипов и аллелей каппа-казеина у подконтрольных животных представлена на рисунке 10 и в таблице 13.

Большее число животных обладало «генотипом АА каппа-казеина (60,17%). Генотип АВ выявлен у 31,57% коров соответственно. Генотип ВВ имели только 8,26% животных. Частота встречаемости аллеля А каппа-казеина составила 0,76, и аллеля В – 0,24» [128].

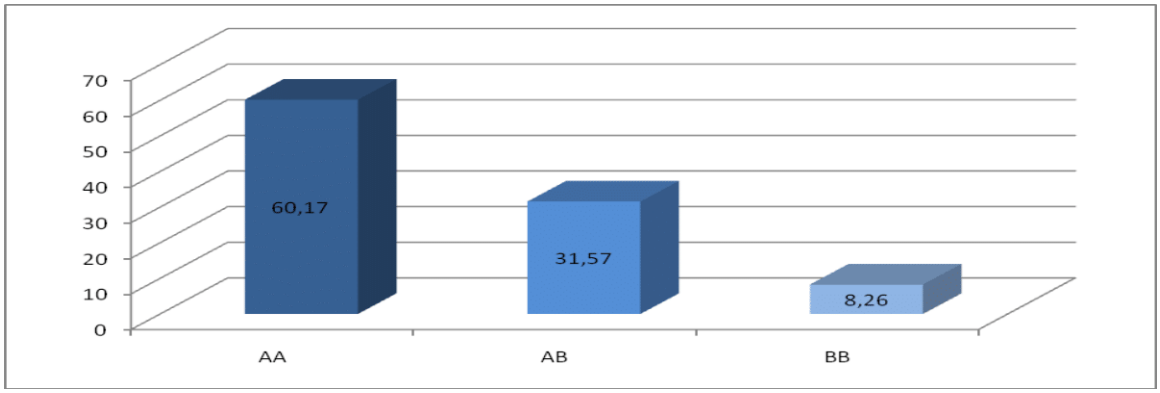

Рисунок 10 – Частота встречаемости вариантов каппа-казеина у исследуемого поголовья

Таблица 13 – Частота встречаемости генотипов и аллелей каппа-казеина

Генотип каппа-казеина	Частота генотипов, %		Частота аллелей		χ^2
	Фактически полученная (наблюдаемая)	Теоретически ожидаемая	А	В	
АА	60,17	57,85	0,76	0,24	2,61
АВ	31,57	36,30			
ВВ	8,26	5,85			

Наблюдаемая частота варианта АА выше теоретически ожидаемой (на 2,32%), варианта АВ – ниже на 4,73%, ВВ – выше на 2,41%. «Значение оценочного критерия χ^2 эмпирического (фактического) составило 2,61 (меньше χ^2 теоретического 3,84), следовательно, в популяции подопытных животных сохраняется генное равновесие» [128].

Вызывает интерес влияние линии на соотношение животных по каппа-казеину (Рисунок 11).

Наиболее часто во всех опытных группах встречался генотип каппа-казеина АА. От 43,57 % у линии Монтвик Чифтейн до 64,81% у животных линии Вис Бэк Айдиал. Промежуточное положение по частоте встречаемости заняли животные с генотипом АВ линии Рефлекшн Соверинг – 20,43% . С более низкой частотой

встречался желательный генотип ВВ от 9,58% у коров линии Вис Бэк Айдиал до 25,40% у животных линии Монтвик Чифтейн.

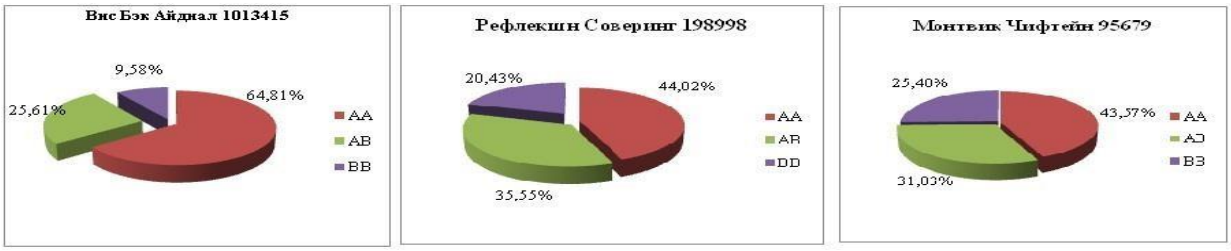

Рисунок 11 – Распределение поголовья по генотипам каппа-казеина с учетом линии быка

Влияние генотипов каппа-казеина на показатели молочной продуктивности и технологические свойства молока

Исследования влияния генотипа каппа-казеина на молочную продуктивность коров представлены в Таблицах 14, 15.

Таблица 14 – Молочная продуктивность коров в зависимости от генотипов каппа-казеина

Ге-но-тип	Удой, кг	МДЖ,%	МДБ,%	МДБ/МДЖ, %	Количество молочного жира, кг	Количество молочного белка, кг
Опыт 1						
АА	7042±132	3,99±0,02*	3,05±0,01	1/0,76	280,7±6,9	214,6±4,1
АВ	7514±217*	3,88±0,05	3,05±0,02	1/0,78	293,8±9,8	229,5±7,1*
ВВ	7633±219**	3,88±0,01	3,26±0,04***	1/0,84	296,5±8,0	248,7±6,59***
Опыт 2						
АА	6014±145	4,03±0,02	3,12±0,01	1/0,77	242,2±5,8	187,6±4,5
АВ	6556±189**	4,05±0,02*	3,10±0,01	1/0,77	265,7±7,5**	203,4±5,7*
ВВ	6511±167**	4,00±0,02	3,11±0,02	1/0,78	260,6±7,1**	202,7±4,9*

Лучшими по всем анализируемым показателям, за исключением содержания жира в молоке (в опыте 1) являлись животные с генотипами АВ и ВВ каппа-казеина.

Коровы с генотипом ВВ каппа-казеина (опыт 1) по удою имели превосходство над животными с АА генотипом – на 591 кг (Р < 0,01), с АВ генотипом – на 119 кг.

Таблица 15 – Влияние генотипов каппа-казеина на молочную продуктивность коров

Генотип	Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	МДБ/МДЖ	Количество молочного жира, кг	Количество молочного белка, кг
АА	6533±111	4,01±0,01*	3,08±0,01	1/0,77	261,7±4,6	201,3±3,3
АВ	7044±159**	3,96±0,01	3,08±0,01	1/0,78	277,6±3,8**	216,7±5,0**
ВВ	6832±191	3,96±0,02	3,16±0,02**	1/0,80	270,8±7,0	217,7±6,9**

В опыте 2, наибольшую обильномолочность – 6556±189 кг имели животные с генотипом АВ каппа-казеина, они превзошли коров с вариантом АА на 542 кг (Р < 0,01), с генотипом ВВ – на 45 кг.

Коровы с генотипом каппа-казеина АА опыта 1 имели более высокую жирномолочность, чем животные с В-аллельными вариациями, на 0,11% (Р < 0,05) и 0,11%. По выходу молочного жира наблюдалась тенденция повышения в ряду АА < АВ < ВВ, следовательно, коровы с генотипом ВВ каппа-казеина являлись лучшими и имели превосходство над животными с вариацией АА на 15,8 кг и АВ на 13,1 кг.

По показателю содержания жира доминировали особи с генотипом АВ опыта 2 – 4,05±0,02 %, что превысило на 0,05 % (Р < 0,05) по сравнению с коровами с вариантом каппа-казеина ВВ, и на 0,02% – с генотипом АА.

Выход молочного жира и белка повышался с генотипами – АА < АВ > ВВ. Более высокое количество молочного жира имели коровы с генотипом АВ – 265,7±7,5 кг, что превысило показатели коров с генотипом АА на 23,5% (Р < 0,01). Разница между генотипами ВВ и АА составила 18,4 кг (Р < 0,01).

Неотъемлемой составной частью молока является молочный белок. По содержанию молочного белка – 3,26±0,04% лидировали животные с генотипом ВВ каппа-казеина опыта 1, что превысило показатели животных других групп на 0,21% (Р < 0,001).

По выходу молочного белка так же наблюдали картину увеличения генотипов в ряду АА < АВ < ВВ. Более высоким количеством молочного белка обладали животные с модификацией ВВ каппа-казеина – 248,7±6,6 кг, что выше на 34,1 кг (Р < 0,001) и 19,2 кг, чем у коров с АА и АВ вариантами.

По процентному содержанию белка в молоке коров опыта 2 результаты являлись практически одинаковыми, разница между группами составила 0,01% и 0,02%. По выходу молочного белка наилучшими являлись животные с гетерозиготным генотипом. Разница между генотипами АВ и АА составила 15,8 кг (Р < 0,05), ВВ и АА – 15,0 кг (Р < 0,05) [130].

Отношение массовой доли белка к массовой доли жира было выше в молоке коров с вариантом ВВ каппа-казеина и составило в опыте 1 – 1/0,84, в опыте 2 – 1/0,78, что свидетельствует о более высокой биологической полноценности молока коров данного генотипа, как пищевого продукта.

Анализ полученных данных показал, что наиболее обильномолочными являлись коровы с гетерозиготным вариантом АВ, удой которых составил 7044±159 кг, что на 511 кг (Р < 0,01) и 212 кг выше по сранению с животными с гомозиготными генотипами.

По жирности молока доминировали животные с генотипом АА каппа-казеина, они уступали коровам с В-аллельной модификацией на 0,05% (Р < 0,05).

По количеству молочного жира лидерами являлись животные с гетерозиготным АВ генотипом – 277,6±3,8 кг. Различия между группами животных по выходу молочного жира с генотипами АВ и АА каппа-казеина составили 15,9 кг (Р < 0,01), АВ и ВВ – 6,8 кг.

«По содержанию белка коровы с ВВ генотипом имели превосходство над животными с АА и АВ генотипами на 0,08% (Р < 0,01). Лучшими по выходу молочного белка так же являлись животные с ВВ генотипом, достоверно превосходившие коров с АА генотипом на 16,4% (Р < 0,01)» [129].

Наиболее высокое соотношение массовой доли белка и жира в молоке отмечено у коров с вариантом ВВ каппа-казеина – 1/0,80.

При производстве молочных продуктов особое значение придается казеину, он обладает свойством изменяться под воздействием кислоты и сычужного фермента, на этом, и основаны технологии переработки молока при изготовлении кисломолочных продуктов и сыров. В нашем исследовании, наибольшее количество казеина определено в молоке с генотипом ВВ каппа-казеина (Рисунок 12).

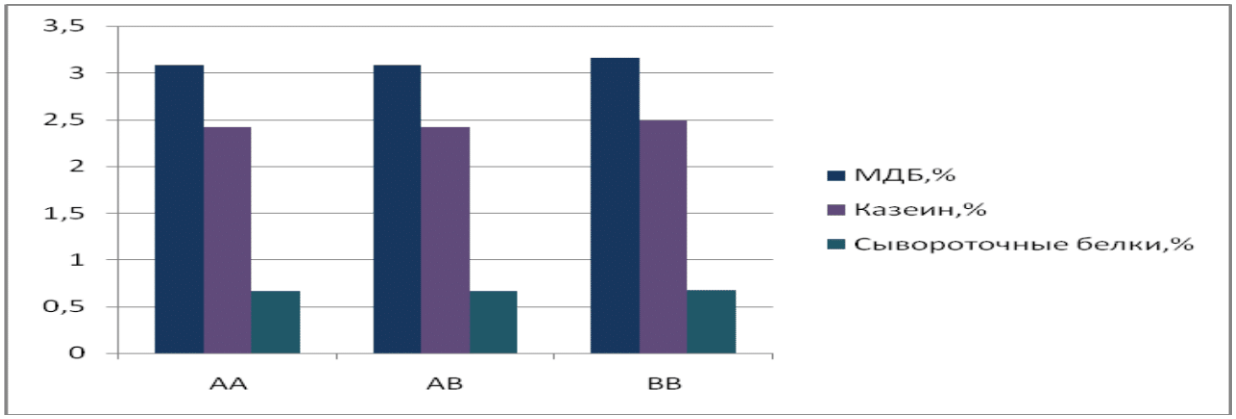

Рисунок 12 – Соотношение казеина и сывороточных белков в молоке коров с вариациями каппа-казеина

Содержанию белка в молоке коров с вариантом ВВ каппа-казеина было выше на 2,5 п.п., чем у животных с модификациями АА и АВ. По количеству сывороточных белков лучшими являлись коровы с генотипом ВВ каппа-казеина при незначительной межгрупповой разнице.

Влияние генотипов k-Cn на молочную продуктивность животных в разрезе линии быка рассмотрено в Таблицах 16, 17.

Проведенный анализ данных показал, что удой животных, содержащих в геноме аллель В каппа-казеина во всех группах (за исключением коров линии Рефлекшн Соверинг опыта 1) повысился в среднем на 10%. Наибольший удой – 7934±287 кг выявлен у коров с гетерозиготной вариацией CSN3 линии Вис Бэк Айдиал в опыте 1, они доминировали над животными с генотипом АА на 874 кг (P < 0,01) – в опыте 1, и на 503 кг(P < 0,01) – в опыте 2. Коровы с гетерозиготным вариантом АВ каппа-казеина линейной принадлежности Рефлекшн Соверинг опыта 1 по удою уступали животным с гомозиготным вариантом АА на 961 кг(P < 0,01). В опыте 2, преимущество имели животные с генотипом ВВ, что выше на 1090 кг (P < 0,01) по сравнению с вариантом АА каппа-казеина. Наибольшую достоверную разницу по удою в опыте 1 имели животные линейной принадлежности Монтвик Чифтейн. Животные с аллельным вариантом В CSN3 имели молочность в среднем больше на 1633,5кг (P < 0,001) в сравнении с аллельным вариантом А. Коровы с вариантом АВ каппа-казеина линии Монтвик Чифтейн в опыте 2 по удою превосходили коров с АА генотипом на 577 кг(P < 0,05).

Таблица 16 – Молочная продуктивность коров в зависимости от генотипов каппа-казеина и линейной принадлежности

Линия	Генотип	Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	МДБ/МДЖ, %	Количество молочного жира, кг	Количество молочного белка, кг
	Опыт 1						
1	2	3	4	5	6	7	8
Вис Бэк Айдиал 1013415	АА	7060 ±156	4,02 ±0,03*	3,04 ±0,02	1/0,76	284,1 ±7,3	214,9 ±4,8
	АВ	7934 ±287**	3,84 ±0,02	3,03 ±0,03	1/0,79	305,0 ±11,5	240,8 ±9,7**
Рефлекшн Соверинг 198998	АА	7651 ±228**	3,98 ±0,03	3,05 ±0,01	1/0,77	304,8 ±9,2	233,6 ±6,7**
	АВ	6690 ±304	3,94 ±0,16	3,04 ±0,05	1/0,77	267,0 ±20,6	204,3 ±11,6
Монтвик Чифтейн 95679	АА	6134 ±238	3,81 ±0,04	3,05 ±0,05	1/0,80	234,0 ±10,6	187,4 ±8,8
	АВ	7902 ±306***	3,81 ±0,02	3,12 ±0,03*	1/0,82	300,9 ±10,6***	246,9 ±10,7***
	ВВ	7633 ±219***	3,88 ±0,01	3,25 ±0,05**	1/0,84	296,5 ±8,0***	248,1 ±6,4***
	Опыт 2						
Вис Бэк Айдиал 1013415	АА	6241 ±142	4,01 ±0,02	3,11 ±0,01	1/0,78	250,53 ±5,77	194,32 ±4,42
	АВ	6744 ±223*	4,04 ±0,02	3,09 ±0,02	1/0,76	272,43 ±9,12*	207,93 ±6,78*
	ВВ	6637 ±201	4,02 ±0,02	3,11 ±0,01	1/0,77	266,72 ±8,60	206,14 ±6,23
Рефлекшн Соверинг 198998	АА	5295 ±323	4,08 ±0,04*	3,15 ±0,01	1/0,77	215,84 ±13,23	166,53 ±10,18
	АВ	5929 ±183	4,11 ±0,07*	3,18 ±0,02	1/0,77	243,40 ±5,93*	188,39 ±6,69*
	ВВ	6385 ±254**	3,99 ±0,02	3,12 ±0,03	1/0,78	254,45 ±10,57**	199,19 ±7,35**
Монтвик Чифтейн 95679	АА	6092 ±150	3,97 ±0,03	3,04 ±0,05	1/0,77	242,11 ±8,21	185,48 ±6,52
	АВ	6669 ±210*	4,00 ±0,04	3,16 ±0,03*	1/0,79	267,03 ±9,63	210,91 ±10,1*

В опыте 1 наиболее высокую жирность молока имели коровы с генотипом АА каппа-казеина линейной принадлежности Вис Бэк Айдиал – 4,02±0,03%, что выше на 0,18% ($P < 0,05$) в сравнении с гетерозиготной модификацией. В опыте 2 лучшими по содержанию жира являлись коровы с генотипом АВ, линейной принадлежности Рефлекшн Соверинг. Разница между генотипами АВ и ВВ в разрезе линии составила 0,12% ($P < 0,05$).

Таблица 17 – Взаимосвязь показателей молочной продуктивности с вариантами каппа-казеина и линиями быков

Линия	Генотип	Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	МДБ/ МДЖ,%	Молочный жир, кг	Молочный белок, кг
Вис Бэк Айдиал 1013415	АА	6615±113	4,02±0,02*	3,08±0,01*	1/0,77	265,9±4,9	203,7±3,4
	АВ	7234±203*	3,96±0,02	3,06±0,01	1/0,77	285,9±7,7*	221,4 ±3,9**
	ВВ	6637±201	4,02±0,02*	3,11±0,02**	1/0,77	266,7±8,6	206,1±6,2
Рефлекшн Соверинг 198998	АА	6421±292	4,03±0,02	3,10±0,01	1/0,77	258,4±11,4	198,6±8,6
	АВ	6385±193	4,01±0,09	3,09±0,03	1/0,77	257,6±11,4	197,9±6,8
	ВВ	6385±254	3,98±0,02	3,12±0,03	1/0,78	254,5±10,6	199,2±7,3
Монтвик Чифтейн 95679	АА	6116±176	3,88±0,04	3,05±0,01	1/0,79	237,5±8,1	186,6±6,0
	АВ	6350±164	3,92±0,02	3,14±0,03*	1/0,80	248,5±6,1	199,6±5,4
	ВВ	6500±190	3,89±0,01	3,25±0,05**	1/0,84	252,5±7,0*	211,2±4,9*

В связи с увеличением удоя повысился выход молочного жира и молочного белка в молоке коров по генотипу каппа-казеина АВ > АА и ВВ > АА в среднем на 12,5% и 14,1%, соответственно (за исключением молока, полученного от животных линии Рефлекшн Соверинг).

По белковомолочности в опыте 1 лидировали животные с генотипом ВВ каппа-казеина линии Монтвик Чифтейн – 3,25±0,05%, имеющие превосходство над коровами с генотипами АВ и АА на 0,13% (Р < 0,05) и на 0,2% (Р < 0,01). В опыте 2 массовая доля белка в молоке являлась более высокой у коров с генотипом ВВ каппа-казеина линии Рефлекшн Соверинг – 3,18±0,02%, разница между группами являлась незначительной. Максимальное значение выхода молочного белка составило – 246,89±10,73 кг у коров с генотипом ВВ каппа-казеина линейной принадлежности Монтвик Чифтейн опыта 1, что превысило показатель животных с генотипом АА на 60,71 кг (Р < 0,001). В опыте 2 большее количество молочного белка имели коровы с вариантом АВ линии Монтвик Чифтейн, превысившие показатель генотипа АА на 25,43 кг (Р < 0,05).

Животные с генотипом АА каппа-казеина линии Рефлекшн Соверинг опыта 1 имели преимущество по выходу молочного жира – 37,73 кг и молочного белка – 29,26 кг (Р < 0,01) по сравнению с коровами с генотипом АВ. Коровы с аллельным генотипом В каппа-казеина линии Монтвик Чифтейн являлись лучшими по выходу молочного жира и белка, имели достоверную разницу 67,16 кг (Р < 0,001) и 60,11 кг (Р < 0,001) по сравнению с аллельным вариантом А.

У коров линии Рефлекшн Соверинг опыта 2 картина несколько иная. Количество молочного жира преобладало у животных с модификацией ВВ – 254,5±10,6 кг, что выше на 38,61 кг (Р < 0,01), чем у коров с АА вариантом. Наибольшее количество молочного белка – 199,19±7,35 кг имели животные с вариантом ВВ. Установлена достоверная разность по количеству молочного белка между группами жифотных с каппа-казеином ВВ и АА – 32,66 кг (Р < 0,01), АВ и АА – 21,86 кг (Р < 0,05) [126].

Отношение массовой доли белка к массовой доле жира в молоке было наибольшим у коров с В-аллельным вариантом каппа-казеина линии Монтвик Чифтейн. В опыте 1 соотношение находилось в пределах 1/0,76–1/0,84, в опыте 2 – 1/0,76–1/0,79.

Максимальный удой был у животных с генотипом АВ линии Вис Бэк Айдиал – 7234±203 кг, что выше на 597 и 619 кг (Р < 0,05), чем у коров с генотипами ВВ и АА каппа-казеина. Лучшими по содержанию жира являлись подконтрольные животные с вариантом каппа-казеина АА линии Рефлекшн Соверинг 4,03±0,02% при незначительной разнице между группами.

Преимущество по белковомолочности имели коровы с генотипом ВВ каппа-казеина линии Монтвик Чифтейн – 3,25±0,05%, что превысило показатели животных с модификациями АА и АВ на 0,11% и 0,2% (Р < 0,01).

По выходу молочного жира подопытные животные с генотипом АВ каппа-казеина линии Вис Бэк Айдиал превзошли коров с модификациями АА и ВВ на 19,2 кг и 20 кг (Р < 0,05).

Максимальное количество молочного белка имели коровы линии Вис Бэк Айдиал с вариантом АВ каппа-казеина – 221,4±3,9%, что превысило на 15,3 кг и 17,7 кг (Р < 0,5) средние показатели животных с генотипами АА и ВВ каппа-казеина.

Отношение содержания белка к жиру в молоке коров линий Вис Бэк Айдиал и Рефлекшн Соверинг находилось примерно на 1 уровне – 1/0,77 и 1/0,78.

В молоке коров линейной принадлежности Монтвик Чифтейн соотношение было значительно выше, находилось в пределах 1/0,79–1/0,84.

Из показателей качества молока оценивались органолептические, физико-химические и микробиологические.

Экспертной комиссией (в составе 5 человек) была проведена сравнительная органолептическая оценка сборного молока согласно 5 –балловой системе. Определяли внешний вид, консистенцию, цвет, вкус и запах образцов молока (Таблица 18).

Таблица 18 – Результаты органолептической оценки исследуемых образцов молока

Показатель	Генотип каппа-казеина		
	АА	АВ	ВВ
Опыт 1			
Внешний вид	Непрозрачная жидкость	Непрозрачная жидкость	Непрозрачная жидкость
Консистенция	Жидкая, однородная, не тягучая, без хлопьев белка и сбившихся комочков жира	Жидкая, однородная, не тягучая, без хлопьев белка и сбившихся комочков жира	Жидкая, однородная, не тягучая, без хлопьев белка и сбившихся комочков жира
Цвет	Белый, с кремовым оттенком	Белый	Белый
Вкус и запах	Характерные для молока, слегка кислое послевкусие, отсутствуют посторонние привкусы и запахи	Характерные для молока, без посторонних привкусов и запахов	Характерные для молока, без посторонних привкусов и запахов
Опыт 2			
Внешний вид	Непрозрачная жидкость	Непрозрачная жидкость	Непрозрачная жидкость
Консистенция	Жидкая, однородная, не тягучая, без хлопьев белка и сбившихся комочков жира	Жидкая, однородная, не тягучая, без хлопьев белка и сбившихся комочков жира	Жидкая, однородная, не тягучая, без хлопьев белка и сбившихся комочков жира
Цвет	Белый, с кремовым оттенком	Белый, с кремовым оттенком	Белый
Вкус и запах	Характерные для молока, без посторонних привкусов и запахов	Характерные для молока, без посторонних привкусов и запахов	Характерные для молока, без посторонних привкусов и запахов

Молоко, полученное от коров с генотипом АА каппа-казеина опыта 1 отличалось от других образцов по показателям вкус и цвет. Оно имело слегка кислое послевкусие и белый с кремовым оттенком цвет. В опыте 2 различия установлены только по показателю цвет. Цвет молока у коров с генотипом ВВ каппа-казеина являлся белым. По органолептическим характеристикам все образцы соответствовали требованиям ГОСТ Р 52090-2003.

Исследовано воздействие генотипов каппа-казеина на химический и микробиологический состав молока (Таблицы 19, 20, 21).

Таблица 19 – Химический и микробиологический состав молока

Гено-тип	МДЖ, %	МДБ, %	СВ, %	СОМО, %	Лакто-за, %	Титру-емая кис-лот-ность, Т	Плот-ность, кг/м^3	Группа чи-стоты, не ниже	Коли-чество со-мати-ческих кле-ток, тыс./см^3
	Норма								
	2,8-6,0	Не менее 3,0	Не менее 12	Не ме-нее 8,2	4,4–4,7	Не бо-лее 21	Не ме-нее 1027	I	Не более 400
Опыт 1									
АА	4,10 ±0,05 **	3,08 ±0,04	12,30 ±0,07	8,49 ±0,02	4,42 ±0,02	18,1 ±0,06	1028, 6 ±0,07	I	287 ±17,5**
АВ	3,95 ±0,04*	3,19 ±0,03 *	12,37 ±0,02	8,57 ±0,02	4,46 ±0,01	18, 0 ±0,05	1028, 9 ±0,06	I	210 ±15,7
ВВ	3,91 ±0,02	3,22 ±0,04 **	12,49 ±0,03 *	8,61 ±0,02*	4,47 ±0,02	18,3 ±0,06	1028, 9 ±0,08	I	271 ±5,8*
Опыт 2									
АА	4,02 ±0,03	3,07 ±0,02 *	12,44 ±0,05	8,41 ±0,01	4,37 ±0,01	17,7 ±0,06	1028,0 ±0,04	I	298 ±8,5***
АВ	4,02 ±0,02	3,10 ±0,04 *	12,41 ±0,03	8,40 ±0,02	4,37 ±0,02	17,9 ±0,07	1028,0 ±0,07	I	170 ±16,8
ВВ	4,09 ±0,04	3,16 ±0,04	12,43 ±0,03	8,43 ±0,02	4,38 ±0,01	18,00 ±0,07	1028,0 ±0,06	I	200 ±16,5

Основными показателями молока, характеризующими его качество, являются содержание жира и белка. Как показали исследования, в опыте 1 наиболее жирным являлось молоко коров с гомозиготной модификацией АА – 4,10%, что имело достоверное превосходство на 0,19% (Р < 0,01) по сравнению с молоком животных других генотипов. В опыте 2 по показателю жирности молока превосходство имели животные с генотипом ВВ каппа-казеина – 4,09%, что выше на 0,07 % чем у коров других групп.

В опыте 1 наивысший белок показали животные с генотипом ВВ – 3,22%, имеющие превосходство над коровами с генотипом АА каппа-казеина на 0,14%

(P < 0,01). В опыте 2 по концентрации белка в молоке так же лидировали животные с ВВ генотипом. Межгрупповая разница по данному показателю составила 0,06% и 0,09% при P < 0,05.

Наиболее высокая концентрация сухого вещества установлена в молоке коров с вариантом ВВ каппа-казеина (опыт 1) – 12,49 %, что больше на 0,19% (P < 0,05), чем у животных с генотипом АА. В опыте 2 по содержанию сухого вещества в молоке лидерами являлись коровы с вариантом каппа-казеина АА. Межгрупповая разница по показателю сухого вещества (опыт 2) являлась незначительной и составила 0,01–0,03%. Лучшими по показателю СОМО в двух опытных группах являлись животные с вариантом ВВ каппа-казеина. В опыте 1 содержание СОМО в молоке коров было выше на 0,12% (P < 0,05) по сравнению с генотипами АА каппа-казеина.

Лактоза является основным углеводом молока. Содержание лактозы у исследуемого поголовья в опыте 1 находилось в пределах – 4,42–4,47%; опытной группы 2 – 4,37–4,38%.

Плотность и кислотность соответствовали нормативам, особых различий между группами животных разных генотипов не выявлено [130].

Группу чистоты всех образцов отнесли к I.

Содержание соматических клеток находилось в пределах нормы и составило от 170 до 298, что свидетельствовало об отсутствии мастита у подопытных животных (Рисунок 13).

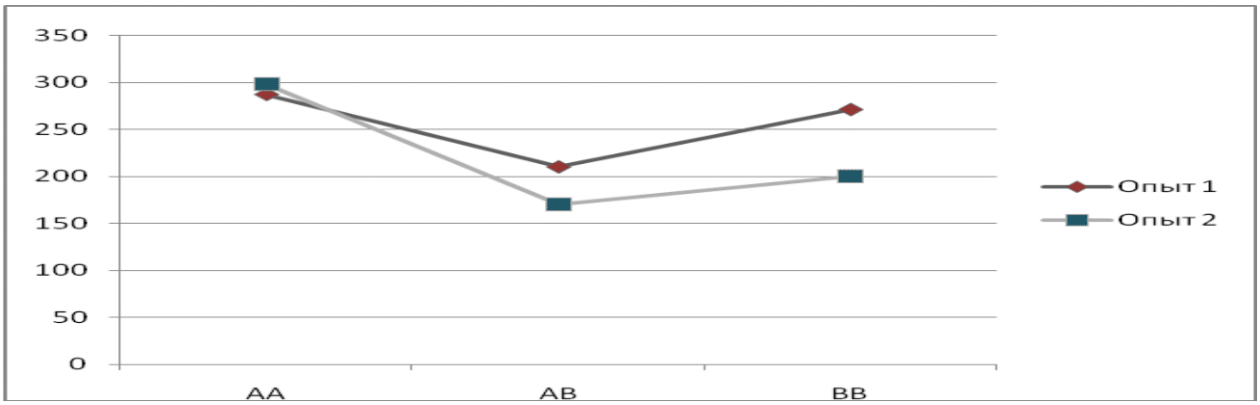

Рисунок 13 – Количество соматических клеток в молоке

Наиболее высокий уровень соматических клеток определен у животных в 2 опытах с генотипам АА каппа-казеина, низкий – с вариантом АВ при достоверной разнице между группами.

Таблица 20 – Химический состав молока

Генотип	МДЖ, %	МДБ, %	СВ, %	СОМО, %	Лактоза, %
АА	4,04±0,03	3,07±0,03	12,37±0,05	8,45±0,02	4,39±0,01
АВ	3,99±0,03	3,14±0,04	12,39±0,02	8,48±0,03	4,41±0,02
ВВ	4,00±0,04	3,19±0,03*	12,46±0,02*	8,52±0,04	4,43±0,02

Анализ проведенных исследований свидетельствует о том, что коровы с модификацией ВВ имели достоверную разницу в сравнении с животными с генотипом АА по содержанию в молоке белка на 0,12% (Р < 0,05) и сухого вещества на 0,09% (Р < 0,05). По содержанию жира в молоке, лучшими являлись животные с гомозиготным вариантом АА каппа-казеина – 4,04%, по содержанию сухого обезжиренного молочного остатка – 8,52% и лактозы – 4,43% – с генотипом ВВ каппа-казеина – при недостоверной межгрупповой разнице.

Таблица 21 – Санитарно-гигиенические показатели молока

Генотип	Титруемая кислотность, Т	Плотность, кг/м^3	Группа чистоты, не ниже	Количество соматических клеток, кг/ м^3
АА	17,89±0,08	1028,28±0,03	I	292,3±15,5**
АВ	18,01±0,04	1028,43±0,10	I	190,1±13,1
ВВ	18,12±0,06	1028,53±0,10	I	235,4±15,6*

Коровы с генотипом ВВ по кислотности, плотности молока характеризовались тенденцией к повышению по сравнению с животными вариантов АВ и АА. По количеству соматических клеток в молоке, коровы с вариантом АА каппа-казеина достоверно превосходили животных с АВ генотипом на 102,2 кг (Р < 0,01). Группа чистоты отнесена к I.

Технологические свойства молока характеризуют выход и качественные показатели кисломолочной продукции.

Из технологических свойств молока оценивали сычужную свертываемость, термоустойчивость и комбинированный показатель – сычужно-бродильную пробу (Таблица 22).

Таблица 22 – Технологические свойства молока

Показатель	Генотип каппа-казеина		
	АА	АВ	ВВ
Опыт 1			
Сычужная свертываемость	34	26	30
Термоустойчивость	I	I	I
Сычужно-бродильная проба	I	I	I
Опыт 2			
Сычужная свертываемость	37	32	28
Термоустойчивость	I	I	I
Сычужно-бродильная проба	I	I	I

Термоустойчивость характеризует солевое равновесие в молоке, состав и размер казеиновых частиц. Термоустойчивость всех образцов молока была одинаковой и отнесена к 1 группе.

Сычужная свертываемость влияет на коагуляцию белков молока, и под действием сычужного фермента образуется плотный сгусток. Сычужная свертываемость имеет широкий спектр, обычно колеблется от 10 до 40 минут.

Лучший показатель сычужной свертываемости опыте 1 установлен у коров с гетерозиготным генотипом– 26 минут, что ниже на 4 и 8 минут в сравнении с гомозиготными модификациями. В опыте 2 коровы с вариантом ВВ лидировали по продолжительности сычужной свертываемости – 28 минут, что ниже на 4 и 9 минут, чем у животных с другими вариантами.

Следовательно, молоко животных, содержащих в геноме аллель В каппа-казеина свертывается за более короткий промежуток времени (26–32 мин).

Сычужно-бродильная проба является комплексным показателем, характеризующая свертываемость молока под действием микроорганизмов и сычужного

фермента. По результатам исследований молоко всех групп животных было отнесено к 1 классу, что свидетельствует о высоком качестве сгустка и возможности использования молока для производства сыров.

Влияние генотипов каппа-казеина на выход и качественные показатели творога

Влияние генотипов каппа-казеина на выход и качество молочной продукции рассмотрено на примере выработки творога. Результаты производства творога представлены в Таблице 23.

Таблица 23 – Выход творога из молока коров, генотипированных по каппа-казеину

Образец	Генотип	Масса, г	Выход творога, %	Расход молока на 1 кг творога, кг
Опыт 1				
1	AA	180,15	17, 51	5, 71
2	AB	200,34	19, 47	5,14
3	BB	192,40	18, 70	5,35
Опыт 2				
4	AA	158,20	15,39	6,50
5	AB	170,53	16,59	6,03
6	BB	183,10	17,81	5,61

Исследования показали, что в двух опытах, по массе (200,34 кг и 183, 10 кг) выходу творога (19,47% и 17, 81%) и расходу молока на 1 кг творога (5,14 кг и 5,61 кг) лидерами являлись коровы с В-аллелем каппа-казеина. В опыте 1 масса творога была выше на 20,19 кг и 7,94 кг, выход творога больше на 1,96 % и 0,77%, расход молока ниже на 0,57 кг и 0,21 кг в сравнении с образцами №1 и №3. В опыте 2 наиболее высокая масса (24,9 кг и 12,57 кг), выход творога (на 1,22% и 2,42%) и меньший расход молока на производство 1 кг творога (на 0,42 кг и 0,89 кг) выявлены у образца №6 [131, 232].

Результаты экспертной оценки органолептических показателей творога приведены в Таблице 24.

Таблица 24 – Результаты органолептической оценки исследуемых образцов творога

Образец	*Генотип*	*Внешний вид и консистенция (баллы)*	*Вкус и запах (баллы)*	*Цвет (баллы)*	*Итого*
Опыт 1					
1	АА	2,4	4,2	1,2	7,8
2	АВ	2,8	5,0	2,0	9,8
3	ВВ	2,8	5,0	1,8	9,6
Опыт 2					
4	АА	2,0	5,0	1,8	8,8
5	АВ	2,8	5,0	2,0	9,8
6	ВВ	3,0	5,0	2,0	10

Максимальную оценку – 10 баллов получил образец №6. Он имел отличные вкусовые качества, белый цвет, равномерный по всей массе, мягкую консистенцию, отмечалось наличие частиц молочного белка. Наименьшее количество баллов – 7,8 и 8,8 определено у образцов №1 и №4. Горьковатое послевкусие отметили у образца №1. Образцы №1 и №4 имели рыхлую, мажущую консистенцию, цвет белый с кремовым оттенком, не равномерный по всей массе. Промежуточное положение заняли образцы №2, №3 и №5, имеющие мягкую консистенцию, цвет белый или белый с кремовым оттенком [131]. Физико-химический анализ образцов творога представлен в Таблице 25.

Таблица 25 – Физико-химические показатели качества творога

Образец	*Генотип*	*Показатель*			
		МДБ, %	МДЖ, %	Кислотность, °Т	Массовая доля влаги, %
Опыт 1					
1	АА	12,02	8,3	184	74,9
2	АВ	12,95	8,02	179	74,1
3	ВВ	12,31	8,06	180	74,8
Опыт 2					
4	АА	11,10	7,05	175	75,6
5	АВ	12,0	8,10	178	75,3
6	ВВ	12,0	7,35	181	75,1

По химическому составу имелись различия, так в образце творога №2 содержание белка было выше относительно других образцов на 0,64% и 0,93%, соответственно. В образцах творога №5 и №6 содержалось на 0,9% больше белка, чем у образца №4. В образцах творога №1 и №5, наблюдалось более высокое содержание жира, в опыте 1 – на 0,24% и 0,28 % выше; в опыте 2 – выше на 1,05% и 0,75%, соответственно [131]. Наибольшее содержание влаги отмечено в образцах творога №1 и №4 (АА генотип) – 74,9% и 75,6 % [232].

Экономическая эффективность производства молока

Экономическая эффективность производства молока зависит от уровня молочной продуктивности коров. В Таблице 26 даны результаты экономической оценки животных трех разных линий.

Таблица 26 – Экономическая эффективность производства молока в зависимости от линейной принадлежности

Показатель	Линейная принадлежность		
	Вис Бэк Айдиал 1013415	Рефлекшн Соверинг 198998	Монтвик Чифтейн 95679
Удой за 305 дней лактации, кг	6809	6404	6708
Массовая доля жира, %	4,00	4,02	3,89
Цена реализации 1 кг молока, руб.	23,5	23,5	23,5
Удой в пересчете на базисную жирность, кг	8011	7572	7675
Себестоимость 1 кг молока, руб.	18,73	18,73	18,73
Общая себестоимость, руб.	127532,57	119946,92	125640,84
Выручка, руб.	188248,82	177837	180356,39
Прибыль от реализации, руб.	60716,25	57990,1	54715,58
Рентабельность, %	47,61	48,35	43,55

Расчет экономической эффективности показал, что общая себестоимость у животных линии Вис Бэк Айдиал выше на 5,95 % и 1,48 % по сравнению с другими опытными группами. Наибольшая выручка определена при производстве молока коров линейной принадлежности Вис Бэк Айдиал – 188248,82 рублей, что выше на

5,48% и 4,19%, чем у животных линий Рефлекшн Соверинг и Монтвик Чифтейн. Прибыль от реализации молока выше у группы животных линии Вис Бэк Айдиал на 9,88 % и 4,49 % по сравнению с животными других линий. Уровень рентабельности производства молока во всех опытных группах был выше 40%.

Генетические исследования коров по генам, связанных с молочной продуктивностью могут способствовать получению экономического эффекта, как при производстве молока, так и при выходе молочной продукции. Произведен расчет показателей экономической эффективности коров разных генотипов каппа-казеина с учетом генотипа (Таблица 27).

Таблица 27 – Экономическая эффективность производства молока коров с разными генотипами каппа-казеина

Показатель	Генотип		
	АА	АВ	ВВ
Удой за 305 дней лактации, кг	6533	7044	6832
Массовая доля белка, %	3,08	3, 08	3,16
Массовая доля жира, %	4,01	3,96	3,96
Удой в пересчете на базисный жир и белок, кг	7137	7650	7524
Цена реализации 1 кг молока, руб.	23,5	23,5	23,5
Себестоимость 1 кг молока, руб.	18,73	18,73	18,73
Общая себестоимость, руб.	122363,1	131934,1	127963,4
Выручка, руб.	167712	179782,5	176810,4
Прибыль руб.	45348,94	47848,38	48847,07
Рентабельность, %	37,06	36,27	38,17

Наибольшая общая себестоимость отмечена у животных с АВ генотипом – 131934,1 рублей, что выше на 3,00% и 7,25%, чем у особей других групп. Преимущество по выручке имели коровы с генотипом АВ каппа-казеина – 179782,5 рублей, превысившие на 1,65% и 6,71% показатели животных с гомозиготными генотипами. Наибольшая прибыль получена от животных с генотипом ВВ каппа-казеина – 48847,07 рублей, превысившая результаты других групп на 2,04 % и 7,16%.

Уровень рентабельности был выше у животных с вариантом ВВ на 2,91 % и 4,98 % по сравнению с коровами других генотипов.

Произведен расчет показателей экономической эффективности коров разных генотипов каппа-казеина в разрезе линий (Таблица 28).

Таблица 28 – Экономическая эффективность разведения коров с разными вариантами каппа-казеина в разрезе линий

Линия	Генотип	Удой, кг	Цена реализации 1 кг молока, руб.	Удой в пересчете на базисный жир и белок, кг	Общая себестоимость, руб.	Выручка, руб.	Прибыль от реализации, руб.	Рентабельность, %
Вис Бэк Айдиал 1013415	АА	6615	23,5	7235	123899	170013,9	46114.92	37,22
	АВ	7234	23,5	7828	135492,8	183986,3	48493,44	35,79
	ВВ	6637	23,5	7296	124311	171467,7	47156,73	37,93
Рефле-кшн Соверинг 198998	АА	6421	23,5	7055	120265,3	165791,8	45526,52	37,86
	АВ	6385	23,5	6987	119591,1	164197,5	44606,5	37,30
	ВВ	6385	23,5	6999	119591,1	164482,4	44891,4	37,54
Монтвик Чифтейн 95679	АА	6116	23,5	6546	114552,7	153823,2	39270,53	34,28
	АВ	6350	23,5	6937	118935,5	163014,1	44078,65	37,06
	ВВ	6500	23,5	7212	121745	169475,2	47730,16	39,21

Преимущество по показателю выручка имели животные с гетерозиготной модификацией АВ каппа-казеина – 183986,3 рублей, что выше на 6,80–16,40% по сравнению с животными других групп. Прибыль от реализации являлась высокой у коров с вариантом каппа-казеина АВ линии Вис Бэк Айдиал – 48493,44 рублей, что выше на 1,57–19,01%, чем у особей остальных линий и генотипов. По показателю рентабельности лучшими являлись коровы с генотипом ВВ каппа-казеина независимо от линейной принадлежности, за исключением линии Рефлекшн Соверинг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ВЫВОДЫ

В результате селекционно-племенной работы в изучаемых хозяйствах создано высокопродуктивное стадо голштинской породы с использованием быков-производителей, которые относятся к линиям: Монтвик Чифтейн 95679, Рефлекшн Соверинг 198998, Вис Бэк Айдиал 1013415. Были изучены биологические особенности, показатели молочной продуктивности, характеристике качества молока коров голштинской породы, которые были выведены с использованием быков-производителей вышеуказанных линий в условиях Среднего Урала.

На основании исследований сделаны следующие выводы:

1. Наиболее высокую молочную продуктивность показали коровы линейного происхождения Вис Бэк Айдиал, которые превышали показатели коров линий Рефлекшн Соверинг и Монтвик Чифтейн: по удою за 305 дней лактации на 5,95% (405 кг) и 1,48% (101) кг, по выходу молочного жира на 5,36 % (14,6 кг) и 4,08% (11,1 кг), по выходу молочного белка на 5,25% (11 кг) и 0,14% (0,3 кг), соответственно.

2. Наибольшая концентрация эритроцитов ($7,1\pm0,3*10^{12}$/л), гемоглобина (113,8±2,7 г/л), гематокрита (37,1±0,4 г/л), определена в крови коров линии Вис Бэк Айдиал при достоверной разнице между группами ($P < 0,05$), что характеризует лучшую кислородную емкость крови по сравнению с животными других линий. По показателям белкового, углеводного, жирового и минерального обмена лучшими являлись животные линий Вис Бэк Айдиал и Монтвик Чифтейн, что является фактором высокой молочной продуктивности коров данных линий.

3. По рубцовому содержимому коров, лучшие показатели pH (6,4±0,03), содержание аммиака (10,1±0,03 мг/%), летучих жирных кислот (97,0±1,2 ммоль/л), бактерий (11,3±0,1 млрд/мл) и инфузорий (639,1±14,1 тыс./мл) определены у животных линий Вис Бэк Айдиал и Монтвик Чифтейн.

4. Генотип АА каппа-казеина выявлен у 60,17% всех опытных животных. Вариант АВ имели 31,57 % коров, 8,26% обладали генотипом ВВ каппа-казеина. Частота встречаемости аллеля А гена каппа-казеина составила 0,76, аллеля В – 0,24.

Более высокий процент желаемого генотипа ВВ 25,4% был выявлен у коров линии Монтвик Чифтейн.

5. Преимущество по удою (7044±159 кг), содержанию белка (3,08±0,01%), выходу молочного жира (277,6±3,8 кг) и белка (3,16±0,02 кг) имели животные с вариантами АВ и ВВ каппа-казеина при достоверной разнице между группами (P < 0,01).

6. Преимущество по технологическим качествам молока имели животные, содержащие в геноме аллельный вариант В каппа-казеина: термоустойчивость I группа, сычужно-бродильная проба I группа, сычужная свертываемость 30 минут.

7. Наибольший выход творога (19, 47% и 17, 81%) и меньший расход молока на 1 кг творога (5,14 кг и 5,61 кг) получен из молока коров, содержащих в своем генотипе В-аллель каппа-казеина. По органолептическим, физико-химическим показателям лучшим являлся образец творога, выработанный из молока животных с генотипом каппа-казеина ВВ.

8. Генотип каппа-казеина оказал влияние на рентабельность производства молока. У животных с генотипом ВВ каппа-казеина рентабельность составила 38,17%, что превышало на 2,91% и 4,98% данный показатель животных с генотипом АВ и АА каппа-казеина, соответственно.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для улучшения продуктивных и биологических показателей коров голштинизированного черно-пестрого скота рекомендуем использовать быков-производителей линий Вис Бэк Айдиал 1013415 и Монтвик Чифтейн 95679.

2. С целью получения молока высокого качества целесообразно осуществлять в племенных предприятиях подбор быков-производителей, имеющих в своем геноме аллельный вариант В каппа-казеина.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В перспективе будут проведены исследования по увеличению рационального использования генетических ресурсов крупного рогатого скота при производстве

молока в условиях Среднего Урала, в том числе использованию различных генотипов скота с учетом регионального аспекта реализации потенциала животных. Также будет проведен поиск путей повышения эффективности формирования товарных стад на основе реализации отечественного форматирования генотипов в системе экономики производства молока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаева, Л.В. Сырое молоко: требования законодательства / Л.В. Абдуллаева // Молочная промышленность. – 2018. – №7. – С. 4–7.

2. Абельдинов, Р.Б. Биологический статус коров симментальской породы казахстанской селекции с различным генотипом по генам-кандидатам белкового обмена / Р.Б. Абельдинов, Т.К. Бексеитов // Вестник Алтайского ГАУ. – 2017. – № 2 (148). – С. 81–87.

3. Абилева, Г.У. Продуктивные и биологические показатели коров при включении в рацион биотехнологических добавок: дис. … канд. с.- х. наук: 06.02.10 / Г.У. Абилева, Курганская гос. с.х. академия имени Т.С. Мальцева. – Курган, 2021. – 134 с.

4. Абрамова, Н.И. Генетический вклад животных различной селекции холмогорской породы в продуктивные показатели стада / Н.И. Абрамова, Л.Н. Богорадова, Г.С. Власова и др. // Зоотехния. – 2017. – №3. – С.2–4.

5. Абрамова, Н.И. Взаимосвязь продолжительности использования коров молочных пород с кровностью по голштинской породе / Н.И. Абрамова, О.Н. Бургомистрова, О.Л. Хромова // Зоотехния. – 2018. – №1. – С. 12–16.

6. Азаубаева, Г.С. Картина крови у животных и птицы: Монография / Г.С. Азаубаева.– Курган: Зауралье, 2004. – 168 с.

7. Анисимова, Е.И. Экономическая эффективность продуктивных качеств животных разных генотипов / Е.А. Анисимова, Е.Р. Гостева, А.С. Бараргалиев, Е.А. Алешина // Зоотехния. – 2015. – №5. – С.14–17.

8. Анисимова, Е.И. Оценка быков-производителей симментальской породы по продуктивности дочерей и соотношению форм наследования удоя / Е.И. Анисимова, П.С. Катмаков // Зоотехния. – 2019. – №6. – С. 14–19.

9. Ахметов, Т.М. Использование методов маркер - вспомогательной селекции в молочном скотоводстве республики Татарстан: автореф. дис…. д-ра. биолог. наук.06.02.01 / Ахметов Тахир Мунавирович. – Казань, 2009. – 50с.

10. Ахметов, Т.М. Качество и технологические свойства сыра, изготовленного из молока коров с разными генотипами каппа-казеина / Т.М. Ахметов, С.В.

Тюлькин, О.Г. Зарипов, Э.Ф. Валлиулина, Р.Р. Вафин //Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2009. – №1. – С.20–23.

11. Аширов, М.И. Продуктивные особенности коров гоштинской породы австрийской селекции в условиях Узбекистана / М.И. Аширов, Х.А. Донаев, Б.М. Аширов // Зоотехния. – 2018. – №8. – С. 30–32.

12. Аширов, М.И. Продуктивные свойства коров голштинской породы разной селекции / М. И. Аширов, А.А. Юлдашев // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – №7. – С.27–29.

13. Багаль, И.Е. Полиморфизм генов молочных белков и гормонов у коров высшей селекционной группы холмогорской породы : дис. … канд. биолог. наук: 06.02.07 / И.Е. Багаль, Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела. – Лесные Поляны Московской области, 2017. – 152 с.

14. Багаль, И.Е. Молочная продуктивность коров холмогорской породы с разными генотипами молочных белков / И.Е. Багаль, Я.А. Хабибрахманова, Л.А. Калашникова, В.Л. Ялуга // Молочное и мясное скотоводство. – 2015. – №7. – С. 6–9.

15. Байдуганова, И. Молочная продуктивность коров черно-пестрой породы в зависимости от линейной принадлежности / И. Байдуганова, А.А. Романова, О.В. Горелик // Молодежь и наука. – 2016. – №12. – С.6–9.

16. Барабанщиков, Н.В. Молочное дело: Учеб. пособие, 2-е изд., перераб. и доп / Н.В. Барабанщиков. – М.: Агропромиздат, 1990. – 351 с.

17. Басонов, О.А. Динамика молочной продктивности и долголетия коров в зависимости от кровности по голштинской породе / О.А. Басонов, О.Е. Павлова // Зоотехния. – 2018. – №11. – С. 11–12.

18. Басонов, О.А. Предварительные результаты влияния генотипов по генам молочных белков на продуктивные показатели дочерей / О.А. Басонов, С.Г. Арутюнян // Перспективы развития агропромышленного и лесного производства союзного государства России Белоруссии: Сборник трудов конференции. – Нижний Новгород, 2020. – С. 179–183.

19. Бегучев, А.П. Скотоводство: Учеб. пособие, 3-е изд., перераб. и доп. / А.П. Бегучев, Т.И. Безенко, Л.Г. Боярский и др. – М.: Агропромиздат, 1992. – 543 с.

20. Бельков, Г.И. Молочная продуктивность помесей, полученных от скрещивания коров симментальской породы с быками голштинской породы различных популяций / Г.И. Бельков, В.А. Панин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2015. – №3. – С. 47-49.

21. Бельков, Г.И. Показатели молочной продуктивности коров в условиях Южного Урала / Г.И. Бельков, В.А. Панин // Вестник мясного скотоводства. – 2016. – №4(96). – С. 64–72.

22. Белозерцева, Н.С. Воспроизводительная способность и физиолого-биохимический статус коров черно-пестрой породы: дис. … канд. биолог. наук: 06.02.07 / Н.С. Белозерцева, Московская гос. академия ветеринарной медицины и биотехнологии. – М., 2019. – 135 с.

23. Бигаева, А.В. Сыропригодность молока коров с разными генотипами каппа-казеина / А.В. Бигаева, Х.Х. Гильманов, С.В. Тюлькин, Р.Р. Вафин, А.Г. Галстян // Сыроделие и маслоделие. – 2019. – №6. – С.26–27.

24. Бобылин, В.В. Физико-химические и биотехнологические основы производства мягких кислотно-сычужных сыров: Монография / В.В. Бобылин. – Кемерово: КемТИПП, 1998. – 208 с.

25. Быкова, О.А. Пути повышения продуктивного потенциала крупного рогатого скота при использовании нетрадиционных кормовых добавок: дис. … канд. с.-х. наук. 06.02.10 / О.А. Быкова. – Оренбург, 2015. – 362 с.

26. Валиуллина, Э.Ф. Генотипирование чёрно-пёстрого скота по локусам каппа-казеина, бета-лактоглобулина и BLAD-мутации методами ДНК-технологии: автореф. дис. ... канд. биолог. наук. 06.02.07 / Э.Ф. Валиуллина. – Казань, 2012. – 22 с.

27. Валитов, Ф.Р. Влияние полиморфизма молочных белков на качество и технологические свойства молока / Ф.Р. Валитов, И.Ю. Долматова. Современные достижения и проблемы биотехнологии с.-х. животных: Сборник научных трудов

по материалам 10 Всеросс. конференции Школа молодых учёных с международным участием, БиоТехЖ – 2015, Дубровицы: ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 2015. – С. 50–56.

28. Вельматов, А.А. Изучение полиморфизма генов бета-лактоглобулина и каппа-казеина у коров красно-пестрой породы / А.А. Вельматов, В. А. Трофимов, Н.О.Тельнов, А.П. Вельматов // Главный зоотехник. – 2016. – №1. – С. 23–27.

29. Вельматов, А.А. Молочная продуктивность и технологические свойства молока дочерей быков-производителей с разными генотипами каппа-казеина / А.А. Вельматов, В.А. Трофимов, Н.О.Тельнов, А.П. Вельматов // Главный зоотехник. – 2016. – №12. – С. 29–34.

30. Вельматов, А.П. Научно-практические основы выведения Поволжского типа красно-пестрого скота / А.П. Вельматов, А.М. Гурьянов, А.А. Вельматов, Н.Н. Неяскин, Т.Н. Тишкина // Достижения науки и техники АПК. – №3. – 2015. – С.42–45.

31. Вельматов, А.П. Молочная продуктивность и технологические свойства молока потомства голштинских быков различной селекции / А.П. Вельматов, А.А. Вельматов, Хамза Аль – Исави Али Абдуламир, Т.Н. Тишкина // Главный зоотехник. – 2017. – №10. – С.42–49.

32. Волгин, В.И. Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала продуктивности / В.И. Волгин, Л.В. Романенко, П.Н. Прохоренко, З.Л. Федорова, Е.А. Корочкина – М.: РАН, 2018. – 260 с.

33. Волохов, И.М. Взаимосвязь качества твердых сыров с генотипом животных по каппа-казеину / И.М. Волохов, Л.А. Калашникова, А.С. Евдокимова, О.В. Пащенко // Сыроделие и маслоделие. – 2012. – №4. – С. 31–33.

34. Волохов, И.М. Продуктивные качества скота красно-пестрой породы различных генотипов по каппа-казеину / И.М. Волохов, О.В. Пащенко, А.В. Морозов // Зоотехния. – 2012. – №5. – С. 4–5.

35. Волынкина, М.Г. Генетический потенциал импортного скота в Тюменской области / М. Г. Волынкина, Н.Н. Костомахин // Главный зоотехник. – 2018. – №8. С. 3–18.

36. Гавриленко, В.П. Генетические факторы, их роль в селекции молочного скота / В.П. Гавриленко, Г.А. Бушова // Вестник УГСХА. – 2010. – №1 (11). С. 37 – 39.

37. Галлямова, А.Р. Полиморфизм каппа-казеина в связи с продуктивностью крупного рогатого скота бестужевской и черно-пестрой пород: автореф. дис. … канд. с.-х. наук.06.02.01 / Галлямова Альбина Рифовна. – Уфа, 2008. – 20 с.

38. Галлямова, А. Каппа-казеин – важнейший селекционный критерий в молочном скотоводстве / А. Галлямова, С. Исламова // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – №2. – С. 17–18.

39. Глухих, В.Л. О влиянии генотипа коров на молочную продуктивность, состав и свойства молока / В.Л. Глухих, М.Е. Алексеева // Аграрный вестник Урала. – 2006. – №5. – С. 30–31.

40. Гончаренко, Г.М. Генотипы k-казеина коров симментальской породы: влияние на качество кисломолочных продуктов / Г.М. Гончаренко, Н.Б. Гришина, Т.С. Горячева, Е.Г. Акулич, О.В. Плахина, Н.С. Медведева // Молочная промышленность. – 2015. – №8. – С. 60–61.

41. Гончаренко, И.В. Исследование генных модификаций каппа-казеина молока крупного рогатого скота / И.В. Гончаренко, Ю.В. Гузеев // Аграрный вестник Причерноморья. – 2011. – №58. – С.3–5.

42. Горелик, О.В. Влияние возраста матерей нарост и развитие телок в молочный период / О.В. Горелик // Главный зоотехник. – 2016. – №11. – С. 41–46.

43. Горлов, И.Ф. Молочная продуктивность коров австралийской селекции разной линейной принадлежности / И.Ф. Горлов, Е.Ю. Злобина, А.А. Кайдуллина, Т.Н. Бармина // Молочное и мясное скотоводство. – 2019. – №7. – С. 27–31.

44. ГОСТ 52090-2003 Молоко питьевое. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 10с.

45. Грашин, В.А. Молочная продуктивность и полиморфные варианты генов каппа-казеина, бета-лактоглобулина голштинизированного черно-пестрого скота самарского типа / В.А. Грашин, А.А Грашин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. Т. 1. – №2. – С. 89–93.

46. Гридин, В.Ф. Состояние и перспективы повышения белковомолочности дойных коров / В.Ф. Гридин, С.Л. Гридина // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии: Сборник научных докладов XX Межд. науч. – практ. конф., г. Новосибирск. – Новосибирский ГАУ, 2017. – С. 133–135.

47. Гридин, В.Ф. Распределение высокопродуктивных коров по частоте встречаемости аллелей / В.Ф. Гридин, С.Л. Гридина, О.И. Лешонок, К.В. Новицкая // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2018. – № 4. – С. 222–225.

48. Гридина, С.Л. Оценка племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота черно-пестрой породы в областях и республиках Урала за 2016 год: Монография / С.Л.Гридина, В.Ф. Гридин. – Екатеринбург, 2017. – 63 с.

49. Гридина, С.Л. Характеристика коров-первотелок Уральского региона по молочной продуктивности и скорости молоковыведения / С.Л. Гридина, В.Ф. Гридин // Вестник Курганской ГСХА. – 2015. – №3. – С. 14–16.

50. Гридина, С.Л. Современное состояние и перспективы развития молочного скотоводства на Урале: Монография / С.Л. Гридина, В.С. Мымрин, В.Ф. Гридин, Н.Н. Зезин, И.В. Ткаченко, О.И. Лешонок, С.В. Мымрин, М.Н. Морозова, О.А. Ткачук. – Екатеринбург, 2018. – 150 с.

51. Гридина, С.Л. Генотипирование крупного рогатого скота племенных предприятий Свердловской области по гену каппа-казеина / С.Л. Гридина, И.В. Ткаченко // АПК России. – 2016.Т. 23. – №2. – С.273–277.

52. Гусев, И.В. Референтные интервалы биохимических показателей крови для контроля полноценности кормления молочного скота / И.В. Гусев, Р.А. Рыков // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – №6. – С.22–25.

53. Долматова, И.Ю. Оценка генетического потенциала крупного рогатого скота по маркерным генам / И.Ю. Долматова, Ф.Р. Валитов // Вестник Башкирского университета. – 2015. – Т. 20. – № 3. – С. 850–852.

54. Долматова, И.Ю. Взаимосвязь полиморфных генов пролактина и соматотропина крупного рогатого скота с молочной продуктивностью / И.Ю. Долматова, И.Н. Ганиева, Т.В. Кононенко, Ф.Р. Валитов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2020. – №1(53). – С. 70–78.

55. Донник, И.М. Роль генетических факторов в повышении продуктивности крупного рогатого скота / И.М. Донник, С.В. Мымрин // Главный зоотехник. – 2016. – №8. – С. 20–32.

56. Дунин, И.М. Племенные ресурсы голштинской породы скота: состояние и результаты использования / И.М. Дунин, С.Е. Тяпугин, Р.К. Мещеров, В.П. Ходыков, Е.А. Матвеева, А.В. Дюльдина, Л.П. Боголюбова, Ш.Р. Мещеров // Зоотехния. – 2019. – №5. – С. 8–11.

57. Егорашина, Е.В. Оценка по молочной продуктивности коров разных пород с использованием генетических маркеров / Е.В. Егорашина, Р.В. Тамарова // Вестник АПК Верхневолжья. – 2017. – №1(37). – С. 52–58.

58. Егорашина, Е.В. Молочная продуктивность голштинизированных ярославских коров с разными генотипами каппа-казеина и бета-лактоглобулина / Е.В. Егорашина, Р.В. Тамарова// Современное состояние отечественных пород крупного рогатого скота и перспективы их качественного улучшения: Сборник научных трудов по материалам Нац. науч. – практ. конф. к юбилею заслуженного работника сельского хозяйства Р.В. Тамаровой. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017. – С. 26–34.

59. Елисеева, Л.И. Молочная продуктивность коров симментальской, холмогорской пород и якутского скота в республике Саха Якутия / Л.И. Елисеева // Зоотехния. – 2015. - №1(38). – С. 40–46.

60. Епишко, О.А. Влияние комплексных генотипов по генам бета-лактоглобулина, пролактина и гормона роста на молочную продуктивность коров белорусской черно-пестрой породы / О.А. Епишко, Н.Н. Пешко, Т.И. Кузьмина, В.В. Пешко // Генетика и разведение животных. – 2017. – №3. – С. 58–68.

61. Еременко, В.И. Методы селекции и биологический потенциал крупного рогатого скота: Монография / В.И. Еременко. – Курск, 2004. – 332 с.

62. Ефимова, Л.В. Продуктивные качества коров-первотелок енисейского типа в зависимости от генотипа и способа содержания / Л.В. Ефимова, А.Н. Лазаревич, Т.В. Кулакова //Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий: Сборник трудов по материалам VI международной научно-практической конференции. – Горно-Алтайск: Изд-во Горно-Алтайского гос. университета, 2017. – С. 147–151.

63. Ефремов, А.А. Технологические свойства молока коров разных генотипов по каппа-казеину / А.А. Ефремов, С.В. Карамаев, Н.В. Соболева // Известия оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – №4. – С. 157–160.

64. Жукова, И.Г. Молочная продуктивность и воспроизводительная способность коров разных линий черно-пестрой породы / И.Г. Жукова // Аграрная наука сельскому хозяйству: Сборник статей XII международной научно-практической конференции. – Барнаул: Изд-во Алтайского гос. аграрного университета, 2017. – С. 118–120.

65. Иванов, В. Факторы, влияющие на качество сырого молока / В. Иванов, Л. Гуркина, М. Алигаджиев // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – №7. – С. 23–24.

66. Ижболдина, С.Н. Современные технологии производства молока, способствующие повышению продуктивности коров и их долголетию: Монография / С.Н. Ижболдина, М.Р. Кудрин. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2015. – 162 с.

67. Ильясов, А.Г. Полиморфизм гена гормона роста крупного рогатого скота в связи с продуктивностью в республике Башкартостан: автореф. дис. … канд. с.х. наук. 06.02.01 / Ильясов Айдар Галиевич. – Уфа, 2008. – 20с.

68. Иса, А.Ф. Продуктивность и иммуногенетическая характеристика скота гоштинской породы: дисс. … канд. с.-х. наук: 06.02.10 / А.Ф. Иса.ФГБОУ ВО Российский гос.аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева. – М., 2019. – 139 с.

69. Казанцева, Е.С. Влияние генотипических и паратипических факторов на продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы Зауралья: автореф. дис. канд. с.х. наук: 06.02.10 / Казанцева Екатерина Сергеевна. – Курган, 2015. – 22 с.

70. Калашникова, Л.А. Полиморфизм генов молочных белков чистопородного и помесного ярославского скота / Л.А. Калашникова, А.В. Семашкин, Д.К. Некрасов, А.Е. Колганов, М.С. Саблина, Р.О. Румянцев // Зоотехния. – 2017. – №2. – С. 5–7.

71. Калашникова, Л.А. Полиморфизм генов CSN3, LGB, PRL, GH in Holstein cows / Л.А. Калашникова, Я.А. Хабибрахманова, Г.М. Джапаридзе, В.Г. Труфанов // Зоотехния. – 2018. – №2. – С. 8–9.

72. Калашникова, Л.А. Оценка полиморфизма комплексных генотипов CSN3, LGB, PRL, GH, LEP и молочной продуктивности холмогорских пород / Л.А. Калашникова, Я.А. Хабибрахманова, И.Е. Багаль, В.Л. Ялуга, В.П. Прожерин // Молочное и мясное скотоводство. – 2019. – №2. – С. 14–17.

73. Каналина, Н.М. Молочная продуктивность коров татарского типа в зависимости от линейной принадлежности /Н.М. Каналина // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им.Н.Э. Баумана. – 2014. Т.218. – №2. – С.118–122.

74. Карнаухов, Ю. Продуктивность коров черно-пестрой породы и ее гоштинизированных помесей / Ю. Карнаухов // Молочное и мясное скотоводство. – 2012. – №5. – С. 6–8.

75. Кинцель, В.А. Сравнительная оценка состава и технологических свойств молока коров молочных пород Алтайского края: дис. … канд. с.-х. наук: 06.02.04 / В.А. Кинцель. ФГОУ ВПО Алтайский гос. аграрный университет. – Барнаул, 2009. – 125 с.

76. Климов, Н.Н. Молочная продуктивность коров различных генотипов в ОАО «Агрокомбинат «Мир» Барановичского района / Н.Н. Климов, С.И. Коршун // Материалы и конференции. – 2016. – № 10–6(14). – С. 54–55.

77. Ковалюк, Н.В. Возможности селекции крупного рогатого скота по локусам CSN2 и CSN3 / Н.В. Ковалюк, В.Ф. Сацук, Е.В. Мачульская, Л.И. Якушева, А.А. Касем // Молочное и мясное скотоводство. – 2019. – №6. – С. 9–11.

78. Ковзов, В.В. Желудочное пищеварение жвачных животных: Учебно-методическое пособие / В.В. Ковзов, А.В. Островский, С.Е. Шериков. – Витебск, 2003. – 26 с.

79. Косяченко, Н.М. Популяционно–генетические характеристики ярославской породы крупного рогатого скота в оценке и моделировании селекционных процессов / Н.М. Косяченко, А.В. Коновалов, М.В. Абрамова // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – №8. – С. 13–15.

80. Костомахин, Н.М. Молочная продуктивность и продолжительность хозяйственного использования голштинизированных коров разной линейной принадлежности / Н. Костомахин, М.А. Габедова, О.А. Воронкова // Главный зоотехник. – 2018. – №4. – С. 3–9.

81. Костомахин, Н.М. Изучение генома различных пород крупного рогатого скота путем сравнительного анализа спектров продуктов амплификации ДНК / Н.М. Костомахин, А. В. Хованкина // Главный зоотехник. – 2016. – №11. – С. 16–25.

82. Костюнина, О.В. Влияние генотипов по ДНК-маркерам на показатели молочной продуктивности коров чёрно-пёстрой породы / О.В. Костюнина, А.М. Бакай, Г.А. Бушова, Т.В. Лепехина, Е.А. Гладырь // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 10. – С. 33–34.

83. Криворучко, С.В. Оценка по гену каппа-казеина молочного скота, разводимого в хозяйствах Ставропольского края / С.В. Криворучко // Российский ветеринарный журнал. – 2012. – №4. – С. 20–21.

84. Крюков, В.И. ДНК-диагностика в селекции крупного рогатого скота / В.И. Крюков, О.А. Шалимова, И.Г. Друшляк // Вестник Орел ГАУ. – 2012. – №1. – С.62–68.

85. Кудишкина, Ю. Все дело в казеине / Ю. Кудишкина // Сыроделие и маслоделие. – 2015. – №5. – С. 31.

86. Кудрин, М.Р. Технологические приемы увеличения молочной продуктивности коров: Монография / М.Р. Кудрин. – Ижевск: Ижевская гос. с.х. академия, 2018. – 144 с.

87. Кудрин, М.Р. Количественные и качественные показатели молочной продуктивности высокопродуктивных коров / М.Р. Кудрин, С.Н. Ижболдина, В.А. Николаев, В.П. Чукавин // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2016. – Т.53. – №1. – С.40–44.

88. Кудрявцева, О.В. Генетическая обусловленность группой и индивидуальной фенотипической изменчивости уровня признаков молочной продуктивности у коров ярославской породы / О.В. Кудрявцева, А.Е. Колганов, Д.К. Некрасов, М.С. Федосова // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2017. – № 4 (21). – С. 78–80.

89. Курилов, Н.В. Физиология и биохимия пищеварения жвачных / Н.В. Курилов, А.П. Кроткова. – М.: Колос, 1971. – 430 с.

90. Лопаева, Т.В. Влияние генотипа на живую массу и молочную продуктивность коров черно-пестрой породы / Т.В. Лопаева, Т.А. Василенко // Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса России: Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточный государственный аграрный университет. – 2017. – С. 75–77.

91. Лоретц, О.Г. Повышение биоресурсного потенциала крупного рогатого скота и качества молочной продукции при промышленных технологиях содержания и с учетом экологического зонирования территорий: дис. … д-ра. биолог. наук: 03.02.14 / О.Г. Лоретц, ФГБОУ ВО УрГАУ. – Екатеринбург, 2014. – 257 с.

92. Лоретц, О.Г. Повышение биоресурсного потенциала крупного рогатого скота и качества молочной продукции при промышленных технологиях содержания и с учетом экологического зонирования территорий : афтореф. дисс. … д-ра. биолог. наук.03.02.14 / Лоретц Ольга Геннадьевна. – Екатеринбург, 2014. – 39 с.

93. Лоретц, О.Г. Молочная продуктивность и технологические свойства молока различных генотипов по каппа-казеину // Ветеринария Кубани. – 2014. – №2. – С. 6–8.

94. Лоретц, О.Г. Генетические параметры биохимического состава молока и крови коров молочного направления продуктивности / О.Г. Лоретц, О.В. Горелик, С.А. Гриценко, А.А. Белооков // Аграрный вестник Урала. – 2017. – №10(164).– С.3.

95. Лоретц, О.Г. Влияние генотипа на молочную продуктивность / О.Г. Лоретц, О.В. Горелик // Аграрный вестник Урала. – 2015. – №10. – С.29–34.

96. Лоретц, О.Г. Влияние генотипа каппа-казеина на технологические свойства молока / О. Г. Лоретц, Е.В. Матушкина // Аграрный вестник Урала. – 2014. – №3. – С. 23–26.

97. Ляшенко, В.В. Молочная продуктивность и качество молока голштинских коров-первотелок разной селекции / В.В. Ляшенко, И.В. Ситникова // Зоотехния. – 2013. – №9. – С. 18–19.

98. Мартынова, Е.Н. Молочная продуктивность коров черно-пестрой породы ведущих семейств в условиях племзавода АО «Учхоз июльское ижгсха» / Е.Н. Мартынова, О.М. Нагорная // Бюллетень науки и практики. – 2017. – №8. – С. 92–96.

99. Медведева, Е.Г. Использование тестирования коров по гену каппа-казеина в прогнозировании продуктивного долголетия / Е.Г. Медведева, В.И. Цысь // Вестник АПК Верхневолжья. – 2008. – №3. – С.18–20.

100. Мещеров, Ш.Р. Качество молока холмогорских коров с различными генотипами каппа-казеина / Ш.Р. Мещеров, Р.К. Мещеров, Л.А. Калашникова // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – №4. – С.54–55.

101. Михайлова, Ю.А. Белковомолочность и технологические свойства молока коров с разными генотипами каппа-казеина : дис…. канд. с.-х. наук : 06.02.07 / Ю.А. Михайлова. Росийский гос. аграрный университет . – Ярославль, 2016. – 131 с.

102. Мкртчян, Г.В. Сравнительный анализ продуктивных качеств коров разного происхождения при внутрилинейном подборе / Г.В. Мкртчян, А.В. Бакай, Ф.Р. Бакай // Зоотехния. – 2019. – №9. – С. 5–7.

103. Москаленко, Л.П. Современные методы анализа и планирования селек-

ции в молочном стаде / Л.П. Москаленко, А.С. Бушкарева // Вестник АПК Верхневолжья. – 2008. – №1 (1). – С. 35–38.

104. Муратова, Н.С. Влияние структурных углеводов на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров / Н.С. Муратова, В.В. Танифа, В.Л. Лукичев // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2016. – №4(48). – С. 121–125.

105. Мымрин, В.С. Результаты голштинизации черно-пестрого скота в Уральском регионе / В.С. Мымрин, С.Л. Гридина, В.Ф. Гридин // Генетика и разведение животных. – 2014. – №2. – С. 17–20.

106. Мымрин, С.В. Особенности развития популяции черно-пестрого скота на Урале / С.В. Мымрин, О.А. Ткачук, Л.А. Калугина // Молочное и мясное скотоводство. – 2019. – №7. – С. 23–27.

107. Мымрин, С.В. Показатели продуктивности и продолжительности хозяйственного использования крупного рогатого скота черно-пестрой породы с разной долей кровности по улучшающей породе / С.В. Мымрин, Н.Е. Шавшукова // Зоотехния. – 2017. – №11. – С.2–5.

108. Некрасов, Д.К. Взаимосвязь полиморфных вариантов генов пролактина, гормона роста и каппа-казеина с молочной продуктивностью / Аграрный вестник Верхневолжья // Д.К. Некрасов, А.Е. Колганов, Л.А. Калашникова, А.В. Семашкин. – 2017. – № 1 (18). – С. 40–48.

109. Николаева, Н.А. Способы повышения биологической полноценности рационов дойных коров с использованием энерго-протеиново-минеральных кормовых добавок / Н.А. Николаева, Н.М. Алексеева, П.П. Борисова, Е.С. Васильева // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2019. – №3. – С.55–58.

110. Овсянников, А.И. Основы опытного дела в животноводстве / А.И. Овсянников: Учебное пособие. – М.: Колос, 1976. – 304 с.

111. Осинцев, А.М. Развитие фундаментального подхода к технологии молочных продуктов: Монография / А.М. Осинцев. – Кемерово: Кемер. технол. ин-т пищевой пром-сти, 2004. – 152 с.

112. Панин, В.А. Генетические особенности некоторых показателей молочной продуктивности и биоконверсии протеина коров симментальской породы и ее помесей с гоштинами / В.А. Панин// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – №5(73). – С.221–224.

113. Панин, В.А. Оценка генотипа по генам CSN3 и LGB, влияющим на синтез молочного белка и жира в молоке симментальских коров / В.А. Панин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – №1(81). – С.197–201.

114. Перчун, А. В. Оценка костромской породы крупного рогатого скота по ДНК-маркерам хозяйственно-полезных признаков: дисс. … канд. С.-х. наук: 06.02.07 / А.В. Перчун. ФГБО ВПО Костромская гос.с.х. академия. – п.Караваево, Костромская область, 2015. – 121 с.

115. Погребняк, В.А. Применение результатов диагностики генетического полиморфизма ß- и χ-казеинов / В.А. Погребняк, А.В. Колбас, Н.А. Морковкина // Молочное и мясное скотоводство. – 2019. – №5. – С. 18–22.

116. Позовникова, М.В. Полиморфизм генов LGB, PRL, GH, PIT-1 и DGAT1 и анализ ассоциаций их генотипов с хозяйственно-полезными признаками крупного рогатого скота: дис. … канд. биолог. наук: 06.02.07 / М.В. Позовникова. Федеральный научный центр животноводства –ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста. – Санкт-Петербург: Пушкин, 2017. – 103 с.

117. Позовникова, М.В. Генетическая структура коров молочных пород по ДНК-маркерам и влияние их генотипов на молочную продуктивность / М.В. Позовникова, Г.Н. Сердюк, И.А. Погорельский, О.В. Тулинов // Молочное и мясное скотоводство. – 2016. – №2. – С. 8–12.

118. Позовникова, М.В. Связь полиморфизма гена DGAT1 с хозяйственно-полезными признаками коров / М.В. Позовникова, О.В. Тулинова, Г.Н. Сердюк, О.В. Митрофанова // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – №8. – С.9–12.

119. Покусай, О. Е. Молочная продуктивность и технологические свойства молока коров с различными генотипами каппа-казеина и бета-лактоглобулина: автореф. дис. … канд. с.-х. наук.06.02.10 / Покусай Ольга Евгеньевна. – Москва, 2011. – 21 с.

120. Покусай, О. Е. Технологические свойства молока коров черно-пестрой породы с различными генотипами каппа-казеина и бета-лактоглобулина / О.Е. Покусай, В.Н. Кутровский // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – №5. – С. 39–40.

121. Попов, Н.А. Селекционные и генетические аспекты совершенствования крупного рогатого скота племенного завода «Соколовка» / Н.А. Попов, А.Н. Попов, А.А. Некрасов, В.А. Одиноких, Л.Н. Зонова // Главный зоотехник. – 2017. – №11. – С.18–31.

122. Прожерин, В.П. Племенная ценность холмогорского скота с учетом полиморфизма генов молочных белков / В.П. Прожерин, В.Л. Ялуга, И.В. Кувакина, Е.Д. Хуснутдинова // Зоотехния. – 2018. – №9. – С.7–10.

123. Прожерин, В.П. Аллелофонд архангельской популяции холмогорского скота / В.П. Прожерин, В.Л. Ялуга, И.В. Селькова, Л.И. Степанова // Эффективное животноводство. – 2018. – №5. – С. 26–27.

124. Прокудина, О.П. Реализация генетического потенциала черно-пестрого скота разной селекции по основным хозяйственно-полезным признакам: дис… канд. с.-х. наук: 06.02.07 / О.П. Прокудина. Всерос. науч.-исслед. ин-т племенного дела. – Тверь, 2014. – 115 с.

125. Прокудина, О. Сравнительная оценка коров черно-пестрой породы разной селекции по молочной продуктивности / О. Прокудина, М. Мурзаева, П. Бугров // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – № 7. – С. 26–28.

126. Ражина, Е.В. Влияние генетических модификаций каппа-казеина и линейной принадлежности на молочную продуктивность коров / Е.В. Ражина, О.Г. Лоретц // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 69. – С. 377–380.

127. Ражина, Е.В. Молочная продуктивность коров уральской голштинизированной черно-пестрой породы разных линий / Е.В. Ражина // Сборник научных трудов по материалам Национальной научно-практической конференции к юбилею заслуженного работника сельского хозяйства, д.с.-х.н., профессора Р.В. Тамаровой. – Ярославль: Изд-во Ярославская государственная сельскохозяйственная академия. – 2018. – С.96–99.

128. Ражина, Е.В. Методы ДНК-тестирования в селекции крупного рогатого скота / Е.В. Ражина, О.Г. Лоретц // Вестник биотехнологии. – 2018. – №2(16). – С.11.

129. Ражина, Е.В. Молочная продуктивность и технологические свойства молока коров, генотипированных по каппа-казеину / Е.В. Ражина, О.Г. Лоретц // Производство племенной продукции (материала) по направлениям отечественного племенного животноводства на основе ускоренной селекции: Сборник материалов международной научно-практической конференции «Стратегические задачи по научно-технологическому развитию АПК». – Екатеринбург: Изд-во Уральский государственный аграрный университет. – 2018. – С. 263–266.

130. Ражина, Е.В. Влияние полиморфизма гена каппа-казеина на молочную продуктивность и качество молока коров / Е.В. Ражина // Агротехнологии XXI века: Сборник трудов по материалам всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь: ИПЦ Прокростъ. – 2017. – С. 207–210.

131. Ражина, Е.В**.** Качественные и количественные показатели творога, изготовленного из молока коров, генотипированных по каппа-казеину / Е.В. Ражина, О.Г. Лоретц // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – №5 (92). – С.214–221.

132. Сафина, Н.Ю. Характеристика молочной продуктивности коров-первотелок с разными генотипами соматотропина / Н.Ю. Сафина, И.Ю. Гилемханов, Ф.Ф. Зиннатова, Ш.К. Шакиров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – №3(54). – С.58–61.

133. Селионова, М.И. Оценка полиморфизма гена пролактина у коров молочных пород / М.И. Селионова, Л.В. Кононова, О.В. Сычева // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т.1. – №1. – С. 27–33.

134. Селионова, М. Полиморфизм гена каппа-казеина и его влияние на признаки продуктивности коров-первотелок разных пород / М. Селионова, Г. Ковалева // Главный зоотехник. – 2011. – №4. – С. 13–16.

135. Селионова, М.И. Геномные технологии в селекции сельскохозяйственных животных / М.И. Селионова, А. – М.М. Айбазов // Сборник научных трудов всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. – 2014. – №7(1). – С. 140–145.

136. Сермягин, А.А. Оценка эффекта голштинизации в популяции черно-пестрого скота Подмосковья / А.А. Семягин // Агрозоотехника. – 2018. – Т. 1. – №3. – С. 1.

137. Симонов, Г.А. Эффективное кормление высокопродуктивных молочных коров на разных физиологических стадиях / Г.А. Симонов, В.М. Кузнецов, В.С. Зотеев, А.Г. Симонов // Эффективное животноводство. – 2018. – №1. – С.28–29.

138. Скопцова, Т.И. Молочная продуктивность коров-первлтелок бурой швицкой породы в зависимости от их линейной принадлежности / Т.И. Скопцова, С.А. Попова // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №3. С.28–32.

139. Соболева, Н.В. Качество сыра из молока коров с разными генотипами каппа-казеина / Н.В. Соболева, А.А. Ефремов, С.В. Карамаев // Известия оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – №3. – С.180–182.

140. Степанова, Ю.А. Влияние генотипа, технологии доения и способа содержания на молочную продуктивность коров / Ю.А. Степанова // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им.Т.С. Мальцева. – 2016. – С.334–340.

141. Стрекозов, Н.И. Стратегические направления развития молочного животноводства: Монография / Н.И. Стрекозов, В.И. Чинаров, Н.В. Сивкин, А.В. Чинаров, О.В. Баутина. – Дубровицы: Федеральное агентство научных организаций. ФГБНУ «Всероссийский научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», 2017. – 104 с.

142. Сударев, М.П. Адаптация и продуктивность импортного гоштинского скота в условиях АО «Агрофирма «Дмитрова Гора» Тверской области / Н.П. Сударев, С.В. Чаргеишвили, М.Е. Журавлева и др. // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – №7. – С. 30–33.

143. Суллер, И.Л. Селекция крупного рогатого скота молочных пород: Учеб. пособие / И.Л. Суллер. – СПб: Проспект науки, 2006. – 116 с.

144. Тамарова, Р.В. Влияние генотипа по каппа-казеину на количество и качество творога из молока коров ярославской породы / Р.В. Тамарова, Ю.А. Корчагина // Вестник АПК Верхневолжья. – 2013. – №4. – С. 46–49.

145. Тамарова, Р.В. Молочная продуктивность коров михайловского типа и ярославских чистопородных с разными генотипами каппа-казеина / Р.В. Тамарова, Ю.В. Шилов, Л.А. Калашникова и др. // Зоотехния. – 2008. – №2. – С. 2–5.

146. Тамарова, Р.В. Технологические свойства молока ярославских чистопородных коров / Р.В. Тамарова, Н.Г. Ярлыков // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – №4. – С.53–54.

147. Тамарова, Р.В. Количество и качество творога, полученного из молока коров ярославской породы с разными генотипами каппа-казеина / Р.В. Тамарова, Ю.А. Михайлова// Современное состояние отечественных пород крупного рогатого скота и перспективы их качественного улучшения: Сборник научных трудов по материалам Нац. науч. – практ. конф. к юбилею заслуженного работника сельского хозяйства Р.В. Тамаровой. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017. – С. 136 – 143.

148. Тамарова, Р.В. Селекционные методы повышения белковомолочности коров с использованием генетических маркеров : Монография / Р.В. Тамарова, Н.Г.

Ярлыков, Ю.А. Корчагина. – Ярославль: ФГБОУ ВПО Ярославская гос. с.-х. академия, 2014. – 114 с.

149. Тамарова, Р.В. Использование ДНК-тестирования с целью улучшения технологических свойств молока коров / Р.В. Тамарова, Н.Г. Ярлыков // Современное состояние отечественных пород крупного рогатого скота и перспективы их качественного улучшения: Сборник научных трудов по материалам Нац. науч. – практ. конф. к юбилею заслуженного работника сельского хозяйства Р.В. Тамаровой. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017. – С. 143–147.

150. Твердохлеб, Г.В. Химия и физика молока и молочных продуктов: Учеб. пособие / Г.В. Твердохлеб, Р.И. Раманаускас. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 360 с.

151. Тельнов, Н.О. Влияние генотипа каппа-казеина на молочную продуктивность и технологические свойства молока коров красно-пёстрой породы в Республике Мордовия / Н.О. Тельнов // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2016. – № 2 (34). – С. 160–163.

152. Тельнов, Н.О. Генотипирование красно-пёстрого скота по генам каппа-казеина и бета-лактоглобулина методами ДНК-анализа : дис… канд. с.-х. наук : 06.02.07 / Н.О. Тельнов. ФГБОУ ВО Национальный исследовательский Мордовский гос. университет им. Н.П. Огарева – Саранск, 2017. – 115 с.

153. Тёпел, А. Химия и физика молока: Учеб пособие. – 3-е изд. перераб. / А. Тёпел. – СПб.: Профессия, 2012. – 832 с.

154. Тинаев, А. Хозяйственно полезные признаки черно-пестрого скота с разными генотипами каппа-казеина / А. Тинаев, Л. Калашникова, К. Аджибеков // Молочное и мясное скотоводство. – 2005. – №5. – С. 30–32.

155. Ткаченко, И.В. Влияние полиморфных вариантов генов каппа-казеина и гормона роста на молочную продуктивность первотелок уральского типа / И.В. Ткаченко // Известия ТСХА. – 2018. – №5. С. 87–95.

156. Тюлькин, С.В. Оценка быков-производителей с разными комплексными генотипами молочных белков по происхождению / С. В.Тюлькин, Т.М. Ахметов, Р.Р. Вафин и др. // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – №2. – С. 14–15.

157. Тюлькин, С.В. Технологические свойства молока коров с разными генотипами каппа-казеина / С.В. Тюлькин, Т.М. Ахметов, М.Г. Нургалиев // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – №8. – С. 4–5.

158. Тюлькин, С. В. Типы лактационных кривых и коэффициент постоянства лактации у коров с разными генотипами каппа-казеина / С. В. Тюлькин, Л.Р. Загидуллин, Е.Н. Рачкова и др. // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2016. – Т. 226. – №2. – С.213–217.

159. Тюлькин, С.В. Полиморфизм гена каппа-казеина в стадах крупного рогатого скота республики Татарстан / С.В. Тюлькин, Т.М. Ахметов, Л.Р. Загидуллин, Е.Н. Рачкова и др. // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2016. – Т. 225. – С.148–150.

160. Тюлькин, С.В. Влияние генотипа коров на их продуктивность и качество молока / С.В. Тюлькин // Пищевые системы. – 2018. – Т. 1. – № 3. – С. 38–43.

161. Тюлькин, С.В. Оценка молочной продуктивности и качества молока коров с разными генотипами бета-лактоглобулина / С.В. Тюлькин // Сборник трудов 21 междунар. науч. практ. конф., посвящённой памяти Василия Матвеевича Горбатова. – М.: Федеральный научный цепнтр пищевых систем им. В.М. Горбатова. – 2018. – С. 258–259.

162. Тюлькин, С.В. Молекулярно-генетическое тестирование крупного рогатого скота по генам белков молока, гормонов, фермента и наследственных заболеваний: дис. … канд. биолог. наук: 06.02.07 / С.В. Тюлькин,ФГБОУ ВО Казанская гос. академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана . – Казань, 2019. – 339 с.

163. Филинская, О.В. Продуктивные качества коров разных генотипов / О.В. Филинская, Л.Ю. Герасимова // Вестник АПК Верхневолжья. – 2019. – №2(46). – С. 32–36.

164. Фураева, Н.С. Анализ молочной продуктивности и воспроизводительных качеств коров ярославской породы с различной долей кровности по гоштинской породе / Н.С. Фураева, Е.А. Зверева, С.С. Воробьева // Вестник АПК Верхневолжья. – 2015. – №2 (30). – С. 56–62.

165. Харлап, С.Ю. Молочная продуктивность коров разных генотипов / С.Ю. Харлап, А.С. Горелик, О.В. Горелик // Сборник статей по материалам X Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 75-летию Курганской ГСХА имени Т.С. Мальцева. Курган: Курганская ГСХА им. Т.С. Мальцева. – 2018. – С. 179–184.

166. Харламов, А.В. Влияние воздействия генов CSN3 и LGB на показатели молочной продуктивности коров (обзор) / А.В. Харламов, В.А. Панин, В.И. Косилов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – №5 (79). – С.223–225.

167. Харламов, А.В. Влияние генотипов каппа-казеина и лактоглобулина на молочную продуктивность коров и белковый состав молока (обзор) / А.В. Харламов, В.А. Панин, В.И. Косилов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – №1(81). – С. 193–197.

168. Хлесткина, Е.К. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции / Е.К. Хлесткина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Том 17. – №4/2.

169. Хромова, Л.Г. Сыропригодность молока коров основных пород Черноземья в условиях современной технологии его производства / Л.Г. Хромова, Н.В. Байлова, Е.А. Пилюгина, И.В. Волокитина, П.П. Корниенко // Вестник Воронежского государственного агарного университета. – 2013. – №1. – С. 258–264.

170. Хромова, Л.Г. Термоустойчивость молока коров основных пород Черноземья в условиях современной технологии производства / Л.Г. Хромова, Н.В. Байлова, Е.А. Пилюгина, И.В. Волокитина // Вестник Воронежского государственного агарного университета. – 2013. – №1. – С. 251–257.

171. Хуршудян, С.А. Мониторинг качества молочных продуктов / С.А. Хуршудян, А.Е. Рябова, Р.Р. Вафин, В.К. Семипятный, И.Ю. Михайлова // Молочная промышленность. – 2018. – №11. – С. 23–24.

172. Цаплина, А.К. Биохимические и гистологические исследования органов пищеварительной системы коров со сниженной продуктивностью / А.К. Цаплина, Н.В. Садовников // Молодежь и наука. – 2018. – №7. – С. 14.

173. Часовщикова, М. Взаимосвязь генетических вариантов каппа–казеина с молочной продуктивностью коров / М. Часовщикова // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 8. – С. 6–7.

174. Часовщикова, М.А. Влияние гена каппа-казеина на технологические качества молока, состав и выход сыра / М.А. Часовщикова // Вестник ГАУСЗ. – 2013. – №3. – С. 30–33.

175. Часовщикова, М. Влияние генов каппа-казеина и пролактина на долголетие и пожизненную продуктивность коров черно-пестрой породы / М. Часовщикова // Главный зоотехник. – 2013. – №10. – С. 3–9.

176. Часовщикова, М.А. Продолжительность продуктивной жизни и пожизненная молочная продуктивность коров черно-пестрой породы в зависимости от их генотипа / М.А. Часовщикова // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – № 1(29). – С. 63–66.

177. Четвертакова, Е.В. Полиморфизм гена каппа-казеина и его влияние на рост и молочную продуктивность коров красно-пестрой породы / Е.В. Четвертакова, А.И. Голубков // Биотехнология: реальность и перспективы в сельском хозяйстве: Сборник трудов международной научно-практической конференции к 100 летию СГАУ имени И.И. Вавилова. – Саратов, 2013. – С. 129–131.

178. Шабунин, Л.А. Влияние различных факторов на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы / Л.А. Шабунин, О.В. Назарченко // Главный зоотехник. – 2016. – №3. С. 53–61.

179. Шайдуллин, Р.Р. Комплексное влияние полиморфизма генов CSN3 и DGAT1 на молочную продуктивность черно-пестрого скота / Р.Р. Шайдуллин, А.С.

Ганиев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №1(37). –С. 156–159.

180. Шайдуллин, Р.Р. Использование ДНК-маркеров при оценке и совершенствовании крупного рогатого скота в Республике Татарстан: монография / Р.Р. Шайдуллин, Т.М. Ахметов, Т.Х. Фаизов, и др. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – 192 с.

181. Шайдуллин, Р.Р. Селекционно-генетические аспекты совершенствования молочного скота в Республике Татарстан : дис. … д-ра с.-х. наук : 06.02.07 /Р.Р. Шайдуллин. Самарская гос. с.х. академия. – Казань, 2017. – 458 с.

182. Шацких, Е.В. Молочная продуктивность коров голштинской черно-пестрой породы американской селекции в условиях Среднего Урала / Е. В. Шацких., И.П. Бармина // Главный зоотехник. – 2016. – №11.– С. 3–8.

183. Шевхужев, А.Ф. Современные технологии производства молока с использованием генофонда голштинского скота: Учеб. пособие / А.Ф. Шевхужев, М.Б. Улимбашев, Д.Р. Смакуев, М.А. Текеев. – Москва: Илекса, 2015. – 392 с.

184. Шишкина, Т. Влияние кровности по голштинской породе на молочную продуктивность и продолжительность хозяйственного использования коров черно-пестрой породы / Т. Шишкина, Н.Никишова, А. Наумов // Главный зоотехник. – 2017. – №12. – С. 22–26.

185. Шишкина, Т.В. Молочная продуктивность и продолжительность продуктивного использования голштинизированных коров черно-пестрой породы в зависимости от линейного происхождения / Т.В. Шишкина, Н.В. Никишова // Главный зоотехник. – 2018. – №5. – С.44–48.

186. Шурыгина, Л.В. Генетический полиморфизм гена пролактина в популяции айрширского скота / Л.В. Шурыгина, В.И. Митютько // Вестник студенческого научного общества. – 2017. – Т. 8. – № 1. – С. 235–237.

187. Юльметьева, Ю. Р. Связь полиморфных вариантов генов молочных белков и гормонов с признаками молочной продуктивности крупного рогатого скота / Ю.Р. Юльметьева, Ш.К. Шакиров, А.Х. Миннахметов и др. // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – №7. – С. 23–26.

188. Юрова, Е.А. Критерии оценки молока-сырья для получения продукта гарантированного качества / Е.А. Юрова, Д.Н. Мельденберг, Е.Ю. Парфенова // Молочная промышленность. – 2019. – №4. – С. 26–28.

189. Ялуга, В.Л. Полиморфизм генов CSN3, LGB, PRL, GH, LEP у холмогорских коров / В.Л. Ялуга, В.П. Прожерин, Я.А. Хабибрахманова, Л.А. Калашникова, И.Е Багаль // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – № 4. – С. 5–8.

190. Ярлыков, Н.Г. Экономическая эффективность разведения коров ярославской породы и михайловского типа с разными генотипами каппа–казеина / Н.Г. Ярлыков // Вестник АПК Верхневолжья. – 2013. – №1. – С. 82–85.

191. Abeni, F. Robotic milking and milk quality: effects on the cheese-making properties of milk / F. Abeni, L. Degano, R. Giangiacomo, et al. // Italian journal of animal science. – 2003. – Vol.2. – P. 301–312.

192. Abeykoon, C.D. Milk coagulation properties and milk protein genetic variants of three cattle breeds/types in Sri Lanka / C.D. Abeykoon, R.M.C. Rathnayake, M. Johansson, [et al.] // Procedia Food Science. – 2016. – V. 6. – P. 348–351.

193. Acosta, A.A. Efecto de polimorfismos genéticos en la producción de leche del ganado Siboney de Cuba / A.A. Acosta, A.F. Sanz, R.M. Ronda, [et al.] // Rev. Salud Anim. – 2016. – V. 38. – № 3. – P. 142–148.

194. Agrawal, V.K. Study on genetic variation in milk genes and their association with milk performance traits in indigenous cattle breeds: doctor of philosophy / Vijay Kumar Agrawal. – Department of animal genetics and breeding college of veterinary and animal science Rajastan university of veterinary & animal sciences, Bikaner, 2017. – P. 148.

195. Anggraeni, A. Genetic variants of k-casein and ß-lactoglobulin genes and their association with protein and milk components of Holstein Friesian cows at small farmers in Lembang, West Java / A. Anggraeni, H.S. Nury, E. Andreas, C. Sumantri. – International Conference on Sustainable Agriculture and Food Security: A Comprehensive Approach, KnE Life Sciences. – 2017. – P. 86–94.

196. Azevedo, A.L.S. Genetic polymorphism of the kappa-casein gene in Brazilian cattle / A.L.S. Azevedo, C.S. Nascimento, R.S. Steinberg, et al. // Genetics and Molecular Research. – 2008. – Vol. 7. – №3. – P. 623–630.

197. Benedet, A. Factors associated with herd bulk milk composition and technological traits in the Italian dairy industry / A. Benedet, C.L. Manuelian, M. Penasa, et all. // Journal of Dairy Science. – 2018. – Vol. 101. – № 2. – P. 934–943.

198. Berezovsky, A.V. How polymorphisms for genes k-CN, TG5, LEP milk production of cows of Ukrainian dairy breeds / A.V. Berezovsky, Yu.P. Polupan, S.Yu. Ruban, K.V. Kopylov // Розведення і генетика тварин. – 2015. – № 49. – С. 154–163.

199. Bonfatti, V. Genetic analysis of detailed milk protein composition and coagulation properties in Simmental cattle / V. Bonfatti, A. Cecchinato, L. Gallo, et al. // Journal of Dairy Science. – 2011. – Vol. 94. – № 10. – P. 5183–5193.

200. Bonfatti, V. Glicosylation of k-casein: Genetic and nongenetic variation and effects on rennet coagulation properties of milk / V. Bonfatti, G. Chiarot, P. Carnier // Journal of Dairy Science. – 2014. – Vol. 97. – № 4. – P. 1961–1969.

201. Bovenhuis, H. Selection for milk fat and milk protein composition / H. Bovenhuis, M.H.P.W. Visker, A.Lunden // Advances in Animal Biosciences. – 2013. – 4:3. – P. 612–617.

202. Chechenikhina, O.S. Productive qualities of cattle in dependence on genetic and paratypic factors / O.S. Chechenikhina, O.G. Loretts, O.A. Bykova, et al // International jounal of advanced biotechnology and Research. – 2018. –Vol. 9. – №1. – P. 587–593.

203. Dehnavi, E. The effect of using cow genomic information on accuracy and bias of genomic breeding values in a simulated Holstein dairy cattle population / E. Dehnavi, S.Ansari Mahyari, F.S. Schenkei, et al. // Journal of Dairy Science. – 2018. – Vol. 101. – № 6. – P. 5166–5176.

204. De Mello, F. Progress in Dairy Cattle Selection / F. De Mello, E.L. Kern, C.D. Bertoli // Advances in Dairy Research. – 2014. – Vol.2. – P.1–2.

205. Dinc, H. Beta-casein A1/A2, kappa-casein and beta-lactoglobulin polymorphisms in Turkish cattle breeds / H. Dinc, E. Ozkan, E. Koban, et al. // Journal of the Leibniz Institute for Farm Animal Biology. – 2013. – Vol.56. – P. 707–718.

206. Donnik, I.M. Genetic formation factors of dairy efficiency and quality of cattle milk / I.M. Donnik, O.G. Loretts, I.A. Shkuratova, A.G. Isaeva, A.S. Krivonogova // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2017. – Vol. 4. – № 11. – P. 4163–4169.

207. Gallinat, J.L. DNA-based identification of novel bovine casein gene variants / J.L. Gallinat, S. Qanbari, C. Drogemuller, et al. // Journal of Dairy Science. – 2013. – Vol. 96. – № 1. – P. 699–709.

208. Galloway, S. M. Mutations in an oocyte derived growth factor gene (BMP15) causes increased ovulation rate and infertility in a dosage sensitive manner / Galloway S. M., Mc Natty K. P., Cambridge L. M. et al. // Nature Genet. – 2000 – Vol. 25 – P. 279–283.

209. Gambra, R. Genomic architecture of bovine k-casein and b-lactoglobulin / R. Gambra, F. Penagaricano, J. Kropp, et al. // Journal of Dairy Science. – 2013. – Vol. 96. – № 8. – P. 5333–5343.

210. Ganiev, A.S. Reproductive quality of cows of different genotypes on Csn3 and Dgat1 genes depending on milk level / A.S. Ganiev, R.R. Shaidullin, F.S. Sibagatullin, [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – № 9 (6). – P. 1504–1509.

211. Gedik, Y. Beta–lactoglobulin and kappa-casein gene polymorphisms in two Turkish Holstein cattle populations in Turkey / Y. Gedik, Kavuncu O. // Turkish jounal of agricultural and natural sciences. – 2016. – №3. – P. 229–233.

212. Gregorio, P.Di. Effects of different genotypes at the CSN3 and LGB loci on milk and cheese-making characteristics of the bovine Cinisara breed / P.Di. Gregorio, A.Di. Grigoli, A.Di Trana, [et al.] // International Dairy Journal. – 2017. – V. 71. – P. 1–5.

213. Gustavsson, F. Effects of breed and casein genetic variants on protein profile in milk from Swedish Red, Danish Holstein, and Danish Jersey cows / Gustavsson F.,

Buitenhuis A.J., Johansson M., et al. Journal of Dairy Science. – 2014. – Vol. 97. – № 6. – P. 3866–3877.

214. Hill, J.P. Livestock Production / J.P. Hill, M.J. Boland, L.K. Creamer // Sci. – 1993. – V. 35. – P. 193.

215. Holt, C. Invited review: Caseins and the casein micelle: Their biological functions, structures, and behavior in foods / C. Holt, J.A. Carver, H. Ecroyd, et al. // Journal of Dairy Science. – 2013. – Vol. 96. – № 10. – P. 6127–6146.

216. Houaga, I. Polymorphisms in major milk protein genes (LALBA, MBLG, CSN1S1 and CSN3) and milk fat genes (DGAT1 and SCD1) and association with milk production and fatty acid traits in indigenous white Fulani and borgou cattle breeds in benin: doctor of philosophy / Isidore Houaga. – Pan African university institute for basic sciences, technology and innovation, 2018. – p. 145.

217. Jensen, H. B. Genetic variation and posttranslational modification of bovine k-casein: Effects on caseino-macropeptide release during renneting / H.B. Jensen, K. S. Pedersen, L.B. Johansen, et al. // Journal of Dairy Science. – 2015. – Vol. 98. – № 2. – P. 747–758.

218. Joudu, I. The effect of milk proteins on milk coagulation properties in Estonian dairy breeds / I. Joudu, M. Henno, S. Varv, et al. // Veterinarija Ir Zootechnika (Vet Med Zoot). – 2009. – T. 46(68). – P. 14–19.

219. Ketto, I.A. The influence of milk protein genetic polymorphism on the physical properties of cultured milk / I.A. Ketto, Qyass J., Andqy T., et al. // International Dairy Jounal. – 2018. – Vol. 78. – № 3. – P. 130–137.

220. Ketto, I.A. Effects of milk protein polymorphism and composition, casein micelle size and salt distribution on the milk coagulation properties in Norwegian Red cattle / I.A. Ketto, T.M. Knutsen, J. Qyass, et all. // International Dairy Jounal. – 2017. – Vol. 70. – №7. – P. 55–64.

221. Kucerova, J. Milk protein genes CSN1S1, CSN2, CSN3, LGB and their relation to genetic values of milk production parameters in Czech Fleckvieh / J. Kucerova, A. Matejicek, O. Jandurova, et al. // Czech J. Anim. Sci. – 2006. – V. 51. – № 6. – P. 241–247.

222. Legarova, V. The effect of κ – casein genotype on the quality of milk and fresh cheese / V. Legarova, L. Kourimska // Scientia Agriculturae Bonemica. – 2010. – Vol. 41. – №4. – P. 213–217.

223. Markovic, B. Genetic variants of kappa-casein gene in Busha and Brown Swiss breeds of cattle / B. Markovic, D. Radonjic, M. Dokic, M. Markovic // Albanian J. agric. Sci. – 2017. – P. 335–340.

224. Mauriæ, M. Effect of DGAT1, FASN and PRL genes on milk production and milk composition traits in Simmental and crossbred Holstein cattle / M. Mauriae, T. Masek, M. Beniæ, [et al.] // Indian Journal of animal sciences. – 2017. – V. 87 (7). – P. 859–863.

225. Mikolajczyk, I.N. Productive indicators and physiological and biochemical status of dairy cows received biotechnological additives / I.N. Mikolajczyk, L.A. Morozova, V.G. Chumakov, G.U. Abileva, O.G. Loretts, O.A. Bykova // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2019. – Vol. 10. – № 1. – P. 2106–2116.

226. Miscevic, B. Biotechnology and genetic improvement of domestic animals / B. Miscevic, J. Boskovic, A. Ivans, et al. // Genetika. – 2009. – Vol.41. – № 2. – P. 225–243.

227. Neamt R.I. The influence of *CSN3* and *LGB* polymorphisms on milk production and chemical composition in Romanian Simmental cattle / R.I. Neamt, G. Saplacan, S. Acatincai, [et al.] // Acta Biochimica Polonica. – 2016. – V. 64. – № 3. – P. 493–497.

228. Ozdemir, M. Relationships between milk protein polymorphisms and production traits in cattle: a systematic review and meta-analysis / M. Ozdemir, S. Kopuzlu, M. Topal, O.C. Bilgin // Arch. Anim. Breed. – 2018. – V. 61. – P. 197–206.

229. Patel, J.B. Polymorphism of the prolactin gene and its relationship with milk production in gir and kankrej cattle / J.B. Patel, J.B. Chauhan // Journal of natural science, biology and medicine. – 2017. – V. 8. – P.167-170.

230. Penaza, M. A comparison of the predicted coagulation characteristics and composition of milk from multi – breed herds of Holstein-Friesian, Broun Swiss and Simmental cows / M. Penaza, F. Tiessi, A. Sturaro, et al. // International Dairy Journal. – 2014. – Vol. 35. – P. 6–10.

231. Petrovska, S. Milking technology influence on dairy cow milk productivity and quality / S. Petrovska, D. Jonkus // Engineering for rural development. – 2014. – Vol. 29. – P. 89–93.

232. Razhina, E. Kappa-casein influence on yield and quality of cottage cheese / Razhina E. // Advances in Intelligent Systems Reseach. – 2019. – Vol.167. – P. 515–518.

233. Razhina, E.V. Biology and biotechnology Characteristics of cows´ cicatricial metabolism of different linearity / E.V. Razhina // Agrarian Bulletin of the Urals. № 10(2013). – 2021. – №10(213). – P. 75–80.

234. Shevhuzhev, A. Milk productivity of simmental cows Austrian selection / A. Shevhuzhev, N. Belik, E. Emelyanov, et al. // Engineering for rural development. Latvia university of agriculture. – 2017. – P. 1354–1358.

235. Spelman, R.J. Characterization of the *DGAT*1 gene in the New Zealand Dairy population / R.J. Spelman, C.A. Ford, P. McElhinney, G.C. Gregory, R.G. Snell // J. Dairy Sci. – 2002. – Vol. 85. – № 12. – P. 3514–3517.

236. Spencer, T.E. Genomic selection and reproductive efficiency in dairy cattle / T.E. Spencer, Hansen P.J., Cole J.D., et al. // Dairy cattle reproduction conference. – 2014. – P.16–31.

237. Stocco, G. Breed of cow and herd productivity affect milk composition and modeling of coagulation, curd firming, and syneresis / G.Stocco, C. Cipolat-Gotet, T. Bobbo, et al. // Journal of Dairy Science. – 2017. – Vol. 100. – №1. – P. 129–145.

238. Summer, A. Short communication: Characterization of a monoclonal antibody for k-casein B of cow’s milk / A. Summer, E. Santus, L. Casanova, et al. // Journal of Dairy Science. – 2010. – Vol. 93. – № 2. – P. 796–800.

239. Tsiaras, A. M. Effect of kappa-casein and beta-lactoglobulin loci on milk production traits and reproductive performance of holstein cows/ A.M. Tsiaras, G.G. Bargouli, G. Banos, et al. // Journal of Dairy Science. – 2005. – Vol. 88. – № 1. – P. 327–334.

240. Tyulkin, S.V. Technological properties of milk of cows with different genotypes of kappa-casein and beta-lactoglobulin / S.V. Tyulkin, R.R.Vafin, L.R. Zagidullin, et al. // Foods and raw materials. – 2018. – №1. – Vol.6. –P. 154–163.

241. Weimann, C. Short communication: Bovine k–casein variants result in different angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory peptides / C. Weimann, H. Meisel, G. Erhard // Journal of Dairy Science. – 2009. – Vol. 92. – №5. – P. 1885–1888.